

Capítulo X

Requisitos para seleção e especificação técnica de equipamentos para instalações elétricas e de instrumentação em atmosferas explosivas contendo gases inflamáveis e poeiras combustíveis

Por Roberval Bulgarelli*

A especificação de equipamentos elétricos para áreas classificadas exige a observância de diversos itens, como a temperatura ambiente da instalação, dos gases, além dos tipos de proteção para poeiras combustíveis e gases inflamáveis

Equipamentos elétricos e de instrumentação “Ex” devem ser selecionados e especificados, em relação ao grupo da área classificada, de acordo com a tabela apresentada a seguir.

Grupo	Subdivisão do grupo do local	
	com gás/vapor ou poeira	Grupo de equip. permitido
II gases inflamáveis	IIA – propano	II, IIA, IIB ou IIC
	IIB – etileno	II, IIB ou IIC
	IIC – acetileno	II ou I
III poeiras combustíveis	IIIA – fibras combustíveis	IIIC IC
	IIIB – poeiras não condutivas	IIIA, IIIB ou IIIC
	IIIC – poeiras condutivas	IIIB ou IIIC

Relação entre subdivisão do local com gás/vapor ou poeira e o grupo de equipamento permitido

Quando um equipamento elétrico for marcado indicando a sua adequabilidade com um gás ou vapor em particular, ele não pode ser utilizado com outros gases ou vapores sem que uma completa avaliação seja realizada por um organismo competente e os resultados mostrem que este equipamento é adequado para tal utilização.

Seleção e especificação de equipamentos “Ex” de acordo com a temperatura de ignição do gás, vapor ou poeira e temperatura ambiente

O equipamento elétrico deve ser especificado de tal forma que sua temperatura máxima de superfície não alcance a temperatura de ignição de qualquer gás, vapor ou névoa que possa estar presente.

Se a marcação do equipamento elétrico não incluir uma faixa de temperatura ambiente, o equipamento é projetado para ser utilizado entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se a marcação do equipamento elétrico incluir uma faixa de temperatura, ele é projetado para ser utilizado dentro dos limites estipulados.

Se a temperatura ambiente estiver fora da faixa estipulada, ou se houver uma influência devido a outros fatores, por exemplo, temperatura do processo ou exposição à radiação solar, o efeito sobre o equipamento deve ser considerado e as medidas tomadas devem ser documentadas.

Os símbolos para as classes de temperaturas marcadas nos equipamentos elétricos possuem os

significados e metodologia de seleção indicados na tabela apresentada a seguir.

Classe de temperatura requerida pela classificação de área	Temperatura de ignição do gás ou vapor em °C	Classe de temperatura do equipamento permitida
T1	> 450	T1 – T6
T2	> 300	T2 – T6
T3	> 200	T3 – T6
T4	> 135	T4 – T6
T5	> 100	T5 – T6
T6	> 85	T6

Relação entre temperatura de ignição do gás ou vapor e classe de temperatura do equipamento a ser instalado

Seleção e especificação de equipamentos “Ex” para gases e poeiras combustíveis de acordo com os EPLs

Os tipos de proteção normalizados de acordo com a série de normas ABNT NBR IEC 60079 são relacionados com os EPLs para gases inflamáveis e poeiras combustíveis de acordo com as tabelas apresentadas a seguir, divididas em EPL a/b/c, tanto para gases inflamáveis (G) como para poeiras combustíveis (D).

Relação entre tipos de proteção e o EPL para seleção e especificação de equipamentos elétricos e de instrumentação “Ex” destinados à instalação em áreas classificadas contendo gases inflamáveis ou poeiras combustíveis

EPL	Tipo de proteção	Código “Ex”	De acordo com a norma
‘Ga’	Intrinsecamente seguro	‘ia’	ABNT NBR IEC 60079-11
	Encapsulamento	‘ma’	ABNT NBR IEC 60079-18
	Dois tipos de proteção independentes, cada um atendendo o EPL Gb		ABNT NBR IEC 60079-26
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	‘op is’	ABNT NBR IEC 60079-28
	Proteção especial	‘sa’	IEC 60079-33

Tipos de proteção para gases inflamáveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Ga

