

Estabelecimento do método de cálculo e do critério de tolerabilidade de risco para dutos em São Paulo

Leopoldine Solange Montiel Frioni

Setor de Análise de Riscos, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil
leopoldinef@cetesbnet.sp.gov.br

Resumo

Os acidentes industriais internacionais e em particular no Estado de São Paulo com o rompimento de um duto de gasolina seguido de incêndio em 1984, despertaram a atenção da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) a buscar mecanismos para a prevenção desses acidentes. Com esta preocupação, passou-se a solicitar um Estudo de Análise de Risco durante o processo de licenciamento dos empreendimentos. Para orientar a elaboração deste estudo, a CETESB homologou no Diário Oficial, em 2003, a norma P4.261 – Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos com os critérios de tolerabilidade do risco. Para os empreendimentos pontuais, os critérios se baseiam no risco expresso tanto na forma de risco social quanto de risco individual. Já no caso dos dutos, é apresentado apenas o critério de risco individual, o qual possui níveis diferentes de tolerabilidade quando comparado com os empreendimentos pontuais. Observou-se, entretanto, que em muitos casos o encaminhamento dos dutos cruza regiões com grandes adensamentos populacionais. Embora o risco expresso na forma de risco individual pudesse ser considerado tolerável para os dutos, verificou-se que esta população poderia estar exposta a riscos intoleráveis com relação ao critério de risco social. O grande problema enfrentado pelo órgão ambiental foi o fato de não estar estabelecido o método de cálculo e o critério do risco social para os dutos. Desde 2009 a CETESB está revisando esta norma, visando principalmente um maior detalhamento no método de cálculo e estabelecimento dos critérios de tolerabilidade para os sistemas dutoviários.

Palavras chaves: critério de tolerabilidade, risco social, risco individual, dutos.

1. Introdução

No processo de licenciamento de dutos no Estado de São Paulo é solicitada a apresentação de um Estudo de Análise de Risco (EAR) para análise pelo órgão ambiental (CETESB). Este EAR deve seguir o preconizado pela norma CETESB P4.261 – Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos. Para o caso dos dutos, esta norma apresenta apenas o critério de tolerabilidade do risco individual (RI), o qual por sua vez é diferente daquele apresentado para as instalações pontuais. O valor do risco individual máximo tolerável para dutos é de 1.10^{-4} ano⁻¹, enquanto que para os empreendimentos pontuais é de 1.10^{-5} ano⁻¹.

Pelo fato dos dutos possuírem grandes extensões, diversos adensamentos populacionais podem ser cruzados, sendo que alguns deles são relevantes quando analisado o número de pessoas expostas num eventual acidente, despertando a necessidade de se avaliar o risco social (RS).

Uma vez que, nos processos de licenciamento ambiental, o bem a ser protegido em relação ao risco é a população externa aos empreendimentos, os critérios de tolerabilidade do RI e RS deveriam ser os mesmos tanto para os empreendimentos pontuais como para os dutos. Para

que possa ser utilizado o mesmo critério de RS dos empreendimentos pontuais, foi necessário estabelecer uma extensão de duto equivalente a um empreendimento pontual.

Além disso, a norma CETESB P4.261 não apresenta o detalhamento do método de cálculo do risco. Com o intuito de se padronizar a forma de cálculo e de se incluir um critério de tolerabilidade do RS, a CETESB está revisando a norma desde 2009.

2. Métodos

O trabalho de revisão da norma consistiu na formação de cinco grupos de trabalho constituídos por representantes de órgãos ambientais, da indústria química, de empresas de consultoria, de integrantes de universidades e de sindicatos, com o intuito de discutir e estabelecer diretrizes para cada etapa necessária na elaboração de um EAR.

O grupo de trabalho responsável pela parte de dutos realizou diversas reuniões no período de dois anos. Foram discutidas várias normas nacionais (ABNT) e internacionais (PD8010-3, IGEM/TD/2), sendo estabelecidos os principais itens para a determinação do método de cálculo e o critério de tolerabilidade.

Em cada reunião eram apresentadas as pesquisas, realizadas pelos integrantes do grupo relacionadas com o tema estabelecido na reunião anterior, discutidos os resultados e estabelecidas as diretrizes que constariam na norma.

Com relação ao critério do RS, foi necessário estabelecer uma extensão de duto equivalente a um empreendimento pontual, conforme mencionado na norma PD8010-3. Para isto, foram analisados os perímetros dos empreendimentos pontuais que tiveram EARs analisados pelo Setor de Análise de Riscos da CETESB nos anos de 2009 e 2010.

