

# Avaliação preliminar das concentrações de COV no entorno do Polo Petroquímico de Capuava, Mauá – SP

Preliminary assessment of VOC concentrations in the  
vicinity of Petrochemical Capuava, Mauá - SP

Profa. Dra. Cláudia Boian<sup>1</sup>  
Mônica Maria Brumatti<sup>1</sup>  
Profa. Dr. Adalgiza Fornaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CECS/UFABC, claudia.boian@ufabc.edu.br.

<sup>2</sup> Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP)

Submetido em 27/03/2015

Revisado em 04/04/2015

Aprovado em 05/05/2015

**Resumo:** Este trabalho teve por objetivo fazer uma avaliação preliminar dos Compostos Orgânicos Voláteis (COV) na região de influência do Polo Petroquímico de Capuava, Mauá, SP. As amostras de ar foram coletadas em dois pontos: P1 (Universidade Federal do ABC, Santo André, SP) e P2 (Escola Estadual Profa. Sada Umeizawa, Mauá, SP). Estas coletas foram feitas em tubos TENAX TA, próprios para este fim, e analisadas em laboratório pelo método de cromatografia gasosa FID. As medidas foram realizadas após a passagem de uma frente fria, representando uma atmosfera limpa, sem a presença de plumas envelhecidas. Foram medidas concentrações baixas de COV, sendo que os de maiores concentrações foram em P1 (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano e trans-2-hexano) e P2 (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano, n-hexano). Com relação aos BTEX em P1 e P2 as maiores concentrações foram medidas para o tolueno e o m,p-xilenos. As análises das razões B/T e X/E mostraram que as fontes de emissão em ambos os pontos de medidas foram predominantemente veicular; estando em concordância com os dados meteorológicos de direção e velocidade dos ventos e do ponto de vista fotoquímico as plumas eram jovens, com as fontes próximas aos locais de medidas, conforme o esperado.

**Palavras-chave:** COV, hidrocarbonetos, poluição atmosférica, cromatografia gasosa.

**Abstract:** This study aimed to make a preliminary assessment of Volatile Organic Compounds (VOC) in the area of influence of the Petrochemical Capuava, Maua, SP. Air samples were collected at two points: P1 (Federal University of ABC, Santo André, SP) and P2 (State School Professor Sada Umeizawa, Maua, SP). These collections were made on TENAX TA tubes, suitable for this purpose, and analyzed in the laboratory by gas chromatography method FID. The measurements were performed after the passage of a cold front, representing a clean atmosphere without the presence of aged feathers. Were measured low concentrations of VOC, with the highest concentrations were in P1 (1,2,4-trimethylbenzene, BTEX, dodecane and trans-2-hexene) and P2 (1,2,4-trimethylbenzene, BTEX, n-dodecane, n-hexane). Regarding BTEX in P1 and P2 the highest concentrations were measured for toluene and m, p-xylenes. Analyses of the reasons B / T and X / E showed that the sources of emissions in both measurement points were predominantly serve; which is in accordance with the meteorological data of wind speed and direction and the photochemical standpoint the feathers were young, with sources close to local measures, as expected.

**Keywords:** VOC, hydrocarbons, smog, gas chromatography.

## Introdução

Os compostos orgânicos voláteis (COV) são uma classe de contaminantes com características bastante diferenciadas do restante dos poluentes atmosféricos. O número de espécies orgânicas na atmosfera é elevado e as pressões de vapor de muitas delas fazem com que a transição de gás para partícula seja frequente. Assim, existe uma variedade de compostos orgânicos presentes simultaneamente como vapores e como partículas no ar ambiente. Por definição, um COV é uma substância cuja pressão de vapor a 20 °C é inferior à pressão atmosférica normal ( $1,013 \times 10^5$  Pa) e maior do que 130 Pa. O termo COV é, por vezes, estendido aos compostos semi-voláteis e engloba não só os hidrocarbonetos (HC, compostos de carbono-hidrogênio), mas também outras funções orgânicas, como, por exemplo, as que contêm oxigênio (aldeídos, cetonas, alcoóis, éteres, etc.), nitrogênio (aminas, etc.) cloro (PCBs, polivinilclorados). É também frequente utilizar o termo HC menos o metano (HCNM), uma vez que este último é, em geral, estudado separadamente (Alves et al., 2006). Os COV são também classificados em leves e pesados, sendo o primeiro aqueles que possuem até cinco carbonos na sua composição.

