

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás

PÓS-GRADUAÇÃO (LATU-SENSU) EM GERENCIAMENTO DE  
SEGURANÇA PÚBLICA

Renato Simões Correia

A Segurança do Bombeiro Militar do CBMGO no Atendimento a Emergências  
Envolvendo Gases Inflamáveis no Transporte Rodoviário

Goiânia (GO)  
2013

Renato Simões Correia

A Segurança do Bombeiro Militar do CBMGO no Atendimento a Emergências  
Envolvendo Gases Inflamáveis no Transporte Rodoviário

Artigo apresentado em cumprimento as exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Segurança Pública no Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu em Gerenciamento em Segurança Pública, sob orientação do Prof. Esp. Hárison de Abreu Pancieri.

Goiânia (GO)  
2013

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

Renato Simões Correia

A Segurança do Bombeiro Militar do CBMGO no Atendimento a Emergências  
Envolvendo Gases Inflamáveis no Transporte Rodoviário

Artigo apresentado em cumprimento as exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Segurança Pública no Curso de Pós-Graduação Lato-Sensu em Gerenciamento em Segurança Pública, sob orientação do Prof. Esp. Hárison de Abreu Pancieri.

Avaliado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nota Final: (     ) \_\_\_\_\_

---

Prof. Esp. Hárison de Abreu Pancieri.

A Segurança do Bombeiro Militar do CBMGO no Atendimento a Emergências  
Envolvendo Gases Inflamáveis no Transporte Rodoviário

Renato Simões Correia.  
(renatosimoes9@yahoo.com.br)

**RESUMO**

Os acidentes rodoviários envolvendo gases inflamáveis proporcionam um ambiente inseguro, através da formação de atmosferas perigosas devido à complexidade dos produtos que podem sofrer reações decorrentes de suas propriedades físico-químicas. O Corpo de Bombeiros Militar deve atender a emergência, porém o serviço deve ser realizado com muita cautela e segurança para toda a equipe. Priorizando a segurança dos bombeiros militares na emergência, o Comandante deverá tomar a decisão se deve ou não intervir, para isso é necessário conhecimento, atitude e responsabilidade. É importante que, não só o Comandante, mas todos os bombeiros militares tenham conhecimento dos perigos e riscos associados a emergências envolvendo os gases inflamáveis para tomar as medidas preventivas necessárias com o intuito de preservar a sua própria integridade física e a vida de todos os envolvidos na ocorrência. Considerando que a maioria dos acidentes de trabalho ocorrem devido a falhas humanas através de ações inseguras e que o bombeiro militar possui características próprias de insegurança associadas à ilusão da invulnerabilidade, há a necessidade de uma mudança cultural na Organização para que a segurança seja prioridade no atendimento a emergência.

**Palavras-chave: Segurança, gases inflamáveis, bombeiro militar.**

**ABSTRACT**

*Road accidents involving flammable gases provide an unsafe environment, through the formation of explosive atmospheres due to the complexity of the products that can undergo reactions due to their physicochemical properties. The Fire Brigade must meet the emergency, but the service should be performed with caution and safety for the whole team. Prioritizing the safety of the military in emergency firefighters, the Commander should make the decision whether or not to intervene, for this knowledge, attitude and responsibility is necessary. It is important that not only the captain, but all firefighters are aware of the hazards and risks associated with emergencies involving flammable gases to take the necessary preventive measures in order to preserve their physical integrity and life of all involved in occurrence. Whereas the majority of accidents occur due to human error and unsafe actions by the military firefighter has characteristics of uncertainty associated with the illusion of invulnerability, there is a need for a cultural change in the organization so that safety is priority attention emergency.*

**Keywords: Security, flammable gases, military firefighter.**

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico nas suas diversas vertentes, em especial na indústria química, está associado à criação de produtos cujas propriedades lhes conferem perigos e riscos acrescidos em relação aos produtos da natureza tradicionalmente utilizados pelo homem. É o caso, por exemplo, dos produtos químicos. Este fato associado a fatores tais como: condições das vias, manutenção de veículos, tipos de embalagens, capacitação do pessoal envolvido, entre outros, tornam esta atividade potencialmente geradora de acidentes tecnológicos.

Apesar de poder ocorrer em qualquer etapa do processo, da produção à utilização final, os acidentes com produtos químicos concentram seu principal risco ambiental no transporte, por expor a carga a situações que escapam ao controle, capaz de desencadear emergências a qualquer hora do dia e em qualquer ponto do deslocamento.

Assim, quando os bombeiros são solicitados para atender uma emergência envolvendo tais produtos, designados Produtos Perigosos, têm que estar dotados de conhecimento, equipamentos e treino que lhes permitam preservar a sua própria integridade física, bem como das pessoas e bens que pretendem socorrer e proteger.

A diversidade e complexidade de inúmeros Produtos Perigosos, quer considerados isoladamente, quer em mistura uns com os outros, bem como a gravidade das consequências de prováveis acidentes com os mesmos, determinam que, em muitos casos, a atuação dos bombeiros se limite ao isolamento da área afetada, devido à carência de meios e de treino especializados.

O estudo dos acidentes tem mostrado que muitas emergências químicas resultaram em acidentes fatais, ou lesões graves, envolvendo a equipe da emergência, devido ao uso de intervenções ofensivas inadequadas, colocando a equipe de emergência em condição de risco inaceitável (ARAÚJO, 2005).

Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, o atendimento as ocorrências de acidentes rodoviários envolvendo gases inflamáveis no perímetro goiano, porém o trabalho deve ser realizado de forma segura tanto para os bombeiros militares que prestam o atendimento quanto para as vítimas atendidas, para isso é necessário o conhecimento dos perigos, dos riscos associados e das ações a serem desencadeadas, a fim de capacitar operacionalmente os bombeiros

militares e promover a segurança do trabalho em ocorrências dessa natureza.

