

# A SEGURANÇA CONTRA EXPLOSÕES NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO E GÁS

Estellito Rangel Junior

## RESUMO

Este artigo apresenta os principais tópicos que devem integrar um sistema de gestão de segurança contra explosões aplicado ao segmento petróleo e gás. Tal sistema tem como base a análise de risco dos processos na indústria do petróleo que utilizam substâncias inflamáveis a altas pressões e vazões. Apesar dos elevados requisitos construtivos para as instalações e a adoção de procedimentos de segurança, o alto número de ocorrências de explosões e incêndios chama a atenção não só pelo número de vítimas, como pelos prejuízos materiais e danos ao meio-ambiente.

**Palavras-chave:** Explosão. Plataforma. Refinaria. Segurança. Área classificada. Inspeção.

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar dos elevados requisitos para construção dos equipamentos destinados ao segmento petróleo e gás, o alto número de ocorrências de explosões e incêndios chama a atenção não só pelo número de vítimas, como pelos elevados prejuízos materiais e danos ao meio-ambiente (KLETZ, 1985).

Desta forma, a implantação de um sistema de Gestão de Segurança contra Explosões (GSCE) nas empresas

que processam inflamáveis é fundamental para a sobrevivência do negócio. A implantação da GSCE deve ser feita de forma devidamente documentada, customizada para os processos específicos da unidade industrial e com ampla divulgação para todos os colaboradores.

## 2 A NECESSIDADE

É importante conhecer alguns dos valores das perdas devido a incêndios e explosões na indústria do petróleo. Estes valores envolvem não só os prejuízos materiais pela perda de equipamentos, como também indenizações às vítimas, multas pagas a entidades governamentais, lucros cessantes e recomposição de danos ambientais.

Dados do organismo federal americano *Bureau of Safety and Environment Enforcement* mostram que de 2006 a 2010 houve 640 eventos de incêndios e explosões em plataformas de diversas companhias petrolíferas operando no Golfo do México, resultando em 2 mortos e 12 feridos graves.

A análise de acidentes mostra que não há uma única causa; geralmente são detectadas várias falhas no processo de gerenciamento de segurança, que já haviam causado perdas menores antes do evento crítico ter ocorrido (INTERNATIONAL, 2010). Alguns dos maiores acidentes ocorridos no setor

de petróleo e gás, suas causas e listados no Quadro 1.  
prejuízos inicialmente estimados estão

Quadro 1 - Alguns eventos de incêndios e explosões no setor petróleo e gás.

LOCAL E DATA	EVENTO	PREJUÍZO
05/05/1988 Louisiana, EUA	Uma explosão na New Orleans Refinery Company (Norco), da Shell provocou a evacuação de 4.500 pessoas das vizinhanças e deixou um saldo de 7 mortos e 42 feridos. A investigação apontou falhas no sistema de manutenção e inspeção periódica dos equipamentos.	US\$ 706 milhões
06/07/1988 Mar do Norte, Inglaterra	Uma explosão na plataforma Piper Alpha, operada pela Occidental Petroleum matou 167 tripulantes. Considerado o maior desastre offshore, tanto pelo número de vítimas quanto pelo impacto na indústria. A Occidental Petroleum foi declarada culpada, dentre outras razões, por ter procedimentos de manutenção inadequados.	US\$ 3,4 bilhões
20/03/2001 Bacia de Campos, Brasil	Após três explosões, a plataforma P-36, então considerada a maior do mundo, afundou matando 11 trabalhadores. Por razões de segurança, plataformas de produção possuem tanques emergenciais para armazenamento de fluidos que eventualmente fiquem sob pressão excessiva nas tubulações (EDT). Os EDT geralmente estão localizados no convés inferior, mas na P-36 eles foram instalados no interior de uma coluna de sustentação (perna), para economizar espaço e dinheiro. Uma falha no sistema causou vazamento de gás inflamável que em contato com uma fonte de ignição, explodiu, comprometendo irremediavelmente a flutuabilidade da plataforma.	US\$ 1,5 bilhão
23/03/2005 Texas, EUA	Uma explosão na terceira maior refinaria americana, a Texas City, que processava 433.000 barris de petróleo/dia, pertencente à BP, resultou na morte de 15 pessoas e ferimentos em mais de 100. O relatório identificou falhas nos processos de gestão de riscos, de gestão de pessoal, de manutenção e de inspeção.	US\$ 4,0 bilhões
11/12/2005 Hemel Hempstead, Inglaterra	Explosão no depósito de combustíveis de Buncefield, operado pela Total e Texaco, provocou a destruição de diversos prédios do condomínio industrial da cidade e felizmente não resultou em fatalidades. A cultura pela continuidade operacional acima de tudo, sem prover os recursos ou a prioridade para a segurança, foi apontada como uma das causas da tragédia.	US\$ 1,2 bilhão
20/04/2010 Golfo do México, EUA	A plataforma de exploração em águas profundas Deepwater Horizon, operada pela BP, construída em 2001 e que operava a cerca de 70 km da costa do estado da Louisiana, explodiu e afundou, matando 11 pessoas e causando o maior vazamento de petróleo da história americana. A investigação apontou que a BP e seus parceiros haviam tomado uma série de decisões para redução de custos e que não havia um efetivo sistema de segurança para os poços.	US\$ 2,0 bilhões

