

Conseqüências, ao homem, de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos

Mauro de Souza Teixeira

técnico de segurança do trabalho do setor de operações de emergência da Cetesb

Edson Haddad

químico, gerente do Setor de Operações de Emergência da Cetesb

1. Introdução

Como o próprio nome sugere, a atividade de transporte de produtos perigosos envolve substâncias químicas, as quais apresentam os mais diversos perigos, dentre eles o da inflamabilidade, toxicidade e corrosividade. Tais perigos podem resultar em situações de elevado risco ao homem e ao meio ambiente, em função de eventual exposição aos efeitos desses materiais.

Para que a sociedade possa manter certas comodidades da vida moderna, se faz necessária a convivência com determinados riscos, como é o caso dos botijões e tanques de GLP instalados em residências, condomínios e restaurantes, os quais, apesar do risco intrínseco do produto, quando manipulados e utilizados com profissionalismo e dentro dos padrões de segurança exigidos pelas normas técnicas, obtêm-se, como resultado, um serviço seguro e de qualidade.

Não é raro observar nas emergências que muitas das equipes de aten-

dimento não consideram (ou mesmo desconhecem) o potencial destrutivo existente nos produtos perigosos, desprezando práticas e procedimentos seguros de trabalho.

As substâncias químicas possuem propriedades intrínsecas, as quais determinam o tipo e o grau de perigo que elas representam. A correta avaliação dos riscos de um acidente depende da compreensão destas propriedades e de suas relações com o ambiente.

O conhecimento dos perigos e riscos envolvidos nas emergências químicas é o primeiro passo para o sucesso da resposta emergencial. Comunidade e equipes de resposta poderão estar vulneráveis aos severos efeitos dos produtos perigosos, caso as ações adotadas não sejam compatíveis com os riscos envolvidos. Ações como delimitação de áreas de trabalho, isolamento de área, evacuação ou orientação de comunidade e desvio e manejo de tráfego, dentre outras, devem ter como base não somente uma apropriada avaliação

Atendimento Emergencial

do cenário acidental, mas, também, o pleno conhecimento dos produtos perigosos e seus efeitos ao homem e ao meio ambiente.

De forma a propiciar uma melhor percepção do potencial destrutivo existente nos produtos perigosos, esse estudo tem por finalidade apresentar, através de modelagem matemática, uma estimativa de eventuais consequências ao homem decorrentes de liberações acidentais de substâncias inflamáveis e tóxicas ocorridas no transporte rodoviário. Danos ambientais decorrentes dos vazamentos serão abordados em outra oportunidade.

As simulações foram realizadas com o software PHAST - Process Hazard Analysis Software Tools, desenvolvido pela empresa DNV Technica, disponível na Cetesb.

2. Cenários acidentais

Para a simulação de consequências foi necessário estabelecer os cenários acidentais a serem avaliados. Nesse estudo foram considerados vazamentos de gases e líquidos, inflamáveis e tóxicos. Para cada situação foi estabelecida uma substância de referência, cujo critério de seleção foi a elevada circulação/movimentação, conforme segue, exceto para gás tóxico, onde foram selecionadas duas substâncias de referência. Os cenários acidentais e eventos estudados estão apresentados abaixo.

2.1 Gás tóxico - Amônia

- Cenário 1 - Vazamento de amônia através da linha de líquido de 2 polegadas
- Cenário 2 - Vazamento de amônia através da válvula de alívio de 1 ½ polegadas
- Cenário 3 - Ruptura catastrófica do vaso contendo 20 toneladas

Evento: Foram avaliadas as distâncias atingidas pela dispersão da nuvem tóxica na atmosfera.

2.2 Gás tóxico - Cloro

- Cenário 4 - Vazamento de cloro através da linha de líquido de 2 polegadas
- Cenário 5 - Vazamento de cloro através da válvula de alívio de 1 ½ polegadas
- Cenário 6 - Ruptura catastrófica do vaso contendo 20 toneladas

Evento: Foram avaliadas as distâncias atingidas pela dispersão da nuvem tóxica na atmosfera.

2.3 Gás inflamável - GLP

- Cenário 7 - Vazamento de GLP através da linha de líquido de 2 polegadas
- Cenário 8 - Vazamento de GLP através da válvula de alívio de 1 ½ polegadas
- Cenário 9 - Ruptura catastrófica do vaso de GLP contendo 20 toneladas

Evento: Foram avaliadas as distâncias atingidas pelo incêndio em jato (cenários 7 e 8) e pela bola de fogo (cenário 9), dispersão da nuvem inflamável na atmosfera e explosão de nuvem na atmosfera.

2.4 Líquido tóxico - Ácido clorídrico 36%

- Cenário 10 - Vazamento de ácido clorídrico 36% através da linha de líquido de 3 polegadas
- Cenário 11 - Ruptura catastrófica do tanque de ácido clorídrico 36% contendo 20 toneladas

Evento: Foram avaliadas as distâncias atingidas pela dispersão da nuvem tóxica na atmosfera.



