



ESTUDO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (COVs) NA ATMOSFERA DO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA - SP

.....



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Governo do Estado de São Paulo
João Doria - Governador do Estado de São Paulo

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
Marcos Penido - Secretário de Estado

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Patrícia Iglecias - Diretora-Presidente

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretoria de Gestão Corporativa
Clayton Paganotto - Diretor

Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental
Zuleica Maria de Lisboa Perez - Diretora

Diretoria de Avaliação de Impacto Ambiental
Domenico Tremaroli - Diretor

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental
Carlos Roberto dos Santos - Diretor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO



**ESTUDO DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS
VOLÁTEIS (COVs) NA ATMOSFERA
DO MUNICÍPIO DE PAULÍNIA - SP**

CETESB COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo ▪ 2021

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

C418e CETESB (São Paulo)
Estudo dos compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera do município de Paulínia - SP [recurso eletrônico] / CETESB ; Elaboração Cristiane F. Fernandes Lopes (Coordenação técnica), Maria Cristina N. de Oliveira ; Equipe de trabalho Daniele P.R. de Carvalho ... [et al.] ; Colaboração Claudio Darwin Alonso, Yoshio Yanagi. - - São Paulo : CETESB, 2021.
1 arquivo de texto (34 p.) : il. color., PDF ; 1 MB

Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>>.
ISBN 978-65-5577-014-8

1. Ar – qualidade – controle 2. Ar – poluição 3. Compostos Orgânicos Voláteis
4. Paulínia (SP) I. Título.

CDD (21.ed. Esp.) 363.739 263 816 1 CDU (2.ed. Port.) 614.71:547-3 (815.6)
547.028 681 61

Catalogação na fonte: Margot Terada - CRB 8.4422

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© CETESB 2021.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Ficha Técnica

Diretoria de Engenharia e Qualidade Ambiental

Carlos Roberto dos Santos

Departamento de Qualidade Ambiental

Maria Helena R. B. Martins

Divisão de Qualidade do Ar

Maria Lúcia Gonçalves Guardani

Setor de Amostragem e Análise do Ar

Cristiane F. Fernandes Lopes

Elaboração

Cristiane F. Fernandes Lopes (**Coordenação Técnica**)

Maria Cristina N. de Oliveira

Equipe de Trabalho

Daniele P. R. de Carvalho

Giacomo C. Grizzo Cuoco

Graziela Mônaco Locchi

Jesuíno Romano

Nelson Álamo Filho

Sheila de Castro

Viviane A. de Oliveira Ferreira

Colaboração

Claudio Darwin Alonso

Yoshio Yanagi

Capa

Vera Severo

Produção Editorial e Distribuição

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Alto de Pinheiros

São Paulo - SP - Brasil - 05459-900

Telefone: +55 11 3133.3000

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

RESUMO

Localizado na Região Metropolitana de Campinas, o município de Paulínia, possui um grande parque industrial, no qual estão contidas diversas fontes potencialmente emissoras de poluentes atmosféricos, destacando-se o polo petroquímico, várias distribuidoras de derivados de petróleo, diversas indústrias químicas além de indústrias de fertilizantes.

Dentre os poluentes presentes na atmosfera, além dos regulamentados na legislação, destacam-se os compostos orgânicos voláteis (COVs). A avaliação e o controle destes compostos são importantes, pois desempenham um papel importante na formação do conjunto de oxidantes fotoquímicos, dos quais se destaca o ozônio. Acrescenta-se que grande parte dos COVs são classificados como perigosos à saúde humana, com destaque para o benzeno, que é classificado como carcinogênico.

As concentrações dos COVs foram medidas na atmosfera do município de Paulínia, no período de agosto a novembro de 2017, em cinco pontos de monitoramento simultaneamente.

Foram realizadas análises de valores médios dos 17 compostos quantificados, nos cinco pontos de monitoramento, além de análises utilizando boxplot; correlação dos dados diários entre benzeno e tolueno, razão entre benzeno e tolueno e comparação com dados obtidos em outras localidades.

Destacaram-se, com as maiores concentrações do estudo, os compostos de tolueno, ciclohexano e isopropilbenzeno, sendo as maiores concentrações obtidas na área central da cidade (Ponto 4). No Ponto 4, onde a principal fonte são as emissões veiculares, foi o que apresentou maior razão Tolueno/Benzeno (3,7). Nos pontos mais distantes das emissões veiculares, as razões T/B foram menores.

Como o município de Paulínia possui um grande polo industrial, com a presença da refinaria, indústrias químicas, bases de armazenagem de combustível etc., a relação entre tolueno e benzeno pode estar influenciada pela contribuição de diferentes tipos de fontes (industriais e veiculares) somada à degradação fotoquímica mais rápida do tolueno.

Houve uma alta correlação entre as concentrações de tolueno e benzeno no Ponto 1, localizado na região noroeste da cidade, ($R = 0,65$) sugerindo que, neste local, esses poluentes provavelmente se originam das mesmas fontes.

Apesar das concentrações de benzeno não completarem um ano de dados, os valores observados no período de medição indicam que muito provavelmente as concentrações médias anuais encontram-se abaixo do valor indicado pela Comunidade Europeia - $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média anual).

A comparação dos resultados deste estudo com valores de outras localidades mostrou que as médias de concentração aqui obtidas foram inferiores aos estudos realizados em São Paulo em anos anteriores. Observa-se que as médias de benzeno obtidas foram semelhantes às observadas no Japão, em áreas urbanas dos EUA e em estudos mais recentes em São Paulo. Já as médias de tolueno foram menores que as concentrações observadas em outros países.

Palavras chaves: Compostos Orgânicos Voláteis, Poluição do Ar, Qualidade do Ar, Paulínia

Listas de Ilustrações e Tabelas

Figuras

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem de COVs em Paulínia.....	12
Figura 2 - Rosa de vento anual (2017) – Paulínia	18

Gráficos

Gráfico 1 - Concentrações médias de COVs de agosto a novembro de 2017, em Paulínia.....	20
Gráfico 3 – Concentração de benzeno obtidas nos meses de agosto a novembro de 2017, nos pontos de monitoramento de Paulínia.....	23
Gráfico 4 – Correlação das concentrações diárias de tolueno em função do benzeno por estação.....	24

Tabelas

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de amostragem de COVs em Paulínia.....	13
Tabela 2 - Compostos orgânicos voláteis analisados na campanha de monitoramento	15
Tabela 3 - Concentrações médias e faixa de valores de COVs obtidos no período de agosto a novembro de 2017, em cada ponto monitorado	.19
Tabela 4 – Razão entre as concentrações médias de tolueno e benzeno e o desvio padrão nos pontos de monitoramento, em Paulínia - 2017.....	25

Lista de Abreviaturas e Siglas

B	benzeno
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
EUA	Estados Unidos da América
LD	limite de detecção
N	número de dias
NIST	Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia
OH	radical hidroxila
OMS	Organização Mundial de Saúde
T	tolueno
EU	União Européia
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USEPA	Agência Ambiental Americana

Lista de Símbolos

°C	graus Celsius
eV	elétron-volt
L	litros
L/min	litros por minuto
m	metros
mm	milímetros
m/z	massa por carga
mL/min	mililitros por minuto
ppb	partes por bilhão
ppm	partes por milhão
µg	micrograma
µm	micrometro
µg/m ³	micrograma por metro cúbico
km	quilometro
R	coeficiente de correlação
%	porcentagem

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
2	Objetivo.....	11
3	Amostragem e Análise.....	12
3.1	Local de Amostragem.....	12
3.2	Metodologia de Amostragem e Análise.....	13
4	Compostos Analisados.....	15
4.1	Informações sobre os compostos analisados.....	15
5	Aspectos Meteorológicos.....	18
6	Resultados e Discussão.....	19
6.1	Resultados de COVs.....	19
7	Conclusões.....	28
	Referências Bibliográficas.....	29
	Apêndices.....	32

1 Introdução

Localizado na Região Metropolitana de Campinas, o município de Paulínia, possui um grande parque industrial, no qual estão contidas diversas fontes potencialmente emissoras de poluentes atmosféricos, destacando-se o polo petroquímico, várias distribuidoras de derivados de petróleo, diversas indústrias químicas além de indústrias de fertilizantes. A presença destas fontes tem propiciado maior atenção por parte dos órgãos públicos no que se refere às condições da qualidade do ar do município.

Dentre os poluentes presentes na atmosfera, além dos regulamentados na legislação, como o material particulado, ozônio, dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre e monóxido de carbono, destacam-se os compostos orgânicos voláteis (COVs). A literatura descreve que os COVs, principal grupo de hidrocarbonetos na atmosfera, desempenham um papel importante na formação do conjunto de oxidantes fotoquímicos, dos quais se destaca o ozônio.

Os compostos orgânicos voláteis são parte de uma ampla classe de hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, incluindo seus derivados halogenados, álcoois, cetonas e aldeídos. Têm grande importância, na medida em que direta ou indiretamente afetam as mudanças climáticas e a saúde humana. Podem originar-se naturalmente, a partir de emissões biogênicas em oceanos, florestas, vulcões etc., ou resultar de atividades antropogênicas, como emissões veiculares, produtos de petróleo, químicos, indústrias manufatureiras, operações de pintura e lavagem a seco, entre outras.

Dependendo do contexto, a definição de COVs pode variar. A Agência Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) define como compostos orgânicos voláteis todos os compostos de carbono que participam em reações fotoquímicas atmosféricas, exceto monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbônico, carbetos ou carbonatos metálicos, além de carbonato de amônia⁽¹⁾.

A campanha de monitoramento de COVs em Paulínia foi realizada em regiões onde estão localizadas indústrias químicas, petroquímicas, bases de armazenamento de combustíveis e também em ambiente urbano, próximo a vias de tráfego.

2 Objetivo

Os principais objetivos para o monitoramento de COVs em Paulínia foram:

- verificar as concentrações típicas em locais afetados por um sistema complexo de fontes móveis e estacionárias;
- fornecer subsídios para a seleção de um conjunto de parâmetros cujos dados devem ser avaliados rotineiramente, tendo por base seus efeitos mais pronunciados à saúde;
- criar um banco de dados que permita avaliar tendências de longo prazo e avaliar a efetividade dos programas de controle das emissões.