Os COV (excetuando o metano) são encontrados na troposfera em concentrações variando desde partes por bilhão (ppbv) até partes por trilhão (pptv), (Alves et al., 2006). Estes compostos na atmosfera urbana e industrial são provenientes principalmente da exaustão do motor de veículos e outros processos que utilizam a queima de combustíveis fósil, armazenamento e distribuição de petróleo, o uso de solventes e outros processos industriais (Cetin, et al., 2003). As refinarias de petróleo e petroquímicas são geralmente instalações industriais grandes. Suas operações estão associadas com a emissão de vários compostos orgânicos na atmosfera, dentre eles o grupo dos COV aromáticos (benzeno, tolueno, etil benzeno e xilenos), coletivamente chamados de BTEX. Estes compostos são emitidos principalmente a partir dos processos de produção industrial, de armazenamentos em tanques e áreas de resíduos (Kalabokas et al.,

2001). Em áreas urbanas e industrializadas o grupo do BTEX, constitui mais de 60% dos COV (Tiwari et al., 2010). Ressalta-se que estes compostos apresentam efeitos tóxicos, cancerígenos e mutagênicos sobre a saúde humana (Zaccarelli-Marino, 2012), (Hsieh et al., 2006).

De um modo geral, inúmeros efeitos dos COV são reconhecidos, tais como a sua contribuição para a depleção do ozônio estratosférico, a formação do ozônio troposférico, os efeitos tóxicos e cancerígenos na saúde humana e o aumento do efeito estufa (Dewulf & Langenhove, 1999). No Brasil, apesar dos conhecidos efeitos adversos dos COV, não existem regulamentações para o controle de suas emissões (Junqueira, et al., 2005).

Na região da cidade de São Paulo, grande parte das emissões de poluentes atmosféricos é devida à imensa frota de veículos automotores (de diferentes idades), rodando com os mais diversos tipos de combustíveis (etanol, gasolina, diesel, GNV, mistura diesel/biodiesel). Porém a Região do Grande ABC (Santo André, São Bernardo, São Caetano do Sul, Mauá, Diadema, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra) apresenta singularidades porque além de uma frota significativa de veículos automotores, possui um forte caráter industrial. Na cidade de Mauá, que faz divisa com Santo André, existem dois polos industriais (Capuava e Sertãozinho) e um grande Polo Petroquímico onde está localizada a refinaria da Petrobrás de Capuava (RECAP). Estes polos transformaram a cidade de Mauá em um dos maiores parques industriais do país. O Polo Petroquímico de Capuava dista cerca de 6 km da região central de Santo André, Figura 1.

**Figura 01:** Localização geográfica do Polo Petroquímico de Capuava com relação à Universidade Federal do ABC (UFABC) e o centro de Santo André (SP).



Fonte: google maps.

A RECAP tem uma capacidade instalada de 49 mbbl/dia (milhões de barris/dia), produzindo principalmente os seguintes derivados do petróleo: propeno, gás liquefeito de petróleo (GLP), gasolina, óleo diesel metropolitano (que apresenta baixo teor de enxofre) e solventes especiais, Petrobrás, (2013). A RECAP apresenta uma peculiaridade com relações a demais, por ser a única com localização no entorno de área residencial e por estar inserida numa planta industrial de manufaturados de subprodutos de petróleo, ocupada por 14 indústrias produzindo polietileno e polipropietileno, a partir da destilação da nafta e várias substâncias intermediárias que são usadas como matéria prima para a manufatura de outros produtos (Zaccarelli-Marino, 2012).

