



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

DIRETORIA DE ENGENHARIA E QUALIDADE AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR

SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR

**CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA NA
ATMOSFERA DE PINHEIROS – MUNICÍPIO
DE SÃO PAULO - SP**

JUNHO/2016

LISTAS

Lista de Figuras

1 - Estação Pinheiros.....	5
2 - Localização do ponto de amostragem.....	6
3 - Trem de amostragem para determinação de amônia.....	7
4 - Relação geral entre o percentual de amônia e íon amônio em águas naturais em função do pH.....	11

Lista de Tabelas

1 - Médias Anuais de amônia e faixa de valores encontrados na estação Pinheiros.....	7
2 - Faixa de valores e médias de amônia obtidas em diferentes localidades.....	14

Lista de Gráficos

1 - Concentrações diárias de amônia obtidas na estação Pinheiros.....	8
2 - Correlação entre os valores diários de amônia e fumaça obtidos na estação Pinheiros.....	9
3 - Correlação entre os valores diários de amônia e monóxido de carbono obtido em Pinheiros.....	10
4 - Concentrações médias mensais de amônia, por ano, para a estação Pinheiros.....	12
5 - Concentrações médias mensais de amônia e médias mensais das máximas diárias de temperatura obtida na estação Pinheiros.....	13
6 - Correlação entre as médias mensais de amônia e médias mensais de temperatura em Pinheiros.....	13
7 - Concentrações médias de amônia por dia da semana para a estação Pinheiros.....	14

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	4
2 – OBJETIVO.....	4
3 – AMOSTRAGEM E ANÁLISE	
3.1 Local de Amostragem.....	5
3.2 Amostragem e Análise de Amônia.....	6
4 – RESULTADOS	
4.1 Análise dos Dados.....	7
4.2 Comparação com valores de referência.....	8
4.3 Comparação com outros poluentes.....	9
4.4 Sazonalidade.....	11
4.5 Comparação com dados ambientais de outros locais.....	14
5 – CONCLUSÕES.....	15
6 – REFERÊNCIAS.....	16
7 - EQUIPE DE TRABALHO.....	17
ANEXO	
Concentrações diárias de amônia obtidas na estação Pinheiros de abril/12 a julho/14.....	18

1. INTRODUÇÃO

O município de São Paulo se transformou, ao longo dos anos, em uma cidade predominantemente de serviços devido à mudança de várias indústrias para outras localidades. Possui uma frota circulante de 4,4 milhões de veículos - 62% da frota da RMSP (CETESB, 2014), tendo os veículos como principais fontes da poluição atmosférica.

Desde 1986, o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores regulamenta as emissões dos veículos comercializados no mercado brasileiro. Para atender aos limites de emissão, determinados pelo PROCONVE, que são cada vez mais restritivos, há necessidade de uma constante evolução tecnológica no ramo automotivo (Silva, 2015).

O conversor catalítico ou catalisador está entre as principais tecnologias de controle de emissões veiculares. Para atendimento aos limites mais restritivos do PROCONVE, a partir de 1997, todos os veículos leves passaram a utilizar conversor catalítico de três vias. No caso dos veículos pesados movidos a diesel, uma inovação para a redução dos óxidos de nitrogênio (NOx) emitidos por esses motores, foi a introdução, em 2012, do sistema de pós-tratamento de gases, conhecido pela sigla SCR - *Selective Catalyst Reduction* (BORSARI, 2014).

Apesar das características diferentes, tanto o catalisador do tipo três vias quanto o sistema de pós-tratamento de gases do tipo SCR, podem emitir amônia para a atmosfera. Assim, as fontes de emissão de amônia que geralmente são associadas a processos biológicos naturais, atividades agrícolas, emissões industriais, além de processos de combustão, têm nas fontes móveis uma crescente e significativa contribuição nas áreas urbanas (ZHAN, 2009).

A amônia é o principal gás alcalino na atmosfera e reage rapidamente com espécies ácidas presentes nos aerossóis atmosféricos, como ácido sulfúrico e ácido nítrico, levando à formação de sulfato e nitrato de amônio. Esses sais de amônio fazem parte da fração de menor tamanho do material particulado atmosférico, sendo por isso transportado pelo vento e retornando à superfície por processo de deposição seca ou úmida.

Como a amônia é muito solúvel em água e a maioria da sua deposição é ocasionada pela chuva, seu tempo de permanência na atmosfera é de poucas horas, porém, em atmosferas mais estáveis, pode chegar a uma semana. O seu tempo de permanência na atmosfera é muito influenciado pelas fontes próximas (CAO et al. 2009).

A presença de amônia na atmosfera pode afetar a saúde humana diretamente, causando dor de cabeça, náuseas e, em concentrações muito elevadas, queimaduras severas na pele, nariz e garganta e indiretamente por interagir com outros elementos e facilitar a formação de material particulado, outro importante poluente atmosférico, que pode ser facilmente inalado, depositando-se nos pulmões ou nas vias aéreas superiores.

Diante de um possível impacto nas concentrações da amônia atmosférica devido à introdução dos sistemas de tratamento de gases nos veículos pesados, com a nova fase do PROCONVE (Fase P7 em 2012) a CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo iniciou, em 2012, monitoramento sistemático desse poluente na atmosfera.

2. OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo avaliar os atuais níveis de amônia na atmosfera de São Paulo (estação Pinheiros) de modo a acompanhar a evolução deste poluente em função das alterações das emissões veiculares.

3. AMOSTRAGEM E ANÁLISE

3.1 Local de Amostragem

Foram analisadas amostras de amônia na atmosfera, nos anos de 2012 a 2014, da estação Pinheiros, que faz parte da rede manual de avaliação da qualidade do ar da CETESB, ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Estação Pinheiros



A estação está instalada na sede da CETESB, Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345, distante cerca de 40 metros desta avenida, que possui tráfego de veículos leves e pesados (ônibus). A marginal do Rio Pinheiros, que possui intenso fluxo de veículos, encontra-se a, aproximadamente, 350 m da estação.

As concentrações de poluentes observadas em uma determinada estação de amostragem dependem de uma série de fatores relativos à localização desta estação e fontes de emissão que a influenciam.

A escala espacial de representatividade da estação define a área de abrangência em que os níveis de concentração e os valores medidos na estação podem ser considerados similares.

A estação Pinheiros, pertencente à rede manual, localizada na zona oeste de São Paulo (Figura 2) é considerada uma estação de média escala. Essa escala espacial caracteriza-se por estar localizada mais distante das fontes de emissão, abrangendo áreas de dimensões entre 100 e 500 metros.

Figura 2 – Localização do ponto de amostragem

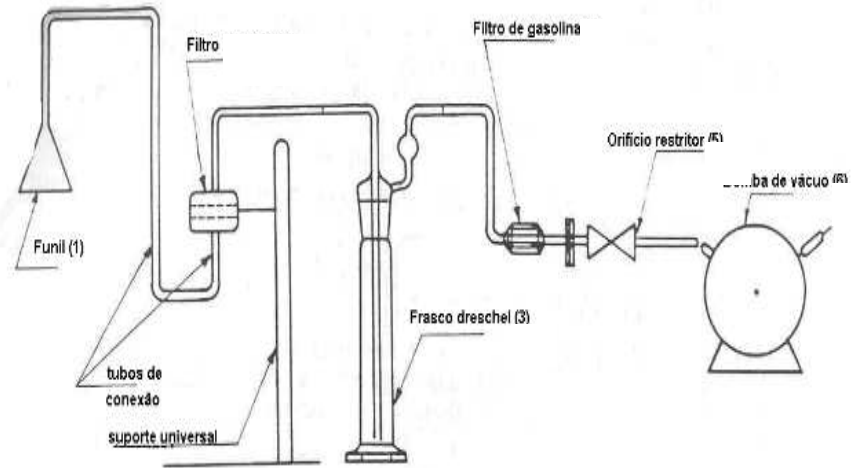


3.2 Amostragem e Análise de Amônia

A análise da amônia foi realizada utilizando-se o método de Nessler e as amostragens foram realizadas a cada seis dias durante 24 horas.

O método de amostragem consiste em se fazer borbulhar, a uma vazão de aproximadamente 0,5 L/min, o ar atmosférico em solução diluída de ácido sulfúrico que reagirá com a amônia presente resultando em sulfato de amônio, sendo que o ar é previamente filtrado em filtro Whatman nº 1. O íon amônio presente na solução é determinado, quantitativamente, por reação com reagente de Nessler, sendo a determinação realizada espectrofotometricamente (comprimento de onda 440 nm). O limite de detecção do método (LDM) é de 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Figura 3 apresenta o trem de amostragem utilizado.

FIGURA 3 – Trem de amostragem para determinação de amônia



4. RESULTADOS

4.1 Análise dos dados

As concentrações médias anuais de amônia e a faixa de valores encontrados na estação Pinheiros, em 2012, 2013 e 2014, estão apresentadas na Tabela 1. Em função de problemas técnicos ocorridos durante as amostragens, as médias anuais obtidas não foram representativas.

Para que a média aritmética anual seja representativa o monitoramento de um determinado poluente deve ter pelo menos 50% das médias diárias válidas para os quadrimestres de janeiro-abril, maio-agosto e setembro-dezembro (CETESB, 2015).

Tabela 1 - Médias Anuais de amônia e faixa de valores encontrados na estação Pinheiros

Ano	nº de amostras	Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Faixa de Valores Diários ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2012	40	15,1*	1,3 - 35,0
2013	39	13,6*	1,3 - 39,3
2014	34	15,4*	1,3 - 62,7

