



Sedimentos de Fundo

**Atlas
Geoquímico
da Folha Curitiba**

O espaço geoquímico é multivariado por natureza e as covariações entre os elementos e os compostos e sua posição espacial, refletem os diversos processos ativos no espaço geográfico sob investigação. A maioria dos processos, naturais ou antrópicos, que ocorre na superfície terrestre se expressa pela presença de associações de elementos químicos características do processo gerador e geograficamente associada à sua área de ocorrência. Entretanto, tais assinaturas geoquímicas, que são singulares, poderão estar mascaradas pela superposição de outras, provenientes de outras origens. Com isso, o sinal geoquímico identificável, por exemplo, nas águas e nos sedimentos ativos de bacias hidrográficas constitui-se num somatório de contribuições originadas do ambiente natural e da ação do homem. Na medida em que um sinal geoquímico complexo seja interpretado com apoio em dados e ferramentas que favoreçam uma abordagem multidisciplinar, haverá a possibilidade de que este seja decomposto, podendo ser identificados e isolados os processos geradores, naturais ou antrópicos. Na medida que as técnicas geoquímicas são utilizadas para um conhecimento mais abrangente da natureza, exige-se delas um maior poder de discriminação, porque a vida começou e evoluiu na Terra, na presença de todos os elementos naturais, mesmo que em concentrações extremamente baixas. Por esse motivo, com o aperfeiçoamento das técnicas analíticas laboratoriais, a cada década, mais e mais elementos são adicionados a lista dos elementos bioativos.

ATLAS GEOQUÍMICO DA FOLHA CURITIBA
SG - 22 - XD - I

Direitos desta Edição

Minerais do Paraná S.A.

FICHA CATALOGRÁFICA

M 664a

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

Atlas geoquímico da Folha Curitiba

SG - 22 - XD - I

Curitiba - MINEROPAR, 2001.

80 p.

1. Geoquímica - Atlas - Curitiba. 2. Meio ambiente. 3. Impactos ambientais. 4. Riscos ambientais. I. Licht, Otavio Augusto Boni.

II. Título.

CDU 550.4 (084.4)

MINERAIS DO PARANÁ S.A. – MINEROPAR

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOQUÍMICAS DO ESTADO DO PARANÁ - SIGEP

ATLAS GEOQUÍMICO DA FOLHA CURITIBA
SG - 22 - XD - I

Geoquímica dos sedimentos de fundo

Curitiba
2001

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

JAIME LERNER

Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E DO TURISMO

EDUARDO FRANCISCO SCIARRA

Secretário

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

OMAR'AKEL

Diretor Presidente

MARCOS VITOR FABRO DIAS

Diretor Técnico

HELOÍSA MONTE SERRAT DE ALMEIDA BINDO

Diretora Administrativo-Financeira

ATLAS GEOQUÍMICO DA FOLHA CURITIBA

Coordenação e elaboração

Geólogo OTAVIO AUGUSTO BONI LICHT, MS, Dr.

Gerente Geral do SIGEP

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOQUÍMICAS DO ESTADO DO PARANÁ (Decreto Estadual 4088/94)

Participação

Geólogo EDIR EDEMIR ARIOLI

Colaboração e apoio

Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais - CPRM

Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná - SETI/PR

Câmara Técnica do Sistema de Informações Geoquímicas do Paraná - SIGEP (Decreto Estadual 4389/94)

Comitê Coordenador do Projeto Global Geochemical Baselines - IGCP-360 UNESCO/IUGS

APRESENTAÇÃO

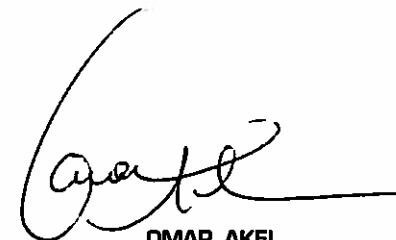
A MINEROPAR, empresa do Governo do Estado do Paraná com atuação nas áreas de geologia, pesquisa mineral e fomento à atividade industrial, coloca à disposição das instituições públicas, científicas e da sociedade em geral, um importante acervo de informações geoquímicas relativas aos sedimentos ativos que refletem com precisão parte da composição do solo e das rochas de grande parte da Região Metropolitana de Curitiba, bem como os impactos da ação humana.

A multiplicidade no uso das informações e a consciência de suas funções sociais têm norteado nossos trabalhos, possibilitando que, além do interesse imediato para fins de pesquisa e prospecção mineral, o uso dos dados geoquímicos apresentem a abrangência que a informação científica permite, para uso nos mais diferentes campos de conhecimento, como a saúde, a agricultura e o meio ambiente.

A necessária disponibilidade de dados com multipropósitos, associada aos interesses setorializados dos campos da ciência aplicada, levaram a MINEROPAR a conceber um sistema que permite este interrelacionamento, ao mesmo tempo em que possibilita tratamento da informação com finalidade específica.

A MINEROPAR, com este trabalho, cumpre mais um de seus objetivos, o de gerar dados e informações sobre a geologia do Estado, numa soma de esforços para o avanço do conhecimento do meio físico, importante suporte à melhoria da qualidade de vida dos paranaenses, prioridade do Governo do Estado.

Cabe aqui um agradecimento muito especial à Fundação Araucária, instituição estadual de amparo à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico, cujo apoio financeiro viabilizou o lançamento deste atlas.



OMAR AKEL
Diretor Presidente
Minerais do Paraná S/A
MINEROPAR

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 01

2. METODOLOGIA 03

- 2.1. Amostragem
- 2.2. Preparação e Análise
- 2.3. Processamento de Dados
- 2.4. Cartografia Geoquímica

3. OS MAPAS GEOQUÍMICOS 05

3.1. Alumínio - sedimentos de fundo	07
3.2. Antimônio - sedimentos de fundo	09
3.3. Arsênio - sedimentos de fundo	11
3.4. Bário - sedimentos de fundo	13
3.5. Cálcio - sedimentos de fundo	15
3.6. Chumbo - sedimentos de fundo	17
3.7. Cobalto - sedimentos de fundo	19
3.8. Cobre - sedimentos de fundo	21
3.9. Cromo - sedimentos de fundo	23
3.10. Escândio - sedimentos de fundo	25
3.11. Estanho - sedimentos de fundo	27
3.12. Estrôncio - sedimentos de fundo	29
3.13. Ferro - sedimentos de fundo	31
3.14. Flúor - sedimentos de fundo	33
3.15. Fósforo - sedimentos de fundo	35

3.16. Ítrio - sedimentos de fundo	37
3.17. Lantânio - sedimentos de fundo	39
3.18. Lítio - sedimentos de fundo	41
3.19. Magnésio - sedimentos de fundo	43
3.20. Manganês - sedimentos de fundo	45
3.21. Mercúrio - sedimentos de fundo	47
3.22. Nióbio - sedimentos de fundo	49
3.23. Níquel - sedimentos de fundo	51
3.24. Potássio - sedimentos de fundo	53
3.25. Sódio - sedimentos de fundo	55
3.26. Titânio - sedimentos de fundo	57
3.27. Tungstênio - sedimentos de fundo	59
3.28. Vanádio - sedimentos de fundo	61
3.29. Zinco - sedimentos de fundo	63
3.30. Zircônio - sedimentos de fundo	65

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A exploração geoquímica tem na prospecção mineral uma de suas mais antigas e disseminadas aplicações. Baseia-se no conceito que os depósitos minerais representam concentrações anômalas de elementos químicos na crosta da Terra, contrastando fortemente com as rochas encaixantes, estas com teores normais. Pela ação de processos químicos e físicos, essas concentrações anômalas são incorporadas ao ciclo do intemperismo, com a conseqüente dispersão de seus componentes. Esse processo produz um halo de dispersão em forma de leque ou pluma, que configura um alvo muito mais amplo que o próprio corpo mineralizado (Licht, 1998).

A exploração geoquímica examina as propriedades químicas dos materiais naturais, tais como rochas, solos, sedimentos ativos de drenagem, concentrados de minerais, águas superficiais ou subterrâneas, seres vivos, poeira ou gases. Os parâmetros mais comumente medidos nos trabalhos de exploração geoquímica para detecção de jazimentos minerais, são os teores dos elementos ou de compostos químicos, ou então medidas de parâmetros como pH (acidez da amostra) ou condutividade elétrica.

As técnicas de exploração geoquímica têm sofrido uma crescente adaptação às novas necessidades da sociedade. Todos os métodos desenvolvidos para a exploração geoquímica direcionada à exploração mineral são úteis e aplicáveis a estudos da distribuição espacial, da abundância e das carências de elementos químicos ou substâncias de origem natural ou artificial. Isso serve ao conhecimento do quimismo do meio físico, relacionado a diversas áreas do conhecimento, tais como a agronomia, veterinária, saúde pública e monitoramento ambiental. Diversos tipos de doenças endêmicas estão sendo explicadas com este tipo de enfoque, como a doença de Kashin-Beck na República Popular da China, relacionada à carência de selênio. Essa relação foi descoberta após o exame e interpretação dos dados do levantamento geoquímico multielementar do território chinês (Xie Xuejin, 1995, comunicação pessoal).

Essas aplicações modernas das técnicas da exploração geoquímica estão sendo facilitadas pelas pesquisas metodológicas, de campo e laboratório, com o desenvolvimento de novas técnicas de amostragem e de isolamento de frações específicas, como concentrados de proteínas no material húmico de solos e sedimentos de drenagem (Goñi, 1982, comunicação pessoal) ou dos musgos que cobrem as margens dos canais das drenagens em regiões de clima temperado a frio no hemisfério norte. Além dessas, o aperfeiçoamento das técnicas analíticas instrumentais multielementares, como a espectrometria de plasma induzido, a fluorescência de raios X e a espectrofotometria de absorção atômica, têm reduzido de forma drástica os limites de detecção de elementos e substâncias, contribuindo para revelar estruturas e anomalias geoquímicas sutis, porém importantes e significativas (Licht, 1998).

Técnicas modernas de informática têm possibilitado o tratamento de enormes massas de dados geoquímicos multielementares, produzindo imagens de uso compatível com softwares de processamento de imagens e possibilitando sua interpretação integrada com outros temas e mesmo com imagens obtidas por sensores geofísicos ou temáticos multiespectrais instalados em aviões ou satélites.

Essa abordagem moderna da exploração geoquímica tem possibilitado a execução de projetos de abrangência regional ou nacional em diversas regiões ou países do mundo, dentre os quais o Brasil. Salientam-se os Projetos das Cartas Geoquímicas do Norte da Escandinávia, da Finlândia, da Grã Bretanha, da Costa Rica, do Alaska e da República Popular da China. Todos esses projetos obedecem padrões estabelecidos pelos Projetos IGCP-259 e IGCP-360 (International Geological Correlation Project) da UNESCO e IUGS (International Union of Geological Sciences).

Durante toda a década de 1970 e a primeira metade da de 1980, diversos projetos de prospecção mineral foram realizados no Primeiro e Segundo Planalto Paranaenses, ou seja, o Escudo do Paraná e a seqüência sedimentar da Bacia do Paraná. Executados por organizações estatais ou privadas, produziram enormes quantidades de dados geoquímicos de exploração mineral que tiveram uso restrito à entidade executora ou ao interesse do projeto. Pela sua condição de organização disseminadora do conhecimento geológico e fomentadora da atividade mineral no Estado do Paraná, a MINEROPAR decidiu, em 1992, promover a recuperação desses dados visto os enormes recursos financeiros dispendidos quando da sua geração e pela possibilidade desses dados virem a ser utilizados com interesses diversos da prospecção mineral, por exemplo no planejamento regional ou localizado, apresentado em Licht e Tarvainen (1996).

A técnica empregada de análise química de amostras de sedimentos ativos de drenagem, foi desenvolvida e aplicada exclusivamente para prospecção de depósitos minerais, já que regiões com teores anormalmente elevados em certos elementos químicos indicam a presença de fontes ricas nesses elementos, que podem estar relacionadas à mineralizações. Este trabalho adquire maior relevância no momento que alguns aspectos da geoquímica ambiental são examinados a fim de identificar alguns efeitos da atividade humana na alteração dos níveis naturais de abundância de certos elementos por contaminação urbana ou industrial; o reconhecimento de certas áreas que mereçam cuidados especiais relativos à sanidade das populações e dos rebanhos devido a níveis elevados de certos elementos tóxicos; a delimitação de regiões com abundâncias ou carências naturais de micro e macronutrientes, assessorando o planejamento de aplicação de corretivos e fertilizantes agrícolas (BGS, 1991). Elementos como o flúor e o zinco, são benéficos à saúde apenas em pequenas quantidades e tóxicos quando em excesso. Já o cádmio e o chumbo, são tóxicos mesmo em teores reduzidos.

O Levantamento Geoquímico Multielementar da Folha Curitiba [SG - 22 - XD - I] abrange áreas urbanizadas, peri-urbanas e rurais com intensidades variáveis de ocupação humana. Dessa maneira, a distribuição espacial dos padrões e feições geoquímicas reflete o ambiente natural (riscos geoquímicos) ou a ação do homem (impactos geoquímicos), ou em certas situações, a superposição desses dois agentes. Assim, o uso da informação e do dado geoquímico vai depender sempre de investigações mais detalhadas e do objetivo da pesquisa, no sentido de identificar o agente produtor da anomalia geoquímica. A quantidade e variedade de dados geoquímicos contidos neste Atlas permitem que sejam usados

elementos isolados, grupos de elementos e mesmo a combinação dos teores de um mesmo elemento objetivando a delimitação de regiões de interesse para diversos tipos de diagnósticos.

A interpretação dos padrões geoquímicos e sua influência sobre o ambiente deve ser feita pela ótica dos especialistas em geologia, agronomia, saúde pública, saneamento, fiscalização ambiental, dentre outras. Por esse motivo, não foi incluída no Atlas qualquer consideração de caráter geológico para evitar uma tendência *a priori* que viesse a prejudicar a visão multidisciplinar que deve nortear a interpretação dos mapas geoquímicos.

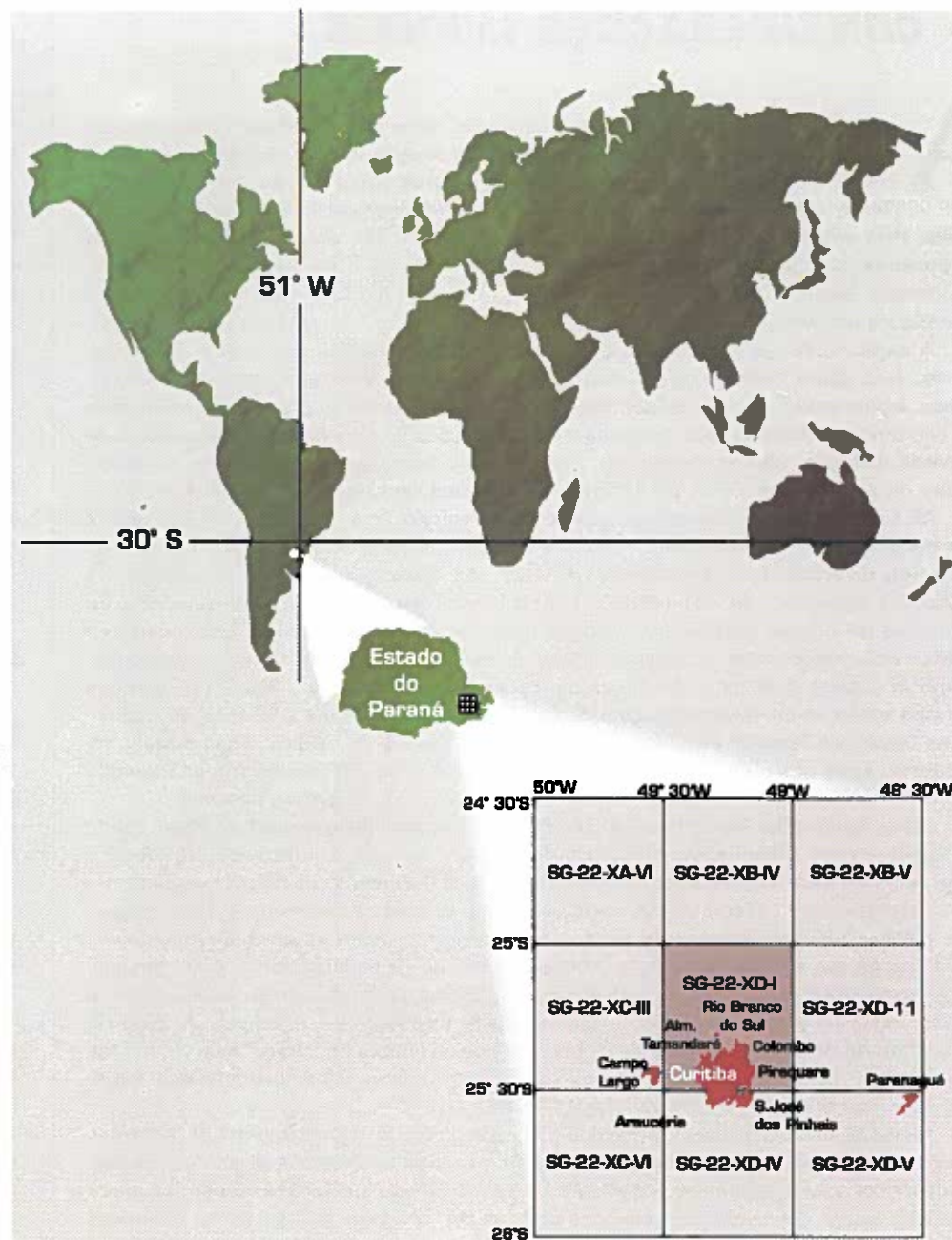


Figura 1 - Cartograma de localização da Folha Curitiba

2. METODOLOGIA

2.1 - AMOSTRAGEM

A amostragem foi planejada de modo a proporcionar uma cobertura completa da Folha Curitiba (SG - 22 - XD - I) em escala 1:100.000. A área das microbacias selecionadas variou desde 0,62 km² até 25 km² com média de 5,4 km². Na região urbanizada, as microbacias abrangem áreas maiores, já que a rede de canalização de esgotos pluviais e cloacais alterou o padrão original da rede hidrográfica.

