



LEARNING TOXICOLOGY
THROUGH OPEN EDUCATIONAL
RESOURCES

QUALIDADE AMBIENTAL MONITORIZAÇÃO DE SOLOS

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)



1. INTRODUÇÃO

A apresentação abaixo faz parte do Módulo 6, Tópico 4, como informação adicional relativa à Unidade 3.

Esta unidade / curso apresentará:

- amostragem específica e requisitos de pré-tratamento para amostras de solo;
- padrões para amostragem e métodos analíticos disponíveis para a determinação dos poluentes presentes nos solos.

No final do curso, os alunos serão capazes de:

- descrever como podem ser determinados os parâmetros de qualidade / poluentes presentes nos solos;
- usar as informações dos padrões Europeus disponíveis para amostragem e métodos analíticos para a determinação dos parâmetros da qualidade do solo.

2. AMOSTRAGEM DE SOLO

Amostras de Interesse e Representatividade de Amostras de Solos

As seguintes amostras são de interesse para a monitorização da qualidade do solo: solo recolhido de diferentes profundidades e sedimentos (por vezes também águas subterrâneas). De menor interesse para esta unidade são: lixo, raízes (principalmente usados para estudos sobre poluentes de remoção do solo, estudos de remediação), lamas de esgoto e resíduos sólidos depositados nos solos.

A representatividade das amostras de solo deve ser levada em consideração. A composição do solo difere com a profundidade e variações meteorológicas.

Quantidade de Amostras de Solos

A quantidade de solo a ser recolhida depende do tipo de amostra e das determinações a serem realizadas. Assim, para a caracterização completa das propriedades do solo (tamanho de partícula, textura, composição química) entre 200-400 g de solo são necessários. Para a análise dos contaminantes do solo, é necessário 5-100 g de amostra seca. Para a análise de sedimentos, a quantidade de amostras correlaciona-se com as águas, sendo menor do que a quantidade de água.

Ferramentas de amostragem de solos

Para a amostragem do solo, são utilizadas diferentes ferramentas, tais como: facas, colheres e espátulas, brocas (Figura 1.), amostras de tubos e dragas, usadas para amostragem de sedimentos.

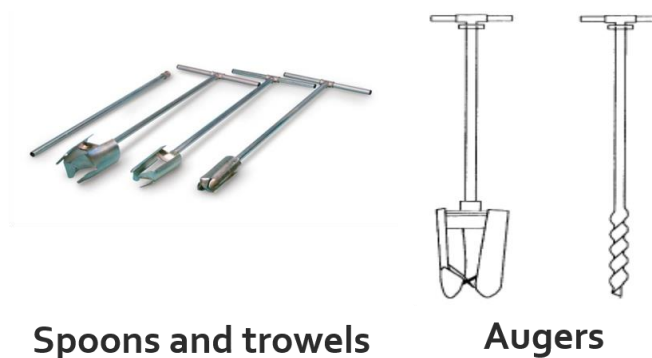


Figura 1. Ferramentas utilizadas para amostragem de solo:

Estas ferramentas são usadas para primeiro remover o lixo e outros objetos sem interesse (quando apropriado) do que a recolha de solo de diferentes profundidades. A amostragem do solo deve ser mantida sob alguns cuidados:

1. Não devem ser utilizados instrumentos metálicos (facas, colheres, espátulas, brocas) quando o solo é coletado para análise de metais;
2. Evitar a introdução de ar na amostra de solo - o ar pode contribuir para a oxidação de alguns compostos do solo.

Os padrões Europeus, da série ISO, para amostragem do solo disponíveis são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Padrões europeus para amostragem do solo (seleção).

Norma ISO	Tópico padrão
ISO 10381-2:2002	Técnicas de amostragem
ISO/DIS 18400-104:2016	Amostragem – Parte 104: Estratégias
ISO 18400-105/2017	Embalagem, transporte, armazenamento e preservação de amostras
ISO 18400-204/2017	Amostragem de gás do solo

Técnicas de preparação de amostras

As técnicas de preparação de amostras de solo para análise de poluentes já foram detalhadas no Módulo 6, Tópico 3, Unidade 2.1.

Para análises de metais pesados, as técnicas de pré-tratamento mais utilizadas são a mineralização e a dissolução química (digestão). A Tabela 2. apresenta vários padrões europeus, da série ISO, de preparação de amostras por dissolução / digestão, predominantemente em meios ácidos.

Tabela 2. Padrões Europeus para pré-tratamento de amostras de solo para análise de metais pesados (seleção).

Norma ISO	Tópico padrão
ISO 11466/1999	Extração de microelementos solúveis em água régia
ISO 19730/2008	Extração de elementos vestigiais do solo usando a solução de nitrato de amónio
ISO 16729:2013	Digestão (microondas) de frações solúveis em elementos de ácido nítrico de elementos
ISO 14869-1/2017	Dissolução com HF e HClO ₄ (Al, Ba, Cd, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, V, Zn)

Para análises de compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) e não-voláteis (NVOC), as técnicas de pré-tratamento são baseadas em técnicas de extração:

1. extração Soxhlet (automatizada);
2. extrações de solventes;
3. extração assistida por microondas.

A Tabela 3. apresenta vários padrões Europeus, da série ISO, de pré-tratamento de amostras utilizados para análise de compostos orgânicos semi-voláteis (SVOC) e não-voláteis (NVOC).

Tabela 3. Padrões europeus de pré-tratamento de amostras de solo para análise de compostos orgânicos (seleção).

Norma ISO	Tópico padrão
ISO 14507:2003	Pré-tratamento de amostras para a determinação de contaminantes orgânicos
ISO 11464/2006	Pré-tratamento de amostras de solo para análises físico-químicas

3. DETERMINAÇÃO DE POLUENTES DOS SOLOS

Para a apresentação dos parâmetros da qualidade do solo, foram agrupados em duas categorias, de origem inorgânica ou orgânica.

