

ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS – ABMGO

LICURGO BORGES WINCK

**EVOLUÇÃO DE OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO
LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS NO ESTADO DE GOIÁS E
PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA O
ATENDIMENTO A ACIDENTES COM CARRETAS-
TANQUE UTILIZADAS NO TRANSPORTE**

**GOIÂNIA-GO
2015**

LICURGO BORGES WINCK

**EVOLUÇÃO DE OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO
LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS NO ESTADO DE GOIÁS E
PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA O
ATENDIMENTO A ACIDENTES COM CARRETAS-
TANQUE UTILIZADAS NO TRANSPORTE**

Artigo Científico, apresentado à ABMGO, como parte das exigências para conclusão de Curso de Formação de Oficiais e obtenção do título de Aspirante a Oficial, sob a orientação do Sr. Capitão QOC BM Wanderley Valério Oliveira.

GOIÂNIA-GO
2015

LICURGO BORGES WINCK

**EVOLUÇÃO DE OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO
LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS NO ESTADO DE GOIÁS E
PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA O
ATENDIMENTO A ACIDENTES COM CARRETAS-
TANQUE UTILIZADAS NO TRANSPORTE**

Artigo Científico, apresentado à ABMGO, como parte das exigências para conclusão de Curso de Formação de Oficiais e obtenção do título de Aspirante a Oficial, sob a orientação do Sr. Capitão QOC BM Wanderley Valério Oliveira.

Goiânia, 23 de Junho de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Nota

Nota

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus.

À minha família e minha noiva.

Ao comando da Academia Bombeiro Militar.

Ao instrutor orientador Cap QOC Wanderley Valério Oliveira.

Ao instrutor co-orientador Ten QOC Hugo Bazilio.

À coordenação do Curso de Formação de Oficiais.

A todos os instrutores que contribuíram nessa caminhada.

Aos colegas da Turma Cruz de Malta pelo apoio.

Aos militares da Academia Bombeiro Militar pela ajuda e colaboração.

Aos alunos e amigos que participaram dessa conquista,

A todos um muito obrigado!

EVOLUÇÃO DE OCORRÊNCIAS ENVOLVENDO LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS NO ESTADO DE GOIÁS E PROPOSTA DE PROCEDIMENTOS PARA O ATENDIMENTO A ACIDENTES COM CARRETAS-TANQUE UTILIZADAS NO TRANSPORTE

Licurgo Borges Winck¹

RESUMO

O estado de Goiás destaca-se pelo fato de ser ponto de recebimento e distribuição de combustível energético, bem como um dos maiores produtores de etanol. O aumento da produção, distribuição e transporte de líquidos inflamáveis no Brasil e no estado de Goiás é evidente, bem como o número de acidentes registrados nesse tipo de ocorrência envolvendo o transporte com carretas-tanques dentro do estado. Este trabalho consiste em apresentar a evolução dos acidentes envolvendo líquidos inflamáveis no estado de Goiás e discutir alguns procedimentos e ações a serem aplicadas no atendimento a ocorrências envolvendo carretas-tanque que realizam o transporte.

Palavras-chave: Produtos Perigosos, Líquidos Inflamáveis, Transporte Rodoviário, Procedimentos de Emergência.

ABSTRACT

The Goiás state stands out because it is a point of receipt and distribution of energy fuel, as well as a major producer of ethanol. Increased production, distribution and transportation of flammable liquids in Brasil and in the Goiás state is evident as well as the number of accidents recorded in this type of occurrence involving transport of tanks trucks in all the state. This work is to present the evolution of accidents involving flammable liquids in the Goiás state and discuss some procedures and actions to be applied in attendance to events involving tank trucks which transports.

Keywords: Hazmat, Flammable Liquids, Road Transport, Emergency Procedures.

1. Bombeiro militar no estado de Goiás de 2004 a 2010 através do Curso de Formação de Praças, como também, com formação e passagem pelo CBM-DF de 2011 a 2013. Graduado em Tecnologia Eletromecânica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Pós-Graduado em Telecomunicações pela Universidade Federal de Goiás, Mestre em Ciências Mecânicas pela Universidade de Brasília e Doutorando em Ciências Mecânicas pela Universidade de Brasília.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Atendimento a ocorrência de explosão de carreta-tanque em agosto de 2010 em Goiânia-GO	14
Figura 2 -	Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Ipiranga de Goiás-GO envolvendo o produto perigoso ONU 1202 (diesel)	14
Figura 3 -	Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Alexânia-GO envolvendo o produto perigoso 1203 (gasolina)	15
Figura 4 -	Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Goiânia-GO envolvendo o produto perigoso 1170 (etanol)	16
Figura 5 -	Uso de espuma mecânica no cobrimento de poça de líquido inflamável	20
Figura 6 -	Sistema e seqüência de Aterramento	22
Figura 7 -	Processo de desvaporização em ocorrência na marginal botafogo atendida pelo CBMGO	24
Figura 8 -	Esquema de procedimento para aplicação de espuma após a transferência da carga	24
Figura 9 -	Destombamento com uso de guindastes e guinchos	25
Figura 10 -	Destombamento com uso de guindastes em ocorrência na Marginal Botafogo em Goiânia-GO em dezembro de 2014	26
Figura 11 -	Absorção de Líquido Inflamável em ocorrência na Marginal Botafogo em Goiânia em dezembro de 2014	27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução de distribuição e produção no Brasil	17
Gráfico 2 - Evolução de distribuição e produção em Goiás	17
Gráfico 3 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo produtos perigosos e de líquidos inflamáveis no estado de Goiás	18
Gráfico 4 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo líquidos inflamáveis no estado Goiás e seus principais agentes	18
Gráfico 5 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo líquidos inflamáveis e respectivos acidentes em transporte	19

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANP - Agência Nacional do Petróleo
- ANTT - Agência Nacional de Transporte Terrestres
- CBMGO - Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
- COB - Centro de Operações Bombeiro
- CNTP - Condições Normais de Temperatura e Pressão
- FUNDACENTRO - Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho.
- GOPP - Grupo de Operações com Produtos Perigosos
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- MOPP - Manual de Operações com Produtos Perigosos
- NBR - Norma Brasileira de Regulamentação
- NFPA - *National Fire Protection Association*
- ONU - Organização das Nações Unidas
- PP - Produtos Perigosos
- PF - Ponto de Fulgor
- SCI - Sistema de Comando de Incidentes
- SIAE - Sistema Integrado de Atendimento a Emergências
- SSP - Secretaria de Segurança Pública

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	Líquidos Inflamáveis	10
2.2	Limites de Inflamabilidade	11
2.3	Eletricidade Estática	12
3	METODOLOGIA	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
4.1	Ocorrências Atendidas pelo CBMGO	13
4.2	Estatísticas do Setor	16
4.3	Discussão de Procedimentos	20
5	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS	28
	APÊNDICE A - PROCEDIMENTO PROPOSTO	30

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de uma sociedade conduz ao crescimento do consumo energético e conseqüentemente de líquidos inflamáveis utilizados nesse processo (Gasolina, Etanol, Diesel, entre outros). O planejamento da prevenção dos acidentes com esses produtos ocorre nas várias fases do ciclo de vida– produção, transporte, armazenamento, utilização e descarte de resíduos (FUNDACENTRO, 2014), porém os maiores riscos, segundo Junior (2008), encontra-se no transporte.

Além disso, o transporte de produtos perigosos no Brasil concentra-se, sobretudo, no modo rodoviário (Junior, 2008). É durante o transporte que a carga é exposta a situações em que, em regra, não há como evitar os riscos devido a fatores adversos, tais como os acidentes com outros veículos, condições de transporte e do trânsito, traçado da pista e de sua manutenção, habilidade e condição do motorista e do veículo, bem como fatores bastante dinâmicos como o clima e o relevo.

