

X-030 - AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO POR AMOSTRAGEM ATIVA DE COV PRESENTES NA ATMOSFERA DOS ARREDORES DA RODOVIA WASHINGTON LUIS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS – SP

Susel Taís Coelho Soares⁽¹⁾

Química. Mestranda em Engenharia Química- FEQ-UNICAMP.

Danielle Gonçalves Rodrigues

Engenheira Ambiental. Msc. Engenharia Agrícola- FEAGRI-UNICAMP. Doutoranda em Engenharia Agrícola- FEAGRI-UNICAMP.

Daniel Coelho Soares

Químico. Mestrando em Química-USP e Perito Criminal.

Edson Tomaz

Engenheiro Químico. Doutor. Docente da Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da UNICAMP e coordenador do Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Ambientais (LPDTA-FEQ-UNICAMP).

Endereço⁽¹⁾: Av. Albert Einstein, 500 - Barão Geraldo - Campinas – São Paulo - CEP: 13083-852 - Brasil - Tel: +55 (19) 3521-3900 - Fax: +55 (19) 3521-3910 - e-mail: **susel@gmail.com**.

RESUMO

Os compostos orgânicos voláteis (COV) são uma classe importante de poluentes atmosféricos, pois em determinadas concentrações podem gerar diversos problemas aos seres humanos, dentre eles, efeitos carcinogênicos como o caso do benzeno. Tendo em vista que as emissões veiculares são a principal causa da emissão de COV para a atmosfera, este estudo teve por objetivo a avaliação destes compostos de forma qualitativa e quantitativa nos arredores de uma rodovia Washington Luis no município de São Carlos-SP no Km 234. No local de estudo, havia um intenso fluxo de veículos e elevado número de pessoas expostas, constantemente, a tal atmosfera, entre elas: policiais militares rodoviários e moradores de regiões adjacentes ao leito da rodovia. A amostragem foi realizada por meio de amostradores ativos através da adsorção em tubos de aço empacotados com a resina TENAX TA. A amostragem foi realizada durante cinco dias, de 27 de janeiro de 2008 a 1 de fevereiro de 2008. A análise dos compostos foi feita por dessorção térmica (ATD 400 – Perkin Elmer) acoplada ao cromatógrafo gasoso com detecção por ionização em chama. Os resultados desse estudo permitiram quantificar e qualificar dez COV na atmosfera local, sendo que encontrou-se concentrações 127 ug . m⁻³ para tolueno. Os resultados desse estudo foram comparados com diversos estudos realizados em outras áreas urbanas. Este estudo demonstra a preocupação com a exposição ocupacional de trabalhadores presentes no entorno de locais com constante trânsito de veículos. Dessa forma, sugere-se que medidas sejam adotadas de forma a mitigar os efeitos aos seres humanos pela exposição a esses compostos.

PALAVRAS-CHAVE: COV, amostragem, amostragem ativa, exposição ocupacional.

INTRODUÇÃO

Desde o primórdio o homem está evoluindo sua maneira de viver, buscando utilizar tudo que a natureza possa lhe oferecer para melhorar as condições de sobrevivência e dessa forma consiga adquirir o máximo de conforto e comodidade para sua vida, usufruindo ao máximo de todas suas tecnologias e procurando o controle absoluto. O último século foi marcado pelas Revoluções Industriais, um momento de intenso avanço tecnológico, porém em um curto intervalo de tempo, o que resultou um desequilíbrio natural significativo e grandes preocupações com as futuras gerações.

As atividades antropogênicas contribuem com a alteração no comportamento das substâncias presentes no ambiente, ocasionando poluições e impactos ambientais, decorrentes do mau uso das tecnologias ou da falta de preocupação com os possíveis efeitos que poderiam ser ocasionados.

