

EBOOK ESPECIAL:

RISCOS ELÉTRICOS

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS SEGREGADOS

Por Aguinaldo Bizzo de Almeida
Engenheiro Eletricista e de Segurança de Trabalho

Quando falamos de exposição a riscos elétricos, de forma intrínseca 3 fatores de risco devem ser considerados, incêndio e/ou explosão, choque elétrico (contato direto e/ou contato indireto) e arco elétrico. Neste ebook trataremos da análise da exposição ao risco de choque elétrico por contato direto considerando-se as distâncias de segurança estabelecidas pela NR10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços com Eletricidade.

Uma das principais alterações ocorridas na NR10 foi o estabelecimento do distanciamento seguro para exposição ao risco elétrico através da criação das Zonas Controladas e Zona de Risco (vide figura 1) no entorno de pontos ou conjuntos energizados, onde o ingresso é restrito a profissionais ou pessoas autorizadas mediante determinadas condições. O objetivo é proteger todos os trabalhadores que interagem com as instalações, mesmo na realização de outras atividades, mas igualmente expostos aos perigos inerentes a proximidade.

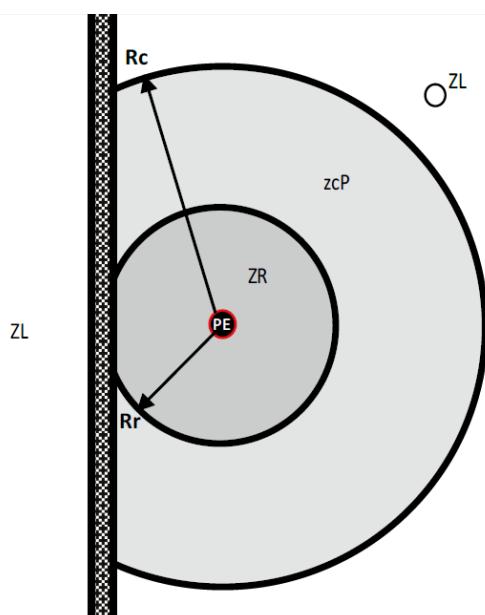


Figura 1 - Distâncias no ar que delimitam radialmente as zonas de risco, controlada e livre, com interposição de superfície de separação física adequada.

Os raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre, definidas pela NR10 estão associados ao nível tensão (vide figura 2), sendo que no glossário da NR-10, temos a seguinte definição para Zona de Risco e Zona Controlada:

Zona de Risco: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, inclusive, accidentalmente, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados e com a adoção de técnicas e instrumentos apropriados de trabalho.

Zona Controlada: entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas de acordo com o nível de tensão, cuja aproximação só é permitida a profissionais autorizados.

Faixa de tensão Nominal da instalação elétrica em Kv	Rr - Raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	Rc - Raio de delimitação entre zona controlada e livre em metros
<1	0,20	0,70
>1 e <3	0,22	1,22
>3 e <6	0,25	1,25
>6 e <10	0,35	1,35
>10 e <15	0,38	1,38
>15 e <20	0,40	1,40
>20 e <30	0,56	1,56
>30 e <36	0,58	1,58
>36 e <45	0,63	1,63
>45 e <60	0,83	1,83
>60 e <70	0,90	1,90
>70 e <110	1,00	2,00
>110 e <132	1,10	3,10
>132 e <150	1,20	3,20
>150 e <220	1,60	3,60
>220 e <275	1,80	3,80
>275 e <380	2,50	4,50
>380 e <480	3,20	5,20
>480 e <700	5,20	7,20

Figura 2- Raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre estabelecidos pela NR10

Ressalta-se que a existência de Zona de Risco e Zona Controlada estabelecidas pela NR-10 estão condicionadas a dois fatores intrínsecos: “circuitos elétricos energizados” e “circuitos elétricos sem segregação”, sendo que o conceito de segregação está descrito no Glossário da norma como “equipamento tornado inacessível por meio de invólucro ou barreira”.

É fundamental essa explanação devido à interpretação errônea do conceito de ZR por grande número de profissionais da área elétrica, SESMT e “auditores de NR-10”, que não consideram a condição de segregação da instalação elétrica energizada para possível caracterização da real exposição a Zona de Risco e Zona Controlada estabelecidas pela NR-10, ou seja, somente consideram o fato da existência de circuitos elétricos energizados com a presença de profissionais executando atividades para caracterização da ZR e ZC, sem considerar adequadamente o conceito de “equipamento segregado”.

