

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO

DÉBORA HANSEN LAUXEN

REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO A COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NO
ABASTECIMENTO DE VEÍCULOS:
Estudo de caso avaliando o posicionamento do trabalhador

São Leopoldo

2016

Débora Hansen Lauxen

REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO A COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NO
ABASTECIMENTO DE VEÍCULOS:

Estudo de caso avaliando o posicionamento do trabalhador

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho,
pelo Curso de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -
UNISINOS

Orientador: Prof. Nelson Beuter Junior

São Leopoldo

2016

REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO A COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NO ABASTECIMENTO DE VEÍCULOS:

Estudo de caso avaliando o posicionamento do trabalhador

Débora Hansen Lauxen*

Nelson Beuter Junior**

Resumo: foi avaliado o ambiente de trabalho durante o abastecimento de veículos num posto revendedor de combustível (PRC), visando avaliar a redução da exposição do trabalhador com os compostos orgânicos voláteis (COV) contidos no vapor da gasolina somente com o correto posicionamento do trabalhador durante a realização do abastecimento de veículos. Dentre os compostos orgânicos voláteis salientam-se devido seus graus de toxicidade o benzeno, o etilbenzeno, o tolueno e o xileno (BETX). As variáveis controladas no estudo foram a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido, a temperatura de globo, a umidade, a pressão atmosférica, a velocidade do ar, o nível do tanque do veículo abastecido e a quantidade de COV (valores médios e máximos). Foi constatado que os maiores valores de COV observados foram durante o abastecimento com o trabalhador de costas para o vento, isto é, de forma que o vento passe por trás do trabalhador. Porém pode-se perceber que em nenhum dos posicionamentos avaliados os valores de COV foram totalmente nulos, indicando que somente com esta medida de controle não é possível cumprir a NR-15 (considera que para o benzeno não existe um valor considerado seguro de exposição).

Palavras-chave: Abastecimento. Compostos orgânicos voláteis. COV. Gasolina. Posicionamento seguro. Higiene ocupacional.

Abstract: This study evaluated the work environment during a refueling of vehicles in a fuel station to assess, on the workers that are in the correct position during the refueling of the vehicles, the reduction of their exposure to volatile organic compounds (VOC) contained in the vapour gasoline. Among the volatile organic compounds stands out, due to their degree of toxicity, the organics benzene, ethylbenzene, toluene and xylene (BETX). The controlled variables in the study were the temperature of the dry bulb, the temperature of the wet bulb, the globe temperature, the humidity, the atmospheric pressure, the velocity of the air, the tank level of the fueled car and the quantity of VOCs (average and maximum values). It was found that the higher values of the VOCS observed were during the refueled when the worker was back to the wind, that is, when the wind passed from behind the worker. However, it can be seen that in none of the positions evaluated, the values of VOCs were totally null, indicating that just this control measure alone cannot fulfill the Regulatory Standard NR-15 (It is considered that for benzene there is no safe exposure value).

Keywords: Refueling, Volatile organic compounds, VOC, Fuel, Secure positioning, occupational hygiene.

* Engenheira química. eng.deborahl@gmail.com

** Químico, atuante em gestão de Segurança, Saúde e Meio Ambiente. nelsonbeuterj@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho nasceu de uma conversa informal com um trabalhador frentista de um posto de gasolina mostrando sua preocupação com os vapores liberados durante o abastecimento de veículos, indicando que tinha uma pequena fita que deixava pendurada para ver o sentido do vento e posicionar-se para não ficar de frente para o vento, acreditando que desta forma não iria absorver tanto os vapores emitidos. Porém será que a posição sugerida pelo frentista estaria correta?

O objetivo deste trabalho é avaliar quantitativamente a concentração de compostos orgânicos voláteis (COV) em diferentes posicionamentos do trabalhador durante o posicionamento, de forma identificar a condição que menos o exponha aos vapores.

Este trabalho fará um resumo de todos os riscos à saúde dos COVs (dentre os compostos orgânicos voláteis principais estão o benzeno, o etilbenzeno, o tolueno e o xileno). Bem como fazer um levantamento dos limites de exposição dos COVS e das legislações vigentes para postos revendedores de combustíveis.

O benzeno é um dos compostos orgânicos voláteis com maior toxicidade e, reduzindo a exposição a este componente, cerca de 190.000 frentistas brasileiros seriam beneficiados. Em muitos países não existem frentistas em postos revendedores de combustível, já que o proprietário do veículo realiza o abastecimento. Neste caso a exposição ao benzeno é pontual e não de forma prolongada como ocorre com o trabalhador exposto por um turno inteiro aos vapores dos combustíveis. Sendo assim, a única forma de evitar a exposição é utilizando medidas de controle visando à redução da concentração no ambiente dos compostos orgânicos voláteis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Compostos orgânicos voláteis

Os compostos orgânicos voláteis (COV) são poluentes do ar, geralmente provenientes de solventes orgânicos (WESCHLER E SHIELDS 1997). Segundo Tang, Liu e Duan (2015) são tóxicos e mutagênicos e podem reagir com ozônio ou radicais OH gerando HOx, ácidos orgânicos, peróxidos e outros produtos.

Caro e Gallego (2009) salientam que em concentrações baixas e moderadas, podem causar sintomas como euforia, dor de cabeça e tontura, enquanto em altas concentrações podem levar a anestesia, doenças respiratórias e cardiovasculares e, eventualmente, a morte. Já danos causados por exposição prolongada ao sistema nervoso central pode gerar déficit cognitivo e emocional assim como encefalopatia crônica, podendo prejudicar fígado, rim e pele.