Poucos estudos sobre a poluição atmosférica na região do ABC e seus impactos foram desenvolvidos. Podemos citar os trabalhos de (i) Saiki, et al., (2006) que utilizaram espécies de líquens para fazer um biomonitoramento da poluição atmosférica no município de Santo André. De acordo com este estudo existem regiões no município onde a poluição está mais concentrada, na região de Capuava foram medidas as maiores concentrações de As, Ba, Cd, Co, Cr, Cs, Fe, La, Na, Sb, Sc, U e Zn; (ii) Savóia et al., 2009 fizeram um biomonitoramento dos riscos genotóxicos, utilizando bioensaios TRAD-MCN, desenvolvido com a espécie

*Tradescantia pallida* “Purpurea”, em períodos do ano aonde os riscos são maiores e em áreas da cidade de Santo André contaminadas por diferentes poluentes atmosféricos. Os resultados mostraram que as condições do meio ambiente observadas nas regiões urbanizadas e industrializadas de Santo André são desgastantes o suficiente para promover o aumento do dano cromossômico em células polens mãe na inflorescência da *Tradescantia pallida* “Purpurea”.

Apesar de diversos estudos na Região Metropolitana de São Paulo acerca da poluição atmosférica, poucas informações tratam sobre a singularidade da região do Grande ABC. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho veio: (i) da falta de estudos mais específicos sobre a problemática da poluição do ar para a Região do Grande ABC, levando em conta a vocação industrial deste local e a presença de um grande Polo Petroquímico nas adjacências, aliados ao crescente contingente de emissões por fontes veiculares, que integram o inventário de emissões da região; (ii) da inexistência de medidas de COV para a Região do Grande ABC. Por serem as primeiras medidas de COV na região e no entorno do Polo Petroquímico de Capuava, esperamos com este trabalho realizar uma avaliação preliminar da área de estudo e fornecer subsídios para estudos futuros mais detalhados sobre a influência das emissões do Polo Petroquímico na qualidade do ar e na saúde humana na região de Santo André e Mauá, SP.

## **Objetivo**

Fazer uma avaliação preliminar dos COV na região de influência do Polo Petroquímico de Capuava.

## **Área de Estudo**

A área de estudada compreende os pontos de amostragem de ar nas cidades de Santo André, SP e Mauá, SP. Estes pontos foram escolhidos de forma a representar as emissões: (i) numa região próxima ao Polo Petroquímico e com contribuição significativa de fontes móveis (P1 – UFABC, localizada na Avenida

dos Estados, corredor de ligação entre as cidades do Grande ABC (Mauá, Santo André e São Caetano) e São Paulo, localizado a cerca de 5 Km à noroeste do Polo (Figura 1) ; (ii) na área de influência do Polo Petroquímico de Capuava (P2 – Escola Estadual Profa. Sada Umeizawa), que dista cerca de 2 Km à sudeste do mesmo.

### **Metodologia de Trabalho**

A amostragem de ar para posterior análise dos COV é realizada por tubos TENAX TA, uma resina de polímero especificamente concebida para a retenção de compostos voláteis e semi-voláteis na atmosfera (Seeley, et al., 2005). Neste trabalho a entrada de ar para os tubos foi feita com o auxílio de uma bomba a vácuo (método ativo), utilizando um fluxo constante (0,3 L/min) à baixa pressão, com o período de coleta de uma hora.

Após a dessorção térmica as amostras são analisadas em laboratório pelo método de cromatografia gasosa com detector FID - *Flame Ionization Detector* (Silveira, 2009). O detector é um dispositivo que qualifica e/ou quantifica os componentes separados pela coluna cromatográfica. No detector FID a amostra é queimada em chama de hidrogênio e oxigênio, e é gerada uma corrente elétrica que é proporcional à concentração de analito, em seguida a corrente passa por um conversor de sinal e é registrado (Silva et. al, 2004).

As amostras foram analisadas no Laboratório de Análise de Processos (LAPAT), no IAG/USP, utilizando a técnica de cromatografia com detector FID. Foi utilizado um sistema cromatográfico - Perkin Elmer com dois detectores de ionização de chama (CG/FID modelo Clarus 500), acoplado a um módulo de dessorção térmica. O duplo sistema CGFID contém dois detectores FID e duas colunas analíticas: coluna PLOT (Porous Layer Open Tubular) para a fração mais volátil separada e coluna de BP-1 metil silicone para os HC menos voláteis.

