

Sumário

Apresentação	VII
Prefácio	IX
Glossário de Termos Técnicos “Ex”	XI
Conteúdo dos Volumes	XV
Introdução.....	XXIX

VOLUME 2

1

Equipamentos e Componentes para Atmosferas Explosivas Incorporando a <i>Combinação</i> de Diversos Tipos de Proteção “Ex”	1
1.1 Exemplos de Instalações onde Foram Especificados Equipamentos com a Combinação de Tipos de Proteção “Ex”	4
1.2 Considerações sobre Equipamentos e Componentes que Incorporaram a “Combinação” de Diferentes Tipos de Proteção “Ex”	18

2

A Evolução das Tecnologias Aplicadas aos Equipamentos e Componentes “Ex” e as Maiores Facilidades de Serviços “Ex” de Campo	21
2.1 Introdução	21
2.2 Entradas Diretas e Indiretas de Cabos no Interior de Invólucros Metálicos Ex “d”	23
2.3 Tecnologia de Componentes Individualmente Encapsulados com Invólucros Plásticos Ex db eb IIC Gb (U)	30
2.4 Exemplos de Evolução dos Tipos de Proteção Aplicados em Equipamentos “Ex” Decorrentes de Evoluções Tecnológicas e as Maiores Facilidades de Serviços “Ex” de Campo	36
2.4.1 Evolução dos tipos de proteção combinados em luminárias “Ex” com lâmpadas incandescentes para as lâmpadas LED	36
2.4.2 Evolução dos tipos de proteção para caixas de terminais ou caixas de junção “Ex”	44
2.4.3 Evolução dos tipos de proteção para botoeiras de comando “Ex”	49
2.4.4 Evolução dos tipos de proteção para painéis de distribuição de força, controle e automação “Ex”	53
2.4.5 Evolução dos tipos de proteção para motores elétricos trifásicos “Ex”	57
2.4.6 Evolução dos tipos de proteção para tomadas e plugues de força “Ex”	60

2.5	Evolução dos Tipos de Proteção para Instrumentos “Ex”	63
2.6	A Gestão da Mudança e a Eventual Resistência a Mudanças Decorrente da Evolução Tecnológica	66
2.7	Considerações sobre a Evolução da Tecnologia Aplicada a Equipamentos com Tipos de Proteção “Ex” e as Simplificações dos Serviços de Montagem, Inspeção e Manutenção “Ex” de Campo	67
	Referências	68
3		
	Requisitos para a Seleção de Equipamentos “Ex”	69
3.1	Seleção de Equipamentos “Ex” para Atender às Influências Externas de cada Instalação em Particular	69
3.2	Grau de Proteção (Código IP) Mínimo a ser Especificado para a Seleção de Equipamentos “Ex”	69
3.3	Cabos para Circuitos de Instrumentação, Automação, Telecomunicações e Elétricos “Ex”	70
3.3.1	Procedimento de ensaio de pressão de cabos para instalação em Atmosferas Explosivas	71
3.3.2	Relatórios de ensaios	72
3.3.3	Requisitos para a seleção de prensa-cabos Ex “d” de acordo com o tipo de cabo utilizado (compacto ou não compacto)	74
3.4	Requisitos para Entradas de Cabos em Equipamentos “Ex” por Meio de Prensa-Cabos “Ex”	81
3.4.1	Método de seleção do tipo de proteção “Ex” e de instalação de prensa-cabos de acordo com o tipo de proteção do invólucro “Ex”	81
3.5	Requisitos para a Conexão de Cabos aos Invólucros dos Equipamentos “Ex”	87
4		
	Distribuição de Cabos em Áreas Classificadas por Meio de Sistemas de Bandeamento e de Eletrodutos	91
4.1	Utilização de Distribuição de Cabos em Áreas Classificadas em Sistemas de Bandeamento	91
4.2	Entradas Diretas de Cabos em Invólucros Ex “d” Por Meio de Eletrodutos – Critérios do Invólucro e da Fronteira	97
4.3	Utilização de MCT e de Caixas de Areia em Regiões de “Fronteiras” Entre Áreas Classificadas e Não Classificadas	99
5		
	Requisitos sobre Especificação e Instalação de Motores Elétricos “Ex”	107
5.1	Requisitos para Motores Elétricos “Ex” Acionados por Conversores	110
6		
	Sistemas de Instrumentação e Automação Intrinsecamente Seguros (Ex “i”): do Projeto à Instalação	115
6.1	Introdução	115

