PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL

CURSO DE CAPACITAÇÃO A DISTÂNCIA EM SAÚDE, DESASTRES E DESENVOLVIMENTO

Módulo 2: Acidentes com Produtos Químicos (APQ)

Unidade 2 - Gestão de APQ: Prevenção e Preparação

APRESENTAÇÃO

Minhas observações

Caro(a) aluno(a),

Seja bem-vindo(a) à Unidade 2 deste Módulo. Nesta Unidade, vamos dar continuidade ao estudo dos APQ.

Como visto anteriormente, a ocorrência de APQ vem aumentando, causando graves danos à saúde da população e ao meio ambiente. Assim, é de fundamental importância a organização de ações de gestão de risco para que possamos preveni-los e até mesmo nos preparar para uma resposta efetiva.

Diante deste contexto, estudaremos especificamente nesta unidade as ações de gestão de risco voltadas para a prevenção e a preparação para os APQ.

Bons estudos!

ÍNDICE

Introdução 4

Objetivos da Unidade 2 6

Roteiro da Unidade 2 6

Tema 2.1 – Classificação e Identificação de Produtos Químicos Perigosos 7

Tema 2.2 - Riscos Associados aos Produtos Químicos 18

Tema 2.3 - A informação como Ferramenta de Gestão de Acidentes Químicos 25

Tema 2.4 - Mapeamento de Ameaças, Recursos e Vulnerabilidades 37

Tema 2.5 - Ações de Prevenção de APQ 44

Tema 2.6 - Preparação para resposta para APQ 52

BIBLIOGRAFIA 54

Minhas observações

Introdução

Minhas observações

Acidentes químicos podem ocorrer em todas as atividades que manipulam e/ou movimentam produtos químicos. Assim, diversas instituições públicas e privadas (associações e sindicatos, entre outros) estão diretamente ligadas ao tema e, portanto, possuem responsabilidades legais na gestão da atividade.

Para refletir:

1. É difícil imaginar que algum dia ocorrerá um grande incêndio em uma indústria química nas proximidades de uma área habitada ou então ocorrerá um vazamento de um produto tóxico numa importante via da sua cidade?
2. Quais serão as consequências desses acidentes?
3. O sistema de resposta da sua cidade está preparado para uma emergência dessa natureza?
4. Quais hospitais estão preparados para receber vítimas de intoxicações químicas?

Considerando que não há risco zero, ou seja, sempre haverá a possibilidade de ocorrência de acidentes, os quais são, portanto, previsíveis, razão pela qual as ações de preparação e de resposta deverão ser planejadas.

O processo de gestão de acidentes químicos possui 3 (três) etapas distintas:

- ✓ prevenção
- ✓ preparação para a resposta
- ✓ resposta propriamente dita

Nesta Unidade, falaremos especificamente das fases de **prevenção** e **preparação** para a resposta a um APQ, e vamos identificar e avaliar os riscos aos quais sua região está exposta. Desse modo, será possível desenvolver ações tanto para a redução desses riscos, quanto para o gerenciamento e planejamento de intervenções emergenciais.

► **Nota:** dependendo da região a ser estudada, esta etapa pode ser bastante demorada e complexa. De acordo com a complexidade pode ser necessário criar um Grupo de Trabalho com a participação de todos os segmentos envolvidos.

Minhas observações

As ações mencionadas, além de propiciarem os resultados do ponto de vista preventivo, ou seja, a redução e o gerenciamento dos riscos, fornecerão informações fundamentais para o planejamento de um sistema para atendimento aos acidentes químicos.

Veja algumas ações que podem ser desenvolvidas nestas fases considerando-se, obviamente, as condições específicas de cada região:

- Levantamento estatístico de acidentes químicos na região: pode ser feito em consulta ao Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Polícia Rodoviária, órgão ambiental, entre outros;
- Levantamento das atividades onde se manipulam produtos químicos, tais como indústrias, comércios, terminais químicos, sistemas armazenadores, sistemas de transportes (rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial e por dutos): pode ser feito junto aos órgãos ambientais e prefeituras;
- Caracterização dos produtos químicos manipulados na região: pode ser feito por meio de consultas a associações como a ABIQUIM ou na internet;
- Identificação dos riscos e das possíveis consequências de eventuais acidentes envolvendo as atividades e os produtos identificados: pode ser feito com base em técnicas de análise de risco;
- Implantação de medidas para a redução dos acidentes e gerenciamento de riscos, específicas para cada atividade considerada perigosa.

Lembre-se que todos os acidentes têm aspectos de saúde e segurança pública, aspectos ambientais e possibilidade de danos ao patrimônio público e privado. Por tal razão, as ações de preparação e de resposta devem envolver a todos. Nenhuma instituição atende sozinha a um acidente químico com a qualidade necessária.

Objetivos da Unidade 2

Ao final desta Unidade, esperamos que você seja capaz de:

1. caracterizar cenários de acidentes envolvendo produtos químicos;
2. identificar oportunidades de atuação do setor saúde nas ações de prevenção e preparação para os acidentes químicos.

Minhas observações

Roteiro da Unidade 2

Tema 2.1 – Classificação e identificação de produtos químicos perigosos

Tema 2.2 – Riscos associados aos produtos químicos

Tema 2.3 – A informação como ferramenta de gestão de acidentes químicos

Tema 2.4 – Mapeamento de ameaças, recursos e vulnerabilidades

Tema 2.5 – Ações de prevenção de APQ

Tema 2.6 - Preparação para resposta para APQ

Tema 2.1 – Classificação e Identificação de Produtos Químicos Perigosos

Minhas observações

A identificação do produto químico envolvido em um acidente é de fundamental importância para o controle da emergência e é parte integrante do processo de gestão de risco de APQ. Uma vez identificado, pode-se assim determinar os riscos associados a ele e fazer uma avaliação do possível impacto.

Diante deste contexto, sistemas de identificação de produtos químicos vêm sendo desenvolvidos para que as instituições possam atuar com rapidez e segurança nos APQ.

Classificação de produtos químicos perigosos

Os produtos químicos são classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU), no 'Orange Book', em nove classes e respectivas subclasses de risco, conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 1. Classificação de produtos químicos perigosos pela ONU

CLASSE	SUBCLASSE	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
Classe 1 – Explosivos	Subclasse 1.1 - Substâncias e artefatos com risco de explosão em massa	Estas substâncias geram fortes explosões, conhecidas por detonação.	TNT, fulminato de mercúrio
	Subclasse 1.2 - Substâncias e artefatos com risco de projeção, mas sem risco de projeção em massa.	Estas substâncias geram pequenas explosões, conhecidas por deflagração.	Granadas
	Subclasse 1.3 - Substâncias e artefatos com risco predominante de fogo com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou		artigos pirotécnicos

	ambos, mas sem risco de explosão em massa.		
	Subclasse 1.4 - Substâncias e artefatos que não apresentam riscos significativos.		dispositivos iniciadores
	Subclasse 1.5 - Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa.		Explosivos de demolição
	Subclasse 1.6 – Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.		Não há exemplos de produtos dessa subclasse na Resolução nº 420 da ANTT
Classe 2 – Gases	Subclasse 2.1 - Gases inflamáveis	Gases que à 20°C e à pressão normal são inflamáveis.	GLP, butano, propano
	Subclasse 2.2 - Gases não-inflamáveis, não tóxicos	Gases asfixiantes e oxidantes, que não se enquadrem em outra subclasse.	Oxigênio líquido refrigerado ou comprimido, nitrogênio líquido refrigerado ou comprimido
	Subclasse 2.3 - Gases tóxicos	Gases tóxicos e corrosivos que constituam risco à saúde das pessoas.	Cloro, amônia, sulfeto de hidrogênio
Classe 3 – Líquidos inflamáveis		Líquidos inflamáveis são líquidos, mistura de líquidos ou líquidos contendo sólidos em solução ou em suspensão, que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até 60,5 oC	
Classe 4 – Sólidos inflamáveis	**Subclasse 4.1 - Sólidos inflamáveis**	Substâncias auto-reagentes e explosivos sólidos insensibilizados: sólidos que, em condições de transporte, sejam facilmente combustíveis, ou que,	Nitrato de uréia e enxofre.

Minhas observações

		por atrito, possam causar fogo.	
	Subclasse 4.2 - Combustão espontânea	Substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo em condições normais de transporte, ou a aquecimento em contato com o ar, podendo inflamar-se.	Fósforo branco ou amarelo, sulfeto de sódio, carvão e algodão
	Subclasse 4.3 - Perigoso quando molhado	Por interação com a água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou produzir gases inflamáveis em quantidades perigosas.	Sódio metálico e carbureto de cálcio
Classe 5 – Oxidantes e peróxidos orgânicos	Subclasse 5.1 – Oxidantes	Substâncias que podem causar a combustão de outros materiais ou contribuir.	Peróxido de hidrogênio (conhecido por água oxigenada) e permanganato de potássio
	Subclasse 5.2 - Peróxidos orgânicos	Poderosos agentes oxidantes, periodicamente instáveis, podendo sofrer decomposição. A maioria é irritante para os olhos, pele, mucosas e garganta.	Peróxido de butila e peróxido de benzoíla.
Classe 6 – Tóxicos	Subclasse 6.1 - Substâncias tóxicas	Substâncias capazes de provocar a morte ou sérios danos à saúde humanas no caso de ingestão, inalação ou contato dérmico, mesmo em pequenas quantidades.	Acroleína, cianetos, fenol, metais
	Subclasse 6.2 - Substâncias infectantes	São aquelas que contêm microorganismos ou suas toxinas. São controlados pelos Ministérios da Saúde e da Agricultura.	Lixo hospitalar e sangue.
Classe 7 -		Materiais radioativos são materiais fisicamente instáveis que sofrem	Urânio 235, Césio 137, Cobalto 60 e Tório 232

Minhas observações

Radioativos		modificações espontaneamente na sua estrutura. Eles são essenciais para a sociedade moderna pois são utilizados na medicina, em pesquisa médica e industrial, geração de energia em usinas atômicas, entre outros.	
Classe 8 – Corrosivos		Substâncias corrosivas são aquelas que podem causar severas queimaduras quando em contato com tecidos vivos e corrosão ao aço. Podem existir no estado sólido ou líquido.	Ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, hidróxido de sódio (soda cáustica) e hidróxido de potássio.
Classe 9 – Diversos		Engloba os produtos que apresentam riscos não abrangidos pelas demais classes de risco.	Óleos combustíveis, poliestireno granulado, amianto e farinha de peixe estabilizada.