Foram coletadas 392 amostras de sedimento de fundo no eixo das drenagens, onde ocorre o maior fluxo d'água, sendo cada amostra composta por cinco tomadas espaçadas de alguns metros.

A coleta das amostras foi realizada em duas campanhas: a primeira, executada por equipe da CPRM-SUREG/SP aconteceu entre março/1995 e junho/1995, produziu cerca de 95% das amostras; a segunda, de complementação de amostragem, na área urbana de Curitiba, foi realizada por equipe da MINEROPAR entre 8/agosto/1995 e 18/agosto/1995.

2.2 - PREPARAÇÃO E ANÁLISE

As amostras foram submetidas a secagem, desagregação e peneiração em malha 80 mesh (0,162 mm). A fração < 80 mesh foi analisada com uso dos ataques químicos e das metodologias analíticas mais adequados para cada elemento. O teor total indica a presença do elemento químico, independente da forma em que se apresenta naquela amostra de sedimento de fundo, seja compondo a estrutura de um mineral natural, seja participando da composição de um efluente industrial ou de um pesticida agrícola ou ainda dos dejetos urbanos. Já os teores dos elementos químicos na forma trocável são os que merecem maior atenção, sob o ponto de vista ambiental e sanitário, pois representam a fração passível de absorção pela biota e de contaminação de aquíferos superficiais e subterrâneos.

Para construção dos mapas e estimadores estatísticos, os teores menores que o limite de detecção do método analítico foram considerados como a metade do limite de detecção, o que significa atribuir 0,05 ppm como teor de uma amostra onde o procedimento analítico identificou < 0,1 ppm.

Os elementos Ag, Be, Bi, Cd, Mo, Se e Te não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas (Tabela 1) e, por esse motivo, não foi possível elaborar seus mapas geoquímicos.

Elemento	Método analítico	Limite de Detecção	Menor que o LD		Valores válidos	
			n	%	n	%
Ag (prata)	03 EP 2	0,5 ppm	351	100	0	0
Be (berílio)	03 EP 2	1,0 ppm	351	100	0	0
Bi (bismuto)	03 EP 2	10 ppm	351	100	0	0
Cd (cádmio)	03 EP 2	3,0 ppm	351	100	0	0
Mo (molibdênio)	03 EP 2	2,0 ppm	351	100	0	0
Se (selênio)	58 AA 2	1,0 ppm	319	100	0	0
Te (telúrio)	58 AA 2	1,0 ppm	320	100	0	0
Sb (antimônio)	03 EP 2	5,0 ppm	349	99,43	2	0,57
Tl (lítio)	03 EP 1	0,01 %	347	98,86	4	1,14
Sn (estanho)	FR 2	5,0 ppm	318	94,93	17	5,07
P (fósforo)	03 EP 1	0,01 %	330	94,02	21	5,98
Hg (mercúrio)	58 AA 3	50 ppb	336	92,82	26	7,18
Cr (cromo)	03 EP 2	1,0 ppm	310	88,32	41	11,68
Li (lítio)	03 EP 2	1,0 ppm	301	85,75	50	14,25
W (tungstênio)	03 EP 2	10,0 ppm	301	85,75	50	14,25
As (arsênio)	03 EP 2	5,0 ppm	290	82,62	61	17,38
V (vanádio)	03 EP 2	5,0 ppm	262	74,64	89	25,36
Sc (escândio)	03 EP 2	1,0 ppm	218	62,10	133	37,90
Ni (níquel)	03 EP 2	2,0 ppm	211	60,11	140	37,89
K (potássio)	03 EP 1	0,01 %	202	57,55	149	42,45
Sr (estrôncio)	03 EP 2	0,5 ppm	59	16,81	293	83,19
La (lanitânio)	03 EP 2	5,0 ppm	57	16,24	294	83,76
Mg (magnésio)	03 EP 1	0,01 %	49	13,96	302	86,04
Mn (manganês)	03 EP 1	0,01 %	35	9,97	316	90,03
Na (sódio)	03 EP 1	0,01 %	0	0	327	100
Y (itrio)	03 EP 2	1,0 ppm	21	5,98	330	94,02
Co (cobalto)	03 EP 2	1,0 ppm	13	3,70	338	96,30
Pb (chumbo)	03 EP 2	2,0 ppm	9	2,56	342	97,44
Cu (cobre)	03 EP 2	0,5 ppm	2	0,57	349	99,43
Ca (cálcio)	03 EP 1	0,01 %	1	0,28	350	99,72
Zn (zinco)	03 EP 2	1,0 ppm	1	0,28	350	99,72
Al (alumínio)	03 EP 1	0,01 %	0	0	351	100
Ba (bário)	03 EP 2	1 ppm	0	0	351	100
Fe (ferro)	03 EP 1	0,01 %	0	0	351	100
Nb (níbio)	FR 2	5,0 ppm	1	0,28	356	99,72
F (flúor)	60 EP 2	30 ppm	0	0	363	100
Zr (zircônio)	FR 2	5 ppm	0	0	363	100

Tabela 1 - Quantidade de amostras (N) de sedimentos ativos de drenagem analisadas e respectivas proporções de resultados analíticos válidos e menores que o limite de detecção analítico.

Chave para o método analítico	Ataque	03 = ataque EDTA 5%; 58 = geração de hidretos; 60 = fusão alcalina
	Método analítico	EP = espectrometria de Plasma ICP-ES; FR = fluorescência de raios X; AA = espectrofotometria de absorção atômica; EE = eletrodo de íon específico
	Unidade	1 = % (por cento); 2 = ppm (partes por milhão); 3 = ppb (partes por bilhão)

2.3 - PROCESSAMENTO DOS DADOS

As bases de dados geoquímicos do levantamento Geoquímico Multielementar da Folha Curitiba foram constituídas em arquivos digitais em formato dBASE III e dividem-se em três partes :

a. *dados de localização e de posicionamento* - os dados relativos ao posicionamento de cada estação de amostragem foram obtidos por meio de leitura direta na base cartográfica em meio digital.

b. *dados descritivos do sítio da estação de amostragem* - obtidos diretamente no campo, por meio de observação do amostrador, registrada em ficha padronizada adequada às características do levantamento;

c. *dados analíticos* - campos que contêm os resultados de análises geoquímicas ou físico-químicas.

2.4 - BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica do Atlas Geoquímico da Folha Curitiba foi obtida por meio de digitalização manual da Folha Curitiba (SG - 22 - XD - I) em escala 1:100.000, no sistema gráfico MaxiCAD, com conversão e geocodificação das micro-bacias em ambiente ARC/INFO e ArcView 3.0.

O mapa geológico foi obtido por delimitação dos limites da Folha Curitiba sobre o arquivo digital da Mineropar, baseado no Mapa Geológico do Paraná (Biondi *et al.*, 1989). As unidades e estruturas geológicas foram geocodificadas em ambiente ARC/INFO e ArcView 3.0.

2.5 - CARTOGRAFIA GEOQUÍMICA

Para a representação das superfícies geoquímicas complexas que definem as tendências geoquímicas dos elementos considerados, foi necessário realizar a regularização das malhas de amostragem. Essa regularização diz respeito ao espaçamento e a distribuição espacial dos dados originais. O ponto de amostragem foi deslocado de sua posição real para o baricentro da microbacia. Esse procedimento foi adotado considerando que o ponto de coleta da amostra não representa apenas um ponto mas sim uma área (a microbacia) e que os pontos originais estão concentrados ao longo das linhas das drenagens principais.

Os dados geoquímicos obtidos por levantamentos geoquímicos, como os apresentados neste Atlas, representam a composição química média dos sedimentos de fundo de cada microbacia amostrada. Em certas situações, bacias isoladas podem apresentar alterações na composição geoquímica esperada para a região. Essas alterações podem estar relacionadas a fontes naturais (ocorrências minerais e estruturas geológicas, tipos de solo, vegetação, dentre outros) ou fontes artificiais (depósitos de lixo doméstico, efluentes industriais, resíduos de pesticidas agrícolas, entre outros). O exame de um mapa geoquímico pode ser feito buscando os padrões de comportamento geoquímico regionais ou então identificando as anomalias localizadas.

Para o traçado das curvas de contorno dos mapas geoquímicos, foram selecionados

o valor mínimo, os percentis 5, 10, 15, 25, 50, 75, 90, 92, 94, 96 e 98 e o valor máximo das células na malha regularizada. Para salientar as áreas anômalas negativas e positivas, foi adotada uma escala cromática variando desde cores frias (cinza, preto e azul escuro) até cores quentes (amarelo, laranja e vermelho) correspondendo à variação dos teores baixos até altos. Em alguns mapas, foi necessário, adequar os intervalos de valores e respectiva escala de cores de forma a apresentar mapas onde a estruturação geoquímica fosse claramente apresentada. Os mapas geoquímicos foram elaborados com o software Surfer for Windows versão 6.0.

As tendências e a estruturação geoquímica dos elementos selecionados foram calculadas com os seguintes parâmetros:

Método de interpolação	Krigagem ordinária (Ordinary Kriging).
Método de busca	Simples, dos 24 pontos mais próximos
Raio de busca (isátopo)	10.000 m
Dimensões das células	Leste: 256 m
	Norte: 281 m
Quantidade de células	Leste: 200
	Norte: 200
	Total: 40.000

Tabela 2 - Parâmetros empregados na interpolação e estimação dos dados para produção dos mapas geoquímicos

3 – OS MAPAS GEOQUÍMICOS

A composição de uma amostra de sedimento de fundo de um canal de drenagem reflete a composição química média de toda bacia hidrográfica, à montante do ponto de coleta.

Uma amostra de sedimento de fundo é complexa pois é constituída por minerais ou fragmentos de rocha resistentes ao processo de intemperismo, detritos produzidos pela atividade biológica, material mineral fino produzido pelo intemperismo como argilo-minerais e óxidos hidratados de Fe e Mn. A todo esse conjunto de origem natural, somam-se os produtos e resíduos líquidos ou sólidos provenientes da atividade humana.

A análise química de uma amostra de sedimento de fundo, então, reflete a soma das características químicas dos materiais que ocorrem na bacia hidrográfica.

Mapas geoquímicos são elaborados com base nos resultados de análises químicas de amostras de sedimentos de fundo, coletadas em um conjunto de bacias hidrográficas. Desse modo, são capazes de retratar a atuação de fontes naturais ou antrópicas no território investigado, discriminando regiões com excesso (anomalias positivas) ou escassez (anomalias negativas) de elementos químicos.

Anomalias expressas nos mapas geoquímicos produzidos a partir da coleta de amostras de sedimentos de fundo e análise química com extrações fracas (p.ex. EDTA 5%) merecem atenção especial, já que representam a fração química trocável, passível de agregação imediata ao ciclo biológico.

As anomalias caracterizadas nos mapas geoquímicos apresentados neste Atlas devem ser consideradas como identificadoras de fontes naturais e antrópicas de expressão regional.

Como apoio à interpretação multidisciplinar, junto aos mapas geoquímicos são fornecidas informações sobre as características geoquímicas, fontes naturais, fontes artificiais e usos e a importância na nutrição e toxidez de cada elemento. Uma tabela resume as estatísticas do elemento nos sedimentos de fundo da Folha Curitiba, estabelecendo níveis de referência para trabalhos posteriores.

ALUMÍNIO - Al

a. Características geoquímicas

O alumínio é um elemento metálico que ocorre na natureza nos estados de oxidação +1 e +3. Depois do oxigênio e do silício, é o elemento mais importante nas rochas da crosta terrestre com abundância média de 8%. Nas rochas, o alumínio está presente nos minerais silicatados combinado com metais alcalinos, alcalino-terrosos e ferro. Especialmente nos minerais máficos, ele pode ser substituído completa ou parcialmente dentro do retículo cristalino pelo ferro, titânio e cromo.

b. Fontes naturais

Sua concentração nas rochas mostra as seguintes variações: 8,3% nos gabros, 7,3% nos granitos e 9,1% nas mica-xistos (Koljonen *et al.*, 1992).

Os feldspatos e os minerais máficos que contêm alumínio e cálcio são facilmente intemperizados, enquanto que os feldspatos potássicos e plagioclásio sódico são resistentes. Os sedimentos residuais contêm em média cerca de 2,5% de alumínio. O alumínio dissolvido é enriquecido nos sedimentos, geralmente nas argilas, e por isso suas concentrações são altas nas rochas ricas em argilo-minerais como os mica-xistos. Sob condições climáticas tropicais, o alumínio migra lentamente e forma a bauxita, que é sua principal fonte industrial. Nas lateritas, o alumínio é enriquecido junto com o ferro (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

O alumínio pode ser liberado nas operações de fabricação de utensílios domésticos e industriais e materiais de construção. A limpeza de utensílios domésticos (p.ex. panelas) com palha de aço libera micro-partículas de alumínio; da mesma maneira águas tratadas e fluoretadas apresentam poder corrosivo sobre os utensílios domésticos de alumínio.

d. Importância na nutrição e toxidez

O teor limite de Al para a água potável é estabelecido pela US-EPA (United States - Environmental Protection Agency) em 0,2 ppm, já que teores mais elevados prejudicam o gosto e o cheiro da água (ATSDR, 1995).

Apesar de o alumínio ser um constituinte do pigmento da planta, não é um nutriente essencial, mas pelo contrário, quando presente em excesso e na forma iônica, é prejudicial.

O papel desempenhado pelo alumínio na fisiologia humana não é bem conhecido. Embora o metal seja ingerido através dos alimentos e da água, acredita-se que grande parte seja eliminado. O Al foi detectado nas células do cérebro de pacientes do mal de Alzheimer, muito embora a relação de causa e efeito entre a presença do metal e a doença ainda não esteja clara (ATSDR, 1995).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,39 mg/dm³, nos ossos 4 a 27 ppm, no fígado 3 a 23 ppm, nos músculos 0,7 a 28 ppm. A quantidade média de Al numa pessoa de 70 kg é de 60 mg e a ingestão diária é de 2,45 ppm. A dosagem de 5 mg é considerada como tóxica (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

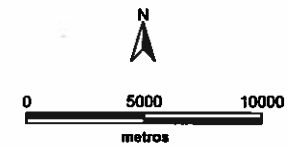
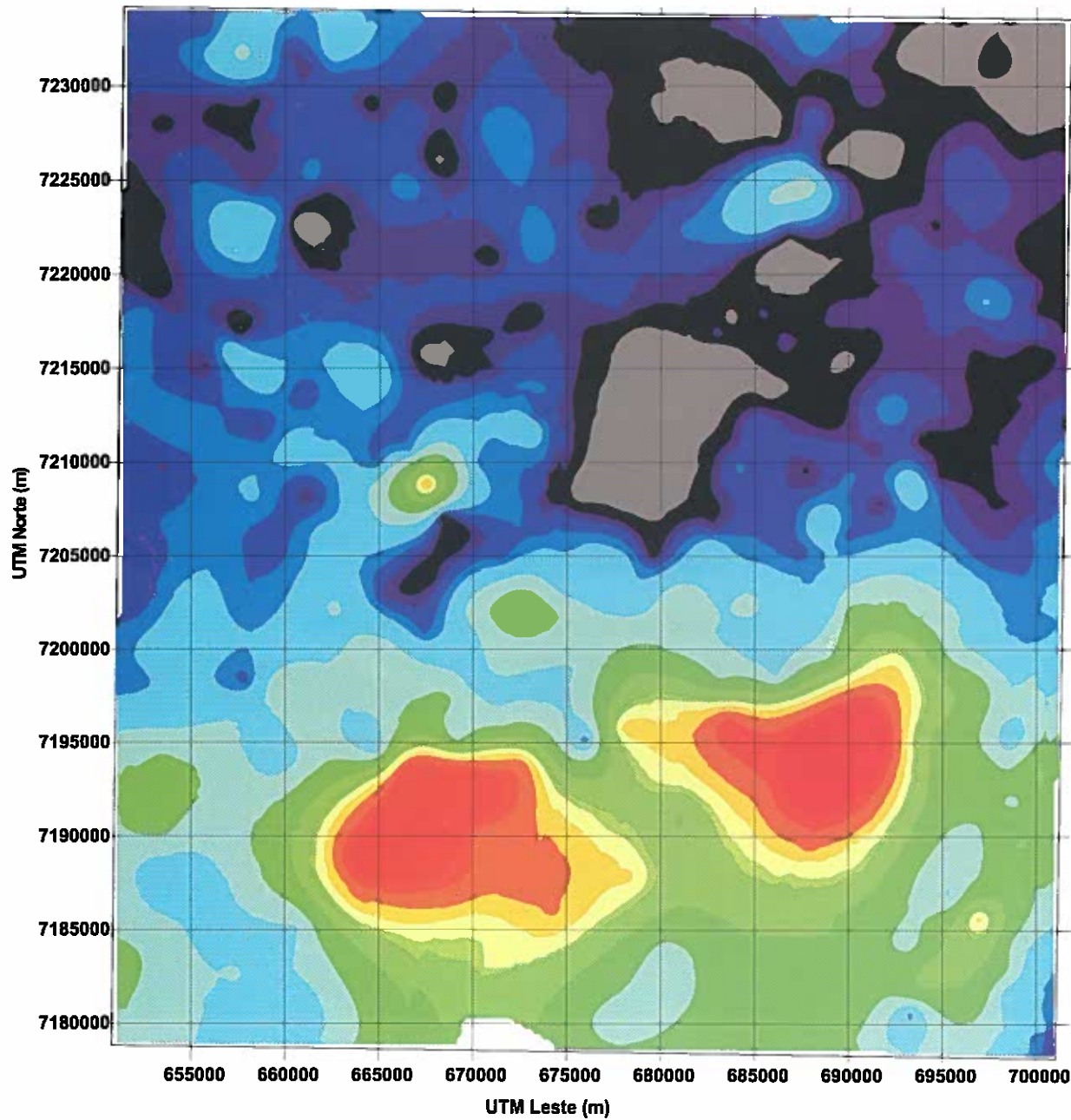
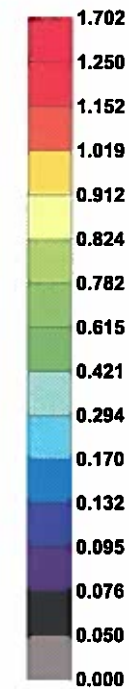
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Al (%) troçável (SAD)	351	0,02	0,08	0,13	0,224	0,29	1,73	0,0667