Atualmente a população apresenta-se preocupada com assuntos ambientais; elevou-se, significativamente, a quantidade de estudos nos últimos anos; empresas se preocupam cada vez mais, fato este decorrente não só da

conscientização, como também das inúmeras leis que foram criadas; além do fato das inúmeras consequências que um poluente pode provocar em um ecossistema e, neste quesito, a poluição atmosférica tem grande destaque. À exposição constante de seres vivos a poluentes atmosféricos têm algumas consequências, como: intoxicação, câncer, má formação congênita, irritação dos olhos, irritação do sistema respiratório, infecções virais, pneumonia, bronquites, doenças cardíacas, além de agravar doenças crônicas, como asma e enfisema, atingindo diretamente o homem, além da natureza (BOTKIN; KELLER, 1995).

Quando o assunto é poluente atmosférico, aparecem os COV (compostos orgânicos voláteis), os quais tratam-se de uma importante classe de poluentes atmosféricos, que apresentam impacto nocivo à saúde humana e são precursores do ozônio troposférico, o principal problema de qualidade do ar. Eles são facilmente encontrados em áreas urbanas e industriais, embora também possam ser encontrados em áreas rurais, provenientes das fontes naturais, podendo causar a incidência da chuva ácida devido às reações de oxidação dos COV na atmosfera (ROCHA, 2004).

As fontes antropogênicas que mais contribuem com a emissão de hidrocarbonetos, grupo pertencente à classe de COV, são: os transportes (principalmente automóveis) que colaboram com aproximadamente 56%; os processos industriais com 16%; a evaporação de solventes orgânicos com 9% e as queimadas agrícolas são responsáveis por 8% da emissão (BOTKIN; KELLER, 1995). A relação de porcentagem pode ser modificada conforme a variação do grupo dos COV a serem analisados. Além dos efeitos toxicológicos, este grupo também desperta interesse em cientistas devido a sua contribuição para formação do smog fotoquímico, contribuindo assim como poluente primário para as reações fotoquímicas.

Uma vez que a poluição depende da quantidade e efeito dos componentes participantes que estão sendo emitidos, analisando-se que a principal fonte antropogênica trata-se da emissão veicular e diversas pessoas estão expostas à ambientes que possuem este tipo de emissão, aumenta a importância de iniciar estudos para conhecer a atmosfera de diversas localidades, determinado seus principais constituintes. Dessa forma faz-se necessário o monitoramento desses compostos na cidade de São Carlos, como forma de avaliar a qualidade no ar no mesmo.

METODOLOGIA

A amostragem foi realizada na Rodovia Washington Luis SP-310 no Posto da Polícia Militar Rodoviária de São Carlos localizado no km 234, próximo à Universidade Federal de São Carlos e à entrada principal do município de São Carlos. A amostragem foi realizada durante 5 dias, com início em 27 de janeiro de 2008 e término em 1º de fevereiro de 2008.

Para o monitoramento de COV foi utilizado o método de tubos adsorventes de aço inoxidável empacotados com a resina TENAX-TA (óxido de 2,6-difenil-p-fenileno). Um esquema do tubo é apresentado na figura 1:

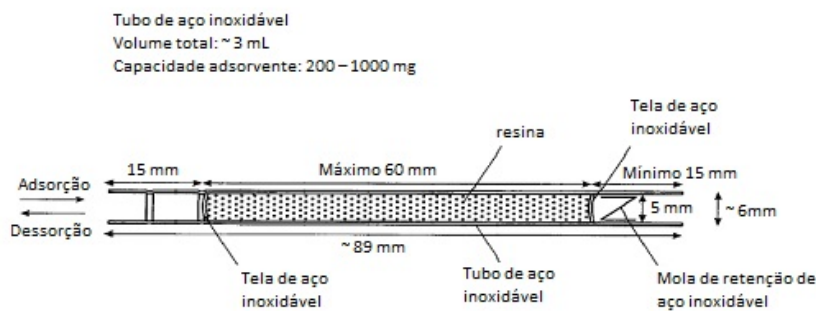


Figura 1: Diagrama de um tubo adsorvente padrão. Adaptado de USEPA (1999).