Os profissionais que trabalham próximo de fontes de compostos orgânicos voláteis (COV) como escapamentos de veículos a motor ou emissões de vapor da gasolina estão expostos a níveis de COV durante o seu horário de trabalho.

Dentre os compostos orgânicos voláteis salientam-se devido seus graus de toxicidade o benzeno, o etilbenzeno, o tolueno e o xileno (BETX), que podem ser carcinogênicos, além de ter efeitos neurotóxicos e/ou mutagênicos (HANSEN E PALMGREN, 1996).

2.2 Gasolina

A gasolina é uma mistura complexa de compostos de baixo peso molecular, principalmente parafínico, naftênico, olefínico e aromático com número de carbonos entre 3-11. Um grupo principal de compostos aromáticos é constituído de benzenos, toluenos e xilenos. Para o ponto de vista toxicológico, o benzeno é o componente mais perigoso, pois é confirmado como carcinogênico para humanos (PERIAGO, ZAMBU E PRADO, 1997).

Segundo o mesmo autor, a composição do vapor da gasolina, onde a exposição ocorre, é muito diferente da composição do líquido de que é evaporado. Fatores como o volume de gasolina vendido e a temperatura ambiente, podem aumentar significativamente os níveis ambientais de vapores de gasolina e conseqüentemente, o risco dos profissionais expostos.

No campo das exposições ao benzeno, diversos ambientes de trabalho e grupos ocupacionais estão submetidos a essa substância. Entre eles, os trabalhadores de postos de combustíveis. Estudos têm alertado para a importância da vigilância deste grupo ocupacional em virtude das concentrações de benzeno em 1ppm no ar e da ausência de normatização, fiscalização e monitoramento. O número de Trabalhadores em postos de revenda de combustíveis (PRC) no Brasil é

expressivo. O censo de 2010 registrou 184.733 frentistas, distribuídos em 39.450 PRC, em todo o país (CORREA et al, 2014).

2.3 Benzeno, tolueno e xileno

2.3.1 Benzeno

O benzeno ou anel benzênico é considerado o composto fundamental de seus derivados (tolueno, etilbenzeno e xilenos), que possuem o hidrogênio do anel do benzeno substituído por grupos metil ($-\text{CH}_3$) ou etil ($-\text{CH}_2-\text{CH}_3$), conforme citado em Piceli (2015).

A figura 1 apresenta o anel benzênico e suas variações estruturais por substituição do hidrogênio do anel benzênico pelos grupos etil e metil.

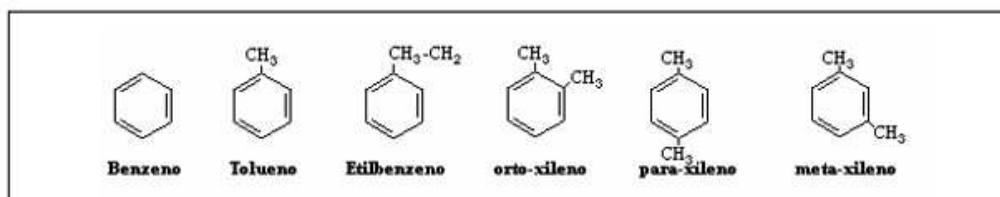


Figura 1: Anel benzênico e suas formas estruturais (PICELI, 2005)

O benzeno é um hidrocarboneto aromático, um contaminante universal, no meio ambiente e nos processos de trabalho. Esta substância está presente na composição da gasolina e em outros compostos orgânicos produzidos pela indústria química e petroquímica. Por tratar-se de uma substância carcinogênica e hematotóxica, é responsável pela ocorrência de doenças do sistema hematopoiético, entre elas, a leucemia (CORREA et al, 2014).

Conforme descrito por Arcuri et al (2012), a respiração é a via mais importante de absorção do benzeno, pois a área do nosso sistema respiratório capaz de absorver o benzeno é muito grande. Além disso, é mais difícil evitar que a pessoa respire o produto que está disperso no ar do que controlar a sua penetração pela pele ou a sua ingestão.

Segundo o mesmo autor, o benzeno e os produtos que o contêm (gasolina, por exemplo), quando em contato com a pele, são absorvidos e passam para a corrente sanguínea podendo provocar os mesmos danos de quando é inalado. A

absorção de vapor de benzeno pela pele, no entanto, é muito baixa e não excede 1% do que é absorvido pela respiração na mesma condição, mas, por se tratar de substância cancerígena, é significativa do ponto de vista do risco à saúde.

Os efeitos podem surgir rapidamente, em geral quando há exposição a altas concentrações (efeitos agudos), ou mais lentamente (efeitos crônicos).

O benzeno em altas concentrações é uma substância bastante irritante para as mucosas (olhos, nariz e boca) e, quando aspirado, pode provocar edema (inflamação aguda) pulmonar e hemorragia nas áreas de contato. Também provoca efeitos tóxicos para o sistema nervoso central, causando, de acordo com a quantidade absorvida: períodos de sonolência e excitação, tontura, dor de cabeça, enjojo, náusea, taquicardia, dificuldade respiratória, tremores, convulsão, perda da consciência e morte. A morte por benzeno em intoxicações agudas ocorre por arritmia cardíaca. Os casos de intoxicação crônica podem variar de simples diminuição da quantidade das células do sangue até a ocorrência de leucemia ou anemia aplástica (ATSDR, 2007).

