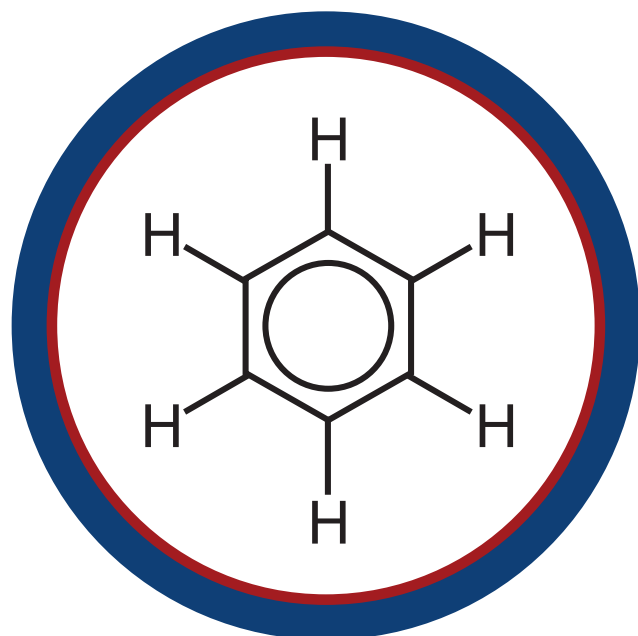


A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO BENZENO NO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS

Marcos Domingos da Silva, M.Sc

Higienista Ocupacional



Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada adequadamente a fonte.

Doulos Ambiental.

A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO BENZENO NO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS:
artigo técnico [texto] / Doulos; [autor, Marcos Domingos da Silva]. - São
Paulo: Doulos, 2015.

23 p.: il. color. tabs.; 26 cm. -

1. Transporte de Combustíveis - Perfil do motorista de caminhão-tanque.
 2. Derivados de Petróleo - Hidrocarbonetos.
 3. Risco à Saúde - Dados Ambientais.
 4. Higiene Ocupacional. | Título
-

Compartilho este artigo técnico com todos os que buscam a excelência na prevenção dos infortúnios laborais. São poucas páginas, mas contêm um extenso trabalho de leitura bibliográfica, experiência de campo na avaliação dos motoristas de caminhões-tanque, e reflexão sobre o momento prevencionista no Brasil. Celebro com esta publicação meus quarenta anos de carreira profissional, quase todos na Fundacentro, instituição pela qual tenho enorme carinho.

Nessa trajetória tive o privilégio de acompanhar o desenvolvimento da segurança, higiene e medicina no Brasil, desde os primórdios, aqui entendidos como os primeiros passos após a assombrosa taxa de quase 20% de acidentes nos anos 70, até agora quando se discute muito o tema, formam-se inúmeros comitês, mas pouco se avança na direção de técnicas e métodos de gestão modernos.

Prevalecem em nosso meio as opiniões sem fundamentos, os achismos, especialidade brasileira para tomar decisões, muito bem retratados pelo jornalista Duda Rangel, em seu blog, da seguinte forma:

O achismo tudo sabe. Não tem dúvidas. É autoconfiante. Arrogante. Teimoso. Tira suas próprias conclusões. Não deve satisfações. Não dá ouvido a ninguém. Vive de aparências. O achismo é cego.

O achismo seduz, envolve. Engana. Cria suas próprias leis. Não tem fundamento, ética. Julga. Condena. Destrói. Se alimenta da preguiça. Da presunção. Da ignorância. Da ingenuidade. O achismo é parasita.

O achismo rima até com jornalismo. Tá sempre na TV. Nos jornais. Na rádio. Na web. Tá na boca dos repórteres. No texto dos repórteres. O achismo é altamente transmissível.

O achismo é inimigo do fato. Da boa apuração. Do checar informação. Adora fofoca. Boato. Diz-que-diz. Aceita meia gravidez. O talvez. O é e não é. O achismo detesta compromisso.

O achismo se acha.

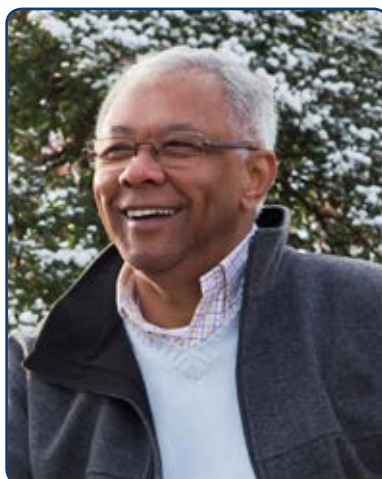
Minha maior contribuição, creio, não está nas inúmeras citações técnicas aqui apresentadas, mas no apelo que faço aos colegas leitores para que haja aprimoramento na forma de expressar juízos de valor sobre as questões prevencionistas. O trabalhador merece melhor interpretação das condições de risco para sua saúde.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível graças colaboração de vários colegas, trabalhadores, empresas e organizações de classe. Obrigado aos motoristas de caminhões-tanque que participaram das amostragens, compartilharam suas histórias e cederam espaço dentro das boleias para os técnicos de campo. Sou grato aos operadores dos terminais que me ensinaram sobre o processo de carga e descarga de combustíveis. Meu reconhecimento aos colegas dos SESMT e SMS que ofereceram suas salas para acomodar nossos higienistas. Digno de nota foi o apoio das empresas e organizações de classe que acreditaram na nossa proposta preventivistas. De grande importância foram os comentários e sugestões recebidas de especialistas que voluntariamente leram os meus rascunhos.

Nota:

Este artigo pode ser encontrado nas páginas da Revista Proteção, edição de Maio - 2015, em um formato jornalístico para atender aos padrões dessa publicação.



Marcos Domingos da Silva, M.Sc.,

Mestre em Saúde Pública, com ênfase em Higiene Ocupacional, pela Colorado State University (Colorado - EUA). Foi presidente em duas gestões da ABHO (de 2003-06 e 2006-09). Presidiu também o International Affairs Committee (IAC) da AIHA - American Industrial Hygiene Association - EUA (2009 a 2010). Atua como consultor sênior da Doulos Ambiental S/S Ltda. para empresas multinacionais. É professor convidado em vários cursos de pós-graduação, além de atuar como coordenador e instrutor de treinamentos “in company” para várias organizações. Em 2008, recebeu o título de comendador da Animaseg - Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho. Faz parte do Conselho Editorial da Revista Proteção. Em 2015 completou 40 anos de atuação em higiene ocupacional.

SUMÁRIO

Perfil do motorista de caminhão-tanque

9

Composição dos derivados de petróleo

11

Risco de saúde

12

Dados de avaliação ambiental

17

Conclusões

18

Considerações finais

19

Bibliografia

21

A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO BENZENO NO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS

Marcos Domingos da Silva, M.Sc

Higienista Ocupacional
Doulos Ambiental S/S Ltda.