A classificação de uma substância em uma das classes de risco apresentada acima é realizada por meio de critérios técnicos, os quais estão definidos na legislação de transporte rodoviário e ferroviário de produtos perigosos.

Dica: Essa legislação está disponível no site: http://www.antt.gov.br/legislacao/PPerigosos/Nacional/index.asp

Minhas observações

Minhas observações

Identificação de produtos perigosos

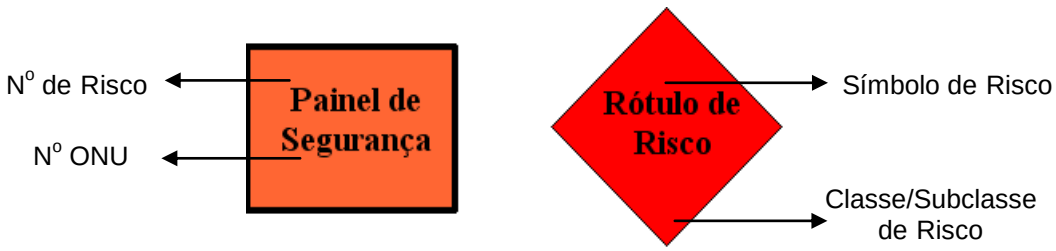
A identificação de produtos perigosos para o transporte é realizada por meio da simbologia de risco, composta por um painel de segurança, de cor alaranjada, e um rótulo de risco. Estas informações obedecem a padrões técnicos definidos na legislação de transporte de produtos perigosos.

As informações inseridas no painel de segurança e no rótulo de risco contêm, respectivamente:

- ✓ Painel de segurança: número de risco e número da ONU;
- ✓ Rótulo de risco: símbolo de risco e classe/subclasse de risco.

A figura abaixo ilustra o painel de segurança e o rótulo de risco.

Figura 1. Identificação de produtos perigosos: painel de segurança e rótulo de risco



Número de Identificação de Risco

O número de identificação de risco é o número que se encontra fixado na parte superior do Painel de Segurança e pode ser constituído por até 3 algarismos (mínimo de 2), que indicam a natureza e a intensidade dos riscos.

Ele permite determinar imediatamente o risco principal (primeiro algarismo) e os riscos subsidiários do produto (segundo e terceiro algarismos). Os algarismos e letras que o compõem indicam os seguintes riscos:

Significado do 1º algarismo	Significado do 2º e/ou 3º algarismos
	0. ausência de risco
	1. explosivo
2. gás	2. emana gás
3. líquido inflamável	3. inflamável
4. sólido inflamável	4. sólido sujeito a auto-aquecimento
5. oxidante ou peróxido orgânico	5. efeito oxidante (intensifica o fogo)
6. tóxico	6. tóxico ou infectante
7. radioativo	7. radioativo
8. corrosivo	8. Corrosivo
	9. perigo de reação violenta
	X A Substância reage perigosamente com a água (utilizado com prefixo do código numérico)

Minhas observações

Observações Importantes:

1. A repetição de um número indica uma intensificação daquele risco específico. Exemplo: 33 – Líquido altamente inflamável.

2. Na ausência de risco subsidiário, coloca-se “zero” como segundo algarismo. Exemplo: 30 – Líquido inflamável, sem risco subsidiário.

Atenção: Pode ocorrer do painel de segurança não apresentar qualquer número. Isso significa que estão sendo transportados diversos produtos químicos (e possivelmente diversos riscos) requerendo, portanto, cuidados adicionais.

A Tabela 2 apresenta alguns números de risco para os produtos classificados como perigosos.

Minhas observações

Tabela 2 – Alguns números de risco e seus respectivos significados

225	Gás liquefeito refrigerado, oxidante (intensifica o fogo)
239	Gás inflamável, pode conduzir espontaneamente à violenta reação
26	Gás tóxico
33	Líquido muito inflamável
333	Líquido pirofórico (*)
50	Substância oxidante (intensifica o fogo)
568	Substância oxidante (intensifica o fogo), tóxica, corrosiva
60	Substância tóxica ou levemente tóxica
606	Substância infectante
638	Substância tóxica, inflamável (23°C≤ PFg ≤ 60,5°C), corrosiva
X83	Substância corrosiva ou levemente corrosiva, inflamável (23°C≤ PFg ≤ 60,5°C) que reage perigosamente com água (**)

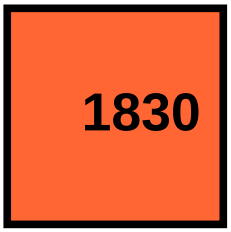
(*) Frequentemente, produtos aquarreativos entram em ignição quando em contato com a umidade do ar. Exemplos: sulfeto de ferro II e o metal urânio.

(**) Não aplicar água, exceto com aprovação de um especialista.

Número de Identificação do Produto ou Número da ONU

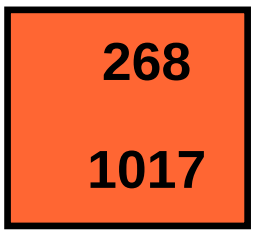
Trata-se do número fixado na parte inferior do Painel de Segurança, dado à substância ou artigo. É formado por 4 (quatro) algarismos conforme Relação de Produtos Perigosos descriminada na Resolução n° 420 da ANTT.

Exemplo: n° ONU 1830 = Ácido sulfúrico:



Exemplo: Painel de segurança contendo número de risco e número da ONU:

1017 - Número ONU que identifica o Cloro:



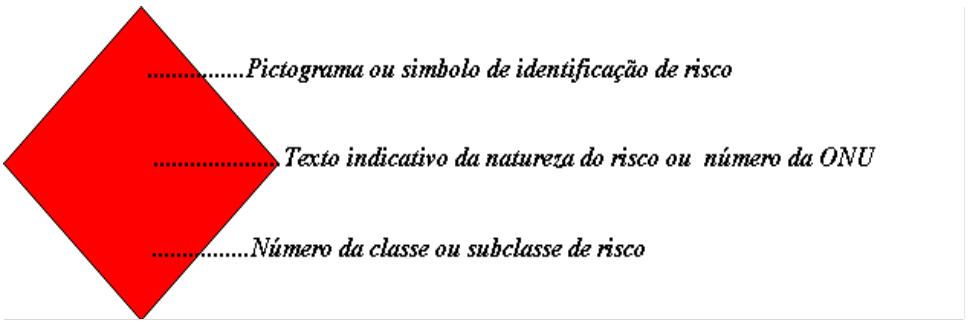
Minhas observações

Rótulo de Risco

Toda embalagem confiada ao transporte rodoviário deve portar o rótulo de risco, que corresponde à classe ou subclasse de risco do produto perigoso. Os rótulos de risco têm a forma de um quadrado apoiado em um dos vértices (aparência de um losango) e são divididos em 2 (duas) metades:

- ✓ A metade superior destina-se a exibir o pictograma ou símbolo de identificação do risco, exceto para as subclasses 1.4, 1.5 e 1.6;
- ✓ No meio fica o texto indicativo da natureza do risco ou número da ONU;
- ✓ A metade inferior destina-se a exibir o número da classe ou subclasse de risco.

Veja um exemplo de rótulo de risco:

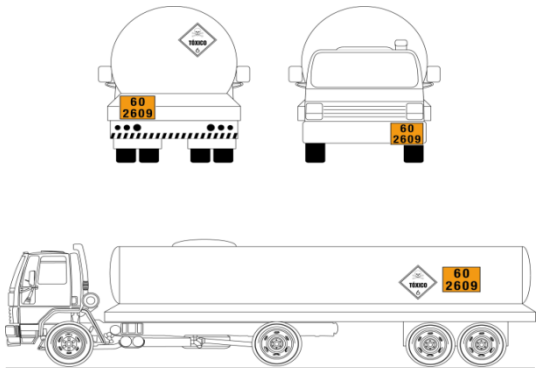


Minhas observações

Diante deste contexto, o veículo que transporta produtos perigosos deve fixar a sua sinalização na frente (painel de segurança, do lado esquerdo do motorista), na traseira (painel de segurança, do lado esquerdo do motorista, e rótulo de risco) e nas laterais (painel de segurança e o rótulo indicativo da classe ou subclasse de risco principal e ou subsidiário, quando houver, do produto) colocados do centro para a traseira, em local visível.

► **Nota:** Quando a unidade de transporte a granel trafegar vazia sem ter sido descontaminada, está sujeita às mesmas prescrições que a unidade de transporte carregada. Ela deve, portanto, estar identificada com os rótulos de risco e os painéis de segurança.

Exemplo da aposição do painel de segurança e dos rótulos de risco para o transporte de produtos perigosos, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma Regulamentadora n° 7500.



Transporte de carga a granel de um único produto perigoso, na mesma unidade de transporte.