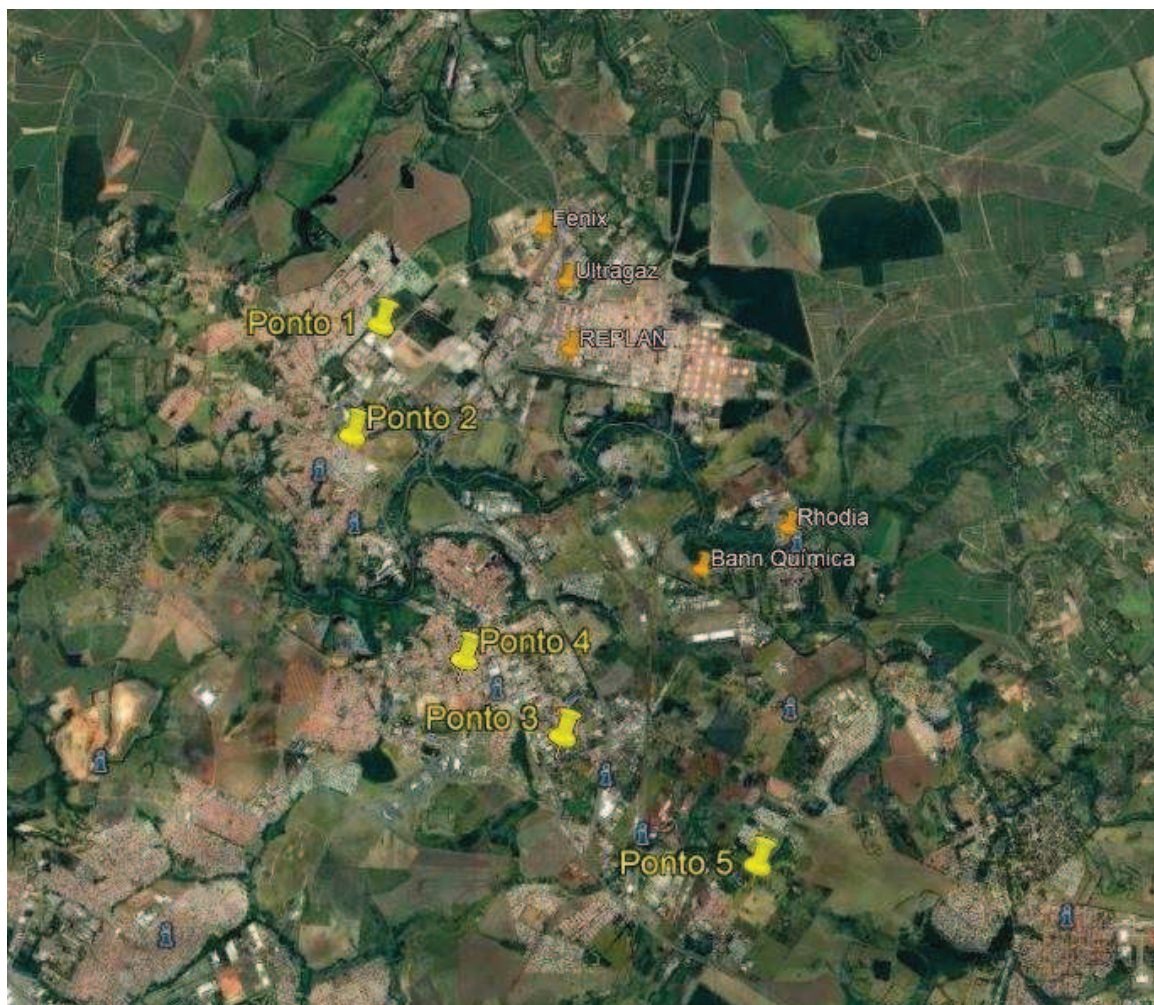
3 Amostragem e Análise

3.1 Local de Amostragem

As amostragens de ar ambiente foram feitas simultaneamente em 5 locais de Paulínia, no período de agosto a novembro de 2017. De maneira geral, as amostragens foram realizadas a cada seis dias por períodos de 24 horas, totalizando, em média, 15 amostras por estação. Neste estudo, foram analisados os hidrocarbonetos com 4 a 12 átomos de carbono.

Na **Figura 1** estão indicados os pontos de amostragem de COVs da campanha realizada no período de 1/8 a 29/11 de 2017, assim como a localização das principais fontes. A **Tabela 1** apresenta as coordenadas geográficas dos pontos. Os locais selecionados estão em área considerada de influência das potenciais emissões de COVs provenientes de bases de combustíveis, de indústrias petroquímicas e de outras indústrias da região.

Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem de COVs em Paulínia



Fonte: CETESB (2021) adaptado de Google Earth

A escolha dos pontos de amostragem levou em conta critérios técnicos, tais como localização das fontes de emissão, presença de obstáculos, densidade populacional, segurança, logística e topografia, entre outros fatores.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos de amostragem de COVs em Paulínia

Local de monitoramento	Coordenadas UTM Zona 23 K Datum horiz. WGS-84	
	longitude	latitude
Ponto 1	277351	7485083
Ponto 2	277435	7482941
Ponto 3	280166	7479012
Ponto 4	278775	7480073
Ponto 5	283077	7477264

Fonte: CETESB (2021)

Ponto 1 - Av. Paris, 1031 - Bonfim, Paulínia - SP, 13140-000

Ponto localizado atrás do Condomínio Campos do Conde, onde há registro de muitas reclamações de odor. Este ponto está na área de influência da Fênix, empresa de refino de óleo lubrificante, e da Replan.

Ponto 2 - Av. Fausto Pietrobon - Jardim Ouro Negro, Paulínia - SP, 13140-000.

Pode sofrer eventual influência da Replan e da Rhodia.

Ponto 3 - Rua Ângelo Varandas, 550 - Bairro Jd. Santa Terezinha, Paulínia - SP, 13140-802 - Sede da Agência Ambiental de Paulínia

Ponto 4 - Pç. Oadil Pietrobon s/nº – Vila Bressani

Localizado na estação automática de monitoramento da qualidade do ar da CETESB.

Ponto 5 - Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas/ UNICAMP, Rua Alexandre Cazellato, 999 - Vila Betel, Paulínia - SP - CEP: 13148-218. Centro Experimental da UNICAMP

Este ponto localiza-se a meio caminho entre a Galvani e condomínios residenciais. No bairro Betel há muitas indústrias de ração animal.

3.2 Metodologia de Amostragem e Análise

A metodologia de amostragem e análise dos compostos orgânicos voláteis baseou-se no método TO-15, da Agência Ambiental dos EUA (USEPA), de 1999⁽²⁾.

O ar atmosférico é coletado em recipiente evacuado de aço inox, cuja parede interna é eletropolida e tratada para deixá-la inerte, denominado canister, com capacidade de 6L. O dispositivo foi previamente limpo em um sistema especial de limpeza.

Neste estudo, foi utilizado o método de amostragem passiva, na qual o canister é previamente evacuado e a amostra de ar é aspirada através de um restritor de fluxo, durante um período de tempo pré-estabelecido. Para uma coleta contínua de 24 horas, a vazão foi de 3,4 mL/min. Após a amostragem, a válvula do canister foi fechada e o dispositivo encaminhado ao laboratório para análise.

O sistema analítico utilizado incluiu dessorvedor térmico TD *Unity 2* e uma unidade amostradora de canister CIA Advantage, da Markes Internacional, acoplado a um cromatógrafo a gás, com detector de espectrometria de massas (CG/MS), da Thermo Scientific. O *Unity 2* oferece o recurso de resfriamento pelo efeito Peltier, podendo chegar a -30°C , possibilitando o uso de multiadsorventes a sub-temperaturas para otimizar o processo de retenção/concentração dos compostos mais voláteis.

Após o término do processo de transferência/concentração foi realizada a purga reversa, com o gás de arraste (He), para a remoção da água. Em seguida, a amostra foi termicamente dessorvida com aquecimento rápido do trap a 300°C e os analitos dessorvidos foram carreados para a entrada da coluna analítica em uma banda de vapor bem estreita, garantindo assim sensibilidade adequada.

A amostra foi analisada em um cromatógrafo a gás Thermo Trace GC Ultra, acoplado a um espectrômetro de massas DSQII. A separação dos compostos foi realizada utilizando-se coluna capilar Thermo TR-1 com 60 m x 0,32 mm ID x 1,0 μm espessura do filme. Espectrômetro de massas quadrupolo operou com 70 eV, temperatura na fonte de íons de 200°C , temperatura na linha de transferência de 275°C e faixa de scan de 30-250 m/z.

Para o controle de possíveis alterações no processo de análise, de modo a compensar erros aleatórios, sistemáticos e efeitos de matriz, foi adicionado um volume fixo de padrão interno, constituído de bromoclorometano, 1,4-difluorobenzeno e clorobenzeno-d5, em todos os padrões, amostras e provas em branco.

Para obtenção das curvas analíticas, um volume de padrão gasoso, Massachusetts Air-Phase Petroleum Hydrocarbons, 1 ppm, rastreável NIST, foi diluído em um sistema de diluição dinâmica e recolhido em canister. A concentração final do padrão foi 10 ppb de cada um dos seguintes compostos: n-hexano, benzeno, ciclohexano, 2,3-dimetil-pentano, n-heptano, tolueno, n-octano, m,p-xileno, o-xileno, n-nonano, isopropilbenzeno, 1-etil-3-metil benzeno, 1,2,3-trimetilbenzeno, n-decano, 1,3,5-trimetilbenzeno, n-undecano e n-dodecano. Em seguida, o canister foi conectado ao CIA Advantage, onde diferentes volumes do padrão foram submetidos ao mesmo procedimento de análise das amostras, produzindo concentrações de 0,5 a 10 ppb, para cada um dos compostos de interesse. Para a quantificação empregou-se o método da regressão linear.

Os compostos meta-xileno e para-xileno não foram quantificados individualmente devido a não separação destes compostos na coluna cromatográfica.

Os limites de detecção e quantificação do método para todos os compostos analisados foram calculados de acordo com o Procedimento Operacional Padronizado – SQ PR/LB-029 – Validação de Métodos Analíticos EAAQ/CETESB⁽³⁾.

4 Compostos Analisados

Neste estudo, foram analisados compostos derivados do petróleo, já que as campanhas de monitoramento foram realizadas em regiões impactadas principalmente por emissões de indústrias petroquímicas, químicas, bases de armazenamento de combustíveis e por emissões veiculares.

A **Tabela 2** apresenta os compostos orgânicos voláteis analisados na campanha de monitoramento realizada no município de Paulínia.