Ambiente Press

A primeira assessoria de imprensa especializada em meio ambiente e segurança do trabalho

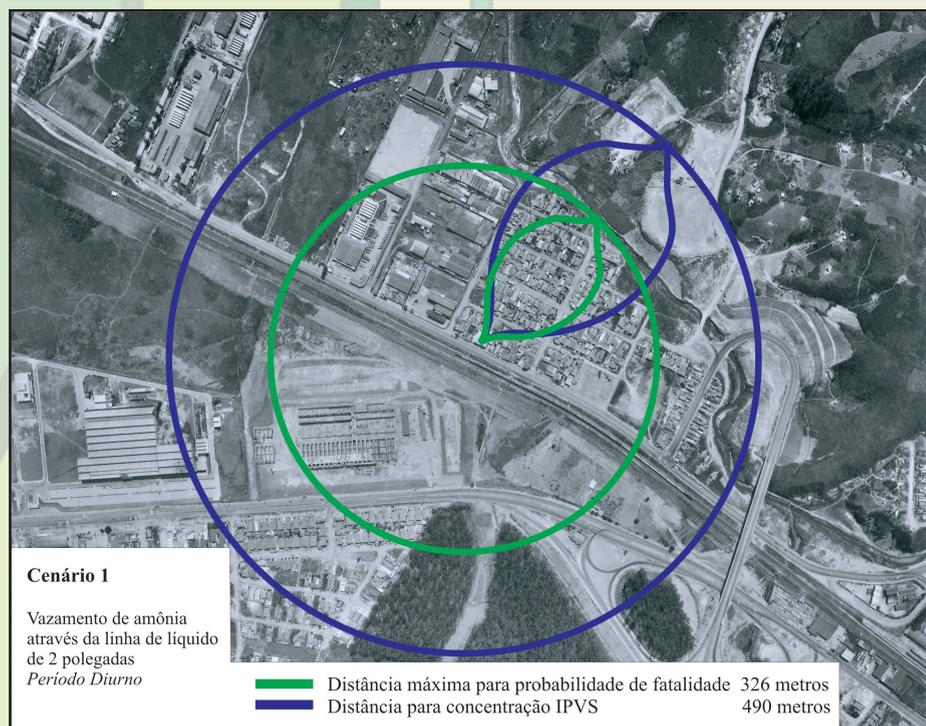


- Contatos com a mídia
- Clipping
- Produção Audiovisual
- Congressos e Seminários
- Assessoria completa

Confira!!!
Os resultados
chegarão mais rápido

Telefone/Fax
11 3917-2878
rmai@uol.com.br

Atendimento Emergencial



2.5 Líquido inflamável - Gasolina

- Cenário 12 - Vazamento de gasolina através da linha de líquido de 3 polegadas
- Cenário 13 - Ruptura catastrófica do tanque contendo 20 toneladas

Evento: Foram avaliadas as distâncias atingidas pelo incêndio em poça, dispersão da nuvem inflamável na atmosfera e explosão de nuvem na atmosfera.

3. Pressupostos

Para a realização das simulações foi necessário assumir alguns pressupostos, conforme segue:

3.1 Condições meteorológicas

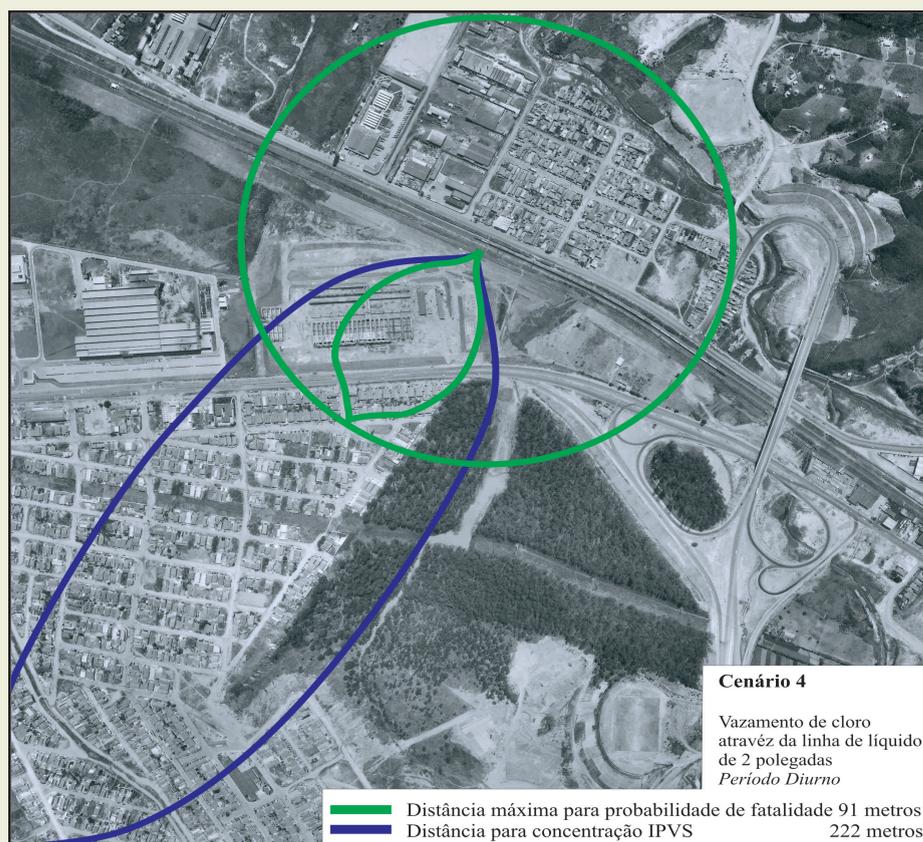
Para o estudo de dispersão atmosférica é necessário conhecer as condições de vento, umidade e temperatura ambiente. Os valores apresentados abaixo foram utilizados nas simulações e representam valores médios para diversas regiões do Estado de São Paulo.