Quanto aos efeitos da exposição em longo prazo ao benzeno (crônicos), podem ocorrer: alteração na medula óssea, no sangue, nos cromossomos, no sistema imunológico e vários tipos de câncer. Também pode ocasionar danos ao sistema nervoso central e irritação na pele e nas mucosas (ARCURI ET AL, 2012).

2.3.2 Tolueno

É considerado o componente de maior quantidade em ambientes contaminados por BTEX. Do ponto de vista toxicológico, são substâncias orgânicas, lipossolúveis que atravessam a barreira hematoencefálica com facilidade produzindo uma alteração no estado de consciência, similar aos níveis mais leves de anestesia.

A principal via de introdução é o sistema respiratório, pois tendo o vapor atingido os pulmões podem facilmente se difundir ao longo de uma ampla superfície e penetrar na corrente sanguínea. A segunda via potencial de exposição é a pele e sua taxa de absorção varia de 14 a 23 mg/cm²/h, podendo ocorrer ressecamento e irritação da mesma. Sabe-se que o tolueno é um depressor do sistema nervoso central (SNC), mas seu mecanismo de ação ainda não é bem conhecido. Foi observado que ele provoca uma fase inicial de excitação seguida de depressão leve à intensa, à semelhança do que ocorre com o álcool (FORSTER, 1994).

Segundo Juras (2005), a ingestão e a inalação dos vapores podem causar dor de cabeça, náuseas, tonteira, sonolência e confusão. A aspiração do produto nos pulmões pode produzir pneumonia química, que pode ser fatal, edema pulmonar e hemorragia. A ingestão pode causar espasmos abdominais e outros sintomas análogos à superexposição por inalação. A ingestão pode causar espasmos abdominais e outros sintomas análogos à superexposição por inalação.

2.3.3 Xileno

Conforme Juras (2005), o xileno é o nome comum ou genérico de um composto formado quase totalmente de hidrocarbonetos aromáticos, os isômeros para-xileno, orto-xileno, meta-xileno. A fórmula é $C_6H_4(CH_3)_2$, e também é conhecido pelos nomes xilenos, xilol, misturas de orto, meta e para xilenos, xilenos mistos e dimetilbenzeno.

O autor ainda comenta os principais efeitos à saúde do xileno como náuseas, vômitos, dor de cabeça, tontura e severas dificuldades respiratórias pela inalação de altas concentrações. Altas concentrações do vapor têm efeitos anestésicos e depressores do sistema nervoso central. Quantidades aspiradas para os pulmões, podem produzir pneumonia hemorrágica severa, com dano pulmonar ou morte. A ingestão causa sensação de queima na boca e estômago, náuseas, vômitos e salivação. Em contato com a pele, o produto atua como desengraxante e produz uma dermatite característica. Os vapores causam irritação ocular, possíveis queimaduras nas córneas e dano ocular.

2.4 Valores de referência

A presença de compostos orgânicos voláteis (COV), mesmo que em níveis considerados abaixo dos limites recomendados para a exposição ocupacional, pode levar ao aparecimento de sintomas em função da exposição crônica, e dos efeitos cumulativos causados pelos agentes orgânicos (YANG, 2003).

Na NR-15, os limites de tolerância para absorção por via respiratória do tolueno e do xileno é de 78ppm e para o benzeno não existe um valor considerado seguro de exposição.

Na ACGIH 2016 os valores TWA e STEL para os principais componentes presentes na gasolina, assim como o limite de exposição da própria gasolina estão mostrados no quadro 1.

Quadro 1 – Valores limites de exposição ACGIH

Agente químico	TWA (ppm)	STEL (ppm)
Benzeno	0,5	2,5
Tolueno	20	-
Xileno	100	150
Gasolina	300	500

Fonte: ACGIH 2016

2.5 Legislação

Os postos revendedores de combustíveis necessitam seguir várias leis e normas regulamentadoras. Seguem abaixo as principais legislações vigentes aplicadas aos postos revendedores de combustíveis:

- LEI Nº 9.478/1997: Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo;
- LEI No 9.847/1999: Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis, estabelece sanções administrativas;
- DECRETO Nº 2.953/1999: Dispõe sobre o procedimento administrativo para aplicação de penalidades por infrações cometidas nas atividades relativas à indústria do petróleo e ao abastecimento nacional de combustíveis;
- RESOLUÇÃO ANP Nº 41/2013: Regulamenta a atividade de revenda de combustíveis;
- RESOLUÇÃO ANP Nº 12/2007: Estabelece a regulamentação para operação e desativação das instalações de Ponto de Abastecimento e os requisitos necessários à sua autorização;
- RESOLUÇÃO ANP Nº 40/2013: Trata das especificações da gasolina;
- RESOLUÇÃO ANP Nº 09/2007: Estabelece procedimentos de controle da qualidade dos combustíveis automotivos líquidos adquiridos pelo revendedor varejista;

- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 273/2000: Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços;
- Norma regulamentadora NR-6: Trata de Equipamentos de Proteção Individual
- Norma regulamentadora NR-7: Trata do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO;
- Norma regulamentadora NR-9: Trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA;
- Norma regulamentadora NR-15: Trata de atividades e operações insalubres;
- Norma regulamentadora NR-16: Trata de atividades e operações perigosas;
- Norma regulamentadora NR-20: Trata da Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis.
- Portaria MTPS Nº 1109/2016: Trata da exposição ocupacional ao benzeno em postos revendedores de combustíveis (anexo 2 da NR-9).