3. Resultados

A partir do estabelecido em cada grupo de trabalho, foi gerado o texto da norma P4.261 revisada. A seguir é apresentado um detalhamento dos itens constantes na parte de dutos:

3.1. Caracterizações do empreendimento e do seu entorno

Consiste em uma identificação completa do empreendimento e deve refletir a realidade do mesmo no tocante às suas características locais, às condições operacionais e de manutenção e aos sistemas de proteção disponíveis. Com relação ao entorno, a descrição deve considerar a região determinada por uma faixa ao longo do duto, com extensão equivalente à maior abrangência da estimativa de efeitos físicos correspondente a 1% de probabilidade de fatalidade ou ao Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), sendo consideradas também as características meteorológicas da região de interesse.

3.2. Identificação de perigos

Consiste na aplicação de técnicas estruturadas para a identificação das possíveis sequências de eventos, visando à obtenção de diagnóstico do local e à definição das hipóteses acidentais. Para isto, o traçado do sistema deve ser segmentado em trechos, considerando a combinação das condições operacionais e material da tubulação, onde então deverão ser igualmente

apontados os aglomerados populacionais, os locais suscetíveis à erosão e deslizamentos, as interferências externas que venham a comprometer a integridade do sistema, bem como as medidas físicas e administrativas já adotadas pela empresa ou necessárias em cada trecho.

3.3. *Consolidação das hipóteses acidentais*

Consiste na formulação de hipóteses acidentais a partir de todos os perigos identificados, levando-se em consideração também os dados meteorológicos e mudanças significativas de direção no traçado do duto. As hipóteses acidentais devem contemplar, no mínimo, grande, médio e pequeno vazamento, relacionados com uma ruptura equivalente a 100%, 20% e 5% do diâmetro do duto, respectivamente. As hipóteses devem ser numeradas para permitir a sua rastreabilidade ao longo do estudo.

3.4. *Estimativa dos efeitos físicos e avaliação de vulnerabilidade*

Consiste na aplicação de modelos matemáticos que efetivamente representem os possíveis fenômenos (vazamento de líquido, de gás ou bifásico) e tipologias acidentais (dispersões atmosféricas, incêndios e explosões) em estudo, de acordo com as hipóteses acidentais identificadas e com as características e comportamento das substâncias envolvidas. São informadas as árvores de eventos a serem utilizadas para cada tipo de substância transportada, sendo solicitados três tamanhos de furos, os quais devem estar na direção horizontal (0° em relação ao solo) para vazamentos em dutos aéreos e nas direções vertical (90°) e angular (45°) para dutos enterrados. Dependendo do estado físico da substância transportada, são fornecidos os parâmetros específicos de estudo. Para o caso de dutos transportando líquidos, solicita-se que o relevo seja considerado na análise do espalhamento da substância no solo.

Os danos ao homem e às estruturas dependem dos efeitos físicos (radiação térmica, sobrepressão e toxicidade) das hipóteses e dos cenários acidentais e da capacidade de resistência dos corpos expostos. São solicitadas análises dos efeitos físicos correspondentes a no mínimo 1%, 50% e 99% de probabilidade de fatalidade utilizando-se equações de PROBIT para os efeitos provenientes de radiações térmicas (utilização da equação de Tsao-Perry com 20 segundos de exposição) e toxicidade (são fornecidos os valores de a, b e n e solicita-se a utilização do tempo de passagem da nuvem ou no máximo 10 minutos de exposição). Para os casos de sobrepressão, são solicitados os níveis de 0,1 e 0,3 bar, relacionados respectivamente com 1% e 50% de probabilidade de fatalidade.

3.5. *Estimativa de frequências*

Consiste na determinação da frequência de ocorrência do cenário acidental, utilizando-se de árvores de falhas e de eventos para esta finalidade. São solicitados pontos de liberação a cada 10 m. A frequência de ocorrência do evento inicial pode ser estimada diretamente a partir de registros históricos constantes de bancos de dados ou de referências bibliográficas. É recomendado o uso do EGIG para o caso do transporte de gás natural e do CONCAWE para o transporte de gases liquefeitos ou substâncias líquidas. São dadas as probabilidades de ignição imediatas e retardadas dependendo do estado das substâncias transportadas. Em geral, considera-se a ocorrência das hipóteses acidentais durante o dia e a noite com igual probabilidade (50%). No caso de dutos enterrados, solicita-se considerar que 2/3 das vezes o vazamento ocorre na direção angular e 1/3 na direção perpendicular.

3.6. *Estimativa e avaliação de risco*

Consiste na avaliação do risco expresso na forma de RI e RS. No caso de uma faixa de dutos, deverá ser apresentado o somatório dos riscos e realizada a avaliação com os critérios de tolerabilidade apresentados abaixo.