Os conceitos de segregação por invólucros, barreiras, obstáculos, etc, estão descritos nas NBR5410 – Instalações Elétricas de BT, NBR14039 – Instalações Elétricas de MT, sendo que neste **ebook** trataremos especificamente do termo segregação considerando as premissas estabelecidas pela NBR IEC 60529/2005 – Grau de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos (Grau IP), com objetivo de subsidiar o leitor na correta interpretação dos conceitos básicos referentes a equipamentos segregados.

Enfatizando-se a característica de proteção ao risco de acesso a partes perigosas, com a descrição de “partes dos conceitos” estabelecidos pela norma técnica, que define um sistema para a classificação dos graus de proteção provados para os invólucros dos equipamentos elétricos, a caracterização das ZR e ZC estabelecidas pela NR10 que tem como condição intrínseca para a caracterização dessas “zonas”, instalações elétricas “sem segregação”, que conforme já descrito é aquele onde não é possível o acesso a partes vivas da instalação elétrica de forma acidental. Assim, não se trata de uma avaliação detalhada dos conceitos de segregação através do Grau IP, mas somente da contextualização dos conceitos estabelecidos pela NR10 quanto a caracterização das ZR e ZC.

Considerando-se a competência de pessoas (código BA) estabelecidas pelas Normas Técnicas da ABNT frente ao risco de choque elétrico por contato direto define -se conceitos “em gênero” de barreiras e invólucros. A aplicação correta do termo equipamento segregado está condicionado a aplicação da NBR IEC 60529/2005 – Grau de Proteção para Invólucros de Equipamentos Elétricos (Grau IP), que define um sistema para a classificação dos graus de proteção provados para os invólucros dos equipamentos elétricos.

As definições para graus de proteção providos para os invólucros dos equipamentos elétricos estabelecidas pela Norma são:

- 1** – Proteção de pessoas contra o acesso às partes perigosas no interior do invólucro.
- 2** – Proteção dos equipamentos no interior do invólucro contra a penetração de objetos sólidos estranhos.
- 3** – Proteção dos equipamentos no interior do invólucro contra efeitos prejudiciais devido à penetração de água.

Grau de Proteção

Nível de proteção provido por um invólucro contra o acesso às partes perigosas, contra a penetração de objetos sólidos estranhos e/ou contra a penetração de água, verificados através de ensaios normalizados.

Código IP

Sistema de codificação para indicar os graus de proteção contra o acesso às partes perigosas, ingresso de objetos sólidos estranhos, penetração de água e para dar informações adicionais com relação a cada proteção.

Parte perigosa

Uma parte que apresenta perigo ao toque ou aproximação.

Parte perigosa viva

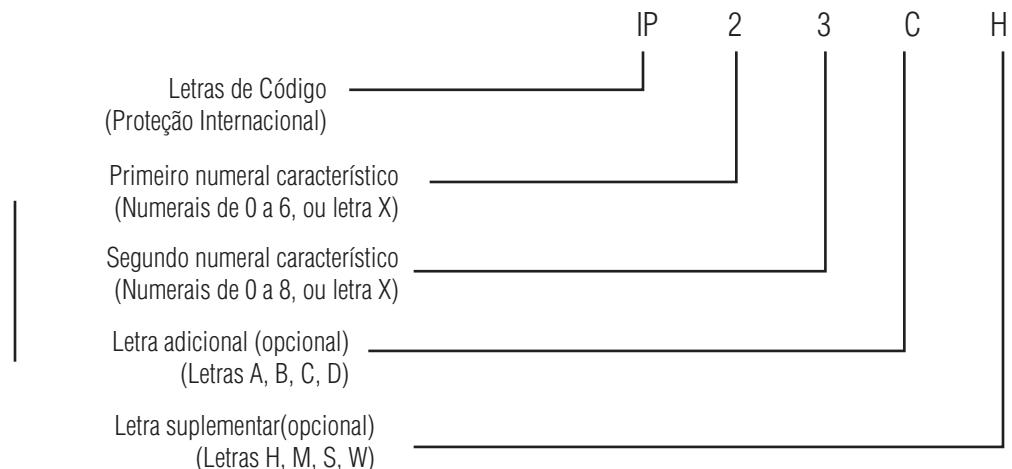
Uma parte viva que, sob certas condições de influências externas, pode resultar em choque elétrico.