 @Domingos54M

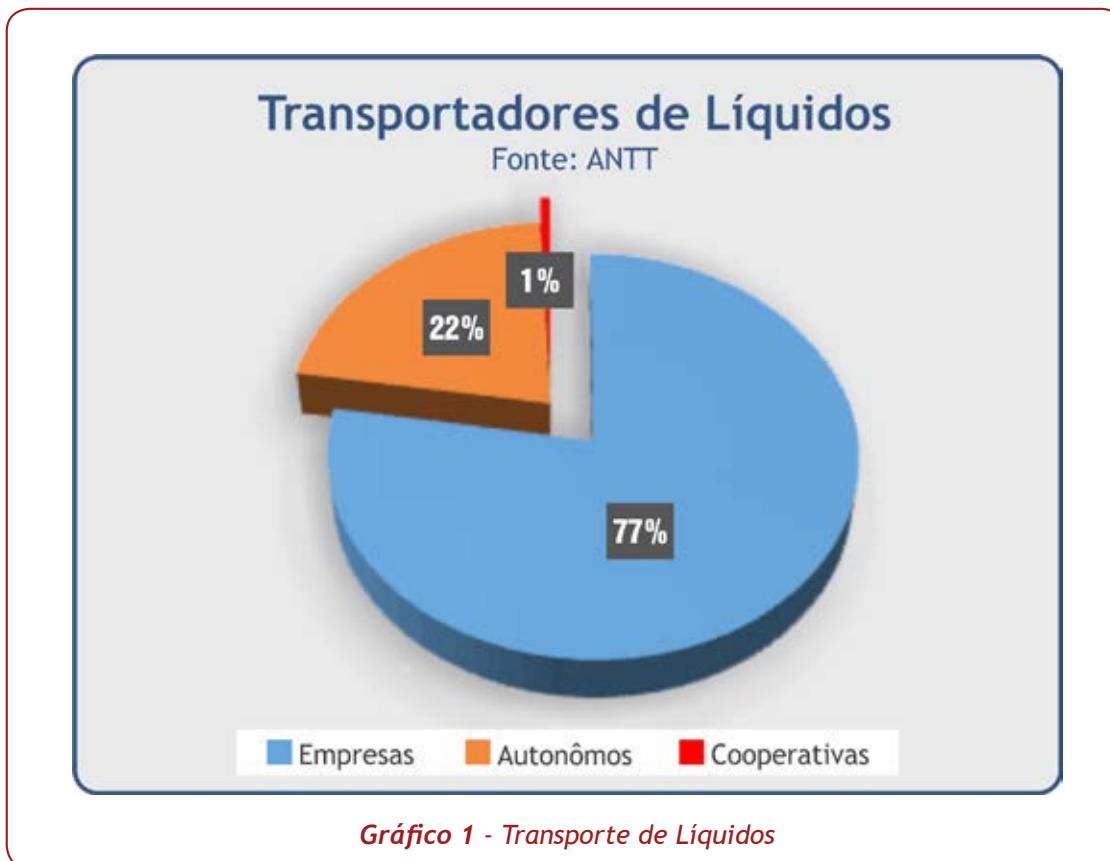
RESUMO: A movimentação geral de veículos é muito relevante para a economia brasileira, pois envolve uma frota de mais de 86 milhões de automóveis, caminhões, ônibus etc., consumindo quase 105 bilhões de litros de combustíveis. Em média 66 mil caminhões tanque são usados para levar cargas líquidas, incluindo aí os derivados de petróleo. O SINDICOM congrega 12 empresas que juntas atendem a 80% dos postos de serviços. Faz parte das atividades dos motoristas operar, nas bases de distribuição, os sistemas (Top ou Bottom) utilizados para carregar os compartimentos de combustíveis. Do ponto de vista de exposição ocupacional, interessa neste artigo analisar os vapores de gasolina, sendo que os compostos mais importantes são: benzeno, tolueno, xileno, etilbenzeno e etanol. Desses, o benzeno ganha notoriedade pelo potencial toxicológico de causar leucemia. Por ser, então, uma substância carcinogênica, há muito debate sobre a possibilidade de os trabalhadores adoecerem, gerando insegurança técnica e legal entre os envolvidos. De modo geral, a questão não está sendo tratada com base em informações científicas e análise de risco coerente. O teor de benzeno na gasolina é menor do que o encontrado no passado e atualmente não pode exceder 1% em volume. Além disso, o tempo de exposição dos motoristas é curto, cerca de 1 (uma) hora por dia, e as concentrações encontradas ficam abaixo de 0,5 ppm. A EPA (EUA) tem feito vários estudos sobre esse assunto, envolvendo a comunidade, e conclui que não há no momento conclusões definitivas sobre as chances de ocorrerem cânceres por benzeno, quando se considera longo contato (a vida toda) em baixas concentrações. Os estudos (antigos) que apontam esse efeito adverso à saúde consideram exposições a concentrações elevadas, acima de 10 ppm. De qualquer modo, precauções são necessárias para evitar infortúnios que levem à incapacitação profissional.

O homem moderno é dependente de automóveis, caminhões, ônibus, aviões, trens e barcos no seu dia a dia para locomoção pessoal, pública e movimentação de mercadorias. Todos esses meios de transporte têm em comum os motores de combustão à base de derivados de petróleo, notadamente gasolina, querosene e óleo diesel. Ainda é reduzido o número de veículos com fontes alternativas de energia como biomassas (etanol e biodiesel) e eletricidade.

Dados de 2004 fornecidos pela Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT, 2005) mostram que o Brasil possui quase 1.600.000 km de estradas e, segundo o Denatran - Departamento Nacional de Trânsito, a frota atual está na ordem de 86,7 milhões de veículos automotores, sendo 55,30% de carros de passeio (Denatran, 2014).

O SINDICOM - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes - estima que 105 bilhões de litros de combustíveis tenham sido distribuídos em 2014 (Sindicom, 2014) aos postos de serviços e clientes corporativos. Um cálculo simples pressupõe a necessidade de 3,5 milhões de viagens, com caminhões-tanque, com capacidade média de 30.000 litros cada, abastecidos em 290 bases ou terminais localizados em 70 cidades brasileiras. Pequena parcela desse transporte é feita por trens, mas difícil de ser contabilizada até então.

O volume operacional das bases ou terminais de distribuição varia em função da região e do porte da empresa responsável por atender às redes de postos de serviços. Algumas unidades podem carregar mais de 400 caminhões-tanque diários, enquanto outras ficam na faixa de dezenas de veículos atendidos. Empresas especializadas são contratadas pelas distribuidoras para transportar os combustíveis até os clientes tecnicamente chamado de CIF - *Cost, Insurance and Freight*, enquanto o FOB - *Free on board* - é feito pelos próprios veículos dos compradores.