Tabela 2 - Compostos orgânicos voláteis analisados na campanha de monitoramento

Compostos Orgânicos Voláteis	
n-hexano (C ₆ H ₁₄)	n-nonano (C ₉ H ₂₀)
benzeno (C ₆ H ₆)	isopropilbenzeno (C ₉ H ₁₂)
ciclohexano (C ₆ H ₁₂)	1-metil-3-etil-benzeno (C ₉ H ₁₂)
n-heptano (C ₇ H ₁₆)	1,2,3-trimetilbenzeno (C ₉ H ₁₂)
tolueno (C ₇ H ₈)	1,3,5-trimetilbenzeno (C ₉ H ₁₂)
n-octano (C ₈ H ₁₈)	n-decano (C ₁₀ H ₂₂)
etilbenzeno (C ₈ H ₁₀)	n-undecano (C ₁₁ H ₂₄)
m,p-xileno (C ₈ H ₁₀)	n-dodecano (C ₁₂ H ₂₆)
o-xileno (C ₈ H ₁₀)	

Fonte: CETESB (2021)

4.1 Informações sobre os compostos analisados

Neste item são apresentadas informações, como características físico-químicas, fontes e efeitos à saúde, de alguns compostos analisados. São apresentados, quando encontrados, valores de referência adotados em outros países.

Hexano

O hexano (C₆H₁₄) é um líquido incolor, com ponto de ebulição 69 °C, é usado como solvente inerte em reações orgânicas além de ser um componente comum da gasolina.

A exposição prolongada ao n-hexano pode causar dor de cabeça, náuseas, tontura, perturbações visuais e auditivas, além de excitação.

Benzeno

O benzeno (C₆H₆) é um composto volátil, com ponto de ebulição 80,1°C. É formado em processos naturais e antropogênicos. O benzeno também pode ser emitido em atividades industriais e é utilizado na manufatura de alguns produtos químicos como detergentes, explosivos, tintas, pigmentos, etc.⁽⁴⁾. É um componente de produtos do petróleo, incluindo gasolina. As emissões provenientes dos processos na indústria petroquímica, as emissões evaporativas no armazenamento e nos processos de transferência de combustíveis, bem como nos postos de abastecimento, além das

emissões veiculares, estão entre as principais fontes de emissão de benzeno para a atmosfera. Fontes naturais de benzeno incluem emissões gasosas de vulcões e incêndios florestais e contribuem para a presença de benzeno no meio ambiente⁽⁵⁾.

Segundo a Agência Ambiental dos EUA (USEPA), o benzeno é classificado como carcinogênico para seres humanos. A exposição crônica a este poluente pode causar danos ao sistema imunológico, e exposições de curto prazo a determinadas concentrações podem causar sonolência, tontura, dores de cabeça e perda da consciência em humanos (6).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS)⁽⁷⁾, não há níveis seguros de exposição para a saúde humana. A média geométrica do intervalo de estimativas de excesso de risco à vida humana por leucemia é de 6×10^{-6} , quando exposto a inalação de uma concentração de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante a vida. A União Europeia (UE) adota o valor de referência de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - média anual⁽⁸⁾.

Ciclohexano

O ciclohexano (C_6H_{12}) possui ponto de ebulição de $80,7^\circ\text{C}$. É utilizado no processo de desidratação de álcool substituindo o benzeno, com menores problemas de toxicidade em relação a este último. É intenso seu uso como solvente em vários processos industriais, como para éteres de celulose, extração de óleos essenciais e gorduras. Vapores são irritantes para os olhos, nariz e garganta; se inalado, poderá causar dependendo da concentração, tontura, náusea e vômito⁽⁹⁾.

n-Heptano

O n-heptano (C_7H_{16}) é um líquido incolor, com ponto de ebulição de 98°C , é usado como solvente inerte em reações orgânicas além de ser um componente comum da gasolina.

É usado adicionado à gasolina, sendo facilmente inflamável. É utilizado em laboratório nas microemulsões, componente do surfactante aerossol de base gel, é solvente orgânico básico da gelatina e serve na síntese de vários ésteres.

É irritante para a pele e nocivo para os seres humanos, podendo provocar sonolência e vertigens, por inalação dos vapores.

Tolueno

O tolueno (C_7H_8) é um líquido volátil, incolor e inflamável com ponto de ebulição 111°C . As principais fontes de emissão de tolueno são os combustíveis fósseis. O tolueno está presente na gasolina⁽¹⁰⁾, podendo ser utilizado na produção de benzeno e também como solvente. Pode ser emitido durante a produção, uso e descarte de produtos industrializados que contenham tolueno. As concentrações em ambientes internos podem ser elevadas em decorrência do uso de produtos domésticos, como tintas, thinner, adesivos e esmalte de unha, além de fumaça de cigarro.

A exposição ao tolueno pode afetar o sistema nervoso central de humanos e animais. Exposição aguda a elevados níveis de tolueno provoca fadiga, sonolência, dor de cabeça e náusea. A exposição crônica também pode causar irritação nos olhos e no trato respiratório superior, além de dor de garganta, vertigem e dor de cabeça. A USEPA, concluiu que não há informações suficientes para determinar o potencial carcinogênico do tolueno⁽¹⁰⁾.

A OMS indica como valor-guia para proteção à saúde, $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como média semanal^(10,11). Este valor tem como objetivo a proteção contra efeitos no sistema

nervoso central e efeitos na reprodução humana. O valor-guia com base no limiar de percepção de odor, para uma média de 30 minutos, é de 1.000 µg/m³.

Etilbenzeno

O etilbenzeno (C₈H₁₀) é um líquido incolor, volátil, e ponto de ebulição 136°C, com odor semelhante ao da gasolina. Cerca de 95% de sua produção é empregada na fabricação de estireno, sendo também encontrado no petróleo e em produtos como tintas, tintas de impressão e inseticidas. É um constituinte (15-20%) de xileno comercial ("xileno misto").

Exposição aguda ao etilbenzeno resulta na irritação dos olhos e garganta e efeitos neurológicos como vertigem. Estudos conduzidos em animais reportaram efeitos no sangue, fígado e rins por exposição crônica⁽¹²⁾.

Xilenos – meta, orto e para

O termo xileno (C₈H₁₀) refere-se ao conjunto de três isômeros, orto-xileno, meta-xileno e para-xileno, conjunto conhecido como xilol. O isômero predominantemente encontrado no xileno comercial é o meta-xileno, na ordem de 40% a 65%, com orto e para-xileno presentes em até 20%. É um líquido incolor, inflamável, praticamente insolúvel em água e com odor adocicado⁽¹³⁾. Sua utilização se dá nas fragrâncias sintéticas e na fabricação de tintas, vernizes, borracha, solventes e matérias prima para produção de ácido benzoico, anidrido ftálico e ácido tereftálico.

São típicas as emissões fugitivas de fontes industriais, emissão veicular e volatilização de solventes. Pode ser proveniente também de incêndios florestais.

A inalação por exposição aguda de misturas de xilenos provoca irritação dos olhos, nariz e garganta, efeitos gastrointestinais e neurológicos. A exposição crônica pode afetar o sistema nervoso central, provocando dores de cabeça, vertigens, fadiga e tremores. Também foram relatados problemas respiratórios, cardiovasculares e renais.

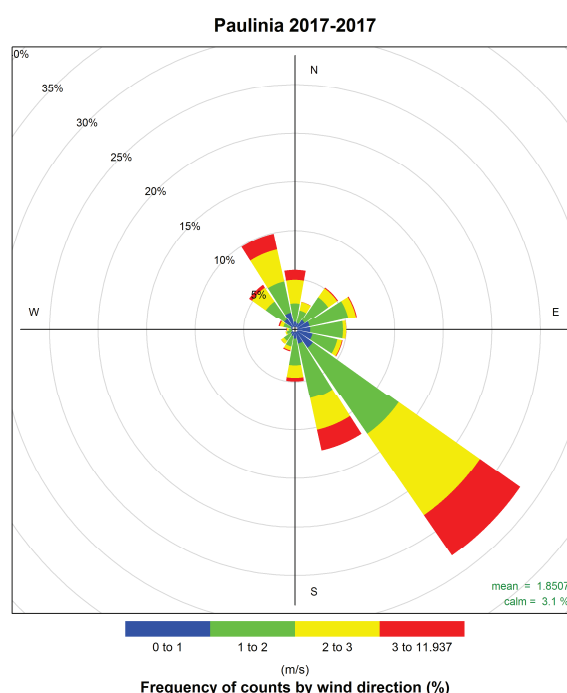
5 Aspectos Meteorológicos

A concentração dos poluentes sofre influência das condições meteorológicas dominantes no período. Parâmetros como direção e velocidade do vento, altura da camada de inversão térmica, umidade, e outros, são importantes nas condições locais que determinam os níveis medidos de concentração dos poluentes.

O Município de Paulínia encontra-se a cerca de 200 km do litoral e a noroeste da Capital. Em termos climatológicos, possui uma semelhança com as demais regiões do Estado: um período chuvoso que vai de outubro a abril e um período seco que vai de maio a setembro. As temperaturas médias variam de 11°C, nos meses mais frios, a 31°C nos meses mais quentes. A região é influenciada, devido sua topografia pouco acidentada, mais pelos sistemas sinóticos (frentes frias e quentes, anticiclones polares e subtropicais), do que pelos sistemas locais e/ou subsinóticos, como as brisas marítimas, vale-montanha, etc. Dessa forma possui um período mais crítico para dispersão de poluentes primários que, em geral, pode ser estabelecido de abril a setembro. Devido à intensa atuação de anticiclones neste período, há um aumento da estabilidade atmosférica bem como o número de horas de calmaria⁽¹⁴⁾. A **Figura 2** mostra a rosa de vento anual construída com dados coletados pela estação automática da CETESB, instalada na Vila Bressani, referentes ao período de 2017.

Pode-se observar, na **Figura 2**, que os ventos predominantes são provenientes de SE (sudeste), com uma componente na direção ESE (leste-sudeste) e uma direção secundária de ventos provenientes de NNW (norte-noroeste).

Figura 2 - Rosa de vento anual (2017) – Paulínia



Fonte: CETESB (2021)

6 Resultados e Discussão

6.1 Resultados de COVs

Devido às limitações inerentes aos métodos analíticos, é frequente que dados ambientais estejam abaixo de um determinado limite de detecção, interferindo em quase todo tipo de análise estatística, como média, desvio padrão, correlações, análises de regressão e tendências etc. Dependendo do método utilizado no tratamento dos dados, os resultados podem sofrer alterações consideráveis, tendo sua interpretação prejudicada. Entretanto, estes dados não devem ser desconsiderados na série estudada, pois nestas situações distorções ainda piores podem ser geradas. A escolha da técnica a ser adotada deve ser baseada nas características dos dados, como tamanho da amostra, percentual de dados abaixo do limite de detecção, presença de dados muito discrepantes etc.⁽¹⁵⁾.

Neste estudo, para efeito de cálculo das concentrações médias, usou-se metade do limite de detecção (LD/2) para concentrações abaixo do LD. Os compostos cujo conjunto de dados apresentou mais de 50% das concentrações abaixo do LD, não foram apresentados nas tabelas e gráficos a seguir, porém encontram-se nos **Apêndices**.

