SEGURANÇA NO TRANSPORTE DE GASES: OXIGÊNIO LÍQUIDO REFRIGERADO

https://doi.org/10.5281/zenodo.15566013

ROSSONI, Cláudio Farias, Mestre*
ROCHA, Gustavo Visnardi, Graduando*
SALES, Karina, Graduanda*

* Faculdade de Tecnologia de Jundiaí
Av. União dos Ferroviários, 1760, Jundiaí-SP, CEP 13201-160
Tel/Fax: (11) 4522-7549 / 4523-0092

prof.claudio@fatecjd.edu.br
gustavo_rocha51@yahoo.com.br
karina.sles@gmail.com

RESUMO

Este artigo discorre sobre os tipos de gases e a legislação para a regulamentação do seu transporte, apontando medidas de segurança para o manuseio e movimentação desses produtos. Para isso surgiu-se a necessidade de uma pesquisa bibliográfica sobre os tipos mais produzidos e transportados de gases e também suas propriedades e riscos. O presente estudo tem foco no transporte de oxigênio líquido refrigerado contendo também informações sobre sua classificação e periculosidade a saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Legislação, Segurança, Transporte, Oxigênio Líquido Refrigerado.

ABSTRACT

This article discusses the types of gases and legislation for regulating its transportation, pointing security measures for the handling and movement of these products. For this came up a need for a literature

search on more kinds of gases produced and transported and also their properties and risks. This study focuses on the transport of oxygen refrigerated liquid also containing information about its classification and hazard to human health.

KEY-WORDS: *Legislation, Safety, Transportation, Refrigerated Liquid Oxygen.*

INTRODUÇÃO

Com a prática ascendente do comércio e produção de bens, o transporte obteve um papel fundamental para o fluxo das mercadorias, dentre elas os produtos perigosos, assumindo um ramo crescente no transporte rodoviário de cargas. Campos (1987) menciona em seu trabalho que são considerados transportes especiais os veículos de carga que ultrapassem as dimensões e/ou peso máximos decretados por lei ou que possuam características que prejudiquem a segurança e fluidez do tráfego.

O estudo da segurança no transporte de produtos perigosos da classe 2, gases, tem como fundamento a legislação brasileira que regulariza o seu transporte nas rodovias, por ser uma carga especial, os gases requerem medidas exclusivas de segurança.

A crescente demanda atual por produtos industrializados fez com que a produção e distribuição dos gases se tornassem cada vez mais comum nas empresas, que são utilizados em larga escala por indústrias metalúrgicas, siderúrgicas e também por hospitais.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a importância da segurança referente ao transporte e movimentação dos gases. Para tanto, Ruriani (2008) apresenta itens constituintes na lei de forma que o entendimento burocrático e estrutural na normatização especifica possa ser visto de forma clara e aplicável.

A movimentação de gases líquidos como o oxigênio liquido refrigerado torna-se perigosa devido a suas características peculiares assim como os outros tipos de gases. Com isso as empresas transportadoras devem seguir normas rigorosas e aplicar o treinamento especifico para seus funcionários de modo que quando ocorrer

acidentes todos estejam preparados para a emergência e consigam conter a situação, não a tornando pior. Para isso o presente estudo traz informações gerais sobre a legislação e característica dos produtos perigosos da classe 2.

1 OXIGÊNIO LÍQUIDO REFRIGERADO

Segundo a White Martins (2012), o oxigênio líquido refrigerado é um gás inodoro, quando liquido tem cor azulada e em fase gasosa é incolor, por ser oxidante, o oxigênio tem o poder de alimentar vigorosamente a chama e ao entrar em contato com outros combustíveis ou por atrito pode se tornar explosivo, outro risco que o oxigênio líquido apresenta, é sua baixíssima temperatura que em contato com os tecidos humanos causa queimaduras severas por congelamento, em casos de exposição do recipiente a altas temperaturas o liquido se torna gás expandindo-se gerando risco inerente de explosão.