Al [%]

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ANTIMÔNIO - Sb

a. Características geoquímicas

O antimônio tem características químicas tanto de metal quanto de não-metal. Ocorre na natureza nos estados de oxidação -3, 0, +3, +4 e +5, mas principalmente como Sb^{3+} (BGS, 1991). Sua química cristalina e seu comportamento geoquímico são semelhantes às do As, seu vizinho na Tabela Periódica, mas é mais raro, já que tem uma concentração média na crosta terrestre de 0,2 ppm (Mason, 1966, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

Como o antimônio não forma silicatos, já que é um elemento fortemente calcófilo (tendência de se combinar com o enxofre), sua distribuição está relacionada com uma ampla gama de sulfetos simples e complexos (Boyle, 1968, in BGS, 1991), bem como antimonietos e óxidos. Apesar de já terem sido observadas algumas ocorrências de Sb nativo (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991), a estibinita (Sb_2S_3) é o mais comum dos minerais antimoníferos e também o mais importante mineral-minério. O Sb é um *elemento farejador* do Au, e tem sido crescentemente estudado com essa finalidade, especialmente em combinação com outros *elementos farejadores* como As e Bi (Plant *et al.*, 1989, in BGS, 1991), com os quais mantém similaridade geoquímica. Durante os processos magmáticos, o Sb pode substituir o Fe em minerais tais como as olivinas e ilmenita, mas não apresenta tendência de se enriquecer preferencialmente em qualquer estágio do fracionamento magmático (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991), apesar de durante a diferenciação magmática ter preferência pelas soluções hidrotermais fixando-se nos retículos dos sulfetos (Koljonen *et al.*, 1992). São característicos deste estágio outros sulfetos de elementos economicamente importantes como cobre, chumbo, zinco, mercúrio, ouro, selênio, telúrio e prata (Koljonen *et al.*, 1992). Se suficientemente enriquecido ele pode formar minerais de antimônio, mas depósitos de antimônio são raros. Os teores mais elevados (>3 ppm) de Sb ocorrem tipicamente nas vizinhanças de depósitos hidrotermais de galena e blenda (BGS, 1991).

A abundância média de antimônio na crosta terrestre é de 0,2 ppm. Os teores nas rochas ácidas e intermediárias (0,2 ppm) e nas básicas (0,1 a 0,2 ppm) são muito semelhantes, porém menores que o 1 ppm dos xistos argilosos. Sedimentos finos argilosos e carbonosos são tipicamente enriquecidos em Sb (>1ppm) em relação as rochas ígneas, refletindo a forte tendência do elemento em ser adsorvido por óxidos hidratados e minerais de argila, em ambientes favoráveis (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Sedimentos grossos quartzo-feldspáticos e carbonatos, apresentam teores de Sb geralmente abaixo de 0,5 ppm. Valores de antimônio sobre rochas metasedimentares e sedimentares estão geralmente abaixo do limite de detecção, exceto quando relacionados à presença de mineralização (BGS, 1991). O antimônio é incorporado aos sedimentos de drenagens, em primeiro lugar como minerais sulfetados detríticos (p.ex. estibinita, galena, blenda) que sob condições ácidas e oxidantes podem se intemperizar rapidamente (BGS, 1991).

c. Fontes artificiais e uso

O antimônio tem aplicações na tecnologia eletrônica na construção dos diodos detectores de radiação infravermelha. Usado em ligas metálicas (em proporções variáveis de 1 a 20%) aumenta a dureza e resistência mecânica de baterias de chumbo, ligas, munição. Produtos variados como detectores de calor, tintas, vidros, cerâmica e medicamentos, utilizam cerca da metade da produção do metal (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O antimônio e todos os seus compostos são altamente tóxicos e não têm papel biológico conhecido, causando entretanto, quando em excesso, danos severos ao fígado (Winter, 1998; Koljonen *et al.*, 1992).

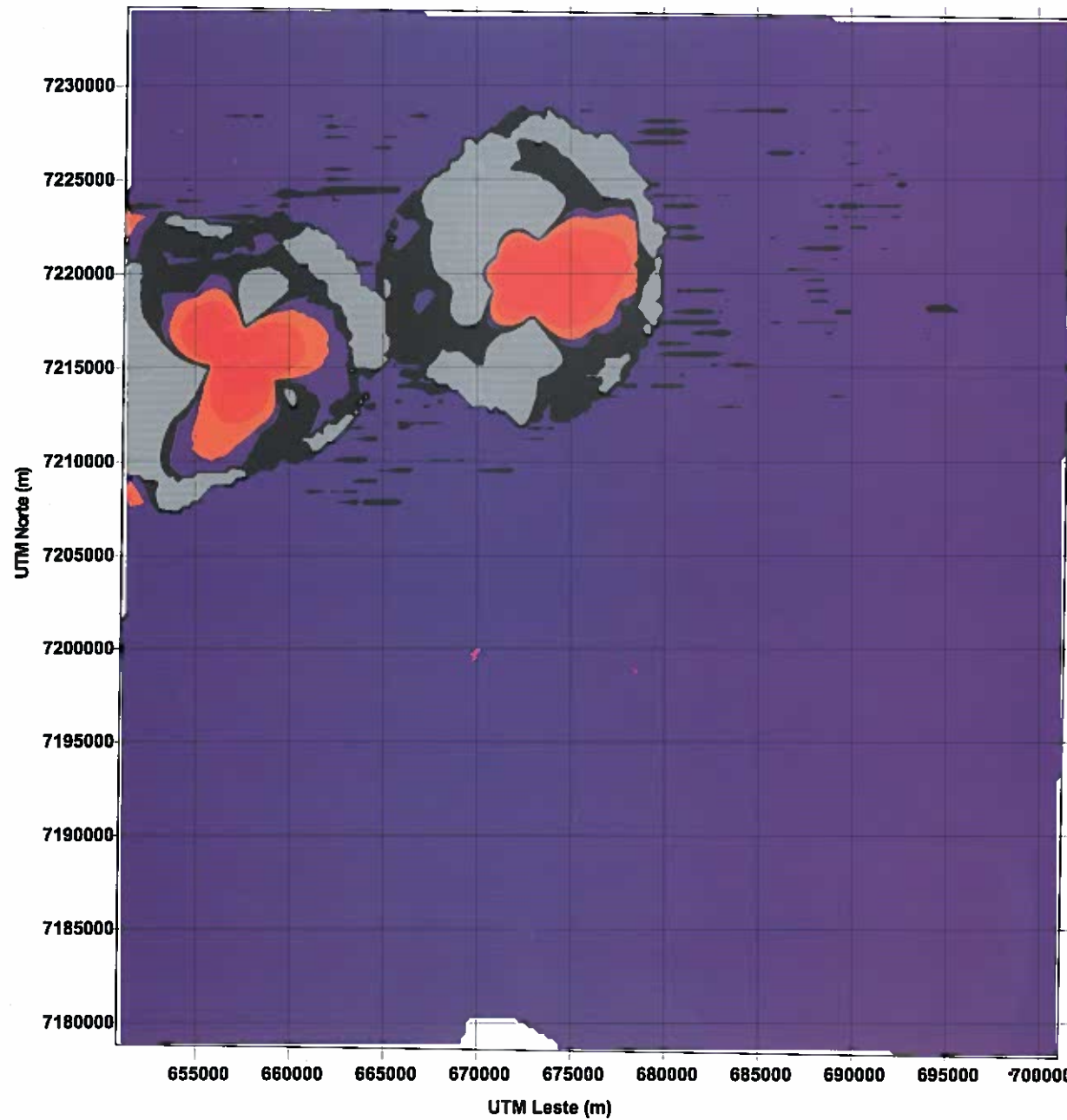
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0033 mg/dm³, nos ossos 0,01 a 0,06 ppm, no fígado 0,011 a 0,42 ppm, nos músculos 0,042 a 0,191 ppm. A quantidade média de antimônio numa pessoa de 70 kg é de 2 mg. A dosagem de 100 mg de antimônio é considerada como tóxica e a de 140 mg de tartarato de antimônio e potássio é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

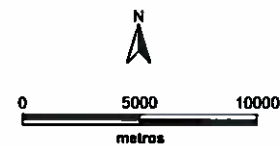
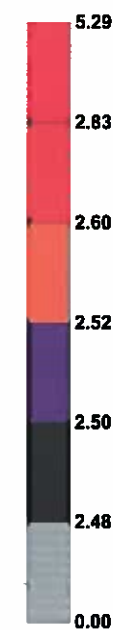
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Sb (ppm) trocável (SAD)	351	2,50	2,50	2,50	2,516	2,50	5,40	0,0446

Sb (ppm)



Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ARSÊNIO - As

a. Características geoquímicas

O arsênio é extremamente calcófilo (afinidade de se combinar com o enxofre) e assim forma sulfetos e sulfoarsenietos, principalmente a arsenopirita (FeAsS). É incorporado em quantidades limitadas em minerais primários formadores de rocha pela substituição do Fe^{3+} ou Al^{3+} pelo As^{3+} em minerais silicatados. A substituição do P^{5+} pelo As^{5+} pode também dar origem a concentrações de As em minerais fosfatados tais como a apatita (Tremearne e Jacob, 1941, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

O arsênio não é enriquecido nas rochas ígneas ácidas ou básicas, mas seus teores tendem a aumentar com a atuação dos processos hidrotermais. Fortes anomalias de As (geralmente acompanhadas de Bi, Sb e Se) são uma característica comum dos depósitos de ouro epitermal e mesotermal, o que faz que o As seja comumente utilizado como "farejador" para ouro, prata, platina e platinóides (Dunn, 1989; Plant, 1989, in BGS, 1991).

Em rochas sedimentares, o As concentra-se nas argilas e óxidos hidratados de manganês, sulfetos e fosfatos (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Por isso, os teores médios de As nos folhelhos (13 ppm) são de uma ordem de grandeza maior que os dos arenitos (<5 ppm; Davies, 1980, in BGS, 1991) e dos carbonatos (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991). Os teores mais elevados de As (cerca de 20 ppm) são geralmente encontrados em sedimentos fosfáticos (Tremearne e Jacob, 1941, in BGS, 1991).

O arsênio ocorre em sedimentos de drenagem principalmente na forma dos óxidos As_2O_3 e As_2O_5 (que são solúveis em água) e como sulfetos (por exemplo FeAsS e As_2S_3) e arseniatos de metais pesados (que são muito menos solúveis) (Wedepohl, 1978). As quantidades relativamente pequenas de As que são liberadas para as águas de drenagem durante o intemperismo, podem permanecer imóveis apenas se o Eh for suficientemente baixo para manter o elemento na forma trivalente. De outra forma, o As dissolvido oxida-se rapidamente em As^{5+} insolúvel, sendo sorvido por óxidos hidratados de Fe e Mn, argilas e matéria orgânica. Conseqüentemente, as concentrações de As dissolvido raramente excedem alguns ppb, exceto nas águas superficiais extremamente ácidas.

Nas águas naturais, o As é encontrado principalmente sob a forma de arsenitos e arsenatos, dependendo do pH e do Eh (Varsányi *et al.*, 1991).

c. Fontes artificiais e uso

A produção do arsênio no mundo em 1988 foi de cerca de 70.000 toneladas. O seu uso mais importante é na indústria química (70% do consumo total; principalmente em conservantes de madeira e em reagentes para a flotação de minerais), mas também nos agroquímicos (cerca de 20% em herbicidas e desfolhantes), nos vidros e na cerâmica (4%) e nas ligas não ferrosas (2%). Até o ano 2.000 a demanda de arsênio deve crescer a uma taxa de 1,1% ao ano, entretanto pelos riscos ambientais, existem fortes pressões para redução de seu consumo.

d. Importância na nutrição e toxidez

O arsênio é um importante micronutriente para os seres vivos, já que sua falta resulta em inibição do crescimento.

Entretanto, as concentrações de arsênio maiores que 50 ppb na água potável são consideradas como perigosas para a saúde humana e de rebanhos. Têm sido relatados casos de câncer de pulmão e pele, hiperpigmentação, ceratose e desordens vasculares periféricas no gado proveniente de regiões com teores elevados de arsênio. Também lesões de pele e mucosas e danos nos sistemas nervoso central, respiratório e circulatório foram citadas (Crounse *et al.*, 1983, in Varsányi *et al.*, 1991; Mattisoff *et al.*, 1982, in Varsányi *et al.*, 1991).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0017 a 0,009 mg/dm³, nos ossos 0,08 a 1,6 ppm, no fígado 0,023 a 1,61 ppm, nos músculos 0,009 a 0,65 ppm. A quantidade média de As numa pessoa de 70 kg varia entre 0,5 a 15 mg, dependendo da dieta. A ingestão diária de uma pessoa varia entre 0,04 a 1,4 mg As. A dosagem de 5 a 50 mg é tóxica e a de 50 mg é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

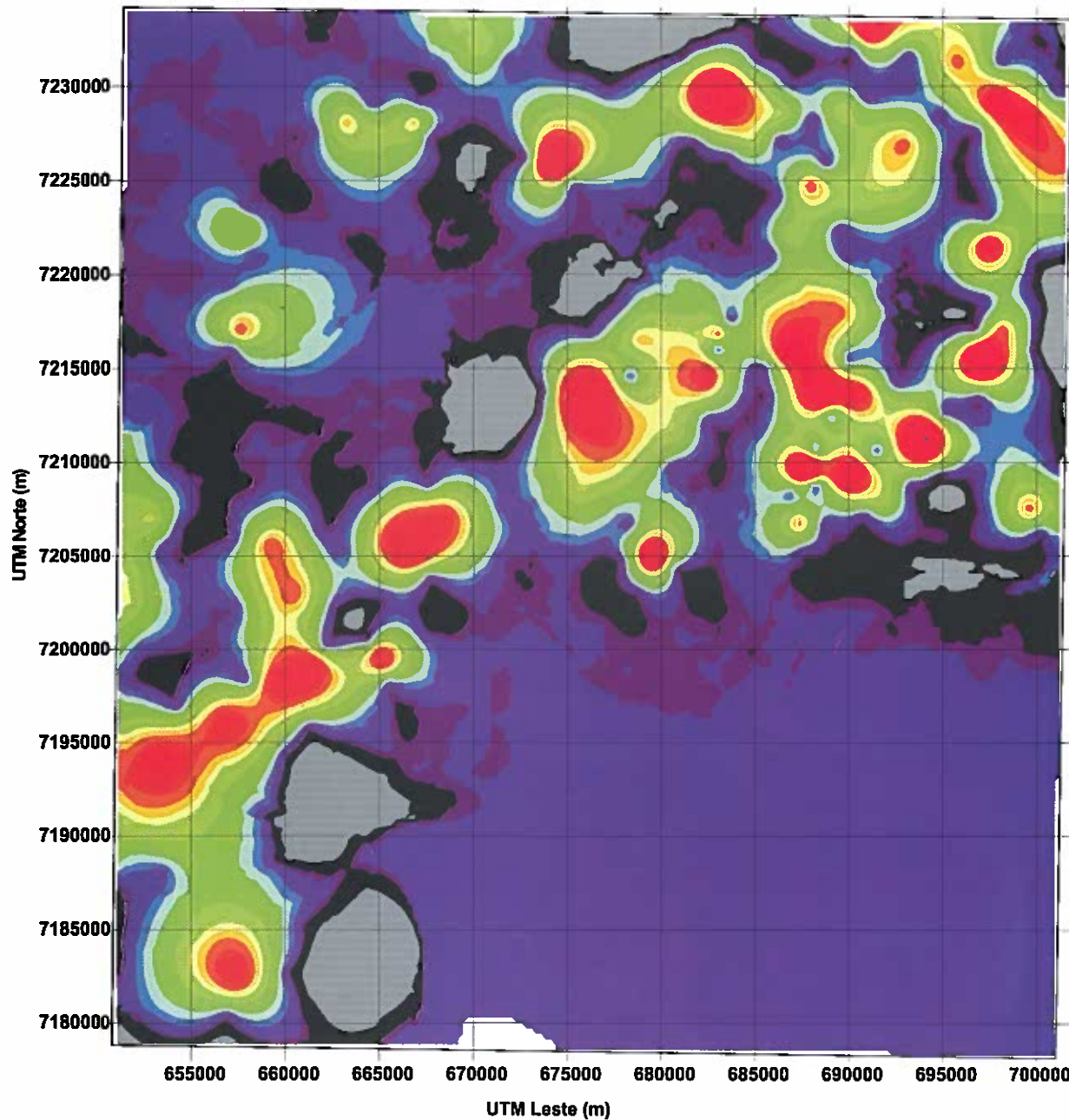
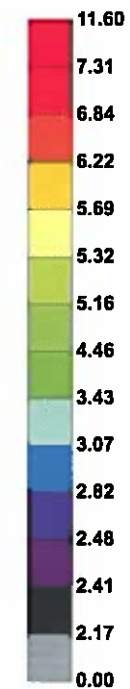
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo	Variância
As (ppm) trocável (SAD)	351	2,5	2,5	2,5	3,34	2,5	12,0	4,18

As (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



BÁRIO - Ba

a. Características geoquímicas

O bário é um elemento alcalino-terroso, que ocorre na natureza no estado de oxidação +2. Durante a diferenciação magmática, o bário é removido das fusões silicatadas quando os minerais de potássio cristalizam-se, concentrando-se nos silicatos, especialmente micas e feldspatos potássicos (Koljonen *et al.*, 1992). Durante os processos ígneos, o Ba ocorre principalmente nos feldspatos potássicos e micas, substituindo o K⁺ pelo Ba²⁺, ambos com raio iônico de 1,45 Å (Wedepohl, 1978 in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

As concentrações de bário tendem a ser maiores nos feldspatos do que nos filosilicatos. O Ba²⁺ também substitui o Ca²⁺ nos plagioclásios, piroxênios e anfibólios, bem como nos minerais não-silicáticos, calcita e apatita.