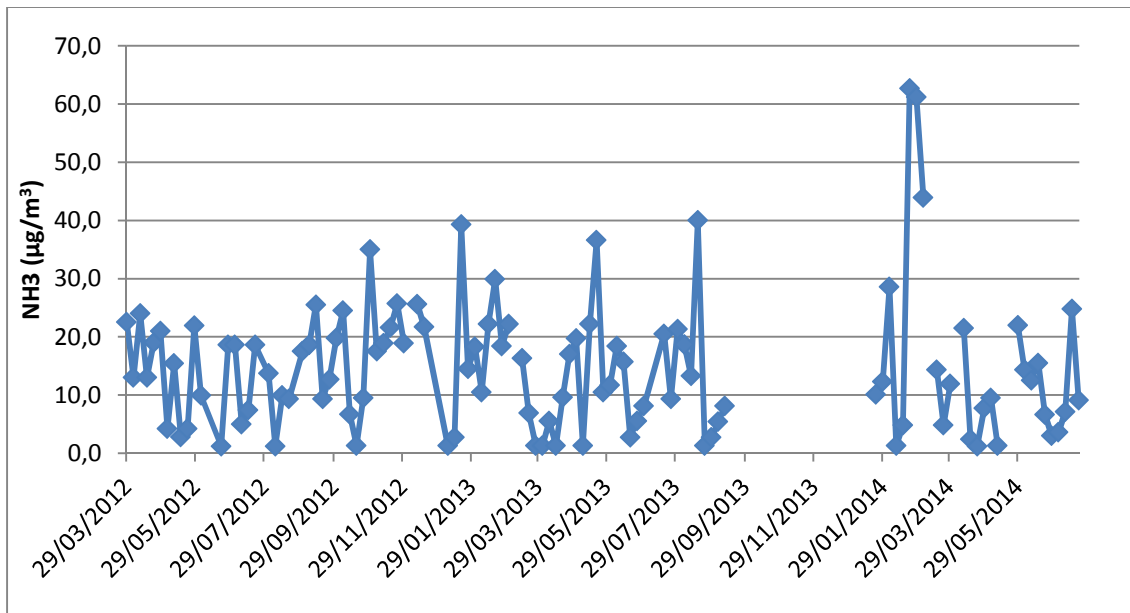
* Médias sem representatividade anual

Para o cálculo das médias, quando o valor encontrado esteve abaixo do limite de detecção do método (LDM) foi utilizado metade deste valor.

Apesar de as médias anuais não atenderem ao critério de representatividade temporal, observa-se na Tabela 1 que as maiores concentrações médias anuais foram obtidas em 2014, seguido de 2012 e 2013.

O gráfico 1 apresenta as concentrações diárias de amônia obtidas na estação Pinheiros, de abril de 2012 a julho de 2014. Observa-se que os maiores valores diários de concentração de amônia, em torno de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ocorreram em 2014.

Gráfico 1 – Concentrações diárias de amônia obtidas na estação Pinheiros



4.2 Comparação com valores de referência

Não existe padrão de qualidade do ar para a amônia na legislação nacional, porém a CETESB (1993 e 1999) considerou como referência o valor de 100 µg/m³ para o período de 24 horas. Esse valor também é utilizado pelo Ministério do Meio Ambiente de Ontário no Canadá, para proteção à saúde (OME, 2012).

A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2000) sugere em sua publicação *Air Quality Guidelines for Europe* o valor de referência para a amônia de 270 µg/m³ para exposição de curto prazo (24 horas) e 8 µg/m³ (média anual).

O programa que subsidia a Organização Mundial de Saúde, chamado de *International Programme on Chemical Safety*, diz que as concentrações atmosféricas de amônia podem variar de acordo com o local e uso do solo. Em geral, as áreas urbanas apresentam concentrações na ordem de 5 a 40 µg/m³ para 24h de exposição. Em zonas rurais, sem intensiva produção de estrume ou utilização de fertilizantes, podem chegar a 10 µg/m³. Porém, em áreas com criação intensiva de animais ou altas taxas de aplicação de estrume, os valores de concentração podem ser na ordem de 100 a 200 µg/m³ (IPCS/INCHEM, 1986).

A ATSDR – *Agency for Toxic Substances & Disease Registry* apresenta que a concentração média global de amônia na atmosfera varia de 0,2 a 4,2 µg/m³ e que podem ser encontradas concentrações mais elevadas na vizinhança de zonas agrícolas ou industriais (ATSDR, 2004).

Os valores diários de amônia obtidos no entorno da estação Pinheiros encontraram-se abaixo do valor de referência para exposição de curto prazo (24h) considerado pela CETESB (100 µg/m³) e pela OMS (270 µg/m³), porém os valores médios obtidos nos anos em que houve monitoramento, apesar de não representarem a média anual, foram superiores ao valor de referência adotado pela OMS para longo prazo (8 µg/m³).

4.3 Comparação com outros poluentes

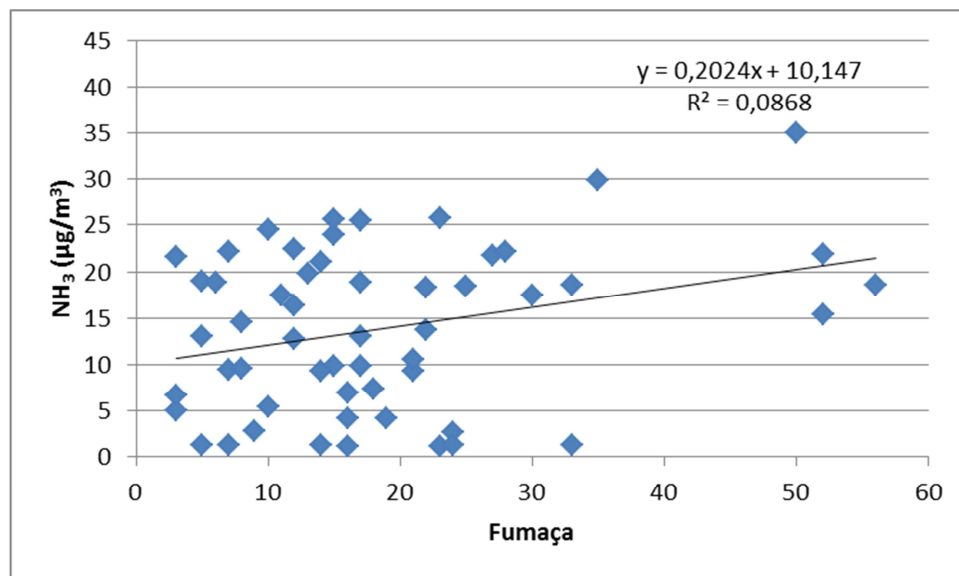
Na Região Metropolitana de São Paulo-RMSP a fonte veicular de emissão de amônia predominante são os veículos leves, sendo que uma contribuição significativa dos veículos pesados só é esperada quando a frota de veículos produzidos a partir de 2012 (Fase P7), for expressiva. (BORSARI, 2014)