Registros da ANTT - contabilizam em 2008 quase 66 mil caminhões-tanque, incluindo os destinados ao transporte de combustíveis, conforme mostra Elisabeth Trevisan em sua tese de doutorado (Trevisan, 2010). Os motoristas contratados para esse tipo de serviço devem ser adequadamente habilitados, com treinamento específico para movimentar cargas perigosas, além de observar todas as instruções de segurança exigidas para acessar as bases de distribuição. A experiência mostra que nos grandes centros urbanos do Brasil as viagens raramente se repetem três ou quatro vezes em um mesmo dia. Também há os que atendem a cidades distantes, situadas a mais de 100 km, o que inviabiliza o retorno considerando todo o tempo de espera para uma segunda carga.

A frota de caminhões-tanque utilizados para carga e descarga de líquidos em geral, entre eles os combustíveis, conforme **Gráfico 1**, pertence majoritariamente a transportadoras. A distribuição dos combustíveis e lubrificantes é feita por poucas empresas que possuem terminais, sendo 12 delas associadas do SINDICOM e juntas atendem a 80% dos postos de serviços.

PERFIL DO MOTORISTA DE CAMINHÃO-TANQUE

Os motoristas de caminhões-tanque, por força do ofício, não devem nem podem ser profissionais inexperientes. As estatísticas mostram que os acidentes com mortes envolvendo veículos de grande porte (acima de 12 T) são similares entre o Brasil (9,2%) e EUA (7,1%), conforme estudo da Universidade de Michigan (Blower & Woodrooffe, 2012), que comparou ainda os dados da China e Austrália. Guardadas as devidas proporções, os números brasileiros não parecem estar descontrolados nem se aproximam dos assustadores índices envolvendo motociclistas e pedestres.

Do ponto de vista de saúde ocupacional, calcula-se que mais de 77% dos motoristas estão sujeitos a vínculos empregatícios e isso significa abrigá-los dentro do PPRA - Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais e do PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, considerando o número de empresas existentes no transporte de combustíveis (**Gráfico 1**).

A profissão de motorista de caminhão-tanque consta da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), conforme publicação do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2015), categorias 7825-05 e 7825-10, sendo que nas suas GAC - Grandes Áreas de Competência - estão as tarefas de transportar líquidos, movimentar cargas perigosas, operar sistemas *bottom load* ou *top load* como recursos de trabalho.



Figura 1 - Carregamento "Top Loading"

No glossário do CBO, o sistema *top* ou *bottom loading* é o método de carregar os tanques ou a forma de conexão às bombas, que pode ser por meio de mangotes embaixo (*bottom*) do caminhão ou de braços (dutos articulados) em cima (*top*) do veículo.

No carregamento e descarregamento várias tarefas importantes são realizadas em um curto espaço de tempo, visando à segurança da operação, tais como: conexão do cabo terra, uso de baldes metálicos (facilita eventual descarga elétrica) coleta de sobras de combustíveis, apetrechos de sinalização (cones e faixas), digitação do volume desejado no painel das bombas etc. A Figura 3 ilustra o ciclo de trabalho do motorista de caminhão-tanque.



Figura 2 - Carregamento “Bottom Loading”

As maiores distribuidoras de combustíveis ficam em regiões metropolitanas, próximas às refinarias da Petrobras, cujo trânsito geralmente é intenso e em alguns locais existem limitações de horário para veículos de carga ou rodízio de veículos. A exposição ocupacional aos vapores de combustíveis se dá em duas tarefas principais, carregamento nas bases e descarregamento dos tanques nos postos de serviços. Juntas são feitas em uma hora. Em média, um compartimento de

5.000 litros leva cinco ou seis minutos para ser completado. Portanto, a maior parte da jornada de trabalho destina-se à locomoção e, durante os deslocamentos, as concentrações dos agentes ambientais são residuais, similares às observadas em áreas residenciais.

A movimentação de combustíveis no Brasil se concentra na carga, transporte e descarga de gasolina, diesel e etanol. Em menor proporção, e para consumidores específicos são fornecidos querosene, GLP, gasolina de aviação, querosene de aviação (QAV), etc.



Figura 3 - Ciclo de trabalho do motorista de caminhão-tanque

COMPOSIÇÃO DOS DERIVADOS DE PETRÓLEO

Os combustíveis são obtidos nas refinarias de petróleo cru por diferentes meios (Petrobras, 2002), classificados em quatro grandes grupos: (1) Processos de Separação (Destilação, Desasfaltação, Desaromatização, etc.); (2) Processos de Conversão (ação química, craqueamento catalítico, etc.); (3) Processos de Tratamento (eliminação de impurezas) e (4) Processos Auxiliares (fornecimento de insumos aos anteriores, hidrogênio, recuperação de enxofre, etc.). A gasolina, quando produzida em colunas aquecida para fracionamento, é destilada no seu ponto de ponto de ebulição (30°C a 220 °C).

Os derivados de petróleo contêm essencialmente hidrocarbonetos que são moléculas de hidrogênio e carbono encontradas em diferentes tamanhos e estruturas, com e sem ramificações, anéis, etc. Desde a mais simples combinação, como o metano (CH₄), pode se extrair um grande potencial energético, sendo essa a característica econômica mais importante dos combustíveis. Além disso, são possíveis inúmeras outras ligações químicas para a formação de produtos industriais que incluem a borracha sintética, náilon, plásticos, etc.

Há de 150 a 200 compostos na gasolina, majoritariamente hidrocarbonetos aromáticos e subgrupos dos alifáticos (parafinas, olefinas e naftênicos). Para fins de saúde pública e exposição ocupacional, a preocupação reside nos teores de Benzeno, Tolueno, Xileno e Etilbenzeno (BTXE). Em menor proporção ficam os produtos oxigenados (tipos de éteres e álcoois), enxofre, elementos metálicos, etc. No Brasil, o Etanol anidro produzido nas usinas de cana-de-açúcar é regularmente adicionado na proporção de 25% do volume utilizado em automóveis. O **Quadro 1** resume a classificação dos hidrocarbonetos e suas propriedades químicas, incluindo exemplos dos compostos mais comuns em cada categoria.

QUADRO 1		PROPRIEDADES DOS HIDROCARBONETOS			
ALIFÁTICOS					AROMÁTICOS
Alcanos ou Parafina	Cicloalcanos ou Naftenos	Alcenos ou Olefinas	Alcadienos Dienos	Alcinos ou Alquinos	Arenos
$C_n H_{2n+2}$	$C_n H_{2n}$	$C_n H_{2n}$	$C_n H_{2n-2}$	$C_n H_{2n-2}$	$C_6 H_5 - Y$
Acíclicos	Cíclicos	Acíclicos	Acíclicos	Acíclicos	Cíclicos
Saturados	Saturados	Insaturados	Insaturados	Insaturados	Insaturados
Ligação simples	Ligação simples	Ligação dupla	Ligação dupla	Ligação Tripla	Ligação dupla
Gases ou líquidos	Líquidos	Líquido ou gasoso	Líquido ou gasoso	Líquido ou gasoso	Líquidos
Metano, Propano, Butano, Hexano	Ciclohexano, Metilciclopentano	Etileno, Buteno, Isobuteno	Butadieno, Pentadieno	Acetileno	Benzeno, Tolueno, Xileno, Etilbenzeno, Naftaleno

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) tem com atribuição regulamentar a produção e distribuição dos combustíveis. Na sua Resolução nº 40, de 25/10/2013, publicada em 28/10/2013, são estabelecidas as especificações para gasolina, incluindo os teores de benzeno assinalados na Tabela 1.

