EM
ELETRICIDADE MODERNA
Os avanços e as tendências da tecnologia eletroeletrônica
Aranda Editora | Ano 54 | Nº 586 | Novembro-Dezembro | 2025

Guia de empresas de engenharia, instalações e serviços técnicos especializados



Iluminação de segurança

Sistemas dinâmicos e adaptativos de sinalização das rotas de fuga

Atmosferas explosivas

Novo livro enfoca as explosões na indústria

Indústria de energia

Dilemas regulatórios que pressionam o setor elétrico

Caminhos para a transição energética

Os Produtos do Ano

Os destaques de vendas em 2025

E mais: Guia de supercapacitores

Atmosferas explosivas

A segurança contra explosões na indústria ganha novo livro

Obra apresenta medidas preventivas, regras e normas para mitigar o risco de explosões, aborda riscos e perigos, a seleção de equipamentos, os sistemas de aterramento, a eletricidade estática e a proteção contra raios, entre outros aspectos. O autor, Estellito Rangel Júnior, fala nesta entrevista sobre o conteúdo e as premissas que adotou para obter um resultado abrangente e isento, com foco em normas e na legislação.

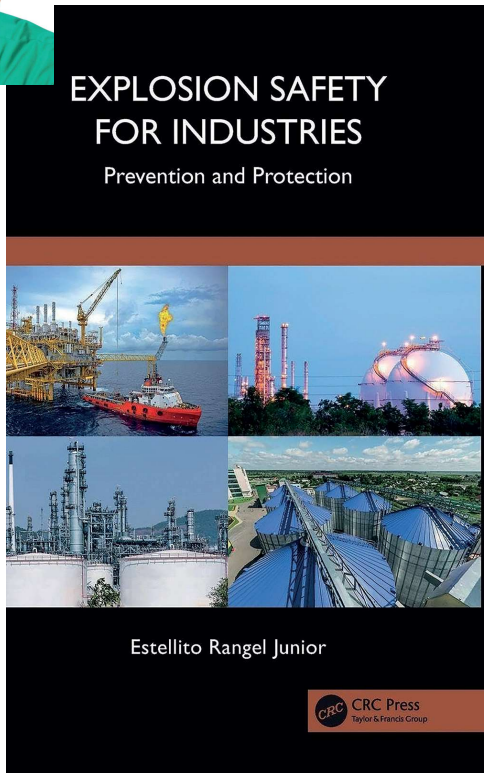
Da Redação de ***EM***

Explosões em locais de trabalho continuam respondendo por considerável parcela dos prejuízos e mortes no mundo todo, a despeito da evolução do conhecimento técnico, da normalização e da legislação de segurança. Para dar uma ideia de magnitude, à falta de estatísticas globais: i) Dados do Departamento de Estatísticas do Trabalho dos EUA (BLS, na sigla original) dão conta de que, em 2023, foram causadas naquele país 66 mortes por explosões em locais de trabalho (1,2% de todas as mortes por acidentes de trabalho naquele ano) [1]; e ii) De acordo com o banco de dados do Departamento de Segurança do Trabalho (SAWS, na sigla em inglês) do governo da China, houve no país 2098 acidentes com explosões de janeiro de 2000 a abril de 2017, com 15,8 mil mortes e 12,6 mil feridos graves ou leves, além de 1154 desaparecidos [2].

Explosões acidentais que ceifam dezenas ou centenas de vidas não estão mais restritas a estatísticas. Hoje são vistas por todo o mundo em tempo real, pois sempre há alguém com uma câmera apontada para algum lugar — quem esquece da horripilante explosão no porto de Beirute em agosto de 2020, que matou mais de 200 pessoas, feriu milhares e causou US$ 15 milhões em danos? A corrida para reduzir o número e a gravidade desses acidentes se intensifica na medida em que também se multiplicam as atividades suscetíveis à presença de pós combustíveis e gases inflamáveis. Práticas, normas e legislação de segurança se renovam e se aprimoram constantemente, daí a importância do livro "***Explosion Safety for Industries – Prevention and Protection***", do engenheiro Estellito Rangel Junior, recém-lançado pela editora CRC Press, um verdadeiro guia sobre o tema destinado a engenheiros de segurança, gerentes, físicos, e os engenheiros químicos, eletricistas e mecânicos. Com seus mais de 30 anos de experiência em instalações com atmosferas potencialmente explosivas, Estellito explora no texto aspectos como classificação de áreas, projetos de instalações em áreas classificadas, seleção de equipamentos Ex, centelhamentos perigosos, aterramento, proteção contra descargas atmosféricas e vários outros, à luz da normalização e da legislação vigente (veja ao final, em "Serviço", a lista de capítulos). Colunista de *Eletricidade Moder-*