Temperatura ambiente: 25 °C
Umidade atmosférica: 75%
Velocidade do vento: 2 m/s
Estabilidade atmosférica: as con-

dições atmosféricas influenciam de forma significativa no comportamento de uma nuvem de gás/vapor no ambiente, podendo acelerar ou retardar o processo de dispersão, até que se alcance níveis seguros de concentração. Devido à radiação solar, o processo de dispersão atmosférica durante o período diurno tende a atingir distâncias inferiores, quando comparado com a dispersão ocorrida no período noturno. Dessa forma, em se falando de emergências no transporte rodoviário, os acidentes ocorrem em qualquer período do dia e, portanto, nesse estudo foram realizadas simulações tanto para o período diurno quanto noturno.

3.2 Área da poça

Esta informação é necessária para os vazamentos envolvendo substâncias líquidas à temperatu-



CONGRESSOS

LTR[®]

TERCEIRO CONGRESSO BRASILEIRO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO Ambientes e Condições de Trabalho

25 e 26 de Novembro de 2002 - São Paulo - SP

LOCAL: CENTRO DE CONVENÇÕES REBOUÇAS - Av. Rebouças, 600 - São Paulo

Coordenação:

Dr. Leonídio F. Ribeiro Filho

Engenheiro de Segurança do Trabalho, especialista
em ambientes e condições de trabalho