É importante ressaltar, no entanto, que há regras específicas para a colocação de painéis de segurança e rótulos de risco em cada tipo de veículo, disponíveis para consulta na NBR 7500.

Mais exemplos de rótulos de risco encontram-se disponíveis na leitura complementar da unidade.

Identificação de produtos químicos e seus riscos – Simbologia (Diamante de Hommel)

Minhas observações

Trata-se de um sistema desenvolvido pela Associação Nacional de Proteção ao Fogo dos Estados Unidos (NFPA - *National Fire Protection Association*), publicado pela Norma NFPA 704, utilizado para tanques de armazenamento e recipientes pequenos em instalações fixas como indústrias e sistemas armazenadores de produtos químicos.

O cumprimento dessa Norma não é obrigatório no Brasil, pois não é mencionada na legislação. Porém muitas empresas, principalmente as multinacionais, adotam esse sistema de identificação para tanques fixos e pequenas embalagens como tambores, bombonas e frascos.

O sistema de informação baseia-se em um rótulo, com a forma de um quadrado apoiado em um dos vértices, que apresenta informação sobre 3 (três) categorias de risco para cada produto químico: saúde, inflamabilidade e reatividade. Também permite que sejam indicados riscos específicos do produto. Cada categoria é representada por uma cor. Assim, a cor vermelha está associada à inflamabilidade, o azul aos riscos à saúde, o amarelo à reatividade química e a branca está associada a informações adicionais do produto como caráter oxidante, corrosivo ou reação com a água.

A figura 9 apresenta a simbologia do Diamante de Hommel.

Figura 9 – Diamante de Hommel

Diferentemente da simbologia utilizada no transporte, o **Diamante de Hommel** não permite identificar o produto que está armazenado, porém qualifica e quantifica os riscos envolvidos com o produto químico em questão. Essa quantificação é feita atribuindo-se um valor de 0 (zero) a 4 (quatro) para cada um, sendo 0 (zero) a ausência de risco e 4 (quatro) o máximo risco (maiores informações a respeito da Simbologia na leitura complementar).

Minhas observações

Dica: Mais informações a respeito do significado de cada grau presente no Diamante de Hommel encontram-se disponíveis nas leituras complementares da Unidade.

Veja um exemplo da aplicação do Diamante de Hommel (figura 10).

Figura 10. Exemplo de rotulagem com o Diamante de Hommel

Tema 2.2 - Riscos Associados aos Produtos Químicos

Minhas observações

Para a realização de uma adequada ação de resposta a um acidente químico, é necessário conhecer os principais riscos associados aos produtos químicos. Sem esse conhecimento, você poderá se expor ao produto e aos seus efeitos indesejáveis. Lembre-se que você não estará ajudando ninguém caso tenha que ser ajudado. Você é parte da solução e não do problema.

Vamos ver, agora, os principais riscos específicos para as nove classes e subclasses de risco.

Classe 1 – Explosivos

Os gases liberados pela transformação química dos explosivos expandem-se a altíssimas velocidade e temperatura, gerando um aumento de pressão e provocando o deslocamento do ar. Esse deslocamento de ar é suficientemente elevado para provocar danos às pessoas (ruptura de tímpano, por exemplo) e edificações (colapso parcial ou total).

Os explosivos líquidos, como a azida de chumbo, o fulminato de mercúrio e a nitroglicerina são extremamente sensíveis ao calor, choque e fricção.

A explosão é um fenômeno muito rápido, para o qual não há tempo de reação. Assim, as ações durante a emergência deverão ser preventivas e incluem o controle dos fatores que podem gerar um aumento de temperatura (calor), choque e fricção.

Classe 2 – Gases inflamáveis, não-inflamáveis e não tóxicos, gases tóxicos

Minhas observações

Os gases apresentam a capacidade de se moverem livremente, ou seja, expandem-se indefinidamente no ambiente e são influenciados pela pressão e temperatura. A maioria dos gases pode ser liquefeita com o aumento da pressão e/ou diminuição da temperatura. Quando liberados, os gases mantidos liquefeitos por ação da pressão e/ou temperatura, tenderão a passar para seu estado natural nas condições ambientais, ou seja, estado gasoso.

A alta mobilidade dos gases no ambiente faz com que as operações de emergência envolvendo esses materiais sejam normalmente mais complexas. Esta situação é potencializada pelas características intrínsecas que os produtos dessa classe podem apresentar como inflamabilidade, toxicidade e corrosividade, bem como pelos parâmetros físicos envolvidos no transporte desses materiais como pressão e temperatura.

Muitos gases, como o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) e o cloro, são mais densos do que o ar, ou seja, após serem liberados para o ambiente, permanecem próximos ao solo, situação essa de maior complexidade e risco, já que próximo ao solo encontram-se as pessoas e as possíveis fontes de ignição.

Nos casos de incêndio, haverá sempre a possibilidade de ruptura catastrófica dos vasos de pressão, com o consequente deslocamento do ar, projeção de estilhaços e do produto envolvido. Portanto, em situações de incêndio, será necessário realizar um grande isolamento de área.

Minhas observações

Os gases do tipo criogênicos (aqueles que para serem liquefeitos, devem ter sua temperatura reduzida a valores inferiores a – 150º C. Exemplos: nitrogênio líquido, oxigênio líquido, gás carbônico líquido) podem causar gravíssimas queimaduras ao tecido humano em caso de contato, devido à sua baixa temperatura.

Classe 3 - Líquidos Inflamáveis

A maioria dessas substâncias pode queimar facilmente na temperatura ambiente, portanto, sempre que um produto inflamável estiver envolvido numa emergência, as equipes de resposta deverão ter a preocupação de eliminar ou controlar todas as fontes de ignição existentes, de modo a evitar o processo de combustão.

Um cuidado especial deverá ser adotado nas operações de destombamento de carretas e vasos de pressão, pois as operações de arraste desses recipientes geram muitas faíscas, podendo causar a ignição do produto envolvido.

Ressalta-se que todo processo de combustão libera gases irritantes e tóxicos, portanto especial atenção deverá ser dada às situações com envolvimento de incêndios.

Minhas observações

Classe 4 – Sólidos Inflamáveis; Substâncias sujeitas a combustão espontânea; Substâncias que em contato com a água emitem gases inflamáveis

Os produtos dessa classe apresentam a propriedade de se inflamar com facilidade na presença de uma fonte de ignição, até mesmo em contato com o ar ou com a água. São, em sua grande maioria, sólidos e, portanto, apresentam baixa mobilidade no meio quando da ocorrência de vazamentos.

Classe 5 – Oxidantes e Peróxidos Orgânicos

Esta classe reúne produtos que, na sua maioria, não são combustíveis, mas que podem liberar oxigênio, aumentando ou sustentando a combustão de outros materiais. Devido à sua facilidade de liberarem oxigênio, estas substâncias são instáveis e reagem quimicamente com uma grande variedade de produtos e, alguns, com matéria orgânica, podendo gerar incêndios, mesmo sem a presença de uma fonte de ignição. Esses materiais são incompatíveis em particular com os líquidos e sólidos inflamáveis.

Nas emergências, não deverá ser utilizada terra ou serragem para contenção, sendo a areia úmida mais recomendada para essa operação. Já nos casos de fogo a água é o agente de extinção mais

eficiente, uma vez que retira o calor e a reatividade química dos produtos dessa classe.

Minhas observações

Classe 6 – Substâncias tóxicas e substâncias infectantes

São capazes de provocar a morte ou sérios danos à saúde humanas no caso de ingestão, inalação ou contato dérmico, mesmo em pequenas quantidades.

Classe 7 – Material radioativo

A radioatividade é uma forma de energia invisível capaz de penetrar e atravessar vários tipos de materiais e até mesmo o corpo humano, ocasionando doenças muito graves e podendo levar pessoas à morte. Entretanto, essas consequências nocivas dependem da dose, do tempo de exposição e do tipo de radiação (alfa, beta, gama e X).

Os materiais radioativos são muito bem acondicionados em embalagens normalmente blindadas, que possuem paredes ou coberturas de materiais que absorvem radiação, atenuam ou impedem sua passagem. Portanto, recomenda-se não se aproximar de materiais radioativos que não estejam devidamente blindados.

Acidentes com esses materiais podem contaminar objetos de todo tipo, além do meio ambiente, ocasionando consequências

desastrosas. Um bom exemplo é o acidente em Goiânia, em setembro de 1987, cuja blindagem do Césio 137 foi destruída, ocasionando graves lesões às pessoas que tiveram contato com o material, além de algumas mortes.

Minhas observações

Classe 8 – Substâncias corrosivas

Em geral, são capazes de causar severas queimaduras quando em contato com tecidos vivos e, portanto, as equipes de resposta devem utilizar equipamentos de proteção individual (EPIs) compatíveis com o produto envolvido.

Informações relativas aos materiais que fornecerão proteção química podem ser encontradas na Ficha de Informação de Segurança sobre Produto Químico (FISPQ), que toda empresa deve ter, ou nas Fichas de Emergência utilizadas nas atividades de transporte.

É importante ressaltar também que algumas substâncias corrosivas liberam, mesmo na temperatura ambiente, vapores irritantes e tóxicos. Outras reagem com a maioria dos metais gerando hidrogênio que é um gás inflamável, acarretando assim um risco adicional.

Na ocorrência de vazamentos de produtos corrosivos, haverá a possibilidade de ser realizada a sua neutralização, por meio da aplicação de outro material corrosivo. Essa reação de neutralização é perigosa e provocará a emanação de grandes quantidades de vapores, os quais certamente prejudicarão a visibilidade da pista, podendo assim requerer a paralisação da circulação na rodovia.

