# ATMOSFERA EXPLOSIVA
## PARTE 1

Por Estellito Rangel Jr.

NOTA:
Este Artigo Técnico foi o vencedor do III Prêmio Abracopel.

# OS PÓS: LOBO EM PELE DE CORDEIRO

*Não obstante os riscos à saúde do trabalhador, os ambientes industriais que envolvem o processamento, a armazenagem e o transporte de pós e granulados também apresentam riscos de explosão, com magnitude suficiente para causar a destruição total da instalação e, pior, ceifando vidas.*

*Confira a primeira parte deste artigo, o qual relata algumas ocorrências de explosões, explica como uma atmosfera explosiva pode ser constituída a partir de pós e como esses ambientes podem ganhar grandes proporções e culminarem em incêndios e explosões. A segunda e última parte deste artigo - a ser publicada na próxima edição - trará um panorama das normas brasileiras em elaboração e sugestões de medidas preventivas.*

## Os riscos à saúde

Nas áreas de recebimento, limpeza, secagem e armazenagem de grãos, como moegas, transportadores, máquinas de limpeza e silos, geralmente cobertas por poeiras, é necessário tomar cuidado quanto aos riscos químicos que elas podem provocar.

Os pós em suspensão no ambiente, dependendo de suas características físico-químicas, possuem potencial para causar diversos danos à saúde dos trabalhadores. Pela inalação e posterior deposição nos pulmões, podem desenvolver diversas doenças e até mesmo infecções.

A absorção dos pós pela pele pode desencadear alergias, ulcerações, dermatoses e outras doenças ocupacionais. A ingestão de pós pela água potável ou juntamente com os alimentos nas refeições pode levar a

complicações no aparelho digestivo.

Nos espaços confinados existentes nessas unidades industriais – poços de elevadores, túneis subterrâneos de silos e armazéns –, existe o risco de asfixia por gases provenientes de decomposição dos grãos, especialmente nos espaços que não apresentam boa ou nenhuma ventilação. Também há riscos ergonômicos, principalmente quando se trata de armazenagem de grãos ensacados, sendo os volumes transportados manualmente. O transporte manual de cargas implica riscos de agressões à coluna, como lombalgias, torções da coluna lombar, produção de hérnia de disco, dores e fadiga. Conforme a Lei nº 6.514, Art. 198: "É de 60 kg (sessenta quilogramas) o peso máximo que um empregado pode remover individualmente, ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho do menor e da mulher".

Outro risco existente em empresas armazenadoras, que tem causado acidentes fatais, é o soterramento de pessoas nas operações de limpeza das moegas, armazéns graneleiros ou silos, quando, por algum motivo, entra nestes locais apenas um funcionário para efetuar a manutenção necessária. Não é demais ressaltar que, no mínimo, dois funcionários devem participar da atividade, utilizando os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) obrigatórios para a operação – cinto de segurança tipo pára-quedista e preso a um trava-quedas ou corda, além de capacete, máscara e calçados de segurança. Os acidentes ocorrem quando há movimentação do produto, soterrando rapidamente o funcionário e matando-o por asfixia.

## Os riscos de explosão

Nos últimos anos, passamos a notar que notícias sobre incêndios e explosões em instalações que processam grãos têm sido veiculadas com certa freqüência na mídia brasileira. Catástrofes envolvendo prejuízos de milhões de dólares e com vítimas fatais já não são mais exclusividade dos Estados Unidos, França ou Espanha. Dentre as ocorrências no Brasil, podemos resumidamente citar:

Em janeiro de 1992, a explosão da célula C-2 do silo vertical do Porto de Paranaguá, Curitiba (PR) causou o falecimento de dois trabalhadores além de cinco ficarem feridos. A provável causa apontada para a explosão teria sido a combustão da poeira de cevada armazenada no local, durante uma operação de limpeza que acontecia no décimo andar do silo (que tinha 13 andares e 55 metros de altura).

Em junho de 1993, a explosão de um túnel de expedição de grãos da Cooperativa Agrícola Vale do Piqueri (Coopervale), em Assis Chateaubriand (PR), foi tão forte que deslocou o túnel seis metros acima do subsolo, lançando-o a mais de um metro no ar, formando uma cratera de mais de 40 metros de diâmetro. Quatro homens, que trabalhavam no escritório da balança do setor de expedição, morreram e seis ficaram feridos. Segundo moradores da cidade, o estrondo foi ouvido a quilômetros de distância e estilhaços de metal foram lançados a mais de mil metros. Os silos ficaram praticamente destruídos e os elevadores foram todos desmontados. Uma causa aventada foi a poeira em suspensão do milho transportado pelo túnel, que, em contato com uma faísca elétrica, teria provocado uma explosão em cadeia.