Fonte: INTERNATIONAL, 2010.

Os prejuízos mostrados no Quadro 1 foram estimados antes da conclusão dos processos judiciais e na verdade podem ter chegado a cifras bem maiores. Como exemplo, em abril de 2016 foi homologado o acordo entre a *British Petroleum* (BP), o Departamento de Justiça americano e cinco estados do Golfo do México afetados pelo acidente da plataforma *Deepwater Horizon* (Louisiana, Texas, Mississippi, Alabama e Flórida). A BP havia sido condenada em 2014 a pagar US\$ 7,8 bilhões de indenizações e recorreu da sentença. No acordo, o juiz Carl Barbier determinou que a BP pagasse uma multa (*Clean Water Act*) de US\$ 5,5 bilhões, mais US\$ 8,1 bilhões por danos ambientais e US\$ 700 milhões por outros custos. Todas as parcelas, acrescidas de juros, chegarão a US\$ 20 bilhões e serão pagas em até dezesseis anos (CANFIELD, 2016).

Deste modo, a GSCE não deve ser considerada um “modismo”, uma vez que a proteção ao patrimônio é fundamental e as ocorrências de incêndios e explosões nas unidades do setor petróleo e gás impõem pesados prejuízos não só às empresas como também à comunidade vizinha. Ressalte-se que este segmento industrial tem como característica contribuir consideravelmente para a economia da região onde se instala.

### 3 A IMPLANTAÇÃO

A implantação da GSCE deve começar já no projeto de uma nova unidade, ou seja, antes da unidade operar já é

recomendado elaborar as análises de risco de explosão e verificar possíveis aperfeiçoamentos no projeto (NATIONAL, 2014).

Dentro deste contexto, os projetos das instalações elétricas destas indústrias precisam identificar as regiões com presença dos produtos inflamáveis previstos nos processos, de forma a especificar equipamentos elétricos especiais que contribuirão para a segurança da instalação (ASSOCIAÇÃO, 2009a). Portanto, os equipamentos elétricos e eletrônicos destinados às funções de comando, iluminação, controle, monitoração e força e que estejam instalados em locais com possibilidade de formação de uma mistura explosiva, devem ser especificados e instalados de forma correta, pois um equipamento elétrico inadequado poderá ser capaz de causar uma explosão (ASSOCIAÇÃO, 2009b).

A GSCE em instalações que se encontram em operação é reforçada através de treinamento e recomendações de segurança específicas para a planta em questão.

## 4 OS BENEFÍCIOS

A implantação da GSCE promove ganhos para a empresa em diversas dimensões, como por exemplo, nas relacionadas a seguir.