Minhas observações

Outra técnica de combate é a diluição em água. Porém essa técnica somente deverá ser utilizada quando o volume de produto a ser diluído for muito pequeno uma vez que, para cada litro de um material corrosivo vazado (ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorídrico e soda cáustica), serão necessários 10 mil litros de água, para que a solução resultante não cause impactos aos recursos hídricos. Assim, essa técnica é pouco recomendada e sua utilização deverá ser aprovada pelo órgão ambiental.

Os produtos corrosivos podem causar também severos impactos aos corpos d´água, podendo gerar mortandade de peixes, bem como a paralisação do uso da água por indústrias, população ribeirinha, dessedentação de animais e estações de captação de água para consumo humano.

► **Nota:** “Dessedentar” significa refrescar, saciar ou matar a sede.

Classe 9 - Substâncias e artigos perigosos diversos

As substâncias desta classe são responsáveis por riscos não abordados pelas demais classes de risco.

Importante: A legislação trabalhista brasileira estabelece limites de tolerância para a exposição diária dos trabalhadores aos produtos químicos. Trata-se do Limite de Tolerância Ocupacional que representa a máxima concentração a

que um trabalhador pode ficar exposto a produtos perigosos durante 8 horas por dia, 48 horas semanais, sem sofrer danos à sua saúde. Evidentemente estamos falando de pessoas supostamente saudáveis. Crianças e idosos poderão ser afetados quando expostos à concentração referente ao Limite de Tolerância. Por exemplo, o Limite de Tolerância da amônia é de 20 ppm (partes por milhão), sendo essa a concentração que não deverá causar efeitos danosos à saúde de um trabalhador em exposições de 8 horas diárias, durante 48 horas semanais. Os Limites de Tolerância dos produtos químicos estão disponíveis nas Fichas de Informação de Segurança sobre Produto Químico (FISPQ).

Minhas observações

Tema 2.3 - A informação como ferramenta de Gestão de Acidentes Químicos

Começaremos analisando o seguinte caso:

Seu telefone toca na Secretaria de Saúde. Você está sendo solicitado para prestar assessoramento, pois é necessário controlar um vazamento originado pelo tombamento de um caminhão que transportava tambores de 200 litros de uma substância não identificada. Alguns dos tambores foram danificados e o conteúdo vazou. O fato ocorreu numa rodovia próxima a um rio que serve de captação de água para sua cidade e a única identificação visível era um painel laranja com o número 1830.

Ao chegar ao local do acidente, os bombeiros imediatamente aplicaram água em abundância. Muito próximo do local do vazamento há moradias e uma escola.

Pergunta-se:

1. Este tipo de acidente pode ocorrer em sua cidade?
2. O que você faria?
3. Você tem informações sobre como atuar neste caso?
4. O que significa o número 1830? Trata-se de qual produto químico?
5. A atuação dos Bombeiros foi correta? Por quê?
6. Quais fontes de informação você poderia acessar para responder de forma eficiente e confiável a esta demanda?

Minhas observações

Por exemplo, uma das fontes pode ser o “Guia de Resposta a Emergências/acidentes químicos”.

Ao buscar pelo numero da ONU 1830, você vai descobrir que se trata do produto químico denominado **Ácido Sulfúrico**, que vai conduzi-lo à seguinte Guia:

GUIA 137 SUBSTÂNCIAS REATIVAS COM A ÁGUA, CORROSIVAS
PERIGOS POTENCIAIS
À SAÚDE - TÓXICO; a inalação, ingestão ou contato com vapores (pele, olhos), pós ou substâncias podem causar lesões severas, queimaduras ou a morte. - O fogo produzirá gases irritantes, corrosivos ou tóxicos. - A reação com a água pode gerar muito calor, incrementando a concentração de fumaça no ar. - O contato com a substância fundida pode causar queimaduras severas na pele e olhos. - Os vazamentos resultantes do controle do incêndio ou a diluição com água, podem causar contaminação.
INCÊNDIO OU EXPLOSÃO • Alguns destes materiais podem arder, mas nenhum arde imediatamente. • Pode ignizar outros materiais combustíveis (madeira, papel, óleo, roupa, etc.)

- A substância reagirá com água (às vezes violentamente) liberando gases corrosivos ou tóxicos.
- Os gases tóxicos inflamáveis podem ficar acumulados em áreas confinadas (porão, cisternas, vagão-tanque/auto-tanques, etc.).
- O contato com metais pode liberar hidrogênio gasoso inflamável.
- Os containeres podem explodir quando aquecidos ou contaminados com água.
- A substância pode ser transportada na forma fundida.

Minhas observações

Observe, nessa guia, que aparecem as seguintes frases:

✓ A reação com a água pode gerar muito calor, aumentando a concentração de fumaça no ar.

✓ A substância reagirá com água (às vezes de forma violenta) liberando gases corrosivos ou tóxicos.

Então, analisando-se de forma crítica, a falta de informação oportuna e confiável levou os bombeiros a uma atuação equivocada. Diante deste contexto, ressaltamos a importância da busca de informações em bases de dados confiáveis e atualizadas.

► **Nota:** Um dos sites que pode ser acessado e onde se encontram diversas bases de dados sobre acidentes químicos é o da Biblioteca Virtual de Desenvolvimento Sustentável da Organização Pan-Americana da Saúde, disponível no endereço eletrônico: http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bv-toxicol.shtml

A importância da informação para as ações de prevenção, preparação e resposta às emergências químicas

Se analisarmos retrospectivamente os eventos envolvendo substâncias químicas, suas causas, as falhas nas atividades de resposta e suas consequências à saúde humana ou ao ambiente, podemos inferir que um bom planejamento e preparação dos diferentes setores envolvidos na resposta é um dos elementos que

poderiam contribuir significativamente na prevenção da ocorrência e na minimização dos efeitos dos acidentes químicos.

Minhas observações

Diante deste contexto, um dos elementos transversais em todas as atividades de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos é a INFORMAÇÃO.

Atualmente, favorecido pelas ferramentas de comunicação e, principalmente, pela evolução da Internet, existe uma grande variedade de fontes que facilitam o acesso à informação para se dar resposta a uma emergência química. Por isto, é preciso ser seletivo no tipo de informação a ser utilizada e informar fontes confiáveis que possam ser usadas em casos de emergências e, principalmente, por qual tipo de usuário.

Este é o foco principal desta Unidade. Isto é, mostrar uma seleção de materiais atualmente disponíveis, segundo o tipo de uso, por exemplo, no desenvolvimento dos planos de resposta por parte dos tomadores de decisão; na assistência inicial da emergência por parte da defesa civil, bombeiros, policiais e paramédicos; ou nas ações de assistência pré-hospitalar e hospitalar.

Sistematicamente, a informação é importante nas ações de prevenção, preparação e resposta às emergências químicas porque:

- ✓ Facilita a coordenação de um trabalho multinstitucional;
- ✓ Facilita uma correta atuação e, portanto, diminui as conseqüências ao ambiente e à saúde;
- ✓ Evita riscos de contaminação secundária;
- ✓ Facilita a comunicação com o público;
- ✓ Facilita o desenvolvimento de materiais para a capacitação dos primeiros na resposta, profissionais de saúde e ambiente e público em geral;
- ✓ Facilita as ações de acompanhamento e a documentação de lições aprendidas.

Requisitos da informação sobre prevenção, preparação e resposta a um acidente químico

Minhas observações

Para o planejamento de ações de prevenção, preparação e resposta a um acidente químico, a informação deve ser:

- ✓ Atualizada. Em 2 (dois) sentidos: no que diz respeito à fonte, esta deve ser enriquecida com as últimas experiências ocorridas; no que diz respeito ao relatório das atividades realizadas antes, durante e depois da ocorrência de um acidente;
- ✓ Seletiva. A disseminação da informação deve considerar o tipo de receptor ao qual está dirigida e seu nível de atuação;
- ✓ Disponível para todos;
- ✓ Clara, concisa e fácil de entender;
- ✓ Oportuna. A informação deve ser fornecida no momento que for necessária. Deve-se levar em consideração que os acidentes não avisam, por isso deve ser possível ter acesso à informação às 24 horas do dia e durante os 365 dias do ano;
- ✓ Preparada e fornecida por pessoal treinado.

Principais usuários da informação

Diversos são os usuários de informações sobre acidentes químicos, mas alguns dos principais são os seguintes:

- ✓ Pessoal envolvido na organização e planejamento da resposta;
- ✓ Os primeiros que chegam ao local do acidente: bombeiros, policiais, Cruz Vermelha, paramédicos e profissionais de assistência pré-hospitalar, trabalhadores das instalações perigosas e outros;
- ✓ Setor saúde em todos os níveis da cadeia de tratamento: o pessoal da "triagem", hospitais e outras instalações adaptadas, cuidados intensivos, etc.;
- ✓ Órgãos de proteção ambiental;
- ✓ Autoridades públicas;

- ✓ Público em geral (população potencialmente afetada);
- ✓ Meios de difusão.

Minhas observações

Principais produtores e disseminadores de informação

São múltiplas as instituições que preparam e disponibilizam informação para dar suporte às ações de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos e que são referidas a seguir. No entanto, é válido lembrar que nenhuma delas substitui a experiência humana, que é a principal fonte de informação e deve ser sempre consultada.

Indústria

A indústria fornece informações associadas às atividades, processos e áreas perigosas, bem como sobre a quantidade e natureza dos produtos químicos que são manipulados, processados e transportados. Exemplo: ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química), ABICLOR (Associação Brasileira das Indústrias de Álcalis, Cloros e Derivados), entre outras.