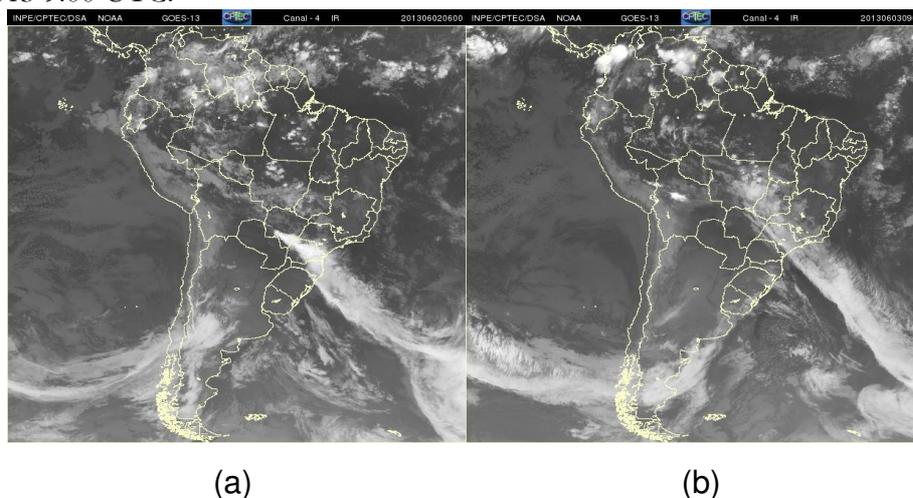
Cada cartucho TENAX TA é automaticamente transferido para um sistema de dessorção térmica controlada. Todo vapor gerado passa primeiro por

uma coluna de metil-silicone (50m x 0,22m x 1  $\mu$ m), da qual a partir do controle de tempo, do fluxo e da temperatura, a amostra é direcionada para duas colunas distintas, a PLOT e a BP1, para separação dos HC mais e menos voláteis, respectivamente. No total foram determinados 36 HC pesados.

## Resultados e Discussões

As amostragens de ar foram realizadas nos dias 04 e 05 de junho de 2013, nos pontos P1 e P2, respectivamente. As amostras foram coletadas a cada 1h, no período das 8h15min até 11h15min, numa condição meteorológica pós-frontal (após a passagem de uma frente fria), conforme mostram as imagens de satélite da Figura 2 (a e b).

**Figura 02:** Imagens do satélite GOES - 13, no infravermelho para: (a) 02/06/2013, 0:00 UTC; (b) 03/06/2013 9:00 UTC.



**Fonte:** CPTEC/INPE, (2013).

Para o período de amostragem do ar foram utilizados os dados meteorológicos (temperatura, precipitação, direção e velocidade do vento) provenientes da Estação CETESB de São Caetano do Sul, SP – SCS (distante cerca de 7,5 km com relação ao Polo Petroquímico, na direção nordeste) e da Estação Meteorológica do IAG/USP, Água Funda, SP (distante cerca de 15 km com relação

ao Polo Petroquímico, na direção oeste). Os parâmetros meteorológicos para os dias 04 e 05/06/2013 são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 01:** Dados meteorológicos da Estação Meteorológica IAG/USP, Água Funda, SP e da CETESB São Caetano do Sul, SP – SCS para 04/06/2013.