Inscrições e
Informações

LTR[®] Fone: (11) 3667-1101
Fax: (11) 3825-6695

Pelo site: www.ltr.com.br

PROGRAMA DE ATIVIDADES

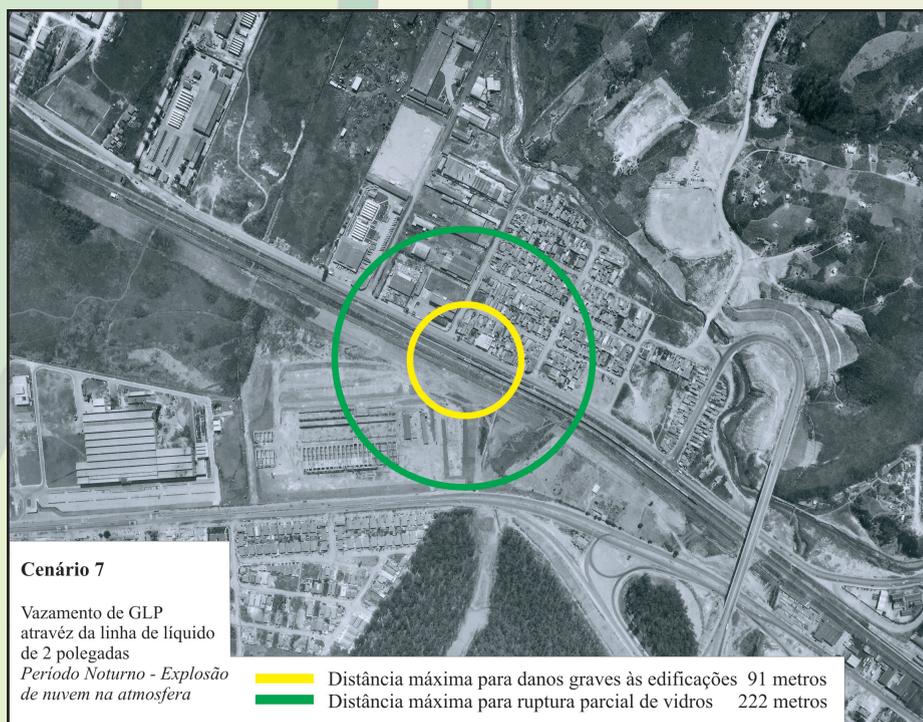
Dia: 25.11.02 - Segunda-feira

08h00 - Entrega de Credenciais - **09h00** - Sessão Solene de Abertura e **Conferência - Dr. LAIR RIBEIRO** - Médico, escritor e conferencista internacional. ♦ **Como usar o stress de forma positiva em prol da Segurança e Saúde no Trabalho, gerando produtividade e qualidade de vida.**
- 10h15 - Intervalo - **10h30** - **1º PAINEL** : ♦ Trabalho Seguro, Decente e Saudável: Terceirização e Flexibilização; ♦ Responsabilidades da empresa contratante por acidentes ou doenças do trabalho de empregados temporários ou empregados de empresas prestadoras de serviço.
- 11h30 - Intervalo - **11h45** - **2º PAINEL**: ♦ Prazo de prescrição das ações de responsabilidade civil no novo Código Civil brasileiro e os ambientes e condições de trabalho; ♦ Indenizações diferenciadas e cumulativas para dano moral e dano estético; ♦ Ação Civil Pública no campo da segurança e medicina do trabalho; ♦ O deficiente físico, sua caracterização e interação com a Segurança e Saúde no Trabalho. - **13h00** - Almoço - **14h30** - **3º PAINEL**: ♦ Qualidade Pericial em Prol da Melhoria Contínua dos Ambientes e Condições de Trabalho; ♦ Qualificação técnica de peritos e assistentes técnicos e restrições à sua atuação; ♦ Critérios para fixação do valor e definição da responsabilidade pelo pagamento dos honorários periciais. - **15h30** - Intervalo - **15h45** - **4º PAINEL**: ♦ As Novas Instruções Normativas do INSS, Questões Técnicas e Legais. Como administrar o EPI. Impactos na Aposentadoria Especial, no Perfil Profissiográfico Previdenciário e no Seguro Acidente do Trabalho. - **16h45** - Intervalo - **17h00** - **"Safety Talk"** ♦ Discussão e Equacionamento de Itens mais Polêmicos de Segurança e Saúde no Trabalho surgidos na Década de 90. - **18h00** - Coquetel

Dia: 26.11.02 - Terça-feira

08h50 - **5º PAINEL**: ♦ Equacionamento das dificuldades encontradas nas perícias relacionadas a Centrais de Telemarketing, Atividades Didáticas, Artísticas e de Comunicação: Audição e Voz. Automatização, Trabalho em Células, Mecatrônica e a Análise Ergonômica. ♦ Conformidades e não conformidades: como otimizar uma auditoria adequada em SSMA em benefício de medição do desemprego organizacional - **09h50** - Intervalo - **10h00** - **PAINEL ELETRÔNICO**: ♦ Os impactos e conflitos das Convenções Coletivas no campo da Segurança e Saúde no Trabalho e nas relações entre Capital e Trabalho; ♦ Impactos do novo texto da NR-10. Prontuário das Instalações Elétricas com o Controle do Risco Elétrico: Fim do Adicional de Periculosidade?; ♦ Certificação de Embalagens para o adequado Gerenciamento da NR-16 e a sua interação com o novo texto proposto para a NR-20; Final do adicional por inflamáveis?; ♦ Controvérsias em Perícias: radiações ionizantes; ♦ Supressão do pagamento dos adicionais de insalubridade e periculosidade: Viável? - **11h00** - Intervalo - **11h10** - **Conferência - Dr. RENÉ MENDES** - Presidente da ANAMT - Associação Nacional de Medicina do Trabalho; ♦ **Registro e Notificação de Acidentes no Trabalho e Doenças Profissionais.** - **12h00** - Encerramento

Atendimento Emergencial



ra ambiente, e representa a área ocupada pelo produto vazado. Essa informação é importante pois, quanto maior for essa área, maior será a troca térmica com o solo e o ambiente, propiciando uma maior taxa de evaporação da poça e, conseqüentemente, uma nuvem de vapor na atmosfera mais concentrada, atingindo maiores distâncias na dispersão.

Foi considerada uma área de 500m² para as liberações envolvendo a ruptura da linha de líquido (cenários 10 e 12), e de 1000 m² para a ruptura total do tanque de 20 toneladas (cenários 11 e 13).

3.3 Concentração de interesse

Os modelos necessitam de um valor de referência para o estudo da dispersão atmosférica. Para as substâncias tóxicas foram utilizados 2 valores distintos de referência: concentração que pode causar fatalidade, devido à exposição de 10 minutos; Concentração IPVS - representa a concentração de produto na atmos-