Para o caso do RI, solicita-se que sejam considerados pontos de liberação a cada 10 m para o cálculo da frequência de ocorrência de cada cenário acidental em uma extensão de duto igual a duas vezes o maior raio dentre os cenários acidentais. O resultado deve ser apresentado na forma de contorno de isorrisco ou perfil de risco. O critério de tolerabilidade é dado por três regiões de risco e a análise é realizada no eixo do duto ou no limite da faixa de dutos:

Risco tolerável: $RI < 1 \times 10^{-6} \text{ ano}^{-1}$;
Risco a ser reduzido: $1 \times 10^{-6} \text{ ano}^{-1} \leq RI \leq 1 \times 10^{-5} \text{ ano}^{-1}$;
Risco intolerável: $RI > 1 \times 10^{-5} \text{ ano}^{-1}$.

Para o RS, solicita-se que seja considerada uma extensão de 500 m de duto (provindo do estudo dos perímetros dos empreendimentos pontuais) nos locais onde houver aglomerado populacional, com pontos de liberação a cada 10 m. O risco deve ser apresentado na forma de uma curva FN, a qual delimita três regiões de risco, conforme mostra a figura 1.

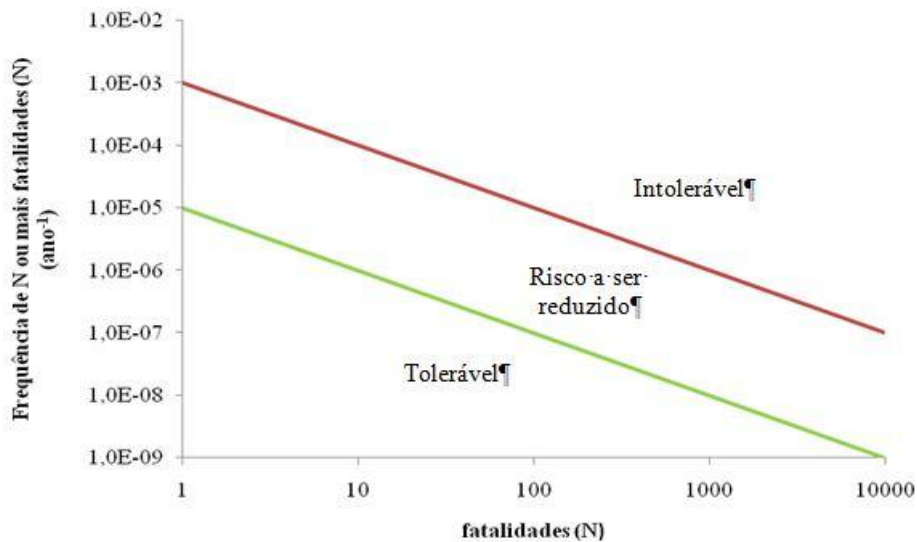


Figura 1: Critério de tolerabilidade para risco social, considerando-se uma extensão de 500 m

3.7. Redução do risco

Caso o RI ou RS esteja localizado na região de risco a ser reduzido ou na região de intolerabilidade, serão solicitadas medidas de redução do risco, sendo necessário apresentar o novo valor de risco contemplando tais medidas.

4. Conclusões

As mudanças ocorridas na revisão da norma P4.261 visam homogeneizar os EARs apresentados para análise possibilitando comparações nos resultados dos riscos de sistemas dutoviários distintos além de facilitar na análise dos processos de licenciamento.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12712**: projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível. Rio de Janeiro, 2002. 77 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15280-1**: dutos terrestres - parte 1: projeto. Rio de Janeiro, 2009. 75 p.

BRITISH STANDARDS INSTITUTE. **PD 8010-3**: code of practice for pipelines - part 3: steel pipelines on land – guide to the application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of major accident hazard pipelines containing flammables – supplement to PD 8010-1:2004. [S. L.] 2009.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos**: norma P.4.261. São Paulo, 2003. 120 p.

CONSERVATION OF CLEAN AIR AND WATER IN EUROPE - CONCAWE. **CONCAWE Report nº 4/10**: performance of European cross-country oil pipelines. Statistical summary of reported spillages in 2008 and since 1971. Report No. 4/10. Brussels, 2010.
Disponível em: <<http://www.concawe.be/content/default.asp?PageID=569>>. Acesso em 14 abr. 2011.

EUROPEAN GAS PIPELINE INCIDENT DATA GROUP - EGIG. **EGIG – report 1970-2007 gas pipeline incident**. 7th Ed., Doc. Number EGIG 08.TV-B.0502. Groningen, 2008. Disponível em: <<http://www.egig.nl/nav/publications.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2011.

NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT - RIVM. **Reference manual bevi risk assessments (version 3.2)**. Bilthoven, 2009. Disponível em: <http://www.rivm.nl/milieuportaal/images/Reference-Manual-Bevi-Risk-Assessments-version-3-2.pdf>. Acesso em: 05 jul 2011.

THE INSTITUTION OF GAS ENGINEERS. **Application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of high pressure Natural Gas pipelines**: IGEM/TD/2 Communication 1737. London, 2008.