### 4.1 MORAL DOS EMPREGADOS

A GSCE promove o engajamento dos empregados na conscientização

voltada para a segurança da planta e das pessoas, uma vez que demonstra a seriedade da alta direção da empresa para o compromisso com um ambiente de trabalho seguro.

#### 4.2 CONFORMIDADE LEGAL

A conformidade legal vem recebendo uma atenção cada vez maior das empresas, não só porque ela evita eventuais multas aplicadas nas inspeções realizadas pelas autoridades governamentais, como também traz diversos outros benefícios, como: melhoria da imagem da companhia junto aos consumidores e obtenção de menores valores de prêmios, uma vez que as seguradoras estão estabelecendo requisitos mais rigorosos para efetuar seguros de indústrias que processam produtos inflamáveis.

A GSCE está alinhada ao Decreto 4.085, de 15/01/2002 (BRASIL, 2002), a partir do qual o Brasil passou a assumir compromisso internacional para com o tema “Acidentes ampliados”, iniciado em 28 de junho de 2001, quando foi aprovado o texto da Convenção 174 da OIT pelo Decreto Legislativo 246/2001.

Ressalta-se que um dos aspectos que acelerou a ratificação da Convenção 174 no Brasil foram os inúmeros acidentes químicos, onde apenas no estado de São Paulo, foram registrados no período de 1978 a 1985, noventa episódios desta natureza (HYDE, 2005).

Os seguintes órgãos públicos encontram-se envolvidos na

operacionalização do programa brasileiro de prevenção de acidentes ampliados: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Ministério do Trabalho e Emprego, Ministério da Saúde, Fundação Jorge Duprat e Figueiredo (Fundacentro), Fundação Oswaldo Cruz, Ministério da Agricultura, Ministério das Relações Exteriores e Ministério dos Transportes. Além destes órgãos oficiais, representações de empregadores, como a Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), e de trabalhadores, representados pela Central Única dos Trabalhadores (CUT), têm participado das atividades do Fórum de discussão do tema.

Sobre as Normas Regulamentadoras, cabe destacar os dispositivos legais estabelecidos na NR 02 (BRASIL, 1978a), que instituiu a obrigatoriedade da obtenção do Certificado de Aprovação das Instalações (CAI), previamente ao início de operação de qualquer atividade regulamentada, assim como sua revisão em caso de modificações significativas em instalações existentes.

Também é oportuna a inclusão da NR 10, que trata das instalações e serviços em eletricidade (BRASIL, 2004), tendo em vista que significativo número de ocorrências relacionadas a eventos como incêndio e explosões em instalações químicas, tem por causa a liberação de alguma modalidade de energia elétrica (MARSH, 2012).

### 4.3 DOCUMENTAÇÃO ATUALIZADA

O empregador é o responsável por assegurar que todos os riscos no local de trabalho são compreendidos, devendo conduzir o processo de implantação de forma eficaz, treinando os empregados a compreender e aplicar o programa de segurança e os procedimentos associados. Os empregados são responsáveis pelo sucesso da implementação do programa, controles e procedimentos, daí a necessidade do envolvimento dedicado dos mesmos.

A GSCE deve garantir que os procedimentos forneçam orientações claras e requisitos documentados, baseados nas políticas e práticas da empresa (RANGEL JÚNIOR, 2007a). Dentre os dados que deverão estar documentados, temos:

#### 4.3.1 AS CARACTERÍSTICAS DE EXPLOSIVIDADE DAS SUBSTÂNCIAS

Deverão ser conhecidas a localização e a quantidade de substâncias passíveis de conduzir a uma explosão na instalação, bem como as características de explosividade das mesmas. Dentre os parâmetros relevantes estão: inflamabilidade, limites de explosividade, ponto de fulgor, pressão de vapor, densidade, energia mínima de ignição e a temperatura de autoignição.