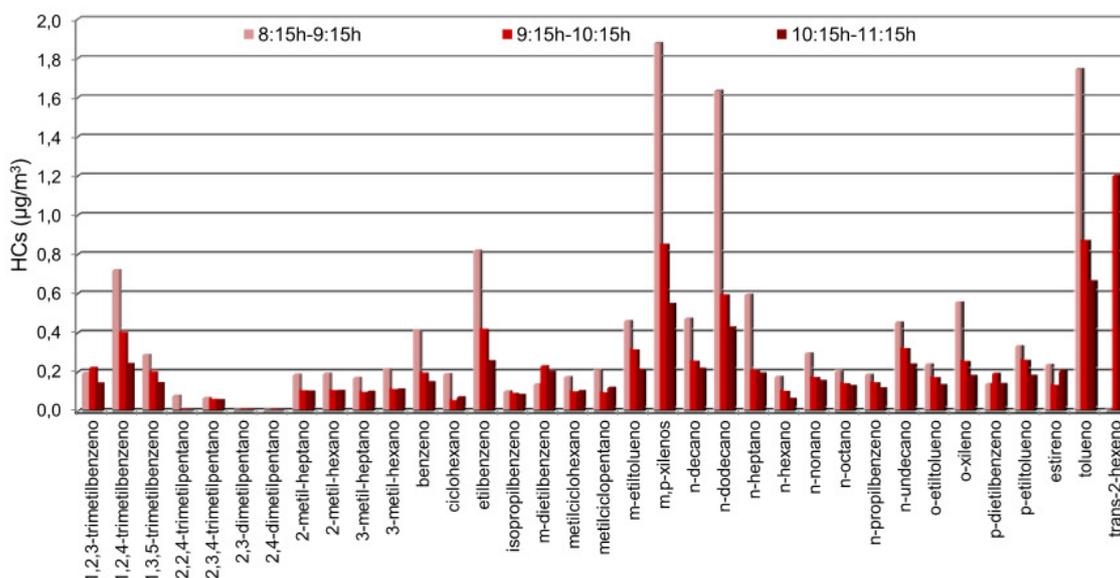
04/06/2013					
Horário	Temperatura Média (°C) - Estação Meteorológica IAG/USP	Precipitação (mm) - Estação Meteorológica IAG/USP	Direção dos ventos - CETESB SCS	Velocidade (média) dos ventos (m/s) - Cetesb SCS	RADG (Radiação Geral Global) W/m <sup>2</sup>
8:00-9:00	14,4	0	NO	0,7	265
9:00-10:00	17,0	0	O	1,2	435
10:00-11:00	17,4	0	ENE	1,1	490

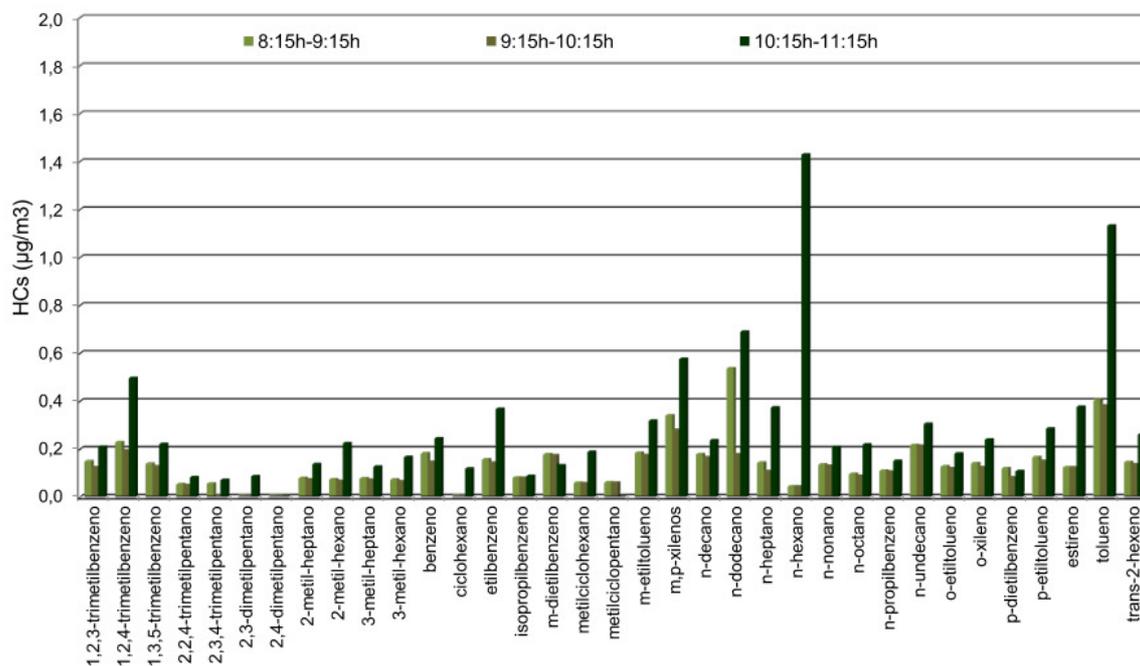
**Tabela 02:** Dados meteorológicos da Estação Meteorológica IAG/USP, Água Funda, SP e da CETESB São Caetano do Sul, SP – SCS para 05/06/2013.