2.6 Controle da exposição

Segundo Ribeiro et al (2012), o ideal é a eliminação completa de qualquer agente ou fator de risco que possa afetar a saúde nos ambientes de trabalho, porém isso nem sempre é possível. A proposta, ao implementar um sistema efetivo de controle da exposição aos agentes químicos no ambiente de trabalho, é buscar a redução máxima da exposição e, conseqüentemente, do risco. A emissão da fonte de perigo, a propagação através do ambiente de trabalho e a exposição do trabalhador devem ser interrompidas de alguma forma, quanto mais cedo e mais perto da fonte, melhor (medida de proteção coletiva).

A aplicação de medidas para prevenção e controle de riscos ocupacionais deve obedecer à seguinte hierarquia:

- Medidas que atuam na fonte (eliminando ou minimizando o fator de risco), como a substituição da substância perigosa por outra ou a mudança no processo, atividade ou maneira de trabalhar a fim de que a substância que oferece risco não seja mais necessária ou produzida;
- Medidas que interceptam/removem o fator de risco em sua trajetória (entre a fonte e o trabalhador) como uma modificação no processo para eliminar ou reduzir os riscos;

- Medidas que evitam que o fator de risco atinja o trabalhador, como o uso de EPIs.

Recentemente, foi aprovado o anexo 2 da NR-9 sobre a exposição ocupacional ao benzeno em postos revendedores de combustíveis (PRC) onde é citado algumas medidas de controle para reduzir a exposição do trabalhador durante abastecimentos de veículos e que estão listadas a seguir:

- Interromper todo e qualquer tipo de atividade que exponha os trabalhadores a condições de risco grave e iminente para a sua segurança ou saúde;
- Informar os trabalhadores sobre os riscos potenciais de exposição ao benzeno que possam afetar sua segurança e saúde, bem como as medidas preventivas necessárias;
- Manter as Fichas com Dados de Segurança de Produto Químico dos combustíveis à disposição dos trabalhadores, em local de fácil acesso para consulta;
- Não utilizar flanela, estopa e tecidos similares para a contenção de respingos e extravasamentos. Para a limpeza de superfícies contaminadas com combustíveis líquidos contendo benzeno, será admitido apenas o uso de toalhas de papel absorvente, desde que o trabalhador esteja utilizando luvas impermeáveis apropriadas;
- Usar os Equipamentos de Proteção Individual - EPI apenas para a finalidade a que se destinam com trabalhador se responsabilizando pela sua guarda e conservação, devendo comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para o uso, bem como cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado;
- Os trabalhadores devem receber capacitação com carga horária mínima de 4 (quatro) horas;
- Os trabalhadores devem realizar, com frequência mínima semestral, hemograma completo com contagem de plaquetas e reticulócitos, independentemente de outros exames previstos no PCMSO;
- Os PRC devem possuir procedimentos operacionais, com o objetivo de informar sobre os riscos da exposição ao benzeno e as medidas de prevenção necessárias;
- Todos os PRC devem adotar o sistema eletrônico de medição de estoque;

- Todas as bombas de abastecimento de combustíveis líquidos contendo benzeno devem estar equipadas com bicos automáticos;
- Os PRC devem instalar sistema de recuperação de vapores. Considera-se como sistema de recuperação de vapores um sistema de captação de vapores, instalado nos bicos de abastecimento das bombas de combustíveis líquidos, que direcione esses vapores para o tanque de combustível do próprio PRC ou para um equipamento de tratamento de vapores;
- Os PRC devem manter sinalização, em local visível, na altura das bombas de abastecimento de combustíveis líquidos contendo benzeno, indicando os riscos dessa substância, nas dimensões de 20 x 14 cm com os dizeres: “A GASOLINA CONTÉM BENZENO, SUBSTÂNCIA CANCERÍGENA. RISCO À SAÚDE”.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Medidas de controle administrativas, para reduzir a exposição do trabalhador durante o abastecimento de veículos com gasolina, estão sendo propostas neste trabalho. Alternativas que visam reduzir a exposição por via respiratória de forma eficiente e com custo de investimento baixo, realizando o trabalho da forma mais segura possível.

Como a concentração de COV gerados da gasolina não pode ser alterada, isto é, a fonte não pode ser alterada, a proposta deste trabalho é avaliar a trajetória dos vapores emitidos pela gasolina durante o abastecimento de veículos em diferentes condições ambientais. Desta forma, serão realizadas medições de COV junto ao trabalhador, simulando a posição do trabalhador durante o abastecimento.

Existem muitas variáveis que interferem no potencial de exposição dos trabalhadores “frentistas” aos COVs. Serão monitorados os seguintes aspectos:

- Temperatura de bulbo seco (°C);
- Temperatura de bulbo úmido (°C);
- Temperatura de globo (°C);
- Umidade (%);
- Pressão atmosférica (hPa);
- Velocidade do ar (m/s);
- Concentração de COV (ppm).

A temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, num posto de gasolina não podem ser controladas, por ser um ambiente aberto.

