

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

## **Emprego de Fitogeoquímica na Detecção da Pluma Poluidora no Depósito de Lixo de Estância Velha, RS**

*Maria Do Carmo Lima E Cunha, Antonio Flavio Uberti Costa, Toni Tapani Eerola, Carlos Ferlin*  
*Pesquisas em Geociências, 20 (1): 14-17, Jan./Abr., 1993.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21277>

---

Publicado por

## **Instituto de Geociências**



## **Portal de Periódicos** **UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

### **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - Jan./Abr., 1993.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Emprego da Fitogeoquímica na Detecção da Pluma Poluidora no Depósito de Lixo de Estância Velha, RS

MARIA DO CARMO LIMA E CUNHA<sup>1</sup>, ANTONIO FLAVIO UBERTI COSTA<sup>2</sup>,  
TONI TAPANI EEROLA<sup>3</sup> e CARLOS A. FERLIN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> CPGq, Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup> CPRM/RS, Rua Banco da Província, 105, CEP 90840-030, Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>3</sup> Ruosniementori 6, 28200 Pori, Suómi, Finlândia

<sup>4</sup> METROPLAN, Av. Ipiranga 1365, CEP 90160-093, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 10/07/92. Aceito para publicação em 16/03/93.)

**Abstract** — The main purpose of this work is to evaluate the concentration levels of Cu, Pb, Zn, Cr, Fe e Mn in plant species which occur close to the waste deposit area of Estância Velha, RS. The results obtained show that the species occurring downstream, at the margin of the Arroio Açude that borders the waste, are enriched in Mn and Zn relative to those occurring upstream or at larger distances along the flow. These data prove the applicability of the phytochemical method in studies of contamination of surficial waters by waste deposits.

**Resumo** — O principal objetivo deste trabalho é o de se avaliar o grau de concentração de Cu, Pb, Zn, Cr, Fe e Mn em espécies vegetais que ocorrem em áreas adjacentes ao depósito de lixo de Estância Velha, RS. Os resultados obtidos mostram que as espécies que ocorrem a jusante, na margem do Arroio Açude que circunda o depósito, são mais enriquecidas em Mn e Zn do que aquelas que se desenvolvem a montante ou a maiores distâncias, na direção da corrente. Estes dados comprovam a aplicabilidade do método fitogeoquímico em estudos relativos a contaminação de águas superficiais por depósitos de lixo.

### INTRODUÇÃO

O depósito do lixo municipal da cidade de Estância Velha, situado na localidade denominada Campo Grande, a 4 km do perímetro urbano (Fig. 1), foi instalado

em 1974, ocupando uma área de 2 ha. aproximadamente.

Este depósito, que recebe uma carga diária de 20 t, é composto por detritos orgânicos (restos de alimentos), detritos inorgânicos (vidros, latas, plásticos) e detritos orgânicos estáveis (papel, papelão, madeira).