As concentrações médias e a faixa de valores dos COVs obtidos no período de agosto a novembro de 2017, nos cinco pontos monitorados, estão apresentadas na **Tabela 3** e no **Gráfico 1**.

Tabela 3 - Concentrações médias e faixa de valores de COVs obtidos no período de agosto a novembro de 2017, em cada ponto monitorado (continua)

LOCAL	N	COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
		tolueno	m,p-xileno	o-xileno	n-hexano	benzeno
Ponto 1	17	2,09 (0,42 a 4,31)	0,88 (0,28 a 2,18)	0,36 (0,06 a 0,87)	1,57 (0,05 a 4,66)	1,05 (0,49 a 1,63)
Ponto 2	15	2,71 (1,00 a 5,52)	1,05 (0,43 a 2,28)	0,43 (0,06 a 0,79)	1,48 (0,36 a 2,96)	1,13 (0,47 a 1,56)
Ponto 3	16	2,99 (0,96 a 6,06)	1,28 (0,42 a 3,07)	0,43 (0,06 a 0,99)	0,97 (0,36 a 2,30)	0,94 (0,47 a 1,38)
Ponto 4	17	3,86 (1,74 a 8,28)	2,36 (0,50 a 7,41)	0,71 (0,06 a 1,83)	1,52 (0,43 a 7,50)	1,08 (0,53 a 1,71)
Ponto 5	13	1,73 (0,81 a 2,89)	1,3 (0,47 a 6,44)	0,5 (0,37 a 1,51)	0,81 (0,4 a 1,18)	0,83 (0,49 a 1,51)

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

N = nº de dados

Tabela 3 - Concentrações médias e faixa de valores de COVs obtidos no período de agosto a novembro de 2017, em cada ponto monitorado (conclusão)

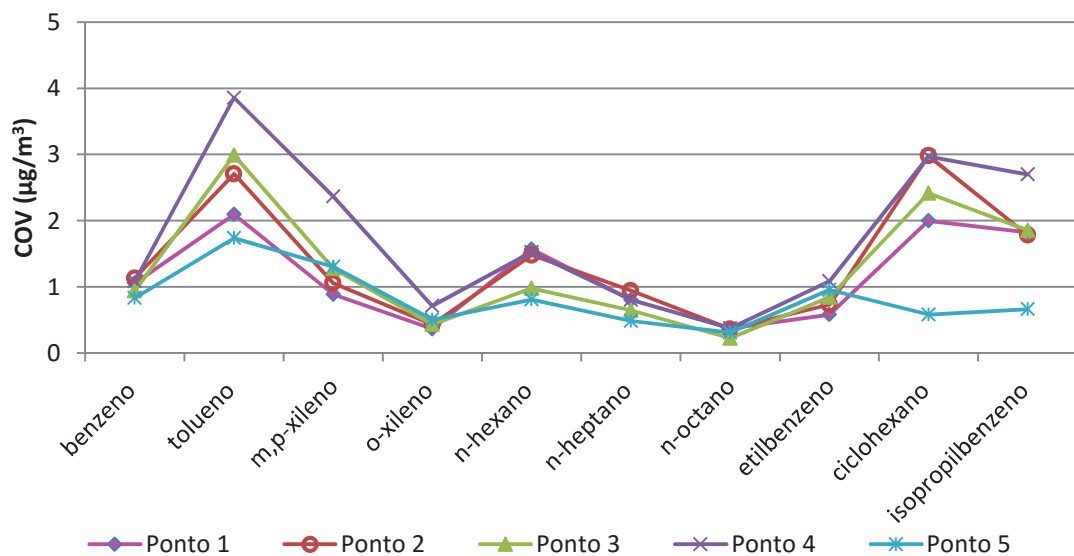
LOCAL	N	COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
		n-octano	etilbenzeno	n-heptano	ciclohexano	isopropilbenzeno
Ponto 1	17	0,37 (0,07 a 0,86)	0,58 (0,41 a 1,15)	0,8 (0,09 a 1,90)	2 (0,03 a 5,31)	1,82 (0,07 a 8,88)
Ponto 2	15	0,36 (0,07 a 0,81)	0,73 (0,41 a 1,84)	0,94 (0,09 a 2,02)	2,98 (0,03 a 9,51)	1,78 (0,07 a 5,28)
Ponto 3	16	0,22 (0,07 a 0,59)	0,84 (0,41 a 1,87)	0,64 (0,09 a 1,18)	2,41 (0,03 a 10,27)	1,85 (0,07 a 9,65)
Ponto 4	17	0,37 (0,07 a 0,80)	1,08 (0,41 a 2,75)	0,7809 (0,09 a 1,51)	2,97 (0,16 a 9,69)	2,7 (0,07 a 8,47)
Ponto 5	13	0,31 (0,07 a 0,51)	0,95 (0,40 a 4,41)	0,48 (0,09 a 0,68)	0,58 (0,03 a 3,16)	0,66 (0,07 a 3,81)

Fonte: CETESB (2021)

Nota:

N = nº de dados

Gráfico 1 - Concentrações médias de COVs de agosto a novembro de 2017, em Paulínia



Fonte: CETESB (2021)

O **Gráfico 1** permite visualizar, de maneira geral, que os perfis são semelhantes em todas os pontos, entretanto os maiores valores foram encontrados no Ponto 4. Em relação aos compostos, destacam-se, com maiores concentrações, o tolueno, ciclohexano e o isopropilbenzeno. Com concentrações mais baixas se apresentam benzeno, m,p e o-xilenos, n-hexano, n-heptano, n-octano e etilbenzeno. Destacam-se as baixas concentrações de ciclohexano e isopropilbenzeno observadas no Ponto 5.

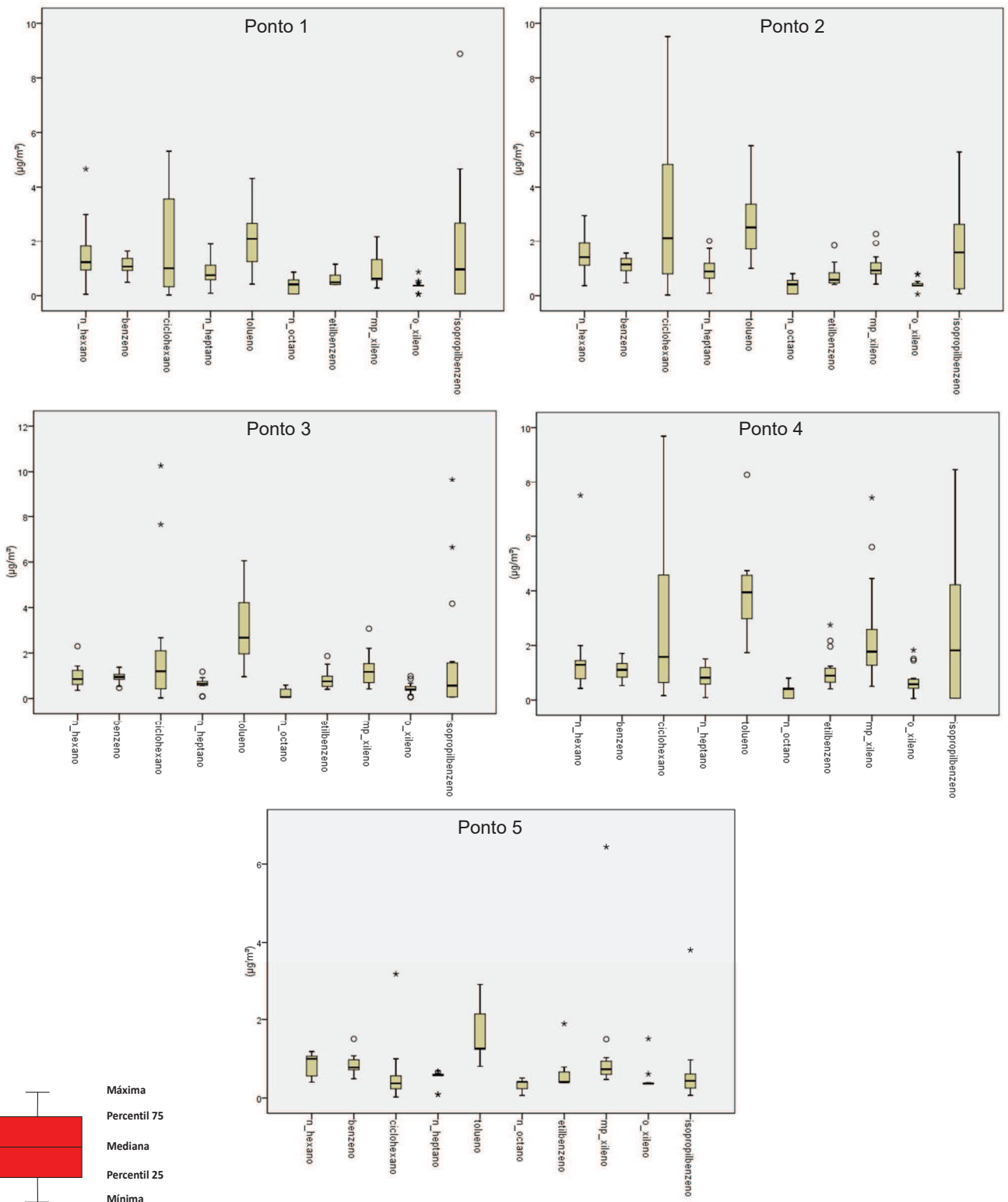
Com concentrações abaixo do limite de detecção – em mais de 50% das amostras – se encontram n-nonano, 1-metil-3-etilbenzeno, 1,2,3 trimetilbenzeno, 1,3,5 trimetilbenzeno, n-decano, n-undecano, n-dodecano.

A maioria dos compostos encontrados em maiores concentrações está associada tanto às emissões veiculares quanto à processos industriais.

Essa classificação de concentrações facilita a visualização do comportamento de cada componente, no entanto, em termos de impacto à saúde e de potencial de formação de ozônio, devem ser consideradas as características próprias dos componentes, além de suas concentrações atmosféricas.

O **Gráfico 2** é um *boxplot*, diagrama que permite visualizar a distribuição dos dados. São apresentadas as concentrações diárias de cada COV, por ponto de monitoramento. Grande variabilidade nos dados foi observada na maioria das estações. Dentre os compostos, o ciclohexano, o isopropilbenzeno e o tolueno foram os que apresentaram maior variabilidade dos dados, considerando-se os valores totais de todos os pontos de monitoramento. Já o benzeno, etilbenzeno e n-octano foram os compostos que apresentaram a menor variabilidade. Dentre os pontos monitorados, o Ponto 4 foi o que apresentou maior variabilidade e o Ponto 5 o que apresentou menor variabilidade nos dados.