Desta forma, visando o entendimento dos resultados obtidos foi feita correlação dos dados de amônia com o monóxido de carbono (CO), cuja principal fonte de emissão na RMSP são os veículos leves (aproximadamente 75%) (CETESB, 2014). Este poluente foi medido na estação automática de Pinheiros, distante cerca de 40 metros da estação manual.

Embora atualmente não seja esperada uma participação significativa dos veículos pesados na emissão de amônia, foi também efetuada a correlação dos dados deste poluente com a fumaça, também medida na estação manual. A determinação de fumaça baseia-se na medida de refletância do material particulado, o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente associado ao teor de fuligem na atmosfera, sendo os veículos, principalmente os pesados a principal fonte de emissão deste poluente no entorno da estação Pinheiros.

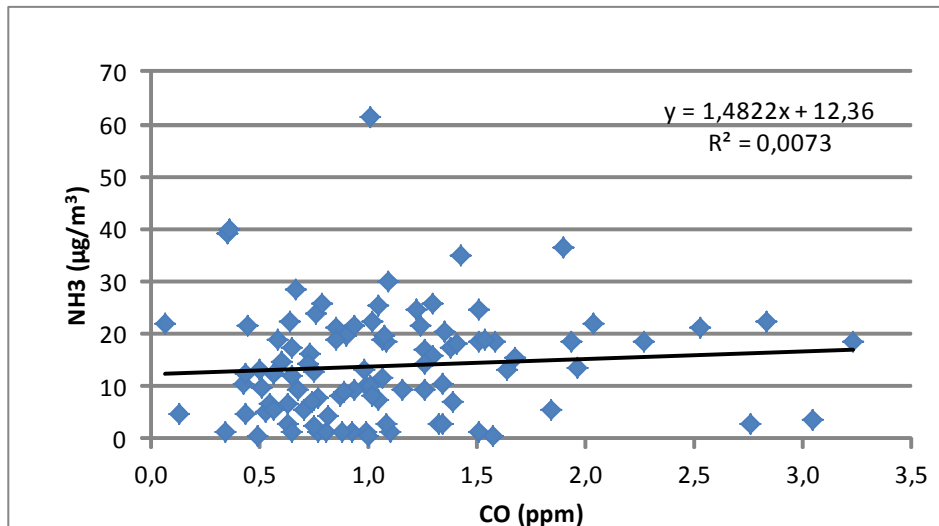
O Gráfico 2 apresenta o diagrama de correlação entre as concentrações diárias de amônia e fumaça obtidas na estação Pinheiros.

Gráfico 2 - Correlação entre os valores diários de amônia e fumaça obtidos na estação Pinheiros



O Gráfico 3 apresenta o diagrama de correlação entre as concentrações diárias de amônia e CO obtidas nas estações manual e automática de Pinheiros, respectivamente.

Gráfico 3 - Correlação entre os valores diários de amônia e monóxido de carbono obtido em Pinheiros



Não se observaram associações claras entre as concentrações da amônia presente na atmosfera de Pinheiros e os poluentes originados da emissão veicular, nas proximidades da estação.

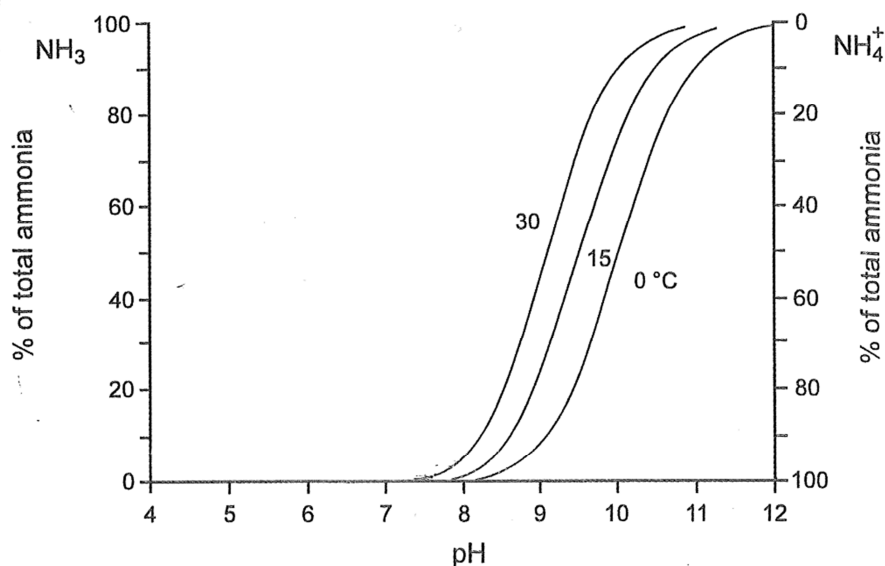
Sabendo que a amônia também é originada da biodegradação de matéria orgânica nitrogenada (SCHIRMER e LISBOA, 2008), uma possível fonte de emissão na região de Pinheiros seria o próprio Rio Pinheiros que fica a, aproximadamente, 350 metros da estação de monitoramento da CETESB.