EPL	Tipo de proteção	Código "Ex"	De acordo com a norma	
'Gb'	Invólucros a prova de explosão	'd'	ABNT NBR IEC 60079-1	
	Segurança aumentada	'e'	ABNT NBR IEC 60079-7	
	Intrinsecamente seguro	'ib'	ABNT NBR IEC 60079-11	
	Encapsulamento	'm' 'mb'	ABNT NBR IEC 60079-18	
	Imersão em óleo	'o'	IEC 60079-6	
	Invólucros pressurizados	'p', 'px' ou 'py'	ABNT NBR IEC 60079-2	
	Preenchimento com areia	'q'	ABNT NBR IEC 60079-5	
	Intrinsecamente Seguro (FISCO)		ABNT NBR IEC 60079-27	
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	'op is'	ABNT NBR IEC 60079-28	
		'op pr'		
		'op sh'		
		Proteção especial	'sa'	IEC 60079-33
			'sb'	

Tipos de proteção para gases inflamáveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Gb

EPL	Tipo de proteção	Código "Ex"	De acordo com a norma	
'Gc'	Intrinsecamente seguro	'ic'	ABNT NBR IEC 60079-11	
	Encapsulamento	'mc'	ABNT NBR IEC 60079-18	
	Não acendível	'n' ou 'nA'	ABNT NBR IEC 60079-15	
	Respiração restrita	'nR'	ABNT NBR IEC 60079-15	
	Limitação de energia	'nL'	ABNT NBR IEC 60079-15	
	Equipamento centelhante	'nC'	ABNT NBR IEC 60079-15	
	Invólucros pressurizados	'pz'	ABNT NBR IEC 60079-2	
	Conceito de Fieldbus	"ic"	ABNT NBR IEC 60079-27	
	Intrinsecamente Seguro (FISCO)		IEC 60079-27	
	Proteção de equipamento e sistemas de transmissão utilizando radiação óptica	'op is'	ABNT NBR IEC 60079-28	
		'op pr'		
		'op sh'		
		Proteção especial	'sa'	IEC 60079-33
			'sb'	
			'sc'	

Tipos de proteção para gases inflamáveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Gc

EPL	Tipo de proteção	Código "Ex"	De acordo com a norma
'Da'	Intrinsecamente seguro	'iD'	ABNT NBR IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção de ignição de equipamento para poeira por invólucro "t"	'ta'	IEC 60079-31
	Proteção especial	'sa'	IEC 60079-33

Tipos de proteção para poeiras combustíveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Da

EPL	Tipo de proteção	Código "Ex"	De acordo com a norma
'Db'	Intrinsecamente seguro	'iD'	ABNT NBR IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção de ignição de equipamento para poeira por invólucro "t"	'tb'	IEC 60079-31
	Invólucros pressurizados	'pD'	ABNT NBR IEC 61241-4
	Proteção especial	'sa'	IEC 60079-33
		'sb'	

Tipos de proteção para poeiras combustíveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Db

EPL	Tipo de proteção	Código "Ex"	De acordo com a norma
'Dc'	Intrinsecamente seguro	'iD'	ABNT NBR IEC 60079-11
	Encapsulamento	'mD'	ABNT NBR IEC 60079-18
	Proteção de ignição de equipamento para poeira por invólucro "t"	'tc'	IEC 60079-31
	Invólucros pressurizados	'pD'	ABNT NBR IEC 61241-4
	Proteção especial	'sa'	IEC 60079-33
		'sb'	
		'sc'	

Tipos de proteção para poeiras combustíveis que proporcionam nível de proteção de equipamento Dc

Seleção de equipamentos para utilização em áreas classificadas que requerem EPL 'Ga' ou 'Da'

Equipamentos e circuitos elétricos e de instrumentação podem ser utilizados em áreas classificadas que requeiram EPL 'Ga' ou 'Da' se o equipamento for marcado como EPL 'Ga' ou 'Da', respectivamente, ou se utilizar um tipo de proteção apresentada nas tabelas indicadas anteriormente, atendendo aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Da', respectivamente. A instalação deve estar de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-14.

Quando o EPL 'Ga' for marcado de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-26 para tipos de proteção combinados, a instalação

também deve estar conforme os requisitos da norma ABNT NBR IEC 60079-14.

Seleção de equipamentos para utilização em áreas que requerem EPL 'Gb' ou 'Db'

Equipamentos elétricos ou de instrumentação podem ser utilizados em áreas classificadas que requerem EPL 'Gb' ou 'Db' se o equipamento for marcado como EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db', respectivamente, ou se utilizar um tipo de proteção apresentada nas tabelas indicadas anteriormente, atendendo aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db', respectivamente. A instalação deve estar de acordo com os requisitos da ABNT NBR IEC 60079-14.

