



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

QUALIDADE AMBIENTAL MONITORIZAÇÃO DO AR

Camelia DRAGHICI, Ileana MANCIULEA

Transilvania University of Braşov

c.draghici@unitbv.ro, i.manciulea@unitbv.ro

Traduzido e adaptado por Beatriz Maria Silveira Matos, Ruth Madeleine da Mota Pointon, Joana Nair Pinto Cardoso e Fernando Remião (remiao@ff.up.pt) do Laboratório de Toxicologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (Portugal)



Erasmus+

This work is licensed under a Creative
commons attribution – non commercial 4.0
international license



1. INTRODUÇÃO

Módulo 6, Tópico 4, é sobre a “Monitorização da qualidade ambiental. Ar, Água, Solo” e contém as seguintes unidades:

- Unidade 1 – Monitorização da qualidade do ar;
- Unidade 2 – Monitorização da qualidade das águas;
- Unidade 3 – Monitorização da qualidade dos solos;
- Unidade 4 – Agência Europeia do Ambiente.

Este tópico apresenta os seguintes temas:

- amostragem específica e requisitos de pré-tratamento de amostras de ar, água e solo
- métodos analíticos padrão disponíveis para a medição de poluentes em amostras de ar, água e solo
- reportar os resultados obtidos da monitorização do ar, água e solo
- regulamentação da União Europeia relativa à avaliação da qualidade do ar, água e do solo
- instituições Europeias envolvidas na monitorização ambiental

No final das quatro unidades, os estudantes deverão ser capazes de:

- utilizar a regulamentação disponível sobre os indicadores de qualidade de ar, águas e solos
- descrever como pode ser determinado os compostos tóxicos presentes em amostras de ar, água e solo
- utilizar a informação disponível nos padrões Europeus para a amostragem e os métodos analíticos para a determinação de parâmetros de qualidade ambiental
- apresentar as instituições Europeias envolvidas na monitorização ambiental
- selecionar informação adequada sobre a qualidade ambiental e comentar resultados relevantes da monitorização ambiental disponíveis nos sites de instituições Europeias

A primeira unidade, U1, “Qualidade Ambiental. Monitorização do ar” apresenta:

- amostragem específica e requisitos de pré-tratamento de amostras para amostras ambientais / atmosféricas;
- métodos analíticos padrão disponíveis para a determinação de poluentes presentes no ar atmosférico;
- regulamentação da EU relativa à avaliação da qualidade do ar ambiental.

Como resultados de aprendizagem, propusemos que, no final da Unidade 1, os estudantes deverão ser capazes de:

- descrever como podem ser determinados os compostos tóxicos presentes no ar atmosférico;
- usar a regulamentação disponível contendo os limites de concentração de poluentes aceites no ar atmosférico.

2. AMOSTRAGEM DE AR

Para este curso / unidade, os seguintes tipos de amostras de ar atmosférico, a nível de imissões, serão de interesse:

- ar com compostos gasosos, incluindo matéria particulada (PM);
- gotas de chuva, nuvens, aerossóis, ou fumo.

Emissões gasosas não são abordadas nesta unidade.

O ar é uma matriz complexa, com variações de composição e heterogeneidade no mesmo local. A concentração de poluentes atmosféricos pode diferir com as mudanças de condições meteorológicas, como o vento, temperatura, pressão, precipitação, humidade. Assim, é importante garantir que a amostra de ar colhida seja representativa.

Por outro lado, a quantidade de amostra de ar depende de:

- a concentração mínima de poluente que pode ser detetada / sensibilidade do método analítico
- o tamanho da amostra pode ser determinada por ensaios; por exemplo, 10 m³ de ar pode ser necessário para determinar a concentração de poluentes.

Instrumentos e dispositivos disponíveis para a amostragem de ar atmosférico podem ser de duas categorias, dependendo do modo de medição:

- a. as estações automatizadas de monitorização do ar estão equipadas com dispositivos de colheita de ar contínua, instrumentos de leitura direta que fornecem informação em tempo real do nível de poluição;
- b. para as amostras a serem analisadas em laboratório os instrumentos são recipientes especiais (de vidro, Teflon, aço), bombas e filtros (para a colheita de partículas em suspensão) e adsorventes depositados em tubos, colunas, filtros ou cartuchos.

A instalação utilizada para a *amostragem passiva* está equipada com um absorvente (Figura 1.). A duração da amostragem varia entre várias semanas a vários meses.