05/06/2013					
Horário	Temperatura Média (°C) - Estação Meteorológica IAG/USP	Precipitação (mm) - Estação Meteorológica IAG/USP	Direção dos ventos - CETESB SCS	Velocidade (média) dos ventos (m/s) - Cetesb SCS	RADG (Radiação Geral Global) W/m <sup>2</sup>
8:00-9:00	17,2	0	ESSE	1,4	324
9:00-10:00	18,5	0	SE	1,6	498
10:00-11:00	19,9	0	SE	1,6	627

As Figuras 3 a 4 mostram, respectivamente, as concentrações dos HC pesados para os pontos de amostragem P1 e P2.

**Figura 03:** Concentração de HC pesados em P1.



**Figura 04:** Concentração de HC pesados em P2.

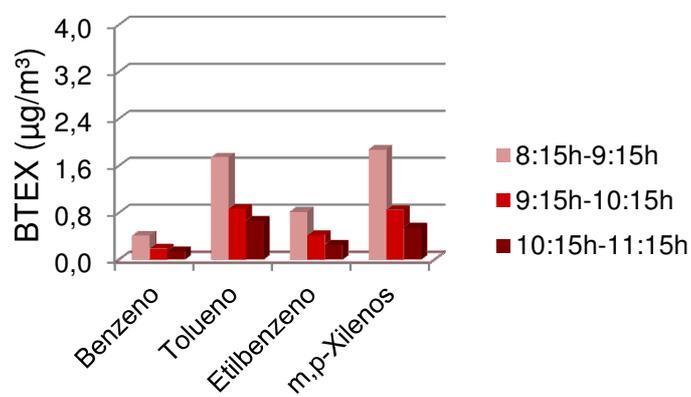
As concentrações mais elevadas foram medidas em P1 e os HC com valores mais elevados foram: **P1** (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano e trans-2-hexano) e **P2** (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano, n-hexano), Como as amostragens foram realizadas após a passagem de uma frente fria, espera-se uma atmosfera mais limpa (sem a presença de plumas envelhecidas) sob a influência das emissões locais. De acordo com os dados meteorológicos de direção e velocidade do vento (ver Tabela 1), o ponto P1 estava sob a influência de parcelas de ar vindas de áreas urbanas (São Caetano do Sul e Santo André), passando pela região da Avenida do Estado que representa uma fonte significativa de emissões veiculares (fluxo médio de veículos de 12.000 veículos/h, Proietti, 2013). Em P2, de acordo com os dados de direção e velocidade de vento (ver Tabela 2) as parcelas de ar presentes no local de amostragem durante a medição não estavam sob a influência das emissões do Polo Petroquímico de Capuava.

Em P1 as concentrações diminuíram com o tempo e em P2 observou-se o contrário. Como as concentrações dos HC em uma parcela de ar em área urbana

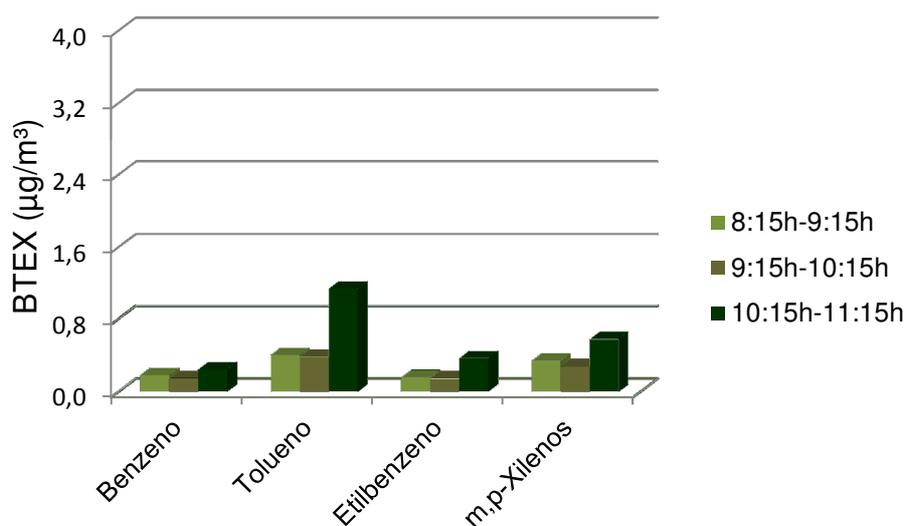
podem decrescer por dispersão, deposição e reações químicas ou aumentar em função de emissões recentes, entende-se que em P1 as reações químicas estejam consumindo rapidamente os HC e em P2 os aumentos em função do tempo sejam devido às emissões recentes.