Dentro da linha de pensamento apresentada, pretende-se com a realização desta pesquisa, integrar conhecimento para a tomada de decisões, em nível tático, subsidiando as ações operacionais quanto ao atendimento a emergências. Ainda dentro deste contexto, objetiva-se: apontar os perigos e principais riscos associados de uma ocorrência envolvendo gás inflamável e propor uma mudança cultural a fim de evitar a ocorrência de acidentes com bombeiros ou eventos indesejáveis.

A pesquisa é de suma importância para o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás tendo em vista as condições inseguras que os bombeiros são expostos e as ações inseguras praticadas pelos mesmos, seja por imprudência, negligência ou imperícia.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### **Identificação de Produtos Perigosos**

A caracterização e enquadramento dos químicos como perigosos para o transporte restringem-se àqueles constantes dentre as nove classes de materiais estabelecido na Resolução 420/04 da ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres, que se baseia nas principais classes de produtos químicos definidos como perigosos, estabelecidos pela ONU (1997): Classe 1 – Explosivos; Classe 2 – Gases; Classe 3 – Líquidos inflamáveis; Classe 4 – Sólidos inflamáveis; Classe 5 – Substâncias oxidantes – peróxidos orgânicos; Classe 6 – Substâncias tóxicas e as infectantes; Classe 7 – Materiais radioativos; Classe 8 – Corrosivos; Classe 9 – Substâncias perigosas diversas. Os veículos e embalagens devem exibir os Painéis de segurança para identificarem caminhões que transportam produtos perigosos, que devem identificar o risco (placa na forma de losango) e o tipo de produto químico (placa retangular laranja). A identificação de segurança também deve constar nas embalagens de produtos, como tambores e caixas, e as fichas de emergência devem acompanhar a respectiva nota fiscal. Ainda, por convenção da OIT (Organização Internacional do Trabalho) são adotadas as FISPEQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos é um documento normalizado pela

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, conforme norma NBR 14725 (PASTL, 2012).

No caso de acidentes envolvendo transporte rodoviário, nenhuma intervenção direta deve ser feita sem que o produtor, expedidor, importador ou transportador tenham sido contatados de modo a confirmar as informações sobre o produto. Lembre-se, dependendo do acidente, pode ser que os documentos de embarque, ficha de emergência e simbologia de identificação tenham sido danificados (ARAÚJO, 2005).

E ainda, segundo o Tenente Marcos Vidal da Silva Júnior, chefe da Seção Operacional da Defesa Civil do Paraná, foram verificadas 1.703 irregularidades em caminhões de transporte e em empresas que armazenam produtos químicos perigosos, sendo a maioria relativa a erros de identificação, como simbologia inexistente ou inadequada (REVISTA EMERGÊNCIA, 2013).

### **Atendimento a emergências**

Procedimentos padrões de operação são necessários para garantir o funcionamento de qualquer organização, pois uma ação desorganizada irá expor ao risco, de forma inaceitável, a equipe de atendimento a emergência, podendo resultar em lesões graves ou morte, impactos ambientais ao meio ambiente e/ou perdas ao patrimônio (ARAÚJO, 2005).

Dentro de uma política de segurança no trabalho de bombeiros nenhuma ação pode ser isolada e, para tanto, devem ser estabelecidos regras e procedimentos para os trabalhos a serem realizados, quer seja através de planos de segurança, treinamento, conhecimento dos equipamentos, conhecimento dos riscos inerentes à profissão de bombeiro, aperfeiçoamento dos procedimentos operacionais padrão, modernização dos equipamentos de proteção individual, modernização dos equipamentos de proteção respiratória, protocolos de chamada, ações de comando, estratégias, mentalidade e conscientização na segurança das operações, política de qualidade e responsabilidade (CB PMESP – MTB36, 2006).

Porém, não basta ter normas e procedimentos visando a padronização das ações, é necessário que os bombeiros militares tenham ciência dessas ações, dos perigos e riscos associados, dos equipamentos de proteção, ou seja, todo o conhecimento necessário para a realização do serviço com a devida segurança.

Pela tradição de nossa centenária instituição, o bom desempenho de nossa missão está baseado no trinômio HOMEM – VIATURA – EQUIPAMENTO, devemos ainda acrescentar o treinamento, pois este se reveste de especial importância, pois o comando de uma operação precisa acreditar em um comportamento pré-concebido de sua tropa, caso contrário a instrução específica no local da ocorrência tomará sua atenção de maneira demasiada e não possibilitará vigilância sobre todas as variáveis que envolvem uma ocorrência (CB PMESP – MTB24, 2006).

A equipe de serviço envolvida em um acidente com produtos perigosos poderá enfrentar uma larga gama de problemas de saúde e segurança. Além do risco associado às propriedades físico-químicas ou toxicológicas do produto envolvido, outros aspectos, como riscos causados pela eletricidade estática, fadiga por calor, exposição ao frio, defeito de equipamentos etc., também podem contribuir para causar efeitos adversos ao pessoal (CB PMESP – MTB21, 2006).

### **Tomada de Decisão em Emergências envolvendo Produtos Perigosos**

Perigo é a qualidade (propriedade) daquilo que pode causar danos. Portanto, identificar perigos é identificar substâncias perigosas, agentes perigosos, produtos perigosos, situações perigosas, eventos perigosos, operações perigosas ou eventos danosos. Em muitos casos, a identificação de perigos pode ser feita sem técnicas especiais, e noutros requer aplicação de técnicas como Hazop<sup>1</sup>, APR<sup>2</sup> e What If<sup>3</sup> (CARDELLA, 2011).