Em novembro de 2001, uma explosão no depósito da empresa multinacional Coinbra, responsável pelo armazenamento de grãos do Corredor de Exportação do Porto de Paranaguá (PR), deixou 18 pessoas feridas. Os técnicos do porto afirmaram, na época, que o desastre

poderia ter sido causado por limpeza deficiente das esteiras que transportavam os grãos das cinco mil toneladas de milho estocadas no local. A explosão teve tal magnitude que pedaços de telhas de zinco foram arremessados até mil metros de distância e estruturas de cimento com mais de 300 quilos também foram encontradas longe. Além do prejuízo com a perda do depósito, houve consideráveis danos causados aos caminhões que estavam na rua aguardando para descarregar, bem como a paralisação das esteiras que abasteciam os nove armazéns graneleiros, o que suspendeu as operações do Corredor de Exportações. Caso a explosão não tivesse ocorrido na hora do almoço, um número maior de vítimas teria sido registrado.

Em dezembro de 2003, um incêndio destruiu três secadores de soja, com 40 toneladas cada, da Bunge Alimentos em Rio Grande (RS).

Para ilustrar o poder de destruição de uma explosão desse tipo, vejamos a seguir, na Figura 1, o resultado da explosão ocorrida em agosto de 1997 no terminal graneleiro da Semabla em Blaye, França. O complexo era formado por 44 cilindros de concreto, cada um com 6 m de diâmetro e 36 m de altura, dispostos em três fileiras, com capacidade de armazenamento de 37.000 toneladas de milho, cevada e trigo. O evento causou 11 mortes, sendo encontradas soterradas em seus postos de trabalho seis vítimas, visto que não houve tempo de se promover uma evacuação

**Figura 1: Imagem após explosão nos silos. Blaye – França 1997.**

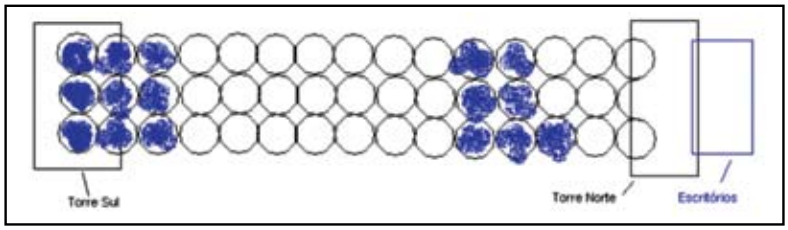


**DIAGRAMA 1: Vista superior do terminal graneleiro de Blaye antes e o que sobrou depois da explosão (partes em azul).**

no local. Também foi registrado que pedaços de concreto de tamanho considerável foram encontrados a 100 m de distância. Logo a seguir, no Diagrama 1, pode-se ter uma idéia do que era o terminal antes da explosão e, assinalado em azul, podemos verificar o que restou da destruição causada pela explosão.

## A formação da atmosfera explosiva

Para que aconteça uma explosão com pós, é necessário estarem presentes ao mesmo tempo uma fonte de ignição e uma atmosfera explosiva. Podemos dizer, resumidamente, que uma atmosfera explosiva de pós é formada a partir de uma determinada concentração de partículas em suspensão.

A ocorrência de atmosferas explosivas é mais facilmente compreendida pelas pessoas quando citamos exemplos de instalações da indústria química e petroquímica, em que os produtos são inflamáveis e permitem rápida associação com eventos de incêndios e explosões. Uma dificuldade muito maior é encontrada ao se tentar explicar para um leigo que, por exemplo, um punhado de leite em pó pode formar uma atmosfera explosiva e que, sob determinadas condições, pode resultar em uma explosão.

A maioria dos grãos é suscetível de desenvolver um processo rápido de combustão quando o tamanho das partículas for suficientemente pequeno e houver uma fonte de ignição presente. Sob confinamento, tal combustão adquirirá condições para originar uma explosão, produzindo gases quentes que, por sua vez, geram um rápido aumento de pressão no recinto.