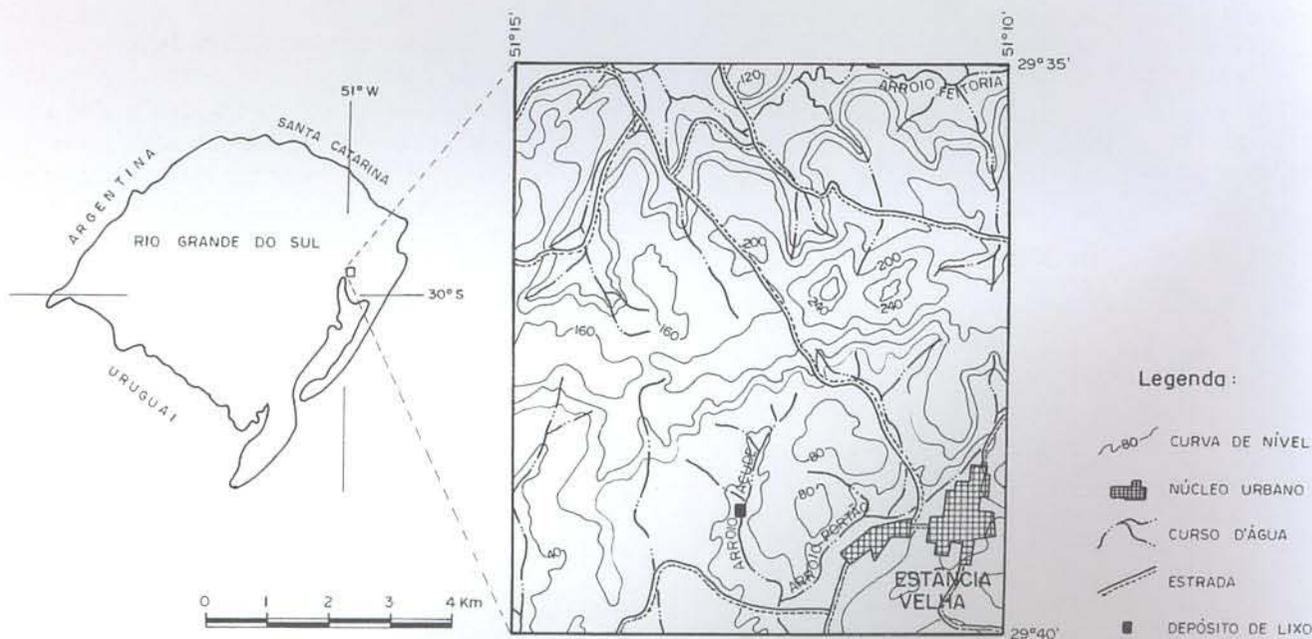


Figura 1 — Localização do Depósito de Lixo de Estância Velha, RS.

Sua instalação foi feita de maneira inadequada, em uma depressão topográfica, sobre área alagadiça que margeia o Arroio Açude, sem um preparo preliminar do terreno, que exige para estes casos um leito estável e enxuto, e sem os manejos adequados do lixo como organização na deposição, compactação e selamento com uma camada de material argiloso.

Em 1990, a METROPLAN implantou um programa de melhorias na área onde foi construído um dique composto por material argiloso, com o objetivo de impedir que as águas que percolam o depósito entrem em contato com aquelas do Arroio Açude.

A implantação destas medidas, entretanto, não garantiu o isolamento total dos resíduos, o que originou a proposta de um monitoramento da área, elaborado pelo projeto PROTEGER — Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre, executado pelo Convênio CPRM-METROPLAN. Para o monitoramento da área foram previstas medidas geofísicas (métodos elétricos) e a instalação de piezômetros para a coleta e análise de água, com o objetivo de detectar e monitorar a pluma poluidora gerada pelo depósito de lixo.

No decorrer das atividades previstas decidiu-se experimentar estudos fitoquímicos, visando a aplicação desta metodologia como ferramenta alternativa e/ou complementar na detecção e no monitoramento das áreas contaminadas.

Os resultados obtidos com a fitoquímica, muito embora preliminares, dado o pequeno número de amostras, são apresentados neste trabalho, com o objetivo de se avaliar o grau de concentração de alguns elementos metálicos, reconhecidamente tóxicos, em espécies vegetais ocorrentes em áreas adjacentes ao depósito.

A associação vegetal que ocorre junto ao lixo de Estância Velha, se desenvolve em área de banhado e se caracteriza por um estrato inferior, constituído por espécies herbáceas, e um estrato superior, de porte arbóreo, representado principalmente por corticeiras, comuns em áreas alagadiças. Os vegetais amostrados, *Ludwigia* sp. (conhecido como Cruz de Malta), *Ruellia angustiflora* (Alfavaca de Cobra) e *Polygonum hydropiperoides* (Erva de Bicho), as duas primeiras lenhosas com porte sub-arbustivo e a última, herbácea, são de presença comum ao longo do Arroio Açude.

## METODOLOGIA

As amostras de vegetais foram coletadas ao longo da drenagem que passa junto ao depósito de lixo, a montante, na sua borda, a jusante e a maiores distâncias do mesmo na direção da corrente (Fig. 2).