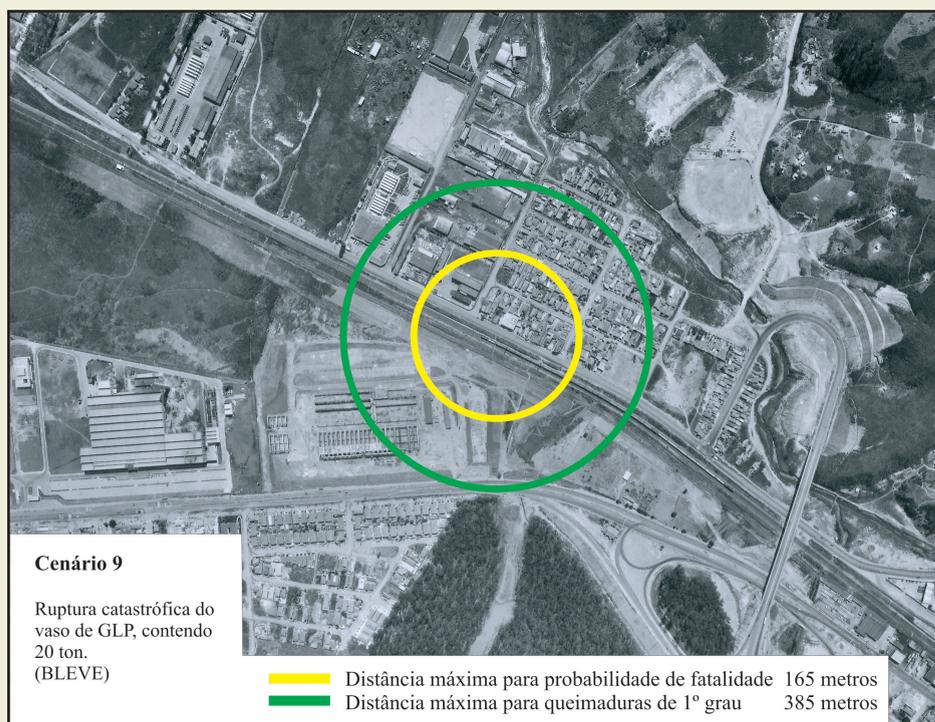
fera que pode causar severas intoxicações às pessoas expostas ou mesmo efeitos irreversíveis à saúde em curtos período de exposição. Portanto, não foram utilizadas concentrações consideradas seguras para a exposição do homem.

Para as substâncias inflamáveis,

a concentração de interesse utilizada nas simulações é aquela referente ao Limite Inferior de Inflamabilidade, que representa a menor concentração do produto no ambiente que, na presença de uma fonte de ignição e ar, acarretará na combustão. O valor apresentado é, portanto, a máxima distância atingida pela nuvem inflamável na atmosfera.

3.4 Valores de referência para incêndios

Nesse estudo foi considerada a ocorrência de jatos de fogo, para incêndios envolvendo gases, e de incêndio em poças, para os incêndios envolvendo líquidos. Também nesse caso é necessário estabelecer níveis de radiação térmica de interesse. Foram utilizados valores que representam dano à vida por um reduzido tempo de exposição (30 segundos) à radiação térmica de 12,5 kW/m² gerada pelas chamas e danos à saúde (queimaduras de primeiro grau) por exposição de um minuto à radiação térmica de 4 kW/

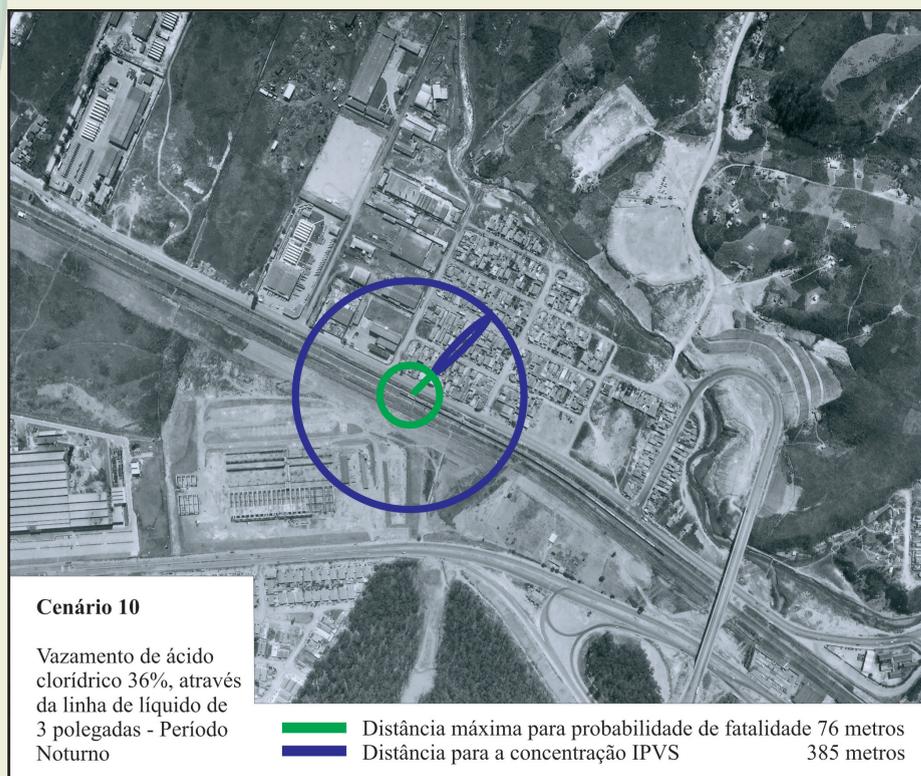


Atendimento Emergencial

m2. Para o bleve (ruptura catastrófica do vaso), as distâncias de interesse referem-se à probabilidade de fatalidade de 1% das pessoas expostas e queimaduras de primeiro grau, de acordo com a duração do fenômeno.