As soluções hidrotermais e diferenciações tardias contêm tipicamente o íon sulfato que liga e precipita o bário em barita (BaSO₄). Nas soluções hidrotermais e na água do mar a precipitação é quase total. A barita está sempre presente nas mineralizações sulfetadas e algumas vezes é recuperada durante os processos de beneficiamento (Koljonen *et al.*, 1992).

A abundância média de bário é de 500 ppm na crosta terrestre, 300 ppm nos gabros, e 600 ppm nos granitos (Koljonen *et al.*, 1992). O teor de Ba nas rochas ígneas geralmente aumenta com o teor de Si (Ure e Berrow, 1982 in BGS, 1991), mas concentrações muito baixas (< 200 ppm) foram registradas em granitos altamente evoluídos (Plant *et al.*, 1980 in BGS, 1991). O mineral mais importante de Ba, a barita, associa-se frequentemente aos depósitos de minerais metálicos. Nas rochas sedimentares, as concentrações do Ba refletem a abundância dos feldspatos potássicos, dos minerais argilosos e dos óxidos hidratados de Fe e Mn (que podem adsorver este elemento; Wedepohl, 1978 in BGS, 1991). O teor médio de Ba nas rochas sedimentares é de 538 ppm, com os valores mais baixos nas carbonatadas (em torno de 90 ppm) e os maiores nos arcósios e folhelhos (> 600 ppm) (Ure e Berrow, 1982 in BGS, 1991).

Os feldspatos detriticos, as micas e, em menor extensão, a barita são os principais minerais portadores de Ba nos sedimentos da corrente (Ure e Berrow, 1982 in BGS, 1991). A dissolução do Ba é geralmente baixa nestes minerais, embora a biotita mostre liberação rápida sob condições de baixos Eh e pH (Boettcher, 1966 in BGS, 1991). A dispersão do Ba nas águas de superfície é controlada pela presença dos óxidos hidratados de Fe e Mn, que adsorvem o Ba²⁺. Em ambientes menos ácidos, o Ba pode também ser removido das soluções por sorção de argilo-minerais e matéria orgânica (Wedepohl, 1978 in BGS, 1991).

Durante o intemperismo, o bário é adsorvido pelas soluções coloidais e depositado em sedimentos argilosos. Sob condições normais ele pode formar compostos solúveis e insolúveis.

c. Fontes artificiais e uso

O sulfato de bário é usado em tintas, contrastes para diagnósticos em raios X, vidraria; na forma de barita é usado como componente das lamas de perfuração para petróleo e na fabricação da borracha; o carbonato de bário é usado como veneno para ratos; o nitrato e o clorato são usados para dar cores verdes aos fogos de artifício (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

Os compostos insolúveis não são perigosos à saúde e são utilizados pela medicina como meio de contraste aos raios X. Entretanto, os compostos de Ba muito solúveis em água podem causar efeitos danosos à saúde humana, já que o bário não é considerado um nutriente e quando na forma jônica é altamente tóxico (Koljonen *et al.*, 1992). A ingestão de altos níveis de Ba pode causar problemas no aumento da pressão sanguínea, dificuldades respiratórias, mudanças no ritmo cardíaco, irritações no estômago, flacidez muscular e danos ao coração, fígado, rins e outros órgãos (ATSDR, 1995).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,068 mg/dm³, nos ossos 3 a 70 ppm, no fígado 0,04 a 1,2 ppm, nos músculos 0,09 ppm (Winter, 1998). A quantidade média de Ba numa pessoa de 70 kg é de 22 mg (Winter, 1998). A ingestão diária de uma pessoa é de 0,6 a 1,7 mg Ba. A dosagem de 100 a 200 mg na forma de carbonato de bário, é tóxica e a de 418 mg/kg em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

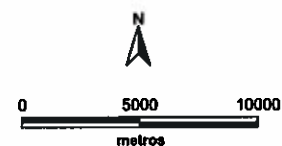
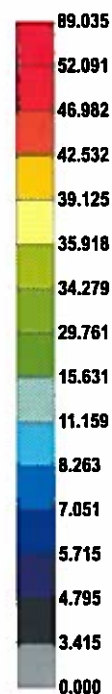
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variancia
Ba (ppm) trocável (SAD)	351	1,5	4,6	6,7	10,03	10,0	96,0	124,60

Sedimentos de fundo - Ba (ppm)

Ba (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



CÁLCIO - Ca

a. Características geoquímicas

O cálcio é o quinto elemento mais abundante nas rochas da crosta continental, constituindo cerca de 3,5% do seu peso (Ure e Barrow, 1982 in BGS, 1991). É um metal alcalino-terroso, que ocorre na natureza no estado de oxidação +2 (Koljonen *et al.*, 1992). Forma um grande número de silicatos, carbonatos e fosfatos e é um constituinte dos plagioclásios e de muitos anfibólios e piroxênios. Nas redes cristalinas, o cálcio é parcialmente substituído por sódio, manganês, estrôncio, ítrio, e elementos de terras raras, de modo que seu comportamento geoquímico controla a ocorrência de vários elementos traços nas rochas. O maior volume de cálcio é fixado no primeiro estágio de cristalização e é um elemento característico das rochas máficas, pobres em sílica (Koljonen *et al.*, 1992).

b. Fontes naturais

É um dos principais componentes dos minerais formadores das rochas, tais como os plagioclásios e o dióxido, sendo enriquecido por isto nas rochas básicas e ultrabásicas, particularmente naquelas em que os plagioclásios formam fenocristais. O Ca é geralmente refratário ao metamorfismo de médio e alto grau, mas pode ser mobilizado por alterações de baixa temperatura, formando minerais secundários, tais como calcita, dolomita e granadas. Nos gabros a concentração média é 7,4% Ca e nos granitos é 0,9% Ca (Koljonen *et al.*, 1992). Na maioria das rochas sedimentares, as concentrações de Ca refletem a abundância de calcita ou dolomita, embora sulfatos (como gipsita e anidrita) possam ser importantes, particularmente em arenitos e evaporitos. Em alguns sedimentos detriticos, os plagioclásios são os principais hospedeiros de Ca (BGS, 1991).

Por efeito da drenagem natural, o Ca é liberado durante o intemperismo dos plagioclásios, piroxênios, anfibólios e epidotos, bem como dos carbonatos e sulfatos. Destas fases, o CaCO_3 tem a menor solubilidade em águas alcalinas, mas dissolve-se rapidamente em ambientes moderadamente ácidos. Em solução, o Ca ocorre principalmente na forma dissociada Ca^{2+} , exceto sob condições fortemente alcalinas, mas pode ser removido por troca catiônica com H^+ sob condições eletronegativas, na superfície dos argilo-minerais e por incorporação à matéria orgânica viva (BGS, 1991).

Minerais de cálcio intemperizam-se facilmente. O cálcio dissolvido é cristalizado dentro dos sedimentos ou precipitado a partir de soluções na forma de calcita, aragonita, dolomita, fosfato, e principalmente como apatita. Na evaporação o cálcio também é precipitado como gipsita, um mineral típico de depósitos de sal, onde o cálcio é cristalizado num estágio precoce (Koljonen *et al.*, 1992).

Depósitos sedimentares de rochas calcárias (calcita e dolomita), gipsita, apatita e fosforita são as mais importantes fontes industriais de cálcio. Carbonatitos, que são rochas carbonáticas magmáticas, também são exploradas como fontes industriais de carbonato de cálcio (dolomita e apatita) (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

É empregado como agente redutor nos processos industriais de obtenção de metais como tório, urânio e zircônio; desulfurizante e decarbonizante de várias ligas ferrosas e não ferrosas. É um agente de ligas de berílio, alumínio, cobre, chumbo e magnésio. Age na captura de gases residuais em tubos de vácuo. A cal (CaO) usada na construção civil, tratamento de água e muitos outros processos industriais, é produzida pelo aquecimento do calcário. O cálcio obtido de calcários é um componente importante do cimento Portland (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

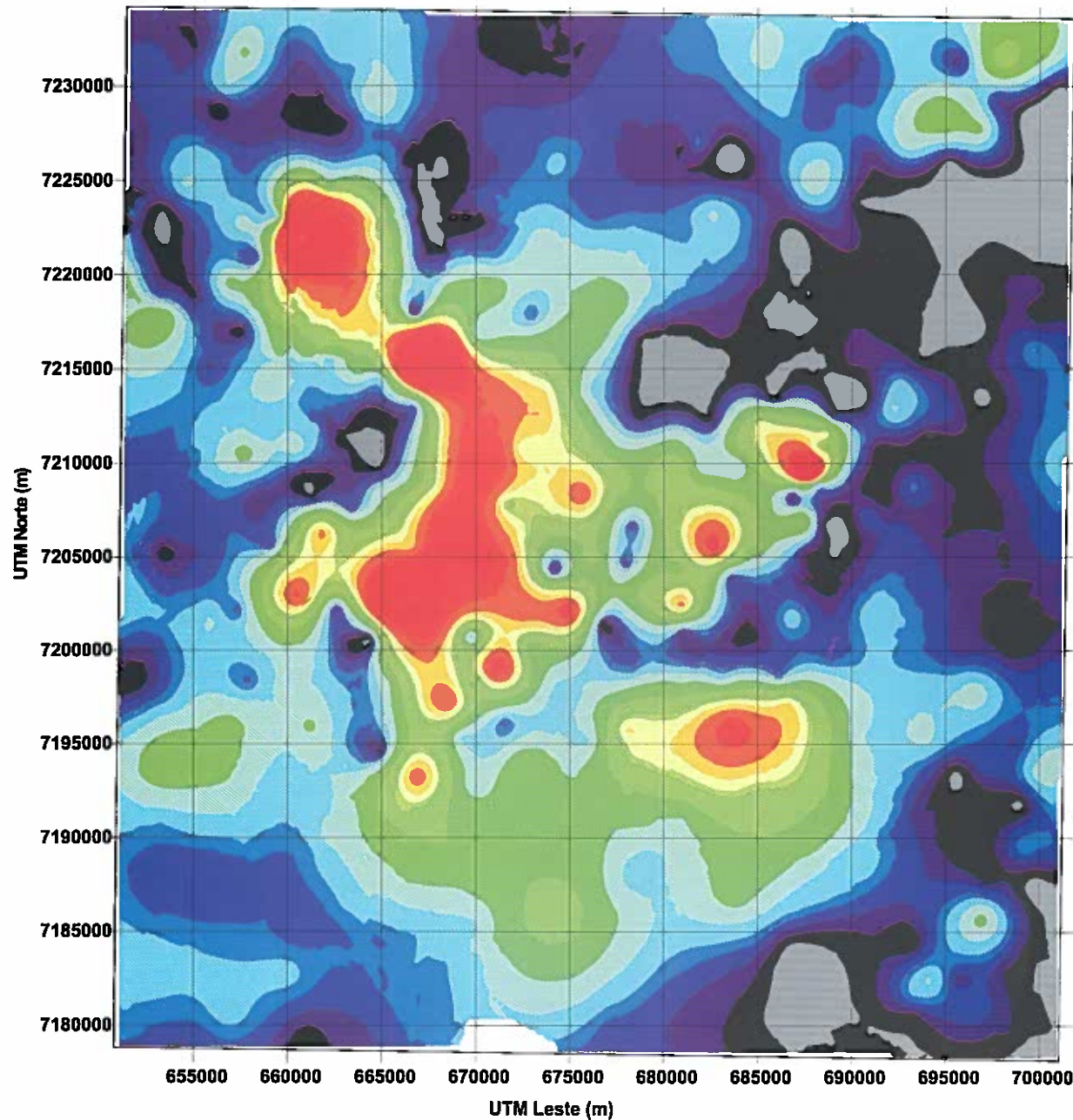
O cálcio é um nutriente essencial para todos os seres vivos e o constituinte mais importante de paredes celulares, fluidos do corpo e ossos (Koljonen *et al.*, 1992). Desempenha também um importante papel na coagulação sanguínea. Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 60,5 mg/dm³, nos ossos 170.000 ppm, no fígado 100 - 360 ppm, nos músculos 140 - 700 ppm (Winter, 1998). A quantidade média de Ca numa pessoa de 70 kg é de 1,00 kg e a ingestão diária é de 600 - 1.400 mg (Winter, 1998). A ingestão de 6.450 mg/kg de carbonato de cálcio por via oral em ratos, é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

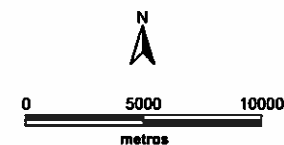
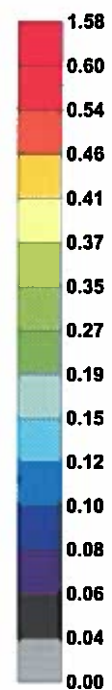
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Media	3º Quartil	Máximo	Variância
Ca (%) troçável (SAD)	351	0,005	0,06	0,10	0,157	0,17	1,64	0,034

Ca [%]



Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



CHUMBO - Pb

a. Características geoquímicas

O chumbo é um metal cinza-azulado, brilhante, mole, muito maleável, dúctil e um fraco condutor de eletricidade. É muito resistente à corrosão, mas torna-se opaco quando exposto ao ar. É um elemento calcófilo (afinidade com o enxofre) e por isso, isolado ou combinado com outros metais, forma diversos minerais sulfetados.

O íon Pb^{2+} tem raio iônico intermediário entre o K^+ e o Ca^{2+} , e conseqüentemente ocorre, por substituição, nos feldspatos potássicos, micas, e em menor quantidade nos plagioclásios e apatitas. Por este motivo, as rochas ígneas ácidas são mais enriquecidas em chumbo que as básicas. O chumbo é móvel nos estágios finais dos processos magmáticos (MacDonald *et al.*, 1973, in BGS, 1991) e fortemente calcófilo. Pode se dispersar durante o metamorfismo de baixo grau (Gebauer e Grunenfelter, 1977 in BGS, 1991) tendo sido esta perda também relatada nos granulitos (Sighinolfi e Gorgoni, 1978, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

Em rochas sedimentares, a distribuição do Pb é controlada pela presença de minerais detríticos (tais como feldspatos, micas e sulfetos), argilo-minerais e matéria orgânica. Carbonatos puros (cerca de 5 ppm Pb) e arenitos (cerca de 10 ppm Pb) são caracteristicamente empobrecidos com relação aos folhelhos (cerca de 23 ppm Pb). As rochas sedimentares com teores mais elevados são os folhelhos negros, refletindo a afinidade do Pb pela matéria orgânica.