As fontes de perigo são provenientes das condições adversas envolvendo as instalações, máquinas, equipamentos, ferramentas ou resultantes do manuseio, armazenagem e transporte de forma inadequada de substâncias químicas, podendo resultar em vazamento, liberação de energia, fogo, explosão, entre outras (MORAES, 2009).

---

<sup>1</sup>Hazop - O termo HazOp origina-se do inglês "Hazard and Operability Study". Também conhecido como "Estudo de Perigos e Operabilidade", o HazOp é uma técnica projetada para identificar perigos que possam gerar acidentes.

<sup>2</sup> APR - A Análise Preliminar de Riscos tem a finalidade de se determinar os possíveis riscos que poderão ocorrer na sua fase operacional e saná-los para que os mesmos não aconteçam.

<sup>3</sup> What If – Significa "E se?". Trata-se de um método especulativo onde uma equipe busca responder o que poderia acontecer caso determinadas falhas surjam.

Segundo Seito, et al. (2008, p. 380), “O risco é uma combinação da magnitude de consequências indesejáveis e da probabilidade dessas consequências ocorrerem”.

Segundo Cardella (2011, p.106) “Análise é a divisão de um todo em partes e o estudo minucioso dessas partes. Análise de Riscos é o estudo detalhado de um objeto com a finalidade de identificar perigos e avaliar os riscos associados”.

O risco associado ao evento perigoso resulta de dois fatores: frequência e consequência. Os sistemas de controle de emergências devem ser projetados para as consequências. Para fazer análise de consequências, devemos escolher o evento perigoso de nível adequado. Nos vazamentos de líquidos inflamáveis, por exemplo, interessam os eventos perigosos incêndio e explosão. Os incêndios podem ser em poças, jato de fogo, flash e bola de fogo; as explosões podem ser deflagrações ou detonações. A radiação térmica provoca uma taxa de incidência, medida em  $Kcal/(h.m^2)$  que é reduzida à medida que aumenta a distância do incêndio, e a explosão produz uma onda de pressão cuja intensidade é reduzida à medida que aumenta a distância do centro. Os efeitos da exposição aos campos de ação agressiva são estimados quantitativamente por estudos que utilizam modelos de vulnerabilidade (CARDELLA, 2011).

Considera-se Vulnerabilidade: Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis; Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente; Vulnerabilidade é o inverso da segurança (SEDEC, 5ª Ed.).

Para Araújo (2005, p. 592) “O Estudo de Vulnerabilidade é uma técnica quantitativa de análise de risco”.

O objetivo das operações de emergência é minimizar o nível de risco à Equipe de Emergência, à comunidade e ao meio-ambiente. Os atendentes de produtos perigosos devem conceber seu papel como avaliadores de risco, não como adivinhadores de riscos. Os níveis de risco são variáveis e mudam de acidente para acidente. Os fatores que influenciam o nível de risco incluem: Natureza do(s) produto(s) envolvido(s); Quantidade de produto envolvido; Resistência estrutural do tanque ao tipo de risco a que está exposto; Proximidade e grau de exposição ao produto perigoso; e Recursos disponíveis. Há ainda alguns riscos que se deve avaliar em relação à proteção das pessoas vitimadas, as equipes de atendimento e à

comunidade próxima ao cenário; são eles: os relacionados à saúde, aos incêndios e à reatividade (CB PMESP – MTB21, 2006).

Uma das mais importantes tarefas de um programa de gerenciamento de risco é a identificação dos perigos, pois é impossível mitigar um perigo que não pode ser identificado, ou ao menos entendido. Os métodos de identificação dos perigos podem ser divididos em três grupos: a) métodos comparativos; b) métodos fundamentais; e c) métodos do diagrama das falhas lógicas (SEITO, ET AL., 2008).

Quadro 1 – Métodos de identificação de perigos

<b>MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS</b>	Métodos Comparativos	Checklists
	Métodos Fundamentais	WHAT IF HAZOP FMEA
	Métodos dos Diagramas das Falhas Lógicas	Árvore das Falhas Árvore dos Eventos

Fonte: SEITO, ET AL./2008 – A Segurança Contra Incêndio no Brasil.

Convencido de que a tomada de decisão durante uma emergência requer um diagnóstico baseado em requisitos técnicos e operacionais bem definidos, o americano Ludwig Benner criou um processo sistemático para tomada de decisão, visando minimizar os riscos para a equipe durante o atendimento de emergência. O objetivo principal no atendimento a uma emergência química é proteger o público, meio ambiente e principalmente a equipe de atendimento. A avaliação do local permitirá tomar decisões e garantir a segurança de todos os envolvidos. A expressão “DECIDA” é uma abreviatura fácil para lembrar seis passos importantes para um atendimento seguro (ARAÚJO, 2005).

- D** – Detectar a presença do produto perigoso;
- E** – Estimar o dano provável sem intervenção;
- C** – Constituir os objetivos para o atendimento;
- I** – Identificar as opções para a ação;
- D** – Desenvolver a melhor opção;
- A** – Avaliar o progresso da ação.

Ainda, Segundo Araújo (2005, p.577), “Outros aspectos devem ser considerados: características do local; horário; condições meteorológicas e características topográficas.

Em geral, as guarnições são capazes de avaliar e combater incêndios estruturais devido ao grande número de ocorrências atendidas no dia a dia e ao constante treinamento dos profissionais nessa área. Por outro lado, a baixa estatística de acidentes com produtos perigosos os levam a uma dificuldade para efetuar uma rápida, abrangente e eficiente análise de riscos e perigos que envolvem o acidente. Tal situação deve ser compensada através do constante e insistente treinamento, pois uma pequena falha no atendimento poderá colocar a equipe de atendimento em uma situação de risco (CB PMESP – MTB21, 2006).