Estellito: "Livro voltado ao mercado mundial, abordando tanto normas norte-americanas quanto IEC"



Atmosferas explosivas

na há mais de 22 anos, onde assina a coluna "EM Ex", Estellito, que é *senior member* do IEEE e foi o primeiro representante brasileiro no Technical Commitee 31 (Explosive Atmospheres) da IEC, concedeu ao nosso consultor técnico Celso L.P. Mendes a entrevista a seguir, em que faz considerações sobre as diferenças entre normas IEC e norte-americanas, presentes no livro, e sobre equívocos que vê no complexo campo da classificação de áreas. *[Nota do Editor: A Redação de* ***EM*** *acrescentou ao final a lista das normas e outros documentos referidos nas perguntas e respostas – V. "Referências e normas citadas"].*

Promoção para os leitores de EM

Até o dia 31 de janeiro de 2026, os leitores de ***Eletricidade Moderna*** terão desconto de 25% na compra do livro no site da editora. Acesse https://bit.ly/3L9jWks e insira o código de desconto **AHQ01** no campo indicado no carrinho de compras.

Celso Mendes – *Sendo este um livro em inglês e voltado para o mercado mundial, supõe-se que ele se baseia nas normas IEC. Neste caso, como fica a aplicação do livro no Brasil? As mais de 100 normas ABNT nessa área (Ex) são idênticas às IEC? E se houver divergências?*

Estellito Rangel Junior – O livro se propõe a atender o mercado internacional e, dessa forma, aborda tanto as normas americanas quanto as IEC. As normas IEC, como sabemos, são normas voluntárias, apresentadas como sugestão para os países membros elaborarem suas normas nacionais — estas, sim, poderão vir a ser compulsórias, dependendo da legislação aplicável. As normas IEC são fruto do consenso dos representantes dos países membros presentes nos respectivos MT (*Maintenance Teams*), e não de consenso de todos os países do mundo, como alguns pensam. E pode haver divergências mesmo entre países que integram o MT. Um exemplo emblemático é o da *British Standard* BS 60079-14 [3], que na edição de 2014 (ed. 5) publicou um Anexo Nacional recusando as mudanças nos critérios de seleção de prensa-cabos estabelecidos na edição da IEC 60079-14 [4] de 2013 (ed. 5). Por outro lado, países sem o necessário *know-how* tendem a fazer traduções ao pé da letra das publicações IEC, o que não raro conflita com a legislação vigente no país. Minha experiência na Petrobras, que começou com as normas internas derivadas do NEC (National Electrical Code, dos EUA) e paulatinamente passou a seguir as normas IEC, permitiu que eu abordasse no livro as duas correntes, e no capítulo 6 comparasse os requisitos de normas IEC e UL para fabricação de equipamentos Ex.

CM – *No caso de proteção contra descargas atmosféricas, embora a base da ABNT NBR 5419 [5] seja a IEC, certamente há diferenças em relação à série IEC 62305 [6]. O mesmo se pode dizer sobre diversas normas para aterramento (NBR 15751 [7], NBR 16254 [8]) . Como o livro lida com esses possíveis conflitos?*

ERJ – Procurei dar ênfase à importância da inspeção periódica dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Apresentei as novidades da IEC 62305 em relação à IEC 61024 [9] (substituída por aquela), mostrei os princípios dos sistemas RSM (esfera rolante) e MSM (modelo eletrogeométrico). Não intentei redigir um manual de como fazer um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, mas informar os parâmetros de projeto que devem ser verificados pelo responsável do empreendimento. Mantendo o caráter dual, também incluí tópicos da API RP 2003 [10] *[do American Petroleum Institute, dos EUA],* cuja edição mais recente é de setembro de 2015, no mesmo capítulo, e informei sobre algumas particularidades da proteção de tanques de armazenamento de inflamáveis, e de silos.