Segundo Oliveira (2011), o estado de Goiás destaca-se pelo fato de ser ponto de recebimento e distribuição de combustível energético, bem como um dos maiores produtores de etanol. Além disso, essa região tem localização estratégica no Brasil sendo limítrofe com o Sudeste, Nordeste e Norte, assim possibilitando o aumento de consumo de combustível, bem como maiores probabilidades de acidentes rodoviários. Também de acordo com essa pesquisa os produtos perigosos com maior incidência de ocorrências, entre período de 2007 a 2010 no estado de Goiás foram o GLP, Óleo Diesel, Etanol e Gasolina.

Segundo relatório do IBAMA de 2010, em relação a acidentes ambientais envolvendo produtos perigosos, 20,4% dos acidentes na região Centro-Oeste do país envolve a Classe de Risco nº 3 referente a líquidos inflamáveis, seguido de 14,2% de acidentes envolvendo Gases. Nesse aspecto, destaca-se também que 31,3 % desses acidentes ocorrem em rodovias, seguido de 10,9 % nas Indústrias.

Além disso, foi apresentado na mesma pesquisa, que o órgão mais atuante nesse tipo de acidente ambiental, foi os Corpos de Bombeiros Militar com 31,3 %, seguido da Polícia Rodoviária Estadual e/ou Municipal e Policial Militar com 11,3 %.

De acordo com MOPP/GOPP (2004), O Corpo de Bombeiros Militar atua nas cinco fases do atendimento a ocorrências envolvendo produtos perigosos, como a identificação, isolamento, salvamento, contenção e descontaminação. Essa atuação dos Corpos de Bombeiros Militares tem ainda mais destaque no estado de Goiás,

pois além de trazer no espoco de sua Missão institucional "Proteger a vida, o patrimônio e o meio ambiente para o bem estar da sociedade", destaca-se como órgão mais atuante em ocorrências de atendimento a emergência com líquidos inflamáveis, principalmente no transporte rodoviário.

Avaliando então a situação mais específica do problema, observa-se a necessidade de uma discussão mais detalhada e profunda dos principais riscos inerentes ao atendimento a emergências envolvendo carretas tanque que realizam o transporte de líquidos inflamáveis, bem como padronizar ações básicas para minimizar estes riscos e realizar um atendimento cada vez mais qualificado e eficiente.

A análise de imagens reais de ocorrências auxilia no estudo dos riscos, a vulnerabilidade, as ameaças e a periculosidade desses atendimentos, bem como o registro estatístico se faz um instrumento pertinente para criação de programas para o gerenciamento dos riscos, além de contribuir com várias informações e respostas para os pesquisadores no desenvolvimento científico.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar a evolução dos acidentes envolvendo líquidos inflamáveis no estado de Goiás e discutir alguns procedimentos e ações a serem aplicadas no atendimento a ocorrências envolvendo carretas-tanque que realizam o transporte. Além disso, propor a adição do tema na norma operacional de produtos perigosos que está em desenvolvimento no estado de Goiás.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Líquidos Inflamáveis

O ponto de fulgor (PF) é a referência principal para se caracterizar um determinado líquido como inflamável ou não, sendo a menor temperatura de um líquido ou sólido, na qual os vapores misturados ao ar atmosférico, e na presença de uma fonte de ignição, iniciam a reação de combustão (NFPA 30, 2012).

Segundo a Resolução nº 420 da ANTT, as substâncias inflamáveis são definidas como misturas de líquidos, ou líquidos contendo sólidos que produzem vapor inflamável com o ar atmosférico a temperaturas máximas de 60,5 °C (sistema fechado) e até 65,6 °C (sistema aberto). São exemplos de substâncias inflamáveis

os solventes orgânicos, combustíveis, derivados do petróleo, tintas, lacas e vernizes (ANTT, 2004).

Dessa forma, neste trabalho será abordado mais detalhadamente os três principais líquidos inflamáveis da Classe nº 3 (Óleo Diesel, Gasolina e Etanol) produzidos e transportados dentro do estado de Goiás, bem como, com maior número de acidentes registrados.

2.2 - Limites de Inflamabilidade

Segundo Carvalho Júnior e McQuay (2007), o processo de combustão caracteriza-se por uma reação exotérmica muito rápida entre combustível e oxidante, acompanhada por liberação de calor. O fenômeno da combustão pode ser dividido em quatro fases: 1. Ignição da mistura. 2. Formação da chama. 3. Propagação da chama. 4. Excitação da chama. Para que ocorra essa seqüência de eventos, além de uma fonte de ignição é necessário que a mistura combustível - oxidante esteja dentro do intervalo de inflamabilidade.

Limites de inflamabilidade são as principais propriedades que representam as características de inflamabilidade dos combustíveis. São os limites que separam as regiões em que a mistura oxidante-combustíveis permite a propagação de chama ou não (Carvalho Júnior e McQuay, 2007).

Existem dois tipos de limites de inflamabilidade: a concentração mínima de combustível para o qual é possível a propagação da chama (mistura pobre), conhecido como o limite inferior de inflamabilidade (LII), e a concentração máxima de combustível para o qual a propagação da chama é possível (mistura rica), conhecido como o limite superior de inflamabilidade (LSI). Pode-se então concluir que os gases ou vapores combustíveis só queimam quando sua percentagem em volume estiver entre os limites (inferior e superior) de inflamabilidade, que é a "mistura ideal" para a combustão (Forti, 2013).

A Tabela 1 apresenta os limites de inflamabilidade de alguns combustíveis. Entre os combustíveis escolhidos estão os combustíveis para veículos, tais como diesel, gasolina e etanol (Forti, 2013).

Líquido Inflamável	LII	LSI
Diesel	0,5	5,0
Gasolina Comum	1,4	7,6
Etanol	3,3	19,0

Tabela 1 - Limites de inflamabilidade (Fonte: Forti, 2013)

2.3 - Eletricidade Estática

De acordo com CETESB (2015) nas situações emergenciais estão presentes, na maioria das vezes, diversos tipos de fontes que podem ocasionar a ignição de substâncias inflamáveis. Entre elas merecem destaque: chamas vivas, superfícies quentes, automóveis, cigarros, faíscas por atrito e eletricidade estática.

Especial atenção deve ser dada à eletricidade estática, uma vez que esta é uma fonte de ignição de difícil percepção. Trata-se na realidade do acúmulo de cargas eletrostáticas que, por exemplo, uma carreta-tanque adquire durante o transporte. Portanto, de acordo com diversos manuais, protocolos e normas, sempre que produtos inflamáveis estão envolvidos, deve-se realizar o aterramento.

De acordo com a NFPA 77 (2014), a eletricidade estática pode ser gerada principalmente por contato / separação ou por indução. O mecanismo de contato / separação é o mais comum na geração de eletricidade estática, sendo também chamado de fricção ou triboeletrificação.

Esse mecanismo ocorre quando duas substâncias ou materiais de diferentes composições são levados a contato com posterior separação. Uma das substâncias irá ceder alguns de seus elétrons para a outra ao longo da superfície. Assim, após a separação das substâncias, uma delas terá um aumento na quantidade de elétrons (e estará negativamente carregada) enquanto que a outra estará carente de elétrons (e estará positivamente carregada). Este mecanismo é agravado pelo aumento da velocidade de separação, pela menor condutividade das substâncias envolvidas e pelo aumento da área de contato entre as substâncias (Zurich, 2012).

O transporte de fluidos não condutores em tubulações isolantes ou metálicas isoladas pode gerar eletricidade estática por contato / separação pois as substâncias movimentadas trocam elétrons com as paredes das tubulações gerando acúmulo de carga. A agitação em reatores e a carga/descarga de tanques, containeres ou tubos também provocam a geração de cargas estáticas (Zurich, 2012).

3 - METODOLOGIA

Apresentar ocorrências de diferentes tipos de líquidos inflamáveis atendidas pelas guarnições de bombeiros militares do estado, dando ênfase aos principais agentes: Óleo diesel, gasolina e etanol.

Apresentar a evolução da produção e distribuição de líquidos inflamáveis energéticos no Brasil e no estado de Goiás através de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Petróleo.