Cabe ressaltar que a formação de atmosfera explosiva pelos pós combustíveis é completamente diferente dos gases inflamáveis. Enquanto os gases inflamáveis ao serem liberados para a atmosfera difundem-se facilmente, buscando formar uma mistura homogênea, as partículas de pós tendem a assentar-se, resultando em acumulações na forma de montes ou camadas. As partículas podem permanecer em suspensão por alguns momentos, dependendo de sua massa e do diâmetro das partículas e, dessa forma, "viajar" diversos metros, desde o ponto que são liberadas até outros locais da planta em que finalmente se assentarão. Elas também podem vazar do interior de equipamentos e migrar para o interior de outros componentes da instalação, como de um funil para uma caixa terminal de eletricidade.

Os pós acumulam-se no piso, nas tubulações, nas superfícies de equipamentos, nas bandejas de cabos, nos eixos dos motores elétricos, etc. Um exemplo de acúmulo de pó que ocorre em tais instalações é ilustrado na Figura 2 a seguir:

**Figura 2: Acúmulo de pó em motor elétrico.**

## Incêndios e explosões

As partículas de pó, quando em contato com fontes de ignição, podem apresentar condições tanto para iniciar incêndios (quando acumuladas em camadas) quanto para iniciar explosões (quando postas em suspensão, acidentalmente, ou mesmo por meio de uma operação "normal", como operações de limpeza por varrição).

Se uma nuvem de poeira potencialmente explosiva entrar em contato com uma fonte de ignição suficientemente poderosa (alguns milijoules são suficientes), uma ignição inicial será produzida. Esta é chamada de explosão primária, que geralmente desenvolve-se com velocidade subsônica (deflagração), que dá lugar a um considerável volume de gases quentes e que desenvolverão uma onda de pressão. Com isso, a poeira depositada nas proximidades entra também em suspensão, dando origem a uma nova nuvem de poeira à frente da chama, que agora passa a ser a fonte de ignição desta nova nuvem (mistura inflamável) e o processo repete-se, produzindo uma seqüência de várias explosões secundárias, liberando energia de forma crescente, que poderão ter como conseqüência a devastação da planta inteira.

Uma das fontes de ignição mais comumente encontradas nas instalações em atmosferas explosivas é a centelha, geralmente produzida por equipamentos elétricos (motores, dispositivos de comando e luminárias) inadequados, ou mesmo instalados de forma incorreta diante das normas técnicas aplicáveis.

A Tabela 1 indica uma estatística sobre 129 eventos de explosões em instalações agrícolas americanas entre 1988 e 1997, em que 70% das causas puderam ser identificadas.

**Tabela 1. Prováveis causas de ignição em explosões nas instalações agrícolas (USA, 1988-1997)**

| CAUSAS DE IGNIÇÃO | % IDENTIFICADO |
|---|---|
| Incêndios | 16 |
| Falhas em rolamentos | 15 |
| Centelhas | 10 |
| Solda e corte | 9 |
| Superfícies metálicas quentes | 8 |
| Falha elétrica | 3 |
| Materiais estranhos | 3 |

**Continua na próxima edição**

**Estellito Rangel Junior é engenheiro eletricista, especialista em projetos industriais em áreas classificadas, representante da ABNT no Technical Committee 31 da IEC (Explosive Atmospheres), membro do CB-09 – Comitê Brasileiro de Gases Combustíveis e coordenador da Comissão de Estudo CE:03-31.06 do CB-03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade.**

# ATMOSFERA EXPLOSIVA
## PARTE 2

Por Estellito Rangel Jr.

# OS PÓS: LOBO EM PELE DE CORDEIRO
## (2ª parte)

Os pós em suspensão no ambiente, dependendo de suas características físico-químicas, possuem potencial para causar diversos danos à saúde dos trabalhadores e apresentam riscos de explosão com magnitude suficiente para causar a destruição total da instalação e, pior, ceifar vidas.

A primeira parte deste artigo, publicada na edição anterior, ressaltou o perigo dos pós em atmosferas explosivas e os riscos que eles podem trazer à saúde, discorreu sobre a formação da atmosfera explosiva a partir de pós e como isso pode culminar em incêndios e explosões.

Confira, a seguir, a segunda – e última parte – deste artigo, que traz fatores que contribuem para a criação de uma atmosfera explosiva, propriedades de alguns pós, normas brasileiras que regulamentam as instalações elétricas e o trabalho em áreas classificadas e conclusões do autor.