CM – *O anúncio do livro faz referência à "international safety legislation". De que fontes ou documentos estamos falando aqui?*

ERJ – Na abordagem americana, diversas publicações do OSHA CFR (Code of Federal Regulation, da Occupational Safety and Health Administration) estão mencionadas. Cito nossa NR-10 (Norma regulamentadora nº 10, do Ministério do Trabalho e Emprego, sobre serviços em eletricidade) [11] e, no âmbito europeu, as Diretrizes ATEX [12].

CM – *Como o livro aborda a complexa "Classificação de áreas" e a necessidade de um enfoque multidisciplinar?*

ERJ – A ênfase foi em explicar que as conhecidas "figurinhas prontas" mostradas nas *Recomended Practices* (RP) do API não expressam a real extensão de uma atmosfera explosiva, mas sim uma sugestão, uma recomendação, que tem apenas o objetivo de dar uma ideia do que pode ocorrer. No Brasil, a falta de um amadurecimento técnico mais aprofundado fez com que as empresas simplesmente copiassem aquelas figuras como panaceia, isto é, aplicável a todas as

Atmosferas explosivas

instalações, o que comprometeu a segurança. O trabalho que apresentei na conferência do PCIC *[IEEE IAS Petroleum and Chemical Industry Committee]* de San Francisco em 2014 [13] mostrou, através de modelos computacionais, que as distâncias das áreas classificadas podem ir bem além de "3 m", que equivocadamente vem sendo apontada como uma "distância padrão" para áreas classificadas na indústria do petróleo, e até mesmo considerada "conservadora", mas que na verdade distorce o risco que se apresenta nas instalações industriais. O fato de a IEC (que publica normas sobre eletricidade) ter emitido a 79-10 [14] e de o NEC (uma norma de instalações elétricas) ter incluído "figurinhas prontas" de áreas classificadas induziu o engano de que caberia ao engenheiro eletricista fazer classificação de áreas. Nada mais equivocado, uma vez que dispersão de gases e pós não está incluída na formação dos engenheiros eletricistas. Desta forma, não caberia à IEC a emissão da 60079-10-1 e -2 [15], mas à ISO. O trabalho multidisciplinar é recomendado, e apenas os engenheiros eletricistas com a devida especialização podem fazer classificação de áreas.

CM – *Quais os segmentos industriais contemplados na obra, além da clássica indústria do óleo & gás?*

ERJ – O livro busca ser útil nas indústrias de petróleo e gás, petroquímica, biocombustíveis e agronegócio — daí as fotos mostradas na capa. Não limitei o conteúdo às normas IEC de construção de equipamentos Ex (Ex d, Ex p, Ex i, etc.). Incluí normas como a NFPA 660 [16] e também abordei meios de supressão, isolamento e alívio de pressões decorrentes de explosões pelos pós combustíveis.

CM – *Poeiras combustíveis* vs. *pós combustíveis: o clássico livro de Rolf Eckhoff,* "Dust Explosions in the Process Industries", *usa ambos os termos* (dust *e* powder*). Leite em pó em suspensão se torna poeira de leite? Como o livro resolve essas dicotomias?*

ERJ – A tradução adotada na ABNT foi "poeiras", mas a definição da NFPA coloca a poeira como uma subdivisão dos pós, e deste modo entendo como mais adequado falarmos em "pós combustíveis", quando as poeiras estão incluídas. Falar apenas em "poeiras", portanto, exclui os pós, que possuem granulação maior.