Catalogar, organizar e publicar a evolução dos acidentes envolvendo a classe de risco nº 3 (líquidos inflamáveis), atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás no período de 2007 a 2014. Para cada ocorrência compilada se fez necessário contar com a eficiência de todas as unidades do CBMGO as quais disponibilizaram e divulgaram os dados reais na rede da Secretaria da Segurança Pública (SSP).

Por fim, contextualizar os riscos e procedimentos existentes em normas e manuais para posteriormente propor algumas ações a serem desenvolvidas no atendimento a ocorrências envolvendo carretas-tanque que realizam o transporte de líquidos inflamáveis no âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Ocorrências Atendidas pelo CBMGO

Apresentados os principais riscos referentes aos limites de inflamabilidade de líquidos inflamáveis e eletricidade estática, através da Figura 1, observa-se uma ocorrência atendida pelo CBMGO no município de Goiânia no mês de agosto de 2010, onde ocorreu a explosão de uma carreta-tanque no momento da aplicação de solda na parte exterior. Observa-se claramente que a explosão destruiu completamente os compartimentos de transporte, bem como deixou uma vítima fatal, justamente o operário aplicador da solda.



Figura 1 - Atendimento a ocorrência de explosão de carreta-tanque em agosto de 2010 em Goiânia-GO (Fonte: Cap QOC Valério através de guarnições do CBMGO).

No atendimento a ocorrência há relatos de que os técnicos da empresa, especializada em realizar manutenção de carretas-tanque, haviam executado a desvaporização do tanque e que não encontravam explicação para o acontecido, evidenciando de fato que, estes riscos dependem de muitas variáveis que podem fugir do controle humano.

A Figura 2 apresenta ocorrência de atendimento ao produto perigoso 1202 (óleo diesel) no município de Ipiranga de Goiás no mês de junho de 2012, na qual observa-se a atuação do CBMGO no auxílio as operações de transbordo da carga.



Figura 2 - Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Ipiranga de Goiás-GO envolvendo o produto perigoso ONU 1202 (óleo diesel)(Fonte: Cap QOC Valério através de guarnições do CBMGO).

O óleo diesel é um hidrocarboneto líquido na CNTP (condições normais de temperatura e pressão), inflamável, tóxico, contem de 9 a 11 átomos de carbono em sua composição molecular e é fracionado a uma temperatura entre 250°C e 400°C. Utilizado como combustível em motores a combustão interna, o início de sua combustão ocorre com o aumento de temperatura. (ANP, 2014).

A Figura 3 apresenta ocorrência do produto perigoso 1203 (número ONU da Gasolina) no município de Alexânia-GO no mês de agosto de 2010. A imagem permite observar a atuação do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás com auxílio nas operações de transbordo garantindo a segurança do local.



Figura 3 - Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Alexânia-GO envolvendo o produto perigoso 1203 (gasolina) (Fonte: Cap QOC Valério através de guarnições do CBMGO).

A gasolina é um combustível energético obtido pela destilação fracionada ou separação do petróleo cru. Constituída predominantemente por hidrocarbonetos de sete a oito carbonos (heptano e octano) é um líquido inflamável, volátil e insolúvel em água. Utilizado na indústria do petróleo, no funcionamento de motores a combustão interna com fonte de ignição (ANP, 2014).

A Figura 4 apresenta uma ocorrência do produto perigoso 1170 (número ONU do etanol) no município de Goiânia-GO no mês de dezembro de 2010. A imagem permite observar o resfriamento realizado na carreta-tanque que realizava o transporte do líquido em questão.



Figura 4 - Atendimento de Ocorrência pelo CBMGO em Goiânia-GO envolvendo o produto perigoso 1170 (etanol)(Fonte: Cap QOC Valério através de guarnições do CBMGO).

O etanol pode ser conhecido como álcool etílico, absoluto, anidro, hidratado ou de cereal (ANP, 2014), é produzido pela fermentação de substratos vegetais como os carboidratos (amido, açúcar e celulose). É uma substância incolor, inflamável, transparente, de odor agradável, sabor ardente e absorve a umidade do ar. No Brasil o etanol é obtido da cana de açúcar para ser utilizado principalmente como combustível veicular. Por ser miscível em água e com solventes orgânicos (hidrocarbonetos) é um dos componentes da gasolina (Solomons, 2005).

4.2 - Estatísticas do Setor

Com dados do relatório anuário estatístico brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis da Agência Nacional de Petróleo, os Gráficos 1 e 2 apresentam a evolução da produção e vendas no Brasil e em Goiás dos principais líquidos inflamáveis citados (óleo diesel, gasolina e etanol) no período de 2004 a 2013.

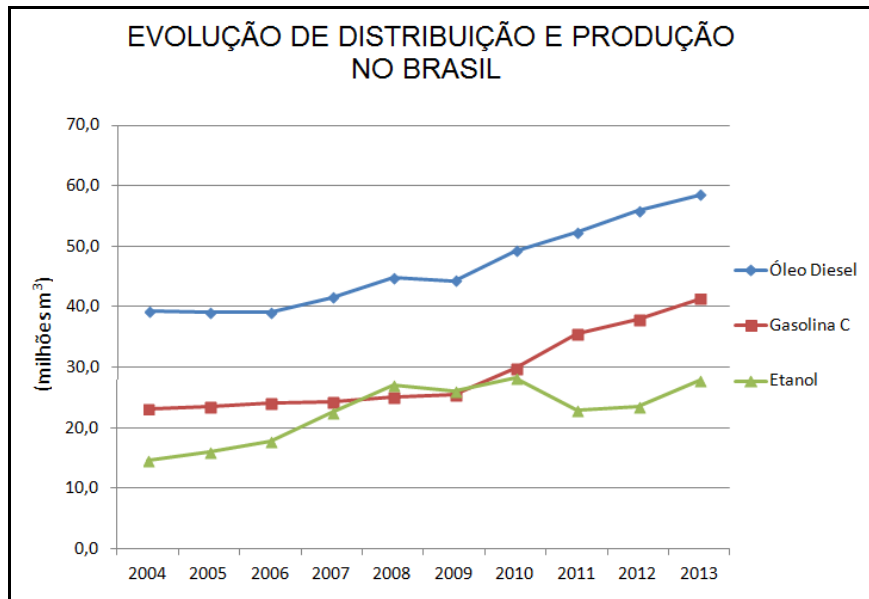


Gráfico 1 - Evolução de distribuição e produção no Brasil (Fonte: ANP, 2014).

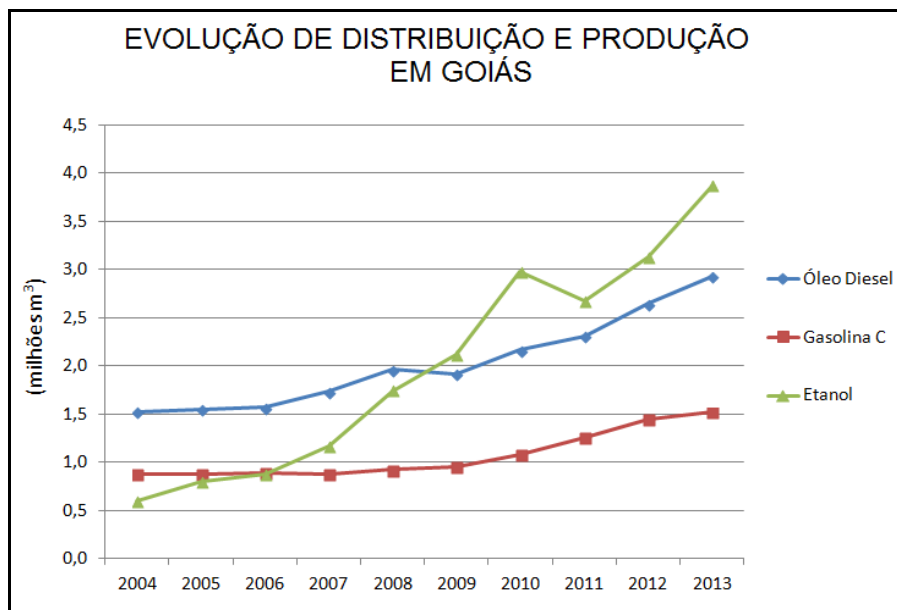


Gráfico 2 - Evolução de distribuição e produção no estado Goiás (Fonte: ANP, 2014).