Centros especializados de informação

São centros que coletam, processam e disseminam informação sobre produtos químicos. No caso de emergências químicas podem ser de dois tipos: Centros de Resposta Química e Centros de Informação e Assistência Toxicológica (CIAT). Exemplos: CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), CIAT.

A CETESB, que é o centro colaborador da OPAS/OMS para emergências químicas, preparou um **Manual de Produtos Químicos**, onde pode ser feita a consulta sobre os produtos químicos pelo seu nome e número ONU. Para cada produto há uma ficha detalhada contendo informações sobre a identificação do produto, medidas de

segurança, riscos de incêndio, propriedades físico-químicas, informações eco-toxicológicas, dados gerais, métodos de coleta, neutralização e destinação final dos produtos.

Minhas observações

► **Nota:** O Manual acima citado pode ser acessado através do seguinte site: http://www.cetesb.sp.gov.br/Emergencia/produtos/produto_consulta.asp

Organismos internacionais e nacionais

Várias organizações internacionais, bem como instituições nacionais de prestígio internacional, preparam e disseminam informações sobre produtos químicos que podem ser usadas nas emergências químicas. Podemos citar, entre outros, como exemplos:

- OPAS/OMS (Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde),
- Organização Mundial da Saúde por meio do IPCS/OMS (Programa Internacional de Segurança sobre Substâncias Químicas),
- PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Ambiente),
- OCDE (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos),
- EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos),
- ATSDR (Agência para as Substâncias Tóxicas e o Registro de Doenças),
- NLM (Biblioteca de Medicina dos Estados Unidos),
- CETESB (Centro colaborador da OPAS/OMS em Prevenção, preparativos e resposta a situações de emergência química),

Recursos de informação segundo o tipo de usuário

Minhas observações

São múltiplos os recursos informativos que podem ser utilizados nas atividades de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos. A seguir são descritos alguns dos recursos mais recomendados segundo o tipo de usuário. Diferentes formatos de informação têm sido considerados: materiais impressos, textos e bases de dados disponíveis na Internet, bem como redes colaborativas e cursos virtuais.

Informação para gestores ou tomadores de decisões: autoridades públicas

O tipo de informação necessária para gestores ou tomadores de decisões se encontra em guias e diretrizes que orientam sobre como organizar as ações de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos. Além disso, é preciso utilizar recursos que permitam:

- ✓ Realizar um inventário de instalações perigosas: localização, atividades, processos e pontos perigosos, tipos e quantidades de produtos químicos que estão sendo processados, armazenados, utilizados e transportados;
- ✓ Categorizar os tipos de acidentes que poderiam ocorrer em uma determinada região;
- ✓ Identificar a população potencialmente afetada/exposta;
- ✓ Informar sobre as instalações médicas disponíveis: localização de hospitais e outras instalações médicas bem como recursos disponíveis: leitos disponíveis, equipamentos médico, medicamentos e antídotos, etc; principais meios de transporte de vítimas e vias de evacuação; disponibilidade de laboratórios para análises clínicas e toxicológicas.

Para dar resposta a esta demanda de informação podem ser usadas várias fontes, como as Fichas Internacionais de Segurança Química.

► **Notas:** Essas Fichas estão disponíveis nos seguintes sites:
http://www.mtas.es/insht/ipcsnspn/spanish.htm (em espanhol)
http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/nicstart.html (em inglês)

Minhas observações

Estas fichas foram produzidas pelo Programa Internacional de Segurança sobre Substâncias Químicas da Organização Mundial da Saúde (IPCS/OMS) e fornecem informação concreta sobre as substâncias químicas e as ações de emergência para cada uma delas. A informação dessa fonte é ampliada e conta com propriedades físico-químicas das substâncias, efeitos à saúde segundo as vias de ingresso e, se são agudos ou crônicos, os limites de exposição ocupacional e outros. A informação é oferecida para cada substância e não por grupos.

Outras fontes de informações sobre produtos químicos para tomadores de decisões estão disponíveis na leitura complementar.

Informação para os primeiros a chegar ao local da emergência (bombeiros, policiais, SAMU e outros)

Esses profissionais precisam de informação rápida que lhes permita agir na cena do acidente com o menor risco possível, bem como de informação sobre as propriedades físico-químicas e toxicológicas dos produtos envolvidos no acidente, seus efeitos clínicos agudos e de longo prazo por diferentes vias de exposição, métodos para conter um vazamento, um incêndio, primeiros socorros para as vítimas de um acidente químico, EPI e outros temas afins.

Os documentos listados abaixo fornecem este tipo de informação:

- ✓ **GRE – Guia de Resposta a Emergências** - Principal publicação para este grupo preparada pela equipe ligada ao setor de Transportes do Canadá, o Departamento de Transporte dos Estados Unidos da América e a Secretaria de Comunicações e Transportes do México e o apoio de diversos grupos interessados. A consulta pode ser feita utilizando-se o nome ou número ONU do produto químico, podendo-se obter informações como o impacto na saúde pública, ações de resposta para atender incêndios e vazamentos, EPIs,

distâncias de evacuação e primeiros auxílios para as pessoas expostas.

- ✓ **WISER (Wireless Information System for Emergency Responders)** - Sistema desenvolvido pela Biblioteca de Medicina dos Estados Unidos (NLM), elaborado para auxiliar os profissionais que trabalham diretamente na resposta aos acidentes químicos. Ele oferece informação variada, incluindo dados de identificação da substância, suas características físico-químicas, informação sobre o impacto na saúde e guias para a gestão das emergências. O WISER possui também um módulo de ajuda para a identificação, útil quando não se conhece a substância envolvida na emergência, mas se dispõe de dados sobre suas características, como o estado físico, cheiro, cor, etc., bem como informação sobre os efeitos à saúde.

Minhas observações

► **Notas**: As fichas GRE estão disponíveis, para consulta, nos seguintes sites:
Em espanhol: http://www.tc.gc.ca/media/documents/canutec-eng/erg2008span.pdf
Em inglês: http://www.tc.gc.ca/media/documents/canutec-eng/erg2008eng.pdf
O sistema WISER pode ser acessado através do seguinte site: http://wiser.nlm.nih.gov/downloads_windows.html?email

Informação para os profissionais da assistência pré e intra-hospitalar

Os profissionais de saúde requerem informações sobre:

- ✓ Descontaminação de pacientes;
- ✓ Assistência pré-hospitalar e hospitalar. Tratamento médico (incluindo o uso de antídotos) segundo as circunstâncias da exposição, gravidade das vítimas, vias de exposição e disponibilidade de meios;
- ✓ Medidas de proteção que a equipe de resgate e a equipe responsável por atender às vítimas devem adotar para evitar a contaminação secundária.

Minhas observações

Estas informações podem ser obtidas nas seguintes bases de dados:

- ✓ ***Medical Management Guidelines (MMGs) for acute chemical exposures*** - Desenvolvido pela Agência de Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças dos Estados Unidos (ATSDR), permite que o pessoal de saúde que atende a emergência possa realizar procedimentos adequados de descontaminação dos pacientes, se proteger do risco de contaminação secundária dos produtos químicos e fornecer avaliação e tratamento médico às pessoas expostas.
- ✓ ***Hazardous Substance Data Bank (HSDB)*** - Base de dados incluída dentro de TOXNET, desenvolvida pela Biblioteca de Medicina dos Estados Unidos. Inclui aspectos toxicológicos e procedimentos para a gestão de emergências, dados de identificação dos produtos, propriedades físico-químicas, guias de emergência da DOT, classificação NFPA, procedimentos de atenção a incêndios, explosões, incompatibilidades dos produtos, equipamento de proteção pessoal, métodos de limpeza de resíduos, etc. Contém excelente informação sobre efeitos agudos e crônicos das substâncias químicas, diagnóstico de laboratório e tratamento médico por via de exposição. As buscas podem ser realizadas através do nome químico do composto ou do seu número CAS (Chemical Abstracts Service).
- ✓ ***IPCS-INTOX*** (International Programme on Chemical Safety) - Banco de dados desenvolvido pelo Programa Internacional de Segurança Química da Organização Mundial da Saúde (OMS), que contém informações sobre substâncias químicas, com dados organizados de modo que o usuário possa buscar uma substância específica e obter facilmente acesso à informação sobre essa substância IPCS. É a base de dados de interesse para o pessoal de saúde, pois contém guias de tratamentos, em vários idiomas, com informações para o tratamento de complicações das pessoas intoxicadas, causas tóxicas e não tóxicas, exames complementares e manifestações clínicas.

► **Nota**: Para maiores informações sobre:
O **MMGs:** acesse o site: http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg.html
O **HSDB:** acesse o site: http://toxnet.nlm.nih.gov
O **IPCS-INTOX:** acesse o site: http://www.who.int/ipcs/poisons/intox/en/

Para facilitar a busca de informação para a resposta às emergências químicas, a OPAS, através do seu Programa de Preparativos para casos de Desastres e a Área de Desenvolvimento Sustentável e Saúde Ambiental (SDE), tem desenvolvido vários instrumentos de informação que podem ser usados nas etapas de prevenção, preparação e resposta a um acidente químico. Um deles é a Biblioteca Virtual de SDE, com uma seção inteiramente dedicada à Toxicologia contendo ampla informação útil na área de acidentes químicos, incluindo bases de dados, cursos de auto-aprendizagem, redes colaborativas entre outros.