Os projetos de postos revendedores de combustíveis normalmente tem as laterais totalmente abertas e o pé direito alto, para facilitar a ventilação no local. Porém o fato do trabalhador durante o abastecimento ficar próximo da fonte de vapor de gasolina a velocidade do ar na saída do tanque de combustível pode variar bastante. Sendo assim, serão realizadas medições com o trabalhador em 3 (três) diferentes posições, com relação a direção do vento:

- De frente para o vento, de forma que o vento passe pela frente do trabalhador;
- De costas para o vento, de forma que o vento passe por trás do trabalhador;
- De frente para o carro, de forma que o vento passe livremente entre o carro e o trabalhador.

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão ilustradas as posições que foram feitas as medições, de frente para o vento, de costas para o vento e de frente para o carro, respectivamente.

Figura 2: Posição de frente para o vento



Fonte: Do autor

Figura 3: Posição de costas para o vento



Fonte: Do autor

Figura 4: Posição de frente para o carro



Fonte: Do autor

3.1 Amostragem

No posto de combustível avaliado existe 1 (um) frentista trabalhando 8 horas diárias, de segunda-feira à sexta-feira. Assim, foram feitas 4 medições em cada modalidade estabelecida com este trabalhador.

Todas as medições de COV e de velocidade do ar foram realizadas na zona respiratória do trabalhador.

As medições de temperatura e umidade foram realizadas próximo da bomba de abastecimento e o valor da pressão atmosférica do dia de cada medição foi adquirido no site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para a cidade de Canoas, onde está localizado o posto de combustível.

3.2 Equipamentos

3.2.1 Anemômetro

Instrumento utilizado para medir a velocidade do vento. O equipamento utilizado e mostrado na figura 5 é da marca AKSO, modelo AK821. A faixa de medição de 0,4 – 20m/s, com resolução de 0,1m/s e exatidão de $\pm (2\% + 0,3\text{m/s})$.

Figura 5: Anemômetro



Fonte: Do autor

3.2.2 Medidor de stress térmico

O medidor de stress térmico faz medições de temperatura de bulbo seco, de bulbo úmido, de globo e de umidade, concomitantemente, utilizando estes valores para calcular o IBUTG (Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo Médio). O IBUTG é o efeito combinado da radiação térmica, da temperatura de bulbo seco, da umidade e da velocidade do ar (COUTINHO, 1998).

Conforme a NR 15, o IBUTG é calculado para ambientes internos ou externos sem carga solar como segue na equação 1:

$$IBUTGi = 0,7 tbn + 0,3 tg \quad (1)$$

Onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural;

tg = temperatura de globo;

tbs = temperatura de bulbo seco.

O equipamento utilizado foi QT 36 da 3M/Quest (Figura 6). O equipamento apresenta erro de leitura de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para as temperaturas e de $\pm 5\%$ para a umidade.

Figura 6: Medidor de stress térmico



Fonte: do autor

3.2.1 Detector de COV

O detector de fotoionização (PID) Ultrarae 3000 (Figura 7) tem uma faixa de medição de COV de 0 à 10000ppm, com resolução 0,05 ppm entre 0 e 99,99ppm, 0,1 ppm entre 100 e 999,9ppm e 1ppm entre 1000 e 9999 ppm.

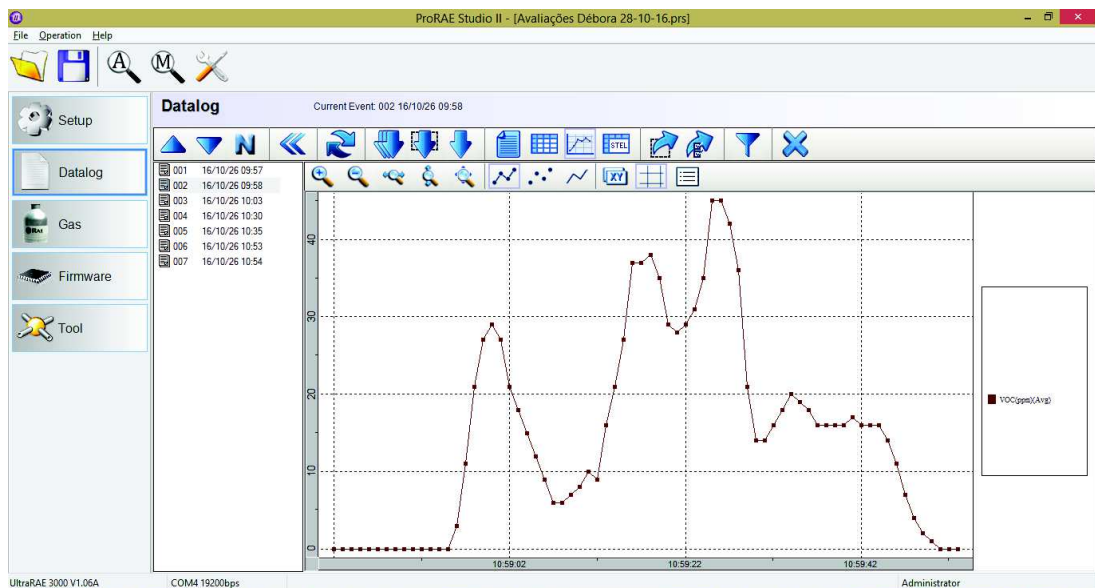
Figura 7: detector fotoionizador Ultrarae 3000



Fonte: Do autor

Para aquisição dos dados do Ultrarae 3000 foi utilizado o software ProRAE Studio II, que mostra todos os dados coletados, com indicação de horário, calibração e com possibilidade de gráficos com os valores. Na figura 8 mostra o layout do programa.