Sua utilização é muito comum em grandes indústrias por ser aplicado em conjunto com outros combustíveis ajudando na elevação do calor e controle de temperatura em grandes fornos de indústrias siderúrgicas. É utilizado também no ramo hospitalar sendo o principal gás aplicado em pacientes através da inalação.

2 GASES

Segundo Haddad (2012) gás é uma substância que no estado gasoso tem formas e volumes variáveis e são caracterizados por apresentarem baixa densidade e capacidade de se moverem livremente. Diferentemente dos líquidos e dos sólidos, os gases expandem-se e contraem-se facilmente, alterando-se a pressão e/ou a temperatura.

De acordo com Pimenta (2006) todos os gases são asfixiantes com exceção do ar atmosférico, o risco de asfixia ocorre quando o ar atmosférico é deslocado ou diluído por outro gás tornando o oxigênio insuficiente para a vida. Alguns gases são inodoros e incolores sendo imperceptíveis pelas pessoas e quando os sintomas começam a se manifestar pode ser tarde demais.

2.1 A CLASSIFICAÇÃO DOS GASES

O transporte de resíduos perigosos deve atender às exigências prescritas para a classe ou subclasse apropriada, considerando os respectivos riscos e os critérios de classificação constantes destas instruções. A classificação adotada para os produtos perigosos e para gases, ou também definido como classe 2, foi feita com base no tipo de risco que apresenta e conforme as Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos da ONU, juntamente com outros tipos de produtos considerados perigosos.

Conforme a tabela 1 os gases são classificados em grupos de 1 a 6 de acordo com a ONU.

Tabela 1 – Classificação dos gases.

Grupo	Classificação	Característica	Exemplos
1	Inertes	Não inflamável não corrosivo e baixa toxidez	Argônio, Hélio, Nitrogênio, Oxigênio, Xenônio
2	Inflamáveis	Inflamável, não corrosivo e baixa toxidez	Acetileno, Butano, Etano, Hidrogênio, Metano, Propano
3	Inflamáveis, Corrosivos e Tóxicos	Inflamável, corrosivo e tóxico	Brometo de Metila, Óxido de Etileno, Óxido de Propileno.
4	Tóxicos e/ou Corrosivos	Tóxico e /ou corrosivo, não inflamável	Amônia, Cloro, Dióxido de Enxofre, Flúor
5	Pirofóricos	Espontaneamente inflamáveis	Silano
6	Venenosos	Muito venenosos	Arsina, Fosfina, Óxido Nítrico, Trióxido de Nitrogênio

Fonte: Unicamp, (2006).

2.2 SUBCLASSES

A classe 2 compõe as seguintes subclasses segundo a ONU:

a) **Subclasse 2.1 -** Gases inflamáveis: Que a 20ºC :
São inflamáveis em mistura de 13% ou menos, em volume, com ar;
Apresenta 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 - International Organization for Standardization (Norma 10156,1990), quando os dados não forem o suficiente para utilização desses métodos, podem ser usados métodos comparativos reconhecido por autoridades competentes.

b) **Subclasse 2.2 -** Gases não-inflamáveis, não-tóxicos: Gases transportados a 20ºC ou como líquidos refrigerados e que:
São asfixiantes: gases que diluem ou substituem o oxigênio existente na atmosfera;
São oxidantes: gases que, em geral, por fornecerem oxigênio, podem causar combustão de outro material mais do que o ar contribui;
Não de enquadram em outras subclasses.

c) **Subclasse 2.3 -** Gases tóxicos:
São tão tóxicos que comprometem a saúde das pessoas colocando-as em risco;
Além de serem tóxicos também são corrosivos para pessoas quando inalados.