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas, sendo que os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da ureia na água (CETESB, 2015a).

Segundo a literatura, em ambiente aquático, a amônia existe em duas formas que são conversíveis em água, a amônia (NH₃) e o íon amônio (NH₄⁺). A amônia total é a soma dessas duas formas e a proporção de NH₃ / NH₄⁺ varia com o pH, pressão e temperatura.

A Figura 4 mostra a variação no percentual entre NH₃ e NH₄⁺ em águas naturais em função do pH e da temperatura. Assim, em pH mais alcalinos e/ou temperaturas mais altas, podem ocorrer perdas substanciais de amônia (sob a forma NH₃) para a atmosfera, via volatilização (Water Quality Assessments, 1992).

Figura 4 - Relação geral entre o percentual de amônia e íon amônio em águas naturais em função do pH



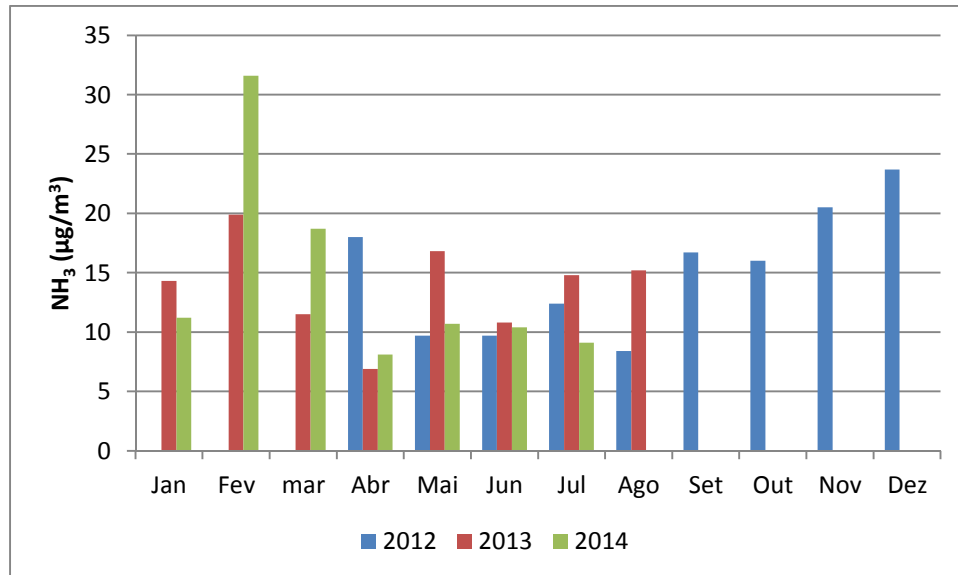
Dados de 2014 da Rede Básica de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais da CETESB, considerando os pontos localizados no Rio Pinheiros mais próximos da estação de monitoramento da qualidade do ar de Pinheiros, mostraram no Ponto PIN4004250 pH médio de 7,10 (máximo de 7,37 e mínimo de 6,86) e no Ponto PIN4004500 pH médio 6,95 (máximo de 7,07 e mínimo de 6,64), sendo realizadas 6 coletas durante o ano (CETESB, 2015a), indicando a luz da figura 4, que deve haver a preponderância do íon NH_4^+ nas águas.

4.4 Sazonalidade

Com o objetivo de analisar a sazonalidade da amônia, o Gráfico 4 apresenta as concentrações médias desse poluente por mês, para 2012, 2013 e 2014.

As maiores concentrações de amônia foram observadas nos meses de verão, em geral mais quentes e mais úmidos.

Gráfico 4 – Concentrações médias mensais de amônia, por ano, para a estação Pinheiros