Gráfico 2 – Boxplot das concentrações de COVs obtidos, por ponto monitorado.



CETESB (2021)

6.2 Considerações sobre impactos à saúde

Os compostos orgânicos analisados podem causar, por exposição aguda, sonolência, tontura e dores de cabeça em humanos. Alguns podem provocar irritação dos olhos, nariz e garganta. São reportados também efeitos da exposição crônica. No entanto, não foram encontrados valores de referência de exposição em que estes sintomas são sentidos. Fica aqui apenas registrada a possibilidade de ocorrência, mas há que se considerar que de uma maneira geral as concentrações observadas, nesse estudo, são muito baixas.

Não existem na legislação brasileira padrões de referência para os Compostos Orgânicos Voláteis.

Para o tolueno a OMS indica como valor-guia para a população, 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como média semanal para a proteção do sistema nervoso central e efeitos na reprodução humana, valor muito superior aos observados nesse estudo.

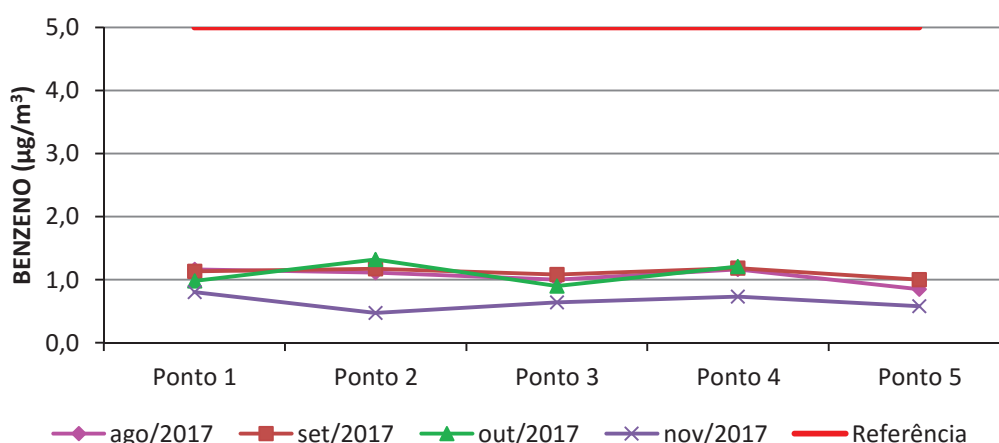
Dentre os COVs medidos apenas o benzeno, que é classificado como carcinogênico pela USEPA, possui padrão de referência internacional. A União Europeia (UE) adota o valor de referência de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - média anual ⁽⁸⁾.

As concentrações de benzeno medidas em Paulínia foram inferiores ao valor de referência, durante todo o período de monitoramento, conforme se observa no **Gráfico 3**.

Apesar das concentrações de benzeno não completarem um ano de dados, os valores observados no período de medição indicam que muito provavelmente as concentrações médias anuais encontram-se abaixo do valor indicado União Europeia.

Registra-se também que medições automáticas contínuas de benzeno realizadas na estação automática da CETESB - Paulínia Centro (Ponto 4) indicaram uma média anual de 1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, em 2017.

Gráfico 3 – Concentração de benzeno obtidas nos meses de agosto a novembro de 2017, nos pontos de monitoramento de Paulínia.



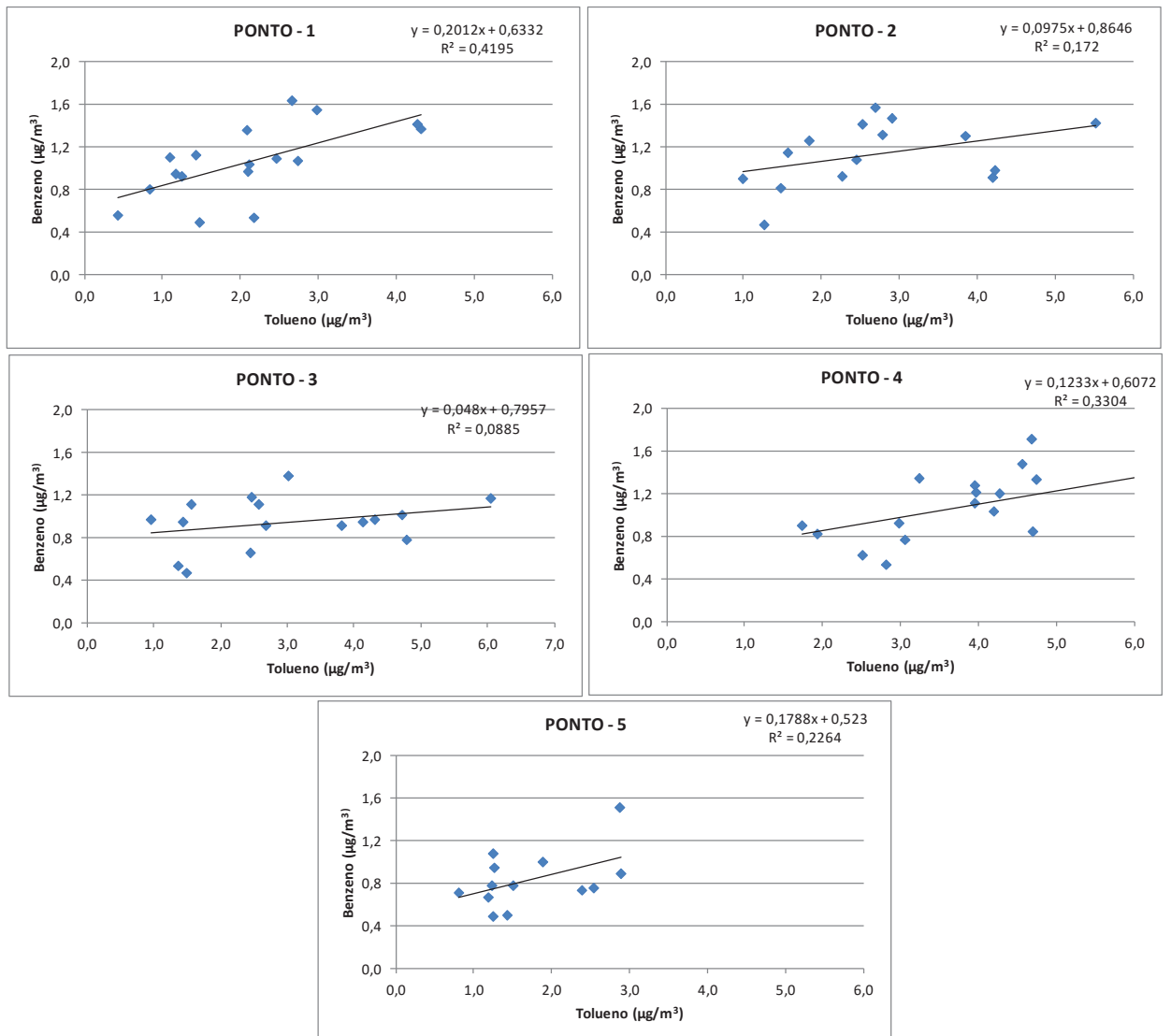
Fonte: CETESB (2021)

6.3 Razões Tolueno/Benzeno

As concentrações dos poluentes medidos em diferentes locais e diferentes épocas são distintas, entretanto, é importante verificar o quanto a relação entre esses poluentes se mantém.

O **Gráfico 4** apresenta as correlações das concentrações diárias de tolueno em função das concentrações diárias de benzeno, nas diferentes estações monitoradas.

Gráfico 4 – Correlação das concentrações diárias de tolueno em função do benzeno por estação.



Fonte: CETESB (2021)

Observa-se que há uma alta correlação de Pearson⁽¹⁶⁾, entre as concentrações de tolueno e benzeno no Ponto 1 ($R = 0,65$) sugerindo que esses poluentes provavelmente se originam das mesmas fontes. Os demais pontos apresentaram baixa correlação entre os dados de tolueno e o benzeno.

A **Tabela 4** mostra a razão entre as concentrações de tolueno e benzeno (T/B) nos cinco pontos de monitoramento.

Tabela 4 – Razão entre as concentrações médias de tolueno e benzeno e o desvio padrão nos pontos de monitoramento, em Paulínia - 2017

RAZÃO	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
T/B	2,0 ± 0,9	2,4 ± 1,1	3,3 ± 1,5	3,7 ± 1,2	2,2 ± 0,8

Fonte: CETESB (2021)

Segundo a literatura⁽¹⁷⁾, uma faixa específica da razão tolueno/benzeno (T/B) tem sido usada como um indicador de emissões veiculares. Estes valores de T/B estão na faixa de 1,5 a 3,0 com variações atribuídas principalmente a diferentes tipos de veículos e composição de combustível em diferentes regiões.

Conforme apontado por Gelencsér et al.⁽¹⁸⁾, as concentrações de tolueno e benzeno são reduzidas, no ciclo fotoquímico, através de sua reação com radicais OH, entretanto a reatividade do tolueno é aproximadamente 5 vezes maior que a do benzeno. Portanto, espera-se uma redução na razão T/B ao se distanciar das fontes, devido à rápida degradação fotoquímica do tolueno.

No Ponto 4, onde a principal fonte são as emissões veiculares, por estar localizado em área central da cidade, foi o que apresentou maior razão T/B (3,7). Nos pontos mais distantes das emissões veiculares, as razões T/B foram menores (Pontos 1, 2 e 5).

Como o município de Paulínia possui um grande polo industrial, com a presença da refinaria, indústrias químicas, bases de armazenagem de combustível e de instalações de atividade similares, entre outros, a relação entre tolueno e benzeno pode estar influenciada pela contribuição de diferentes tipos de fontes (industriais e veiculares) somada a maior velocidade de degradação fotoquímica do tolueno.

6.4 Outros estudos sobre COVs na atmosfera

Em 2001, foi realizado pela UNICAMP o “Estudo sobre compostos orgânicos voláteis presentes no ar do Município de Paulínia⁽¹⁹⁾. As amostragens foram realizadas por adsorção dos compostos em resina TENAX TA (específica para hidrocarbonetos), dessorção térmica sem criogenia, separação por cromatografia gasosa e detecção por espectrometria de massa e detector de ionização de chama. As amostragens foram realizadas em 6 locais diferentes, no município, 5 dos quais selecionados em função de sua localização em relação à área industrial, além de um ponto em área central da cidade, mais afastado das fontes industriais.

Embora as amostragens tenham sido realizadas em 2001, com metodologia analítica distinta, e os dados apresentados neste estudo sejam de 2017, alguns dos compostos mais abundantes detectados na atmosfera do município são os mesmos, como benzeno, tolueno e xilenos.