Conforme quadro 1, os efeitos nocivos à saúde humana são:

Quadro 1: Efeitos nocivos dos gases

Tipos de gás	Efeitos
Gases não inflamáveis e não tóxicos	• Sonolência • Perda dos sentidos • Morte por asfixia
Gases tóxicos	• Intoxicação • Distúrbios psico-motores • Morte por envenenamento
Gases Inflamáveis	• Misturas inflamáveis • Invalidez (queimaduras, surdez) • Morte por choque ou queimadura

Fonte: Unicamp, (2006)

O transporte de produtos perigosos se destaca no setor devido à particularidade nas leis e procedimentos de manuseio e transporte, segundo Paiva (2008), além das medidas tradicionais tomadas no transporte de qualquer mercadoria, vários fatores passam a serem mais críticos no transporte de produtos perigosos e a falta de cuidado pode representar não somente a perda de mercadoria, mas danos às pessoas e ao meio ambiente, o que sustenta Fragoso (2003) quando diz que:

> Existem aqueles que acreditam que determinado acidente é inevitável, porém, ao estabelecer-se a relação entre os fatores contribuintes para a sua ocorrência e os seus efeitos, verifica-se que não acontece por fatalidade, mas é decorrente da sequencia de acontecimentos que se relacionam aos aspectos ligados aos fatores Humano, Operacional e Material.
> Uma vez identificados e analisados todos os fatores contribuintes, verifica-se que, para cada um, havia a possibilidade da execução de medidas corretivas que poderiam tê-lo eliminado da sequencia de acontecimentos, neutralizando o seu efeito, mesmo para aqueles sobre os quais o homem não tem controle, através de ações de proteção.

Ao realizar o transporte de produtos perigosos, encontram-se vários fatores adversos que tem o objetivo de adequar o processo de movimentação em vias públicas desse tipo de carga. Ruriani (2008) destaca alguns dos fatores de adequação do transporte de produtos perigosos, como:

a) ter conhecimento do material a ser transportado: É de extrema importância saber que tipo de produto será transportado, suas propriedades físicas e os riscos associados com a movimentação e a exposição, tendo fácil acesso a estas informações para cada equipe da cadeia de suprimento.

b) entender o ambiente de trabalho: É necessário o conhecimento das características dos modais envolvidos, e as áreas pelo qual o transporte será feito, gerando cuidados e riscos adicionais que devem ser considerados na preparação do transporte.

c) conhecer as regulamentações: Transportes de produtos perigosos podem envolver requerimentos complexos em cada modal. As regras podem ser diferentes em cada localidade. O entendimento e cumprimento das legislações e porte dos documentos necessários não só diminuem os riscos, mas reduzem a probabilidade de autuações severas, diz o autor.

d) manutenção da embalagem: O cuidado com as embalagens de transporte de oxigênio líquido refrigerado, tanto cilindros como tanques, é fundamental para a segurança no transporte do produto. O uso de embalagens velhas, com fissuras ou desgastadas representa um risco para a equipe e o ambiente.

e) identificação e cadastro: Todo o pessoal envolvido deve ter condições de identificar claramente o tipo de material e os riscos envolvidos antes de movimentá-lo. Marcações desnecessárias podem gerar confusão e má interpretação dos riscos do produto, afirma.

f) treinamento: O autor ressalta o treinamento do pessoal envolvido na operação como ponto forte na prevenção de acidentes e melhoria dos processos, dando suporte específico para cada atividade que o funcionário desempenha.

g) empresa transportadora: Ruriani (2008) aponta que nem todas as transportadoras possuem os requerimentos específicos para materiais perigosos. Por isso é importante ter o conhecimento dos processos das transportadoras, para garantir um transporte seguro e eficaz.