Nos Gráficos acima, observa-se que o consumo de líquidos inflamáveis energéticos no Brasil e no estado de Goiás aumentam com o decorrer dos anos nesse período. Há uma variação mais acentuada em relação ao consumo de Etanol e Gasolina, apresentando um crescimento na produção e distribuição de Óleo Diesel bem constante, o que pode ter relação com o transporte rodoviário de cargas no Brasil e em Goiás, dependentes basicamente deste combustível.

Os Gráficos 3 e 4 apresentam a evolução do total de atendimentos a ocorrências no estado de Goiás envolvendo produtos perigosos, bem como da classe 3 e de seus principais agentes.



Gráfico 3 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo produtos perigosos e de líquidos inflamáveis no estado de Goiás (Fonte: Compilados a partir de SIAE/COB).

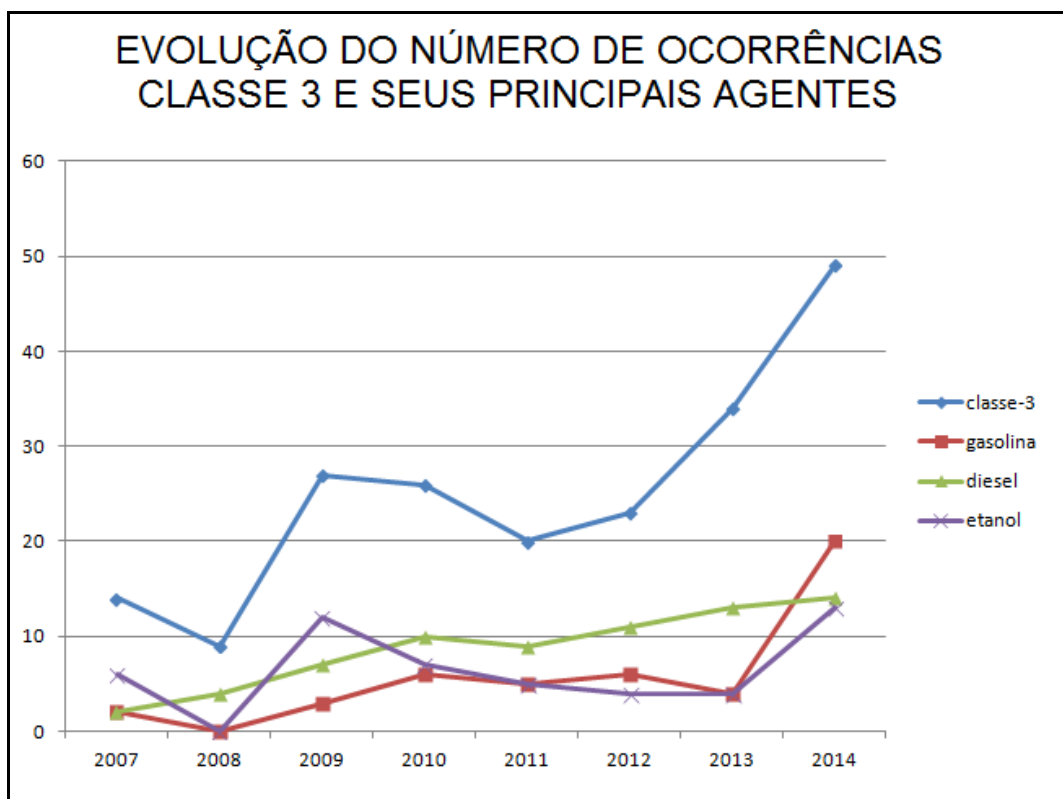


Gráfico 4 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo líquidos inflamáveis no estado Goiás e seus principais agentes (Fonte: Compilados a partir de SIAE/COB).

Observa-se pelo Gráfico 3 que o número total de atendimentos a ocorrências envolvendo produtos perigosos aumentou consideravelmente de 2007 a 2014, com acréscimo também no número de atendimentos à classe de líquidos inflamáveis. Esse comportamento é previsível, não somente pelo aumento da distribuição e vendas, mas também com o aumento no número de registros de ocorrências, bem como o crescimento do número de unidades operacionais em todo o estado.

No Gráfico 4, é importante observar que o aumento de atendimentos a ocorrências envolvendo o óleo diesel é praticamente constante, variando bastante as linhas referentes a gasolina e o etanol. Aspecto interessante se comparado com os Gráficos 1 e 2, pois também observa-se uma evolução constante na distribuição de Óleo Diesel no Brasil e em Goiás.

Por fim, o Gráfico 5 apresenta a evolução do atendimento a ocorrências envolvendo a classe 3 durante o transporte rodoviário em Goiás.

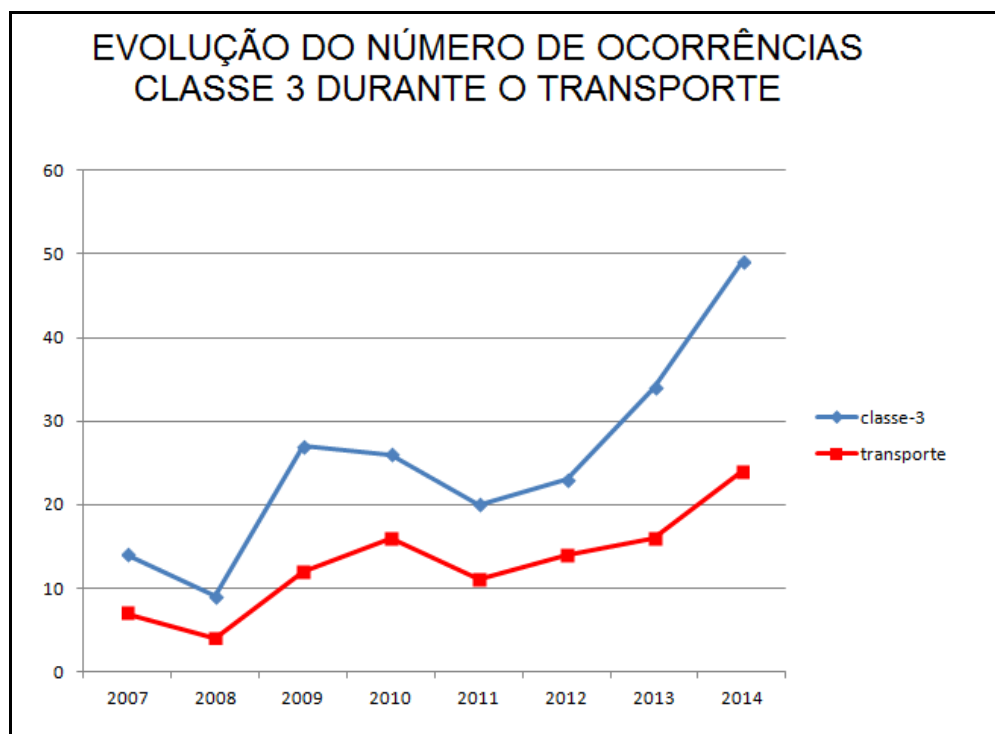


Gráfico 5 - Evolução do atendimento a ocorrências envolvendo líquidos inflamáveis e respectivos acidentes em transporte (Fonte: Compilados a partir de SIAE/COB).

No Gráfico acima, observa-se que o atendimento a ocorrências envolvendo líquidos inflamáveis durante o transporte é considerável e varia de 44% em 2008 até 61% em 2010.

4.3 - Discussão de Procedimentos

De acordo com Hirayama (2010) deve-se observar fatores importantes que alteram a inflamabilidade de tanques, tais como:

- Fontes de calor dentro e/ou próximas aos tanques;
- Resfriamento e ventilação dos tanques;
- Controle de pressão do tanque;
- Ponto de fulgor do combustível;
- Controle de concentração de oxigênio.