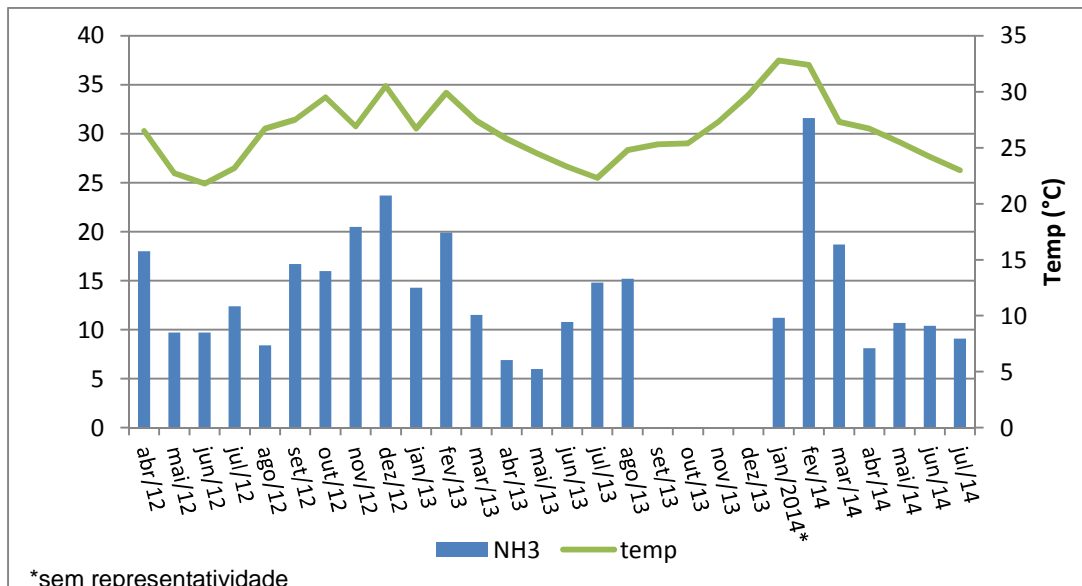


Estudos apresentados por PANDOLFI et al. (2012) e RECHE et al. (2015) mostraram o aumento nas concentrações de amônia no verão. Esses autores dizem que é esperado que os níveis de amônia sejam maiores no verão devido ao aumento do seu potencial de volatilização e sua emissão a partir de fontes biológicas sob altas temperaturas.

Como a literatura indica uma variação das concentrações de amônia em função da temperatura, o Gráfico 5 apresenta as médias mensais das concentrações de amônia juntamente com os valores médios mensais das máximas diárias de temperatura, ambos obtidos na estação Pinheiros.

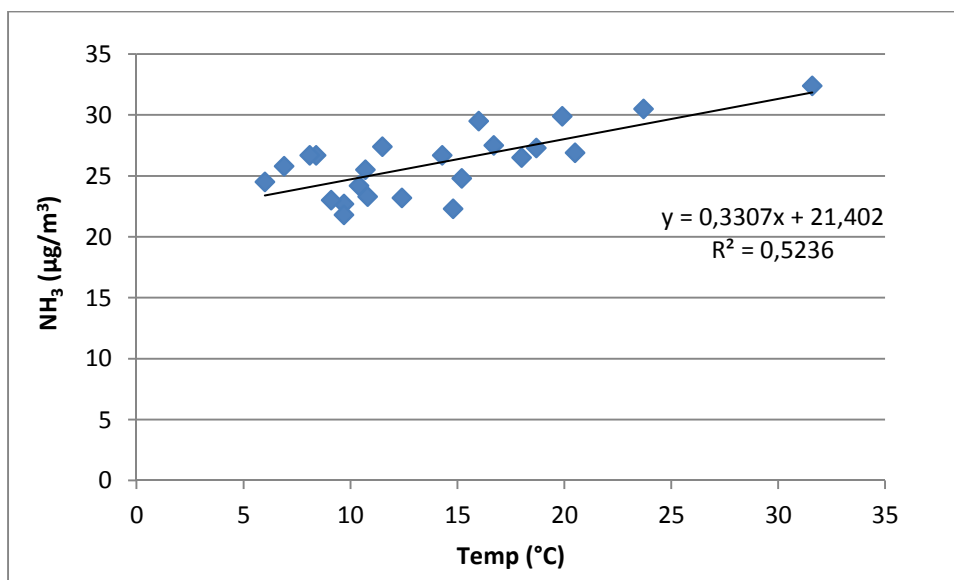
Observa-se no Gráfico 5 uma tendência semelhante entre o comportamento da amônia e temperatura, onde as concentrações médias de amônia foram mais elevadas nos meses mais quentes.

Gráfico 5 - Concentrações médias mensais de amônia e médias mensais das máximas diárias de temperatura obtida na estação Pinheiros.



O Gráfico 6 apresenta a correlação entre as concentrações médias mensais de amônia e as temperaturas médias mensais. Observa-se que as concentrações de amônia apresentaram uma significativa correlação (0,72) com a temperatura, indicando o aumento nas emissões de amônia com a elevação da temperatura.

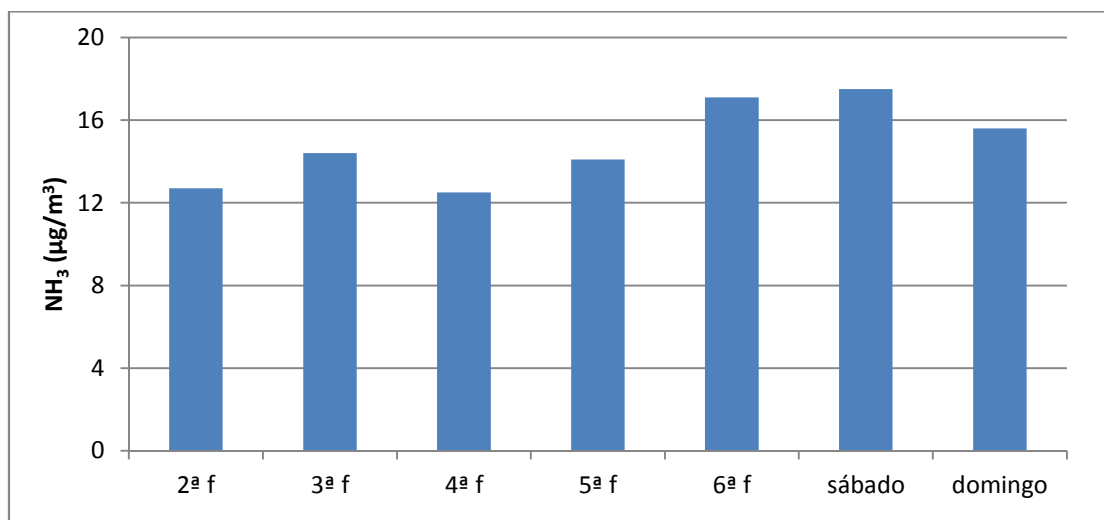
Gráfico 6 – Correlação entre as médias mensais de amônia e médias mensais de temperatura em Pinheiros