As fases principais do Pb nos sedimentos de drenagem são os feldspatos potássicos, micas e em menor importância plagioclásios e silicatos ferro-magnesianos. Nas proximidades de mineralizações hidrotermais, podem ocorrer sulfetos de Pb tais como a galena. Sob pH elevado, essas fases podem persistir e se acumular em concentrações significativas, produzindo níveis tão elevados de SO_4 e CO_3 dissolvidos que formam coberturas protetoras de baixa solubilidade. Entretanto, em drenagens ácidas, o PbS é dissolvido e se dispersa em taxas controladas pela disponibilidade de óxidos de Fe e Mn para sorção. Em alguns casos, a co-precipitação e a adsorção do Pb em associação à estes óxidos produzem níveis anômalos de Pb em sedimentos de drenagem, o que pode ser verificado pela correlação com Fe, Mn, Co, Ba e As (BGS, 1991).

c. Fontes artificiais e uso

Em 1988, a produção mundial do chumbo proveniente de operações mineiras foi de 3,4 milhões de toneladas e a de sucata 2,3 milhões de toneladas. Observa-se assim que uma grande quantidade do chumbo utilizado é reciclada. No consumo mundial, o chumbo situa-se na sexta posição entre os metais ($Fe > Al > Mn > Cu > Zn > Pb$). Seu uso em baterias (50-70% do consumo total) continua a crescer, mas seu uso em aditivos antidetonantes (5%) na gasolina está caindo rapidamente devido aos problemas ambientais. Há também o uso do chumbo como revestimento em cabos elétricos (3-4%), em tubos e barras, em ligas, como pigmento de tinta (vermelho e branco) e como escudo anti-irradiação (Koljonen *et al.*, 1992).

O chumbo é mole e altamente dúctil, mas quando ligado a 10% de antimônio, é obtida

uma variedade dura, adequada a baterias e revestimentos de cabos. Fios de solda contêm 35% Pb e 65% Sn. Uma liga resistente, dura e de difícil rompimento utilizada na fabricação de moedas é composta de 84% Pb, 4% Sn e 12% Sb. O metal de Wood (50% Bi, 25% Pb, 12,5% Sn e 12,5% Cd) funde com grande facilidade (até com o calor de um fósforo) e é utilizado nos modernos sistemas antifogo. Outras ligas e compostos químicos são utilizados em baterias, vidros e cristais, cerâmicas, borracha e revestimentos (Koljonen *et al.*, 1992).

Apesar dos problemas ambientais associados ao chumbo serem tão agudos, o consumo do metal deve continuar aumentando, pois o chumbo utilizado em baterias não pode ser substituído economicamente por qualquer outro metal (Koljonen *et al.*, 1992).

O chumbo tetraetila ($PbEt_4$) é ainda hoje utilizado como antidetonante na gasolina sendo responsável por uma parcela considerável do chumbo encontrado na biosfera. Por esse motivo está sendo eliminado nos países com compromisso ecológico (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O chumbo não é um elemento essencial na nutrição e está presente na natureza em concentrações muito baixas. Os microrganismos do solo são mais sensíveis ao chumbo que as plantas superiores. O chumbo é bastante fixado nas porções superiores do solo e por este motivo, a maior parte do chumbo encontrado nas plantas é de origem antropogênica, produzido pelas fumaças de motores a gasolina contendo chumbo tetraetila (antidetonante) e transportado pelo ar (Koljonen *et al.*, 1992).

Os animais absorvem chumbo pela ingestão e inalação e ele se acumula nos tecidos ricos em cálcio tais como ossos, fígado e rins. Os animais e os seres humanos, e especialmente os fetos, bebês e crianças, ficam assim expostos a riscos para a saúde e seus músculos e fluidos podem conter concentrações consideradas como tóxicas. A acumulação de chumbo nas porções calcificadas do corpo, continua até aproximadamente os dezesseis anos. Os maiores efeitos tóxicos do chumbo nos animais, incluem anemia, disfunções neurológicas e renais (Koljonen *et al.*, 1992). Apesar de o chumbo ser tóxico, a maior parte do que é ingerido, passa pelo organismo sem ser absorvido, porém, tem efeito cumulativo, e pode ser carcinogênico e teratogênico (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,21 mg/dm³, nos ossos 3,6 a 30 ppm, no fígado 3 a 12 ppm, nos músculos 0,23 a 3,3 ppm. A quantidade média de Pb numa pessoa de 70 kg é de 120 mg (principalmente nos ossos) e a ingestão média diária é de 0,06 a 0,5 mg.

e. Tabela-resumo das estatísticas

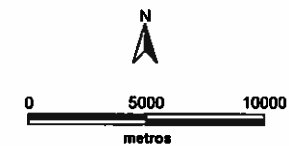
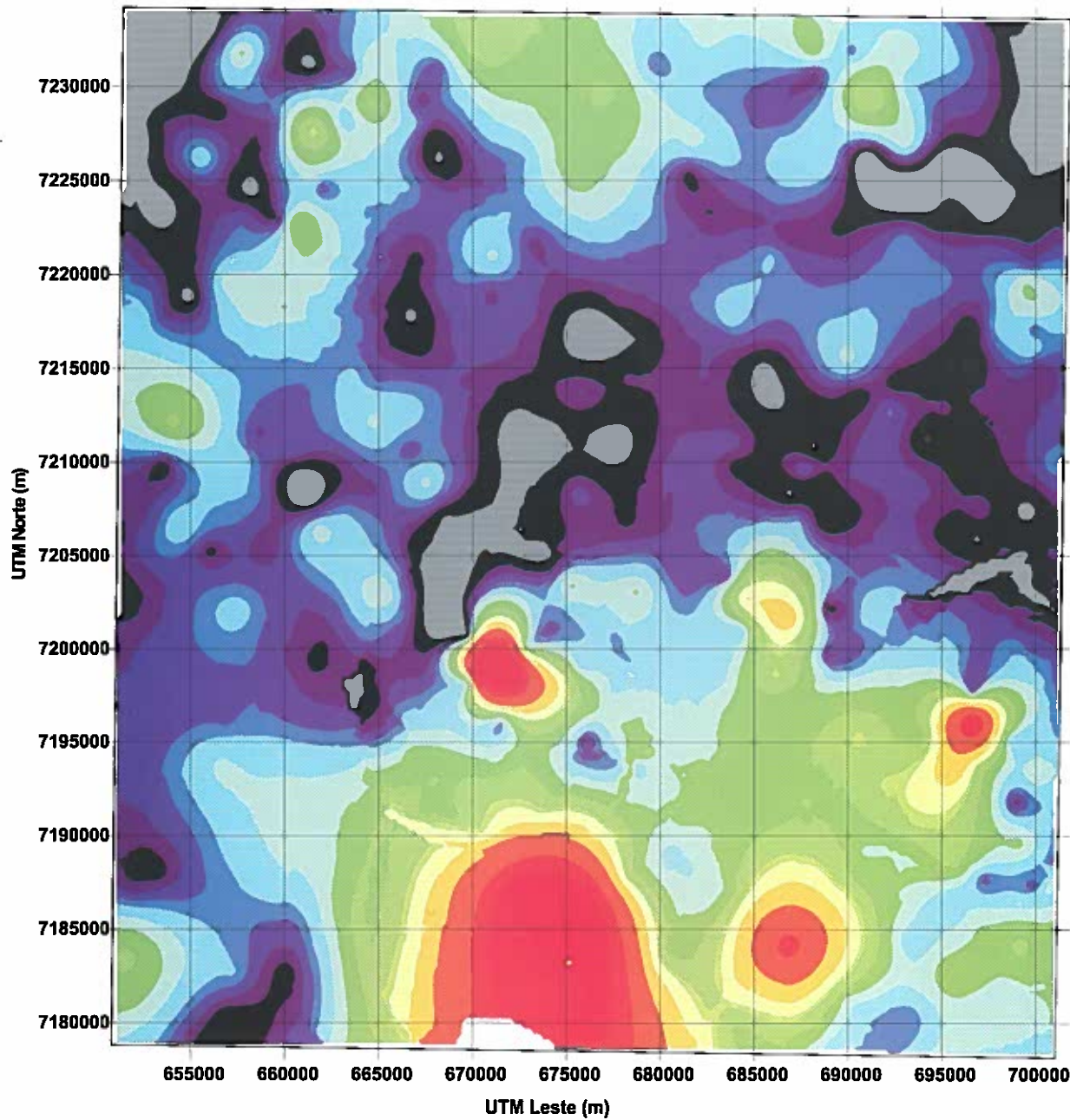
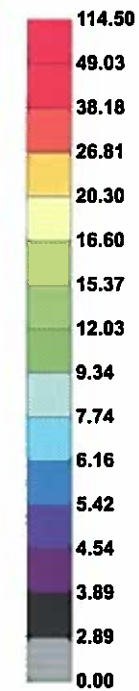
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo	Variância
Pb (ppm) trocável (SAD)	351	1,00	3,90	5,20	7,07	7,40	123,00	88,135

Pb (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



COBALTO - Co

a. Características geoquímicas

Durante os processos magmáticos iniciais o Co^{2+} , substitui o Fe^{2+} e o Mg^{2+} que são similares em carga e raio iônico. Deste modo o Co é mais enriquecido nas rochas básicas que nas ácidas (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991). O Co desempenha suas propriedades calcófilas e é particionado entre as fases sulfeto (linneita) e sulfoarsenieto (cobaltita). Ele pode também estar associado aos sulfetos de Fe como pirita e pirrotita, e com óxidos acessórios tais como a magnetita (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). O Co é considerado como imóvel durante os processos metamórficos (Condie, 1976; Nicollet e Andriambololona, 1980, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

Nas rochas sedimentares o Co tende a acompanhar o Fe e Mn e concentra-se nas frações finas. Minerais como o quartzo, feldspato e carbonato de cálcio puro geralmente apresentam muito pouco Co (<2 ppm). Os arcósios e grauvacas são mais enriquecidos, e os teores de Co refletem a abundância de minerais máficos nestas rochas (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Teores de Co de cerca de 50 ppm são comuns em argilitos muito finos. Os teores médios de Co em folhelhos negros são um pouco mais baixos (Vine e Tourtelot, 1970, in BGS, 1991) indicando que a complexação organo-metálica não é um mecanismo de enriquecimento importante.

Uma grande quantidade do Co nos sedimentos de drenagem está contida nas fases detríticas, incluindo os silicatos ferromagnesianos, óxidos primários e sulfetos metaestáveis. Vários desses minerais (notadamente os sulfetos e sulfoarsenietos de Co) liberam Co^{2+} durante o intemperismo, sob condições ácidas (MacKenzie, 1975, in BGS, 1991). Por isso, o tamanho das plumas de dispersão do Co depende do teor de argila no sedimento e da presença das espécies e da valência do Fe e Mn (Calvert e Price, 1977; Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Fases de Fe hidratadas (tais como a goethita) são geralmente os mais importantes captadores do Co, muito embora a coprecipitação com minerais de Mn neoformados tais como a birnessita, pode ser também importante em certas condições de pH (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

A produção mundial de cobalto foi de 27.000 toneladas em 1988. A maior parte do cobalto é destinada a superligas de Ni, Cr, Co e Mo da indústria aeroespacial (30-40% do consumo), aço inoxidável (Co-Cr-Fe), magnetos permanentes (Al-Ni-Co e Sm-Co), para a sinterização de carbeto de W, Ti, Ta e Nb utilizados no aumento da resistência de aço de ferramentas (10%), e para usos químicos e cerâmicos (30%). Existem vários substitutos efetivos para o cobalto; em aplicações de menor demanda ele pode ser substituído por níquel e ferro (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O cobalto é um nutriente essencial sendo fundamental na produção de vitamina B_{12} , porém, em elevadas concentrações ele é tóxico e cancerígeno.

Em regiões onde existe carência de cobalto no solo, os animais ruminantes tendem a não apresentar um desenvolvimento adequado (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0002 - 0,04 mg/dm³, nos ossos 0,01 - 0,04 ppm, no fígado 0,06 - 1,1 ppm, nos músculos 0,028 - 0,65 ppm. A quantidade média de Co numa pessoa de 70 kg é de 3 mg e a ingestão média diária é de 0,005 - 1,8 mg. A dosagem de 500 mg é tóxica e a de 80 mg/kg de cloreto de cobalto via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

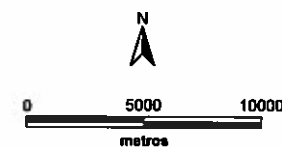
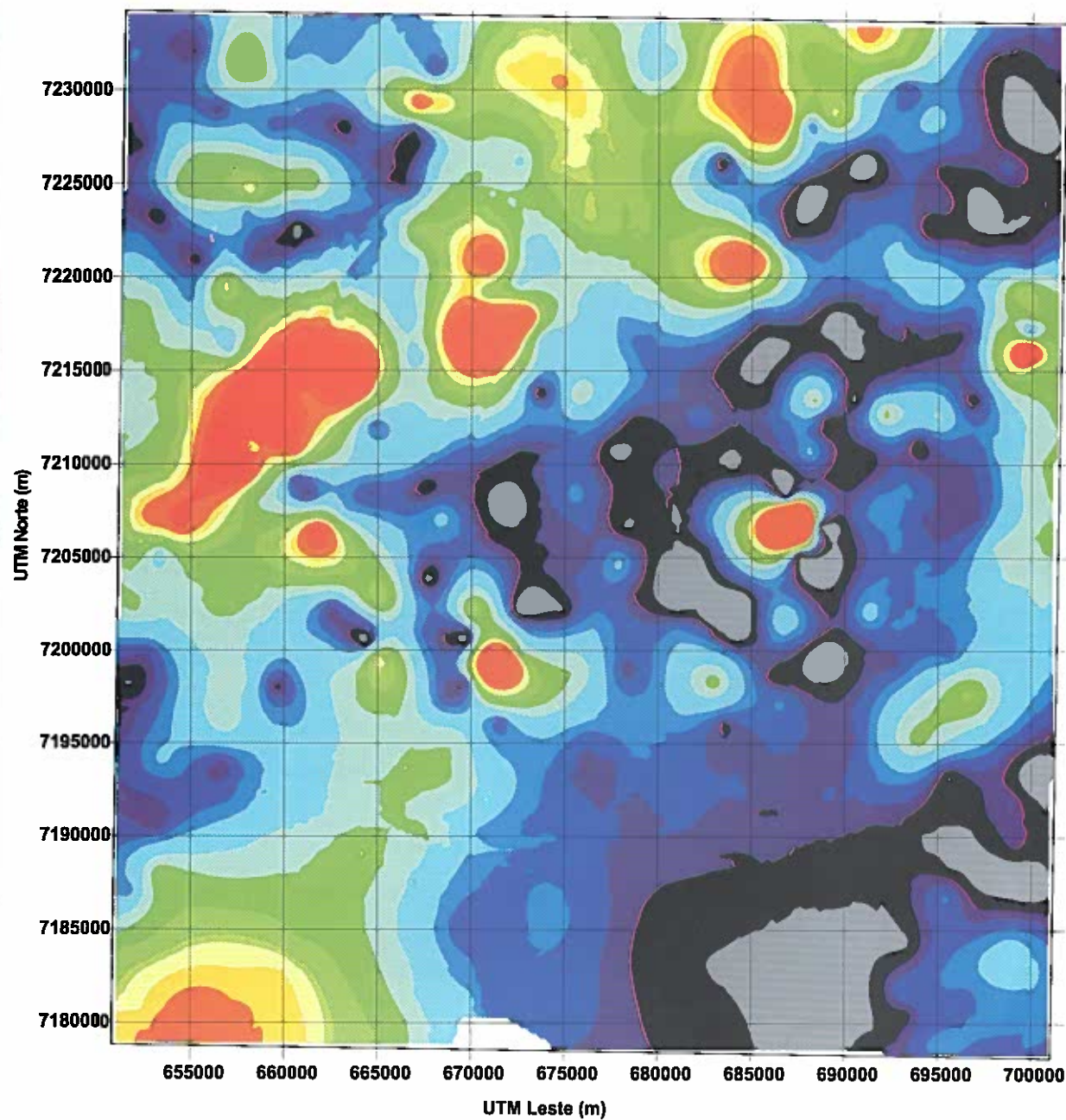
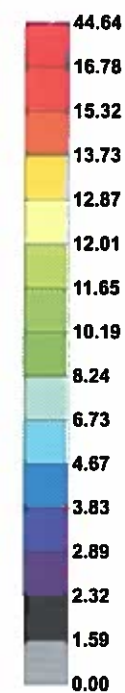
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Co (ppm) trocável (SAD)	351	0,50	2,40	4,20	6,05	8,50	49,00	30,270

Co (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



COBRE - Cu

a. Características geoquímicas

O cobre é um metal avermelhado, maleável, dúctil e excelente condutor de eletricidade. Tem uma grande afinidade pelo enxofre (calcófilo) e assim forma uma grande quantidade de minerais sulfetados, sozinho ou em combinação com outros metais.

b. Fontes naturais

Durante os processos magmáticos, o íon Cu^{2+} é principalmente concentrado nos diferenciados primários. Os teores médios de cobre em minerais, apresentados por Ure e Berrow (1982, em BGS, 1991) são 115 ppm para as olivinas, 120 ppm para os piroxênios, 78 para os anfíbios, 86 ppm para as biotitas e 62 ppm para os plagioclásios. A calcopirita é um mineral acessório comum e o principal portador de Cu em rochas ígneas básicas. Os basaltos e gabros (40 a 60 ppm) e as rochas ultrabásicas (40 ppm) sempre contêm mais Cu que as rochas intermediárias (cerca de 20 ppm) e as graníticas (cerca de 12 ppm) (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991).