3.5 Valores de referência para explosões

Em caso de ocorrência de explosões, será gerado no ambiente uma elevação da pressão, conhecida por sobrepressão, sendo essa a responsável pelos danos ao homem e às estruturas. Para danos às estruturas, foram definidos, como referência, valores de sobrepressão que causam danos graves às edificações (0,1 bar), podendo resultar, então, no colapso da edificação e, conseqüentemente, fatalidade ao homem (dano à vida) e valores de sobrepressão suficientes para causar ruptura de vidros (0,01 bar) e, portanto, podendo causar



ferimentos ao homem (dano à saúde). Nesse estudo não foram considerados os níveis de sobrepressão que causam danos diretos ao ho-

mem nem a possibilidade de danos ao homem em decorrência de estilhaços e fragmentos gerados pela explosão.

Tabela 1

| Substância | Concentração que pode gerar fatalidade em até 10 minutos de exposição (ppm) | Concentração IPVS (ppm) |
|-------------------------------|---|-------------------------|
| Amônia | 2089 | 300 |
| Cloro | 264 | 10 |
| Ácido clorídrico, solução 36% | 1733 | 50 |

4. Resultados das simulações

As tabelas a seguir apresentam as distâncias atingidas pelos valores de referência adotados.

Tabela 2

| Cenário/Substância/Evento | Distância atingida (m) pela radiação de interesse ao homem | |
|--------------------------------|--|--------------|
| | Fatalidade | Queimadura |
| | Dia ou Noite | Dia ou Noite |
| 7 GLP - jato de fogo | 86 | 102 |
| 8 GLP - jato de fogo | 82 | 96 |
| 9 GLP - bola de fogo | 165 | 240 |
| 12 Gasolina - incêndio em poça | 16 | 37 |
| 13 Gasolina - incêndio em poça | 20 | 40 |

Esperamos você para um encontro de **MODERNIDADE e MOVIMENTO**

metacom@uol.com.br

FEIMan

Feira Industrial de Manutenção e Suprimentos

De 27 a 29 de novembro de 2002
Das 14 às 22 horas

Mendes Convention Center
Santos - SP

Informações e reservas: (13) 3289-6555
www.feiman.com.br

Promoção Exclusiva:



Realização:



Produção Gráfica:



META COMUNICAÇÃO

Mídia Oficial:

Revistas:



Apoio:



Agência Oficial:



Transporte e Carga:



Locadora Oficial:



Atendimento Emergencial

Tabela 3

| Cenário/Substância | Distância atingida (m) na dispersão para a concentração (ppm) que pode gerar fatalidade em até 10 minutos de exposição (tóxicos) ou LII (inflamáveis) | | Distância atingida (m) pela Concentração IPVS (ppm) | |
|---------------------|---|-------|---|-------|
| | Dia | Noite | Dia | Noite |
| 1 Amônia | 326 | 430 | 490 | 977 |
| 2 Amônia | 253 | 319 | 418 | 832 |
| 3 Amônia | 810 | 901 | 1060 | 1490 |
| 4 Cloro | 382 | 737 | 1330 | 5187 |
| 5 Cloro | 395 | 511 | 1240 | 4185 |
| 6 Cloro | 737 | 954 | 2152 | 6305 |
| 7 GLP | 100 | 122 | Não pertinente | |
| 8 GLP | 93 | 112 | Não pertinente | |
| 10 Ácido clorídrico | 49 | 59 | 118 | 278 |
| 11 Ácido clorídrico | 74 | 98 | 140 | 370 |
| 12 Gasolina | 41 | 58 | Não pertinente | |
| 13 Gasolina | 57 | 76 | Não pertinente | |

Tabela 4

| Cenário/Substância/Evento | Distância atingida (m) pela sobrepressão de interesse para danos às edificações e ao homem | | | |
|--|--|-------|-------------------|-------|
| | Danos graves edificações | | Ruptura de vidros | |
| | Dia | Noite | Dia | Noite |
| 7 GLP explosão de nuvem na atmosfera | 76 | 91 | 192 | 222 |
| 8 GLP - explosão de nuvem na atmosfera | 73 | 80 | 170 | 180 |
| 12 Gasolina - explosão de nuvem na atmosfera | 49 | 60 | 184 | 222 |
| 13 Gasolina - explosão de nuvem na atmosfera | 76 | 75 | 391 | 385 |

5. Plotagem dos resultados

De modo a propiciar uma melhor visualização dos efeitos físicos gerados pelos cenários acidentais estudados, foram realizadas plotagens numa foto aérea da região metropolitana de São Paulo, numa via de grande circulação de produtos perigosos (Marginal Pinheiros), tendo, então, como elemento vulnerável aos acidentes, milhares de pessoas que residem nas áreas adjacentes, além dos próprios usuários daquela via.