Designações:

O grau de proteção provido por um invólucro é indicado pelo código IP da seguinte maneira:

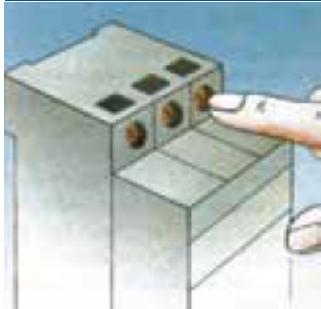
Disposições do Código IP (figura 3)

Figura 3- Disposições do Código IP



O primeiro numeral característico indica a que o invólucro provê a proteção contra o acesso às partes perigosas através de prevenção ou limitando o ingresso de parte do corpo humano, ou de um objeto seguro por uma pessoa, vide figura 4.

SITUAÇÃO



PRIMEIRO DÍGITO
IP - X Y

Proteção de pessoas ao contato com partes energizadas sem isolamento, contra o contato a partes móveis no interior do invólucro e proteção contra a entrada de corpos sólidos estranhos.

GRAU DE PROTEÇÃO - PRIMEIRO DÍGITO

DÍGITO	GRAUS DE PROTEÇÃO		
	GRAU DE PROTEÇÃO CONTRA O ACESSO A PARTES PERIGOSAS	GRAU DE PROTEÇÃO CONTRA ACESSO DE OBJETOS SÓLIDOS ESTRANHOS	CORPOS QUE NÃO DEVEM PENETRAR
0	Não Protegido	Não Protegido	Sem proteção especial
1	Protegido contra o acesso às partes perigosas como dorso da mão	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior do que 50mm	Grande superfície do corpo humano, como mão. Nenhuma proteção contra penetração liberal
2	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um dedo	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior do que 12mm	Dedos ou objetos de comprimento maior que 80mm, cuja menor dimensão é >12mm
3	Protegido contra o acesso às partes perigosas com uma ferramenta	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior do que 2.5mm	Ferramentas, fios etc. de diâmetro e/ou espessura maiores do que 2.5mm cuja menor dimensão é >2.5mm
4	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio	Protegido contra objetos sólidos de dimensão maior do que 1.0mm	Fios, fitas de largura maior que 1.00mm objetos cuja menor dimensão é >1.00mm
5	Protegido contra o acesso às partes perigosas com um fio	Protegido contra poeira e contato às partes internas do invólucro	Não totalmente vedado contra poeira, mas se penetrar, não prejudica a operação do equipamento
6	Protegido contra acesso às partes perigosas com um fio	Totalmente protegido contra poeira e contato com às partes internas do invólucro	Não é esperada nenhuma penetração de poeira no interior do invólucro

Figura 4- Graus de proteção contra o acesso às partes perigosas indicado pelo primeiro numeral característico.

O segundo numeral característico indica o grau de proteção provido pelo invólucro com relação aos efeitos prejudiciais ao equipamento devido à penetração de água, vide figura 5

SITUAÇÃO

SEGUNDO DÍGITO IP - X Y

Indica o Grau de Proteção provido pelo invólucro quanto aos efeitos danosos no equipamento devido ao ingresso de água. Até, inclusive, o segundo numeral característico 6 atende os requisitos dos numerais anteriores.

Numeral 7 ou 8 - inadequados para jato d'água e não precisam atender os requisitos 5 e 6, a menos que seja indicado com dupla codificação.