Em 2001 e em 2017 foram realizadas amostragens no Ponto 4 onde está localizada a estação automática de monitoramento da CETESB – Paulínia Centro. Comparação

das concentrações dos mesmos compostos, medidas no mesmo local em ambos os estudos, são apresentados na **Tabela 5**. Entretanto, nesta comparação, deve-se considerar que os métodos de amostragem, que podem ter influência relevante nos resultados, foram diferentes, bem como os períodos de coleta.

Tabela 5 – Comparação dos resultados obtidos nos estudos realizados em 2001 e 2017 na atmosfera de Paulínia - Ponto 4.

Ponto 4 / COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4 a 17 setembro/2001 (UNICAMP)	ago a nov/2017 (CETESB)
tolueno	5,3	3,9
benzeno	3,3	1,1
m,p-xileno	1,7	2,4
o-xileno	0,3	0,7
etilbenzeno	0,8	1,1
isopropilbenzeno	0,6	2,7
n-heptano	0,5	0,8

Fonte: CETESB (2021)

Embora a defasagem nos períodos de monitoramento seja muito grande, os valores foram da mesma ordem de grandeza, destacando-se o tolueno como o composto mais abundante, dentre os medidos nas duas campanhas.

Alguns estudos sobre os COV no Estado de São Paulo foram realizados em décadas anteriores. Na **Tabela 6** é possível comparar as medições em áreas urbanas de diferentes cidades do mundo, em que pese a comparação dos resultados seja complexa, uma vez que os valores apresentados resultaram de diferentes situações como métodos de amostragem e análise, período de coleta, característica espacial da estação.

Observa-se, na **Tabela 6**, que para os compostos apresentados as concentrações médias obtidas, em Paulínia, foram inferiores aos estudos realizados em São Paulo, em anos anteriores. Observa-se também que as concentrações de benzeno, obtidas neste estudo, foram semelhantes às observadas no Japão, em áreas urbanas dos EUA e em áreas urbanas de São Paulo em estudos mais recentes. Já as concentrações de tolueno obtidas, em Paulínia, foram inferiores às observadas em outros países.

Tabela 6 – Médias de COV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtidas em diferentes localidades.

LOCAL	benzeno	tolueno	m,p-xileno	o-xileno	etilbenzeno
Paulínia – Ponto 1 2017	1,1	2,1	0,9	0,4	0,6
Paulínia – Ponto 2 2017	1,1	2,7	1	0,4	0,7
Paulínia – Ponto 3 2017	0,9	3	1,3	0,4	0,8
Paulínia – Ponto 4 2017	1,1	3,9	2,4	0,7	1
Paulínia – Ponto 5 2017	0,8	1,7	1,3	0,5	0,9
São Paulo CETESB/EPA 1998 ⁽²⁰⁾	8,3	33,9	20	6,5	8,7
São Paulo, Pinheiros (veicular) 2013 ⁽²¹⁾	2,9	12,6	2,7	5,6	3
São Paulo, Pinheiros (veicular) 2014 ⁽²¹⁾	1,6	7,2	1,6	3	1,3
São Paulo, Pinheiros (veicular) 2017 ⁽²²⁾	1,1	5,3			
Santo André (industrial) 2017 ⁽²²⁾	2,8	5,7			
São Jose dos Campos - (veicular) 2017 ⁽²²⁾	0,5	1,3			
São Jose dos Campos - Vista Verde (Industrial) 2017 ⁽²²⁾	1,7	4,4			
Jidá, Arabia Saudita (veicular) 2012 ⁽²³⁾	1,3	5,3	6,8	4,1	2,1
Fujian, China (urbana) (2013) ⁽²⁴⁾	6,4	29,6	5,1	3,9	2,3
Hong Kong, China (veicular) 1998 ⁽²⁵⁾	4,9	28,8			
Kolkata, Índia (2003-2005) ⁽²⁶⁾	29,2	45,4	32,9	11,9	13,1
Shizuoka, Japão (industrial) verão 2006 ⁽²⁷⁾	0,5	4,3			
Shizuoka, Japão (industrial) Inverno 2006 ⁽²⁷⁾	0,9	6,4			
Hong Kong, China (urbana) ⁽²⁸⁾ 2007	1,3	10,4			

Fonte: CETESB (2021)

7 Conclusões

- De maneira geral, os perfis das concentrações médias de COVs medidos foram semelhantes em todos os pontos. Destacaram-se, com as maiores concentrações, os compostos de tolueno, ciclohexano e isopropilbenzeno. As maiores concentrações foram obtidas no Ponto 4.
- Apesar das concentrações de benzeno não completarem um ano de dados, os valores observados no período de medição indicam que muito provavelmente as concentrações médias anuais encontram-se abaixo do valor indicado pela Comunidade Europeia - $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média anual). Registra-se também que medições automáticas contínuas de benzeno realizadas na estação automática de monitoramento da CETESB - Paulínia Centro (Ponto 4) indicaram uma média anual de $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em 2017.
- Houve uma alta correlação entre as concentrações de tolueno e benzeno no Ponto 1 ($R = 0,65$), sugerindo que, nesse local, esses poluentes provavelmente se originam das mesmas fontes.
- No Ponto 4, onde a principal fonte são as emissões veiculares, por estar localizado em área central da cidade, foi o que apresentou maior razão T/B (3,7). Nos pontos mais distantes das emissões veiculares, as razões T/B foram menores (Pontos 1, 2 e 5).
- Como o município de Paulínia possui um grande polo industrial, com a presença da refinaria, indústrias químicas, bases de armazenagem de combustível etc., a relação entre tolueno e benzeno pode estar influenciada pela contribuição de diferentes tipos de fontes (industriais e veiculares) somada à degradação fotoquímica mais rápida do tolueno.
- A comparação dos resultados deste estudo com valores de outras localidades mostrou que as médias de concentração aqui obtidas foram inferiores aos estudos realizados em São Paulo em anos anteriores. Observa-se que as médias de benzeno obtidas foram semelhantes às observadas no Japão, em áreas urbanas dos EUA e em estudos mais recentes em São Paulo. Já as médias de tolueno foram menores que as concentrações observadas em outros países.
- Este estudo apresenta uma caracterização preliminar dos COVs considerando as áreas mais urbanizadas de Paulínia, entretanto, para o aprimoramento do diagnóstico ambiental é oportuna a realização de estudos complementares considerando o monitoramento em pontos mais próximos às fontes potenciais de emissão destes poluentes.

Referências Bibliográficas

1. UNITED STATES. EPA. *Definitions of VOC and ROG Last Revised January 2009*. Disponível em: <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/what-definition-voc>. Acesso em: 25.04.2019.
2. UNITED STATES. EPA. *Air Method, Toxic Organics-15 (TO-15): Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition: Determination Of Volatile Organic Compounds (VOCs) In Air Collected In Specially-Prepared Canisters And Analyzed By Gas Chromatography/ Mass Spectrometry*. EPA/625/R-96/010b, 1999, 67p. Disponível em: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/airtox/to-15r.pdf>. Acesso em: dez.2019.
3. CETESB – SQ PR/LB-029 "Validação de Métodos Analíticos EAAQ", 2007
4. UNITED STATES. EPA. *ATSDR – Agency for Toxic Substances & Disease Registry – Toxics Substances Portal – Benzene*. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=37&tid=14>. Acesso em: dez.2019.
5. Weisel, C. P; Benzene exposure: An overview of monitoring methods and their findings, *Chemico-Biological Interactions* vol. 184, issues 1-2, 19 March 2010, Pages 58–66 e Benzene TEACH Chemical Summary - Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2009.12.030>. Acesso em: dez.2019
6. UNITED STATES. EPA. Benzene. *In: UNITED STATES. EPA. Health effects notebook for hazardous air pollutants*. Washington, DC: EPA, 2020. 1 arquivo PDF (5 p.), 61 K. Disponível em: <https://www.epa.gov/haps/health-effects-notebook-hazardous-air-pollutants>. Acesso em: jan. 2021
7. WHO. World Health Organization. *Air Quality Guidelines for Europe*. 2nd Edition. WHO Regional Publications, European Series, N^o. 91. Copenhagen, 2000. 273p. Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe> Acesso em: dez.2020
8. EUROPA. Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de maio de 2008, relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>. Acesso em: dez.2020.
9. CETESB. Ficha de informação de produto químico: ciclohexano. *In: CETESB. "Manual de produtos químicos: lista completa de todos produtos químicos"*. São Paulo: CETESB, 2021. Disponível em: https://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/produtos/ficha_completa1.asp?consulta=CICLOHEXANO. Acesso em: jan. 2021.
10. UNITED STATES. EPA. Toluene. *In: UNITED STATES. EPA. Health effects notebook for hazardous air pollutants*. Washington, DC: EPA, 2020. 1 arquivo PDF (5 p.), 166 K. Disponível em: <https://www.epa.gov/haps/health-effects-notebook-hazardous-air-pollutants>. Acesso em: jan. 2021.
11. WHO. World Health Organization. *Updating and revision of the air quality guidelines for Europe : report on a WHO Working Group on Volatile Organic Compounds*, Brussels, Belgium, 2-6 October 1995.