Figura 8: software ProRAE Studio II



Fonte: Do autor

O período de cada medição de COV começa no momento de início do abastecimento, terminando quando coloca o bico abastecedor na bomba.

A calibração foi realizada no dia das medições, minutos antes do uso. Foi realizada com gás padrão isobuteno, ideal para a faixa de COV emitidos pela gasolina.

4 RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados das medições realizadas, indicando todas as variáveis medidas.

As medições foram realizadas de 23 de setembro de 2016 a 28 de outubro de 2016.

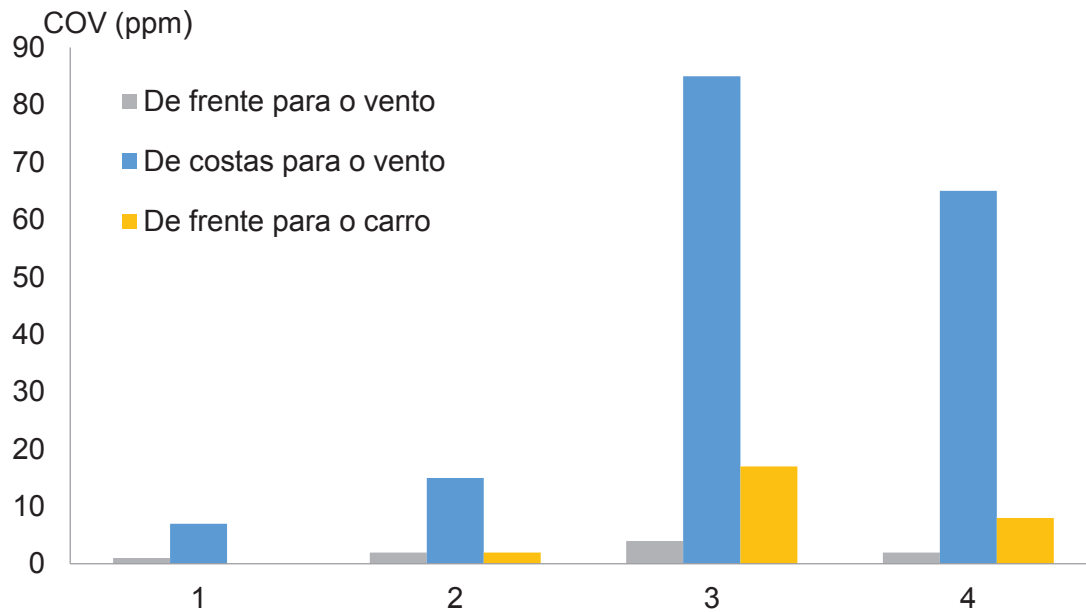
Tabela 1: Medições realizadas.

Temp. BS (°C)	Temp. BU (°C)	Temp. globo (°C)	IBUTG	Umidade (%)	Pressão atm. (hPa)	Modo	Nível do tanque de combustível (%)	Duração (min)	COV pico (ppm)	COV média (ppm)	Veloc. do vento (m/s)
22,8	20,7	23	21,4	82	1004	De frente para o vento	0	1	11	1	1,8
23,9	21	24,2	21,9	79	1004		75	1	13	2	0,8
23,9	21	24,2	21,9	79	1004		0	1	9	4	0,9
21,6	16,8	22,1	18,4	59	1019		50	1	18	2	0,3
21,6	16,8	22,1	18,4	59	1019	De costas para o vento	50	1	33	7	1,0
22,8	20,7	23	21,4	82	1004		50	2	45	15	0,8
22,8	20,7	23	21,4	82	1004		50	1	128	85	0,7
22,8	20,7	23	21,4	82	1004		0	2	149	65	0,3
21,6	16,8	22,1	18,4	59	1019	De Frente para carro	0	4	13	0	0,5
21,6	16,8	22,1	18,4	59	1019		50	2	9	2	0,5
21,6	16,8	22,1	18,4	59	1019		50	1	91	17	0,2
23,9	21	24,2	21,9	79	1004		50	1	16	8	0,9

Fonte: Do autor

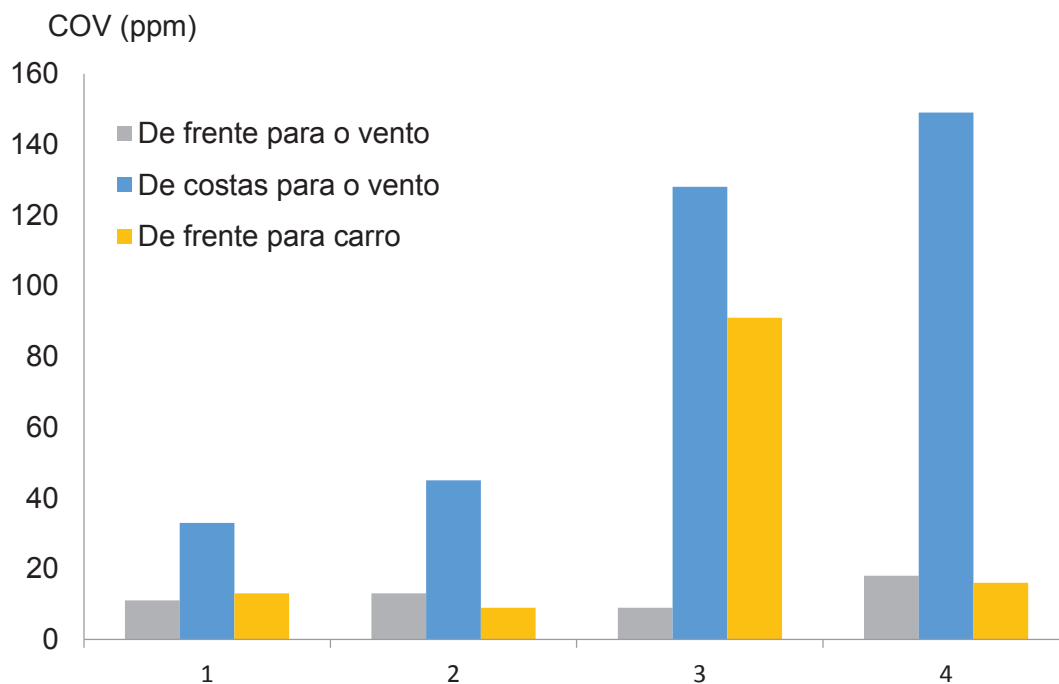
Com os dados da tabela 1, foi montado o gráfico comparativo das três posições tanto para os valores médios como para os valores máximos de COV, conforme mostrado nos gráficos 1 e 2, respectivamente.