No laboratório, as amostras foram submetidas ao processamento usualmente empregado na metodologia biogeoquímica (Brooks, 1983, p. 193). As determinações dos elementos Cu, Pb, Zn, Cr, Fe e Mn foram feitas por Espectrofotometria de Absorção Atômica, com chama, nos laboratórios do Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica da UFRGS, e os resultados apresentados em ppm de peso seco (= ppm cinzas x 0,07, Brooks, 1983).

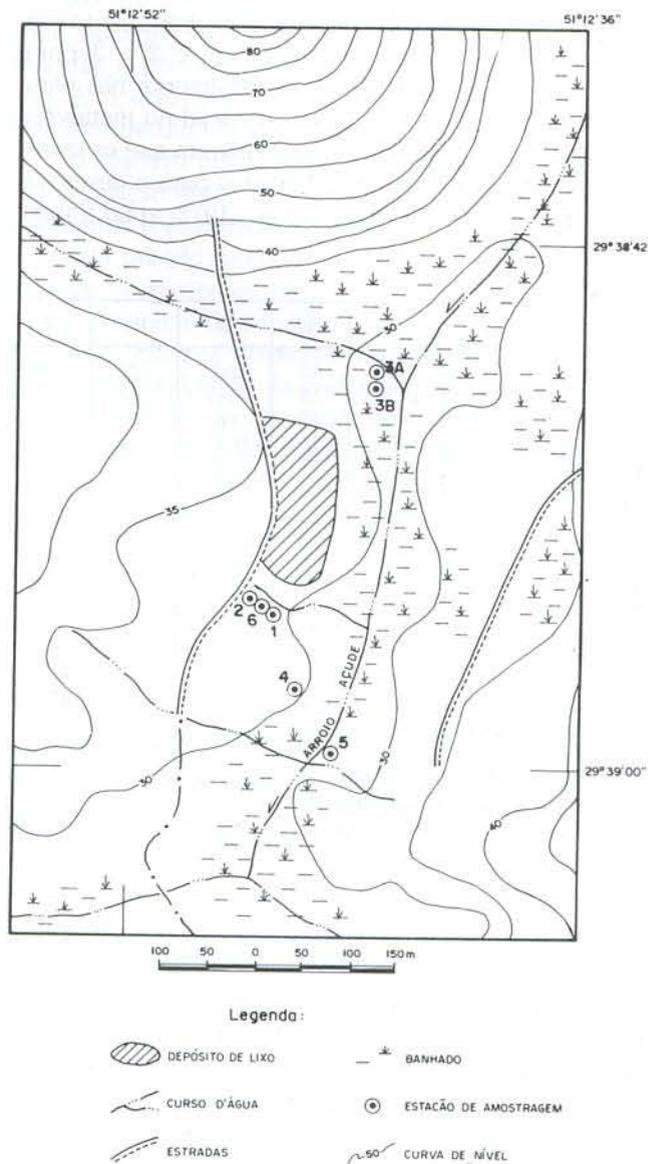


Figura 2 — Localização das Estações de Amostragem Fitoquímica.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das concentrações de Cu, Pb, Zn, Cr, Fe e Mn nas cinzas dos vegetais amostrados discriminados na Tabela 1, são comparados aos teores médios destes elementos em plantas nativas, não cultivadas, registrados por Brooks (1972) e Kabata Pendias & Pendias (1984).

Pela Tabela 1 percebe-se que o Mn se mostrou bastante enriquecido, principalmente nas amostras 5,6 e 2, que também apontam os maiores valores para o Zn. Para o Cu, os teores detectados apresentam pouca variação em torno da média registrada para as plantas não cultivadas. O Cr e o Pb mostram valores abaixo do limite de detecção do método analítico utilizado e o Fe apresenta valores abaixo da média registrada na bibliografia, sendo que somente a amostra 2 está levemente enriquecida.

