

DEFINIÇÃO DE ÁREAS CLASSIFICADAS POR MODELOS DE DISPERSÃO DE GASES

ESTELLITO RANGEL JUNIOR¹

¹ Eng. Eletricista, IEEE, Rio de Janeiro, RJ, estellito@ieee.org

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este artigo aborda a execução dos estudos de classificação de áreas quanto ao risco de formação de atmosferas explosivas, indispensáveis para a execução do projeto das instalações elétricas na indústria do petróleo e outras que processam produtos inflamáveis, e compara as dimensões mostradas nas figuras genéricas apresentadas na literatura americana, com os resultados obtidos pelo uso de um software de modelagem de dispersão de gases inflamáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas classificadas. Dispersão de gases. Limites de explosividade. IEC 60079-10-1. API RP-505.

DEFINITION OF CLASSIFIED AREAS BY GAS DISPERSION MODELS

ABSTRACT: This article discusses the elaboration of the area classification study, which is indispensable for the design development of the electrical installations in the oil & gas industry and other industries with flammable materials, and compares the extents given by the generic figures presented in the American literature, with the results obtained by using a gas dispersion software.

KEYWORDS: Classified locations. Gas dispersion. Explosive limits. IEC 60079-10-1. API RP-505.

INTRODUÇÃO

Define-se como “área classificada” a região que possui a possibilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva. Uma atmosfera explosiva é definida como a mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de vapores ou gases inflamáveis, na qual, após a ignição, permite a propagação da chama de forma autossustentada. Para fins de classificação de áreas, é considerada como uma potencial atmosfera explosiva de gás ou vapor, aquela com possibilidade de ocorrência de concentração da substância inflamável acima de seu Limite Inferior de Explosividade (LIE).

Uma vez que os líquidos e gases inflamáveis correm no interior das tubulações e equipamentos de processo, uma atmosfera explosiva apenas será formada no ambiente quando houver liberação da substância inflamável, o que pode ocorrer em determinadas situações operacionais, como nos casos de vazamentos em tubulações de processo.

Cabe ao estudo de classificação de áreas, a partir da estimativa da taxa de liberação, da ventilação do local e das características físico-químicas do produto inflamável, identificar até que distância de cada provável ponto de liberação, a concentração da mistura inflamável se manterá acima do LIE e assinalá-la nos documentos de projeto, o que permitirá então a correta especificação dos

equipamentos elétricos e eletrônicos a serem instalados naquelas regiões, garantindo a segurança da planta contra explosões.

Como os desenhos de classificação de áreas são consultados também para a elaboração dos procedimentos de segurança na operação e na manutenção da unidade, é imprescindível que eles sejam elaborados com base nos dados específicos de cada planta industrial.

MATERIAL

São conhecidas duas correntes para a classificação de áreas com relação à presença de atmosferas explosivas: a americana, cuja discriminação se dá por “Divisões”, e a da International Electrotechnical Commission (IEC), que se dá por “Zonas”.

A Tabela 1 mostra a correlação entre as definições empregadas nas duas correntes.

Tabela 1. Correlação entre as terminologias IEC e americana

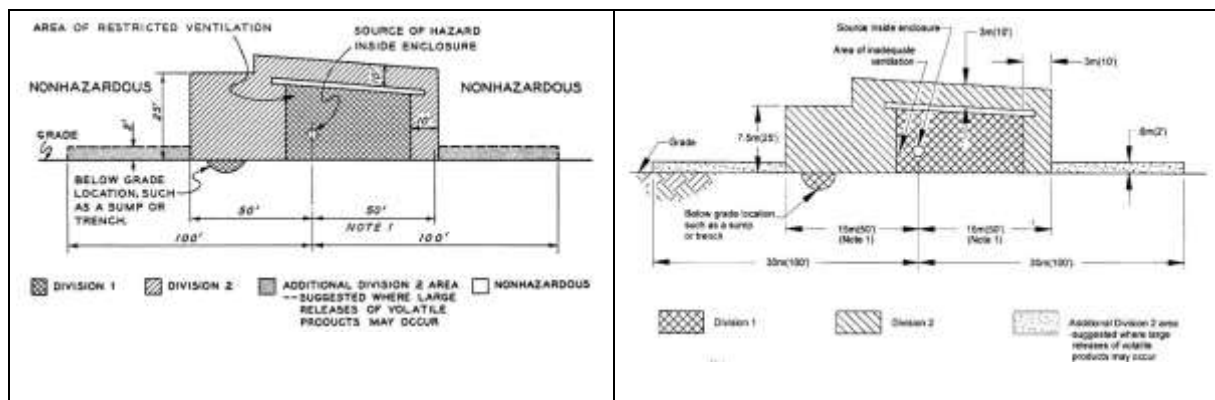
IEC	Americana	Definição
Zona 0	Divisão 1	Local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa está presente continuamente, ou por longos períodos, ou frequentemente
Zona 1		Local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa é provável de ocorrer, ocasionalmente, em operação normal.
Zona 2	Divisão 2	Local no qual uma atmosfera explosiva consistindo em uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa não é provável de ocorrer em operação normal e, se ocorrer, existirá somente por um curto período de tempo.