Gráfico 1: Comparativo dos valores médios de COV



Fonte: Do autor

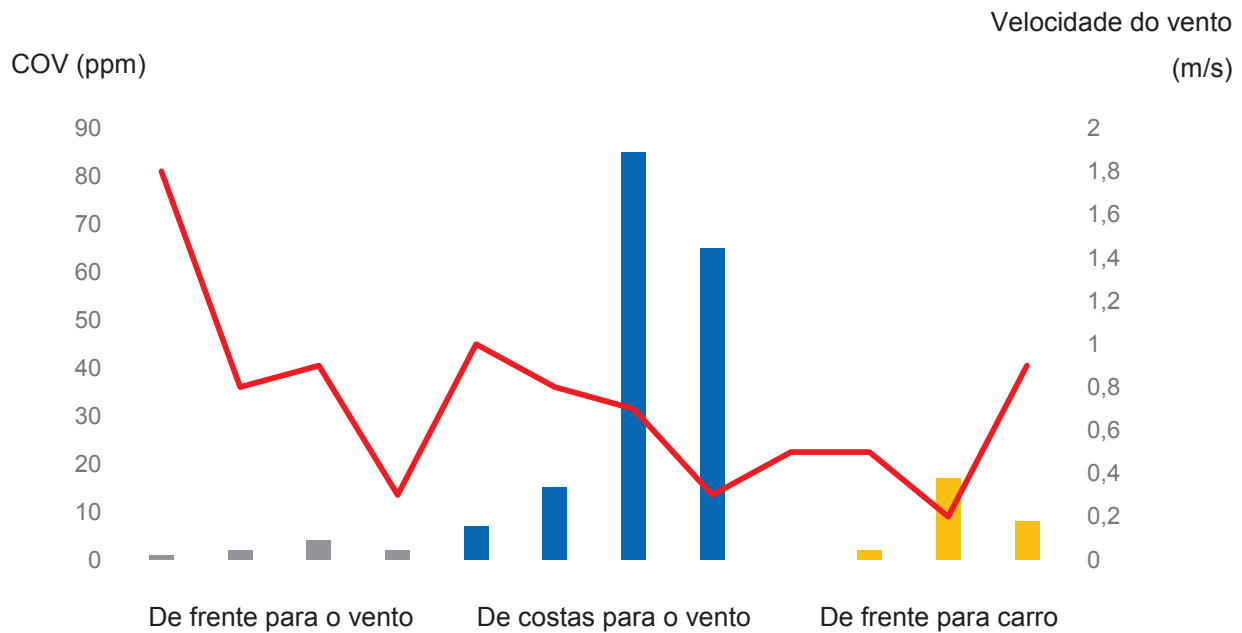
Gráfico 2: Comparativo dos valores máximos de COV



Fonte: Do autor

Para avaliar a relação da velocidade do vento com a concentração de COV, o gráfico 3 mostra os valores de concentração de COV e velocidade do vento nas posições de frente para o vento, de costas para o vento e de frente para o carro.

Gráfico 3: Relação concentração de COV e velocidade do vento



Fonte: Do autor

5 DISCUSSÃO

Avaliando os resultados obtidos, conforme visto na tabela 1 e nos gráficos 1 e 2 é possível verificar que na posição de costas para o vento os valores de COV ficaram mais elevados com relação as posições de frente para o vento e de frente para o carro, tanto nos valores médios como nos valores máximos. A justificativa para isso ocorrer é o fato do próprio corpo do frentista gerar um obstáculo para a passagem do vento, dificultando a diluição dos vapores no ar. Pode-se verificar que a pior posição é de costas para o vento e isto contraria a hipótese do frentista avaliado que acreditada ser essa a melhor posição. Ele pensava que o fato de ficar de frente para o vento iria fazer todos os vapores irem para sua direção.

Uma sugestão para os postos revendedores de combustíveis é a instalação de uma biruta, para facilitar a identificação da direção do vento e evitar que o frentista fique de costas para o vento.