Quando um equipamento que atende aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Da' for instalado em uma região que somente requeira equipamento para EPL 'Gb' ou 'Db', respectivamente, este deve ser instalado de acordo com os requisitos de todos os tipos de proteção utilizados, exceto como modificado pelos requisitos adicionais para as técnicas de proteção individuais.

Seleção de equipamentos para utilização em áreas que requerem EPL 'Gc' ou 'Dc'

Equipamentos elétricos ou de instrumentação podem ser utilizados em áreas classificadas que requerem EPL 'Gc' ou 'Dc', respectivamente, se o equipamento for marcado como EPL 'Ga',

'Gb' ou 'Gc' e 'Da', 'Db' ou 'Dc', respectivamente, ou se utilizar qualquer tipo de proteção apresentados nas tabelas indicadas anteriormente. A instalação deve estar de acordo com a norma ABNT NBR IEC 60079-14.

Quando um equipamento que atende aos requisitos de EPL 'Ga' ou 'Gb' e 'Da' ou 'Db', respectivamente, for instalado em uma área classificada que somente requeira equipamento com EPL 'Gc' ou 'Dc', este deve ser instalado de acordo com os requisitos de todos os tipos de proteção utilizados, exceto como modificado pelos requisitos adicionais para os tipos de proteção individuais.

Requisitos para a seleção e especificação técnica de equipamentos "Ex" para limitação de acúmulo de cargas eletrostáticas em materiais não metálicos externos

No projeto de instalações elétricas, de instrumentação e mecânicas para áreas classificadas com a presença de gases inflamáveis, medidas de proteção devem ser tomadas de forma a reduzir a um nível seguro os efeitos da geração e do acúmulo da eletricidade estática.

Informações detalhadas tratando com diâmetros ou larguras de partes com grandes comprimentos e limitação de espessura de camadas não metálicas podem ser encontradas na ABNT NBR IEC 60079-0.

O risco de centelhamento capaz de causar ignição a partir da instalação de materiais não metálicos (por exemplo, bandejamentos revestidos com plásticos, placas de montagem e proteção ambiental plásticas) deve ser controlado por meio de:

- Seleção adequada do material de modo que a resistência de isolamento do equipamento não exceda $1 \text{ G}\Omega$; ou
- Limitação da área de superfície de partes não metálicas como mostrado na tabela a seguir.

Área de superfície máxima (mm²)

Requisito de EPL do local	Local Grupo IIA	Local Grupo IIB	Local Grupo IIC
'Ga'	5 000	2 500	400
'Gb'	10 000	10 000	2 000
'Gc'	10 000	10 000	2 000

Limitações das áreas de superfície de partes não metálicas

- Para materiais planos, pela área exposta (eletrostaticamente carregável);
- Para objetos curvos, a área deve ser a projeção do objeto que apresente a máxima área;
- Para partes individuais não metálicas, a área deve ser avaliada independentemente se estas forem separadas por estruturas condutoras aterradas.

Nos caso em que as áreas expostas de materiais não metálicos forem envolvidas por estruturas condutoras aterradas, os valores indicados para a área destas superfícies podem ser aumentados por um fator de quatro, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-14.

Equipamentos "Ex" certificados para instalação em áreas classificadas devem atender aos requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-0 para limitação de acúmulo de cargas eletrostáticas com relação aos valores máximos normalizados para as áreas superficiais das partes não metálicas dos invólucros e para as espessuras máximas de película de sistemas de pintura baseadas em materiais não metálicos externos aos motores.

Os equipamentos elétricos e mecânicos "Ex" devem possuir revestimentos externos não condutivos baseados na seleção adequada do material, de maneira que a resistência de superfície seja menor ou igual 109Ω .

Os equipamentos "Ex" devem ser certificados considerando a limitação da área de superfície das partes não metálicas dos invólucros e considerando a limitação de uma camada não metálica aderente a uma superfície condutiva, de acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC 60079-0.

A limitação de espessura de camadas não metálicas aplicadas a equipamentos "Ex" certificados para instalação em atmosferas explosivas de gases do Grupo II são apresentadas na tabela a seguir.