Para o atendimento a emergências com carretas-tanque no transporte de líquidos inflamáveis, ocorrendo o vazamento, de acordo com a NFPA 30 (2012), o risco de incêndio no cenário acidental passa a ser constante. Até que o produto derramado possa ser recolhido, medidas de segurança e controle da atmosfera inflamável devem ser imediatamente implantadas.

Como apresentado pela norma NBR ABNT 14064 (2014), para acidentes envolvendo o vazamento de líquidos inflamáveis utiliza-se a espuma, para realizar o abafamento com a cobertura de bolhas pequenas, cuja densidade, é em regra, menor que a de muitos líquidos inflamáveis e menor que a densidade da água, portanto trata-se de um agente de cobertura e resfriamento do líquido combustível, como ilustrado na Figura 5.

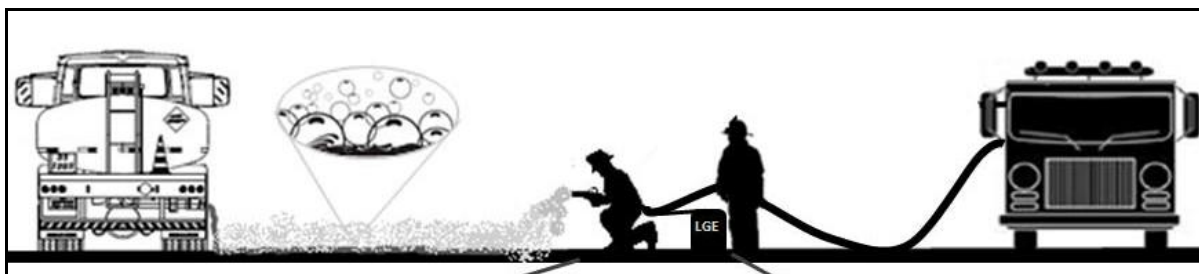


Figura 5 – Uso de espuma mecânica no cobrimento de poça de líquido inflamável (Fonte: NBR ABNT 14064, 2014).

Como visto, para o atendimento a esse tipo de ocorrência, deve-se atentar para as propriedades do líquido inflamável, conseqüentemente das concentrações

de vapores inflamáveis no ambiente e as principais formas de ignição, mais especificamente eletricidade estática.

O acúmulo de eletricidade estática pode ser prevenido em muitas circunstâncias pelo adequado aterramento dos equipamentos, pela umidificação do ambiente ou pela ionização. A norma ABNT NBR 14064 (2014), que estabelece as diretrizes do atendimento à emergência no transporte rodoviário de produtos perigosos, define aterramento como uma ligação de um equipamento ou de um sistema à terra, por meio de material metálico bom condutor. Esse acoplamento tem por objetivo oferecer um caminho preferencial para as cargas elétricas, diminuindo assim os riscos ocasionados pela diferença de cargas entre os distintos componentes de um sistema.

Quando a emergência acontece em uma planta química, normalmente é possível encontrar vários pontos de aterramento que podem ser usados, atendendo a norma NFPA 780 (2014), que define uma resistência elétrica de no máximo 25 ohms, bem como a norma brasileira de proteção contra descargas atmosféricas (ABNT NBR 5419, 2001) recomenda um valor máximo de 10 ohms. Porém, quando o atendimento ocorre em outro local, como em uma emergência de transporte, pode ser necessário fazer um sistema de aterramento. Nesse caso, é quase certo que o atendimento dessas normas será impraticável.

A edição de 2014 da NFPA 77, Práticas de Recomendações sobre Eletricidade Estática, estabelece um campo de aterramento muito mais simples para atendimento a emergência com produtos perigosos. A nova edição dessa norma recomenda agora que uma resistência inferior a 1000 ohms (1kohm) é aceitável para um campo de aterramento temporário de emergência em uma cena de materiais perigosos.

É importante também a ordem de ligação dos elementos (de acordo com a Figura 6), pois se houver faísca na descarga eletrostática, o quanto mais longe da atmosfera explosiva, melhor.

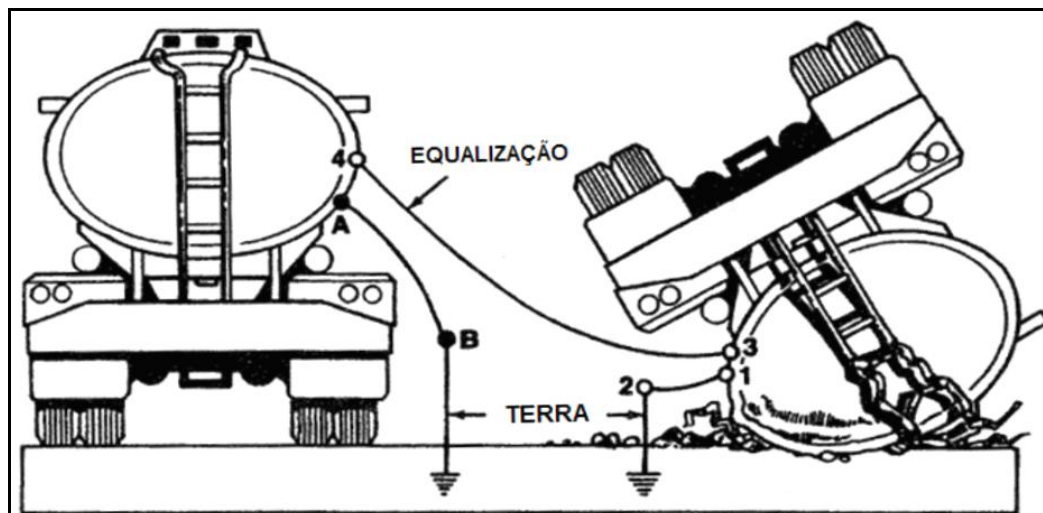


Figura 6 - Sistema e seqüência de Aterramento (Fonte: Adaptado de Marshal, 2005).

No caso da ilustração, um cabo de conexão, de material condutor, deve ser fixado primeiramente ao tanque do veículo sinistrado em uma parte de metal (1), sem pintura (a maior parte dos veículos já possui locais específicos para se proceder ao aterramento), e em seguida à barra fixada na terra (2). É importante que a fixação ocorra primeiramente no tanque e somente então na barra, para que, caso haja um fagulhamento nessa primeira descarga, ela ocorra em local menos provável de conter uma atmosfera inflamável (Marshal, 2005).

Tanto o veículo avariado (3) quanto o que recebe a transferência (4) devem ser aterrados e, após, deve-se estabelecer outro cabo de conexão, dessa vez entre os dois veículos (equalização), com o objetivo de igualar as cargas. O tempo de relaxamento de cargas pode ser de alguns minutos até algumas horas, dependendo do tipo de produto transportado, do tipo de terra utilizada para o aterramento, da umidade relativa, do tempo de deslocamento que o veículo sofreu, do tamanho do tanque etc (Marshal, 2005).

Outro aspecto importante que deve-se destacar é a inertização e/ou desvaporização dos tanques que armazenam líquidos inflamáveis. De acordo com a Norma ABNT NBR 14064 (2014), bem como a NFPA 77 (2014), em se tratando de tanques que foram utilizados para armazenar e/ou transportar líquidos inflamáveis, a inertização é definida como a introdução de um gás inerte (ex.: Nitrogênio) com a conseqüente redução do percentual de oxigênio no ambiente, porém ela não especifica detalhes em relação a este procedimento, bem como, não é um procedimento comum nas situações de emergência.

Para o caso específico de atuação em ambientes de emergência nas rodovias, tem-se uma maior aplicabilidade e não menos eficiente a Norma ABNT NBR 12982 (2003), que estabelece critérios de desvaporização de tanque para transporte terrestre de Produtos Perigosos - Classe de Risco nº 3, no qual a aplicação é relatada quando for necessária a execução de trabalhos a quente, tanto nos equipamentos (tanques, vagões-tanque, contêiner-tanque), como no veículo, podendo então ser utilizada após o transbordo de combustíveis. Traz no seu escopo o termo desvaporização, como sendo a remoção dos gases ou vapores inflamáveis no interior de um tanque, bem como conceitos em relação a líquidos inflamáveis e limites de inflamabilidade que já fora citado anteriormente.