Abordemos alguns dos documentos para a confecção dos desenhos de classificação de áreas:

API RP-500

Equivocadamente referenciada como “norma”, este documento é uma “Prática Recomendada”, emitida pelo American Petroleum Institute (API). Uma norma estabelece os requisitos mínimos para execução de um serviço ou fabricação de um produto; uma “Prática Recomendada” apenas sugere soluções, sem detalhar as considerações adotadas. (Driscoll et al., 2012). A API RP-500 (2012) tem como objetivo “fornecer orientações para a classificação de regiões Classe I Divisão 1 e Divisão 2 em instalações de petróleo, devendo ser tratada como um guia, e ser aplicada mediante adequada análise de engenharia”. Na Figura 1, exemplos da API RP-500, edições de 1957 e 2012.

Figura 1. À esquerda, figura da API RP-500 (1957); à direita, da edição 2012



Na API RP-500 (2012), encontramos a figura 22 (à esquerda) com extensões idênticas à da edição de 1957. Considerando as diversas modificações nos processos da indústria de petróleo ao

longo daqueles 55 anos, fica claro que tais figuras não são determinações. E, pela Prática Recomendada não conter a identificação das substâncias inflamáveis, nem as características dos respectivos processos e tampouco a ventilação considerada na elaboração das distâncias mostradas nas figuras, elas não podem ser simplesmente reproduzidas para toda e qualquer unidade da indústria de petróleo, conforme ressaltado em seu item 7.1.2.

O API publicou também a RP-505, com estrutura similar à API RP-500, porém utilizando a terminologia de “Zonas” utilizada pela IEC. (Rangel Jr. e Naegeli, 2001). As mesmas notas da API RP-500 alertando quanto à necessária análise de engenharia, e fazendo restrições à simples reprodução de suas figuras, também constam na API RP-505.

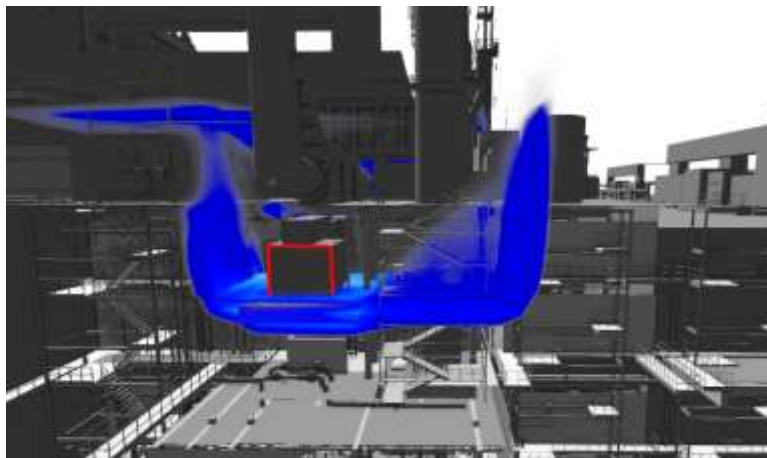
NBR IEC 60079-10-1

Esta norma ABNT foi emitida a partir de tradução integral da norma IEC 60079-10-1 (Rangel Jr., 2002). A edição atual deste documento técnico traz algumas equações para estimativa das extensões das áreas classificadas e alguns exemplos de classificação de áreas em seu Anexo E, com uma ressalva similar à encontrada nas Práticas Recomendadas americanas, que os mesmos não devem ser diretamente aplicados, pois cada empresa possui seus processos específicos. (Jordão, 2010).

MÉTODOS

Uma vez que as Práticas Recomendadas alertam que suas “figuras” não podem ser simplesmente reproduzidas (Rangel Jr., 2010), e enfatizam a necessidade de um estudo caso-a-caso, onde as influências do ambiente e as características dos processos sejam cuidadosamente analisadas, a utilização de ferramentas baseadas em modelos matemáticos, para os estudos de classificação de áreas, é um importante recurso. (Cabral et al., 2008). Na prática, o formato da nuvem de gás inflamável pode se mostrar bem diferente das figuras mostradas nas referências técnicas citadas, como ressaltado em azul na Figura 2. (Rogstadkjernet, 2015)

Figura 2 – Simulação de vazamento de gás combustível em plataforma de petróleo offshore.