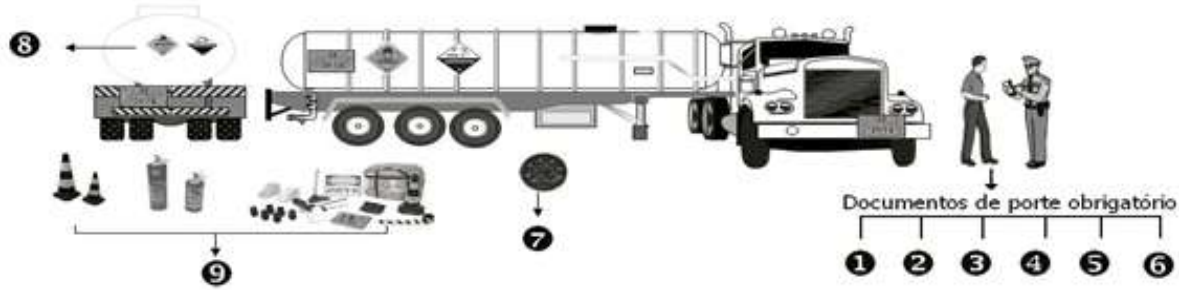
h) comunicação entre os envolvidos: A comunicação transparente e eficiente com os elos da cadeia de distribuição pode evitar problemas, variações ou situações fora do planejado, auxiliando também no conhecimento de possíveis variações no produto ou nas condições do ambiente.

i) documentação: Para realizar o transporte de produtos perigosos a empresa embarcadora deve disponibilizar a documentação necessária para a legalização do transporte, como mostra o decreto nº 96.044/88, no qual os veículos transportadores de cargas perigosas devem trafegar obrigatoriamente com posse dos documentos referentes à carga, que se dividem em: ficha de emergência, nota fiscal do produto transportado e envelope de transporte.

A figura 01 mostra os documentos necessários para o transporte de cargas perigosas e outros itens indispensáveis para a movimentação, segundo as exigências da Agencia Nacional de Transportes Terrestres e também seu fundamento perante a legislação nacional. As legislações trazem efeitos de padronização no transporte e restringem a movimentação desses tipos de materiais a empresas competentes e que tenham estrutura para realizar este tipo de serviço.

Figura 1 – Documentos necessários e outros itens para o transporte de produtos perigosos

Item	Descrição	Fundamento Técnico/Legal
1	CRLV – Certificado de Registro e Licenciamento do Veículo	Código de Trânsito Brasileiro - CTB e Lei Nº 9.503, de 23/09/97, art.120, art. 133.
2	C.N.H – categoria correspondente ao veículo	Código de Trânsito Brasileiro - CTB e Lei Nº 9.503, de 23/09/97, art.159, .
3	Treinamento específico para condutores de veículos transportadores de PP - Curso Mope	Art. 15 do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos; Resolução CONTRAN nº 168/04.
4	Certificado de Capacitação para o transporte rodoviário de produtos perigosos a granel, expedido pelo INMETRO	Art. 22, I do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos; Portaria nº 197/04 do INMETRO.
5	Documento fiscal do produto transportado	Art. 22, II do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.
6	Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos - Características, dimensões e preenchimento	Art. 22, III, alíneas "a" e "b" do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos; NBR 7503.
7	Tacógrafo	Art. 5º do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.
8	Simbologia - rótulos de risco e painel de segurança	Art. 2º do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos; NBR 7500.
9	Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos	Art. 3º do Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos , NBR-9735.



Fonte – ANTT, (2011).

Segundo Ruriani (2008) a legislação pode ser interpretada como uma medida de padronização no transporte e se fosse seguida de acordo com seus estudos teria efeito positivo na prevenção de incidentes, evitando prejuízos. Dão-se assim pontos que reforçam a importância da responsabilidade do transportador, que aceitou transportar a carga, como no artigo 40, que narra:

> O transportador é solidariamente responsável como o expedidor na hipótese de receber, para transporte, produtos cuja embalagem apresente sinais de violação, deterioração, mau estado de conservação, ou que, de qualquer forma, infrinja neste Regulamento e demais normas ou instruções aplicáveis (DECRETO Nº 96.044, ARTIGO 40).