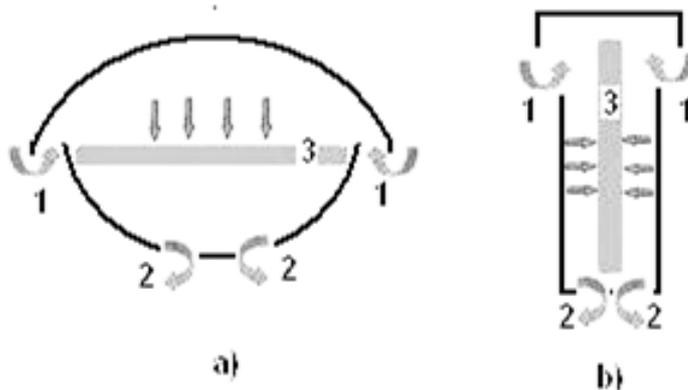


Figura 1. Amostragem passiva do ar: a) sistema planar; b) sistema axial; 1 – entrada de ar; 2 – saída de ar; 3 – material de absorção.

Para a *amostragem ativa do ar*, além do material absorvente, uma bomba de sucção de ar é também usada para a remoção de ar (Figura 2).

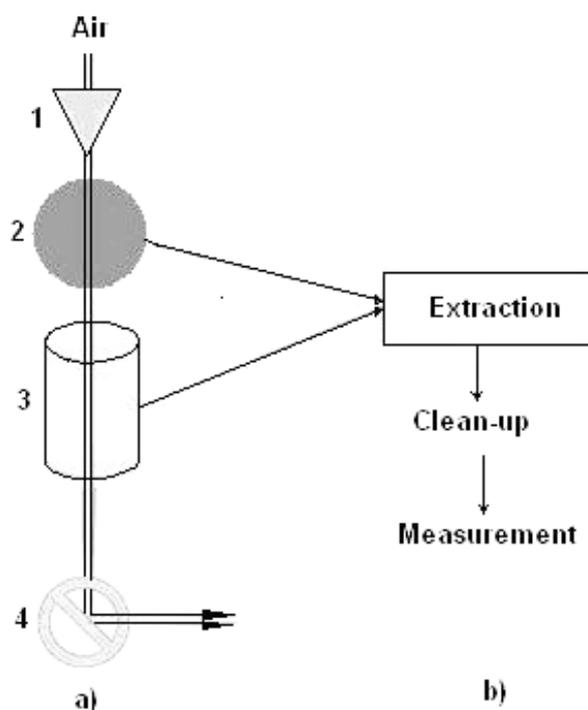


Figura 2. Amostragem ativa do ar: a) amostragem: 1 – entrada da amostra; 2 – filtro;

3 – material de absorção; 4 – bomba de aspiração; b) preparação de amostras e medidas.

Em ambos os casos, os materiais absorventes são transferidos para o laboratório para a preparação e medição de amostras.

A colheita de amostras de ar é baseada em processos físicos ou químicos. Os processos físicos envolvidos na amostragem podem diferir, dependendo do tipo de composto de interesse, tais como:

- compostos gasosos e não voláteis são colhidos com base em: absorção / adsorção; absorção seguida de dessorção, com solventes ou calor.
- compostos voláteis são obtidos por condensação em sistemas de refrigeração.

Os processos químicos utilizam substratos tratados com diferentes reagentes químicos, ou são baseados em derivatização. Isto consiste na transformação química de poluentes de interesse em compostos com novas propriedades, mais adequados para os sistemas de deteção. A etapa de transformação química é então seguida por processos físicos, para se obterem amostras de forma mensurável.

3. PÂRAMETROS DE QUALIDADE DO AR AVALIADOS EM ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO

Para a avaliação da qualidade do ar, que ocorre nas estações de monitorização, os parâmetros de qualidade do ar são os seguintes, conforme regulamentado pela Diretiva UE 2008/50/CE sobre a avaliação da qualidade do ar, alterada pela Diretiva 2015/1480:

- SO₂, CO, O₃
- Pb
- benzeno
- NO_x (NO, NO₂) como a soma da relação de mistura de volume de NO e NO₂ expresso em unidades de concentração de massa de NO₂ (µg/m³);
- PM₁₀ – matéria particulada que passa por uma entrada seletiva, com um corte de eficiência de 50 % a 10 µm de diâmetro aerodinâmico;
- PM_{2.5} – matéria particulada que passa por uma entrada seletiva, com um corte de eficiência a 2.5 µm de diâmetro aerodinâmico.

De acordo com a Diretiva UE 2008/50/CE (alterada com a Diretiva 2015/1480) os parâmetros de monitorização de qualidade do ar têm diferentes limiares de avaliação, com valores limite superiores e inferiores. A **tabela 1**, apresenta os requisitos de avaliação específicos a cada indicador de qualidade do ar, sem os valores limiares aceites.