### Chumbo e Cromo

Na maior parte das amostras analisadas, os teores

de Pb mostraram-se abaixo do limite de detecção (5 ppm) por AAS. Espécies não cultivadas geralmente contêm uma concentração que varia entre 2 e 3 ppm. Embora este elemento ocorra naturalmente nas plantas, ele não desempenha papel essencial no metabolismo das mesmas. Estudos feitos revelaram que os teores entre 2 e 6 ppb de Pb são suficientes para o desenvolvimento dos vegetais (Broyer *et al.*, 1972, *apud* Kabata Pendias & Pendias, 1984).

	Cu	Pb	Zn	Cr	Fe	Mn
Am1 (j)	6	0,35	13	nd	28	200
Am2 (j)	6	0,35	58	0,17	63	3300
Am3A (m)	5	nd	15	nd	28	190
Am3B (m)	9	0,35	16	0,17	35	800
Am4 (md)	6	0,35	17	0,17	14	110
Am5 (md)	6	0,35	50	nd	28	5000
Am6 (j)	10	0,35	94	nd	28	6500
$\bar{x}$	7	0,35	38	0,17	32	2300
Teores Médios P.Nativas	10	5	30	0,60	100	100

Tabela 1 — Valores de Cu, Pb, Zn, Cr, Fe e Mn obtidos nas cinzas das folhas de espécies vegetais ocorrentes no Lixo de Estância Velha - ppm em peso seco. nd - não determinado -  $\bar{x}$  média aritmética

Obs. Am1, Am4 e 3A - Alfavaca de Cobra; Am2 e 3B - Cruz de Malta; Am5 e Am6 - Erva de Bicho.

(j) jusante; (m) montante; (md) maiores distâncias; (P.Nativas) Plantas Nativas.

Aparentemente, a maior parte do Pb do solo se encontra sob forma não disponível às plantas, sendo que somente 0,003 a 0,005% do total de Pb contido neste pode ser absorvido pelos vegetais (Wilson & Cline, 1966, *apud* Kabata Pendias & Pendias, 1984). No entanto, esta absorção varia de modo significativo, de acordo com a distribuição de Pb no solo e com a sua forma de ocorrência. Deve ser enfatizado, contudo, que a contaminação dos solos por Pb é irreversível, o que gera um processo de caráter acumulativo, mesmo quando pequenas quantidades são adicionadas ao meio.

O Cr, ao contrário do Pb, é considerado um elemento essencial aos animais e à saúde humana. Nos vegetais, muito embora não tenha uma essencialidade reconhecida, estudos feitos têm revelado que a adição de 0,5 ppm de Cr<sup>+3</sup> nos solos é benéfica ao desenvolvimento de grãos e legumes. Este elemento é considerado altamente tóxico aos vegetais sob a forma de Cr<sup>+6</sup> (maior mobilidade e, portanto, maior facilidade de absorção pela planta), em condições altamente oxidantes. Na água pode ocorrer sob a forma de cromato, cujas altas concentrações são indício de contaminação por lixo industrial (Mertz, 1972).

Os valores de Pb e Cr encontrados nas cinzas das espécies amostradas em Estância Velha indicam sua pouca disponibilidade para os vegetais ou uma muito baixa concentração nos solos da área, fato que sugere uma ausência de contaminação das plantas que se desenvolvem nas proximidades do depósito. Segundo Kabata Pendias & Pendias (1984), os valores acima de 30 ppm de Pb e acima de 5 ppm de Cr são considerados tóxicos ou excessivos às plantas.

## Cobre e Zinco

Uma das características comuns de distribuição do Cu no solo é a sua acumulação nas camadas mais superficiais do mesmo, sendo este fenômeno um reflexo de sua bioacumulação e também um processo decorrente da ação antrópica, podendo portanto tornar-se disponível às plantas sob várias condições. Embora seja um elemento essencial à nutrição vegetal, visto que desempenha um papel significativo nos processos metabólicos (Epstein, 1972), concentrações elevadas do mesmo, no solo, são altamente tóxicas às plantas. Embora o padrão de absorção do Cu varie de espécie para espécie, uma planta sob condições naturais geralmente contém cerca de 20 ppm (peso seco) de Cu em seus tecidos, sendo este valor considerado o limiar, acima do qual a absorção passa a ser excessiva. Neste sentido, elevadas concentrações de Cu em forrageiras, pastagens e plantas comestíveis, que reflitam uma contaminação derivada da ação antrópica, exigem maiores controles em termos de poluição ambiental.