A coleta de COV foi feita por amostragem ativa que utiliza o bombeamento de um volume conhecido de ar através de um leito adsorvente a uma vazão de 50 a 100 mL min⁻¹, proporcionando a coleta de uma massa que possa ser detectada durante a análise de amostras.

Para o estudo em questão, utilizou-se um amostrador sequencial automático de tubos (STS25), fabricado pela Perkin-Elmer na coleta dos COV, programado para amostrar durante um período de 6h cada tubo, sendo os horários da troca dos tubos 1 hora, 7 horas, 13 horas e 19 horas. A bomba de diafragma acoplada funcionou com uma vazão média de $77,82 \text{ mL min}^{-1}$, coletando um volume aproximado de 28L de ar. A vazão foi ajustada antes do início da coleta com o auxílio do DryCal modelo DCL-ML. Durante a amostragem a vazão foi verificada uma vez ao dia, através de dez medidas consecutivas. Enquanto os tubos estiveram dentro do amostrador sequencial, eles estavam equipados com uma tampa teflon contendo um capilar por onde é feita a sucção do ar para o tubo, cujo intuito da utilização dessa tampa é evitar que ocorra difusão molecular enquanto os tubos não são amostrados.

O método utilizado para a análise dos tubos foi por dessorção térmica, que pode ocorrer de duas formas: por dessorção da amostra diretamente para o analisador (neste caso, cromatógrafo gasoso–CG) ou por dessorção em duas etapas e posterior encaminhamento para análise. As análises foram realizadas com os equipamentos ATD400 (dessorvedor térmico) e cromatógrafo gasoso com detector tipo FID (ionização de chama) da marca Perkin-Elmer.

RESULTADOS

A amostragem possibilitou a qualificação e quantificação de dez COV presentes na atmosfera do local. COV como benzeno e ciclohexano não foi possível identificá-los devido à coincidência no tempo de retenção de ambos. Outros compostos podem estar presente na atmosfera do mesmo, porém por restrição da resina utilizada, não foi possível identificá-los. O cumeno e estireno apresentaram massa insuficiente para detecção no CG/DIC, o que indica que a concentração no período estava muito baixa.

A seguir são apresentados 2 gráficos com as concentrações de COV encontradas no local. O gráfico 1, demonstra a concentração de tolueno, etilbenzeno, *m,p*-xilenos, *o*-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno (TMB) e *n*-decano presentes na atmosfera do posto da Polícia Militar Rodoviária de São Carlos.