Além disso, a própria Norma ABNT NBR 14064 (2014), orienta antes das operações de destombamento e para aumentar a segurança no trabalho com recipientes vazios que continham material inflamável, a aplicação de espuma para abater os vapores inflamáveis.

Na Figura 7 é apresentado um processo de aplicação de espuma que foi realizado em ocorrência envolvendo carreta-tanque na marginal botafogo, em Goiânia em dezembro de 2014, na qual observa-se que o militar está adicionando espuma aos tanques e dessa forma abatendo os vapores inflamáveis, bem como cobrindo a superfície dos líquidos, realizando abafamento e conseqüentemente diminuindo o processo de vaporização. Vale destacar que sempre após desvaporização de tanques, de acordo com as referências citadas, faz-se necessário o acompanhamento com medição da atmosfera inflamável através de explosímetros. A Figura 8 ilustra um esquema do processo de aplicação de espuma após o transbordo da carga.



Figura 7 - Processo de Desvaporização em ocorrência na marginal botafogo atendida pelo CBMGO (Fonte: Cap QOC Valério através de guarnições do CBM-GO).

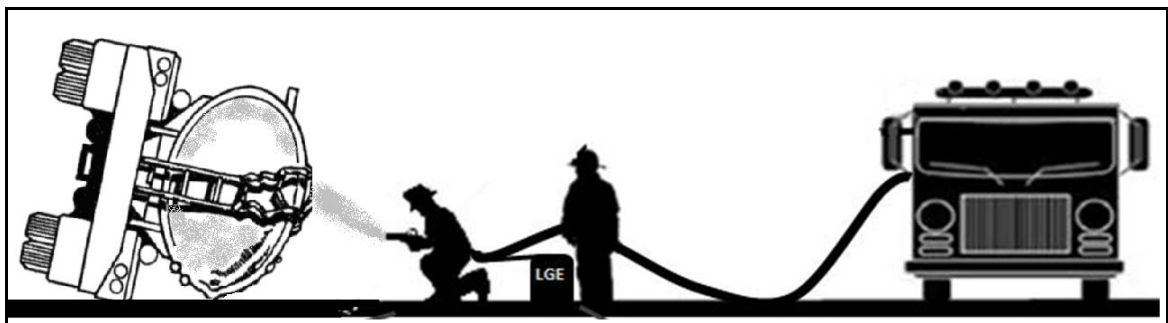


Figura 8 - Esquema de procedimento para aplicação de espuma após a transferência da carga. (Fonte: Adaptado de ABNT NBR 14064, 2014)

De acordo com CETESB (2015), existem equipamentos capazes de medir a porcentagem em volume no ar de um gás ou vapor combustível. Estes instrumentos são conhecidos como "explosímetros". Além disso, de acordo com as várias normas e protocolos citados anteriormente há uma clara orientação em relação a utilização para medição de atmosferas inflamáveis.

O atrito e o surgimento de outras formas de ignição da atmosfera inflamável podem ocorrer durante o destombamento, arraste ou içamento de cargas e veículos. A NBR ABNT 14064 (2014), apresenta um esquema desses procedimentos, com o objetivo de colocar em posição de rodagem veículos que tenham tombado por ocasião de acidentes, como apresentado na Figura 9. Trata-se de operações delicadas, que envolvem riscos como o rompimento dos vasos, a queda ou o solavanco do recipiente, ou o rompimento dos cabos, que podem chicotear.

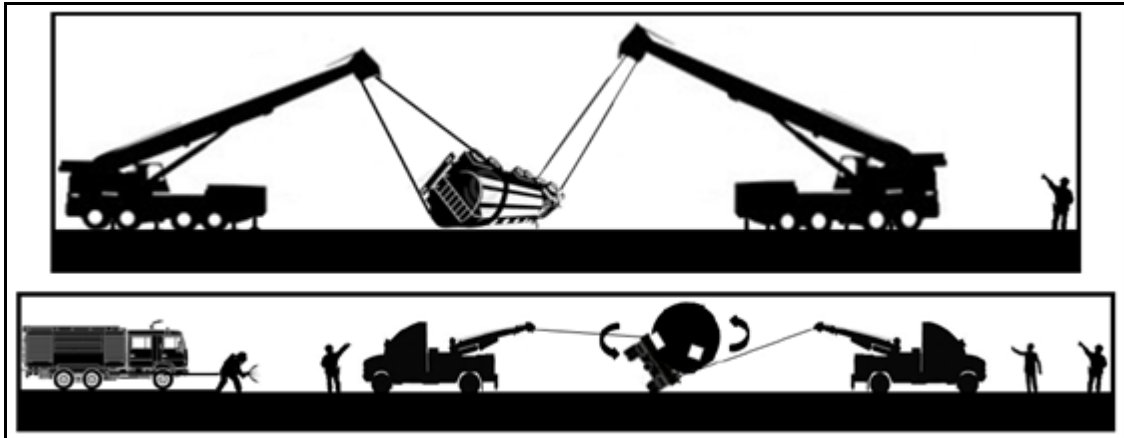


Figura 9 - Destombamento com uso de guindastes e guinchos (Fonte: ABNT NBR 14064, 2014).

Também de acordo com essa norma ABNT NBR 14064 (2014), os responsáveis pela segurança operacional devem avaliar a pertinência de realizar o destombamento ou içamento do recipiente ainda contendo o produto ou após a realização do transbordo. De modo geral, realizar o transbordo antes de incorrer em destombamento ou içamento é mais vantajoso, tanto no que diz respeito aos aspectos de segurança quanto de facilidade operacional. Porém, em muitas situações pode se optar pelo destombamento da unidade de transporte ainda contendo o produto, principalmente por motivos de segurança, tempo e necessidade de liberação do tráfego. Nesses casos, deve-se avaliar os aspectos de segurança relacionados.

Na Figura 10, observa-se uma carreta sendo içada com a utilização de guindaste, após a realização do transbordo, de acordo com o orientado pela norma citada anteriormente. Operação complexa pelo fato de o tombamento ocorrer dentro do leito que passa no sentido longitudinal dessa marginal.

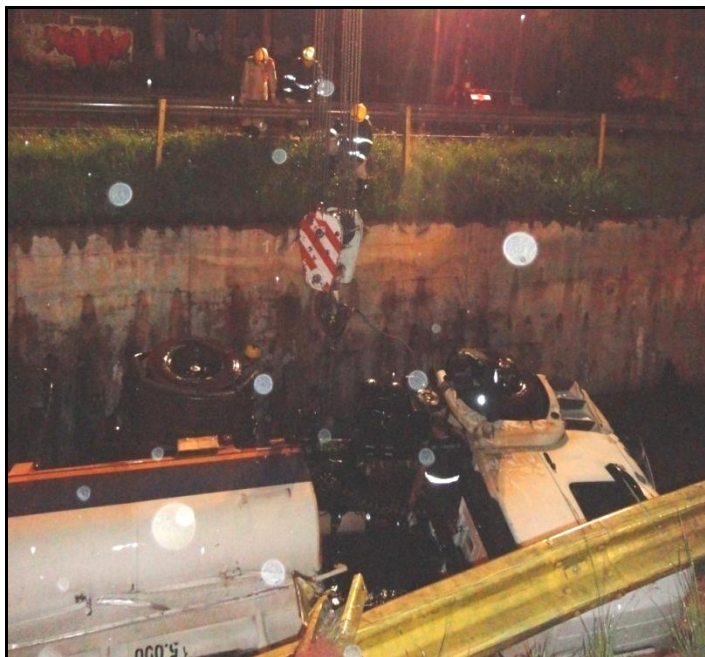


Figura 10 - Destombamento com uso de guindastes em ocorrência na Marginal Botafogo em Goiânia-GO em dezembro de 2014.(Fonte: Cap QOC Valério).