Em sedimentos não-mineralizados, os teores de cobre são principalmente controlados pelos grãos e fragmentos de composição básica, óxidos e hidróxidos de Fe e Mn secundários, argilo minerais e matéria orgânica. Rochas clásticas de grão fino, particularmente os folhelhos negros, são caracteristicamente enriquecidos em Cu (cerca de 50 ppm) em relação às rochas quartzo-feldspáticas e sedimentos carbonatados (5 a 15 ppm).

No ambiente superficial, o cobre pode ser hospedado por uma gama de silicatos detríticos e óxidos nos sedimentos de drenagem. A liberação do Cu^{2+} desses minerais é relativamente rápida sob condições ambientais ácidas ($\text{pH} < 5,0$), mas a dispersão subsequente é controlada por ácidos húmicos, argilo-minerais, óxidos hidratados e carbonatos solúveis, todos eles desempenhando um papel ativo na complexação, coprecipitação e adsorção do Cu. A afinidade do Cu pela matéria orgânica tem sido amplamente documentada e pode ser responsabilizada pelo influxo de grande quantidade de Cu não-detrítico aos sedimentos das drenagens que passam por regiões de turfeiras ou então com grande produção de algas. Em sedimentos ricos em óxidos hidratados de Fe e Mn, o cobre é removido da solução mais por adsorção que por coprecipitação (Robinson, 1981 in BGS, 1991). Entretanto, a precipitação de CaCO_3 (geralmente como resposta ao aumento do pH) pode causar uma rápida remoção do Cu e do Zn dos sedimentos de drenagem por coprecipitação (Rubin, 1976, in BGS, 1991).

c. Fontes artificiais e uso

A produção mundial das minas de cobre foi de 8,8 milhões de toneladas em 1988 e a de sucata de 10,6 milhões de toneladas. A utilização principal continua sendo a da indústria eletro-eletrônica (40-50% do consumo total), mas seu uso nesse setor está declinando, enquanto o uso mais genérico está aumentando. A propriedade de elevada condutividade elétrica e térmica, boa resistência à corrosão, boa ductilidade e maleabilidade, elevada resistência à tração, ausência de magnetismo, e uma cor agradável tornam o cobre um metal de uso amplo na indústria (Koljonen *et al.*, 1992).

A condutividade elétrica do cobre aumenta com a presença de traços de prata e diminui com teores de Fe, P, Si, As, Sb e Sn maiores que 0,001%. A resistência à corrosão é aumentada com a presença de Ag, Ni, Al e Sn, a dureza é aumentada com a presença de Mn, Fe, Ni e Si, e a maleabilidade é melhorada com a presença de Zn, Pb, P e Se (Koljonen *et al.*, 1992).

Muitas das ligas de cobre são denominadas após uma primeira utilização: prata nova (Cu-Ni-Zn), "metal fundido" (Cu-Pb), Monel (Cu-Ni, 1:2) e constantan (Cu-Ni, 1:1). O uso do cobre em moedas, indústria química e pigmentos está em franco crescimento. A estimativa do consumo do cobre é de crescimento de 1,9% ao ano (Koljonen *et al.*, 1992.).

d. Importância na nutrição e toxidez

O cobre é um micronutriente essencial para todos os organismos. Nas plantas, tende a ocorrer complexado com compostos orgânicos de baixo peso molecular. É encontrado nas enzimas, tem funções vitais no metabolismo vegetal e desempenha papel fundamental na fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, redução e fixação do nitrogênio, metabolismo das proteínas e paredes celulares e síntese da lignina. Como o cobre está relacionado aos mecanismos de resistência às doenças, as resistências das plantas aos ataques de fungos são também relacionadas a uma disponibilidade adequada de cobre. O cobre em excesso é tóxico às bactérias e fungos e tem sido utilizado como fungicida (Koljonen *et al.*, 1992).

Os animais podem absorver cerca de 50% do cobre ingerido que vai se acumular no fígado, cérebro e rins. Têm sido encontradas carências de cobre no gado, que ocorrem apenas raramente nos seres humanos, como nas carências alimentares infantis ou nas desordens metabólicas de fundo genético (Koljonen *et al.*, 1992).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 1,01 mg/dm³, nos ossos 1 - 26 ppm, no fígado 30 ppm, nos músculos 10 ppm. A quantidade média de Cu numa pessoa de 70 kg é de 72 mg e a ingestão diária é em média 0,50 - 6 mg. A dosagem de 85 g do metal ou de 20 g de CuSO_4 é tóxica e a de 300 mg/kg CuSO_4 em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

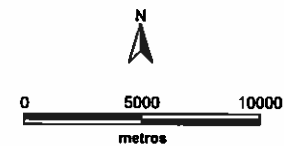
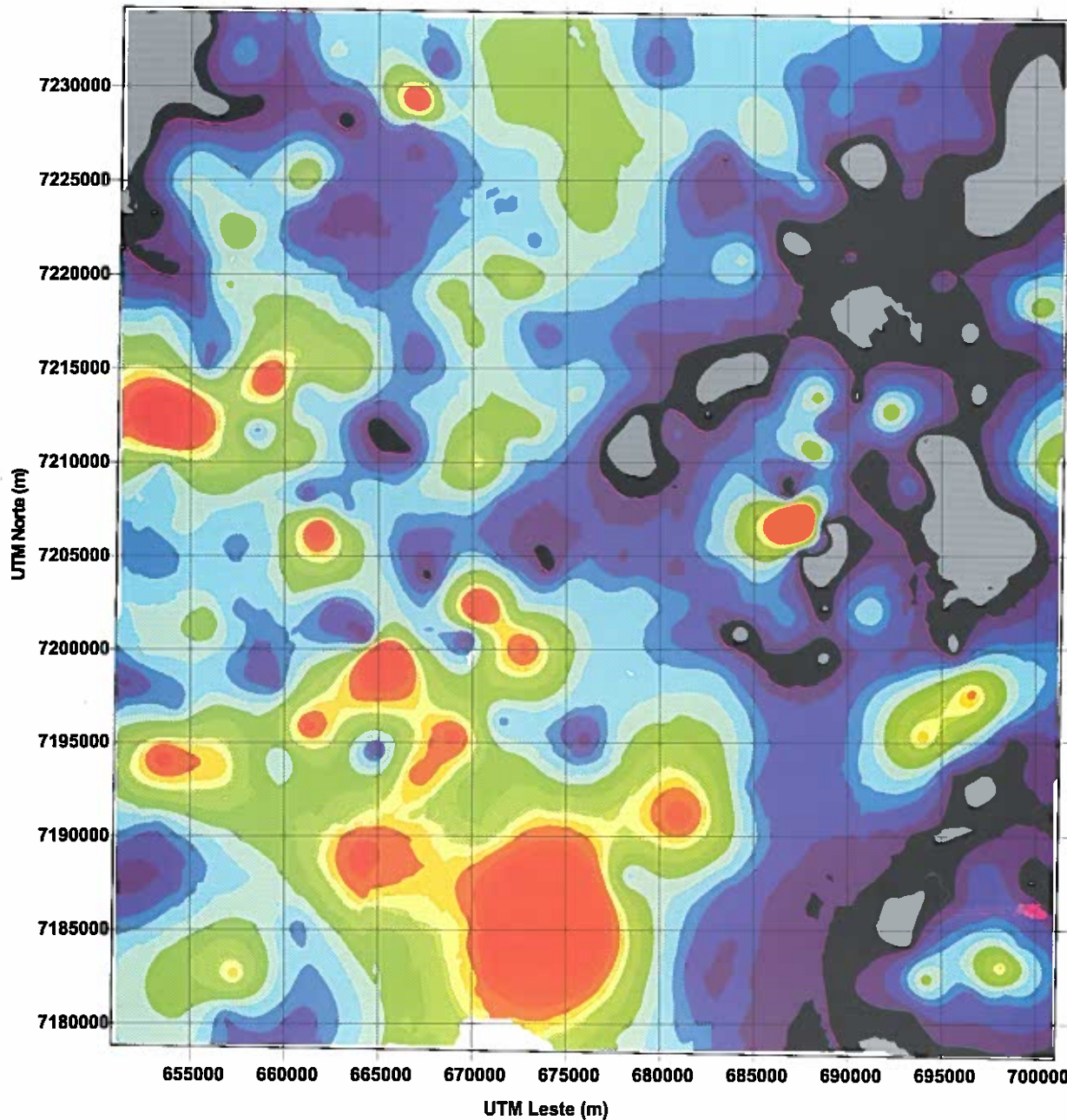
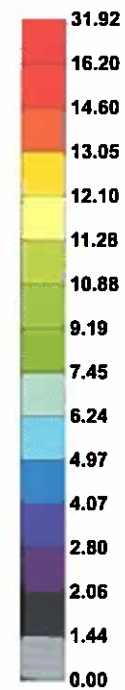
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Maximo	Variância
Cu (ppm) trocável (SAD)	351	0,25	2,00	3,90	5,06	6,40	35,00	19,945

Cu (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



CROMO - Cr

a. Características geoquímicas

O cromo é um elemento metálico que na natureza se encontra nos estados de oxidação +2, +3 e +6. Pode substituir o ferro, titânio, alumínio e magnésio nos retículos dos minerais e pode ocorrer junto com esses elementos tanto nos silicatos como nos óxidos. Nas rochas, o cromo tende a estar presente nos minerais máficos. O mais importante mineral de cromo é a cromita, que também é o mais importante mineral-minério. Nos primeiros estágios de diferenciação magmática quando as rochas máficas e ultramáficas se cristalizam, o cromo é removido das fusões silicáticas na forma de óxidos e silicatos.

b. Fontes naturais

A abundância média é de 70 ppm Cr nas rochas da crosta, 2.300 ppm nas rochas ultramáficas, 250 ppm nos gabros e 10 ppm nos granitos (Koljonen *et al.*, 1992). Os minérios de cromo associados com o magmatismo inicial são os óxidos diferenciados. Assim a cromita, que é mais densa, tende a ser segregada dos silicatos e pode formar depósitos econômicos. No intemperismo, o cromo acompanha o ferro e o alumínio e é enriquecido nos sedimentos residuais tais como laterita e nas argilas (Koljonen *et al.*, 1992). Sob condições oxidantes, no estado de oxidação +6, o cromo é facilmente dissolvido. A cromita é altamente resistente ao intemperismo se concentra junto com outros minerais resistentes nos sedimentos e aluviões. É o elemento responsável pela coloração verde das esmeraldas (variedade do berilo) e vermelha dos rubis (variedade do corindon).

c. Fontes artificiais e uso

O cromo é usado na produção de aço inoxidável, no endurecimento do aço, na cobertura de superfícies metálicas para evitar a corrosão. Na indústria do vidro, é usado para obter a coloração verde-esmeralda. Os dicromatos tais como o $K_2Cr_2O_7$ são agentes oxidantes usados em laboratórios de química analítica também nos processos de curtimento de couros. O cromato de chumbo é um pigmento amarelo. Compostos de cromo são usados como mordentes na indústria têxtil. A indústria aeronáutica usa o cromo para anodizar o alumínio. A indústria de refratários usa a cromita para a produção de tijolos e revestimentos devido ao seu elevado ponto de fusão, pequena expansão sob o calor e estrutura cristalina estável (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O cromo é um nutriente essencial, que toma parte no metabolismo da glicose, aumentando o efeito da insulina.

O cromo é um dos mais importantes poluentes industriais. Todos os compostos de Cr devem ser observados como tóxicos. O íon cromato (valência +6) é extremamente tóxico e carcinogênico, porém os compostos do Cr^{3+} são menos tóxicos.

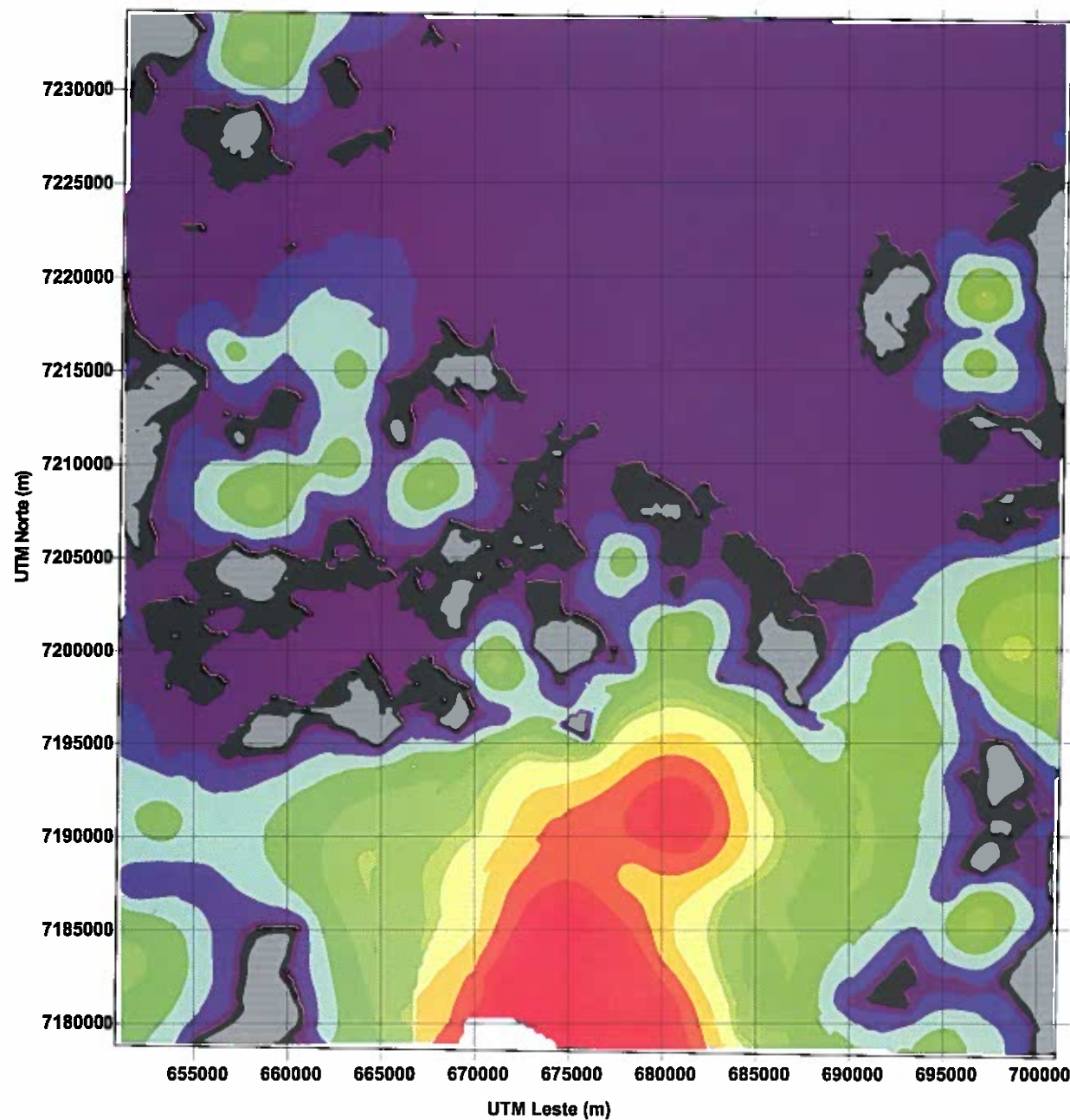
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,006 - 0,11 mg/dm³, nos ossos 0,1 - 3,3 ppm Cr, no fígado 0,02 - 3,3 ppm, nos músculos 0,024 - 0,84 ppm. A quantidade média de cromo numa pessoa de 70 kg é de 14 mg e a ingestão média diária é de 0,01 - 1,2 mg Cr. A dosagem de 200 mg é tóxica e a de 70 mg/kg do metal ministrada por via oral em seres humanos ou a de 11.000 mg/kg do acetato via oral, em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

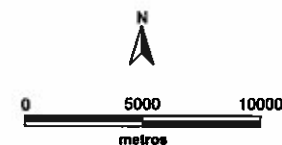
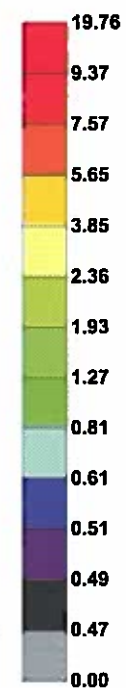
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Cr (ppm) troçável (SAD)	351	0,50	0,50	0,50	0,756	0,50	20,00	1,964

Cr (ppm)



Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ESCÂNDIO - Sc

a. Características geoquímicas

O escândio é um elemento metálico que ocorre na natureza no estado de oxidação +3. É branco-prateado, mas desenvolve uma película superficial amarelada ou rosada quando exposto ao ar. Nas rochas, ele está presente nos minerais máficos como piroxênios, micas, anfíbios e granadas. Nas estruturas dos minerais, ele substitui o magnésio, ferro, alumínio, cromo e titânio. Durante a diferenciação magmática, ele é enriquecido nas rochas máficas que cristalizam nos estágios iniciais, mas também está presente em pegmatitos e em depósitos hidrotermais, onde ocorre nos minerais de ETR (Elementos Terras Raras), ítrio, titânio, berílio, zircônio, tungstênio, nióbio, tântalo e estanho.

b. Fontes naturais

O escândio é abundante nos carbonatitos, com teores médios dez vezes maiores que nos calcários. A abundância média é de 13 ppm nas rochas da crosta, 10 ppm nas rochas ultramáficas, 35 ppm nas rochas máficas e 5 ppm nos granitos. Os minerais máficos que contêm escândio são facilmente intemperizados. O escândio é adsorvido pelas argilas e hidróxidos de ferro e alumínio e sob clima quente e úmido é enriquecido nas bauxitas e lateritas. O teor nos sedimentos é primariamente governada pelo material fonte. Como muitos dos minerais de escândio são resistentes ao intemperismo, o escândio é também enriquecido nos depósitos residuais contendo minerais pesados (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

Para o uso industrial o escândio é obtido como sub-produto dos minérios de estanho e tungstênio. Minérios de escândio com altos teores são raros, mas com teores baixos os "recursos são abundantes". Se a demanda aumentasse, os piroxênios, as rochas máficas, carbonatitos, e fosforitas poderiam ser explorados como minério.

