

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroenergia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Química Analítica Ambiental

Sílvio Vaz Júnior

Embrapa
Brasília, DF
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroenergia

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4246
Fax: (61) 3448-1589
www.cnpae.embrapa.br
cnpae.sac@embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Agroenergia

Comitê de Publicações

Presidente

José Manuel Cabral de Sousa Dias

Secretária-executiva

Anna Leticia Montenegro Turtelli Pighinelli

Membros

Larissa Andreani

Leonardo Valadares

Alice Medeiros de Lima

Viviane Maria Zanella Bello Fialho

Nota: A Embrapa é uma empresa que respeita os direitos autorais. No entanto, não conseguimos localizar os autores de algumas imagens utilizadas nesta obra. Se você é autor de alguma ou conhecer quem o seja, por favor, entre em contato com Embrapa Informação Tecnológica, no endereço acima.

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
www.embrapa.br/livraria
livraria@embrapa.br

Unidade responsável pela edição

Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial

Selma Lúcia Lira Beltrão

Lucilene Maria de Andrade

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Juliana Meireles Fortaleza

Revisão de texto

Maria Cristina Ramos Jubé

Normalização bibliográfica

Celina Tomaz de Carvalho

Projeto gráfico e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

1ª edição

1ª impressão (2013): 500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Vaz Júnior, Sílvio.

Química analítica ambiental / Sílvio Vaz Júnior. – Brasília, DF : Embrapa, 2013.

147 p. : il. color. ; 15 cm x 21 cm.

ISBN 978-85-7035-244-6

1. Análise química. 2. Meio ambiente. 3. Poluição ambiental. I. Embrapa Agroenergia. II. Título.

CDD 543

© Embrapa, 2013

Agradecimentos

O autor agradece à Professora Dra. Vânia Zuin do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos pela revisão técnica do texto e pelas observações pertinentes. Agradece também às empresas que disponibilizaram as fotos dos equipamentos. Agradece, ainda, à Dra. Itânia Soares, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, por ceder material para a elaboração dos Capítulos 3 e 4, e à Embrapa Agroenergia e Embrapa Informação Tecnológica pela oportunidade de publicação da obra.

Apresentação

A Química Analítica voltada para o estudo do meio ambiente é um braço das ciências químicas que pode fornecer valiosas informações às outras ciências e a diversos ramos da tecnologia, pois auxilia no entendimento dos processos físico-químicos e biológicos dos elementos químicos e das moléculas orgânicas e inorgânicas no meio ambiente – água, ar e solo.

Quando se busca o aproveitamento completo da biomassa, é de grande importância avaliar os impactos negativos ou positivos para o meio ambiente, gerados pelos processos de conversão, sejam eles químicos, bioquímicos ou termoquímicos. Soma-se a isso a atual preocupação com a sustentabilidade de cadeias produtivas, dos processos e dos produtos. O uso de resíduos, os balanços de energia e massa, o ciclo de vida e a redução de gases do efeito estufa devem ser levados em conta, de modo a se alcançar tal sustentabilidade; e, para tanto, necessita-se da Química Analítica Ambiental gerando informações para a correta tomada de decisões estratégicas.

Boa leitura a todos!

Manoel Teixeira Souza Junior

Chefe-Geral da Embrapa Agroenergia

Prefácio

Esta obra tem por objetivo demonstrar a importância da Química Analítica na contribuição da qualidade ambiental, pela aplicação de técnicas e métodos convencionais e inovadores de análise, os quais possam influenciar positivamente e de uma forma direta na redução dos impactos ambientais da sociedade atual. Esses precedentes baseiam-se em grandes esforços buscando o desenvolvimento técnico e científico da Química Analítica, os quais vêm se dando ao longo de décadas de trabalho por parte da comunidade química.

O autor realizou um levantamento criterioso das principais técnicas analíticas em uso, tanto as clássicas quanto as instrumentais, baseando-se em suas experiências acadêmica e profissional, nas tendências observadas nas ciências analíticas atuais, e nas legislações reguladoras, além da consideração de outros aspectos relevantes, como os princípios de química verde e a proposta de uma química mais sustentável. Essa sistemática proporcionou a abrangência das necessidades de diversos atores envolvidos no tema de áreas como Química Analítica, Saneamento e Saúde Pública, Ciências Ambientais e Engenharias. Porém, os princípios teóricos das técnicas analíticas e dos métodos relacionados não foram aprofundados, pois este não é o objetivo da obra, que é voltada a profissionais e estudantes de graduação ou pós-graduação que já tenham conhecimento prévio em Química Analítica e Química Ambiental, de modo a lhes transmitir um sólido

conhecimento acerca das análises químicas para fins ambientais, que lhes permita elaborar metodologias analíticas e interpretar os dados obtidos.

Sílvio Vaz Júnior

Sumário

Introdução.....	13
Capítulo 1. A importância da Química Analítica para o meio ambiente	17
Referências.....	39
Capítulo 2. Água, ar e solo: as três grandes matrizes ambientais	40
A matriz água.....	40
A matriz ar.....	44
A matriz solo	46
Referências.....	51
Capítulo 3. As técnicas analíticas e seus métodos	53
Técnicas e métodos clássicos.....	56
Técnicas e métodos instrumentais.....	60
Aplicação da quimiometria no tratamento de dados.....	89
Referências.....	90
Capítulo 4. Desenvolvimento e validação de métodos analíticos e o controle dos resultados gerados.....	92
Desenvolvimento de um método analítico.....	92
Validação do método.....	97
Controle de métodos validados.....	107
Referências.....	110

Capítulo 5. Aplicações analíticas em poluição ambiental.....	111
Análises de águas subterrâneas e superficiais.....	116
Análises de ar.....	124
Análises de solo e de outras matrizes correlatas	127
Análises de resíduos sólidos.....	129
O monitoramento analítico em tempo real.....	132
Referências.....	134
Anexo – Dados técnicos para análise de poluentes ambientais	135
Glossário.....	143

Introdução

As atividades industriais e domésticas do ser humano têm produzido grandes impactos ao meio ambiente, negativos na maioria das vezes. O uso massivo da água e do solo é uma grande fonte de poluição, podendo-se destacar, entre outros, os efeitos produzidos pelos derivados de petróleo, agrotóxicos, minérios e atividades domésticas.

Os derivados de petróleo constituem a base de consumo da sociedade atual, estando presentes desde a tinta que se usa na caneta até os componentes e combustíveis dos aviões. Não há como negar os avanços para a Química Orgânica e para a economia trazidos pela descoberta e pelo uso do petróleo: por meio da separação de diferentes frações de seus hidrocarbonetos constituintes, obtêm-se matérias-primas para combustíveis, polímeros, fármacos, materiais diversos, entre outros tantos produtos. Porém, o impacto trazido por essa matéria-prima não renovável ainda é difícil de ser mensurado, pois envolve a poluição do ambiente e dos seres humanos e animais por compostos cancerígenos (hidrocarbonetos poliaromáticos), a contribuição ao aquecimento global pela emissão de gases como o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4), entre outros efeitos.

O uso dos agrotóxicos gera uma profunda discussão entre produtores agrícolas, fornecedores e comunidade científica; pois, apesar de seus benefícios para o desenvolvimento da agricultura e da chamada “revolução verde”, seu impacto negativo ao meio ambiente e à saúde pública é