Espessura máxima de camada não metálica para equipamentos "Ex" para o Grupo II (mm)

EPL – nível de proteção do equipamento	Grupo IIA	Grupo IIB	Grupo IIC
Ga / Gb / Gc	2	2	0,2

Limitação da espessura de camada não metálica para motores certificados para instalação em áreas classificadas de gases inflamáveis

A limitação de espessura de camadas não metálicas para equipamentos "Ex" indicadas na tabela anterior não é aplicável a camadas não metálicas que possuam uma resistência superficial menor que 109 Ω .

Uma das principais razões para a limitação de espessura de camadas não metálicas é a de possibilitar a dissipação de cargas eletrostáticas pelo isolamento para a terra. Desta forma, o acúmulo de cargas eletrostáticas não é capaz de atingir valores capazes de causar ignição.

Requisitos para a especificação de equipamentos ou de sistemas "Ex" que utilizam transmissão com energia irradiante eletromagnética ou ultra-sônica

De acordo com requisitos indicados na norma ABNT NBR IEC 60079-0, a potência limiar de frequência de rádio na faixa de 9 kHz a 60 GHz, para transmissões contínuas e para transmissões pulsadas cujas durações de pulso excedam o tempo de iniciação térmica, não deve exceder os valores mostrados na tabela indicada a seguir.

Equipamento para instalação ou utilização no grupo	Potência limiar W	Tempo de iniciação térmica (Período médio) μ s
I (minas de carvão com a presença de grisu)	6	200
IIA (propano)	6	100
IIB (etileno)	3,5	80
IIC (acetileno e hidrogênio)	2	20
III (fibras e poeiras combustíveis)	6	200

Potência limiar de frequência de rádio para equipamentos que utilizam transmissão em áreas classificadas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis

Controles programáveis ou softwares destinados a serem ajustados pelo usuário não são permitidos para equipamentos "Ex" a serem instalados em áreas classificadas contendo atmosferas explosivas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis.

Os mesmos valores são aplicados para equipamentos com EPL Ma, Mb, Ga, Gb, Da, Db ou Dc devido aos grandes fatores de segurança envolvidos.

Para radar pulsado e outras transmissões em que os pulsos são curtos – comparados com o tempo de iniciação térmica –, os valores de energia limiar Z_{th} não devem exceder aqueles apresentados na tabela a seguir

Equipamento para instalação ou utilização no grupo	Energia limiar Z_{th} μ J
I (minas de carvão com a presença de grisu)	1 500
IIA (propano)	950
IIB (etileno)	250
IIC (acetileno e hidrogênio)	50
III (fibras e poeiras combustíveis)	1 500

Energia limiar de rádio frequência para equipamentos que utilizam transmissão em áreas classificadas de gases inflamáveis e poeiras combustíveis

Requisitos de projeto para a especificação técnica de equipamentos ou sistemas de transmissão que utilizam "lasers" ou outras fontes ópticas de ondas contínuas

Para a proteção de equipamentos ou sistemas de transmissão que utilizam a transmissão óptica, os valores para EPL Ga, Gb e Gc podem ser encontrados na ABNT NBR IEC 60079-28.

Os parâmetros de saída dos lasers ou de outras fontes de ondas contínuas de equipamento elétrico com EPL Ma ou Mb não devem exceder os seguintes valores, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0:

- 20 mW/mm² ou 150 mW para lasers de onda contínua e outras fontes de onda contínua; e
- 0,1 mJ/mm² para lasers pulsantes ou fontes de luz pulsantes com intervalos de pulso de pelo menos 5 s.

Os parâmetros de saída dos lasers ou outras fontes de onda contínua de equipamento elétrico com EPL Da ou Db não devem exceder os seguintes valores, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079 0:

- 5 mW/mm² ou 35 mW para lasers de onda contínua e outras fontes de onda contínua; e
- 0,1 mJ/mm² para lasers pulsantes ou fontes de luz pulsantes com intervalos de pulso de pelo menos 5 s.

Os parâmetros de saída dos lasers ou outras fontes de onda contínua de equipamento elétrico com EPL Dc não devem exceder os seguintes valores, de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0:

- 10 mW/mm² ou 35 mW para lasers de onda contínua e outras fontes de onda contínua; e
- 0,5 mJ/mm² para lasers pulsantes ou fontes de luz pulsantes.

Fontes de radiação óptica com intervalos de pulso menores do que 5 s devem ser consideradas fontes de onda contínua.