GRAU DE PROTEÇÃO - SEGUNDO DÍGITO		
DÍGITO	GRAUS DE PROTEÇÃO	
	DESCRIÇÃO RESUMIDA	DEFINIÇÃO
0	Não Protegido	-
1	Protegido contra quedas verticais de gotas d'água	Água caindo verticalmente não causa danos ou efeitos danosos ao invólucro
2	Protegido contra quedas verticais de gotas d'água quando o invólucro é inclinado a 15°	Água caíndo verticalmente não causa danos ou efeitos danosos ao invólucro quando o invólucro é inclinado a 15° de qualquer lado da vertical
3	Protegido contra incidência de água de chuva	Água de chuva fina em ângulo de até 60° em qualquer lado da vertical não causa danos ou efeitos danosos ao invólucro
4	Protegido contra projeção de água	Água esguichada contra o invólucro em qualquer direção não deve provocar efeitos prejudiciais
5	Protegido contra jatos d'água	A água projetada contra o invólucro em qualquer direção não deve provocar efeitos prejudiciais
6	Protegido contra jatos potentes d'água	A água projetada em jatos potentes contra o invólucro em qualquer direção não deve provocar efeitos prejudiciais
7	Protegido contra feitos de imersão temporária de água	Quando o invólucro estiver imerso temporariamente em água sob condições padronizadas de pressão e tempo, não deve ser possível a penetração de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais.
8	Protegido contra efeitos de imersão contínua de água	Quando o invólucro estiver continuamente imerso em água sob condições previamente acordadas entre o fabricante e o usuário, não deve ser possível a penetração de água em quantidade que provoque efeitos prejudiciais. Porém, as condições devem ser mais severas do que para o segundo numeral 7.

Nota: A revisão efetuada na norma contempla novo numeral característico – 9.

Figura 5- Graus de proteção contra o penetração de água indicado pelo segundo numeral característico.

A letra adicional é opcional e indica o grau de proteção de pessoas contra o acesso às partes perigosas, vide figura 6.

As letras adicionais são usadas nos seguintes casos:

- Se a proteção real contra o acesso às partes perigosas for superior à indicada pelo primeiro numeral característico;
- Ou se somente a proteção contra o acesso às partes perigosas for indicada, o primeiro numeral característico e então substituído por um X.

LETRA ADICIONAL	GRAUS DE PROTEÇÃO		CONDIÇÕES DE ENSAIO, VER
	DESCRÍÇÃO SUCINTA	DEFINIÇÃO	
A	Protegido contra o acesso com o dorso da mão	A esfera de Ø50mm deve ter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas	15.2
B	Protegida contra o acesso com um dedo	O dedo-de-prova normatizado de Ø12 mm e comprimento 100mm deve manter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas	15.2
C	Protegido contra o acesso com uma ferramenta	A haste Ø2.5mm e comprimento de 100mm deve manter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas	15.2
D	Protegido contra o acesso com um fio	O fio de Ø1.0mm e comprimento de 100mm deve manter uma distância de isolamento apropriada das partes perigosas	15.2

Figura 6- Graus de proteção contra o acesso às partes perigosas indicado pela letra adicional.

As letras suplementares são opcionais e indicam características específicas do invólucro de cada produto, vide figura 7.

LETROS	SIGNIFICADO
H	Equipamento de alta tensão
M	Ensaiado para efeitos prejudiciais devidos à penetração de água quando as partes perigosas móveis de equipamento (por exemplo, o rotor de uma máquina rotativa) estão em movimento
S	Ensaiado para efeitos prejudiciais devidos à penetração de água quando as partes móveis do equipamento (por exemplo, o rotor de uma máquina rotativa) estão estacionários
W	Apropriado para uso sob condições ambientais especificadas e fornecido com características ou processos de proteção adicionais

Figura 7- Letras suplementares específicas de cada produto

Como exemplo da designação do código IP, vejamos a marcação do seguinte invólucro:

Grau IP – IP23CS

(2) - protege as pessoas contra o acesso às partes perigosas com dedo; protege os componentes internos ao invólucro contra o ingresso de objetos sólidos estranhos, tendo diâmetro de 2,5mm ou maior;

(3) - protege os componentes internos ao invólucro contra os efeitos danosos de água de chuva contra ele;

(C) - protege as pessoas portando ferramentas de diâmetro 2,5mm ou maior e comprimento que não exceda 100mm contra o acesso a partes perigosas (a ferramenta não pode penetrar totalmente no invólucro até o seu comprimento);

(S) - foi ensaiado para proteção contra efeitos danosos devido ao ingresso de água quando todas as partes do equipamento estão estacionárias.