TABELA 1	TEOR MÁXIMO DE BENZENO NA GASOLINA FIXADO PELA ANP				
ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	Gasolina Comum		Gasolina Premium	
Benzeno, máx.	% vol.	Tipo A	Tipo C	Tipo A	Tipo C
		–	1,0	–	1,0

A gasolina Tipo C é a Tipo A com adição do Etanol Anidro Combustível (EAC), geralmente de 20 a 25% do volume fornecido nos postos de vendas para usuários de veículos comuns.

Nos EUA, desde 1990, graças ao Clean Air Act, o teor de benzeno na gasolina está limitado a 1% em volume, sendo que em alguns Estados as restrições locais são maiores. Por isso, a EPA acredita na redução gradativa dessa substância na atmosfera (EPA, 2015)

Estudo publicado na Revista Química Nova (Silva, et al., 2009) por pesquisadores da Universidade Federal do Piauí, em parceria com os da Universidade de Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Araraquara - SP), mostra a composição dos BTXE na gasolina comercial, Tipo C, em 50 amostras coletadas em postos de serviços no Estado do Piauí:

TABELA 2	RESULTADOS DAS ANÁLISES DE AMOSTRAS DE GASOLINA C				
SUBSTÂNCIA	CONC. MÍN. (% v/v)	CONC. MÁX. (% v/v)	MÉDIA	DP	CV
Benzeno	0,280	0,530	0,402	0,044	11,071
Tolueno	1,590	3,790	2,035	0,377	18,499
Etilbenzeno	0,520	1,360	0,781	0,175	22,451
o-Xileno	0,700	1,500	0,884	0,150	17,002
m-Xileno	1,500	3,400	1,958	0,336	17,176
p-Xileno	0,600	1,200	0,724	0,114	15,677

A Portaria CNP nº 283, de 2/6/1980, publicada no DOU em 10/6/1980, permite contabilizar como perdas por evaporação até 0,6% do volume movimentado em postos de revendedores de gasolina. Esse percentual pode variar em função da temperatura ambiente e umidade relativa do ar. A inalação, então, dos vapores de combustíveis permite que esses compostos químicos sejam absorvidos pelo sistema respiratório. No caso do benzeno, a EPA - *Environmental Protection Agency* dos EUA estima que de 47 a 52% sejam absorvidos pelo sistema respiratório, com mais intensidade na primeira hora de exposição (Bayliss, Jinot, & Sonawane, 2002), sendo o restante eliminado em razão da saturação ocorrida no organismo.

RISCO À SAÚDE

“Se você não consegue quantificar um objetivo, não é capaz de gerenciá-lo; se não consegue fazer gestão tampouco está apto a melhorar o processo. *Kaplan & Norton*”

É impressionante a confusão existente na legislação, artigos técnicos, notícias, palestras e aulas sobre os riscos à saúde pela exposição ocupacional aos agentes ambientais. Comumente são utilizadas frases como: “reconhecimento de risco”, “identificação de risco” e até o hilariante “risco de vida”. São tentativas de expressar o perigo potencial para os trabalhadores.

Risco, por definição, é uma função matemática que associa probabilidade (P), consequência (C) e intervalo de tempo (t), expressa da seguinte forma:

$$Risco=f(P, C, t)$$

Inalar vapores de combustíveis é sem dúvida um perigo, mas o risco de doença ocupacional é uma possibilidade (estatística) de ocorrência ao longo da vida laboral ou intervalo de tempo (t). A chance de prejuízo à saúde é uma estimativa que pode ser expressa de forma quantitativa ou semiquantitativa .

Muitos trabalhos de higiene ocupacional apresentam conclusões de “risco à saúde” dos trabalhadores (surdez, silicose, câncer, etc), mas não informam se a possibilidade de doença ocupacional é baixa, média ou alta.

A EPA (EPA, 2003) apresenta no seu site vários estudos que mostram numericamente a chance de ocorrência de efeitos adversos na população norte-americana. Seguem alguns exemplos, pressupondo que um indivíduo inala continuamente o benzeno, durante toda a sua vida na comunidade onde reside:

TABELA 3		ESTIMATIVA DE CÂNCER PELA EPA
	NÍVEL DE RISCO	CONCENTRAÇÃO DE BENZENO
E-4	1 em 10. 000	13.0 a 45.0 µg/m ³ (4,1 a 14,1 ppb)
E-5	1 em 100. 000	1.3 a 4.5 µg/m ³ (0,41 a 1,41 ppb)
E-6	1 em 1. 000. 000	0.13 a 0.45 µg/m ³ (0,04 a 0,14 ppb)

A exposição ocupacional nunca abrange a vida inteira do trabalhador, mas a carreira profissional que pode chegar a 35 ou 40 anos, normalmente é marcada por concentrações ou intensidades dos agentes ambientais acima dos valores mostrados na Tabela 3 observados na comunidade. O “Threshold Limit Value” (TLV®) do benzeno (ACGIH, 2014) proposto pela “American Governmental Industrial Hygienists” (ACGIH®) é 0,5 ppm (1,6 mg/m³), menor que o valor citado na literatura (EPA, 2013) como “Nenhum Efeito Adverso Observado” (NOAEL).

A questão do Benzeno ganhou espaço na Suprema Corte dos EUA em 1980 (U.S. Supreme Court, 1980), quando a OSHA - *Occupational Safety and Health Administration* foi autorizada pelo Congresso a rever os limites aplicados aos conceitos de risco aceitável e inaceitável. Depois de considerar vários modelos de estimativa de prejuízos à saúde, essa agência norte-americana definiu como “risco *significativo*” a possibilidade de ocorrerem mortes na proporção de 1/1000.

Na Europa, a Diretoria Geral da Comissão Europeia para Mobilidade e Transporte solicitou a DNV - *Det Norske Veritas* um estudo com o objetivo de analisar a viabilidade de

definir e harmonizar os critérios de aceitabilidade de risco. O relatório (DG MOVE, 2014) foi publicado no ano passado, sendo, portanto bem recente, e adota os seguintes parâmetros.