12. UNITED STATES. EPA. *Health effects notebook for hazardous air pollutants*. Washington, DC: EPA, 2020. 1 portal (arquivos PDF). Disponível em: <https://www.epa.gov/haps/health-effects-notebook-hazardous-air-pollutants>. Acesso em: jan. 2021.
13. UNITED STATES. U.S. Dep. of Health and Humann Services. *ToxiGuide for Xylenes*. Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=53>. Acesso em: fev.2020.
14. CETESB. “Diagnóstico da Qualidade do Ar na Região de Influência de Paulínia”. São Paulo, 2000.
15. Christofaro, C., Leão, M. M. D. “Tratamento de dados censurados em estudos ambientais” – *Quím. Nova*, vol.37, nº1, 104-110, 2014.
16. Mukaka M. M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J*. 2012;24(3):69-71.
17. Miller, L., Xu, X., Wheeler, A., Atari, D. O., Grgicak-Mannion, A., & Luginaah, I., Spatial variability and application of ratios between BTEX in two Canadian cities. *TheScientificWorldJournal*, 11, 2536–2549, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1100/2011/167973>. Acesso em: dez.2020.
18. Gelencsér A., Siszler K., Hlavay J., Toluene-benzene concentration ratio as a tool for characterizing the distance from vehicular emission sources. *Environmental Science and Technology*, 31(10):2869–2872, 1997.
19. Sousa, K. R. P. “Estudo sobre compostos orgânicos voláteis presentes no ar no município de Paulínia”. Tese de doutorado. Univ. Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. 2002.
20. Còlon, M. et al. *Survey of volatile organic compounds associated with automotive emissions in the urban airshed of São Paulo, Brazil*. *Atmos. Env.* 35: (2001) – 4017-4031
21. CETESB. “Avaliação de Benzeno; Tolueno; o-Xileno; m, p-Xileno e Etilbenzeno na Atmosfera da Estação de Monitoramento de Pinheiros - Município de São Paulo – SP 2013 – 2014”, 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Relatorio-BTEX.pdf>. Acesso em: out.2020
22. CETESB. “Qualidade do Ar no Estado de São Paulo 2017”. São Paulo, 2018.
23. Alghamdi, M.A., Khoder, M., Abdelmaksoud, A.S. *et al.* “Seasonal and diurnal variations of BTEX and their potential for ozone formation in the urban background atmosphere of the coastal city Jeddah, Saudi Arabia”. *Air Qual Atmos Health*, Vol.7, 2014, 467–480.
24. Tong, Lei & Liao, Xu & Chen, Jinsheng & Xiao, Hang & Xu, Lingling & Zhang, Fuwang & Niu, Zhenchuan & Yu, Jianshuan. “Pollution characteristics of ambient volatile organic compounds (VOCs) in the southeast coastal cities of China”. *Environmental science and pollution research international*. 20. 10.1007/s11356-012-1187-3. (2012).
25. K. F. Ho, S. C. Lee, M. Gloria and Y. Chiu, “Characterization of Selected Volatile Organic Compounds, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Carbonyl Compounds

- at a Roadside Monitoring Station,” Atmospheric Environment, Vol. 39, 2002, pp. 57-65.
26. Majumdar, D., Mukherjee, A.K, Sen S. “BTEX in Ambient Air of a Metropolitan City”. Journal of Environmental Protection, 2011, 2, 11-20
27. Ohura, T., Amagai, T. and Fusaya, M. “Regional Assessment of Ambient Volatile Organic Compounds in an Industrial Harbor Area, Shizuoka, Japan,” Atmospheric Environment, Vol. 40, No. 15, 2006, pp. 238-248.
28. Guo, H., So, K. L., Simpson, I. J., Barletta, B., Meinardi, S. and Blake, D.R. “C1–C8 Volatile Organic Compounds in the Atmosphere of Hong Kong: Overview of Atmospheric Processing and Source Apportionment,” Atmospheric Environment, Vol. 41, No. 7, 2007, pp. 1456-1472
29. McCarthy, M. C., Hafner, H. R., Chinkin, L. R. and Charrier, J. G. “Temporal Variability of Selected Air Toxics in the United States,” Atmospheric Environment, Vol. 41, No. 34, 2007, pp. 7180-7194.

Apêndices

PAULÍNIA – 2017

Ponto 1	LD µg/m ³	%dados <LD	Agosto								Setembro								Outubro								Novembro			
			1	7	13	19	25	31	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	17
n-hexano	0,109	6	1,820	1,211	0,983	2,955	2,109	4,661	2,290	2,994	1,228	1,488	0,942	<LD	1,341	0,690	1,351	0,998	1,013	1,417	0,935	0,785	1,046							
benzeno	0,093	0	1,029	0,964	1,104	1,370	1,092	1,406	1,161	1,631	1,120	1,547	0,799	0,553	1,130	0,938	1,065	0,922	0,975	1,359	0,536	0,491	0,795							
ciclohexano	0,052	6	3,907	0,969	0,271	1,738	4,249	3,564	2,450	5,020	3,503	0,767	0,220	<LD	1,907	1,001	2,315	5,315	2,877	0,513	0,330	0,234	0,359							
n-heptano	0,185	18	1,115	0,678	0,845	1,219	1,257	1,386	1,083	1,897	0,749	0,767	<LD	0,582	0,582	0,586	0,582	0,584	0,584	1,099	<LD	<LD	0,428							
tolueno	0,075	0	2,118	2,107	1,098	4,315	2,473	4,271	2,730	2,669	1,427	2,979	0,835	0,424	1,667	1,180	2,741	1,244	1,722	2,081	2,172	1,478	1,910							
n-octano	0,131	35	0,439	0,411	0,434	0,588	0,576	0,861	0,551	0,801	<LD	<LD	<LD	<LD	0,212	0,411	0,411	0,411	0,411	0,602	<LD	<LD	0,244							
etilbenzeno	0,130	0	0,487	0,408	0,408	0,772	0,568	1,152	0,632	0,760	0,448	0,749	0,408	0,408	0,554	0,408	0,911	0,621	0,647	0,495	0,456	0,408	0,453							
m,p-xileno	0,074	0	0,827	0,615	0,596	1,372	0,902	2,183	1,083	1,322	0,576	1,023	0,434	0,279	0,727	0,629	1,341	0,486	0,819	1,367	0,589	0,451	0,806							
o-xileno	0,117	18	0,369	0,369	0,369	0,533	0,369	0,869	0,480	0,486	0,369	0,370	0,369	0,369	0,393	0,369	0,434	<LD	0,287	0,373	<LD	<LD	0,163							
n-nonano	0,163	59	0,515	0,515	0,515	0,722	0,722	1,713	0,784	0,738	<LD	<LD	<LD	<LD	0,216	<LD	<LD	<LD	0,086	<LD	<LD	<LD	0,086							
isopropilbenzeno	0,137	41	3,539	0,534	<LD	2,662	8,879	2,311	3,002	2,672	3,298	<LD	<LD	<LD	1,235	0,991	0,962	4,668	2,207	<LD	<LD	<LD	0,069							
1-metil-3-etilbenzeno	0,211	94	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,892	0,237	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,106	<LD	<LD	<LD	0,106	<LD	<LD	<LD	0,106							
1,2,3-trimetilbenzeno	0,221	94	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,697	0,208	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,110	<LD	<LD	<LD	0,110	<LD	<LD	<LD	0,110							
n-decano	0,320	94	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	5,115	0,986	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,160	<LD	<LD	<LD	0,160	<LD	<LD	<LD	0,160							
1,3,5-trimetilbenzeno	0,240	94	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,279	0,279	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,120	<LD	<LD	<LD	0,120	<LD	<LD	<LD	0,120							
n-undecano	0,422	88	<LD	<LD	<LD	1,342	<LD	5,596	1,297	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,211	<LD	<LD	<LD	0,211	<LD	<LD	<LD	0,211							
n-dodecano	0,425	82	<LD	<LD	<LD	1,736	<LD	2,479	0,844	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,213	<LD	<LD	<LD	0,213	1,359	<LD	<LD	0,595							

Fonte: CETESB (2021)

Ponto 2	LD µg/m ³	%dados <LD	Agosto								Setembro								Outubro								Novembro			
			1	7	13	19	25	31	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	média (µg/m ³)	6	12	17
n-hexano	0,109	0	2,604	2,067	1,407	1,738	1,351	1,786	1,826	1,164	1,407	1,066	0,528	0,447	0,922	2,131	1,160	2,956	2,082	<LD	<LD	<LD	0,364							
benzeno	0,093	0	1,422	1,301	1,142	0,915	0,916	0,978	1,112	1,409	1,252	1,466	0,900	0,811	1,168	1,311	1,075	1,560	1,315	<LD	<LD	<LD	0,469							
ciclohexano	0,052	7	9,514	3,667	3,709	2,352	1,290	5,964	4,416	5,948	6,045	0,512	0,162	0,162	2,566	2,126	1,084	2,122	1,777	<LD	<LD	<LD	0,026							
n-heptano	0,185	13	2,015	1,313	0,887	0,814	0,866	0,885	1,128	1,168	1,167	0,661	<LD	0,582	0,734	1,201	0,623	1,734	1,186	<LD	<LD	<LD	0,092							
tolueno	0,075	0	5,517	3,848	1,574	4,203	2,272	4,234	3,608	2,521	1,846	2,900	0,999	1,483	1,950	2,786	2,458	2,692	2,645	1,270	1,270	<LD	0,270							
n-octano	0,131	33	0,692	0,647	0,488	0,205	0,453	0,498	0,497	0,205	<LD	<LD	<LD	<LD	0,093	0,616	0,411	0,808	0,612	<LD	<LD	<LD	0,065							
etilbenzeno	0,130	0	1,845	0,808	0,486	0,865	0,579	1,228	0,969	0,723	0,550	0,936	0,408	0,408	0,605	0,469	0,725	0,464	0,553	0,408	0,408	<LD	0,408							
m,p-xileno	0,074	0	2,281	1,419	0,968	1,270	0,886	1,928	1,459	1,030	0,780	1,141	0,574	0,468	0,798	0,820	0,924	0,898	0,881	0,425	0,425	<LD	0,425							
o-xileno	0,117	7	0,777	0,522	0,369	0,475	0,369	0,790	0,550	0,393	0,369	0,415	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	<LD	<LD	<LD	0,059							
n-nonano	0,163	53	0,651	0,559	0,515	0,270	0,515	1,053	0,594	0,515	<LD	<LD	<LD	<LD	0,171	<LD	<LD	<LD	0,086	<LD	<LD	<LD	0,086							
isopropilbenzeno	0,137	27	5,284	2,732	2,372	3,827	1,582	3,987	3,297	2,538	2,124	<LD	<LD	<LD	0,974	0,879	0,437	0,589	0,635	<LD	<LD	<LD	0,069							
1-metil-3-etilbenzeno	0,211	93	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,715	0,207	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,106	<LD	<LD	<LD	0,106	<LD	<LD	<LD	0,106							
1,2,3-trimetilbenzeno	0,221	93	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,697	0,208	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,110	<LD	<LD	<LD	0,110	<LD	<LD	<LD	0,110							
n-decano	0,320	93	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,869	0,612	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,160	<LD	<LD	<LD	0,160	<LD	<LD	<LD	0,160							
1,3,5-trimetilbenzeno	0,240	93	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,960	0,260	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,120	<LD	<LD	<LD	0,120	<LD	<LD	<LD	0,120							
n-undecano	0,422	87	<LD	<LD	<LD	1,342	<LD	3,031	0,869	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,211	<LD	<LD	<LD	0,211	<LD	<LD	<LD	0,211							
n-dodecano	0,425	87	<LD	<LD	<LD	1,359	<LD	1,359	0,595	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,220	<LD	<LD	<LD	0,220	<LD	<LD	<LD	0,220							

Fonte: CETESB (2021)