#### 4.3.2 A METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCOS DE EXPLOSÃO

Devem ser documentadas a metodologia de análise de riscos de

explosão, a relação das ações de mitigação de riscos de explosão e sua priorização na implantação. Dentro dos procedimentos para apuração de eventuais acidentes, deve ser estabelecido que a investigação levante também a existência de incidentes porventura não notificados, pois eles podem colaborar grandemente na pesquisa das causas do evento maior, visando o estabelecimento de garantias contra sua repetição (COMAH, 2011).

#### 4.3.3 O PROGRAMA DE TREINAMENTO DOS COLABORADORES

Deve ser elaborado o programa de treinamento dos funcionários contemplando os requisitos técnicos e legais para a operação segura da instalação, detalhando-se o cronograma e a carga horária (FUNDACENTRO, 2002).

#### 4.3.4 O GERENCIAMENTO DAS MUDANÇAS

O objetivo deste gerenciamento é analisar antecipadamente os impactos de futuras modificações na instalação, visando identificar possíveis riscos de explosão e se necessário, estabelecer medidas preventivas e mitigadoras (BP, 2010).

#### 4.3.5 A SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Uma parcela considerável de trabalhadores no segmento petróleo e gás é terceirizada, com significativo *turnover*. Isto traz à tona a necessidade de um sistema de sinalização que alerte para os riscos de explosão.

Atendendo à diretriz legal de alertar os funcionários para os riscos existentes no local de trabalho (BRASIL, 1978b), bem como às exigências instituídas pela NR 10, a GSCE deve implantar uma campanha de sinalização das áreas sujeitas a atmosferas potencialmente explosivas.

Um exemplo de sinalização para áreas classificadas padronizada na Petrobras (PETROBRAS, 2012) e que tem sido adotado por várias empresas brasileiras é mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Placa de sinalização de área classificada.



Fonte: PETROBRAS, 2012.

Esta placa está harmonizada com as recomendações de sinalização de segurança da *International Organization for Standardization* (ISO), tendo o mesmo símbolo de áreas classificadas adotado na Europa (triângulo de fundo amarelo com os dizeres “Ex”), sem textos, o que permite pronta identificação inclusive por trabalhadores estrangeiros, e conta com informações adicionais importantes, como o tipo de zona, o grupo de gás e a classe de temperatura dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados com segurança no local. Também é informada a numeração padronizada

conforme a N-1710 (PETROBRAS, 2010) do desenho de classificação de área daquela região, o que permite pronta consulta quanto aos equipamentos elétricos e eletrônicos adequados para evitarmos explosões.

Deve ser ressaltado que a placa não substitui o treinamento necessário para os trabalhadores designados a executar serviços em áreas classificadas. Da mesma forma que a sinalização de trânsito deve ser conhecida previamente pelos motoristas, a sinalização Ex e os requisitos para trabalhos em áreas classificadas devem ser apresentados antes que se dirijam à área, conforme exigido pelo item 10.8.8.4 da NR 10.

## 5 A ESTRUTURA DO SISTEMA

O propósito e o alcance da GSCE devem ser amplamente divulgados. Deverão estar descritas as responsabilidades dos supervisores, funcionários, contratados e visitantes, e um destaque especial deve ser dado à questão da capacitação dos colaboradores, o que pode incluir uma avaliação periódica quanto ao entendimento e o cumprimento efetivo dos procedimentos para cada tarefa (JONES, 2006).

Dentre as ferramentas que poderão ser adotadas para monitorar o bom funcionamento do GSCE, temos a auditoria. Um programa de auditorias periódicas deve acompanhar a aderência às diretrizes adotadas pela empresa (RANGEL JÚNIOR, 2003b). A periodicidade dependerá do tamanho e complexidade da estrutura de cada

empresa. Em muitos casos, uma auditoria interna anual e auditorias externas a cada três anos, fornece bons resultados.

## 6 OS GANHOS

### 6.1 ÁREA FINANCEIRA

Prevenir os riscos de explosão envolve ações que resultam em um local de trabalho mais seguro e promovem a minimização dos custos de seguros, de reparação e substituição de equipamentos, bem como os de perda de produção. Resultados divulgados por empresas americanas (AEIKER; CROW; JAMIL, 2008) apontam que os dólares gastos na implantação de uma eficaz GSCE podem chegar a até 400% de retorno sobre o investimento.