Para as plotagens das nuvens tóxicas (amônia, cloro e ácido clorídrico 36%), as elipses apresentadas representam a dispersão da nuvem

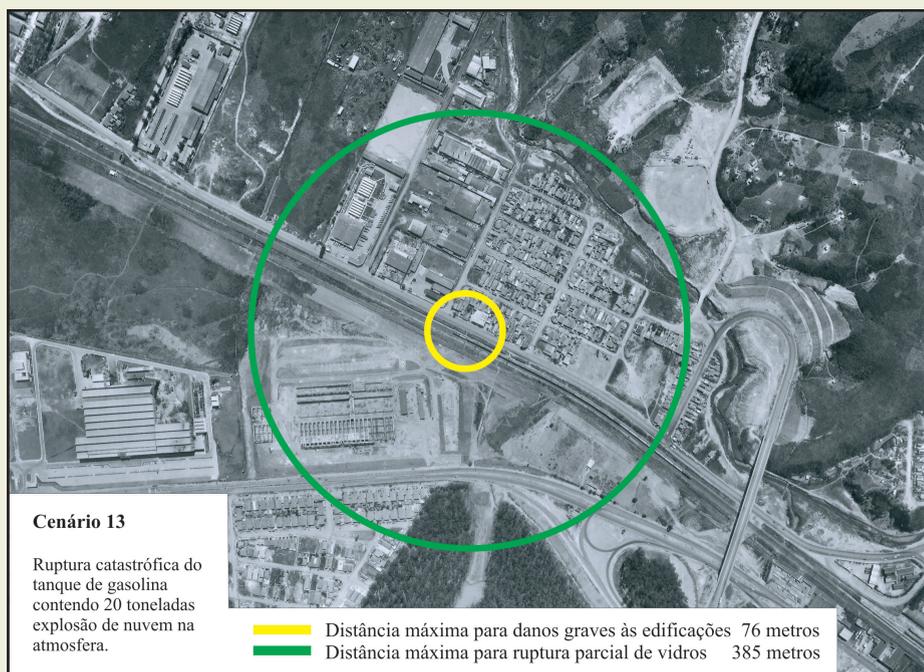
na atmosfera para a concentração de referência, enquanto que o círculo representa toda a área vulnerável ao evento. No entanto, apenas uma parte dessa área será afetada pela nuvem tóxica, de acordo com a direção do vento no momento da dispersão.

Para as substâncias inflamáveis (GLP e gasolina), as plotagens foram realizadas para os eventos incêndio e explosão e, portanto, os círculos apresentados representam os raios máximos atingidos pelos valores de referência em cada evento, uma vez que os danos decorrentes de incêndios (radiação térmica) e explosão (sobrepressão) são radiais.

6. Análise dos resultados

A Tabela 3 mostra que, para todos os vazamentos de gases tóxicos (amônia e cloro), haverá possibilidade de fatalidade em distâncias superiores a 250 metros durante o dia e 320 metros durante a noite. Intoxicações provocadas pelas nuvens de cloro poderão ocorrer em distâncias de até 2150 metros durante o dia e 6300 metros durante a noite. Já para a amônia, casos de intoxicação poderão ocorrer em distâncias de até 1000 metros durante o dia e 1500 metros durante a noite. Para o ácido clorídrico, poderão ocorrer fatalidades em distâncias de até 100 metros, período noturno, e intoxicações em até 370 metros, também no período noturno.

Atendimento Emergencial



Ainda na Tabela 3, observa-se que a dispersão de nuvem inflamável de GLP poderá atingir até 122 metros durante a noite e 76 metros para a gasolina.

De acordo com a Tabela 2, a maior distância atingida em incêndios foi no cenário 9, o qual envolve a ruptura catastrófica do vaso de GLP, seguido de uma bola de fogo, cuja máxima distância para fatalidade é de 165 metros, e de 240 metros para causar queimaduras (Figura 4).

De acordo com a Tabela 4, no caso de ignição da nuvem formada na atmosfera, caso ocorra uma explosão, as distâncias para danos graves às edificações (principal causa de fatalidade da comunidade em casos de explosão) são de 91 metros para o GLP e 75 metros para a gasolina. Ruptura de vidros, responsável por ferimentos devido a estilhaços e fragmentos, poderá ocorrer em até 222 metros, no caso do GLP, e 390 metros, no caso da gasolina.

A distância obtida para gasolina foi superior à do GLP, uma vez que a hipótese estudada envolve o vazamento de todo o inventário de gasolina e,

principalmente, devido ao grande espalhamento considerado (poça com 1000 m² de área), resultando numa elevada taxa de evaporação do produto e, conseqüentemente, na formação de uma nuvem com elevada massa que atingiria elevada distância na dispersão, bem como na sobrepressão gerada pela sua explosão.