Na área do lixo de Estância Velha, a concentração média (7 ppm) de Cu nas espécies amostradas está próxima dos valores médios das plantas não cultivadas. Buschinelli (1985) reporta um valor médio de 10 ppm para as folhas de mamona, arbusto ocorrente no aterro sanitário da Ilha do Pavão, Porto Alegre.

Uma vez que a relação concentração na planta/concentração no solo é constante, ressaltando-se contudo que este processo só ocorre quando os teores no solo são baixos (Antonovics *et al.*, 1971), os valores de Cu aqui detectados indicam que não só os vegetais o absorvem de acordo com as suas necessidades nutricionais, mas também que os teores não estão excedendo a capacidade de sorção do solo, o que leva a se supor uma ausência de contaminação por Cu na área do depósito.

O Zn, também considerado um elemento essencial à nutrição vegetal, se absorvido em quantidades excessivas (acima de 100 ppm) pode ser tóxico às plantas (Kabata Pendias & Pendias, 1984). Pela Tabela 1 observa-se que o teor médio das espécies de Estância Velha está muito próximo ao registrado na bibliografia. No entanto, percebe-se que aquelas amostras com os mais altos teores em Zn são as mesmas que concentram mais o Mn. Segundo Antonovics *et al.* (1971), o padrão de absorção do Zn é linear, significando que a quantidade deste nas plantas está diretamente relacionada aos teores do solo. Muito embora os valores de Zn obtidos nas amostras de Alfavaca de Cobra não sejam equivalentes aqueles encontrados nas demais espécies, o fato de este acompanhar o Mn naquelas amostras coletadas a jusante da drenagem, é indício de sua maior concentração nas proximidades do dique.

## Ferro e Manganês

O Fe é também um elemento essencial às plantas, concentrando-se nos cloroplastos e atuando no processo de fotossíntese. Sua deficiência ocasiona a clorose das folhas. Mesmo em solos pobres em Fe, não existe uma deficiência absoluta deste elemento para os vege-

tais, mas somente uma carência de quantidades prontamente disponíveis. Quando facilmente solúvel, as plantas podem absorvê-lo em teores apreciáveis.

Considerando-se que o teor médio em plantas não cultivadas é de 100 ppm, com uma distribuição entre 80 e 150 ppm, nenhuma amostra analisada apresentou um valor significativo, indicando, inclusive, que as mesmas têm baixa concentração de Fe.

O Mn, igualmente essencial às plantas, apresenta teores altos (com exceção da amostra 4) quando comparados com a média de plantas não cultivadas.

Segundo Kabata Pendias & Pendias (1984), a disponibilidade do Mn é altamente controlada pelas propriedades do solo, sendo prontamente disponível aos vegetais, quando ocorrente em solos ácidos de áreas inundadas. Sua concentração na planta está diretamente relacionada com o seu grau de mobilidade no meio.

Quando confrontados os valores de Fe e Mn detectados nas espécies de Estância Velha, observa-se o antagonismo existente entre estes elementos, fenômeno comum principalmente em solos ácidos, com grande quantidade de Mn disponível. Em geral, o Fe e o Mn são inter-relacionados em suas funções metabólicas, com uma razão Fe/Mn entre 1,0 e 2,5 (Kabata Pendias & Pendias, 1984; Brooks, 1972). No presente caso, esta mesma razão tem um valor de 0,06, evidenciando a baixa absorção de Fe pelas espécies estudadas e a sua maior disponibilidade de Mn às mesmas. É de interesse se identificar a fonte do Mn, já que este entra em pequenas quantidades na composição de ligas metálicas, sendo muito mais empregado em corantes e tintas.