### 6.2 ÁREA DE MANUTENÇÃO

Nas empresas com processos que utilizam combustíveis e/ou inflamáveis temos áreas classificadas onde os equipamentos elétricos e eletrônicos devem ser especiais. Desta forma, apenas podem integrar o corpo de compradores e especificadores, profissionais capacitados para garantir que apenas equipamentos técnica e legalmente adequados (conhecidos como equipamentos “Ex”) sejam adquiridos.

A compra correta é o primeiro passo, mas as etapas subsequentes de instalação e manutenção, se não executadas por profissionais devidamente treinados, conforme exigência legal da NR 10 em seu item 10.8.8.4, pode vir a colocar a

segurança da unidade em risco de explosão (RANGEL JÚNIOR, 2007d). A falta de manutenção pode ensejar riscos de explosão que ameacem não só o patrimônio, como a sobrevivência da empresa.

É necessário que o equipamento seja instalado corretamente e que a manutenção preventiva seja executada periodicamente de forma a garantir que ele preservará as condições originais de segurança ao longo da vida útil.

Todo este cuidado é imprescindível, uma vez que o equipamento elétrico inadequado será uma fonte de risco que poderá promover a ignição de atmosferas explosivas que venham a se formar, resultando em uma explosão de consequências desastrosas para a planta e para a comunidade vizinha.

Cabe ressaltar que a NR 10 em seu item 10.2.2 - Proteção contra risco de incêndio e explosão - alerta que “todas as partes das instalações elétricas devem ser projetadas, executadas e conservadas de acordo com as prescrições do subitem 10.1.2, para prevenir os riscos de incêndio e explosão”. Além disto, conforme previsto na norma brasileira NBR IEC 60079-17 (ASSOCIAÇÃO, 2009c), todos os equipamentos elétricos e eletrônicos destinados a operar em atmosferas potencialmente explosivas deverão estar contemplados em um Plano de Inspeção que institua:

- uma inspeção inicial detalhada antes da planta entrar em operação, onde a montagem

- seja verificada frente às recomendações do fabricante;
- inspeções periódicas que emitam registros e acionem manutenções corretivas quando necessário.

O reparo em equipamentos elétricos ou eletrônicos “Ex” (os adequados para uso seguro em áreas classificadas), apenas pode ser realizado por executantes devidamente treinados, e em certos casos, apenas no representante autorizado do fabricante. Quando peças defeituosas tiverem que ser substituídas, a reposição com peças originais é prioritária. Cada manutenção preventiva ou corretiva realizada em equipamento “Ex” deve ser registrada na respectiva ficha individual onde constam seus dados (modelo, fabricante, número de série, data de compra, data de instalação, etc.) (RANGEL JÚNIOR, 2003c). Este controle além de possibilitar a avaliação do desempenho do equipamento, permitirá uma rápida identificação dos mesmos em caso de eventual *recall* pelo fabricante.

## 7 CONCLUSÃO

Para prevenir explosões no setor de petróleo e gás é indispensável integrar as recomendações técnicas e procedimentos operacionais em um sistema de segurança corporativo, onde as diversas disciplinas fiquem com suas interdependências devidamente caracterizadas e os funcionários sejam devidamente conscientizados sobre os riscos inerentes à unidade industrial.

Os riscos de explosões no segmento de petróleo e gás devido às instalações elétricas podem ser minimizados com o devido investimento na manutenção da instalação, incluindo o treinamento de profissionais, conforme previsto na NR 10, porém as ações não se limitam a este tópico.

A GSCE promove um planejamento global estruturado que contempla: as características das substâncias processadas; as regiões com risco de formação de atmosferas explosivas; a seleção adequada dos equipamentos elétricos; a implantação de um plano eficaz de manutenção e inspeção; a elaboração dos procedimentos onde a segurança tenha prioridade sobre a produção; a execução de auditorias; a formação de profissionais conscientes e motivados; a elaboração de planos para emergências e o controle das mudanças nos processos.