As simulações têm como base modelos matemáticos. (Cox et al., 1990)

Para estimar a vazão mássica de gás, pode ser utilizado o modelo gaussiano para a pluma em seu caso mais simples: um jato subsônico emitido por um orifício circular. (Cox et al., 1990)

A Equação 1 descreve o modelo de forma simplificada. (Fontes e Filippo, 2006)

$$\frac{C_x}{C_0} = 5 \frac{d_0}{x} \sqrt{\left(\frac{\rho_A}{\rho_0}\right)}, \quad (1)$$

Onde:

C_x concentração volumétrica a x metros (m^3/m^3)

C_o	concentração volumétrica no orifício (m^3/m^3)
d_o	diâmetro do orifício (m)
x	distância axial (m)
ρ_A	a densidade do ar no local (kg. m^{-3})
ρ_o	a densidade do gás no orifício (kg. m^{-3})

Maior precisão neste modelo é obtida introduzindo-se fatores para refletir as influências da pressão e da densidade do gás inflamável na extensão da área classificada, vide Equação 2.

$$x = \frac{5C_o d_o}{0.2 \times \text{LEL}} \left(\frac{\rho_x}{\rho_o} \right)^{0.5} k_{\rho_o} k_{pr_o} \quad (2)$$

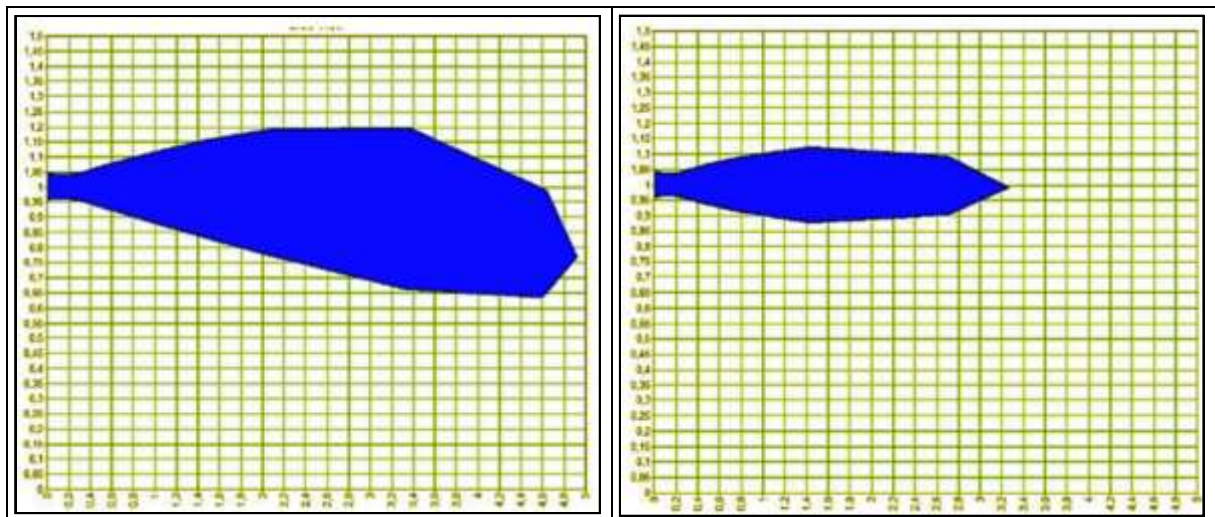
Onde:

LEL	limite inferior de explosividade [%]
C_o	concentração na saída [% vol]
d_o	diâmetro externo [m]
x	distância do ponto de liberação até 20% LEL [m]
ρ_x	densidade do ambiente [kg/m^3]
ρ_o	densidade do gás na saída [kg/m^3]
k_{ρ_o}	fator de ajuste na densidade
k_{pr_o}	fator de ajuste na pressão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra os resultados das simulações de liberação de isopentano a 30 °C e a 120 °C, com os eixos em metros, ressaltando as dimensões diferentes das nuvens formadas, o que não se encontra nas figuras das Práticas Recomendadas do API. (Rangel Jr. et al., 2016)

Figura 3 – À esquerda, liberação de isopentano a 30° C; à direita, liberação a 120 °C.