CM – *Para proteção contra descargas atmosféricas, as normas IEC 62305 e correlatas prescrevem três métodos: o do ângulo de proteção (Franklin); o da esfera rolante; e o das malhas (Faraday). A esfera rolante é considerada uma ferramenta de aplicação prática do modelo eletrogeométrico (MEG), visto que os fundamentos teóricos de ambos são rigorosamente os mesmos. Note que também a NFPA 780 [17] se refere ao método da esfera rolante como exemplo de aplicação do MEG. Todavia, o livro menciona apenas dois métodos, que na prática são equivalentes (o MEG e a esfera rolante). O autor poderia explicar a razão?*

ERJ – A influência da NBR 5419 levou-me a dar ênfase às referências da IEC, mas a NFPA 780 foi citada no texto, embora não tenha sido contemplada com um subcapítulo. Esta já se caracteriza como a primeira sugestão para a segunda edição.

CM – *Muito obrigado, Estellito, e sucesso para o livro!*

REFERÊNCIAS E NORMAS CITADAS

[1] Arnold & Itkim: *How common are workplace explosions?* Disponível em https://www.arnolditkin.com/blog/work-accidents/how-common-are-workplace-explosions-/

[2] Xu Wang; Juan Du; Zhuo Zhuang; Zheng-Guo Wang; Jian-Xin Jiang & Ce Yang: *Incidence, casualties and risk characteristics of civilian*

explosion blast injury in China: 2000—2017 data from the state Administration of Work Safety. Disponível em https://link.springer.com/article/10.1186/s40779-020-00257-5#:~:text=Incidence%20of%20explosions%20and%20casualties,per%20million%20people%20after%202001.

[3] BS 60079-14:2014 – *Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection*. BSI Group.

[4] IEC 60079-14:2013 – *Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installation design, selection and installation of equipment, including initial inspection*. International Electrotechnical Commission.

[5] ABNT NBR 5419:2015 – *Proteção contra descargas atmosféricas*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [Norma em revisão].

[6] IEC 62305:2024 – *Protection against lightning*. International Electrotechnical Commission.

[7] ABNT NBR 15751:2013 – *Sistemas de aterramento para subestações – Requisitos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

[8] ABNT NBR 16254: Versão Corrigida 2024 – *Materiais para sistemas de aterramento – Requisitos gerais*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

[9] IEC 61024: 1993 – *Protection of structures against lightning (series)*. International Electrotechnical Commission.

[10] API Recommended Practice 2003:2015 – *Protection against ignitions arising out of static, lightning, and stray currents*. American Petroleum Institute.

[11] NR 10 – *Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Ministério do Trabalho e Emprego – Brasil (Última modificação: Portaria SEPRT nº 915, de 30 de julho de 2019).

[12] ATEX Directive 2014/34/EU (Equipment) – *Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres* / ATEX Directive 1999/92/EC (Workplace) – *Minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres*. European Union.

[13] Rangel Jr., Estellito; Luiz, Aurélio M. e Madureira Jr., Hilton L. P.: *Area classification is not a copy and paste process*. In: PCIC 2014, San Francisco. EUA. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/6961903/

[14] IEC 79-10:1972 – *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 10: Classification of hazardous areas*. International Electrotechnical Commission.

[15] IEC 60079-10-1: 2008 – *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres* / IEC 60079-10-2:2009 – *Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas – Explosive dust atmospheres*. International Electrotechnical Commission.

[16] NFPA 660:2024 – *Standard for combustible dusts and particulate solids*. National Fire Protection Association.

[17] NFPA 780:2023 - *Standard for the installation of lightning protection systems*. National Fire Protection Association.

***Serviço: "Explosion Safety for Industries – Prevention and Protection"** – Autor: Estellito Rangel Júnior. 376 páginas, capa dura, 16,2 x 2,77 x 23,99 cm, editora CRC Press, 2025. Capítulos: 1. Explosões de gases e vapores inflamáveis; 2. Explosões de pós combustíveis; 3. Estudos de classificação de áreas; 4. Projetos de instalações em áreas classificadas; 5. Seleção de equipamentos Ex; 6. Centelhamentos perigosos; 7. Aterramento; 8. Riscos da eletricidade estática; 9. Proteção contra raios; 10. Pontos de atenção em sistemas elétricos; 11. Inspeção e manutenção; 12. Práticas para trabalhos seguros.*