A legislação também se aplica nas medidas de segurança do funcionário que deve utilizar o equipamento de proteção individual - EPI composto por: capacete, óculos de proteção, mascara com filtros (dependendo do produto a ser manuseado), protetores auriculares e luvas (PVC ou raspa), a figura 2 mostra o EPI e também o kit de emergência que deve se encontrar no veículo de transporte contendo quatro placas de "perigo afaste-se", lanterna com pilhas, pá revestida e jogo de ferramentas, fita "zebrada", calços, cones (6 cones pretos e 4 cones laranjas), lona impermeável e extintores de incêndio, como mostra a figura seguinte:

Figura 2 – EPI e kit de emergência



Fonte: SIIP, (2012).

2.3 ASPECTOS FÍSICOS PARA O TRANSPORTE DE GASES

Os gases são apresentados para transporte sob diferentes aspectos físicos:

a) Gás comprimido: é um gás que, exceto se em solução, quando acondicionado para transporte, à temperatura de 20ºC é completamente gasoso;

b) Gás liquefeito: gás parcialmente líquido, quando embalado para transporte à temperatura de 20ºC;

c) Gás liquefeito refrigerado: gás que, quando embalado para transporte é parcialmente líquido devido a sua baixa temperatura;

d) Gás em solução: gás comprimido, apresentado para transporte dissolvido num solvente.

3 CONDIÇÕES DAS ESTRADAS BRASILEIRAS PARA O TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

A malha rodoviária brasileira soma cerca de 1,7 milhões de quilômetros entre estradas federais, estaduais, municipais e concessionadas. Esta modalidade de transporte é responsável por 96,2% da locomoção de passageiros e a 61,8% da movimentação de cargas no País, segundo a Confederação Nacional do Transporte.

Em agosto de 2012, o governo federal lançou o Programa de Investimentos em Logística, um pacote de concessões de rodovias e ferrovias que irá injetar R$ 133 bilhões em infra-estrutura nos próximos 25 anos. Para o eixo rodoviário serão destinados R$ 42 bilhões, sendo R$ 23,5 bilhões até 2017 e outros R$ 18,5 bilhões ao longo dos 20 anos restantes do programa. Serão concedidos à iniciativa privada 7,5 mil quilômetros de rodovias federais.

Apesar das melhorias e investimentos ainda há pontos críticos que necessitam de atenção. Segundo dados da Pesquisa CNT de Rodovias 2011, 12,6% das rodovias brasileiras são consideradas ótimas, 30% boas, 30,5% regulares, 18,1 ruins e 8,8% péssimas. O relatório ainda aponta que 52% do asfalto de nossas estradas estão em estado satisfatório (ótimo ou bom).

Os principais problemas apontados foram: buracos, erosões na pista, pontes caídas e quedas de barreira. Em 2011 foram registradas 219 ocorrências no trecho de 92.747 km da malha rodoviária brasileira pesquisada.

Para o transporte do oxigênio líquido refrigerado e para os demais produtos perigosos, os problemas apontados como sendo principais são fatores que precisam de muita atenção pois são mercadorias com alto grau de periculosidade, principalmente quando ocorre acidentes com esses tipos de produtos na malha rodoviária, modalidade de transporte que se estabelecesse como a mais comum no Brasil para a movimentação de pessoas e bens até os tempos atuais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O oxigênio é o mais conhecido e difundido dos gases. Seu uso, além do medicinal, traz inúmeras vantagens ás indústrias siderúrgicas e metalúrgicas como já dito através deste estudo, então, pode- se perceber que o transporte de gases é uma atividade complexa que exige das empresas o cumprimento correto da legislação especifica.

Para que essa atividade aconteça com segurança, o treinamento específico de todos os envolvidos é de extrema importância e sem a devida atenção, pode ser um fator determinante do perigo assim como também a falta de documentos e cuidados específicos no seu manuseio.