Por fim, após a retirada do veículo, se houver vazamento na via pública ou rodovia, no Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, como apresentado na Figura 11, costuma-se realizar a absorção do líquido inflamável com serragem. Segundo a Norma ABNT NBR 14064 (2014), a absorção é um processo físico em que um material coleta e retém o outro, com a formação de uma mistura, podendo ser acompanhado de uma reação química, bem como estabelece que essa contenção nas emergências químicas envolvendo líquidos inflamáveis pode ser realizada com terra, areia ou outros materiais que estejam disponíveis no local.



Figura 11 – Absorção de Líquido Inflamável em ocorrência na Marginal Botafogo em Goiânia em dezembro de 2014. (Fonte: Cap QOC Valério).

5 - CONCLUSÕES

O aumento da produção, distribuição e transporte de líquidos inflamáveis no Brasil e no estado de Goiás é evidente, bem como o número de acidentes registrados nesse tipo de ocorrência envolvendo o transporte com carretas-tanque dentro do estado.

Como apresentado, o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás é a instituição mais atuante neste tipo de emergência envolvendo líquidos inflamáveis no transporte rodoviário, necessitando de maiores discussões técnicas e científicas em relação ao tema para realizar um atendimento cada vez mais eficiente e qualificado.

Os procedimentos propostos são resultados de uma seleção de manuais e normas de regulamentações brasileiras e norte-americanas específicas para o atendimento à emergências com produtos perigosos, adaptando-as também à realidade de algumas ações já implantadas nesse tipo de emergência, tornando-se de fácil aplicação.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. Manual para atendimento a emergências com produtos perigosos. 6. Ed. São Paulo: ABIQUIM, 2011.

ABNT NBR 14064. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Transporte rodoviário de produtos perigosos - Diretrizes no atendimento à emergência. 2014.

ABNT NBR 15480. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Transporte rodoviário de produtos perigosos - Plano de ação de emergência (PAE) no atendimento a acidentes. 2007.

ABNT NBR 17505-5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis. Parte 5: Operações. 2006.

ABNT NBR 12982. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Desvaporização de tanque para transporte terrestre de produtos perigosos - Classe de risco 3 - Líquidos Inflamáveis. 2003.

ABNT NBR 5419. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. 2001.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de Janeiro, 2014.

ANTT. Agência Nacional de Transporte Terrestres. Resolução nº 420 - Regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos, 2004.

CARVALHO, J. A. & M. Q. MCQUAY. Princípios de combustão aplicada. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CETESB. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/An%C3%A1lise-de-Risco-Tecnol%C3%B3gico/28-liquidosinflamaveis>>. Acesso em: 05 de junho de 2015.

FORTI, I. L. D. Análise dos limites de inflamabilidade a partir de uma visão de pressões parciais de biocombustível. Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista, 2013.

FUNDACENTRO. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/noticias/detalhe-da-noticia/2014/11/educacao-em-seguranca-quimica-sera-tema-de-seminario-no-rj>>. Acesso em: 05 de junho de 2015.

HIRAYAMA, R. Inflamabilidade e inertização de tanques de combustível. Superintendência de Aero navegabilidade. Agência Nacional de Aviação Civil. 2010.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Relatório de acidentes ambientais, 2010.

JUNIOR, M. L. Transporte rodoviário de produtos perigosos: Proposta de metodologia para escolha de empresas de transporte com enfoque em gerenciamento de riscos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2008.

MARSHAL, O. S. T. Grounding and Bonding Standard Operating Guidelines. Regional Hazardous Material Emergency Response Teams. 2005.

MOPP/GOPP. Manual de operações com produtos perigosos/Grupo de operações com produtos perigosos. Manual técnico de bombeiros. 1. Ed. Rio de Janeiro, 2004.

NFPA 30. National Fire Protection Association. Flammable and Combustible Liquids Code, 2012.

NFPA 77. National Fire Protection Association. Recommended Practice on Static Electricity, 2014.

NFP 780. National Fire Protection Association. Standard for the installation of lightning protection system, 2014.

OLIVEIRA, W. V. Acidentes com produtos perigosos no estado de Goiás: evolução e causas. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduados em Ecologia e Produção Sustentável. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2011.

SOLOMONS, T.W.G.; FRYHLE, C. B. Química Orgânica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

ZURICH. Eletricidade estática: exposições e controles. Publicação do Departamento de Risk Engineering da Zurich Brasil Seguros S.A. 2012.

APÊNDICE A
(Procedimento Proposto)



- Identificação
 - Isolamento
 - Salvamento
- Norma Operacional de PP do CBMGO

SEQUÊNCIA PREFERENCIAL DE CONDUTAS PARA CONTENÇÃO:

- 1. Abafamento com Espuma (se houver vazamento)**
- 2. Aterramento de Emergência**
- 3. Transferência da Carga**
- 4. Desvaporização dos Compartimentos**
- 5. Destombamento/Íçamento**
- 6. Contenção Final**

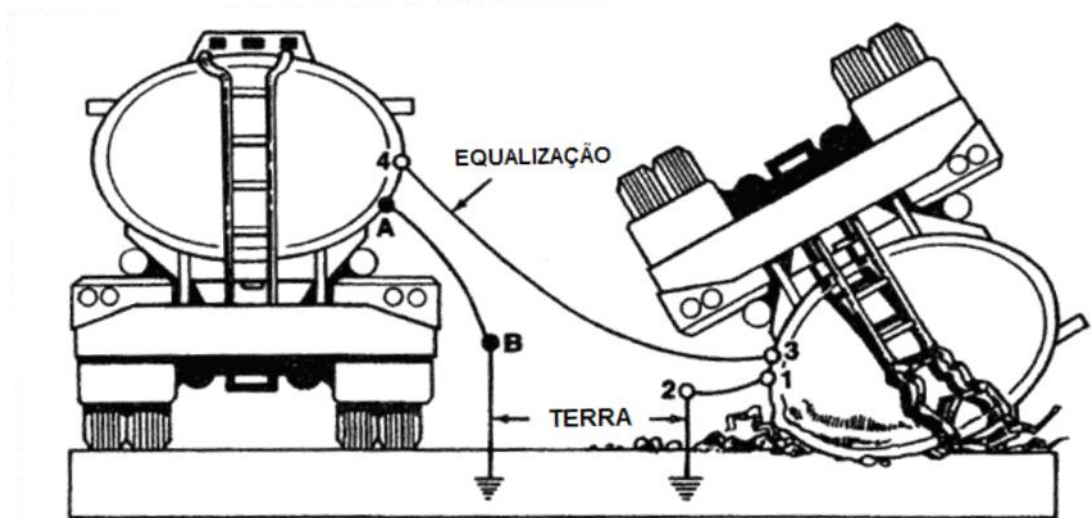
- Deve ser implantado o Sistema de Comando de Incidentes (SCI).
- A Intervenção das guarnições na zona quente/exclusão deverá ser realizada com vestimenta de combate a incêndio, balaclava e luvas.
- Durante os procedimentos deve haver uma linha de combate a incêndio para a proteção dos respondedores.
- O detector multigás poderá indicar sobre as concentrações dos gases e/ou vapores existentes no local e alertar sobre os Limites de Inflamabilidade.