Pode-se avaliar também que, mesmo com os valores de COV maiores na posição de costas para o vento, nenhuma posição apresentou na sua totalidade valores nulos de COV. A NR-15 define que não existem valores seguros para o benzeno, um dos componentes do vapor da gasolina. Então o solicitado no anexo 2 da NR-9, conforme descrito na Portaria MTPS Nº 1109/2016, como a instalação de

bicos automáticos, sistema de recuperação de vapores, proibição do uso de flanela entre outras medidas, aliado com o posicionamento correto, tende a ser o mais adequado e seguro durante o abastecimento de veículos.

No gráfico 3, que relaciona a velocidade do vento com a concentração de COV, pode-se verificar que a velocidade não apresentou uma constante em nenhuma das posições, os valores foram totalmente aleatórios. Porém pôde-se perceber, avaliando cada posição separadamente, que quanto maior a velocidade do ar menor a concentração de COV. O uso de uma ventilação forçada durante o abastecimento, poderia reduzir substancialmente a concentração de COV. O cuidado que se deve ter na instalação de um ventilador é do mesmo ficar disposto na mesma direção da ventilação natural, do contrário, a velocidade final seria ainda menor que a velocidade sem o uso de ventilação adicional.

As variáveis de temperatura, pressão e umidade não mostraram nenhuma relação direta com a concentração de COV. Porém, cabe salientar, que nos dias que foram realizadas as medições, as condições atmosféricas foram homogêneas.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs uma avaliação quantitativa da concentração de compostos orgânicos voláteis (COV) experimentadas por um frentista em um posto de gasolina. Considerando diferentes posicionamentos do frentista em relação à direção do vento, conclui-se que a relação entre estes dois parâmetros, influencia diretamente na concentração de COV na zona respiratória do trabalhador.

Identificou-se que na posição de costas para o vento os valores de COV foram mais elevados em relação às posições de frente para o vento e de frente para o carro.

Outro fator influenciador identificado foi a velocidade do vento. Observou-se que quanto maior a velocidade, menor a concentração de COV, independente da posição que o frentista ocupa.

Outra observação relevante, foi que em todas as situações monitoradas, houve quantificação de COV. Isto demonstra que não é suficiente adotar apenas uma medida administrativa (posição do frentista em relação ao vento), para garantir que o frentista não se exponha aos vapores. Medidas de controle coletivo se fazem necessárias para garantir esta condição.

REFERÊNCIAS

ACGIH. **Limites de exposição ocupacional (TLVs) para substâncias químicas e agentes físicos & Índices biológicos de exposição (BEIs)**. Tradução ABHO, 2016.

ARCURI, Arline S.D. et al. Efeitos da Exposição ao benzeno para a saúde. **Fundacentro**, São Paulo, 2012.

ATSDR. **Toxicological profile for benzene**. Atlanta, 2007. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp3.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

ATSDR. **Toxicological profile for xilene**. Atlanta, 2007. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp71.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

BRASIL **Portaria N.º 1.109, DE 20 DE SETEMBRO DE 2016**. Aprova o Anexo 2 - Exposição Ocupacional ao Benzeno em Postos Revendedores de Combustíveis - PRC - da Norma Regulamentadora n.º 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA. Disponível em: <<http://acesso.mte.gov.br/data/files/8A7C816A568FCDD001576670EC705334/portaria-mtb-nr-1109-altera-nr-09-inclui-anexo-2.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15: Atividades e Operações Insalubres**. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-15-atividades-e-operacoes-insalubres>>. Acesso em: 29 out. 2016.

CARO, J.; GALLEGU, M. Environmental and biological monitoring of volatile organic compounds in the workplace. **Chemosphere**, Córdoba, v. 77, p. 426-433, 2009.

CORREA, M.J.M. et al. Exposição ao benzeno em postos de revenda de combustíveis no Brasil: rede de Vigilância em Saúde do trabalhador (ViSat). **Ciência & Saúde Coletiva**, Salvador, v. 19, p. 4637-4648, 2014.

HANSEN, Asger B.; PALMGREN, Finn. VOC in air pollutants in Copenhagen. **The Science of the Total Environment**, Roskilde, v. 189-190, p. 451-457, 1996.

JURAS, Ilidia da A. G. M. Impacto à saúde e ao meio ambiente do aumento irregular de solvents na gasolina. **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**, Brasília, 2005.

PERIAGO, J.F.; ZAMBUDIO, A., PRADO, C. Evaluation of environmental levels of aromatic hydrocarbons in gasoline service stations by gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, Murcia, v.778, p. 263-268, 1997.

PICELI, P. C. **Quantificação de benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos no ar de ambientes ocupacionais**, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Santa Catarina, 2005.

RIBEIRO, Marcela G., FILHO Walter R. P., RIEDERER Elena E. Avaliação qualitativa de riscos químicos : orientações básicas para o controle da exposição a produtos químicos. **Fundacentro**, São Paulo, 2012.

TANG, Zhentao; LIU, Yong; DUAN, Yixiang. Breath analysis: technical developments and challenges in the monitoring of human exposure to volatile organic compounds. **Journal of Chromatography B**, Chengdu, v. 1002, p. 285-299, 2015.

WESCHLER, Charles J., SHIELDS, Helen C. Potential reactions among indoor pollutants. **Atmospheric Environment**, New Jersey, v. 31, p. 3487-3495, 1997.

YANG, Chun-Yuh; WU, Trong-Neng; WU, Jen-Jin; HO, Chi-Kung and CHANG, Po-Ya. Adverse respiratory and irritant health effects in airport workers in Taiwan. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, Taiwan, v 66, p. 799-806, 2003.