Indicadores inorgânicos da qualidade do solo de interesse:

- aniões inorgânicos (sulfato, cianetos, sulfureto, perclorato);
- catiões inorgânicos (Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn);
- outros elementos vestigiais solúveis em água régia ou ácido nítrico;
- compostos da categoria dos nutrientes: fósforo, azoto nítrico, amoníaco e azoto total solúvel.

Os poluentes orgânicos presentes nos solos e de interesse para o monitoramento do solo são:

- compostos orgânicos voláteis (VOCs) tais como éteres, hidrocarbonetos halogenados, hidrocarbonetos aromáticos, fenóis e clorofenóis;
- pesticidas;
- sulfonato de alquilbenzeno linear (LASs);
- hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs);
- bifenilos policlorados (PCBs);
- dioxinas e furanos.

Uma seleção de métodos padrão Europeus, da série ISO, disponível para a determinação dos compostos inorgânicos acima mencionados, é dada na Tabela 4. Esses padrões são baseados em métodos gravimétricos, titrimétricos, espectrométricos, eletroquímicos e cromatográficos.

Tabela 4. Métodos padrão europeus para análise de compostos inorgânicos do solo (seleção).

Indicador da qualidade do solo	Norma	Método analítico
fósforo	ISO 11263/1994	espetrometria
carbonato	ISO 10693/1995	titrimétrico
sulfato solúvel em água e em ácido	ISO 11048/1995	gravimétrico
azoto total	ISO 11261/1995	titrimétrico

condutividade elétrica	ISO 11265+A1/1998	eletroquimicamente
matéria seca e teor de água	ISO 11465/1998	gravimétrico
Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Zn (extrato em água régia)	ISO 11047/1999	espetrometria de absorção atômica
enxofre total	ISO 15178/2000	combustão a seco
azoto nítrico, amoníaco, azoto total solúvel	ISO 14255/2005	análise segmentada de fluxo
elementos vestigiais	ISO 22036/2008	plasma acoplado indutivamente – espectrometria de emissão atômica
cianetos totais	ISO 11262/2011	titrimétrico
elementos vestigiais em restos de água régia e ácido nítrico	ISO/TS 17073.2013	espetrometria de absorção atômica
pH	ISO 10390/2015	eletroquimicamente
perclorato	ISO/DIS 20295/2016	cromatografia iônica

Para a determinação dos compostos orgânicos anteriormente apresentados, como parâmetros para a qualidade do solo, uma seleção dos métodos Europeus, da série ISO, é dada na Tabela 5. Sua determinação é baseada em métodos espectrométricos, cromatografia gasosa e cromatografia líquida.

Tabela 5. Métodos padrão Europeus para análise de compostos orgânicos a partir do solo (seleção).

Indicador da qualidade do solo	Norma	Método analítico
carbono orgânico total (TOC)	ISO 14235/2000	espectrofotometria
pesticidas organoclorados e bifenilos policlorados (PCBs)	ISO 10382/2002	cromatografia gasosa (GC)
herbicidas	ISO 11264/2005	cromatografia líquida de alta performance (HPLC)
clorofenóis selecionados	ISO 14154/2005	cromatografia gasosa

		(GC)
hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)	ISO 18287:2006	espectrometria de massa cromatográfica em gás (GC-MS)
compostos de organoestanho	ISO/DIS 23161/2009	cromatografia gasosa (GC)
alquilbenzeno sulfonato linear (LASs)	ISO/TS 13896:2012	cromatografia líquida de alta performance (HPLC)
bifenilos policlorados (PCBs)	ISO 13876:2013	espectrometria de massa cromatográfica em gás (GC-MS)
dioxinas e furanos e bifenilos policlorados com formas de dioxina	ISO 13914:2013	espectrometria de massa cromatográfica em gás (GC-MS)
hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)	ISO 13859:2014	cromatografia gasosa (GC) e cromatografia líquida de alta performance (HPLC)
fenóis e clorofenóis selecionados	ISO/TS 17182/2014	espectrometria de massa cromatográfica em gás (GC-MS)
hidrocarbonetos aromáticos voláteis e hidrocarbonetos halogenados, naftaleno	ISO 15009:2016	cromatografia gasosa (GC)
hidrocarbonetos aromáticos voláteis e hidrocarbonetos halogenados, éteres	ISO 22155/2016	cromatografia gasosa (GC)

Todos estes métodos padrão são objeto de revisão periódica, proporcionando aos analistas as edições mais recentes.

Além dos indicadores de solo acima mencionados, outros poluentes podem ser de interesse para a qualidade do solo, especialmente para a monitorização baseada em pesquisas. Eles são também de origem inorgânica ou orgânica, substâncias dissolvidas ou insolúveis na solução do solo, com baixos ou elevados pesos moleculares, como os componentes dos ácidos húmico e fúlvico.

Semelhante às análises de ar e água realizadas em laboratórios, além dos métodos analíticos padrão, utilizados de acordo com os regulamentos para certos parâmetros de qualidade do solo, outros métodos analíticos não padronizados para qualquer poluente de interesse também estão disponíveis e aceites nas práticas laboratoriais. Ambas as categorias de métodos analíticos (padrão e não padrão) estão sujeitas à validação do método e à acreditação laboratorial, de acordo com a ISO / IEC 17025: 2005, com a revisão recente, 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. www.en-standard.eu/search/?q=soil%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>

Project coordinator: Ana I. Morales
Headquarters office in Salamanca.
Dept. Building, Campus Miguel de Unamuno, 37007.
Contact Phone: +34 663 056 665