A prevenção de explosões pode ser tratada como um subsistema do processo de Gestão de Segurança corporativo da empresa, o qual engloba todos os tópicos de prevenção de acidentes, como serviços de eletricidade, trabalhos em altura e trabalhos em espaços confinados.

Para o monitoramento, deve ser estruturado um programa de auditorias periódicas, em cuja execução pode ser prevista a participação de uma empresa externa, com profissionais especializados em prevenção de explosões.

O resultado é a continuidade operacional com segurança para a



planta, colaboradores e vizinhança, garantindo a permanência da empresa de forma rentável neste segmento altamente competitivo.

## ABSTRACT

This article presents the main topics of an explosion safety management system for the oil and gas industry. It is based on risk analysis of the plant processes that use flammable substances at high pressures and flow rates. Despite the high construction requirements for erection of installations as well as adoption of safety procedures in the oil and gas industry, the high number of occurrences of explosions and fires draws attention not only by the number of victims, but also for the property losses and damages to the environment.

**Keywords:** Explosion. Platform. Refinery. Safety. Hazardous locations. Inspection.

## 8 REFERÊNCIAS

AEIKER, John; CROW, Daryld; JAMIL, Shahid. The importance and process of auditing an electrical safety program. In: PETROLEUM AND CHEMICAL INDUSTRY COMMITTEE, 56., 2008, Cincinnatti. *Anais...* Cincinnatti, 2008. CD-ROM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60079-10-1:** atmosferas explosivas: parte 10-1: classificação de áreas - atmosferas

explosivas de gás. Rio de Janeiro, 2009a.

\_\_\_\_\_. **NBR IEC 60079-14:** atmosferas explosivas: parte 14: projeto, seleção e montagem de instalações elétricas. Rio de Janeiro, 2009b.

\_\_\_\_\_. **NBR IEC 60079-17:** Atmosferas explosivas: parte 17: inspeção e manutenção de instalações elétricas. Rio de Janeiro, 2009c.

BP EXPLORATION & PRODUCTION INC. **Deepwater horizon:** accident investigation report. London: BP, 2010. 192 p. Disponível em: <[http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/sustainability/issue-reports/Deepwater\\_Horizon\\_Accident\\_Investigation\\_Report.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/sustainability/issue-reports/Deepwater_Horizon_Accident_Investigation_Report.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2014.

BRASIL. Decreto nº 4085, de 15 de janeiro de 2002. Promulga a convenção nº 174 da OIT e a recomendação nº 181 sobre a prevenção de acidentes industriais maiores. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jan. 2002. Seção 1, p. 2-4. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2002/decreto-4085-15-janeiro-2002-434349-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 14 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma regulamentadora 2: inspeção prévia. Portaria nº 3.214, 08 de junho de 1978. Aprova as normas reguladoras - NR - do capítulo V, título II, da consolidação das leis do trabalho relativas à segurança e medicina do

trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 jul. 1978.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma regulamentadora 26: sinalização de segurança. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras - NR - do capítulo V, título II, da consolidação das leis do trabalho, relativas a segurança e medicina do trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 jul. 1978.

\_\_\_\_\_. Norma regulamentadora 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade. Portaria nº 598 de 7 de dezembro de 2004. Altera a norma regulamentadora nº 10, que trata de instalações e serviços em eletricidade, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 dez. 2004. Seção 1.

CANFIELD, Sabrina. Judge OKs \$20 billion BP oil spill settlement. **Courthouse News Service**. Pasadena, CA, p. 20. 4 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.courthousenews.com/2016/04/04/judge-oks-20-billion-bp-oil-spill-settlement.htm>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

COMAH. **Buncefield: why did it happen?** London: Health and Safety Executive, 2011. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/comah/buncefield/buncefield-report.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2014.