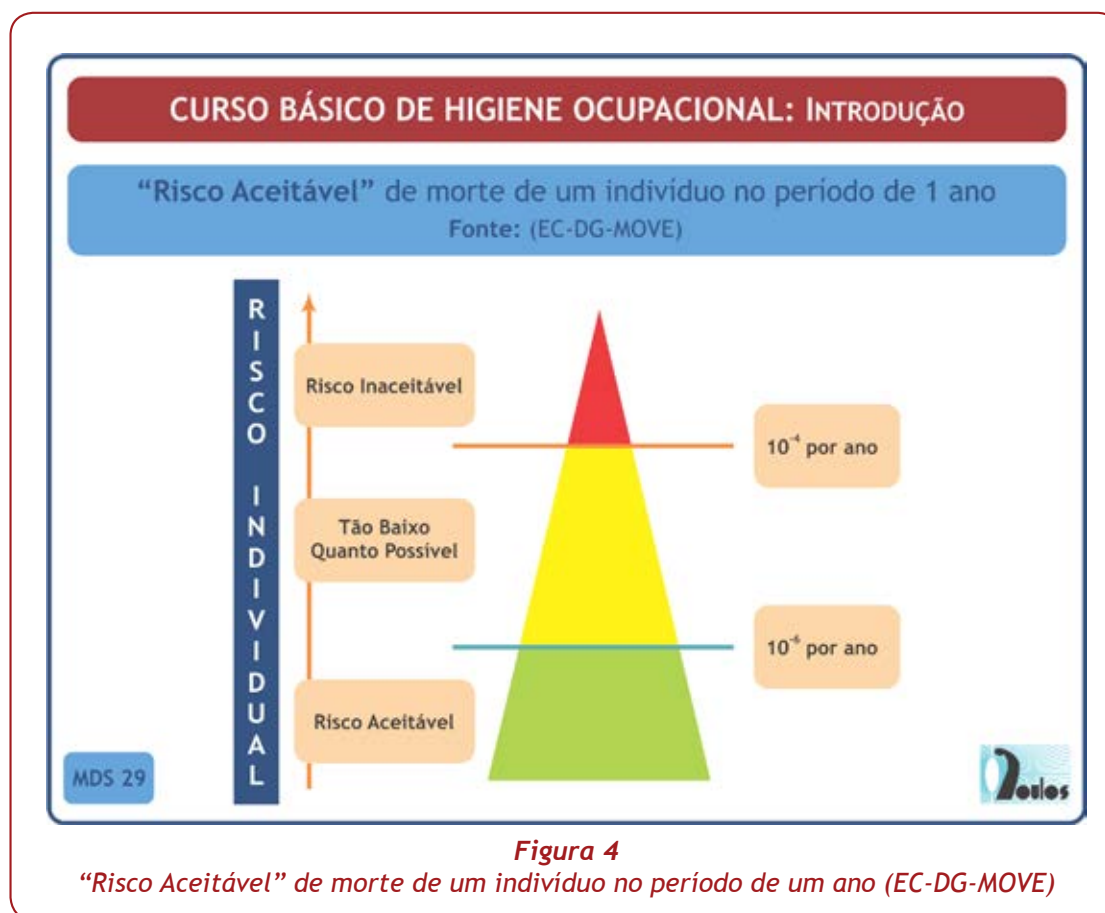


Figura 4

“Risco Aceitável” de morte de um indivíduo no período de um ano (EC-DG-MOVE)

Diferentes agências prevencionistas e até a Suprema Corte dos EUA (OSHA, 1996) interpretam como “risco socialmente aceitável” de morte a possibilidade de esta ocorrer na proporção de 1/1.000.000 ou 10^{-6} . A faixa intermediária da Figura 4 é tolerada, mas com a adoção de ações preventivas para reduzir o potencial dos efeitos adversos à saúde “tão baixo quanto possível” (ALARP - *As Low as Reasonably Practicable*).

O mais famoso estudo sobre a exposição ocupacional ao benzeno, denominado de *Pliofilm cohort*, foi conduzido pelo NIOSH - *National Institute for Occupational Safety and Health* e relatado por Mary Burr Paston (Paxton, Rodricks, Brett, & Chinchilli, 1996). Essa pesquisa investigou casos de leucemia em uma população de 1.868 trabalhadores, em duas fábricas de borracha (*Rubber Hydrochloride*) no Estado de Ohio (EUA), entre 1940 e 1965, com reflexos até 1987. Os resultados apontam excesso de cânceres na faixa de 0,26 a 1,3 casos, em um grupo de 1.000 trabalhadores expostos a um ppm por 40 anos.

Outros pesquisadores usaram a base de dados de *Pliofilm Cohort*, mas aplicaram diferentes modelos matemáticos para estimar o excesso de leucemia em exposições de um ppm (40 ppm-anos), como por exemplo, Rinsky que obteve resultados de 6,6 (2,1 - 15) por. 1000 trabalhadores (Rinsky, 1989).

Peter F. Infante (Infante, 2011), epidemiologista da OSHA - *Occupational Safety and Health Administration*, publicou um artigo em 1992 na revista da ACGIH® (*Applied Occupational and Environmental Hygiene*) demonstrando os diferentes critérios para adoção dos limites de exposição ocupacional vigentes até a presente data. Informa que o PEL - *Permissible Exposure Limit* de 1,0 ppm adotado oficialmente nos EUA em 1987 resulta

das condições econômicas viáveis na época. Porém, são exigidas medidas preventivas complementares, e um nível de ação de 0,5 ppm deve ser respeitado. O TLV® de 0,5 ppm é mais restritivo, como pode ser visto na **Tabela 4**.

Os dados Tabela 4 são do Comitê Científico dos Limites de Exposição Ocupacional da Comunidade Europeia (SCOEL, 1991). Na Europa, os efeitos carcinogênicos do benzeno são tratados na DIRETIVA 2004/37/CE (29/04/2004), estabelecendo um limite de exposição de um ppm para um período de 8 h, a partir do seguinte entendimento: *“Embora os conhecimentos científicos atuais não permitam estabelecer limites abaixo dos quais os riscos para a saúde deixem de existir, a redução da exposição a agentes cancerígenos ou mutagênicos diminuirá, no entanto esses riscos.”* Diferentemente do que se propaga no Brasil, afirma ainda que... *“A fim de contribuir para uma redução destes riscos, devem ser estabelecidos valores-limite e outras disposições diretamente relacionadas para todos os agentes cancerígenos ou mutagênicos em relação aos quais a informação disponível, incluindo dados científicos e técnicos, o torne possível”*. Aplica-se aqui o princípio da ALARP - (As Low as Reasonably Practicable), comentado anteriormente.

TABELA 4		ESTIMATIVA DE LEUCEMIA ADICIONAL POR 1.000 TRABALHADORES (40 ANOS DE EXPOSIÇÃO)	
CONCENTRAÇÃO (PPM)	EXPOSIÇÃO (PPM X ANOS)	CASOS EXTRAS DE LEUCEMIA	
0,1	4	0,05 - 0,7	
0,5	20	0,25 - 3,3	
1,0	40	0,5 - 6,6	
3,0	120	2,0 - 19,8	

Nos EUA, *The final OSHA Benzene standard* (1910.1028) exclui subsegmentos da indústria nos quais as concentrações dessa substância permaneçam regularmente abaixo do Nível de Ação (0,5 ppm) (NIOSH, 2011). Cita textualmente a distribuição e venda de combustíveis como uma das atividades dispensadas de atender a essa obrigatoriedade (OSHA, 2003).