Figura 1 – Atendimento a emergência de GLP na BR-153



Fonte: 2ª Companhia Operacional do 9ºBBM - Morrinhos

Para se ter noção dos riscos, é necessário saber informações sobre ponto de fulgor, temperatura de auto ignição, pressão de vapor, temperatura crítica, limites de tolerância, entre outros. Os fatores a seguir serão necessários para identificar a vulnerabilidade e avaliação dos riscos envolvidos na operação e/ou situação de emergência existentes: a) Natureza do Risco do Produto envolvido (Classe de

Risco); b) Quantidade de material envolvido; c) Sistema de armazenamento e o tipo de ruptura ocorrido no tanque; d) Exposição do Público; e) Áreas de proteção ambiental; f) Áreas de utilidade pública; e g) Recursos materiais e humanos. A falta de conhecimento sobre o produto e seus riscos, associado à limitação de recursos humanos e materiais, além de comprometer o atendimento pode contribuir para piorar o cenário do acidente (ARAÚJO, 2005).

Atualmente analisadores portáteis de leitura direta podem detectar baixas concentrações de algumas classes específicas de produtos químicos, fornecendo informações no momento da amostragem, permitindo assim uma tomada rápida de decisão para as ações subsequentes ao acidente. É importante destacar que, durante o atendimento a acidentes ambientais com produtos perigosos, faz-se necessário o monitoramento constante, a fim de se avaliar os possíveis danos ao meio ambiente como também fornecer a concentração dos contaminantes presentes permitindo assim que as equipes de atendimento possam desempenhar suas atividades com segurança.

A decisão de intervir, ou muitas vezes de não intervir, não é fácil. Enquanto a maioria dos atendentes reconhece a necessidade inicial de isolar a área, proibindo a entrada de pessoas e de identificar os produtos perigosos envolvidos, muitos consideram a necessidade de desenvolver habilidades de análises reais e de resolução de problemas. O comandante tem que estar preparado para os riscos não previstos inicialmente, tomando as precauções de segurança adequadas. Garantir a vida é a mais alta prioridade tática de qualquer Emergência.

O fator tempo não é uma condicionante para o sucesso de uma operação de intervenção e vazamento, a melhor forma de executar as ações sempre será aquela que garantir a melhor condição de segurança, por isso, nenhum passo do procedimento deve ser ignorado. Um aspecto que pode levar ao não atendimento dos procedimentos, comprometendo a segurança das operações, é a pressão que poderá ocorrer das entidades públicas e da comunidade para ter uma solução rápida para o problema. Manter uma rodovia interditada por diversas horas irá criar uma situação de pressão insuportável que poderá colocar em risco não apenas a equipe de emergência, mas o público em geral. Podem existir situações de emergência em que a ação mais segura será não fazer nada, entretanto, para tomar esta decisão, é preciso que a equipe esteja consciente das situações de risco e das limitações dos recursos preventivos (ARAÚJO, 2005).

## **Emergências envolvendo Gases no Transporte Rodoviário**

Os gases apresentam grande variedade de propriedades físico-químicas. Pode-se listar mais de 150 tipos de gases e misturas utilizados. Além disso, é possível existir um ou mais riscos subsidiários associados (inflamável, corrosivo, oxidante e/ou asfixiante químico).

Partindo do princípio de que todos os bombeiros militares tem conhecimento da classificação dos produtos perigosos e dos tipos de gases (Classe 2), serão considerados os gases inflamáveis para efeito deste estudo. E ainda, devido a peculiaridade de cada gás inflamável, realizar-se-á uma abordagem geral para facilitar a compreensão, pois a análise de riscos específicos tornaria o estudo muito extenso.

**Gases inflamáveis:** gases que a 20°C e à pressão de 101,3kPa são inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar; ou Apresentam uma faixa de inflamabilidade com ar de, no mínimo, doze pontos percentuais, independentemente do limite inferior de inflamabilidade. A inflamabilidade deve ser determinada por ensaios ou através de cálculos, conforme métodos adotados pela ISO (ver Norma ISO 10156-1990). Quando os dados disponíveis forem insuficientes para a utilização desses métodos, podem ser adotados métodos comparáveis, reconhecidos por autoridade competente. (CB PMESP – MTB21, 2006, p.60).

Os gases inflamáveis formam misturas inflamáveis em mistura com o ar em concentrações menores ou igual a 13% ou cuja faixa de inflamabilidade seja maior que 12%. Para a definição destes parâmetros foi usado como referência a Amônia. Os gases deste grupo são, também, asfixiantes simples, desde que não estejam classificados como tóxicos. Ex: acetileno, hidrogênio, metano, GLP, entre outros. Apesar da identificação de radiação ser uma das prioridades para identificar produtos desconhecidos, a maioria dos especialistas em emergência química prefere monitorar inicialmente a inflamabilidade. Uma das razões é a probabilidade de encontrar uma atmosfera inflamável, pois mais de 50% dos acidentes envolvem produtos perigosos com estas características. Embora o risco de inflamabilidade envolva a maioria dos acidentes, sempre deve ser considerada a possibilidade da presença de gases ou vapores tóxicos (ARAÚJO, 2005).

Uma emergência envolvendo gases poderá apresentar grandes riscos se estes produtos forem tóxicos e/ou inflamáveis. A forma como a nuvem de gás é gerada e se dispersa no ambiente terá grande influência na identificação das áreas

de risco para isolamento do local. A Tabela “Distâncias de isolamento e Proteção Inicial”, proposta pelo manual de Emergências da ABIQUIM, sugere as distâncias adequadas para proteger as pessoas expostas aos gases sem a utilização de proteção respiratória, nos primeiros 30 minutos do vazamento.

A maioria dos gases inflamáveis são transportados liquefeitos sob pressão em recipientes de aço sem isolamento térmico. Quando ocorre um vazamento em fase gasosa, a pressão interna diminui até alcançar a pressão atmosférica. Durante este processo, a fase líquida entra em ebulição dando continuidade ao vazamento. A liberação de gás continua até que a temperatura alcance o ponto de ebulição, durante este processo, a temperatura no local pode chegar abaixo de zero grau (0°C), criando o risco de queimadura fria em caso de contato (ARAÚJO, 2005).