Para o colaborador que se vê em contato direto com o produto, o treinamento tem como objetivo principal a sua segurança na realização da movimentação e no manuseio do oxigênio líquido refrigerado, a qualidade no desempenho das tarefas apresentando procedimentos padronizados em conjunto com as informações necessárias, para que o indivíduo tenha o pleno conhecimento sobre a natureza da operação ao qual desenvolve a apresentação dos riscos do produto em ocasiões adversas e ações preventivas a acidentes.

Portanto, para o bom funcionamento de uma empresa a aplicação do treinamento parece necessária, tendo em vista que o funcionário possui a consciência de que todas as normas e procedimentos a ele apresentados tem como objetivo a preservação da sua própria vida e a de seus colegas de trabalho, assim a empresa solidifica sua responsabilidade com a integridade física e moral de seus funcionários com o intuito de melhorar os processos e as condições de trabalho daqueles que manuseiam diariamente o oxigênio liquido refrigerado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE (ANTT). Disponível em: <http://www.antt.gov.br/legislacao/PPerigosos/Nacional/index.asp>. Acesso em: 19/09/2012.

CAMPOS, L. P. G., Tipos de transporte especial de cargas, 1987. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/20533/nt114.pdf>. Acesso em 17/09/2012.

FRAGOSO, J. V., Os princípios filosóficos da prevenção de acidentes, 2003. Disponível em: <http://www.segurancadevoo.com.br/show.php?not=78&titulo=1> Acesso em: 17/09/2012.

HADDAD, Edson. Riscos Associados aos Produtos Perigosos. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/cursode/p/modulos/modulo_1.6.pdf.> Acesso em: 05/11/2012.

OXIGÊNIO BRASIL. Disponível em: <http://www.oxigeniobrasil.com.br/oxigenio.htm>. Acesso em: 29/10/2012.

PAIVA, L., Transporte de produtos perigosos. In Logisticando. Disponível em <http://www.ogerente.com/logisticando/2008/02/12/transporte-de-produtos-perigosos/> Acesso em: 18/09/2012.

PIMENTA, Newton. Segurança de gases e hidrogênio, 2006. Disponível em: < http://www.ifi.unicamp.br/ceneh/WICaC2006/PDF/17_NewtonPimenta.pdf> Acesso em : 20/09/2012.

REGULAMENTO PARA O TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PRODUTOS PERIGOSOS. Capitulo IV, Seção III do transportador. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm> Acesso em 07/11/2012.

RURIANI, D. C. - Shipping hazardous materials safely. In Nova Iorque: Thomas Publishing, 2008. Disponível em: <http://www.inboundlogistics.com/articles/10tips/10tips0108.shtm> Acesso em: 17/09/2012.

SANTOS, Susane Fernandes dos e CAPIRAM, Talita Luziano. O Gerenciamento de Risco no Transporte Rodoviário de Produtos Químicos na Região Sudeste. Jundiaí, Faculdades de Tecnologia de Jundiaí, Centro Estadual de Educação Tecnologia Paula Souza, 2º semestre de 2010. Monografia de Graduação.

SIIP - Sistema Integrado de Informações para o Atendimento de Ocorrências no Transporte de Produtos Perigosos. Disponível em: <200.144.30.103/siipp/public/imprime_identificacao. aspx>. Acesso em 20/09/2012.

UNIFESP. Classificação e difinição das classes de produtos perigosos. Disponível em: <http://www.unifesp.br/reitoria/residuos/orientacao-geral/arquivos/02-PorMT204-97_1.pdf> Acesso em 17/09/2012.

WHITE MARTINS, Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos. Oxigênio Liquido Refrigerado. Disponível em <http://. praxair.co.in/sa/br/WMSEGPRO.NSF/ 43419c9f92323ddf83257a8c 004a0d1e/5a634b3d8147fa4883256b2e0071aa1b/$FILE/P4637.pdf> Acesso em: 05/11/2012.