“Devemos ser capazes de escolher racionalmente entre os riscos assumidos o rumo das ações em vez de enveredar pela incerteza movida pela intuição, boato ou experiência, ainda que meticulosamente estimada. *Peter Drucker*”

Na contramão das recomendações de agências internacionais, inclusive da OMS - Organização Mundial da Saúde (OMS, 2010) - o MTE - Ministério do Trabalho e Emprego publicou o Anexo n.º 13-A, no escopo da NR 15, pela Portaria SSST n.º14, de 20 de dezembro de 1995, para tratar especificamente da exposição ocupacional ao benzeno, dando sequência a uma decisão anterior (Portaria n.º 03, de 10 de março de 1994), que eliminou o Limite de Tolerância dessa substância no Anexo 11, ignorando e atropelando o artigo Art. 191 da CLT - Consolidação das Leis do Trabalho.

A alternativa negociada no Comitê Tripartite foi o lançamento do “Valor de Referência Tecnológico - VRT” que é inútil e pior, pois representa um risco para a saúde e apresenta as seguintes incoerências:

- i. Não exclui risco à saúde, conforme a definição dada, mas é obrigatório para a melhoria contínua dos ambientes de trabalho (Item 6 do Anexo 13-A).
- ii. Não exclui risco à saúde, mas é o parâmetro adotado para a interpretação de resultados e o julgamento da exposição ocupacional à saúde (Item 4.4 da Instrução Normativa N.º 1 de 20 de dezembro de 1995), conforme a Equação 1.

$$I = \frac{\text{UCL ou LSC}(95\%)}{\text{VRT}_1} \leq 1$$

Equação 1 - Equação de julgamento do VRT

ONDE:

I = Índice de Julgamento

LSC = Limite Superior de Confiança 95% (UCL = upper confidence limit)

VRT = Valor de Referência Tecnológica

- iii. Medidas de controle somente são necessárias se I for maior do 1,0, pois significa que a média das concentrações (LSC95%) pode ser maior do que o VRT. Valores inferiores à unidade exigem apenas novas medições em diferentes prazos.
- iv. Adota valores distintos para ambientes de siderurgia (2,5 ppm) quando comparado com os demais ramos industriais (1,0 ppm). Isso significa tratamento desigual para trabalhadores expostos ao mesmo agente.

Situações similares às dos motoristas de caminhões-tanque devem ser analisadas a partir do conceito de mistura química, considerando que alguns compostos da gasolina têm ação tóxica similar ou aditiva e, portanto, elevam o potencial de risco à saúde, tendo como base a seguinte equação:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots \leq 1$$

Equação 2 - Limite de Exposição Ocupacional para Mistura

ONDE:

C - Concentração do agente químico

T - Limite de Tolerância do agente químico

Pelo menos Tolueno, Etilbenzeno e Xileno poderiam ser analisados como efeitos combinados.

QUADRO 2	BASE DOS EFEITOS ADVERSOS À SAÚDE PARA APLICAÇÃO DOS TLV®
SUBSTÂNCIA	EFEITOS À SAÚDE - BASE DOS TLV® da ACGIH®
Benzeno	Leucemia
Tolueno	Comprometimento da visão, dano reprodutivo em mulheres, aborto
Etilbenzeno	Irritação do trato respiratório superior, danos nos rins (nefropatia) e comprometimento da visão.
Xileno (o, m, p)	Irritação dos olhos e trato respiratório superior. Comprometimento do sistema nervoso central
Etanol	Irritação do trato respiratório superior
Diesel	Dermatite

DADOS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A exposição ocupacional aos vapores de combustíveis é um assunto pouco explorado e exige paciência encontrar bons artigos técnicos com resultados de avaliações ambientais. O material publicado na Europa e nos EUA dá ênfase à presença do Benzeno, deixando em segundo plano os demais compostos. Muito menos, contudo, se escreve no Brasil e são raros os textos com alguma qualidade preventcionista. Não é surpresa, portanto, a ausência de dados brasileiros na literatura técnica ou quando existem referem-se à população de forma geral e não especificamente aos motoristas de caminhões-tanque.

Sabe-se, contudo, que as empresas distribuidoras monitoram regularmente a exposição dos seus empregados aos vapores de combustíveis e algumas delas incluem colaboradores terceiros, cujos dados ficam apenas registrados nos PPRA - Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais.

A **Tabela 5** resume os dados extraídos de vários artigos técnicos (Lynge, et al., 1997) já citados aqui, publicados como textos acadêmicos, ao longo de mais de 40 anos.

TABELA 5		TABELA DE DADOS DAS AVALIAÇÕES AMBIENTAIS		
	PAÍS OU REGIÃO	ANO	TWA - STEL	BENZENO (PPM)
1	Finlândia (Bottom Loading)	1995	STEL	0,34
2	Rasa - EL Salvador - (Top Loading)	2000-2005	STEL	0,36
3	Europa (Bottom Loading)	1987	STEL	0,44
4	Guatemala (Top Loading)	2000-2005	STEL	0,51
5	Corinto - Nicarágua - (Top Loading)	2000-2005	STEL	0,57
6	Belize - (Top Loading)	2000-2005	STEL	0,74
7	Suécia (Bottom Loading)	1987	STEL	0,94
8	Japão (Bottom Loading)	1991	STEL	1,06
9	Colômbia - (Top Loading)	2000-2005	STEL	1,27
10	Suécia (Top Loading)	1985	STEL	1,35
11	Japão (Top Loading)	1991	STEL	1,63
12	Nicarágua - Motoristas (Top Loading)	2000-2005	STEL	1,97
13	Finlândia (Top Loading)	1995	STEL	5,63
14	Brasil - Motoristas - (Top e Bottom Loading)	2006	TWA	<ND
15	Japão (Bottom Loading)	1991	TWA	0,01
16	EUA (Top Loading)	1986	TWA	0,28
17	EUA (Bottom Loading)	1986	TWA	0,31
18	Nicarágua - Motoristas (Top Loading)	2000-2005	TWA	0,48
19	Itália (Carregamento) - Ponto Fixo	1972	TWA	0,50
20	Brasil - Abastecedores - Ponto Fixo	2009 - 2010	TWA	0,57
21	Itália (Carregamento) - Ponto Fixo	1972	TWA	0,78
22	Europa (Top Loading)	1987	TWA	1,91

Vale esclarecer que as concentrações relatadas acima (OMS, 2000) refletem diferentes teores de benzeno (1 a 4%), principalmente na Europa na década de 70 e 80 (Karakitsios & Kassomenos, 2015), enquanto hoje no Brasil está limitado a 1%. Além disso, os métodos analíticos não eram tão exatos quanto os atuais, mesmo sendo todos os resultados obtidos por amostragem pessoal e coleta em tubos adsorventes.

