

ACA0410 Introdução à Química Atmosférica - Docente: Adalgiza

Lista de exercícios: Poluição do Ar na cidade de São Paulo

Motivação:

Muitas das maiores cidades do mundo, entre elas São Paulo, estão cercadas por problemas ambientais, sendo um deles a deterioração da qualidade do ar. A Comissão de Saúde e Ambiente da OMS (Organização Mundial da Saúde) tem identificado a poluição do ar urbano como problema de saúde pública já atingindo proporções críticas. O crescimento das populações urbanas e níveis de industrialização levaram ao aumento da demanda de energia, causando aumento da emissão de poluentes, sendo a combustão de óleos fósseis a principal fonte de poluentes na atmosfera urbana, como: dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2 , chamados NO_x), monóxido de carbono (CO), material particulado em suspensão (inalável e fino) e chumbo (Finlayson-Pitts e Pitts, 2000; Seinfeld e Pandis, 2006). A poluição do ar provoca efeitos adversos à saúde humana - não somente por inalação direta -, mas também por rotas indiretas de exposição, como contaminação de águas potáveis ou alimentos e mesmo absorção pela pele. Os efeitos diretos da poluição do ar, sobre a saúde humana, variam de acordo com a intensidade e a duração da exposição e também com a própria condição de saúde da população exposta, sendo alguns setores da população mais vulneráveis a poluição do ar, por exemplo, crianças e idosos. Somando-se ao impacto negativo na saúde humana, muitos poluentes causam impactos adicionais ou indiretos ao ambiente. Por exemplo, óxidos de enxofre e nitrogênio são precursores da deposição ácida, estando vinculados à acidificação de solos, lagos e rios, afetando adversamente ecossistemas aquáticos e terrestres, muitas vezes centenas de quilômetros distantes da fonte. Enfraquecimento e danos visíveis a materiais (como nylon, borracha e metais), edifícios e obras de arte são atribuídos tanto à deposição seca (SO_2 , O_3 , H_2O_2 , etc) quanto úmida (chuva ácida) (WHO, 1994). A dinâmica da atmosfera é um sistema complexo e engloba processos de emissão, transporte, transformação química e deposição de poluentes, de modo que a variação da composição química de águas de chuva ou do material particulado depende de processos de emissão e de deposição, devendo ser analisado de modo amplo. Somam-se a isso, fatores meteorológicos como: direção dos ventos, temperatura, umidade relativa, intensidade da radiação solar, percurso e altitude das nuvens e intensidade da chuva que afetam os processos de transformação, dispersão e remoção de poluentes atmosféricos (Finlayson-Pitts e Pitts, 2000; Seinfeld e Pandis, 1998).

Exercícios: No Excel anexo encontram-se os dados dos parâmetros correspondes à estação de qualidade de ar IPEN da CETESB para o ano 2017. A partir dos dados de concentração em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ referentes aos poluentes $\text{MP}_{2.5}$, O_3 , NO e NO_2 ; realize as seguintes atividades:

1. Calcule a concentração média mensal para cada poluente acima citado e apresente os resultados graficamente. Discuta a variabilidade (ou não) observada para cada poluente em função da

sazonalidade dos parâmetros meteorológicos (as características meteorológicas para o ano de 2018 podem ser obtidas no endereço <http://www.estacao.iag.usp.br/Boletins/2017.pdf>).

2. Calcule as médias horárias do ozônio e $MP_{2.5}$ para os meses do ano com maior e menor concentrações e esboce os gráficos do ciclo diário médio (24 hs) para cada um dos meses calculados.
3. Considerando o padrão de qualidade de ar da nova Resolução CONAMA (No. 491 de 19/11/2018) para o ozônio, de $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na média horária e para o $MP_{2.5}$ de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na média de 24 horas, discuta os resultados obtidos a partir dos gráficos do ponto anterior.
4. Calcule novamente a média mensal do ozônio considerando só o período de 8 horas de máxima concentração, ou seja, a média das concentrações entre as 11 e as 18 horas. Compare os resultados com o valor de qualidade do ar recomendado pela WHO – Organização Mundial da Saúde (Air quality guidelines - global update 2005).
5. Também, a partir dos dados dos relatórios de qualidade do ar, discutir as variabilidades de concentração ou ultrapassagens dos padrões observadas ao longo dos anos (2001 a 2016), comparando a situação do ano de 2017, em função das restrições de emissões tanto industriais quanto veiculares.

Os dados referentes aos padrões de qualidade do ar adotados pelo Brasil (Padrões nacionais de qualidade do ar - Resolução CONAMA Nº 03 de 28/06/90), pela USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) e recomendações da OMS (Organização Mundial da Saúde) constam no relatório de qualidade do ar da CETESB de 2017, páginas 27, 139 e 140, respectivamente. Comparar os padrões de qualidade do ar (Resolução CONAMA 2018) com valores das diretrizes da WHO, discutir as atualizações da legislação brasileira. Dados da legislação de controle de poluentes podem ser encontrados nos relatórios de qualidade de ar da CETESB ou no documento Livro CONAMA.

Referências

CETESB (<https://cetesb.sp.gov.br/ar/publicacoes-relatorios/>)

CONAMA (<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>)

Seinfeld, J.H., Air pollution: a half century of progress, Environmental and Energy Engineering, 50 (6), 1096-1108, 2004 (DOI: 10.1002/aic.10102).

WHO-World Health Organization, Air pollution in the world's megacities - A report from the United Nations Environment Programme and the World Health Organization, Environment, 1994, 36(2), 4-37.

WHO: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005, Summary of risk assessment (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>)