Por exemplo, os óxidos de azoto são avaliados tanto como médias anuais como por hora, enquanto diversos metais pesados adsorvidos em partículas e o benzeno são avaliados apenas em médias anuais.

Tabela 1. Indicadores de qualidade do ar e requisitos de avaliação.

| Indicador de qualidade do ar | Requisitos de avaliação | |
|--|---|--|
| SO ₂ | proteção da saúde | |
| NO _x (NO, NO ₂) | valor limite por hora para a proteção da saúde humana | valor limite anual para a proteção da saúde humana |
| PM _{2.5} e PM ₁₀ | média de 24 horas PM ₁₀ | média anual |
| Pb (Cd, As e Ni, em PM ₁₀) | | média anual |
| benzeno | | média anual |
| CO | média de oito horas | |

A **Tabela 2**, apresenta os métodos padrão para determinar os parâmetros de qualidade em estações de monitorização de ar, também de acordo com a Diretiva UE mencionada a cima.

Tabela 2. Métodos padrão de poluentes atmosféricos, de acordo com a Diretiva UE 2008/50/CE (alterada com a Diretiva 2015/1480).

| Indicador de qualidade do ar | Padrões* | Método analítico |
|--|-----------------|--|
| SO ₂ | EN 14212:2012 | fluorescência UV |
| NO _x (NO, NO ₂) | EN 14211:2012 | quimiluminescência |
| PM _{2.5} e PM ₁₀ | EN 12341:2014 | gravimétrico |
| Pb (Cd, As e Ni, em PM ₁₀) | EN 14902: 2005 | espectrometria de absorção atómica (AAS) |
| benzeno | EN 14662-3:2005 | cromatografia gasosa |
| CO | EN 14626:2012 | espectroscopia IV |
| O ₃ | EN 14625:2012 | fotometria UV |

* EN – normas Europeias

Os padrões são normas Europeias e são baseados em diferentes métodos analíticos. Por exemplo, PM₁₀ e PM_{2.5} são determinados gravimetricamente, os metais pesados por espectrometria de absorção atômica, e o benzeno por cromatografia gasosa.

Além dos indicadores de qualidade do ar pesquisados nas estações de monitorização, outros compostos de interesse para a qualidade do ar também podem ser determinados, especialmente para a monitorização baseada em investigação.

Assim, podem ser determinadas diferentes espécies de origem inorgânica ou orgânica, com peso molecular pequeno ou médio presente no ar atmosférico, tais como:

- gases inorgânicos: NO_x, SO₂, SO₃, CO₂, CO, O₃;
- compostos orgânicos voláteis (COVs), ou inorgânicos;
- compostos orgânicos não voláteis adsorvidos em partículas sólidas, como os poluentes orgânicos persistentes (POPs);
- compostos solúveis na água atmosférica, como os aniões inorgânicos (NO₃⁻, NO₂⁻, S²⁻, Cl⁻), aniões orgânicos (formato, acetato) e os cátions metálicos.

Além dos métodos analíticos padrão, utilizados de acordo com os regulamentos para certos parâmetros de qualidade do ar, outros métodos analíticos não padronizados para qualquer poluente de interesse também estão disponíveis e aceites na prática laboratorial. Ambas as categorias de métodos analíticos estão sujeitas a validação e creditação laboratorial, de acordo com a ISO/IEC 17025:2005, com a recente revisão, ISO/IEC 17025:2017.

REFERÊNCIAS

1. Chunlong C.Z., Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons, Hoboken NJ, USA, 2007.
2. Colbeck, I., Draghici, C., Perniu, D., (Eds), Environmental Pollution and Monitoring, in EnvEdu series, ISSN 1584-0506, ISBN 973-27-1169-8, Romanian Academy Press, Bucharest, 2003.
3. Patnaik P., Handbook of Environmental Analysis, 2nd Edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton FL, USA, 2010.
4. <https://www.en-standard.eu/search/?q=air%20quality>
5. <https://www.eurachem.org/index.php/news/newsarts/230-nws-iso17025-2017>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=dH1Kf7qtrBw>



**VNiVERSIDAD
DSALAMANCA**

CAMPUS OF INTERNATIONAL EXCELLENCE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



South-Eastern Finland
University of Applied Sciences

U. PORTO



**Universitatea
TRANSILVANIA
din Braşov**



**UNIVERZITA
KARLOVA**



ИКИТ

<https://toxoeer.com>

Coordenador de projeto: Ana I. Morales
Sede do escritório em Salamanca.
Edifício Dept., Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contacto: +34 663 056 665