Conforme mencionado neste trabalho, o BTEX corresponde a um grupo importante de HC, assim analisamos estes compostos com mais detalhes. As Figuras 5 e 6 mostram as concentrações horárias dos BTEX em P1, P2, respectivamente.

**Figura 05:** BTEX em P1.



**Figura 06:** BTEX em P2.



Com relação aos BTEX, em P1 e P2 as maiores concentrações foram medidas para o tolueno e o m,p-xilenos.

A razão benzeno/tolueno (B/T) pode ser usada para estimar a origem das fontes; se essa razão estiver entre 0,2 e 0,5 às emissões predominantes podem ser consideradas de origem veicular (Martins et al., 2008). A Tabela 3 mostra valor médio destas razões em P1 e P2. Com base nos resultados podemos inferir que em ambos os pontos de amostragem a fonte predominante é veicular, estando em concordância com a análise dos dados meteorológicos (ver Tabelas 1 e 2).

A razão m,p-xilenos/etilbenzeno (X/E) é usada como um indicativo da idade fotoquímica da pluma, isto porque o etilbenzeno tem um tempo de vida longo (cerca de 1,6 dia), sendo menos reativo em contraposição aos xilenos que são os mais reativos (tempo de vida entre 11-20h), Ho et al., (2004). Esta razão também é utilizada para indicar a distância entre o ponto de coleta e a fonte. Nos pontos P1 e P2 os valores médios foram 2,2 e 1,8, respectivamente (Tabela 3), indicando uma pluma jovem do ponto de vista fotoquímico e que as fontes de emissão estão próximas ao local de medida. De acordo com Martins, (2008) para São Paulo os valores da razão X/E, para diferentes fontes de emissão, obtidas em diferentes estudos estão geralmente entre 2,8 e 4,6.

**Tabela 03:** Razões Benzeno/Tolueno (B/T); m,p-Xilenos/Etilbenzeno (X/E) em P1 e P2.

Local	B/T	X/E
P1	0,2	2,2
P2	0,3	1,8

### Considerações Finais

Este trabalho teve por objetivo caracterizar os COV na região de influência do Polo Petroquímico de Capuava. Ressaltamos que se trata de uma avaliação preliminar, em que foram realizadas pela primeira vez medidas de COV na Região

do Grande ABC. Assim, esperamos que este trabalho forneça subsídios para estudos futuros sobre a influência das emissões do Polo Petroquímico na qualidade do ar na região de Santo André e Mauá.

As medidas foram realizadas após a passagem de uma frente fria, representando uma atmosfera limpa, sem a presença de plumas envelhecidas. Foram medidas concentrações baixas de HC, sendo que os de maiores concentrações foram em P1 (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano e trans-2-hexano) e P2 (1,2,4 trimetilbenzeno, BTEX, n-dodecano, n-hexano).

Em P1 as concentrações diminuíram com o tempo e em P2 observou-se o contrário. Como as concentrações dos HC em uma parcela de ar em área urbana podem decrescer por dispersão, deposição e reações químicas ou aumentar em função de emissões recentes, entende-se que em P1 as reações químicas estejam consumindo rapidamente os HC e em P2 os aumentos em função do tempo sejam devido às emissões recentes.

Com relação aos BTEX, em P1 e P2 as maiores concentrações foram medidas para o tolueno e o m,p-xilenos. As análises das razões B/T e X/E mostraram que as fontes de emissão em ambos os pontos de medidas foram predominantemente veicular, estando em concordância com os dados meteorológicos de direção e velocidade dos ventos e do ponto de vista fotoquímico as plumas eram jovens, com as fontes próximas aos locais de medidas, conforme o esperado.

## Referências

ALVES, C.; PIO, C.; GOMES, P. Determinação de hidrocarbonetos voláteis e semi-voláteis na Atmosfera, **Química Nova**, v. 29, n. 3, p.477-488, Portugal, 2006.