6.2	Conceitos Básicos de Segurança Intrínseca	115
6.3	Conceitos de Entidade ou de Limitação e Critérios de Interconexão Entre Barreiras [Ex “i”] e Instrumentos Ex “i”	118
6.4	Características da Aplicação da Segurança Intrínseca em Sistemas de Instrumentação, Controle e Automação Industrial.	121
6.5	Equipamentos “Simples”	128
6.6	Requisitos de Projeto e de Instalação de Equipamentos e Sistemas Intrinsecamente Seguros	130
6.6.1	Aterramento das malhas condutoras de circuitos intrinsecamente seguros.	133
6.7	Requisitos de Sistemas de Redes de Comunicação de Dados de Campo Intrinsecamente Seguros Baseados em Fisco.	135
6.8	Exemplos de Instalação de Equipamentos Intrinsecamente Seguros Ex “i” e Equipamentos Associados [Ex “i”]	137
6.9	A Segurança Intrínseca de Potência (<i>Power “i”</i>) – ABNT IEC TS 60079-39	152
6.10	Requisitos de Inspeção e Manutenção de Equipamentos e Sistemas Intrinsecamente Seguros	156
6.11	Tipos de Serviços de Reparos a serem Realizados pelos Reparadores em Equipamentos Ex “i” ou por Oficinas Certificadas	156
6.12	Documentação a ser Apresentada pelos Fabricantes de Equipamentos Ex “i” no Processo de Certificação	157
6.13	Considerações sobre os Requisitos das Normas Técnicas Brasileiras Adotadas da Série ABNT NBR IEC 60079 Aplicáveis a Equipamentos, Circuitos e Sistemas Intrinsecamente Seguros	158
	Referências	160
7		
	O Padrão Ethernet-APL e as Redes Ethernet Intrinsecamente Seguras a Dois Fios (2-Wise) . . .	161
7.1	A Ethernet Industrial a Dois Fios: Uma Revolução Anunciada em Direção a um Padrão Único	161
7.2	Aplicação da Segurança Intrínseca a Redes Ethernet em Áreas de Processo e Dispositivos do “Chão de Fábrica”	162
7.3	Definições Aplicáveis a Redes Ethernet e Sistemas de Comunicação	164
7.4	Generalidades sobre Sistemas de Automação de Processo com Padrão Ethernet.	164
7.5	Benefícios das Soluções de Automação de Processo com Base na Ethernet	170
7.6	Cabeamento de Campo para a Automação de Processo e Implantação de Redes Ethernet Intrinsecamente Seguras	174
7.7	Automação de Processo: Transição para Conectividade Completa com Base em Rede Ethernet	175
7.8	Adoção Normalizada do Padrão Ethernet-APL.	183
7.9	Padrão 10BASE-T1L – Aplicações além de Sensores e Atuadores para Automação de Processos Industriais	184
7.10	Conceito de Ethernet Intrinsecamente Segura a Dois Fios – 2-WISE – ABNT IEC TS 60079-47.	184

7.11	Requisitos para Equipamentos 2-WISE – ABNT IEC TS 60079-47	186
7.11.1	Portas de fonte de alimentação de força 2-WISE	187
7.11.2	Portas de carga de alimentação de força e portas auxiliares de dispositivos 2-WISE	188
7.11.3	Portas Não alimentadas 2-WISE (somente para Comunicação)	188
7.11.4	Equipamentos simples	189
7.12	Requisitos para Sistemas 2-WISE – ABNT IEC TS 60079-47	189
7.12.1	Sistema de fiação de campo para sistemas 2-WISE	190
7.12.2	Documento descritivo de sistema 2-WISE	190
7.12.3	Documentos para certificação e instruções para dispositivos 2-WISE	190
7.12.4	Marcação de equipamentos e dispositivos 2-WISE	191
7.13	Exemplos de Marcação de Equipamentos e Dispositivos 2-WISE	191
7.14	Evolução da Implantação do Padrão Ethernet-APL e 2-WISE	193
7.15	Requisitos de Projeto e Instalação de Sistemas Intrinsecamente Seguros a Dois Fios Ethernet-APL/2-WISE	195
7.15.1	Generalidades	195
7.15.2	Características gerais dos dispositivos e sistemas com padrão APL/2-WISE	195
7.15.3	Tipos de portas Ethernet-APL/2-WISE	196
7.15.4	Parâmetros de entidade ou de limitação para portas Ethernet 2-WISE	196
7.15.5	Requisitos para projeto de sistemas 2-WISE	197
7.15.6	Requisitos para especificação de cabos em sistemas 2-WISE	198
7.15.7	Sistemas 2-WISE alimentados	199
7.15.8	Sistemas 2-WISE somente com comunicação (sem alimentação)	199
7.15.9	Documentação descritiva de sistema intrinsecamente seguros a dois fios Ethernet-APL/2-WISE	200
7.15.10	Aterramento da blindagem de cabos <i>Shieldados</i> em sistemas 2-WISE	202
7.15.11	Exemplos de equipamentos e dispositivos para utilização em sistemas Ethernet-APL/2-WISE	204
7.16	Testes de Interoperabilidade entre Dispositivos e Equipamentos Ethernet-APL/2-WISE entre Diversos Fabricantes e Modelos	206
7.17	Perguntas, Respostas e Esclarecimentos sobre Equipamentos e Circuitos com Padrão Ethernet-APL e 2-WISE	207
7.18	Considerações sobre o Padrão Ethernet-APL e o Tipo de Proteção 2-WISE – os Dispositivos Geram Ações para a Evolução da Otimização do Processo	212
7.19	Principais Benefícios na Aplicação do Padrão Ethernet-APL e o Tipo de Proteção 2-WISE Referências sobre Ethernet Intrinsecamente Segura a Dois Fios	215