A densidade dos gases é outro fator a ser considerado. Os gases com baixa densidade tendem a subir e possuem baixa concentração e dispersão a nível do solo. Porém, próximo ao ponto de vazamento, a temperatura é bastante inferior a do ambiente e mesmo um gás de baixa densidade poderá apresentar concentrações perigosas ao nível do solo. Quando a pressão do gás é maior que 1 bar (1kgf/cm<sup>2</sup>), o vazamento ocorre na forma de spray. Este efeito altera a densidade da nuvem, tendendo a se dispersar perto do solo independente da densidade. A forma de nuvem e seu deslocamento dependem das variáveis atmosféricas, como temperatura, direção e velocidade do vento, chuvas, umidade, entre outras.

Os gases liquefeitos refrigerados ao mudarem de estado físico geram um volume de gás muito grande no ambiente, o metano liquefeito, por exemplo, expande aproximadamente 630 vezes o volume inicial, enquanto no caso do oxigênio líquido pode chegar a 800 vezes. (ARAÚJO, 2005).

Nem todo vazamento de gás inflamável resultará em fogo ou explosão. O grande risco de um vazamento envolvendo produtos inflamáveis é a possibilidade de explosão. O maior risco envolvendo gás liquefeito sob pressão acontece quando o recipiente encontra-se exposto a uma chama direta ou dentro de um incêndio, neste caso poderá ocorrer um fenômeno chamado *BLEVE*.

*BLEVE*: Sigla da expressão *BOILLING LIQUID EXPANDING VAPOUR EXPLOSION*. Explosão de vapores em expansão de líquido em ebulição. Fenômeno que ocorre quando há ruptura do recipiente de estocagem como consequência de fogo externo. Há uma liberação instantânea do produto em combustão, que rapidamente se expande na área de incêndio, gerando uma bola de fogo (SEDEC, 5ª edição).

Não existe tempo definido para que o fenômeno ocorra, tudo depende de algumas variáveis, como: proximidade das chamas no costado do vazio, temperatura da chama, espessura da chapa, capacidade do processo de resfriamento para retirar calor do metal, existem relatos que ocorreram em cinco minutos, enquanto outros levaram até duas horas. A presença de calor e outros aspectos mecânicos são as causas principais para dar início a este fenômeno. Quanto aos aspectos mecânicos, a colisão e a perfuração são duas possibilidades mais comuns de acontecer ao contrário da corrosão (ARAÚJO, 2005).

Segundo os mais que renomados autores, somente podemos extinguir as chamas numa válvula de segurança se temos como conter, ou ter uma ventilação natural adequada no ambiente de vazamento, pois em caso contrário após a extinção teríamos a formação de uma nuvem em condições explosivas, que poderá encontrar uma fonte de ignição próxima. Em não podendo extinguir, devemos fazer uma “queimada controlada” apenas resfriando a parte superior do recipiente em chamas para evitar que a pressão interna e a temperatura façam o aço entrar em tensão de escoamento, e romper com fenômeno do tipo *BLEVE* (PASTL, 2012).

O perigo dos gases, reside, principalmente nas possibilidades de vazamento dos mesmos, podendo formar com o ar atmosférico misturas explosivas. Quando escapam, podem facilmente atingir uma fonte de ignição onde se incendiam rapidamente. Quando isto ocorre, o incêndio só deverá ser extinto após a supressão do fluxo de gás, pois, caso este continue, o gás poderá reincendiar-se facilmente ou então produzir mistura explosiva com o ar, estabelecendo condições mais perigosas que o próprio incêndio (SECCO, 1982, p.48).

É imprescindível que a guarnição de bombeiros mantenha a maior distância possível, aplicando o jato de água o mais longe que conseguir. Em caminhões tanques, recomenda-se amarrar o esguicho em algum obstáculo, como poste, árvore ou similar, e afastar-se. Em Kingman, Arizona, Estados Unidos da América, em 1973, um tanque com GLP de uma carreta rodoviária com a válvula de segurança em chamas, mesmo estando sob resfriamento com mangueiras manuais, sofreu o fenômeno de *BLEVE* em menos de dez minutos. Isso prova que a Resposta à Emergência vai depender muito do projeto do tanque e de sua válvula de segurança. O importante é o isolamento, e nestes casos, de vasos em caminhões ou mesmo estacionários de volumes acima de 1 m<sup>3</sup> é recomendável ampliar a área de

isolamento, ao menos para uns 300m iniciais e depois iniciar-se o Sistema de Comando de Incidentes – SCI (PASTL, 2012).

A concentração de gases e vapores no ar pode ser rapidamente determinada pela leitura direta dos instrumentos como, por exemplo, o explosímetro. Essa leitura pode ser definida em aparelhos nos quais as amostras e análises são tomadas diretamente pelo instrumento, e as informações necessárias podem ser lidas diretamente em um mostrador ou indicador, possibilitando o monitoramento constante do ambiente, permitindo assim, uma tomada rápida de decisão para as ações subsequentes.

Na maioria das vezes, a equipe de emergência não terá acesso imediato aos resultados de monitoramento, entretanto existem indicadores físicos que poderão alertar para a existência de uma atmosfera acima de valores de IDLH (IPVS)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> IPVS sigla de Perigo Imediato para a Vida ou à Saúde (cuja sigla em inglês é IDLH - Immediately Dangerous to Life or Health Air Concentration).