### Fatores que influenciam o processo

Para que se produza uma explosão de pós, devem concorrer simultaneamente as seguintes condições:

- Pó combustível em suspensão, com baixo teor de umidade;
- Concentração da nuvem acima do limite inferior de explosividade (LIE);
- Partículas de tamanho conveniente;
- Ar (oxigênio) presente;
- Fonte de ignição com energia suficiente.

Com relação à fonte de ignição, pode-se afirmar que é mais difícil iniciar-se uma explosão de pó que uma inflamação de gases ou líquidos inflamáveis porque a energia necessária para ignição dos pós é 1.000 vezes superior (da ordem de mJ) à energia dos gases inflamáveis (da ordem de μJ).

A Tabela 2 fornece propriedades interessantes de alguns pós, sendo importante ressaltar que, diferentemente dos gases, que são prontamente identificados por sua fórmula molecular, não podemos assumir, por exemplo, que a fécula de milho de um determinado fornecedor brasileiro tenha o mesmo LIE indicado na tabela a seguir retirada de literatura estrangeira, pois diversas características, como o teor de umidade e o diâmetro das partículas, afetam este valor. A determinação do LIE é válida apenas para o lote da respectiva amostra ensaiada. Os valores da Tabela 2 são, portanto, meramente ilustrativos e não devem ser usados onde a precisão seja necessária, como em estudos de engenharia para uma instalação particular.

**Tabela 2: Propriedades de alguns pós**

| Substância | Pressão máxima da explosão [kPa] | Temperatura de ignição [°C] | | Energia para ignição da nuvem [Joule] | LIE – Limite inferior de explosividade [g/m3] | % de oxigênio para evitar ignição |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nuvem | Camada | | | |
| Celulose A | 806,7 | 410 | 300 | 0,040 | 450 | -- |
| Fécula comestível de trigo | 689,5 | 430 | -- | 0,025 | 450 | C13 |
| Fécula de milho | 730,8 | 400 | -- | 0,040 | 450 | -- |
| Serragem | 779,1 | 470 | 260 | 0,040 | 350 | -- |
| Licopódio | 517,1 | 480 | 310 | 0,040 | 250 | C13 |

**Nota: C13 = diluição até um percentual de oxigênio de 13% com anidro carbônico como gás diluente**

A Tabela 3 fornece os efeitos observados em alguns materiais empregados na construção civil quando submetidos a um determinado valor de pico de pressão incidente. Pode ser verificado que os valores de pressão desenvolvidos na explosão dos pós, indicados na Tabela 2, são bem superiores.

**TABELA 3: Resistência de alguns materiai**

| Pressão de pico [kPa] | Efeito |
|---|---|
| 0,7 | Quebra de vidros. |
| 10 | Ruptura de elementos divisórios simples, como compensado de madeira, alumínio e chapas galvanizadas. |
| 18 | Ruptura de paredes de blocos ocos de concreto, de 20 cm a 30 cm de espessura. |
| 50 | Ruptura de paredes de tijolos, de 20 cm a 30 cm de espessura. |
| 70 | Ruptura total da maior parte dos materiais utilizados em construção civil. |

## As lições aprendidas

Das ocorrências mencionadas no início deste artigo, é interessante comentarmos os resultados das investigações nos acidentes de Blaye e de Assis Chateaubriand. De Blaye, o relatório final sugeriu uma série de medidas a serem implantadas em outros silos em operação. A pesquisa das causas convergiu para duas hipóteses:

- Defeito no ventilador do sistema centralizado de coleta de pó, localizado na Torre Norte e que recolhia o pó de diversos locais;
- Auto-ignição devido ao sobreaquecimento no compartimento de pó coletado, associado a uma temperatura ambiente elevada.

Dentre as medidas preventivas então sugeridas, destacamos:

- Verificar a possibilidade de substituição do inseticida injetado por produto que não contenha solventes inflamáveis em sua formulação;
- Adotar um sistema de medição interna de temperatura que faça a compensação para variações da temperatura ambiente e promova a monitoração

em diversos pontos do silo;
- Adotar a distância de 1,5 vezes a altura do silo como mínima para edificação de escritórios ou oficinas;
- Prever um local em área aberta para armazenar o pó coletado. Em Blaye, o local de armazenagem ficava na Torre Norte e eles esperavam de três a cinco semanas para esvaziá-lo diretamente no rio.