O iodeto de escândio é adicionado às lâmpadas de vapor de mercúrio para a produção de uma luz mais intensa e eficiente, que assemelha-se à luz do sol, ideal para transmissões de televisão colorida (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O escândio não tem papel biológico e apesar de sua toxidade não ser bem conhecida, suspeita-se que seja cancerígeno. Como são pouco conhecidos e estudados, todos os compostos de escândio, por precaução, devem ser considerados como tóxicos e

carcinogênicos (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de aproximadamente 0,008 mg/dm³, nos ossos aproximadamente 0,001 ppm e no fígado 0,0004 - 0,0014. A quantidade média de Sc numa pessoa de 70 kg é de aproximadamente 0,2 mg. A dosagem de 4.000 mg/kg de cloreto de escândio ministrada por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

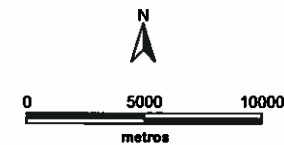
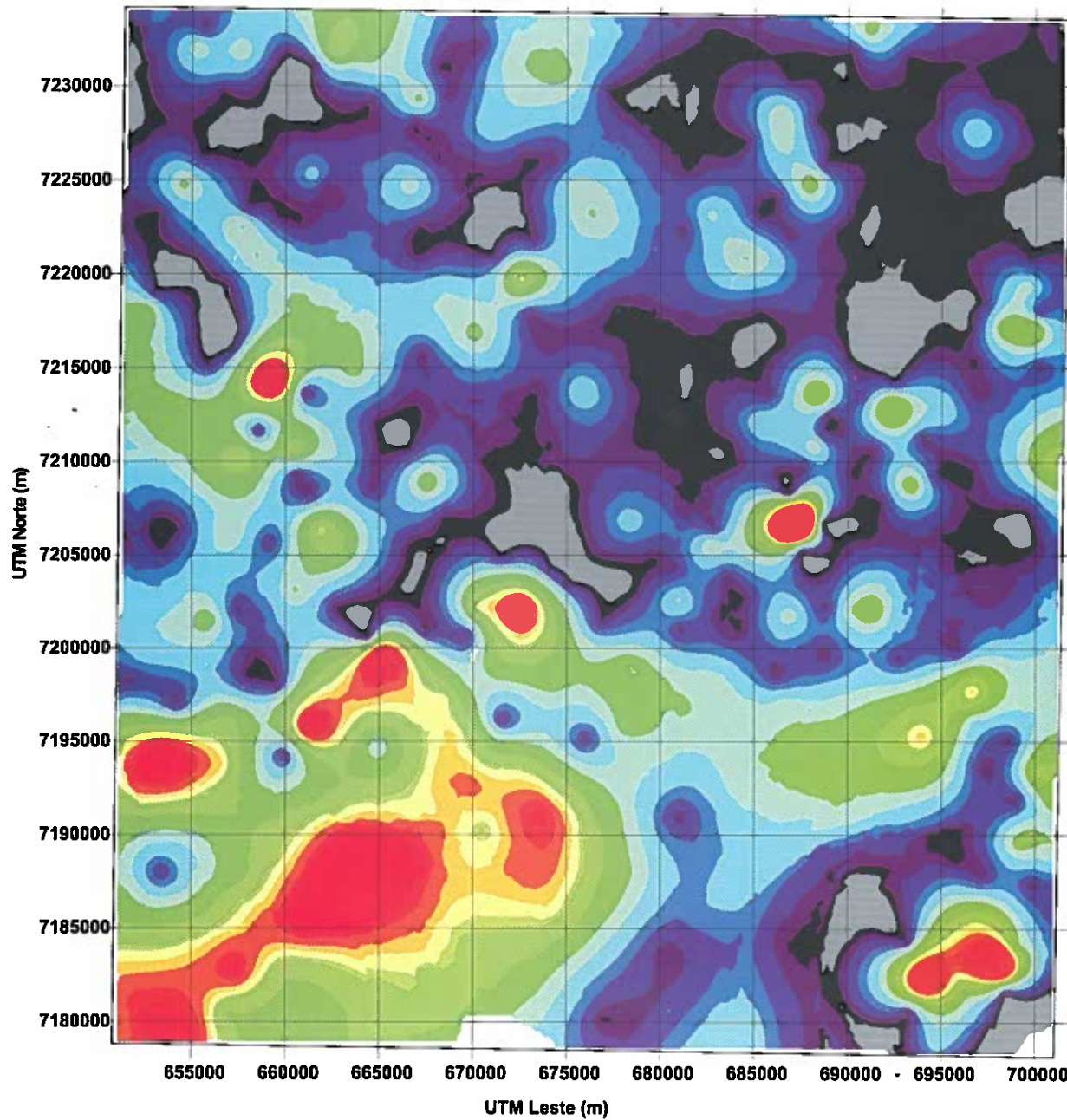
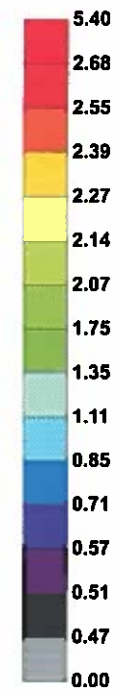
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Sc (ppm) trocável (SAD)	351	0,50	0,50	0,50	0,96	1,30	5,90	0,566

Sc (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ESTANHO - Sn

a. Características geoquímicas

O estanho é um metal prateado, dúctil e com uma estrutura cristalina sólida. Apresenta duas formas alotrópicas: o estanho cinza com uma estrutura cúbica, muda a 13,2° C para a forma branca, comum do metal. O estanho resiste ao ataque da água do mar, mas é atacado por álcalis, ácidos e sais ácidos.

b. Fontes naturais

O estanho é um elemento litófilo, concentrando-se nas últimas fases da cristalização dos magmas e tipicamente nos granitos. As fases finais (pneumatolíticas, com a geração de graissens) são as que apresentam os maiores teores. Nas rochas silicatadas, o Sn está presente sob a forma de cassiterita ou então substituindo outros elementos na composição dos silicatos. A cassiterita, mineral muito resistente ao intemperismo, às vezes é encontrado nos sedimentos de fundo e atingindo concentrações econômicas (Rankama e Sahama, 1954).

Os teores médios de estanho nas rochas ígneas varia desde 4 ppm nos basaltos, 80 ppm nos granitos e 800 a 8.000 ppm nos graissens (Rankama e Sahama, 1954).

O íon Sn^{2+} pode se concentrar em hidrolizados ricos em alumínio como as argilas.

c. Fontes artificiais e uso

O estanho é um importante componente de ligas metálicas incluindo soldas, metais fusíveis, peltre, bronze, metais para fabricação de sinos, dentre outros. É utilizado como película de revestimento de latas de cerveja, refrigerante e alimentos em conserva e para prevenir a corrosão do aço comum. Sais de estanho pulverizados sobre o vidro são usados para produzir películas condutoras de eletricidade, usadas para painéis luminosos e vidros de janelas à prova de congelamento em climas frios. É usado na produção de vidros e na tecnologia dos supercondutores em ligas de nióbio-estanho. Os compostos de estanho trialkyl e triaryl são biocidas - com grandes impactos ambientais. A tributiltina é o agente ativo de tintas antiferrugem usadas em navios (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O metal não se constitui num grande risco. Entretanto, todos os compostos de estanho, principalmente os organo-compostos devem ser vistos como extremamente tóxicos. Parece que níveis elevados de compostos de estanho são capazes de causar câncer e talvez mutações. Os compostos orgânicos de Sn quando utilizados em produtos bactericidas e fungicidas em ambientes costeiros (marinhos), podem provocar problemas graves à biota local (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de aproximadamente 0,38 mg/dm³, nos ossos 1,4 ppm, no fígado 0,23 a 2,3 ppm, nos músculos 0,33 a 2,4 ppm. A quantidade média de Sn numa pessoa de 70 kg é de 20 mg e a ingestão média diária é de 0,2 a 3,5 mg. A dosagem de 700 mg/kg de cloreto estanoso por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

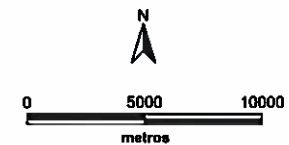
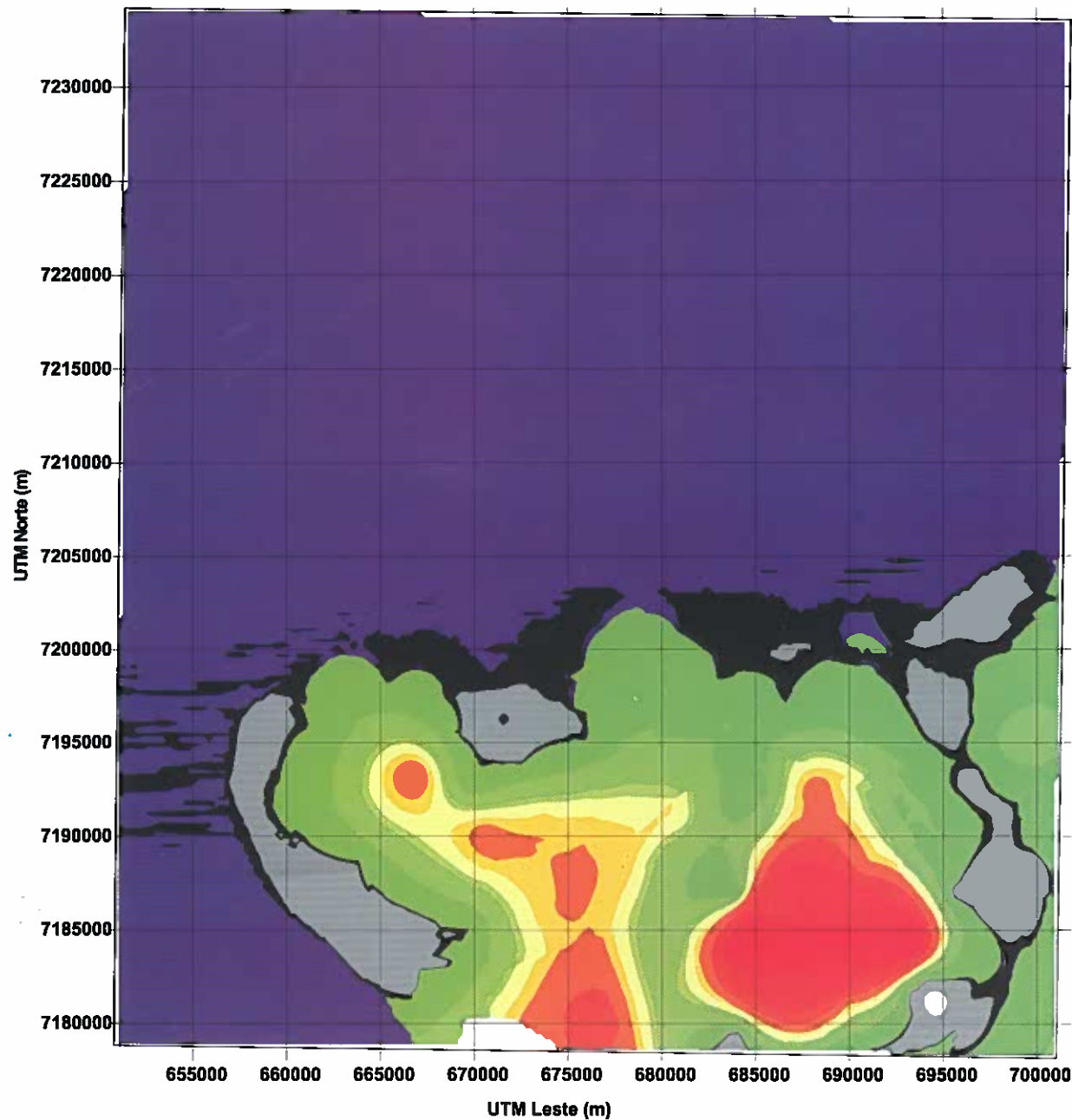
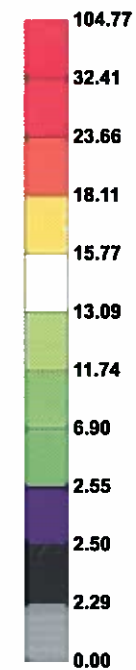
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo	Variância
Sn (ppm) trocável (SAD)	335	2,50	2,50	2,50	3,531	2,50	106,00	46,545

Sn (ppm)

Fração: < 80 mesh
Fluorescência de raios X

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ESTRÔNCIO - Sr

a. Características geoquímicas

O estrôncio, a exemplo dos outros metais alcalinos-terrosos (berílio, magnésio, cálcio e bário), ocorre na natureza no estado de oxidação +2. Nas rochas ele substitui o cálcio, potássio e bário nos retículos cristalinos e se faz presente nos minerais formadores de rocha, principalmente plagioclásios e feldspatos potássicos. Durante a diferenciação magmática ele cristaliza a partir de fusões silicáticas nos plagioclásios; os do estágio tardio contêm mais estrôncio do que os do estágio inicial. Ele é usualmente empobrecido nos diferenciados tardios como pegmatitos graníticos e aplitos. Nos estágios hidrotermais, o estrôncio ocorre na forma de carbonatos e sulfatos.

b. Fontes naturais

A abundância média de estrôncio é de 260 ppm nas rochas da crosta, 400 ppm nos gabros e 220 ppm nos granitos. Caracteristicamente o estrôncio é enriquecido em rochas alcalinas e especialmente nos carbonatitos. As altas concentrações de estrôncio, aproximadamente 0,4%, são de fato bons indicadores de carbonatitos, pois as rochas carbonáticas sedimentares têm cerca de 0,05% de estrôncio (Koljonen *et al.*, 1992).

Silicatos contendo estrôncio são resistentes ao intemperismo. Todavia, os carbonatos desintegram-se facilmente, assim a maioria do estrôncio dissolvido na água se origina de sedimentos e rochas sedimentares. Na forma dissolvida o estrôncio migra mais lentamente do que o cálcio, e mais rápido do que o bário. Nos sedimentos ele precipita como carbonato ou sulfato e aparece em evaporitos.

c. Fontes artificiais e uso

O estrôncio é usado na produção e uso de fogos de artifício dando a coloração vermelha. O isótopo ^{90}Sr é radioativo e produzido pela poluição nuclear. O estrôncio é usado na fabricação do vidro para tubos de imagem de televisão a cores e em materiais óticos. É também empregado nos processos metalúrgicos de refino do zinco (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O estrôncio não é tóxico, exceto em suas formas radioativas produzidas artificialmente, e não tem papel biológico. Devido sua semelhança química com o cálcio ele pode substituir o cálcio nos processos biológicos.

O estrôncio assemelha-se ao cálcio e os processos fisiológicos do corpo humano não são capazes de distingui-los com exatidão. Assim, o Sr é absorvido pelo corpo e armazenado nos ossos onde deveria estar o cálcio. Isso ocorre também com o isótopo radioativo ^{90}Sr produzido pelas explosões nucleares subterrâneas realizadas na década de 1950. Infelizmente o ^{90}Sr está muito disseminado no ambiente (Winter, 1998).