Requisitos de projeto para a especificação de equipamentos ou sistemas de transmissão contendo fontes que utilizam energia irradiante com ondas ultra-sônicas

Os parâmetros de saída de fontes ultra-sônicas de equipamento elétrico com EPL Ma, Mb, Ga, Gb, Gc, Da, Db ou Dc não devem exceder os seguintes valores, conforme a ABNT NBR IEC 60079-0:

- 0,1 W/cm² e 10 MHz para fontes contínuas;
- Média de densidade de potência 0,1 W/cm² e 2 mJ/cm² para fontes pulsantes.

Requisitos de projeto para a especificação de equipamentos para instalação em áreas classificadas contendo poeiras combustíveis do Grupo III

Os invólucros dos equipamentos elétricos e de instrumentação para instalação em áreas classificadas do Grupo III (poeiras combustíveis) devem atender aos requisitos indicados na ABNT NBR IEC 61241-1 e, adicionalmente, possuir um grau de proteção mínimo (de acordo com a ABNT NBR IEC 60529), conforme a tabela a seguir.

Zona 20 Zona 21 Zona 22 (com poeira condutiva)	Zona 22 com poeira não condutiva
IP6X	IP5X

Grau de proteção contra ingresso de poeira para equipamentos certificados para instalação em áreas classificadas de poeiras combustíveis

Máxima temperatura de superfície determinada sem uma camada de poeira

Para equipamentos elétricos e de instrumentação para instalação em áreas classificadas do Grupo III, a máxima temperatura de superfície determinada sem uma camada de poeira combustível (de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-0) não deve exceder a máxima temperatura de superfície atribuída ou a temperatura de ignição da camada ou nuvem de poeira combustível específica para o qual este equipamento for destinado.

Máxima temperatura de superfície com relação a camadas de poeira

Para equipamentos elétricos para instalação em áreas classificadas do Grupo III, a máxima temperatura de superfície determinada com uma camada de poeira (NBR IEC 60079-0), adicionalmente à temperatura máxima de superfície requerida sem uma camada de poeira, a temperatura máxima de superfície pode ser determinada por uma dada espessura da camada, TL, de poeira combustível ao redor do equipamento. A máxima espessura da camada, TL, pode ser especificada pelo fabricante.

Limitações de temperatura devido à presença de poeiras em forma de nuvem

De acordo com os requisitos indicados na ABNT NBR IEC

60079-14, a temperatura máxima de superfície do invólucro do equipamento para instalação em área classificada poeiras combustíveis (Grupo III) em forma de nuvem não deve ultrapassar o valor de dois terços da temperatura mínima de ignição em graus Celsius da mistura poeira/ar considerada:

$$T_{\text{máx.}} = 2/3 T_{\text{Cl}}$$

Em que T_{Cl} é a temperatura mínima de ignição da poeira em forma de nuvem.

Limitações de temperatura devido à presença de poeira em forma de camada

De acordo com os requisitos indicados na NBR IEC 60079-14, para invólucros com depósito de poeira combustível em forma de camada até 5 mm de espessura, a temperatura máxima de superfície dos equipamentos, quando ensaiados pelo método sem poeira (ABNT NBR IEC 61241-0), não deve exceder o valor de 75 K abaixo da temperatura mínima de ignição (incandescência) para a espessura de camada de 5 mm da poeira relacionada.

$$T_{\text{máx.}} = T_5 \text{ mm} - 75 \text{ }^\circ\text{K}$$

Em que $T_5 \text{ mm}$ é a temperatura mínima de ignição (incandescência) de poeira em forma de camada de 5 mm.

Para invólucros com depósito de poeira em forma de camada acima de 5 mm até 50 mm de espessura, a temperatura de superfície máxima permitida deve ser reduzida. Para invólucros com depósito de poeira combustível em forma de camada com espessura acima de 50 mm, a limitação de temperatura deve ser feita de acordo com os requisitos indicados na Norma ABNT NBR IEC 60079-14.

***ROBERVAL BULGARELLI é engenheiro eletricista, mestre em Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, consultor técnico e engenheiro sênior da Petrobras. É membro da subcomissão de Normalização Técnica da Petrobras, na área de eletricidade; coordenador do subcomitê SC 31 – Atmosferas explosivas, do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Iluminação e Telecomunicações (Cobei); delegado da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), representando o Brasil no Technical Committee TC 31 – Equipment for Explosive Atmospheres da International Electrotechnical Commission (IEC).**

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atituedeeditorial.com.br