1. ABAFAMENTO COM ESPUMA



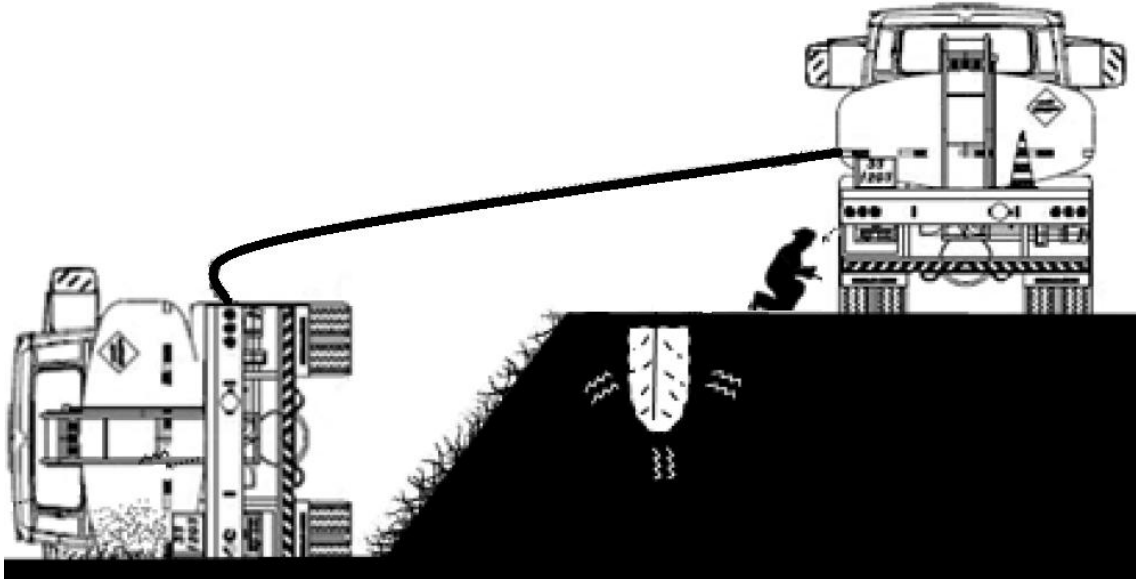
- Ocorrendo perda de contenção de líquido inflamável em acidentes, o risco de incêndio no cenário acidental passa a ser uma constante. No entanto, até que o produto derramado possa ser recolhido, medidas de segurança e controle da atmosfera inflamável devem ser imediatamente implantadas.
- Aplicação de uma camada de espuma de combate a incêndio, conhecido como líquido gerador de espuma (LGE).
- Como todas as medidas de mitigação e de controle emergencial, a técnica de abafamento de líquidos inflamáveis pela aplicação de espuma mecânica **requer manutenção constante**, uma vez que a camada de espuma, com o tempo, tende a se dissipar, necessitando de nova aplicação, a fim de manter a cobertura expandida.
- Cabe ao comandante da operação, ou ao responsável pela segurança operacional, autorizar e acompanhar a execução dessa ação de mitigação e controle emergencial envolvendo o derramamento de líquidos inflamáveis.

2. ATERRAMENTO DE EMERGÊNCIA



- Deve ser realizada uma operação de aterramento. Essa operação é necessária para evitar que a diferença de cargas elétricas, que seria a eletricidade estática acumulada por conta do atrito do ar com o veículo durante o deslocamento, sirva como fonte de ignição quando do transbordo de produtos.
- O aterramento deve ser realizado com uma barra de material condutor, comumente de cobre, de preferência com 1,5 a 2 m de comprimento e 1,5 cm de diâmetro. Esta deve ser inserida no solo, preferencialmente, em uma parte mais alta do terreno, contra o vento, antes do equipamento a ser protegido.
- No caso da ilustração, um cabo de conexão, de material condutor, deve ser fixado primeiramente ao tanque do veículo sinistrado em uma parte de metal (1), sem pintura, lembrando que a maior parte dos veículos já possui locais específicos para se proceder ao aterramento, e em seguida à barra fixada na terra (2). É importante que a fixação ocorra primeiramente no tanque e somente então na barra, para que, caso haja um fagulhamento nessa primeira descarga, ela ocorra em local menos provável de conter uma atmosfera inflamável.
- Tanto o veículo avariado (3) quanto o que recebe a transferência (4) devem ser aterrados e, após, deve-se estabelecer outro cabo de conexão, dessa vez entre os dois veículos (equalização), com o objetivo de igualar as cargas. O tempo de relaxamento de cargas pode ser de alguns minutos a até algumas horas, dependendo do tipo de produto transportado, do tipo de terra utilizada para o aterramento, da umidade relativa, do tempo de deslocamento que o veículo sofreu, do tamanho do tanque, e entre outros.

3. TRANSFERÊNCIA DA CARGA



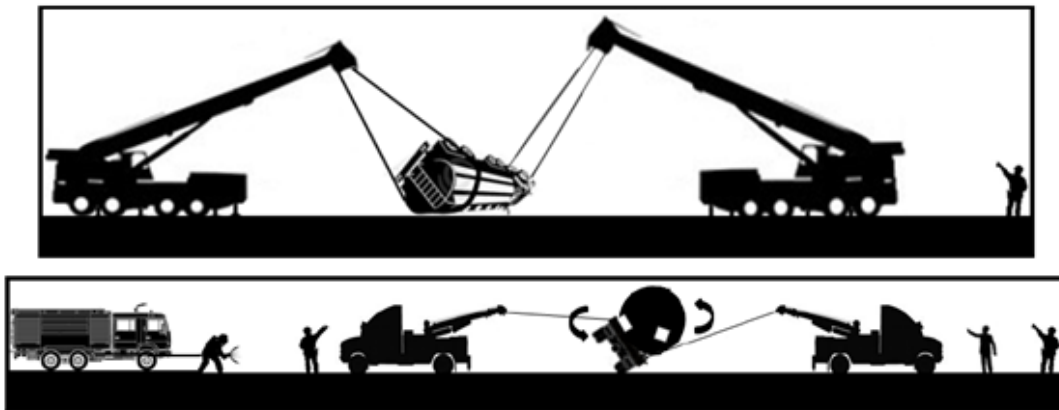
- A bomba utilizada para o transbordo deve ser intrinsecamente segura e, quando conectada aos veículos, deve estar devidamente aterrada. Caso sejam utilizados recipientes para recolhimento de vazamentos diretamente do tanque, estes devem ser preferencialmente de metal e estar também aterrados.
- Igualmente, ferramentas manuais de metal devem ser encostadas em objetos de metal aterrados antes de entrarem na zona quente/exclusão, de modo a evitar que sua eletricidade estática inicie uma ignição.

4. DESVAPORIZAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS



- Adicionando espuma aos tanques e dessa forma abatendo os vapores inflamáveis, bem como cobrindo a superfície dos líquidos, realizando abafamento e conseqüentemente diminuindo o processo de vaporização.
- Sempre após a desvaporização de tanques, faz-se necessário o acompanhamento com medição da atmosfera inflamável através de explosímetros.

5. DESTOMBAMENTO / IÇAMENTO



- O destombamento ou içamento de cargas e veículos consiste no emprego de guinchos e/ou guindastes, com o objetivo de colocar em posição de rodagem veículos que tenham tombado por ocasião de acidentes. Trata-se de operações delicadas, que envolvem riscos como o rompimento dos vasos, a queda ou o solavanco do recipiente, ou o rompimento dos cabos, que podem chicotear.
- Para equipamentos de transporte de carga contendo líquidos, guinchos potentes podem ser utilizados, porém deve-se evitar ao máximo a ocorrência de arraste e atrito, inclusive dos cabos com o tanque.
- O tranco ocasionado pela operação de destombamento deve ser minimizado, pois mesmo tanques transbordados de material inflamável e aparentemente vazios contêm vapores inflamáveis. Para aumentar a segurança no trabalho com recipientes vazios que antes continham material inflamável, deve-se aplicar espuma para abater os vapores inflamáveis.
- Para minimizar o solavanco durante a operação de destombamento, deve-se, dentro do possível e quando utilizado guincho, contrapor um segundo guincho na direção oposta àquela para a qual o equipamento de transporte de carga será destombado. Dessa forma, ele exerce uma força contrária que minimizará os efeitos da tração exercida pelo guincho.
- Deve-se evitar o arraste de veículos tombados, pois o atrito do metal com o substrato pode ocasionar ignição, a qual pode ser evitada aplicando-se uma camada de espuma na área de arraste do equipamento de transporte de carga.
- Em todas essas situações, convém que, durante essas operações, mesmo as pessoas diretamente envolvidas com o atendimento emergencial mantenham uma distância segura do local.

6. CONTENÇÃO FINAL



- A absorção é um processo físico em que um material coleta e retém o outro, com a formação de uma mistura, podendo ser acompanhado de uma reação química.
- A contenção nas emergências químicas envolvendo líquidos inflamáveis pode ser realizada com terra, areia ou outros materiais que estejam disponíveis no local, tais como serragem.