► **Nota**: Saiba mais sobre a Biblioteca Virtual de SDE em: http://www.bvsde.paho.org

Pelo exposto no texto, podemos afirmar que as informações necessárias para as ações de prevenção, preparação e resposta a um acidente químico são diversas e com diferentes origens e finalidades. Portanto, é essencial identificar quem pode fornecer cada tipo de informação, quais recursos estão disponíveis e de fácil acesso e que vias de comunicação podem garantir o fluxo adequado da informação no caso de problemas por interrupção das linhas de comunicação ou por erros humanos ocasionados pelo estresse. Diante deste contexto, faz-se necessário que as bases de dados a serem utilizadas já estejam disponíveis em formato impresso ou digital para evitar possíveis contratempos de acesso no momento do acidente.

Minhas observações

Tema 2.4 - Mapeamento de Ameaças, Recursos e Vulnerabilidades

Minhas observações

O território

O território é onde as coisas acontecem: local onde as pessoas vivem, trabalham, se divertem, adoecem e se recuperam. Ele tem a capacidade de congregar informações de múltiplas fontes e de múltiplas disciplinas, como por exemplo: vegetação, solo, hidrografia, unidades de saúde, populações, agropecuárias, econômicas, entre outras. Sendo também o local de aplicação das políticas públicas e onde as decisões se tornam realidade.

Especificamente tratando de produtos químicos, é no território que se encontram localizados as instalações fixas que produzem, manipulam, embalam e comercializam produtos químicos, bem como as rotas de transporte destes.

Segundo Frank Bird afirmou na década de 1950, os grandes acidentes usualmente ocorrem após a ocorrência de diversos acidentes menores. Portanto, para que ocorra um acidente fatal ocorrem em média 500 pequenos eventos, de menor magnitude. Diante deste contexto, realizar uma identificação de onde se encontram esses pontos ou áreas é o que se chama de mapeamento.

Dentre os objetivos principais de uma ação de mapeamento estão o conhecimento do território, suas características, levantando-se o histórico dos acidentes químicos ocorridos para tentar se caracterizar os pontos onde mais frequentemente ocorrerão, os sítios frágeis e populações vulneráveis e potencialmente expostas de forma mais grave em caso de acidentes e até mesmo os pontos onde a população poderá se expor de forma indireta a exemplo do local destinado a captação de água de uma dada localidade que sirva de abastecimento ao consumo humano.

A ideia principal é que situar essas informações no “espaço” permite uma melhor visualização do problema por parte do técnico

que esteja realizando a análise se comparado a dados tabelados ou em texto.

Minhas observações

Vista a importância de se “conhecer” o território, reflita:

1. Você conhece os problemas do seu território?
2. Onde se localizam as indústrias e pontos de distribuição e comercialização de produtos químicos?
3. Quais ações têm sido realizadas para evitar a ocorrência de acidentes?
4. Caso eles ocorram, estariam preparados para responder de forma eficiente e segura?
5. É possível que a fonte de abastecimento de água de sua cidade seja afetada por um acidente químico?

Geoprocessamento

O Geoprocessamento é um conjunto de conceitos, técnicas e tecnologias envolvendo equipamentos e programas de computador que permitem tratar os diversos dados referentes a fenômenos próprios das ciências da terra, ou seja, a representação computacional do espaço a partir do uso de informações cartográficas (mapas, cartas topográficas e plantas) e informações a que se possa associar coordenadas. Esse processamento de dados georreferenciados pode ser utilizado para diversas aplicações.

Pode-se então, utilizando ferramentas de Geoprocessamento, elaborar mapas temáticos compostos por camadas de dados, sobre os diferentes temas que se quer abordar.

► **Nota:** Dentre os programas gratuitos disponíveis na rede mundial de computadores, um foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pode ser baixado pelo link abaixo: http://www.dpi.inpe.br/terraview/php/dow.php?body=Dow

Sistemas de Informações Geográficas – SIG

Minhas observações

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas cujas principais características são: “a integração, numa única base de dados, de informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados”.

Os objetivos principais de um SIG são: organização, integração e visualização de dados, produção de mapas, consulta e análise espacial e previsão.

Suas vantagens são: permite a realização de análises e inferências em um ambiente de integração de informações e a manutenção de dados integrados, garantindo uma maior acessibilidade e a incorporação de processos.

A estrutura básica de um SIG é composta por três elementos: objetos geográficos, camada, tema ou plano de informação e atributos.

- ✓ **Objetos Geográficos:** são os fenômenos do mundo real que se deseja representar. Exemplo: limites municipais e estaduais, estradas, lotes, lagos, plantas químicas, rotas de transporte, unidades de saúde e outros. São digitalizados por instrumentos específicos e com finalidades pré-estabelecidas: pontos (utilizados para representar eventos ou locais determinados), linhas (normalmente utilizadas para representar ruas, estradas e rotas), polígonos ou linhas fechadas (usualmente utilizadas para representar áreas formadas por mais de um ponto. Representam a demarcação dos limites de uma área, como municípios, lagos, sítios contaminados).
- ✓ **Camada, Tema ou Plano de Informação:** Coleção de objetos geográficos com características comuns, definidas pelo usuário. Alguns exemplos de camadas são: hidrografia (arquivos com rios, canais, lagos); malha viária (arquivo com rotas, avenidas, estradas); edificações (arquivo contendo lotes,

edificações, prédios); produtos perigosos (arquivo contendo os atributos das plantas com produtos perigosos); setores censitários (arquivo com os limites dos setores censitários e respectivas populações); eventos de saúde (camada de dados contendo os casos de intoxicações ou óbitos atribuídos a produtos perigosos).

- ✓ **Atributos:** Conjunto de dados tabulares de SIG. Têm as propriedades de qualquer banco de dados tabulares, com variáveis dispostas nas colunas (cujos nomes funcionam como chave de identificação do conteúdo das células) e registros de dados dispostos nas linhas. Cada arquivo cartográfico no SIG possui um banco de dados relacionado a cada objeto geográfico, sendo que sua ligação é invisível para o usuário, mas extremamente importante para as análises a serem feitas. Os atributos podem ser utilizados, por exemplo, na identificação de pontos ou áreas e respectivos atributos. Exemplo: plantas fixas; modais e rotas de transporte; acidentes químicos registrados; vulnerabilidades populacionais a acidentes químicos, como os pontos de captação de água para abastecimento de cidades.

Minhas observações

Veja, abaixo, um exemplo de planilha (tabela 3) simplificada para identificação de instalações contendo produtos químicos e tendo como atributos: estabelecimento, localização, latitude e longitude, produtos químicos utilizados ou armazenados, classe de Risco (ONU) e quantidade.

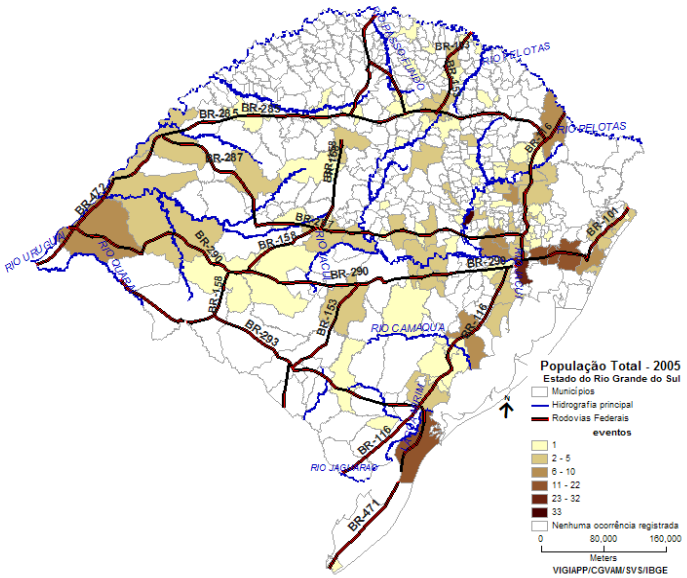
Tabela 3. Exemplo de planilha simplificada para identificação de instalações

EMPRESA	LOCAL	LAT/LONG	PRODUTOS	CLASSE	QTD
CUBA	CAMPO GRANDE – MS	- 0,9581 - 0,4789	GAS CLORO	2	1.000/dia

A partir de dados disponíveis é possível elaborar mapas para a visualização espacial dos eventos. Veja, a seguir, um exemplo de geoprocessamento da serie histórica dos acidentes químicos notificados no estado do Rio Grande do Sul (Brasil) durante os anos de 1994-2006, por município (figura 11). As cores mais escuras indicam um maior número de ocorrências.

Minhas observações

Figura 11. Exemplos de acidentes rodoviários no Rio Grande do Sul, Brasil – 1994-2006. Beltrami, AC.



Note que é possível, a partir da elaboração de mapas com dados oriundos de tabelas, realizar análises e inferências dificilmente observáveis caso fosse utilizada outra forma de apresentação desses dados.

Fontes de dados

Os dados utilizados no mapeamento e geoprocessamento podem ser oriundos de diferentes fontes e podem encontrar-se disponíveis em formatos diferenciados. Listamos abaixo algumas fontes de dados:

Minhas observações

- ✓ **Sensoriamento remoto** – Trata-se da aquisição de imagens por satélite de forma remota sem que haja necessidade da presença física no local a ser mapeado;

- ✓ **Global Positioning System (GPS)** – É um sistema de rádio navegação, baseado em satélite, desenvolvido e operado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. Ele permite que usuários terrestres, marítimos ou aeronáuticos determinem a sua posição tridimensional e localização geográfica em qualquer ponto do planeta, incluindo velocidade e horário, 24 horas por dia, sob qualquer condição climática e em qualquer local do mundo; com uma precisão e acurácia muito melhor do que qualquer outro sistema de rádio navegação disponível hoje;

- ✓ **Cadastros e bases de dados** – Algumas fontes de informações aptas a serem utilizadas em geoprocessamento podem ser localizadas em cadastros ou bases de dados já existentes seguindo o procedimento de Geocodificação.