Os dados, então, mostrados na Tabela 5 não permitem análises estatísticas nem levam a conclusões definitivas, mas servem como bons indicadores históricos. Nota-se que os valores relacionados ao carregamento *TOP* (escotilha em cima do tanque) são bem mais altos do que os *Bottom* (conexões em baixo do tanque). Da mesma forma, as medições em pontos fixos apresentam concentrações superiores aos TLV® da ACGIH®.

CONCLUSÕES

Com base nas informações apresentadas até aqui, pode-se concluir o seguinte:

- 1) A movimentação de combustíveis por caminhões-tanque e trens é uma atividade muito importante para a economia brasileira. Envolve muitos trabalhadores, representa um volume expressivo de recursos financeiros, atende a necessidades críticas da sociedade (hospitais, bombeiros, mobilidade urbana etc.). Não pode, portanto, ficar vulnerável aos interesses políticos ou corporativistas.
- 2) Trata-se de um setor com muitas regras, desde as especificações técnicas do produto, normas de segurança operacional nos terminais, transporte etc., até mão de obra especializada e manutenção permanente da qualidade de serviços, equipamentos e veículos.
- 3) Os riscos à saúde associados aos vapores de combustíveis incluem inúmeros compostos químicos. Na prática, por questões metodológicas, ficam reduzidos a quatro ou cinco, dos quais apenas o Benzeno tem despertado polêmica. Há a necessidade de tratá-los de forma holística, considerando os critérios dos efeitos aditivos ou sinérgicos, com base em protocolos testados e validados pela comunidade científica internacional.
- 4) Falta no Brasil um grupo técnico para tratar cientificamente das questões relacionadas aos limites de exposição ocupacional, como ocorre na Europa por meio do SCOEL (*Scientific Committee on Occupational Exposure Limits*). Aqui a exposição ao Benzeno é tratada de forma amadora, às vezes com exacerbamento de paixões, até por parte dos agentes públicos que buscam intimidar as empresas que lidam com essa substância no processo produtivo, no velho estilo de “eu prendo e arrebroto”. Invariavelmente condenam os programas preventivistas existentes sem apontar efetivamente o que deve ser melhorado. Possivelmente esses críticos nunca elaboraram um PPEOB - Programa de Prevenção da Exposição Ocupacional ao Benzeno ou PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.
- 5) O Anexo 13 A adotado pela Portaria n.º14, de 20/12/1995 já nasceu inoperante porque fixou valores diferenciados para controle do risco da exposição ao benzeno, como se os trabalhadores das siderurgias fossem mais resistentes do que os demais. O esdrúxulo VRT de 2,5 aumenta, no mínimo, seis vezes a estimativa de ocorrência de leucemia.

- 6) Os números mostrados ao longo deste texto expressam com clareza que o risco de leucemia está associado a exposições longas (40 anos), diárias e contínuas. No caso dos motoristas de caminhões-tanque o contato com os vapores de combustíveis só ocorre de forma acentuada nas operações de carregamento e descarregamento ($t < 1h$). Nos intervalos em que estão conduzindo os veículos, as concentrações são residuais. Em razão disso, os valores encontrados são geralmente inferiores aos TLV-TWA da ACGIH®. Isso também se nota nas operações de curta duração quando se aplica o conceito de STEL.
- 7) Escapa a qualquer lógica, principalmente matemática e prevencionista, a ideia de contratar trabalhadores exclusivamente para abastecer caminhões-tanque, quando se sabe que estarão continuamente expostos aos vapores de combustíveis. Decisões dessa natureza deveriam ser tratadas como criminosas, pois deliberadamente expõem as pessoas a um risco de doença ocupacional.
- 8) Não há limite seguro para o Benzeno: verdade ou mentira? Por falta de esclarecimentos, já que a maioria dos interessados não procura saber a origem das informações, a melhor resposta seria a de que os dados científicos são insuficientes para uma conclusão definitiva. A primeira reação naturalmente é considerar que são inúteis os esforços para trabalhar ou viver em um ambiente que tenha essa substância. Como está presente em todos os lugares, inclusive em áreas rurais, todos estão condenados à leucemia. A EPA - *Environmental Protection Agency* (EUA) resume essa discussão¹ da seguinte forma:

“Atualmente, o *risco real* de câncer decorrente da exposição ao benzeno não pode ser determinado, mesmo usando dados de dose-resposta em análises quantitativas do risco de câncer, em razão das incertezas existentes nos cenários de exposição a doses baixas e da falta de entendimento claro do modo de ação. ...Portanto, o risco real pode ser tanto alto como baixo.”
(EPA, 2003)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando os ventos de mudança sopram, umas pessoas levantam barreiras, outras constroem moinhos de vento. *Érico Veríssimo*

O Brasil é historicamente lento na adoção de mudanças. Parece que as transformações só ocorrem por inércia, nada acontece por força própria ou voluntária. A independência do país foi uma das últimas da América Latina e assim mesmo como um favor do filho do dominador português, que conseguiu acomodar e alongar sua realeza ao instalar a única

¹ Integrated Risk Information System (IRIS) - Item II C 4

monarquia da América do Sul. Trabalhadores e índios são tratados como incapazes, pois a legislação é extremamente paternalista. Muitos dos chamados benefícios dos empregados são mantidos e gerenciados pelo governo (FGTS, PIS, PASEP, etc) porque seus verdadeiros donos “não sabem” administrá-los.

Em termos de riscos nos locais de trabalho a preferência nacional é pelo pagamento dos adicionais de insalubridade, e não pela eliminação das condições de trabalho adversas à saúde. Isso se assemelha ao antigo hábito de passar mercúrio-cromo na ferida, apenas para cicatrizar, deixando de lado a causa da infecção e os efeitos acumulativos do remédio.

No estado de S. Paulo a mecanização da colheita de cana-de-açúcar chegou a 87% em 2012, segundo o Censo Varietal e de Produtividade (CTC, 2012), por conta do Protocolo Agroambiental do Setor Sucroenergético que visa a proteger o meio ambiente das queimadas e indiretamente a reduzir o trabalho degradante observado na exploração da mão de obra contratada para o corte manual das safras. Vale citar que a cultura canavieira no Brasil foi implantada logo após a chegada de Pedro Alvares Cabral, em 1500. Demorou, mas ficou claro que somente a automatização do processo era a solução para eliminar a insalubridade e penosidade dessa atividade.