No evento de Assis Chateaubriand, a perícia efetuada pelo Instituto de Criminalística, que consta no laudo n. 8513, apontou que:
- O centro de origem das explosões foi determinado como sendo no final do túnel, com os elevadores de cereais do setor de expedição, mais precisamente onde se encontravam instalados os motores de acionamento das correias de transporte do cereal;
- Nada de objetivo foi encontrado com relação à origem da centelha que desencadeou a série de explosões, motivo pela qual a ignição ficou indeterminada;
- Como a perícia foi executada para dar suporte à instauração de inquérito pela Delegacia Regional de Polícia de Assis Chateaubriand, não contemplou sugestões para medidas preventivas.

A análise de causas de explosões é um processo complexo e demorado que demanda entrevistas com sobreviventes, pesquisa de documentos, procedimentos, históricos de manutenção e que tem de superar a descaracterização da causa, feita pela própria explosão. Como exemplo, suponhamos que, em um determinado ponto do processo, seja percebido um aumento na concentração de carga eletrostática. Com a planta em operação, é possível aproximar-se um instrumento de medição e verificar que o potencial está se aproximando de um nível perigoso. No entanto, se tal potencial subir ao nível de possibilitar a ocorrência de uma centelha e esta promover uma explosão, a própria centelha já foi o resultado da descarga naquele ponto, o qual, conseqüentemente, não apresentará qualquer potencial eletrostático após a explosão que possa ser medido pelos peritos.

Portanto, a segurança da instalação não pode prescindir de um adequado plano de manutenção e inspeção periódica nos equipamentos elétricos, especialmente aqueles destinados ao uso em área classificada.

## As normas brasileiras

A Norma Regulamentadora 31 é a diretriz legal que define os requisitos mínimos para a segurança do trabalhador do segmento agrícola, traçando diretrizes para a execução de instalações seguras de silos, os quais destacamos:

***31.14.9 – Devem ser previstos e controlados os riscos de combustão espontânea e explosões no projeto construtivo, na operação e na manutenção.***

***31.14.11 – Os elevadores e sistemas de alimentação dos silos devem ser projetados e operados de forma a evitar o acúmulo de poeiras, em especial nos pontos onde seja possível a geração de centelhas por eletricidade estática.***

***31.14.12 – Todas as instalações elétricas e de iluminação no interior dos silos devem ser apropriados à área classificada.***

*Nota: Denomina-se "área classificada" a região identificada com potencial para formar uma atmosfera explosiva. Esta identificação se dá por meio da execução de um estudo de classificação de áreas, o qual, em geral, depende de especialistas com experiência e aperfeiçoamento no exterior, já que não há cursos avançados sobre o tema no País. Após o estudo pronto, pode-se apontar os locais em que apenas equipamentos elétricos aprovados para uso seguro nestas condições serão exigidos.*

As diretrizes técnicas para execução as instalações são dadas pelas normas Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ao enfocar as normas relativas à execução de instalações elétricas em ambientes sujeitos aos pós combustíveis, devemos atentar que não seja esquecido o preconizado na NR 10:

***"10.1.2 – Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis".***

O subcomitê SC-31 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (Cobei) é o responsável pela elaboração das normas ABNT para instalações elétricas em ambientes com atmosferas potencialmente explosivas, com os trabalhos da

Comissão de Estudo CE:03-031.06.

O trabalho da CE:03-031.06 é elaborar o texto da norma brasileira a partir da norma internacional (IEC – International Electrotechnical Commission) correspondente e consolidar o texto final após considerar os comentários recebidos na etapa de consulta pública, gerenciada pela ABNT. Já possuímos as seguintes normas relativas a pós combustíveis:

*NBR IEC 61241-0 – Equipamentos elétricos para uso em presença de poeiras combustíveis – Parte 0: requisitos gerais.*

*NBR IEC 61241-1 – Equipamentos elétricos para uso em presença de poeiras combustíveis – Parte 1: proteção por invólucro tD.*

No momento estão sendo elaboradas as seguintes normas ABNT para as instalações elétricas em ambientes com pós combustíveis:

*Projeto 03:031.06-003 – Equipamentos elétricos para uso em presença de poeiras combustíveis – Parte 14 – seleção e instalação – Previsão de emissão: 2008.*

*Projeto 03:031.06-004 – Equipamentos elétricos para uso em presença de poeiras combustíveis – Parte 10: classificação de áreas em que poeiras combustíveis estão ou podem estar presentes – Previsão de emissão: 2008.*

Portanto, conforme a Norma Regulamentadora 10, até a emissão das normas brasileiras deverão ser seguidas as normas IEC para execução de instalações elétricas nestes locais.