Tabela 1 – Indicadores físicos de atmosfera perigosa

ÁREAS ABERTAS	Nuvens visíveis de gás ou vapor	Indicam grande concentração de contaminantes, sendo um alerta para que as pessoas não entrem na área de risco.
	Vazamento de um tanque a granel ou vaso de processo	Armazenam grandes quantidades de produto na forma líquida e gasosa. Gases liquefeitos por pressão ou temperatura liberam grandes volumes no volume, ou seja, um litro de GLP, liquefeito por pressão, equivale a 250 vezes o volume em gás.
	Grande vazamento de líquido	Todos os líquidos liberam vapores quando vazam. Quanto maior a pressão de vapor, maior a capacidade de liberar vapores, mais volátil o produto. Poças provenientes de gases liquefeitos inflamáveis e/ou tóxico (GLP, Cloro, Amônia) são particularmente perigosos.
INDICADORES BIOLÓGICOS	Seres vivos	Pássaros mortos, folhas amareladas, animais doentes ou pessoas são indicadores fortes que um vazamento químico pode ter ocorrido.
	Potencial de danos	Produtos perigosos com potencial de causar danos imediatos, como gases tóxicos ou produtos com baixo IDLH (IPVS) requerem cuidados adicionais.
	Olfato	A percepção de odores fortes é um sinal de que alguma coisa está errada.

Fonte: Autor, CORREIA/2013 – adaptado de ARAÚJO/2005 - Segurança na Armazenagem, Manuseio e Transporte de Produtos Perigosos

Nas situações de emergência, é necessário que os bombeiros possuam os equipamentos de proteção individual adequado à sua missão. Se os EPIs forem de qualidade e utilizados corretamente, os acidentes podem ser reduzidos ou mesmo evitados. Contudo, o fato de possuir e de utilizar bons EPIs não garante, por si só, a segurança. Todo equipamento de proteção tem limitações que obrigatoriamente devem ser conhecidas. A instrução e as capacidades física e psíquica são, também, importantes fatores para a segurança do bombeiro.

### Acidentes do Trabalho

Define-se como acidente do trabalho aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho. Consideram-se acidente do trabalho a doença profissional e a doença do trabalho (MORAES, 2013).

Entre os vários estudos desenvolvidos no campo da segurança do trabalho, encontra-se a teoria de Heinrich. De acordo com a referida teoria, o acidente e conseqüentemente a lesão são causados por alguma coisa anterior, alguma coisa onde se encontra o homem, e todo acidente é causado, ele nunca acontece. É causado porque o homem não se encontra devidamente preparado e comete atos inseguros, ou então existem condições inseguras que comprometem a segurança do trabalhador, portanto, os atos inseguros e as condições inseguras constituem o fator principal na causa dos acidentes.

Figura 2 – Teoria do dominó de Heinrich



Fonte: <http://dc317.4shared.com/doc/1mDXMolH/preview.html>

acesso em 20.11.2013

Muito frequentemente, a adrenalina do atendimento faz com que os bombeiros tomem atitudes precipitadas e executem ações inseguras, pelo fato de que algo deve ser feito (CB PMESP – MTB24, 2006).

As falhas são fatores do risco e na quase totalidade dos casos os acidentes ocorrem devido a algum tipo de falha. No conjunto das falhas, a falha humana tem destaque especial. A quase totalidade das falhas pode ser atribuída, de uma forma ou de outra, a fatores humanos. Podemos classificá-las em três tipos (CARDELLA, 2011):

Tabela 2 – Classificação de Falhas Humanas

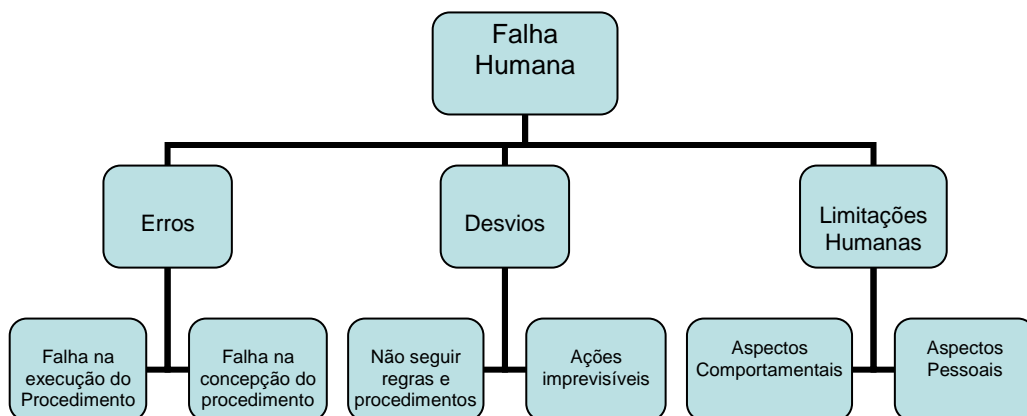
<b>FALHA TÉCNICA</b>	Quando cometida por falta de meios adequados para exercer a função. O homem falha porque não sabe ou não pode fazer da maneira correta. Tem grande probabilidade de continuar se repetindo se as condições não forem modificadas.
<b>FALHA POR DESCUIDO</b>	Decorre da incapacidade dos mecanismos inconscientes e automáticos em controlar ações do homem. O homem tem todos os recursos e atua corretamente um grande número de vezes, mas esporadicamente ele falha.
	Quando provocada pela adoção de procedimentos alternativos que envolvem maiores riscos que o procedimento-padrão. Os

<b>FALHA CONSCIENTE</b>	procedimentos alternativos visam atingir outras metas ou interesses como custo, prazo, produtividade, qualidade, conforto ou status. A pessoa conhece o procedimento seguro e desvia-se dele, não por descuido, mas por decisão consciente.
-------------------------	---

Fonte: Autor, CORREIA/2013 – adaptado de CARDELLA/2011- Segurança na Armazenagem, Manuseio e Transporte de Produtos Perigosos

A Teoria da Vulnerabilidade, também chamada de Modelo Queijo Suíço para as Causas de Acidentes foi idealizada por Reason em 1990. Seu modelo procura analisar o modo que os seres humanos contribuem para as falhas a ponto de produzir um acidente. A chamada “falha humana” pode ocorrer, afinal as limitações humanas estão relacionadas a questões físicas e psicológicas, tornando-se barreiras ao bom funcionamento da “máquina humana”. Usar a expressão “falha humana” é mais abrangente do que “erro humano”, pois a “falha humana” está associada a “erros, desvios e limitações” (MORAES, 2009).