As concentrações médias de amônia por dia da semana, para 2012, 2013 e 2014, estão apresentadas no Gráfico 7. Observa-se que as concentrações médias variaram de 12,5 a 17,5 µg/m³, sendo que a maior média foi observada no sábado. O fato de não existir diferenças

significativas nas concentrações de amônia entre os dias úteis e finais de semanas quando, geralmente, o volume de tráfego é menor, pode indicar a influência de outras fontes além das emissões veiculares para esse poluente.

Gráfico 7 – Concentrações médias de amônia por dia da semana para a estação Pinheiros



4.5 Comparação com dados ambientais de outros locais

A Tabela 2 traz uma comparação dos resultados obtidos neste estudo com valores obtidos em áreas urbanas, em diferentes cidades, em que pese a comparação dos resultados ser complexa, uma vez que foram utilizadas diferentes condições, como métodos de amostragem e análise, limites de detecção e diferentes períodos.

Na Tabela 2, são apresentadas as faixas de valores e as médias obtidas em áreas urbanas de diferentes cidades.

Tabela 2 - Faixa de valores e médias de amônia obtidas em diferentes localidades.

LOCAL	Período	NH ₃ (µg/m ³)	Referência
São Paulo, BR	2012-2014	1,3 – 62,7 14,7	este estudo
Barcelona, ES	2011	0,2 – 10,6 2,2	PANDOLFI et al. (2012)
Cubatão, BR	1998	15 – 86 33	CETESB (1999)
Pequim, CN	2008-2010	0,49 – 59,06 22,8	MENG et al. (2011) 7dias
Roma, IT	2001-2002	13,5 – 21,6 17,2	PERRINO et al. (2002)
Xi'an, CN	2006-2007	0,35 – 40,0 12,9	CAO et al. (2009) diário

Observa-se que as concentrações médias de amônia encontradas neste estudo ($14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foram muito próximas às encontradas em Roma e Xi'an, na China, e menores que as encontradas em Pequim.

Já a máxima diária de amônia obtida em São Paulo (Pinheiros) foi inferior somente à obtida em Cubatão. Vale ressaltar que a região de Cubatão possui fontes industriais que emitem amônia e o local monitorado é fortemente influenciado por essas fontes.

5. CONCLUSÕES

Com relação aos resultados das concentrações de amônia na atmosfera coletados no bairro de Pinheiros, no município de São Paulo, pode-se concluir que:

- os valores diários de amônia obtidos encontraram-se abaixo do valor de referência considerado pela CETESB ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), e pela OMS ($270 \mu\text{g}/\text{m}^3$) porém os valores médios obtidos nos anos em que houve monitoramento, apesar de não representarem a média anual, foram superiores ao valor de referência adotado pela OMS para longo prazo ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- o valor médio de amônia no período estudado foi muito próximo aos encontrados em cidades como Roma, e Xi'an (China) e menor do que o encontrado em Pequim;
- não houve correlação entre a amônia e os poluentes cujas fontes de emissão são predominantemente veiculares no local de monitoramento, como fumaça e monóxido de carbono (CO);
- os resultados indicam haver um aumento das concentrações médias de amônia nos meses mais quentes, provavelmente em decorrência do aumento das emissões em função da temperatura; indicando que degradação biológica também pode contribuir para estas concentrações;
- quanto à variação em relação aos dias da semana, o fato de não existir diferenças significativas nas concentrações entre os dias úteis e finais de semanas onde, geralmente, o volume de tráfego é menor, pode indicar a influência de outras fontes, que não as emissões veiculares, para esse poluente.
- uma possível fonte seria o Rio Pinheiros localizado a, aproximadamente, 350 metros da estação de monitoramento uma vez que os esgotos sanitários lançam nas águas nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal podendo, neste caso, ocorrer perdas de amônia para a atmosfera, via volatilização, dependendo do pH do rio e temperatura ambiente, entretanto esta hipótese precisaria ser confirmada por outros estudos.
- para eliminar possíveis interferências do Rio Pinheiros, seria necessária a realização de monitoramento em local distante do rio.

6. REFERÊNCIAS

ATSDR. **Toxicological Profile for Ammonia**. Sep. 2004.

Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp126.pdf>>. Acesso em: out 2015.

BORSARI, Vanderlei. **Emissão de amônia de veículo automotor leve e sua importância para a saúde ambiental**. 2014. 176 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAO J. J. et al. Characterization of Atmospheric Ammonia over Xi'an, China. **Aerosol and Air Quality Research**, Vol. 9, nº 2, pp. 277-289, 2009.

CETESB. **Estudo de Amônia na Atmosfera de Cubatão – 1992**, São Paulo, 1993

CETESB. **Amônia na atmosfera de Cubatão – 1998**, São Paulo, 1999.

CETESB. **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo – 2013**, São Paulo, 2014.

CETESB. **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2014**, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://ar.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: nov 2015.