## Conclusões

As operações desenvolvidas nas indústrias que processam pós, como dos ramos de processamento, armazenamento de grãos, alimentícia, farmacêutica, dentre outras, merecem atenção especial, pois, embora aparentemente "inofensivos", sob determinadas condições, os pós podem gerar explosões de considerável magnitude, atingindo comunidades vizinhas e ceifando vidas.

## Referências bibliográficas

*SOUZA, Leila F. Trabalho em unidades armazenadoras e seus riscos. In: Informativo Kepler Weber. Canal KW.*

*Agência Estado, Aedata. Explosão no Porto de Paranaguá mata 2. In: O Estado de São Paulo, seção Diário do Passado. Disponível em: http://www.estadao.com.br/ext/diariodopassado/20020124/000120966.htm, de 24 jan. 1992. Acesso em: 9 mar. 2002.*

*Agência Estado, Aedata. Quatro pessoas morrem em explosão de um túnel no Paraná. In: O Estado de São Paulo, seção Diário do Passado. Disponível em: http://72.14.203.104/search?q=cache:9H5Rxbzs3wwJ:www.estadao.com.br/ext/diariodopassado/20030616/000297531.htm+cooperativa+assis+chateaubriand+paran%C3%A1+junho+1993&hl=pt-BR&gl=br&ct=clnk&cd=4, de 16 jun. 1993. Acesso em: 1 abr. 2006.*

*FADEL, Evandro. Explosão em silo fere 18 em Paranaguá. In: O Estado de São Paulo, seção Diário do Passado. Disponível em: http://www.estado.estadao.com.br/editorias/2001/11/17/cid016.html, de 17 nov. 2001. Acesso em: 9 mar. 2002.*

*ELLEN, Géssica. Explosão em armazém deixa 13 feridos, poeira pode ter provocado desastre. In: Porto Notícias. Disponível em: http://www.lol.com.br/~acidade/porto.html, de 17 nov. 2001. Acesso em: 9 mar. 2002.*

*Jornal Correio do Povo. Fogo destrói 3 secadores de soja. 6 dez. 2003.*

*WRIGHT, S. Explosion in a grain silo – Blaye. HSE, TD5/029, 2000.*

*RANGEL Jr., Estellito. Explosões nas indústrias químicas – prevenção pró-ativa. In: VI Encontro Nacional de Segurança, Saúde e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, Anais, ABPA, 1999. p. 153-161.*

*SCHOEFF, R.W. Case study of dust explosion at DeBruce Grain Co. terminal elevator, Haesville, Kansas. In: 3RD Worldwide Seminar on the Explosion Phenomenon and on the Application of Explosion Protection Techniques in Practice. Bélgica: Ghent, 1999.*

*BETENHEUSER, Cláudio; FERREIRA, Carlos R.; OLIVEIRA, Osvaldo T. C. Explosão de pó em unidades armazenadoras e processadoras de produtos agrícolas e seus derivados – estudo de caso. UEPG, 2005.*

*RANGEL Jr., Estellito. Inspeção planejada: minimizando os riscos de explosão nas indústrias e sua aplicação para a otimização dos investimentos e dos seguros. In: II Encontro Nacional sobre Prevenção de Explosões. São Paulo: Project, 2003.*

*NR 31: Norma Regulamentadora de segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aqüicultura. Portaria n. 86, de 3 mar. 2005 – DOU de 4 mar. 2005.*

*NR 10: Norma Regulamentadora 10 – segurança em instalações e serviços em eletricidade. Portaria n. 598, de 7 dez. 2004 – DOU de 8 dez. 2004 – Seção 1.*

*RANGEL Jr., Estellito. As normas brasileiras sobre instalações elétricas em atmosferas explosivas. In: III ESW Brasil – Seminário Internacional de Engenharia Elétrica na Segurança do Trabalho. Rio de Janeiro, Anais, IEEE, 2007.*

**Estellito Rangel Junior é engenheiro eletricista, especialista em projetos industriais em áreas classificadas, representante da ABNT no Technical Committee 31 da IEC (Explosive Atmospheres), membro do CB-09 – Comitê Brasileiro de Gases Combustíveis e coordenador da Comissão de Estudo CE:03-31.06 do CB-03 – Comitê Brasileiro de Eletricidade.**