Ponto 3	LD µg/m³	%dados <LD	Agosto					Setembro					Outubro					Novembro					
			1	7	13	19	25	31	média (µg/m³)	6	12	18	24	30	média (µg/m³)	6	12	18	17	23	29	média (µg/m³)	
n-hexano	0,109	0	1,324	1,434	1,098	1,252		2,298	1,481	0,782	0,842	1,005	0,481	0,884	0,799	0,686	1,219	0,361	0,755	0,854	0,544	0,511	0,636
benzeno	0,093	0	1,167	1,014	1,112	0,775		0,966	1,007	1,182	0,914	1,378	0,966	0,941	1,076	0,947	1,110	0,651	0,903	0,909	0,466	0,530	0,635
ciclohexano	0,052	6	7,652	1,441	7,141	0,376		0,593	3,441	2,675	2,571	0,482	0,162	0,687	1,315	10,268	1,197	1,631	4,365	1,441	0,162	< LD	0,543
n-heptano	0,185	13	1,178	0,915	0,695	0,648		0,914	0,870	0,735	0,766	0,582	0,582	0,666	0,666	0,648	0,648	0,582	0,604	0,611	< LD	< LD	0,265
tolueno	0,075	0	6,056	4,720	1,572	4,789		4,306	4,288	2,476	2,675	3,018	0,960	1,446	2,115	4,128	2,582	2,447	3,052	3,808	1,489	< LD	2,221
n-octano	0,131	63	0,589	0,548	0,411	0,411		0,568	0,505	0,411	< LD	< LD	< LD	< LD	0,134	< LD	< LD	< LD	0,065	< LD	< LD	< LD	0,065
etilbenzeno	0,130	0	1,868	0,888	0,643	1,073		1,436	1,182	0,693	0,728	0,854	0,408	0,408	0,618	1,510	0,760	0,660	0,977	0,755	0,408	0,408	0,524
m,p-xileno	0,074	0	3,070	2,103	1,239	1,555		2,205	2,034	1,045	1,270	1,172	0,585	0,640	0,944	1,172	1,076	0,764	1,004	1,510	0,564	0,421	0,832
o-xileno	0,117	13	0,987	0,675	0,384	0,561		0,864	0,694	0,366	0,369	0,420	0,369	0,369	0,378	0,399	0,399	0,059	0,286	0,486	0,174	< LD	0,239
n-nonano	0,163	63	0,829	0,610	0,515	0,575		1,203	0,746	0,515	< LD	< LD	< LD	< LD	0,171	< LD	< LD	< LD	0,086	< LD	< LD	< LD	0,086
isopropilbenzeno	0,137	31	6,648	4,170	*	0,567		0,453	2,960	1,503	1,620	< LD	< LD	< LD	0,666	9,649	0,471	1,080	3,733	1,212	< LD	< LD	0,450
1-metil-3-etilbenzeno	0,211	94	< LD	< LD	< LD	< LD		0,727	0,230	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,106	< LD	< LD	< LD	0,106	< LD	< LD	< LD	0,106
1,2,3-trimetilbenzeno	0,221	94	< LD	< LD	< LD	< LD		0,697	0,228	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,110	< LD	< LD	< LD	0,110	< LD	< LD	< LD	0,110
n-decano	0,320	94	< LD	< LD	< LD	< LD		3,100	0,748	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,160	< LD	< LD	< LD	0,160	< LD	< LD	< LD	0,160
1,3,5-trimetilbenzeno	0,240	94	< LD	< LD	< LD	< LD		0,766	0,249	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,120	< LD	< LD	< LD	0,120	< LD	< LD	< LD	0,120
n-undecano	0,422	88	< LD	< LD	< LD	1,342		2,917	0,978	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,211	< LD	< LD	< LD	0,211	< LD	< LD	< LD	0,211
n-dodecano	0,425	88	< LD	< LD	< LD	1,359		1,359	0,671	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,213	< LD	< LD	< LD	0,213	< LD	< LD	< LD	0,213

Fonte: CETESB (2021)

Ponto 4	LD µg/m³	%dados <LD	Agosto					Setembro					Outubro					Novembro					
			1	7	13	19	25	31	média (µg/m³)	6	12	18	24	30	média (µg/m³)	6	12	18	17	23	29	média (µg/m³)	
n-hexano	0,109	0	1,996	1,658	1,635	1,351	1,053	7,497	2,532	1,063	1,324	1,291	0,428	0,782	0,978	1,045	1,424	0,733	1,067	1,442	0,561	0,557	0,853
benzeno	0,093	0	1,477	1,201	1,337	0,841	0,760	1,340	1,160	1,275	1,211	1,710	0,822	0,897	1,183	1,107	1,337	0,919	1,121	1,030	0,530	0,616	0,725
ciclohexano	0,052	0	8,129	4,823	6,057	1,012	0,645	3,211	3,979	4,578	3,783	0,647	0,162	0,314	1,897	4,496	0,970	9,667	5,051	1,582	0,162	0,162	0,635
n-heptano	0,185	18	1,509	1,287	1,191	0,770	0,706	1,277	1,123	1,041	1,247	0,841	< LD	0,587	0,762	0,640	0,865	0,582	0,696	0,820	< LD	< LD	0,335
tolueno	0,075	0	4,570	4,276	3,240	4,703	3,057	8,279	4,687	3,948	3,975	4,691	1,933	1,737	3,257	3,948	4,743	2,982	3,891	4,200	2,820	2,507	3,176
n-octano	0,131	35	0,804	0,779	0,674	0,411	0,411	0,802	0,647	0,411	< LD	< LD	< LD	< LD	0,134	0,411	0,420	0,411	0,414	0,434	< LD	< LD	0,188
etilbenzeno	0,130	0	1,170	0,674	2,170	1,961	0,533	2,752	1,543	0,933	1,169	1,243	0,766	0,505	0,923	0,894	0,885	1,094	0,958	0,655	0,512	0,408	0,525
m,p-xileno	0,074	0	2,270	1,683	7,412	5,604	1,273	4,454	3,783	1,841	2,937	2,586	2,463	1,404	2,246	1,484	1,771	0,937	1,397	0,503	0,972	0,608	0,694
o-xileno	0,117	6	0,748	0,612	1,831	1,449	0,430	1,512	1,097	0,579	0,762	0,795	0,644	0,397	0,635	0,460	0,551	< LD	0,357	0,503	0,369	0,369	0,414
n-nonano	0,163	59	0,669	0,688	0,604	0,515	1,578	1,578	0,761	0,515	< LD	< LD	< LD	< LD	0,171	< LD	< LD	< LD	0,086	< LD	< LD	< LD	0,086
isopropilbenzeno	0,137	29	7,825	5,084	8,465	2,333	0,883	2,134	4,454	2,516	1,818	< LD	< LD	< LD	0,908	4,221	0,437	8,142	4,267	1,683	< LD	< LD	0,607
1-metil-3-etilbenzeno	0,211	94	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,967	0,249	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,106	< LD	< LD	< LD	0,106	< LD	< LD	< LD	0,106
1,2,3-trimetilbenzeno	0,221	94	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,697	0,208	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,110	< LD	< LD	< LD	0,110	< LD	< LD	< LD	0,110
n-decano	0,320	94	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	4,232	0,839	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,160	< LD	< LD	< LD	0,160	< LD	< LD	< LD	0,160
1,3,5-trimetilbenzeno	0,240	94	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,906	0,251	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,120	< LD	< LD	< LD	0,120	< LD	< LD	< LD	0,120
n-undecano	0,422	88	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	4,539	0,932	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,211	< LD	< LD	< LD	0,211	< LD	< LD	< LD	0,211
n-dodecano	0,425	94	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	1,930	0,690	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	0,213	< LD	< LD	< LD	0,213	1,359	< LD	< LD	0,595

Fonte: CETESB (2021)

Ponto 5	LD µg/m ³	%dados <LD	Agosto					Setembro					Outubro			Novembro			média (µg/m ³)		
			1	7	13	19	25	31	média (µg/m ³)	6	12	18	24	30	6	12	18	17		23	29
n-hexano	0,109	0	1,027	1,183	1,133	1,102	0,805	0,999	1,042	0,602	0,518	1,023	0,408					0,864	0,443	0,404	0,570
benzeno	0,093	0	0,778	0,946	1,074	0,732	0,669	0,892	0,849	0,998	0,779	1,505	0,710					0,750	0,504	0,491	0,582
ciclohexano	0,052	8	0,380	0,688	3,156	0,260	0,213	0,373	0,842	0,999	0,286	0,458	0,162					0,378	0,162	<LD	0,189
n-heptano	0,185	15	0,582	0,625	0,648	0,582	0,582	0,677	0,616	0,582	0,582	<LD	<LD					0,582	<LD	<LD	0,256
tolueno	0,075	0	1,511	1,262	1,257	2,388	1,187	2,891	1,749	1,894	1,232	2,876	0,810					2,537	1,436	1,248	1,740
n-octano	0,131	31	0,411	0,411	0,509	0,411	0,411	0,439	0,432	0,411	0,411	<LD	<LD					0,411	<LD	<LD	0,181
etilbenzeno	0,130	0	0,408	0,408	0,408	0,569	0,408	0,788	0,498	0,528	0,399	0,754	0,408					*	4,405	1,892	3,149
m,p-xileno	0,074	0	0,705	0,734	0,587	0,849	0,582	1,497	0,626	0,747	0,615	1,028	0,472					*	*	6,436	6,436
o-xileno	0,117	0	0,369	0,369	0,369	0,369	0,369	0,612	0,409	0,369	0,369	0,390	0,369					*	*	1,510	1,510
n-nonano	0,163	46	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515	0,969	0,590	0,515	<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	0,086
isopropilbenzeno	0,137	31	0,549	0,676	3,807	0,437	0,437	0,437	1,057	0,971	0,437	<LD	<LD					0,560	<LD	<LD	0,232
1-metil-3-etilbenzeno	0,211	92	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,677	0,201	<LD	<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	0,106
1,2,3-trimetilbenzeno	0,221	92	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,697	0,208	<LD	<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	0,110
n-decano	0,320	85	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,576	0,563	<LD	<LD	<LD	<LD					1,647	<LD	<LD	0,660
1,3,5-trimetilbenzeno	0,240	92	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,766	0,228	<LD	<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	0,120
n-undecano	0,422	92	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	3,027	0,680	<LD	<LD	<LD	<LD					<LD	<LD	<LD	0,211
n-dodecano	0,425	69	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,359	0,404	<LD	<LD	<LD	<LD					7,263	1,359	1,903	3,508

Fonte: CETESB (2021)

Nota:






(*) valores não considerados

(*) valores não considerados



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Acompanhe as redes sociais da CETESB:

-  Site: cetesb.sp.gov.br
-  Facebook: facebook.com/cetesbsp
-  LinkedIn: linkedin.com/company/cetesb
-  Instagram: instagram.com/cetesbsp
-  SoundCloud: soundcloud.com/cetesbsp

ISBN 978-65-5577-014-8