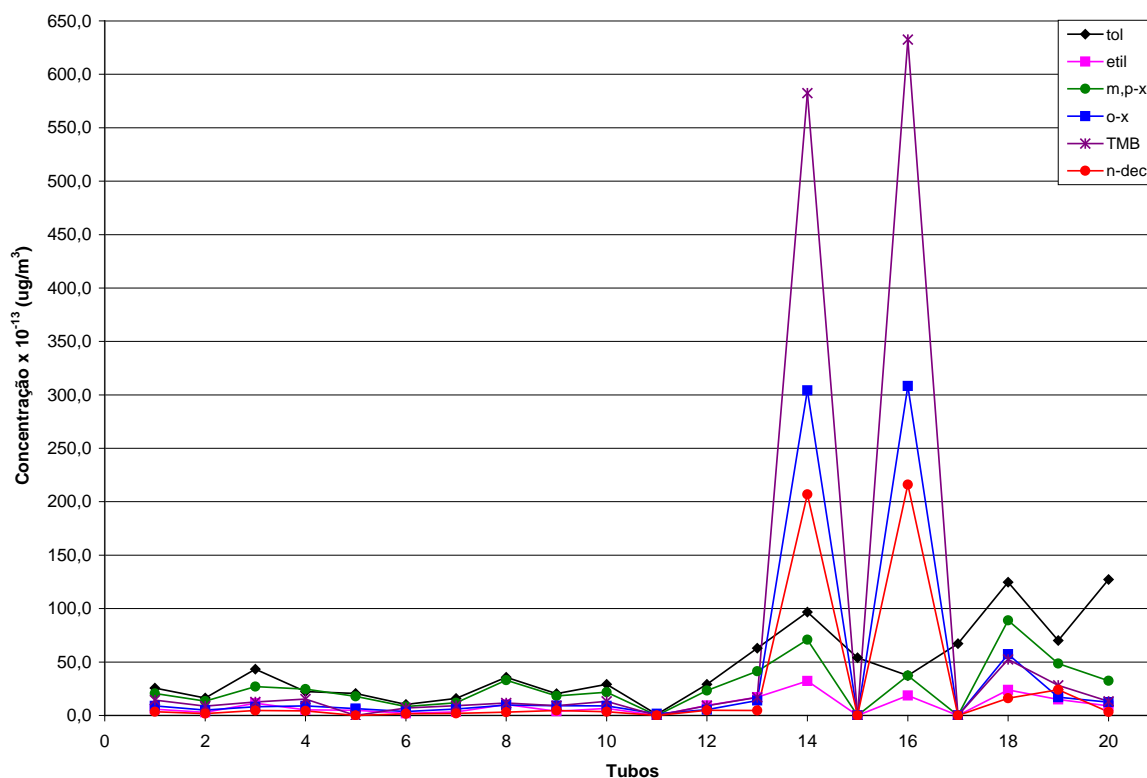


Gráfico 1: Concentração de tolueno, etilbenzeno, *m,p*-xilenos, *o*-xileno, 1,2,4-trimetilbenzeno (TMB) e *n*-decano presentes na atmosfera do Posto da Polícia Militar Rodoviária de São Carlos – SP.

O gráfico 2, demonstra a concentração de *n*-hexano, 2,2,4-trimetilpentano (2,2,4-TMP), *n*-heptano e *n*-octano presentes na atmosfera do local amostrado.

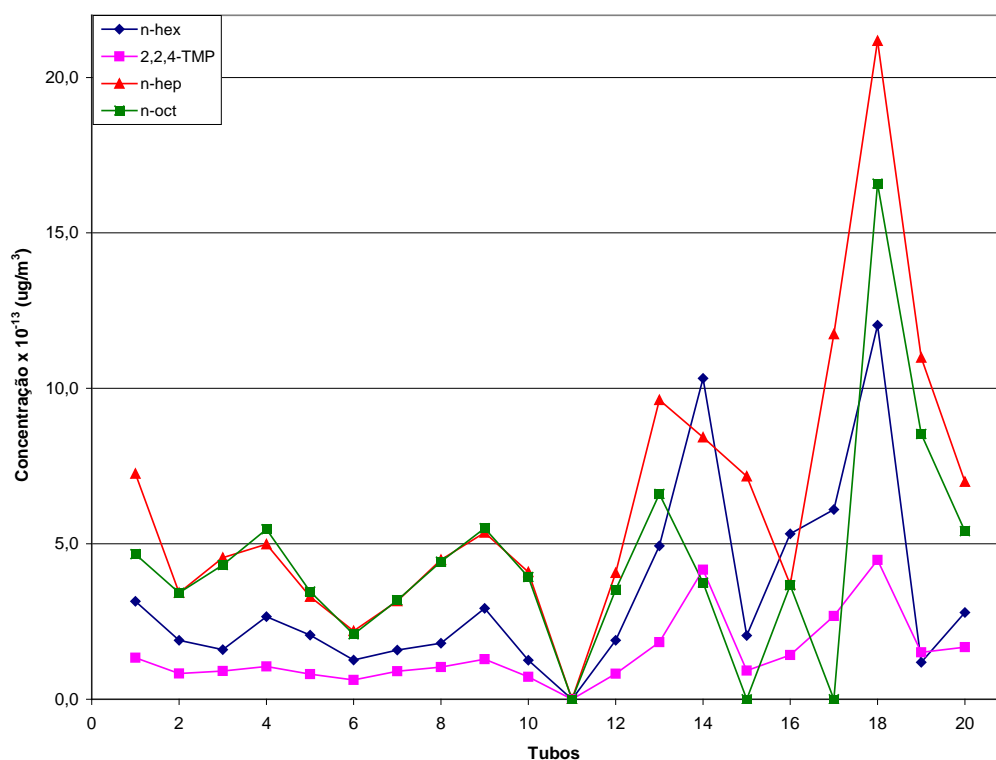


Gráfico 2: Concentração de *n*-hexano, 2,2,4-trimetilpentano (TMP), *n*-heptano e *n*-octano presentes na atmosfera do Posto da Polícia Militar Rodoviária de São Carlos – SP.