Geocodificação de cadastros

O processo de geocodificação de cadastros consiste em atribuir a cada registro, um par de coordenadas geográficas (latitude e longitude) para que se possa georreferenciar o(s) ponto(s) ou área(s).

► **Nota:**

Latitude é a distância em graus, minutos e segundos de arco Norte ou Sul do Equador, medidos ao longo do meridiano do ponto, vai de 0 a 90º. No Brasil varia de 5,30°N a 35,30°S.

Longitude é à distância em graus, minutos e segundos de arco Leste ou Oeste do Meridiano de Greenwich, medidos ao longo do paralelo do ponto, vai de 0 a 180º. No Brasil, varia de 14°W a 73°W.

A geocodificação de cadastros pode ser realizada a partir de uma base de logradouros georreferenciada, a partir de pontos coletados em campo, com o auxílio de receptores GPS de navegação, ou ainda por conversão de mapas analógicos em mapas digitais georreferenciados.

Estas são alternativas para a utilização de dados já existentes ou que serão obtidos no campo. Para processá-los pode-se utilizar diferentes programas computacionais que também poderão gerar mapas a serem utilizados para as ações de vigilância em saúde ambiental, para o estabelecimento de prioridades de atuação e para subsidiar os tomadores de decisão quando da elaboração de políticas publicas entre outros.

Podemos concluir, portanto, que as informações geográficas necessárias para as ações de prevenção, preparação e resposta a um acidente químico podem ser obtidas de diferentes fontes e a maior importância reside no fato de se conhecer o território, suas características e vulnerabilidades sociais aos acidentes químicos.

Diante deste contexto, é de suma importância que se conheça a localização das indústrias de produtos químicos, as rotas por onde os mesmos transitam e os recursos para a atuação em caso de acidentes químicos.

A partir daí, serão desencadeadas ações preventivas e preparatórias, seja de capacitação de pessoal, de fiscalização em ambientes suscetíveis à ocorrência de eventos (sejam plantas fixas ou rodovias), avaliação de possíveis impactos às fontes de abastecimento de água destinada a consumo humano, ou até mesmo propostas de mecanismos de intervenção fora do setor saúde como, por exemplo, a mudança de uma rota de transporte ou a adequação da ocupação de solo de um município em função da redução do risco de exposição populacional a acidentes químicos.

Minhas observações

Tema 2.5 - Ações de Prevenção de APQ

Minhas observações

São muitas as iniciativas locais, regionais e mundiais desenvolvidas com a finalidade de prevenir acidentes químicos bem como preparar as equipes de resposta para atuar nesses eventos. Assim, este Tema abordará primeiramente os grandes programas preventivos desenvolvidos no mundo e, posteriormente, no Brasil. Em seguida, abordaremos as ações de preparação mais relevantes adotadas no Brasil.

A prevenção de APQ no mundo

Após a ocorrência de grandes catástrofes envolvendo a indústria química, como os desastres de Seveso, na Itália (1976), Cidade do México (1984) e Bhopal, na Índia (1984), diversas instituições internacionais concentraram seus esforços no sentido de serem desenvolvidos programas de apoio aos países, para que eles pudessem se preparar para não só prevenir, mas também enfrentar acidentes ampliados envolvendo produtos químicos. Dentre esses programas destacam-se:

- ✓ ***Diretiva 82/501/EEC – Comunidade Européia (CD,82/50L/EEC)***: mais conhecida como “Diretiva de Seveso”, foi elaborada pelos países da Comunidade Européia com a finalidade de prevenir, preparar e responder a acidentes industriais ampliados, minimizando suas conseqüências para os trabalhadores, para a população e para o meio ambiente. (Veja o site: http://www.unizar.es/guiar/1/Legisla/D82_501.htm)

- ✓ ***Prevenção de Acidentes Industriais Maiores***: Programa desenvolvido pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) voltado para a prevenção de acidentes industriais ampliados, com o objetivo de auxiliar os países no controle da manipulação de substâncias perigosas, a fim de proteger os trabalhadores, a população e o meio ambiente. (Veja o site: http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convds.pl?C174)

Minhas observações

- ✓ ***Atuação Responsável (Responsable Care)***: Programa desenvolvido pelo Canadian Chemical Producers Association - CCPA em 1985. Tem por finalidade promover o aperfeiçoamento da gestão das empresas químicas e de sua cadeia de valor, de forma a assegurar a sustentabilidade ambiental, econômica e social de seus processos e produtos, bem como contribuir para a permanente melhoria da qualidade de vida da sociedade. (Veja o site: http://www.ccpa.ca/ResponsibleCareHome.aspx)

- ✓ ***"Air Toxic Strategy"***: Programa desenvolvido pela Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos que contém ações para o controle de emissões de produtos químicos, tanto em situações de rotina como em emergências. Assim, as grandes liberações acidentais de produtos químicos passaram a ser tratadas num programa específico, o "Chemical Emergency Preparedness Program" (CEPP) . (Veja os sites: http://www.epa.gov/ttn/atw/urban/urbanpg.html e http://www.epa.gov/emergencies/docs/chem/tech.pdf)

- ✓ ***The Emergency Planning and Community Right-to-Know Act" (EPCRA)***: Desenvolvido pelo "Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) Title III" no ano de 1986, estabelece que as empresas devem fornecer informações sobre a existência de produtos químicos e vazamentos em suas instalações. Estas informações devem ser mantidas e usadas por comitês locais e estaduais formados por instituições da comunidade, bem como pelos órgãos de saúde, bombeiros e equipes de resposta a emergências, de modo que possam ser desenvolvidos planos de emergência e coletadas todas as informações a serem fornecidas ao público. (Veja o site: http://www.fema.gov/government/grant/sara.shtm)

- ✓ ***Risk Management Program" (RMP)***: Programa coordenado pela EPA/USA para a prevenção e gerenciamento de risco em empresas que manipulam substâncias químicas e que possam causar grandes acidentes externos aos limites de suas instalações. Ele estabelece que a empresa incluída no programa deve estudar o seu *pior caso* ("worst case") em termos de acidente químico, de modo a estimar as possíveis distâncias perigosas para a população, subsidiando assim a elaboração de planos de emergência. (Veja o site:

http://www.epa.gov/oem/guidance.htm#rmp

Minhas observações

- ✓ ***Process Safety Management" (PSM)***: Programa coordenado pelo "Occupational Safety and Health Administration" (OSHA) dos EUA para a prevenção e gerenciamento de risco em empresas que manipulam substâncias químicas e que possam causar grandes acidentes externos aos limites de suas instalações. O PSM, além dos aspectos relativos à prevenção de acidentes externos e ocupacionais, inclui também medidas que abrangem as atividades de terceiros que operam nas instalações das indústrias. (Veja o site: http://www.osha.gov/SLTC/processsafetymanagement/index.html)

A prevenção de APQ no Brasil

Diversos órgãos públicos participam do processo de licenciamento ou alvará de funcionamento das atividades que manipulam ou movimentam produtos químicos. Dentre os principais destacam-se as Prefeituras, o Corpo de Bombeiros, o Ministério do Trabalho por meio das Delegacias Regionais do Trabalho (DRT), as Vigilâncias Sanitárias do Estado ou Municípios e os órgãos ambientais (municipais, estaduais ou federais). Cada um deles avalia diferentes aspectos do empreendimento a ser licenciado ou cadastrado.

Prefeituras

As Prefeituras são responsáveis pela emissão do Alvará de Funcionamento de atividades que manipulam produtos químicos (significa que a empresa está hábil para funcionar). Ele relaciona-se com o zoneamento urbano, não considerando aspectos de risco tanto ao trabalhador quanto a população eventualmente existente no entorno do empreendimento. Para isso, é avaliado se o empreendimento encontra-se localizado em área compatível com o Plano Diretor da cidade, ou seja, se a atividade pretendida pelo empreendedor poderá ser realizada no local desejado.

Minhas observações

Corpo de Bombeiros

O Corpo de Bombeiros é responsável pela análise dos projetos e vistoria da empresa, certificando-se que, no momento da vistoria, a (s) edificação (ções) possuía (m) as condições de segurança contra incêndio, ou seja, um conjunto de medidas estruturais, técnicas e organizacionais integradas para garantir um nível ótimo de proteção no segmento de segurança contra incêndios e pânico. No caso do armazenamento de produtos inflamáveis, o Corpo de Bombeiros verifica se foram atendidas as normas técnicas pertinentes.

Se o empreendedor apresentar sistemas de prevenção, detecção e combate a incêndios, este último compatível com o volume de produtos químicos inflamáveis que serão estocados, será emitido o Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (A. V. C. B).

Delegacia Regional do Trabalho

A NR2 – Norma Regulamentadora 2 – Inspeção Prévia do Ministério do Trabalho, exige que todo estabelecimento, antes de iniciar suas atividades, deverá solicitar aprovação de suas instalações ao órgão regional do Ministério do Trabalho (MTb), que é a Delegacia Regional do Trabalho - DRT. Ao realizar essa solicitação o empreendedor deverá descrever as atividades da empresa e o seu processo produtivo, informando inclusive máquinas e equipamentos que serão utilizados. Em seguida o DRT realizará uma vistoria conhecida por inspeção prévia e emitirá o Certificado de Aprovação de Instalações – CAI.

O estabelecimento que não atender à NR2 fica sujeito ao impedimento de seu funcionamento.

Vigilância Sanitária

As Vigilâncias Sanitárias, de um modo geral, são responsáveis pelo cadastramento ou licenciamento de estabelecimentos e

equipamentos de assistência e de interesse à saúde, como alimentos, medicamentos e cosméticos, dentre outros. Também avaliam os ambientes de trabalho por meio de programas voltados à saúde do trabalhador, assim como produtos, equipamentos ou procedimentos que possam causar, direta ou indiretamente, riscos à saúde da população.