Desta forma, comprovou-se que as distâncias mostradas nas figuras da API RP-505 não podem ser simplesmente copiadas nos estudos de classificação de áreas, pois definem distâncias fixas que não refletem o comportamento real de uma liberação de gás inflamável em um processo industrial. (Schelegel et al., 2009)

O conhecimento das áreas classificadas permite especificar corretamente os equipamentos elétricos especiais para uso nestes ambientes, e caso sobredimensionadas, acarretam custos maiores, já que exigirão a aquisição desnecessária de equipamentos mais caros. (Tommasini et al., 2013)

CONCLUSÃO

Como o estudo de classificação de áreas contribui decisivamente para a segurança da unidade, seus documentos devem possuir o embasamento adequado, uma vez que serão consultados tanto para a emissão de procedimentos operacionais, quanto para a emissão de permissões de trabalho.

Cabe ressaltar que uma ferramenta computacional não objetiva colocar um conjunto de equações a ser manipulado por pessoas sem o conhecimento necessário, mas, disponibilizar um recurso que permita à equipe multidisciplinar responsável pelo estudo, definir as extensões das áreas classificadas de forma fiel à realidade da planta.

Um estudo de classificação de áreas confiável é fundamental para o gerenciamento do maior risco envolvido nas unidades da indústria de petróleo e gás: o de explosão, capaz de acarretar grandes prejuízos materiais e pessoais.

REFERÊNCIAS

- American Petroleum Institute. RP-500 - Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as Class I, Div 1 and Div 2, 162 p., 2012.
- _____. RP- 505: Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2, 154 p., 2013.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR IEC 60079-10-1: Atmosferas explosivas. Parte 10-1: Classificação de áreas - Atmosferas explosivas de gás. 2 ed., 110 p., 2018.
- Cabral, P. A. M.; Damaso, V. C.; Aguiar, L. Utilization of a CFD-based approach for risk assessment calculations of natural gas releases in ducts. In: III Latin American CFD Meeting applied to Oil & Gas Industry, ESSS, Rio de Janeiro, v. 1, p. 42 - 54, 2008.
- Cox, A.; Lees, F. e Ang, M. Classification of Hazardous Locations, Cap. 12, p. 41-53, IChemE, 1990.
- Driscoll, T.; Cole, M. e Rowe, V. Class I area classification: a practical approach. In: Area Classification Seminar, Calgary, Canadá, 2012.
- Fontes, C. E. e Filippo, M. Utilização de simulação para classificação de áreas. In: V Encontro Petrobras sobre Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas, Rio de Janeiro, 2006.
- Jordão, D. A nova IEC 60079-10-1: 2011 - Os impactos nos futuros trabalhos de classificação de áreas. In: VI Encontro Petrobrás sobre Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas, Rio de Janeiro, 2010.
- NFPA, National Fire Protection Association. RP-497: Recommended practice for the classification of flammable liquids, gases, or vapors and of hazardous (classified) locations for electrical installations in chemical process areas, 77 p., 2017.
- Rangel Jr., E. e Naegeli, G. S. T. Métodos alternativos para classificação de áreas: o uso da API-RP-505. In: VI Encontro de Engenharia Elétrica Petrobras, Rio de Janeiro, v. 1, p. 108 - 119, 2001.
- Rangel Jr., E. Brazil moves from divisions to zones. In: XLIX Petroleum and Chemical Industry Conference, New Orleans, EUA, p. 23 - 29, 2002.
- _____. Classification of hazardous areas: standard, theory and practice. Ex Magazine, v. 42, n. 1, p.15-21, 10 jul. 2010. Stahl, Alemanha. Disponível em: <http://www.internex.eti.br/estellito_area_classification_2010en.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- _____; Luiz, A.; Madureira Fo., H. L. P. Area classification is not a copy-and-paste process: performing reliable hazardous-area-classification studies. IEEE Industry Applications Magazine, v. 22, n. 1, p.28-39, jan. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/mias.2015.2458335>, Acessado em: 20 mar. 2020.
- Rogstadkjernet, L. Area classification and major hazards. In: I Hazardous Areas WA Conference, v. 1, p. 34 - 42, Perth, Austrália, 2015.
- Schlegel, C.; Pfuetzenreiter, A. A. e Costa, J. A. Confiabilidade de estudos de classificação de áreas. In: XIII Brazil Automation, São Paulo. v. 1, p. 56 - 69, 2009.

Tommasini, R.; Pons, E. e Palamara, F. Area classification for explosive atmosphere: comparison between European and North American approaches. In: LX Petroleum and Chemical Industry Conference, Chicago, EUA, v. 1, p. 57 - 63, 2013.