Figura 3 – Possibilidade da falha humana



Fonte: MORAES/2009 - Elementos do Sistema de Gestão de SMSQRS

Estudos têm demonstrado que muitos bombeiros são personalidade tipo "A". Tipicamente, estas pessoas são altamente competitivas, enérgicas, agressivas, autoconfiantes, idealistas, perfeccionistas. Ironicamente, muitas características que

fazem homens e mulheres excelentes bombeiros, também os tornam vulneráveis aos problemas relacionados ao estresse (CB PMESP – MTB36, 2006).

Para entender o comportamento é preciso destacar que o ser humano é naturalmente reativo, anárquico, gosta de ser reconhecido e possui a ilusão da invulnerabilidade. Essas características nos fazem entender porque algumas pessoas são reativas às mudanças e estão sempre propensas a ignorar ou suprimir etapas dos procedimentos. Os trabalhadores experientes tendem a se comportar de forma perigosa, pois acreditam que nada vai acontecer, trabalham além das limitações operacionais, superestimando a probabilidade da sorte. A ilusão de invulnerabilidade faz com que as pessoas tenham as seguintes características de comportamento: a) Buscam desafios e situações problemáticas para dominar; b) Acreditam que nada vai acontecer e que não irão se machucar; c) Tendem a olhar apenas o lado positivo, ignorando pensamentos desagradáveis; d) Distorcem fatos objetivos para justificar seu comportamento de risco; e) Subestimam a probabilidade de ocorrência de acidente e as consequências desagradáveis (morte, lesão grave, doenças, entre outras). (MORAES, 2009)

O sucesso ou fracasso das operações de emergência dependerá do modo que o primeiro no local estabelecerá o comando. O Comandante da Ocorrência não pode simplesmente iniciar as operações até que a área de perigo tenha sido identificada e o perímetro de isolamento assegurado. Sempre haverá situações onde as avaliações iniciais justificarão que as Equipes de Emergência partam imediatamente para operações de resgate (por exemplo, um motorista que nitidamente está vivo e preso na cabine de um caminhão tanque em chamas transportando gasolina). Entretanto, mesmo sob situações mais extremas, a implantação de tarefas iniciais de gerenciamento do local salvará vidas. Não se deve permitir que uma situação ruim se torne pior deixando que as unidades de socorro envolvam-se em situações de resgate sem seguir procedimentos de segurança na operação (CB PMESP – MTB21, 2006).

Figura 4 - Atendimento a emergência de GLP na BR-153



Fonte: 2ª Companhia Operacional do 9ºBBM – Morrinhos

Toda organização é caracterizada por um complexo de padrões de comportamento, crenças e valores, transmitidos coletivamente. Esse complexo, chamado cultura organizacional, é constituído pelas formas de expressão do grupo social. A Organização tem personalidade própria, isso decorre de seu caráter sistêmico. A cultura muda por pressão externa ou interna. A alteração no modo de pensar envolve uma percepção totalmente nova, algo que era visto com admiração pode passar a ser visto como reprovável. Pode-se provocar a mudança cultural. O processo deve ser conduzido pela liderança. A liderança conta com instrumentos para promover a mudança. Um dos mais fortes é o exemplo, pois as pessoas aprendem com muita facilidade pelo processo da imitação. Os liderados tendem a imitar o comportamento do líder. A visão de futuro e o sistema de gestão também são instrumentos de mudança. O sistema de gestão introduz conhecimentos, informações e práticas que modificam elementos culturais (CARDELLA, 2011).

Segurança no trabalho é uma questão cultural, uma questão de formação e informação, de entendimento e valorização da vida, como também forma de evitar os altos custos que representa para a sociedade (CB PMESP – MTB36, 2006).

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Embora não haja uma estatística significativa de acidentes envolvendo gases inflamáveis e também de acidentes do trabalho envolvendo bombeiros militares do CBMGO, o estudo requer atenção, pois trata-se de evento perigoso que poderá resultar em consequências desastrosas se os procedimentos não forem realizados com segurança.

No estudo, pode-se observar a complexidade do atendimento a emergências com produtos perigosos, devido ao risco associado às suas propriedades físico-químicas ou toxicológicas, além da dificuldade para identificar o produto, seja pelo dano dos meios de identificação provocado no acidente ou pela falta de cumprimento da legislação e normas de transporte de Produtos Perigosos. Todos esses fatores comprometem a segurança dos bombeiros no cenário da ocorrência.

A tomada de decisão foi abordada em um capítulo a parte devido a sua importância no contexto, pois uma decisão equivocada poderá comprometer a segurança de toda equipe de emergência e ainda, evoluir o acidente para consequências desastrosas. O comandante da ocorrência deverá ser uma pessoa competente e qualificada para avaliar um acidente em particular e determinar as necessidades de segurança apropriadas. Associadas a essa difícil missão, tem-se as pressões de populares e autoridades para a resolução do problema visando o restabelecimento da normalidade. O processo sistemático proposto pelo americano Ludwig Benner, “DECIDA”, é uma boa alternativa para o Comandante iniciar sua primeira resposta a emergência. Sempre lembrando que o desenvolver de uma ocorrência é dinâmico e exige sempre a revisão da tática adotada de forma que possamos manter os riscos em baixos níveis e desenvolver nossa atividade de maneira segura.