Um povo não deve ter vergonha de sua pobreza, mas sim de não combatê-la. *Péricles*

Na Europa e nos Estados Unidos o autoatendimento nos postos de gasolina é vastamente empregado, evitando a contratação de frentistas. Isso reduz substancialmente o tempo de exposição aos vapores de combustíveis, pois cada usuário abastece seu próprio veículo em vez de manter um trabalhador por longas horas nessa condição ambiental. A automatização e o “self service” fazem parte da vida em países mais desenvolvidos por questões econômicas (embora sejam mais ricos) e, no caso aqui estudado, como forma de prevenção de doenças ocupacionais.

“Assumir riscos calculados é totalmente diferente de ser impetuoso.” *George S. Patton* (general norte-americano)

De quem mais se espera uma solução para o problema vem a sentença de morte, pois são incapazes de propor soluções legais, técnicas e administrativas para gerenciar o risco da leucemia. Substâncias cancerígenas sempre existiram e vão continuar perdurando em quantidade ainda maior. Cabe aos prevenicionistas e às autoridades encontrar medidas de controle eficazes do ponto de vista da saúde e desenvolvimento industrial. Há necessidade de estabelecer um protocolo objetivo que defina com clareza quais são os parâmetros e critérios de análise de risco.

BIBLIOGRAFIA

- ACGIH®. (2014). *2014 TLVs e BEIs - Limites de Exposição Ocupacional para Substâncias Químicas e Agentes Físicos*. São Paulo, SP, Brasil: ABHO (Tradução).
- ANTT. (2005). *Anuário Estatístico dos Transportes Terrestres* (Vol. 1). Brasília: Agência Nacional de Transportes Terrestres.
- Bayliss, D., Jinot, J., & Sonawane, B. (2002). *Toxicological Review of Benzene*. Washington, DC: EPA - Environmental Protection Agency. Fonte: <http://www.epa.gov/iris>.
- Blower, D., & Woodrooffe, J. (2012). *Survey of the Status of Truck Safety: Brazil, China, Australia, and the United States*. Ann Arbor: The University of Michigan.
- CTC. (2012). *CENSO VARIETAL E DE PRODUTIVIDADE*. Piracicaba: Centro de Tecnologia Canavieira. Fonte: <http://www.ctcanavieira.com.br/downloads/Censo2012.pdf>
- Denatran. (31 de dez de 2014). *Frota de Veículos*. Acesso em 2015, disponível em Denatran - Departamento Nacional de Trânsito: <http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>
- DG MOVE. (2014). *Harmonised Risk Acceptance Criteria for Transport of Dangerous Goods*. London: Det Norske Veritas Ltd.
- EPA. (17 de 04 de 2003). *Integrated Risk Information System*. Fonte: Benzene: <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>
- EPA. (04 de abril de 2003). *IRIS - Integrated Risk Information System*. Acesso em 15 de fevereiro de 2015, disponível em EPA: <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm>
- EPA. (18 de outubro de 2013). *Technology Transfer Network - Air Toxics Web Site*. Fonte: EPA - United States Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/benzene.html>
- fEPA. (15 de fevereiro de 2015). *Benzene_pt2.pdf*. Fonte: EPA: http://www.epa.gov/ttnchie1/le/benzene_pt2.pdf
- Infante, P. F. (24 de fevereiro de 2011). Benzene and Leukemia: The 0.1 ppm ACGIH Proposed Threshold Limit Value for Benzene. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 7(4), 253 - 262. Fonte: <http://dx.doi.org/10.1080/1047322X.1992.10389769>
- Karakitsios, P. G., & Kassomenos, P. (14 de fevereiro de 2015). *Scientific References COSMOS*. Fonte: SRCOSMOS: <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=11139>
- Lynge, E., Andersen, A., Nilsson, R., Barlow, L., Pukkala, E., Nordlinder, R., . . . Riise, T. (1997). Risk of Cancer and Exposure to Gasoline Vapors. *American Journal of Epidemiology*, 145, No 5, 10.
- MTE. (15 de fevereiro de 2015). *Classificação Brasileira de Ocupações*. Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego: <http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/saibaMais.jsf>
- NIOSH. (8 de fevereiro de 2011). *NIOSH POCKET GUIDE TO CHEMICAL HAZARDS*. Fonte: CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/nengapdx.html>
- OMS. (2000). *Air Quality Guidelines for Europe* (Vol. 91). Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional Publications.
- OMS. (2010). *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. Copenhagen, Dinamarca: WHO Regional Publications.
- OSHA. (15 de novembro de 1996). *Regulations (Preambles to Final Rules)*. Acesso em 2015, disponível em OSHA - We Can Help: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=PREAMBLES&p_id=748

OSHA. (20 de 03 de 2003). *Regulations (Standards - 29 CFR) - Part 1910*. Fonte: United States Department of Labor: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10042&p_table=standards

Paxton, M. B., Rodricks, J., Brett, S., & Chinchilli, V. (1996). Leukemia Risk Associated with Benzene Exposure in the Pliofilm Cohort. (A. P. Institute, Ed.) *Environmental Health Perspectives*, 104, 6. Fonte: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1469754/pdf/envhper00349-0299.pdf>

Petrobras. (2002). *Curso de Formação de Operadores de Refinaria*. Curitiba: Unicenp.

Rinsky, R. A. (1989). Benzene and Leukemia: an epidemiologic risk assessment. *Environmental Health Perspective*, 82, 189-191. Fonte: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1568103/pdf/envhper00426-0185.pdf>

SCOEL. (1991). *Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Benzene*. Copenhagen: European Commission.

Silva, F. L., Santos, J. R., Moita, J. M., Silva, R. L., Flumignan, D. L., & Oliveira, J. E. (2009). Determinação de BTXE em Gasolina Comercializada nos Postos do Estado do Piauí. *Química NOva*, 32(1), 6.

Sindicom. (16 de Dezembro de 2014). *Mercado de Combustíveis 2014*. Fonte: Sindicom: http://www.sindicom.com.br/#ler_noticia.asp?idNoticia=644&targetElement=leftpart

Trevisan, E. A. (29 de setembro de 2010). VIDA DE CÃO”: O TRABALHO DOS MOTORISTAS DE CAMINHÕES QUE TRANSPORTAM COMBUSTÍVEIS DA CIDADE DE PAULÍNIA. Paulínia, SP, Brasil. Fonte: <https://indicadoresdeemprego.files.wordpress.com/2013/12/o-trabalho-dos-motoristas-de-caminhc3b5es-que-transportam-combustc3adveis-da-cidade-de-paulc3adnia.pdf>

U.S. Supreme Court. (2 de julho de 1980). *INDUSTRIAL UNION DEPT. v. AMERICAN PETROL. INST.*, 448 U.S. 607 (1980). Fonte: FindLaw: <http://caselaw.lp.findlaw.com/scripts/getcase.pl?court=US&vol=448&invol=607>



DOULOS AMBIENTAL S/S LTDA-ME

Rua Caetés, 707 cj. 41

Perdizes - São Paulo

05016-081 - SP - Brasil

Fone (11) 3672.8578

doulos.ambiental@terra.com.br