Em todas as plotagens realizadas observa-se que haverá possibilidade dos efeitos físicos estudados alcançarem áreas com grande adensamento populacional existente nas proximidades da via expressa, caso nenhuma ação de resposta aos eventos aqui estudados seja adotada.

7. Aspectos preventivos

Mesmo cumprindo os requisitos de segurança fixados na legislação, o transporte rodoviário de produtos perigosos não está isento da ocorrência de acidentes. Considerando o risco específico e excessivo que diferencia esse tipo de transporte de carga dos demais, inúmeras instituições públicas e privadas têm se empenhado em buscar soluções visando

Vega

Atendimento Emergencial



Fotos: EERO/Cetesb

Edson Haddad e Mauro de Souza Teixeira, gerente e técnico do Setor de Operações de Emergência da Cetesb, respectivamente

minimizar os riscos dessa atividade, como, por exemplo, a Prefeitura Municipal de São Paulo, que editou a Lei no 11.368/93 e os Decretos Municipais Nos 36.957/97 e 37.391/98, regulamentando-o.

Em face da aplicação desses dispositivos legais, o DSV - Departamento de Sistema Viário editou a Portaria No 15/98, proibindo a circulação de caminhões transportando produtos perigosos no mini-anel viário e no Centro expandido da cidade de São Paulo no período de 17h00 às 20h00. Essa Portaria abrange, além da proibição de circulação, o cadastramento e o licenciamento de empresas transportadoras, realizados pela CET - Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.

A "Comissão de Estudos de Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos", criada em 28 de abril de 1999, através da Resolução ST-5 da Secretaria de Estado dos Transportes, também merece destaque, já que tem por objetivo identificar as causas básicas que geram os acidentes no transporte de produtos perigosos nas rodovias paulistas e implementar ações preventivas, evitando, assim, danos ao meio ambiente, aos usuários das estradas, às comunidades e ao patrimônio privado e público.

A Comissão de Estudos de Prevenção de Acidentes no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos funciona no sistema de colegiado, do qual fazem parte representantes de diversas

entidades que estão direta ou indiretamente envolvidas com o assunto, como DER - Departamento de Estradas de Rodagem, Dersa - Desenvolvimento Rodoviário S/A, empresas concessionárias de rodovias, Cetesb, entre outros, além de entidades e associações, como Sindicatos, Abiquim - Associação Brasileira da Indústria Química, ABTLP - Associação Brasileira de Transportadores de Carga Líquida e Produtos Perigosos, etc.

A comissão está criando, em pontos estratégicos do Estado de São Paulo, 12 subcomissões, das quais 7 já estão implantadas (Sorocaba, Baixada Santista, Paulínia, Vale do Ribeira, Vale do Paraíba, Alto Tietê e São José do Rio Preto), as quais possuem os mesmos objetivos da Comissão-mãe, porém atuando de forma regionalizada.

A prevenção, preparação e resposta a um acidente químico é responsabilidade de todos nós. A eficiência no cumprimento das atribuições de cada instituição ou nível participante permitirá que um plano coordenado de resposta à emergência seja desenvolvido, o que contribuirá para a redução das conseqüências.

A maioria dos acidentes que envolvem substâncias químicas pode ser prevista, e até mesmo evitada, e o êxito obtido na prevenção destes acidentes depende da cooperação entre os atores envolvidos. Por isso, é importante que cada participante conheça suas funções e saiba agir em cada uma das etapas de prevenção e resposta.

8. Considerações finais

Os resultados obtidos através de simulações mostram, de forma clara, o potencial destrutivo existente na atividade de transporte de produtos perigosos. Reforçam, ainda, a importância de ações integradas entre as entidades que realizam o atendimento emergencial como forma de reduzir, eliminar e/ou controlar os riscos.

É importante lembrar que para todos os eventos estudados (dispersão tóxica, radiação térmica e sobrepressão), os valores de referência utilizados estão associados a algum dano à vida ou à saúde do homem, e portanto, distâncias efetivamente seguras para a comunidade poderão ser muito superiores aos valores obtidos nas simulações. No entanto, os efeitos estudados para as substâncias tóxicas só serão observados caso a exposição à nuvem ocorra por um tempo não inferior a 10 minutos.

Salienta-se que foram realizadas simulações apenas para substâncias tóxicas e inflamáveis, não se devendo esquecer que outras classes de risco também contemplam produtos perigosos, como os agentes oxidantes, os peróxidos orgânicos, substâncias explosivas e radioativas.

A resposta a acidentes com produtos perigosos é uma atividade que requer equipes capacitadas, conscientes dos riscos envolvidos e grande disponibilidade de recursos humanos e materiais.

Ressalta-se que, independentemente dos resultados obtidos através de modelagem matemática, jamais deverão ser desprezados o conhecimento, a experiência e o julgamento de profissionais capacitados das diversas entidades que participam de atendimento emergencial com produtos perigosos, cujas ações de resposta prioritariamente visam garantir a segurança da comunidade e das próprias equipes de atendimento.