Dessa forma, a caracterização das zonas de risco e zona controlada estabelecidas pela NR10, para instalações elétricas dentro de invólucros, considerando-se o risco de choque elétrico por contato direto, deve obrigatoriamente considerar –se a característica do invólucro quanto ao Grau IP existente.

Num equipamento energizado e “descompartimentado”, ou seja, onde o grau IP originário do invólucro foi alterado, por exemplo com a abertura da “porta” de um painel elétrico, a zona de risco e zona controlada intrinsecamente estão caracterizadas, vide figura 8, onde é possível o acesso acidental às partes vivas das instalações elétricas, e, dessa forma, o risco de choque elétrico e arco elétrico são intrínsecos para os profissionais que executam atividades de manutenção elétrica.

Figura 8- Instalação elétrica sem segregação com invólucro “descompartimentado”



Para instalações elétricas “sem segregação” em sua concepção construtiva, por exemplo instalações elétricas aéreas em estruturas específicas, dentro de SE, vide figura 9, a caracterização das zonas de risco e zona controladas ocorrem de forma intrínseca.

Figura 9- Instalação elétrica alta tensão sem segregação



Para equipamentos elétricos energizados e “segregados”, ou seja, com invólucros com grau de proteção IP 3X por exemplo, fica descaracterizado as Zonas de Risco e Zona Controlada estabelecidas pela NR10, para atividades onde não é necessário a descompartimentação do invólucro do equipamento elétrico, uma vez que não é possível o acesso acidental às partes vivas da instalação elétrica , vide figura 10.

Figura 10- Instalação elétrica de baixa tensão “segregada”



Assim, as distâncias estabelecidas pela NR10, considerando-se os conceitos de exposição ao risco de choque elétrico por contato direto, caracterizam o “ trabalho em proximidade ”, definido na norma como sendo o trabalho durante o qual o trabalhador pode entrar na zona controlada, ainda que seja com uma parte do seu corpo ou com extensões condutoras, representadas por materiais, ferramentas ou equipamentos que manipule. A caracterização dessa condição, de forma intrínseca, deve considerar as características construtivas das instalações elétricas e equipamentos elétricos quanto a segregação das mesmas, sendo que para equipamentos elétricos a condição de segregação está diretamente associada ao grau de proteção IP.

Ocorre que a análise da exposição a riscos elétricos deve considerar além do risco de choque elétrico (contato direto e contato indireto), também o risco de arco elétrico, sendo que as distâncias de segurança estabelecidas pela NR10, somente podem ser consideradas adequadas para o risco de choque elétrico, sendo que para arco elétrico a análise de risco deve ser específica contemplando outros fatores não tratados de forma explícita pela NR10, e que serão tratados no próximo conteúdo.



BR.WESTEX.COM

As informações desta publicação baseia-se em testes conduzidos pela Westex®, uma subsidiária da Milliken & Company, ou em seu nome, e representa a nossa análise dos resultados do teste. Não se destina a substituir quaisquer testes que possam ser únicos e necessários para sua instalação para que você determine a adequação de nossos produtos para sua finalidade específica. Uma vez que não podemos antecipar todas as variações nas condições do usuário final, a Westex® não oferece garantias e não assume qualquer responsabilidade em relação a qualquer uso dessas informações. Como o uso de nossos produtos por cada cliente pode ser diferente, a informação que fornecemos, incluindo, sem limitação, recomendações, resultados de testes, amostras, instruções de cuidado / etiquetagem / processamento ou aconselhamento de marketing, é fornecida de boa-fé, mas sem garantia (incluindo treinamento físico) e sem aceitar qualquer responsabilidade ou comprometimento legal. Quaisquer resultados de testes reportados são baseados em testes-padrão de laboratórios, mas não devem ser utilizados para predeterminar o desempenho em situação de incêndio real. Cada cliente deve testar e ser responsável pelo seu uso específico, processamento futuro, etiquetagem, marketing etc. Todas as vendas são exclusivamente sujeitas a nossos termos-padrão de vendas publicados em www.milliken.com/terms (todos os termos adicionais / diferentes serão rejeitados), a menos que explicitamente acordado de outra forma em um documento assinado. Tenha atenção próximo de fontes de chamas ou calor intenso, e siga as Instruções de Cuidados – não lave com alvejantes ou amaciante de tecidos.

Westex® é uma marca registrada da Milliken & Company.