8		
A	Importância dos Detalhes Típicos de Projeto na Montagem de Instalações “Ex”	217
8.1	Exemplos de Detalhes Típicos de Projeto para Montagem de Instalações “Ex”	218
8.2	Considerações sobre Detalhes Típicos de Projeto para Montagem de Equipamentos Elétricos e de Instrumentação “Ex”	232
9		
Passo a Passo para a Especificação de Equipamentos “Ex” para Áreas Classificadas Contendo Gases Inflamáveis ou Poeiras Combustíveis		233
9.1	Análise de Atendimento das “Condições Específicas de Instalação” Indicadas em Certificados de Conformidade com Sufixo “X”	246
10		
Montagem de Equipamentos “Ex”: Pontos a serem Verificados nas Etapas de Instalação e Inspeções Iniciais e Periódicas		249
10.1	Partes Constituintes e Instalação de Acessórios de Prensa-Cabos “Ex”	249
10.2	Mantendo o Grau de Proteção (Código IP) dos Invólucros dos Equipamentos “Ex” por Meio da Instalação Correta de Prensa-Cabos “Ex”	254
10.3	Detalhes de Instalação Correta de Prensa-Cabos “Ex”	260
10.4	Instalação de Arruelas de Vedação para Manter o Grau de Proteção IP (<i>IP Washer</i>) e Adaptadores de Rosca em Prensa-Cabos “Ex”	266
10.5	Instalação de Anel para Aterramento (<i>Earth Tag</i>) de Armaduras de Cabos em Prensa-Cabos “Ex”	267
10.6	Instalação de Contraporca e Arruela Serrilhada para Fixação de Prensa-Cabos “Ex” na Parte Interna das Caixas de Junção “Ex” em Furos “Cegos”	270
10.7	Instalação de Marcação de <i>Tag</i> do Circuito do Cabo Quando da Instalação ou Substituição de Prensa-Cabos “Ex”	272
11		
Especificação de Equipamentos Portáteis, Pessoais e Manuais “Ex”		275
12		
Orientações para Avaliação de Riscos de Ignição e Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”		285
12.1	Histórico sobre Segurança de Equipamentos e Instalações Elétricas e Mecânicas “Ex”	285
12.2	Desenvolvimento de Normas Técnicas Internacionais ISO/IEC e ABNT sobre Equipamentos Mecânicos “Ex”	287
12.3	A Norma Técnica Brasileira Adotada, ABNT NBR ISO 80079-36, sobre Avaliação de Riscos em Equipamentos Mecânicos “Ex”	289
12.4	Avaliação do Risco de Ignição de Equipamentos Mecânicos “Ex” de Acordo com a Norma ABNT NBR ISO 80079-36	290
12.5	Tipos de Proteção Ex “b”, Ex “c” e Ex “k” para Equipamentos Mecânicos “Ex” – Norma ABNT NBR ISO 80079-37	292