CETESB. **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo -2014**, São Paulo, 2015a. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: abr. 2015.

IPCS/INCHEM. **Environmental Health Criteria 54 - Ammonia**. Genebra, 1986. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc54.htm#SectionNumber:1.3.>>. Acesso em: out. 2015.

OME. **Ontario's ambient air quality criteria**, April 2012. Disponível em: <<http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf>>. Acesso em: out 2015.

MENG, Z.Y. et al. Characteristics of atmospheric ammonia over Beijing, China. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 11, 6139–6151, 2011.

PANDOLPI, M. et al. Summer ammonia measurements in a densely populated Mediterranean city. **Atmospheric Chemistry and Physics**, 12, 7557-7575, 2012.

PERRINO, C. et al. Gaseous ammonia in the urban area of Rome, Italy and its relationship with traffic emissions. **Atmospheric Environment**, v. 36, p. 5385-5394, 2002.

RECHE, C. et al. Urban NH₃ levels and sources in six major Spanish cities. **Chemosphere**, Vol. 119, 769-777, 2015.

SCHIRMER, W. N., LISBOA, H. M. Química da atmosfera: constituintes naturais, poluentes e suas reações. **Revista Tecno-Lógica**, v. 12 n. 2, p. 37-46, Santa Cruz do Sul, jul/dez. 2008.

SILVA, Silmara Regina. **Concentrações de Amônia na Atmosfera na Cidade de São Paulo e sua Relação com a Poluição Veicular**. 2015. 104 p. Dissertação (Mestre em Ciências), Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

WHO. **Air Quality Guidelines for Europe. Regional Office for Europe**. WHO Regional Publications, European Series, Nº. 91 Second Edition, Copenhagen, 2000. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf>. Acesso em out 2015.



COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

ZHAN, T. **On-Road Motor Vehicle Emissions including NH₃, SO₂ and NO₂ - Final Report.** Prepared for the California Air Resources Board and the California, Environmental Protection Agency, Estados Unidos, 2009.

Water Quality Assessments - **A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring** - Second Edition Edited by Deborah Chapman, 1992. Disponível em <http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter3.pdf>. Acesso em mar. 2016

7. EQUIPE DE TRABALHO

Setor de Amostragem e Análise do Ar – EQQA

Relatório elaborado por Cristiane F. Fernandes Lopes

ANEXO

Concentrações diárias de amônia obtidas na estação Pinheiros de abril/12 a julho/14

Data	NH ₃ (µg/m ³)	Data	NH ₃ (µg/m ³)	Data	NH ₃ (µg/m ³)
04/04/12	13,0	08/01/13	1,3	23/01/2014	10,1
10/04/12	24,0	14/01/13	2,7	29/01/2014	12,3
16/04/12	13,0	20/01/13	39,3	04/02/2014	28,6
22/04/12	19,0	26/01/13	14,5	10/02/2014	<LD
28/04/12	21,0	01/02/13	18,3	16/02/2014	4,8
04/05/12	4,2	07/02/13	10,5	22/02/2014	62,7
10/05/12	15,4	13/02/13	22,2	28/02/2014	61,2
16/05/12	2,8	19/02/13	29,9	06/03/2014	43,9
22/05/12	4,2	25/02/13	18,4	18/03/2014	14,3
28/05/12	21,9	03/03/13	22,2	24/03/2014	4,8
03/06/12	9,9	15/03/13	16,3	30/03/2014	11,9
21/06/12	<LD	21/03/13	6,9	11/04/2014	21,5
27/06/12	18,6	27/03/13	<LD	17/04/2014	2,4
03/07/12	18,6	02/04/13	<LD	23/04/2014	<LD
09/07/12	5,0	08/04/13	5,5	29/04/2014	7,7
15/07/12	7,4	14/04/13	<LD	05/05/2014	9,5
21/07/12	18,6	20/04/13	9,6	11/05/2014	<LD
02/08/12	13,7	26/04/13	17,0	29/05/2014	22
08/08/12	<LD	02/05/13	19,7	04/06/2014	14,3
14/08/12	9,9	08/05/13	1,3	10/06/2014	12,5
20/08/12	9,3	14/05/13	22,2	16/06/2014	15,5
01/09/12	17,5	20/05/13	36,6	22/06/2014	6,6
07/09/12	18,6	26/05/13	10,5	28/06/2014	3,0
13/09/12	25,5	01/06/13	11,7	04/07/2014	3,6
19/09/12	9,3	07/06/13	18,4	10/07/2014	7,1
25/09/12	12,7	13/06/13	15,7	16/07/2014	24,8
01/10/12	19,8	19/06/13	2,7	22/07/2014	9,1
07/10/12	24,5	25/06/13	5,5		
13/10/12	6,7	01/07/13	8,1		
19/10/12	1,3	19/07/13	20,5		
25/10/12	9,5	25/07/13	9,3		
31/10/12	35,0	31/07/13	21,3		
06/11/12	17,5	06/08/13	18,7		
12/11/12	18,9	12/08/13	13,3		
18/11/12	21,6	18/08/13	40,0		
24/11/12	25,7	24/08/13	1,3		
30/11/12	18,9	30/08/13	2,7		
12/12/12	25,6	05/09/13	5,4		
18/12/12	21,7	11/09/13	8,1		

Nota: <LD: Limite de Detecção do método = 1,3 µg/m³