Nota-se no gráfico 1 que a maior concentração está associada ao TMB, substância utilizada na fabricação de perfumes e resinas, em contato com seres vivos pode causar depressão e irritação respiratória. O segundo composto presente em alta concentração é o *o*-xileno, substância que em alta concentração e longa exposição pode afetar o cérebro, além de ocasionar alguns outros sintomas como dores de cabeça, desmaios, irritações, problemas pulmonares. O COV *n*-decano foi a terceira substância identificada com quantidade elevada, produto constituinte da gasolina e aplicado em indústrias de papel, parafina e borracha, o contato com tal produto pode ocasionar problemas respiratórios e irritações, além de dores de cabeça e desmaios. (SOUZA, 2002).

Analisando o gráfico 2, a ordem decrescente dos compostos é *n*-heptano, *n*-octano e em alguns momentos o *n*-hexano, e o produto em menos quantidade foi o 2,2,4-TMP. Segundo as fichas de informações de segurança de produtos químicos fornecidos pelos fabricantes dos produtos *n*-hexano e *n*-octano, longas exposições à altas concentrações podem ocasionar dentre outros sintomas perturbações visuais, sonolência, inconsciência e até morte.

Comparando os dados obtidos com a literatura, notamos que em locais cuja característica deve-se principalmente a emissões veiculares a substância predominante é o tolueno, seguida do *m,p*-xilenos e etilbenzeno, respectivamente. Geralmente não são encontradas concentrações tão elevadas para a substâncias como *n*-decano e TMB, provavelmente tal efeito seja proveniente de alguma fonte específica próxima do local ou que, pela direção do vento, foi diagnóstica em tal quantidade, pois foram concentrações específicas de dois momentos da amostragem, mas no mesmo dia. Dessa forma, seria interessante que futuramente fosse realizado um inventário para maiores esclarecimentos e para comparação e explicação destes dados especificamente.

O gráfico 3 demonstra as três substâncias características de atmosfera com predominância veicular.

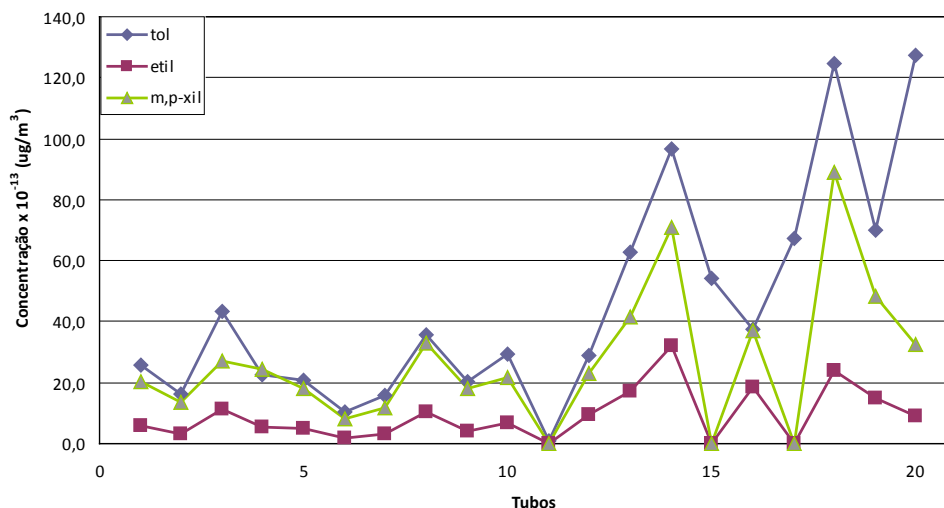


Gráfico 3: Concentração de tolueno, etilbenzeno e *m,p*-xilenos, *o*-xileno presentes na atmosfera do Posto da Polícia Militar Rodoviária de São Carlos – SP.