12.6	Procedimentos de Avaliação do Risco Potencial de Ignição de Equipamentos Mecânicos “Ex”	294
12.7	Informações Básicas na Avaliação de Risco Potencial de Ignição de Equipamentos Mecânicos “Ex”	296
12.8	Exemplos de Fontes de Ignição de Equipamentos Mecânicos em Atmosferas Explosivas	297
12.9	Sequência “Típica” para Processo de Avaliação de Risco Potencial de Ignição em Equipamentos Mecânicos	299
12.10	Etapas do Procedimento de Avaliação do Risco de Ignição de Acordo com a Norma ABNT NBR ISO 80079-36	299
12.11	Etapas de Avaliação e Identificação das Fontes de Riscos de Ignição de Acordo com a Norma ABNT NBR ISO 80079-36	301
12.12	Estimativa “Final” de Risco de Ignição e Determinação do EPL Proporcionado pelo Equipamento Mecânico “Ex”	302
12.13	Tipos de Mau Funcionamento que Podem Ocorrer em Equipamentos Mecânicos “Ex”	303
12.14	Exemplo de Identificação de Riscos Potenciais de Ignição de um Equipamento Mecânico sob Avaliação [Etapa 1]	304
12.15	Exemplos da Estimativa de Risco de Ignição e Categorização, e Determinação do EPL, de Acordo com a Norma ABNT NBR ISO 80079-36	305
12.15.1	Exemplo 1 de avaliação de risco potencial de ignição em equipamentos mecânicos “Ex”: equipamento com um invólucro não metálico	305
12.15.2	Exemplo 2 de avaliação de risco potencial de ignição em equipamentos mecânicos “Ex”: equipamento com mancal com rolamento de esferas	306
12.15.3	Exemplo 3 de avaliação de risco potencial de ignição em equipamentos mecânicos “Ex”: falha catastrófica de um rolamento	308
12.16	Lista de Verificação de Atendimento dos Requisitos e Ensaio das Normas ABNT NBR ISO 80079-36 e ABNT NBR ISO 80079-37	310
12.17	Sistemas Mecânicos de Proteção Contra os Efeitos de uma Explosão	316
12.18	Mitigação da Frequência de Ocorrência de Fontes de Ignição	318
12.19	Considerações sobre Fontes de Ignição por Superfícies Aquecidas e Autoignição	319
12.20	Dispositivos Elétricos de Segurança para o Controle de Fontes Potenciais de Ignição de Equipamentos “Ex”	320
12.21	Avaliação e Mitigação dos Riscos da Eletricidade Estática em Equipamentos Mecânicos “Ex”: Norma Brasileira Adotada, ABNT NBR ISO 80079-36	329
12.22	Processo de Avaliação da Conformidade e Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	330
12.23	Conceitos Técnicos Básicos para a Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	331
12.24	Processo de Avaliação de Risco de Ignição e Planejamento do Processo de Avaliação de Equipamentos Mecânicos “Ex” por um Organismo de Certificação	332
12.25	Documentação Técnica Necessária para o Processo de Avaliação e Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	334
12.26	Marcação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	336
12.27	Sistema Internacional IECEx para Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	339

12.28	Documentos Operacionais sobre Certificação de Equipamentos Mecânicos “Ex”	340
12.29	Requisitos Legais no Brasil sobre Avaliação de Equipamentos Mecânicos “Ex” Indicados na NR-37	342
12.30	Exemplos Ilustrativos de Equipamentos Mecânicos “Ex” para Instalação em Áreas Classificadas	346
12.31	Lista de Inspeção de Equipamentos Mecânicos “Ex”	352
13		
	Casos Artificialmente Pressurizados para a Execução de Serviços Temporários de Caldeiraria, Esmerilhamento, Soldagem e Tratamento Térmico em Áreas Classificadas.	359
14		
	Requisitos para a Especificação Técnica, a Utilização e a Operação de Contêineres do Tipo IBC em Áreas Classificadas.	369
14.1	Contêineres e IBC Fabricados de Material Isolante, Envolvidos por um Invólucro ou Revestimento Condutivo	374
14.2	Prevenção de Riscos de Explosões nos Serviços Envolvendo Enchimento e Esvaziamento dos IBCs	378
14.2.1	Recomendações de segurança durante serviços com IBC relacionadas à <i>gestão de riscos</i>	379
14.2.2	Recomendações de segurança durante serviços com IBC relacionadas aos <i>supervisores</i>	379
14.2.3	Recomendações de segurança durante serviços com IBC relacionadas aos <i>operadores</i>	380
15		
	Serviços de Inspeções Iniciais, Periódicas e por Amostragem de Equipamentos e Instalações “Ex” – Norma ABNT NBR IEC 60079-17	381
15.1	Graus e Tipos de Inspeções em Equipamentos e Instalações “Ex”	385
15.2	Fluxograma para Inspeções de Equipamentos e Instalações de Instrumentação, Automação, Telecomunicações, Elétricas e Mecânicas “Ex” em Áreas Classificadas	389
15.3	Listas de Verificação para Inspeção de Equipamentos e Instalações de Instrumentação, Automação, Telecomunicações e Elétricas “Ex”	391
15.4	Intervalos entre Inspeções Apuradas “Ex” em Equipamentos de Instrumentação, Automação, Telecomunicações ou Elétricos Móveis, Portáteis, Pessoais ou Transportáveis	399
	Referências Bibliográficas Aplicáveis ao Tema “Serviços e Instalações em Atmosferas Explosivas”	401
	Avisos Legais	403
	Sobre os Autores deste Trabalho sobre Segurança dos Equipamentos e Instalações de Instrumentação, Automação, Telecomunicações, Elétricas e Mecânicas “Ex”	405