CETIN, E.; ODABASI ,M.; SEYFIOGLU, R. Ambient Volatile Organic Compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. **Science of The Total Environment**, v. 312, p. 103-112. Turquia, 2003.

CPTEC/INPE – **Imagens do Satélite GOES-13 para o Infravermelho**. <<http://migre.me/qnifH>>, Último acesso em 17/09/2013.

DEWULF, J.; LANGENHOVE, H.V. Antropogenic volatile organic compounds in ambient air and natural waters: a review on recent developments of analytical methodology, performance and interpretation of field measurements. **Journal of Chromatography A**, n. 843, p. 163-177, 1999.

HO, K.F.; LEE, S.C.; GUO, H.; TSAI, W.Y. Seasonal and diurnal variation of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere of Hong Kong. **Science of the Total Environment**, v. 322, p.155-166, 2004.

HSIEH, L.,L.; CHANG, C.C.; SREE, U.; LO, J.G. Determination of volatile organic compounds in indoor air of buildings in nuclear power plants, Taiwan. **Water Air and Soil Pollution**, v. 170, p.107-121, 2006.

JUNQUEIRA, T. L., ALBUQUERQUE, E. L. e TOMAZ, E. Estudo sobre os compostos orgânicos voláteis em Campinas – SP. **VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, UNICAMP, 2005.

KALABOKAS, P.D.; HATZIANESTIS, J.; BARTZIS, J.G.; PAPGIANNAKOPOULOS, P. Atmospheric concentrations of saturated and aromatic hydrocarbons around a Greek oil refinery. **Atmospheric Environment**, v. 35, n. 14, p. 2545-2555, 2001.

MARTINS, L.D.; ANDRADE, M.F.; YNOUE, R.Y.; ALBUQUERQUE E.L.; TOMAZ, E.; VASCONCELOS, P.C. Ambiental volatile organic compounds in the megacity of São Paulo, **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 2009-20013, 2008.

PETROBRÁS, **Dados de refinarias** <<http://migre.me/qnj1j>>, último acesso em 18/09/2013.

PROIETI, C. Av. dos Estados é a 1ª em ranking de acidentes. **Diário do Grande ABC**. Disponível em <<http://migre.me/qnj1I>> Último acesso em 20/09/2013.

SAIKI, M.; ALVES, E.R.; MARCELLI, M.P. Analysis of lichen species for atmospheric pollution biomonitoring in the Santo André municipality, São Paulo, Brazil. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 273, n. 3, p. 543-547, DOI:10.1007/s10967-007-0906-6, 2007.

SAVÓIA, E.J.L.; DOMINGOS, M.; GUIMARÃES, E.T.; BRUMATI, F.; SALDIVA, P.H.N. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, São Paulo, Brazil, through Trad-MCN bioassay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, n. 72, p.255-260, 2009.

SEELEY, I.; TIPLER, A.; CROSSER, Z. Ozone precursor analysis Using the TurboMatrix Thermal Desorption GC System, **Manual Técnico Perkin Elmer**, Estados Unidos, 2005.

SILVA, J. C. R.; BELVEDERE, P.; RUSSO, P.; CONTADORI, A. S.; LEITE, D. W.; LANÇAS, F. M. Desenvolvimento de um Mini Detector de Ionização de Chama, **Revista Analytica**, n. 10, p. 30-35, Brasil, 2004. Último acesso em 14/12/2012. Disponível em <<http://migre.me/qnj1V>>.

SILVEIRA, K. C. **Produção e Caracterização de Monoglicerídeos a partir do Biodiesel**, Trabalho de Conclusão de Curso em Química, Porto Alegre, p. 34, Universidade Federal do RS, 2009. Último acesso em 14/12/2012. Disponível em <<http://migre.me/qnj28>>.

TIWARI, V.; HANAI, Y.; MASUNAGA, S. Ambient levels of volatile organic compounds in the vicinity of petrochemical industrial area of Yokohama, Japan. **Air Qual Atmos Health**, n.3, p.65-75, DOI 10.1007/s1 1869-009-0052-0, 2010.

ZACARELLI-MARINO, M. A. Chronic Autoimmune Thyroiditis in Industrial Areas in Brazil: A 15-Year Survey. **J Clin Immunol**, DOI 10.1007/s10875-012-9703-2 2012.