Minhas observações

Portanto, o foco do cadastramento ou licenciamento é o risco sanitário oferecido pela empresa.

Órgãos Ambientais

A Resolução CONAMA nº 1, de 23/01/86, definiu pela obrigatoriedade de apresentação pelo empreendedor ao órgão ambiental responsável pelo licenciamento, que pode ser do estado ou da federação, de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, para as atividades modificadoras do meio ambiente, tais como estradas, ferrovias, portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos, oleodutos, gasodutos, minerodutos, complexos e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímicos, destilarias de álcool) e outros.

O EIA deverá contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, bem como identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade. Já o RIMA deverá conter as conclusões do EIA.

A Resolução CONAMA nº 237, de 19/12/97 definiu as etapas (licença prévia, licença de instalação e licença de funcionamento) e competências do processo de licenciamento ambiental (municipal, estadual e federal). Ela esclarece que os órgãos ambientais podem exigir, a qualquer momento, estudos específicos para que possam se manifestar sobre diversos aspectos do empreendimento (localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação)

considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou causadores de degradação ambiental, inclusive sobre os aspectos de risco. Nesse contexto, para uma manifestação quanto aos aspectos de riscos dos empreendimentos, os órgãos ambientais passaram a exigir a apresentação de um EAR - Estudos de Análise de Risco e um PGR - Programa de Gerenciamento de Risco.

A análise de risco é uma metodologia composta por diversas técnicas estruturadas, permitindo que o risco de uma instalação seja quantificado e posteriormente comparado com critérios de tolerabilidade de risco estabelecidos pelos estados ou pelo órgão federal de meio ambiente, IBAMA. Assim, uma nova unidade industrial somente é autorizada a se instalar se o risco imposto por sua atividade estiver dentro de padrões de risco aceitáveis.

Um EAR deve ter como objetivo principal responder às seguintes perguntas: O que pode acontecer de errado? Quais são as causas básicas dos eventos não desejados? Quais são as consequências? Qual é a frequência dos acidentes? O risco é tolerável?

Já o PGR é a formulação e a execução de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm o objetivo de prever, controlar ou reduzir o risco existente na instalação industrial, objetivando mantê-la operando dentro dos requerimentos de segurança considerados toleráveis.

Assim, os estudos de risco e o PGR são “ferramentas” de grande importância para a prevenção de acidentes na atividade industrial e em outras que manipulam produtos químicos, uma vez que propiciam os subsídios necessários para o conhecimento detalhado das possíveis falhas que podem acarretar acidentes, bem como as prováveis consequências destes eventos, possibilitando assim a implantação de medidas para a redução de risco e também para a elaboração de planos de para a resposta aos acidentes.

Minhas observações

Minhas observações

Iniciativas públicas visando a prevenção e a preparação para resposta

Além das abordagens apresentadas nas etapas de licenciamento ou cadastro de atividades potencialmente geradoras de acidentes químicos, há diversos planos e programas que foram desenvolvidos por órgãos públicos com a mesma finalidade. Vejamos alguns destes trabalhos.

Plano P2R2

No Brasil, em junho de 2004, após um grande acidente envolvendo a empresa Cataguazes de papel e celulose (Cataguazes/MG), o Ministério do Meio Ambiente, em conjunto com diversos outros Ministérios e órgãos ambientais de todos os estados brasileiros, elaborou o "Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos", popularmente conhecido por P2R2. O Plano recomenda que os estados se organizem e constituam comissões estaduais de P2R2 para desenvolverem os aspectos de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos, devendo ainda elaborar planos e protocolos para tal.

► **Nota:** Veja mais informações em: http://www.p2r2.gov.br/

Programa APELL

Foi desenvolvido por especialistas em desastres tecnológicos com produtos químicos do UNEP - Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas em 1988, após o acidente de Bhopal na Índia. O Programa APELL - Awareness and Preparedness for Emergencies at a Local Level tem como finalidade principal preparar a comunidade, governo e indústria para atuarem adequadamente em caso de

acidente químico, reduzindo o número de vítimas e danos à propriedade e ao meio ambiente. Para isso, ele requer a participação dos governos locais, das indústrias e da comunidade.

No Brasil, a ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química traduziu o Manual do APELL.

Minhas observações

► **Nota:** Veja mais informações em: http://www.unep.fr/scp/sp/

Organização Mundial da Saúde (OMS)

A OMS possui um programa intitulado PED - *Programa de Preparativos para Situações de Emergência e Socorro em Casos de Desastre*. O principal objetivo do PED é apoiar a criação e o fortalecimento institucional dos programas nacionais de desastres nos Ministérios da Saúde, e sua coordenação com todos os setores envolvidos na redução de desastres. O programa desenvolve ações de capacitação de pessoas na área de desastres, além de auxiliar os países da região das Américas na resposta às situações de emergência.

Em 1992, a OMS designou a CETESB como Centro Colaborador em “Prevenção, preparativos e resposta a situações de emergência química” para a América Latina e Caribe. Nessa condição, a CETESB em conjunto com a OPAS/Brasil têm realizado cursos, publicados diversos documentos técnicos sobre o tema e prestado apoio quando demandado pelos estados.

Rede de Emergências Químicas para América Latina e Caribe – REQUILAC

Trata-se de uma rede criada pela Organização Panamericana da Saúde (OPAS) e administrada pela CETESB constituída por profissionais de diferentes áreas de formação e interessados no tema

acidentes químicos. Os debates na rede têm caráter científico e abordam temas diversos relacionados à prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos.

Minhas observações

Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ)

A CONASQ, criada pela Portaria nº 319 de 27/12/2000, alterada pela Portaria nº 325 de 08/09/2003, constitui-se em importante fórum de debate e discussão de temas relacionados à Segurança Química no Brasil, bem como de promoção de atividades integradas entre as diferentes instituições que a compõem, voltadas à redução de riscos, ao meio ambiente e à saúde humana, decorrentes de atividades relacionadas a substâncias químicas. Integram a CONASQ: Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (ABEMA), ABIQUIM, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Central Única dos Trabalhadores (CUT), Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ), FUNDACENTRO, IBAMA, OPAS/OMS, Ministérios da Saúde, da Agricultura e Pecuária, do Meio Ambiente, das Relações Exteriores, do Trabalho e Emprego, da Integração Nacional, da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, de Minas e Energia e dos Transportes.

Tema 2.6 - Preparação para resposta para APQ

Sabemos que a preparação é a chave para um adequado atendimento a um acidente químico. Se estivermos bem preparados haverá uma boa chance de realizarmos um bom atendimento, cumprindo com segurança os procedimentos que foram estabelecidos em protocolos ou em um PAE - Plano de Ação de Emergência.

O atendimento, em si, deve ser a última etapa do processo de estruturação de uma equipe de resposta.

Minhas observações

Certamente você inicialmente passou (ou passará) por uma etapa de planejamento dessa atividade onde, considerando as atribuições e responsabilidades da sua instituição, definiu um modelo de atuação para a sua equipe.

Uma vez definido esse modelo, você terá melhores condições para estabelecer os seguintes aspectos básicos:

- ✓ **Rotinas Operacionais**: para cada um dos possíveis cenários acidentais que a equipe de resposta poderá atuar deverão ser definidos procedimentos para atendimento às ocorrências;

- ✓ **Recursos humanos e materiais**: prever recursos humanos e materiais adequados e em quantidades suficientes para atender às demandas;

- ✓ **Treinamentos**: definição de programas de treinamentos para as distintas funções dos técnicos da equipe de resposta;

- ✓ **Manutenção do Sistema**: periodicamente o sistema deverá ser reavaliado, atualizado e aperfeiçoado, com base nas experiências vividas, de forma que o mesmo mantenha e atenda o nível de desempenho desejado.

Apesar de todas as iniciativas já adotadas no país, ainda é pequeno o envolvimento do setor saúde nas ações de prevenção, preparação e resposta aos acidentes químicos. Como regra geral, os planos e programas em andamento necessitam incluir o setor saúde como elemento essencial que de fato é.

É importante também que ocorra a integração entre as equipes e instituições que atuarão nas emergências, sendo recomendável a elaboração de um Plano de Ação de Emergência ou protocolos onde estarão previstas as formas de acionamento, atribuições e responsabilidades de cada um, bem como os aspectos de coordenação da emergência.

Minhas observações

BIBLIOGRAFIA

- ABNT. NBR 7500: Identificação para o Transporte Terrestre, Manuseio, Movimentação e Armazenamento de Produtos, 2005.
- ANTT. Resolução Nº 420, 2004. Disponível em: http://www.antt.gov.br/resolucoes/00500/resolucao420_2004.htm
- Brasil. Vigilância ambiental em saúde de acidentes químicos ampliados no transporte rodoviário de cargas perigosas. Disponível em http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16732001000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt#tab1 . Acesso em 18/08/2011.
- FREITAS, C.M; PORTE, M.F.S.; GOMEZ, C. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. *Rev. Saúde Pública* [online]. 1995, v. 29, n. 6, pp. 503-514. ISSN 0034-8910. Disponível em: http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v29n6/12.pdf
- Manual de Manuseio, Auto Proteção e Transporte de Produtos Perigosos – 10ª Edição – PP10 – 2010 – INDAX.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Decreto Federal Nº 96.044, 1988. Disponível em: http://www.antt.gov.br/legislacao/PPerigosos/Nacional/Dec96044-88.pdf
- Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida à Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos. Disponível em: http://www.p2r2.gov.br/