FUNDACENTRO. **Prevenção de acidentes industriais maiores: contribuição da OIT para o Programa Internacional de Segurança Química da PNUMA, OIT e OMS (IPCS)**. São Paulo,

2002. Tradução de: Prevention of major industrial accidents: an ILO code of practice. Disponível em: <[http://www.oit.org.br/sites/default/files/topic/safework/pub/prevencao\\_de\\_acidentes\\_industriais\\_maiores\\_367.pdf](http://www.oit.org.br/sites/default/files/topic/safework/pub/prevencao_de_acidentes_industriais_maiores_367.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2014.

HYDE, Elisabete Poiani Delboni; FERREIRA, Emerson Gomes; GLASMEYER, Sergio Paulo. **Acidentes químicos ampliados: uma proposta para implementação de mecanismos de controles a partir de requisitos legais**. 2005. 14 f. Dissertação (Mestrado em Sistema Integrado de Gestão)- Faculdade SENAC de Educação Ambiental, São Paulo, 2005.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL & GAS PRODUCERS. **Risk assessment data directory: Report No. 434 - 17: March 2010**. London: OGP, 2010.

JONES, Ray A.; JONES, Jane G. **Implementing the electrical safety program**. Sudbury: Jones & Bartlett Learning, 2006.

KLETZ, Trevor. **What went wrong: case histories of process plant disasters**. Burlingto: Gulf, 1985.

MARSH. **The 100 largest losses: 1972-2001: large property damage losses in the hydrocarbon chemical industries**. 22. ed. London, 2012. Disponível em: <[https://usa.marsh.com/Portals/9/Documents/100\\_Largest\\_Losses2011.pdf](https://usa.marsh.com/Portals/9/Documents/100_Largest_Losses2011.pdf)>. Acesso em: 03 jan. 2015.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 69: Standard on explosion prevention systems**. 2014 ed. Quincy, MA: NFPA, 2014.

PETROBRAS. **N-1710**: codificação de documentos técnicos de engenharia. Rio de Janeiro: Contec, 2010. 278 p. Disponível em: <<http://nortec.engenharia.petrobras.com.br/frame.asp?cod=N-1710>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

\_\_\_\_\_. **Sinalização**: áreas industriais no Brasil. Rio de Janeiro, jun. 2012. p. 48. Disponível em: <[http://cv.universidade.petrobras.com.br/\\_arquivos/9372.pdf](http://cv.universidade.petrobras.com.br/_arquivos/9372.pdf)> Acesso em: 20 maio 2014.

RANGEL JÚNIOR., Estellito. Gestão de segurança em áreas classificadas. **Rev. Petro & Química**, São Paulo, v. 295, p. 110-112, maio 2007a.

\_\_\_\_\_. Inspeção planejada: minimizando os riscos de explosão nas indústrias e sua aplicação para a otimização dos investimentos e dos seguros. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PREVENÇÃO DE EXPLOSÕES, 2., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Project-Explo, 2003b.

\_\_\_\_\_. Instalações elétricas em atmosferas explosivas - Inspeção e manutenção são fundamentais para a segurança. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA SEGURANÇA DO TRABALHO, 1., Guararema, SP, IEEE, 2003c. **Anais...** 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Riscos devidos a práticas inadequadas de manutenção em áreas classificadas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA SEGURANÇA DO TRABALHO, 3., 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IEEE, 2007d. 1 CD-ROM.

\_\_\_\_\_. Instalações elétricas em atmosferas explosivas - Inspeção e manutenção são fundamentais para a segurança. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA SEGURANÇA DO TRABALHO, 1., Guararema, SP, IEEE, 2003e. **Anais...** CD-ROM.

## **Estellito Rangel Junior**

Graduação (1978) em Engenharia Elétrica pela AEVA. Petrobras. E&P-CORP/SMSCL/SEG - Rio de Janeiro, RJ - E-mail: [estellito@petrobras.com.br](mailto:estellito@petrobras.com.br)

Como referenciar este artigo:

**RANGEL JUNIOR, Estellito. A segurança contra explosões na indústria do petróleo e gás. Revista Técnica da Universidade Petrobras, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 41-52, jul. 2016. ISSN: 2359-134X.**