O Tolueno foi encontrado com emissão máxima no último dia de amostragem, sexta-feira, a concentração chegou em $127 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$ e a explicação é que tal aumento de concentração pode ter ocorrido devido ao intenso fluxo de veículos devido ao início do fim de semana, muitas pessoas viajam e São Carlos que possui duas renomadas universidades (UFSCar e USP) também atrai muitos estudantes que voltam para suas residências aos finais de semana. Outro ponto importante é que as proporções mantiveram-se quase a todo momento, em nenhum momento tolueno foi encontrado abaixo das substâncias *m,p*-xilenos, assim como ambos sempre acima de etilbenzeno e em um determinado momento nenhuma destas substâncias foram detectadas, indicando que o fluxo de veículos estava muito baixo, tal apresentação ocorreu no período matutino da quarta-feira. A concentração do tolueno demonstra que o comportamento de tal atmosfera assemelha-se a um local da região metropolitana de São Paulo, pois ALBUQUERQUE (2007) apresentou resultados semelhantes ao monitorar a área externa do túnel Jânio Quadros no município de São Paulo, no ano de 2004, local de maior emissão segundo sua pesquisa, pois a média da concentração do tolueno neste pesquisa foi $45 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$, valor pouco acima da média apresentada pelo autor supra citado em sua pesquisa ao monitorar a Região Metropolitana de São Paulo.

Segundo os dados apresentados por Sousa (2002), no município de Paulínia, região que sofre influencia significativa de emissões veiculares, pertencente a Região Metropolitana de Campinas, a concentração média do tolueno foi $38 \text{ ug} \cdot \text{m}^{-3}$, valor pouco abaixo da média encontrada nesta pesquisa o que indica que o comportamento do local estudado pode ser comparado a regiões metropolitanas mesmo se tratando de um município com poucos habitantes, a característica da região, devido ao intenso fluxo de veículos na Rodovia Washington Luis SP-310, é similar aos grandes centros

CONCLUSÃO

Este estudo demonstra a preocupação com a exposição ocupacional de trabalhadores presentes no entorno de locais com constante trânsito de veículos. Conforme os valores obtidos neste trabalho, conclui-se que, rodovias, sejam elas federais ou municipais, contribuem significativamente para a emissão de poluentes atmosféricos e deveriam ser contemplados em um inventário de emissões municipal, estadual ou federal. Este estudo também demonstra o quanto esses policiais estão expostos a esses tipos de poluentes. Assim, seria necessária uma implementação de equipamentos de segurança individual ou coletiva no ambiente de trabalho como forma de reduzir ou amenizar os efeitos desses poluentes sobre suas saúdes.

Também foi comprovado que o comportamento do local estudo se assemelha à região externa do Túnel Jânio Quadro do município de São Paulo, um dos pontos mais críticos apresentados por ALBUQUERQUE (2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, E. L. Compostos orgânicos voláteis na atmosfera urbana da região metropolitana de São Paulo. Campinas, 2007. Tese de doutorado-Faculdade de Engenharia Química-Universidade Estadual de Campinas, 2007.
2. BOTKIN; D.; KELLER, E. Environmental Science: earth as a living planet. New York: Wiley, 1995.
3. ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. Introdução à química ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2004.
4. SOUSA, K.R.P. Estudo sobre Compostos Orgânicos Voláteis presentes no ar do município de Paulínia. Campinas, 2002. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Química-Universidade Estadual de Campinas, 2002.
5. USEPA – U. S. Environmental Protection Agency. Compendium Method TO – 17: Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes, 2nd edition, Center for Environmental research Information, Office of Research and Development, U. S. Environmental Protection Agency, EPA/625/R-96/010b, Ohio, USA, 1999.