Como os solos da área considerada são derivados dos arenitos da Formação Botucatu, é possível que a maior concentração de Mn nestes seja decorrente da alteração dos óxidos e hidróxidos de Fe aos quais o Mn se associa quimicamente. Uma vez que o Fe passa facilmente de Fe<sup>+2</sup> para Fe<sup>+3</sup>, sua capacidade de migração é bem menor que a do Mn que é mais móvel. Neste sentido, é provável que os teores de Mn detectados nas espécies vegetais, embora anômalos, sejam decorrentes das condições do meio que mantém este elemento em solução e, deste modo, mais disponível às plantas.

## CONCLUSÕES

Mesmo que as concentrações de Mn e Zn, nas espécies vegetais consideradas, aparentemente não sejam derivadas diretamente dos materiais depositados no lixo de Estância Velha, o fato de este estar implantado em área inadequada e sem um manejo apropriado, pode gerar condições físico-químicas que mantêm estes elementos em solução, propiciando um aumento de concentração dos mesmos. Por outro lado, sob condições naturais do meio, tais elementos seriam suficientemente disponíveis, de modo a atender as necessidades nutricionais das plantas.

Em termos biogeoquímicos, muito embora exista uma variação de concentração dos elementos analisados nas espécies estudadas, percebe-se que as amostras 2, 5 e 6 mostram teores muito elevados de Mn, seguidos de um enriquecimento em Zn.

O objetivo principal do trabalho foi o de se verificar a relação entre o depósito de lixo e os teores dos elementos considerados nos vegetais amostrados. Para que esta relação se confirmasse, dever-se-ia encontrar valores decrescentes para os elementos, na seguinte ordem: margem do depósito a jusante, margem a montante e a maiores distâncias do depósito, ao longo da drenagem na direção da corrente.

Quando se examina todo o conjunto de amostras analisadas, essa relação não se confirma. Entretanto, quando examinadas as espécies separadamente, verifica-se uma correlação positiva entre os valores anômalos de Mn (em todos os vegetais) e de Zn e a proximidade do depósito de lixo (exceção feita à Alfavaca de Cobra, lembrando que a absorção dos elementos pelas plantas varia de elemento para elemento e de espécie para espécie).

As espécies representadas pelas amostras 1, 2 e 6, coletadas a jusante do depósito apresentam um enriquecimento em relação àquelas coletadas a montante (3A e 3B) ou a maiores distâncias, na direção da corrente do Arroio Açude (4 e 5).

Portanto, mesmo com o pequeno número de amostras empregadas, confirmou-se a validade de utilização da fitogeoquímica no estudo da contaminação das águas superficiais, gerada por depósitos de lixo. Este método revela-se vantajoso pela coleta rápida e pelos custos analíticos, relativamente baixos, podendo tornar-se uma alternativa importante a ser utilizada no monitoramento superficial, ao longo de drenagens, das plumas poluidoras geradas por essas condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonovics, J., Bradshaw, A. D. & Turner, R. G. 1971. Heavy metal tolerance in the plants. In: Cragg, J. B. (ed.) *Advances in Ecological Research*. Academic Press, London, v. 7. 83 p.
- Brooks, R. R. 1972. *Geobotany and Biogeochemistry in Mineral Exploration*. Harper & Row, New York. 289 p.
- . 1983. *Biological Methods of Prospecting for Minerals*. John Wiley & Sons, New York. 322 p.
- Buschinelli, C. C. A. 1985. *Contaminação do Solo, Plantas e Água Subterrânea por Cd, Pb, Cr, Cu e Zn em área de aterro com lixo em Porto Alegre, RS*. Curso de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 132 p.
- Costa, A. F. U. & Ferlin, C. A. 1990. Detecção e Monitoramento da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito de Lixo Municipal de Estância Velha, RS. Relatório do Projeto PROTEGER. CPRM/METROPLAN, Porto Alegre. 45 p.
- Epstein, E. 1975. *Nutrição Mineral das Plantas - Princípios e Perspectivas*. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. 341 p.
- Kabata Pendias, A. & Pendias, H. 1984. *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Florida. 315 p.
- Mertz, W. 1972. Chromium. In: *Geochemistry and the environment. The relation of selected trace elements to health and disease*. National Academy of Science, Washington. 113 p.