No estudo, observou-se que na maioria dos casos, os acidentes ocorrem devido a algum tipo de falha. A quase totalidade das falhas pode ser atribuída a fatores humanos, seja porque o homem não se encontra devidamente preparado e comete atos inseguros, ou existem condições inseguras que comprometem a segurança do homem. A falta de conhecimento e a ilusão de invulnerabilidade do bombeiro militar podem contribuir para as ocorrências de acidentes de trabalho.

Foram citados alguns métodos de identificação de perigos, porém os mesmos são mais utilizados em processos industriais. Mas isso não impede que alguns desses métodos, como por exemplo: o *WHAT IF*, possam ser usados para realizar o

levantamento dos perigos e riscos associados que ameacem os bombeiros no exercício de sua profissão.

Devido a grande quantidade de propriedades físico-químicas que os gases apresentam, não foi possível realizar um estudo individual dos gases inflamáveis e mais aprofundado, mas nota-se que de uma forma geral, os gases apresentam perigos e riscos associados que requerem muito conhecimento por parte da equipe de atendimento. Evidenciou-se no estudo, a necessidade de limitação da distância na primeira resposta e a utilização de EPI - Equipamento de Proteção Individual pelos bombeiros.

Recomenda-se, devido à complexidade e periculosidade no atendimento a emergências com produtos perigosos, a elaboração e implementação de Normas de Segurança (NS), assim como foram implementadas as Normas Administrativas (NA) e as Normas Operacionais (NO) no CBMGO. A Norma de Segurança deverá conter informações e dados dos gases inflamáveis individualmente, como: características físico-químicas, toxicologia, metodologia de identificação de perigos e riscos associados, EPIs necessários, reações químicas, distâncias de isolamento, ou seja, todas as informações para subsidiar a tomada de decisão, ou ainda, proporcionar ao Oficial de Segurança do SCI, referência para a realização de sua função quando for desencadeado o Sistema de Gerenciamento da Emergência. Recomenda-se ainda, na elaboração da NS, a participação dos bombeiros mais experientes, ou seja, que já passaram por diversas situações de perigo, além de estudo de casos e registros de incidentes ou acidentes, visando suprir a NS de dados e informações que auxiliem na tomada de decisões.

Na pesquisa realizada, verificou-se que os bombeiros possuem características que os tornam vulneráveis. Com a ilusão da invulnerabilidade, ignoram a segurança e ficam a mercê da própria sorte comprometendo toda a Operação. Devido a essas ações inseguras, é necessária uma mudança cultural na Corporação a fim de evitar a ocorrência de acidentes. Sugere-se, a implementação de um sistema de gestão que introduza no CBMGO a Segurança como a operação toda e não parte da operação. E ainda, uma gestão visando a conscientização dos comandantes das ocorrências para realizarem a avaliação da emergência, com planejando das ações, antes de partir para a intervenção.

A carência de literatura sobre o tema “Segurança do Bombeiro Militar” e a inexistência de uma NR - Norma Regulamentadora específica para os trabalhadores

dos serviços de emergências, prejudicou a pesquisa. Daí a necessidade de buscar informações também em literaturas que abordam a segurança em serviços não emergenciais.

Satisfação maior do que haver realizado esta pesquisa, será a comprovação de que a mesma possa contribuir para a segurança dos bombeiros do CBMGO e a preservação de sua vida e integridade física. A conclusão deste estudo não se encerra, apenas inicia todo um trabalho em prol do desenvolvimento da nossa gloriosa Corporação. A sua elaboração permitiu identificar vários campos, que uma leitura atenta também identifica, para o desenvolvimento de outros trabalhos. Que o desafio não seja somente único, mas de todos os profissionais que atuam na área e que estejam, mais do que envolvidos, comprometidos com a segurança no desenvolvimento de suas atividades Bombeiro Militar.

## REFERÊNCIAS

ABIQUIM, Departamento Técnico, Comissão de Transportes. *Manual para Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos*. 5ª ed. São Paulo: 2006.

ARAÚJO, Giovanni Morais de. *Segurança na Armazenagem, Manuseio e Transporte de Produtos Perigosos*. Vol.1, 2ª ed. Rio de Janeiro: 2005.

CARDELLA, Benedito. *Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes – Uma Abordagem Holística*. São Paulo: Atlas, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - CB PMESP. Manual Técnico de Bombeiros - MTB. *Atendimento às Emergências com Produtos Perigosos, vol.21*. São Paulo: 2006.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - CB PMESP. Manual Técnico de Bombeiros - MTB. *Análise de Risco em Incêndio Estrutural, vol.24*. São Paulo: 2006.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO - CB PMESP. Manual Técnico de Bombeiros - MTB. *Segurança no Serviço de Bombeiros, vol.36*. São Paulo: 2006.

MORAES, Giovanni. Elementos do Sistema de Gestão de SMSQRS – Segurança, Meio Ambiente, Saúde Ocupacional, Qualidade e Responsabilidade Social. Vol.1, 2ª ed. Rio de Janeiro: 2009.

PASTL, Sérgio. *Manual de Prevenção de Explosões e Incêndios em Inflamáveis*. Porto Alegre: Spazio Italia Edições, 2012.

REVISTA EMERGÊNCIA. *Produtos Perigosos: Equívocos primários*. Rio Grande do Sul: n.55, p.14, outubro, 2013.

SECCO, Orlando. *Manual de Prevenção e Combate de Incêndios*. 2ªed. São Paulo: 1970.

SEITO, Alexandre Itiu et al. *A Segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SEDEC/MI – Secretaria Nacional de Defesa Civil. *Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres*. 5ª edição. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/defesa-civil/publicacoes>>. Acesso em: 22 de setembro de 2013, às 23h55min.