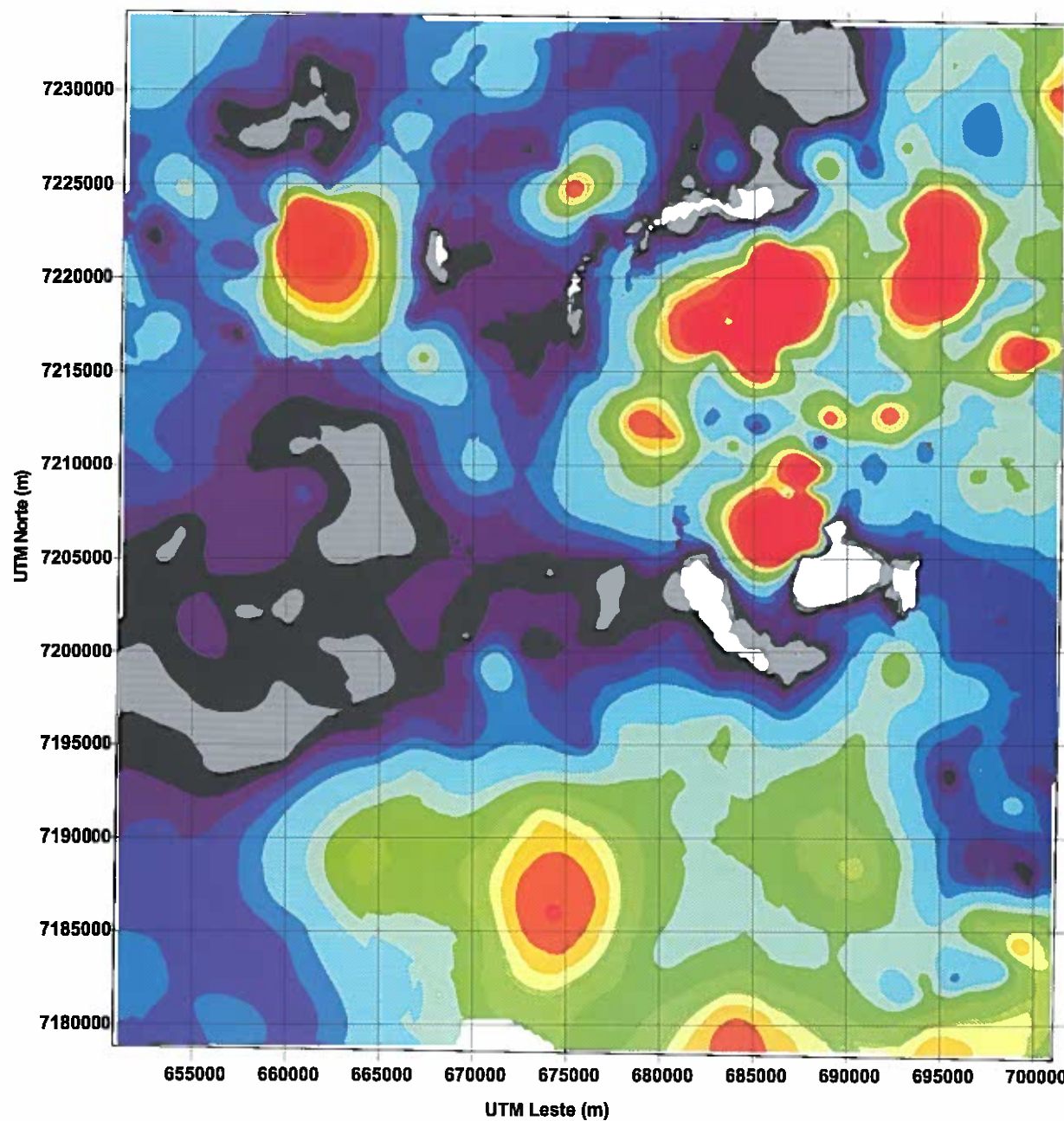
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,031 mg/dm³, nos ossos 36 a 140 ppm, no fígado 0,05 a 0,36 ppm, nos músculos 0,12 a 0,35 ppm. A quantidade média de Sr numa pessoa de 70 kg é de 320 mg e a ingestão média diária varia entre 0,8 a 5 mg. A dosagem de 2.250 mg/kg de cloreto de estrôncio ministrada por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

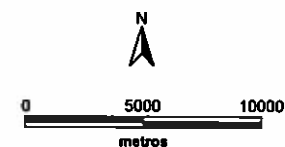
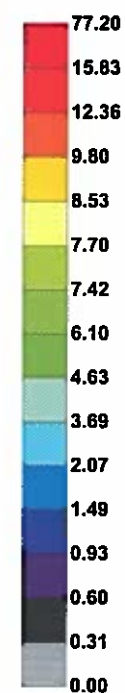
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Sr (ppm) trocável (SAD)	351	0,25	0,60	1,30	3,267	3,40	85,00	48,192

Sr (ppm)



Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



FERRO - Fe

a. Características geoquímicas

O ferro é o constituinte principal dos silicatos ferromagnesianos tais como olivinas, piroxênios, anfibólios e biotita. Também é abundante em uma ampla gama de sulfetos e óxidos. Durante os processos magmáticos ele concentra-se nos produtos intermediários do fracionamento e geralmente se enriquece mais nas rochas básicas que nas ácidas e ultrabásicas.

O ferro mostra um comportamento imóvel nos graus médios e elevados de metamorfismo nas rochas básicas (Nicollet e Andriambololona, 1980, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

A abundância do Fe nas rochas sedimentares é determinada por uma grande quantidade de fatores que incluem a proveniência, as condições de Eh-pH, a profundidade da alteração diagenética e a granulometria do sedimento. Na maioria das situações, os óxidos hidratados são as fases dominantes do Fe, embora óxidos primários (p. ex. magnetita), silicatos ferromagnesianos (p.ex. anfibólios e piroxênios) e sulfetos (p.ex. pirrotita) possam contribuir com algum Fe. Nas rochas sedimentares de grão fino, é relativamente comum a identificação da pirita autigênica (FeS_2) e da siderita (FeCO_3) (Berner, 1970, 1981, in BGS, 1991). A tendência das fases hidratadas do Fe em formar coberturas superficiais de óxidos, pode se refletir num relacionamento direto entre o teor total de Fe e de áreas de superfície específicas em partículas sedimentares (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Desse modo, argilas, folhelhos e grauvacas (> 6% Fe) são geralmente mais enriquecidas que os arcósios (cerca de 3% Fe), que os arenitos quartzofeldspáticos (cerca de 0,5% Fe) e que os carbonatos (cerca de 0,5% Fe).

O ferro pode estar presente nos sedimentos de drenagem, em uma grande quantidade de espécies minerais incluindo silicatos ferro-magnesianos, óxidos (p.ex. magnetita) e uma ampla variedade de fases de hidróxidos (p.ex. limonita e goethita), mas seu comportamento e dispersão subsequentes são controlados pela oxirredução do ambiente. O Fe dissolvido é em geral, facilmente precipitado com o aumento do pH ou do Eh, e esse fato torna-se o responsável pela presença de coberturas de óxidos hidratados (goethita, limonita, lepidocrocita e hematita) nos fragmentos de minerais e de rochas dos sedimentos das drenagens em ambientes aeróbicos. Além de influenciar a distribuição regional do Fe, essas coberturas exercem um controle substantivo sobre a distribuição do Ba, Mo, As e dos metais de transição da primeira linha, todos eles sujeitos à adsorção por (ou co-precipitação com) óxidos hidratados de Fe.

c. Fontes artificiais e uso

O ferro é o principal metal industrial. A produção mineira mundial foi de 540 milhões de toneladas em 1988. Cerca de 99% da produção é destinada à manufatura de ferro e aço. O aço contém manganês e quantidades residuais de elementos como P, S e Si. A presença de P e Si aumenta a dureza do aço mas também sua fragilidade; o Ti e Be aumentam a dureza sem perda de resistência à corrosão; o Cr, Ni, Mo, V, W e Cu aumentam a dureza e a resistência mecânica e química; e o Al e o B fazem com que possa ser soldado (Koljonen *et al.*, 1992).

As previsões de consumo são de 700 milhões de toneladas no ano 2.000 (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O ferro é essencial para os processos fisiológicos de todos os seres vivos. É o primeiro elemento cuja deficiência como nutriente nas plantas foi documentado na forma de sintomas específicos (Koljonen *et al.*, 1992). Os papéis desempenhados pelo ferro na fisiologia são numerosos. Nas plantas, um dos mais importantes é a participação na assimilação da clorofila. O sintoma mais facilmente detectável de deficiência de ferro é a clorose, que se manifesta pelo amarelecimento e despigmentação de partes normalmente verdes, tais como as extremidades das folhas. O ferro nos solos está presente principalmente sob a forma de hidróxido ferroso, como nas lateritas. Antes de sua utilização como nutriente ele deve ser colocado na forma solúvel. Os vegetais realizam essa tarefa pela redução do ferro ($\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$) e aumentando a acidez do solo. O ferro é transportado como compostos complexos com ácidos orgânicos.

A capacidade das plantas em utilizar o ferro presente no solo, depende muito da espécie vegetal. Precipitados ricos em ferro são geralmente ricos em manganês. Também tendem a ser enriquecidos em metais pesados tais como cobalto, cádmio e chumbo e, quando dissolvidos como resultado de acidificação do solo por exemplo, podem liberar estes metais e adicioná-los ao estoque de elementos tóxicos no ambiente (Koljonen *et al.*, 1992).

Nos animais, o ferro desempenha um papel vital no metabolismo como componente da hemoglobina e de certas enzimas; a deficiência conduz à anemia. O ferro se concentra nos animais e nos homens em teores elevados no fígado e no baço. Apenas uma pequena quantidade do ferro consumido pelos seres humanos é realmente utilizado, e para restaurar os estoques é necessária uma ingestão por período prolongado. A deficiência em ferro é comumente superada através de alimentação completa. As necessidades maiores em ferro das crianças e mulheres fazem-nas especialmente vulneráveis à deficiência em ferro (Koljonen *et al.*, 1992).

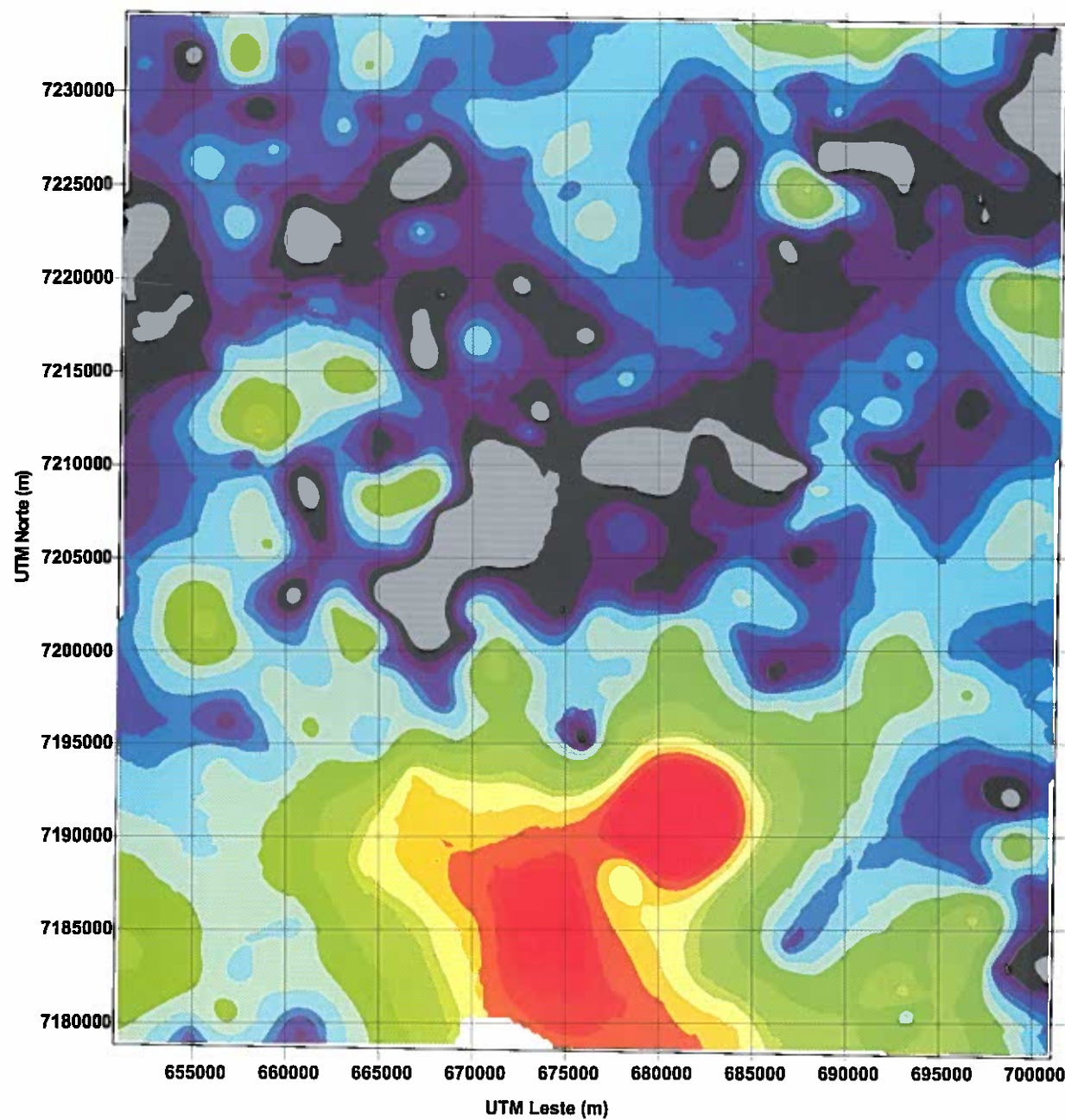
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 447mg/dm³, nos ossos 3 a 380 ppm, no fígado 250 a 1400 ppm, nos músculos 180 ppm. A quantidade média de Fe numa pessoa de 70 kg é de 4,2 g e a ingestão média diária é de 6 a 40 mg. A dosagem de 200 mg é tóxica; os compostos de Fe^{2+} são mais tóxicos que os de Fe^{3+} ; a de 7 - 35 g é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

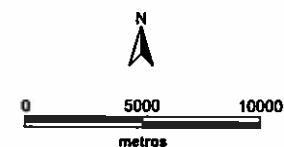
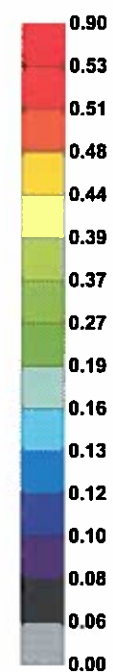
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Fe (%) trocável (SAD)	351	0,02	0,08	0,11	0,139	0,16	0,91	0,0102

Fe [%]



Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



FLÚOR - F

a. Características geoquímicas

O flúor está presente em quantidades traço em uma grande variedade de materiais geológicos onde o íon F^- substitui livremente o grupo hidroxila (OH^-) em minerais como micas, anfíbios, apatitas e argilas. Adicionalmente, concentra-se na fluorita (CaF_2) em alguns tipos de depósitos minerais e mais raramente como cimento de arenitos.

b. Fontes naturais

Segundo suas afinidades mineralógicas, os teores de flúor são mais elevados nos granitos (média de 870 ppm) que nos basaltos e gabros (360 - 420 ppm); mais baixos em calcários e arenitos não-mineralizados (180-260 ppm) que nos folhelhos (média de 800 ppm). Rochas ultrabásicas possuem conteúdos muito baixos em flúor (média de 100 ppm) (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991).

O flúor é liberado durante os processos de intemperismo e ocorre em solução principalmente sob a forma do íon F^- . Diversamente de outros halogênios, ele pode formar complexos estáveis com elementos tais como Al, Fe, B e mesmo Ca (com este apenas em águas salinas). Os teores normais de F em águas naturais variam entre 0,1 a 2,0 ppm, sendo removido da solução provavelmente pela coprecipitação com óxidos secundários de Fe onde pode ser complexado tanto com Fe quanto com Al, e sorvido em fosfatos. Em condições alcalinas, salinas, a precipitação do CaF_2 pode ser o processo principal de remoção.

c. Fontes artificiais e uso

O flúor é principalmente extraído da fluorita (CaF_2), mas também de rochas fosfáticas. A produção mundial de flúor em 1988 foi de 5,1 milhões de toneladas. A utilização principal do flúor é na manufatura do alumínio metálico (60% do total produzido), na produção do aço (30%), na indústria química (p.ex. teflon e pastas dentífricas), e na indústria cerâmica. Na forma de clorofluorcarbono (CFC), o flúor foi amplamente utilizado como propelente de aerossóis, mas esta aplicação está gradativamente desaparecendo pela agressão à camada de ozônio. Níveis muito elevados de F podem resultar da poluição industrial provocada pela mineração de fluorita, fundição de alumínio ou indústria cerâmica. Em virtude de problemas ambientais, o uso do flúor deve declinar no futuro, mas as quantidades consumidas dependerão amplamente do desenvolvimento das indústrias do alumínio e do aço (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O flúor é um elemento essencial aos mamíferos, onde promove o endurecimento da matriz mineral à base de apatita, dos dentes e esqueleto. O teor definido como ótimo na água potável é rigidamente estabelecido pela Organização Mundial da Saúde, em 1 ppm F. Teores abaixo de 0,5 ppm provocam baixa resistência às cáries dentárias, enquanto que teores acima de 2 ppm causam enfermidades dentárias e esqueléticas (fluorose e osteoporose). Quantidades traço de flúor são benéficas para os ossos e dentes, entretanto, excesso de flúor (teores > 2 ppm) causam a fluorose, que se manifesta na fragilidade e como malformações dos ossos e dentes.

O flúor como fluoreto (F^-) é provavelmente um elemento essencial para os seres humanos e certamente para alguns moluscos (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,5 mg/dm³, nos ossos 2.000 a 12.000 ppm, no fígado 0,22 a 7 ppm, nos músculos 0,05 ppm. A quantidade média de F numa pessoa de 70 kg é de 2,6 g e a ingestão média diária é de 0,3 a 0,5 mg. A dosagem de 250 mg NaF é tóxica, e as de 5 a 25 g NaF ministrada por via oral em ratos (52 mg/kg) e a inalação do gás flúor por ratos numa concentração de 185 ppm por 1 hora.mg/kg é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

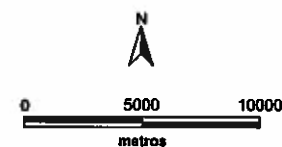
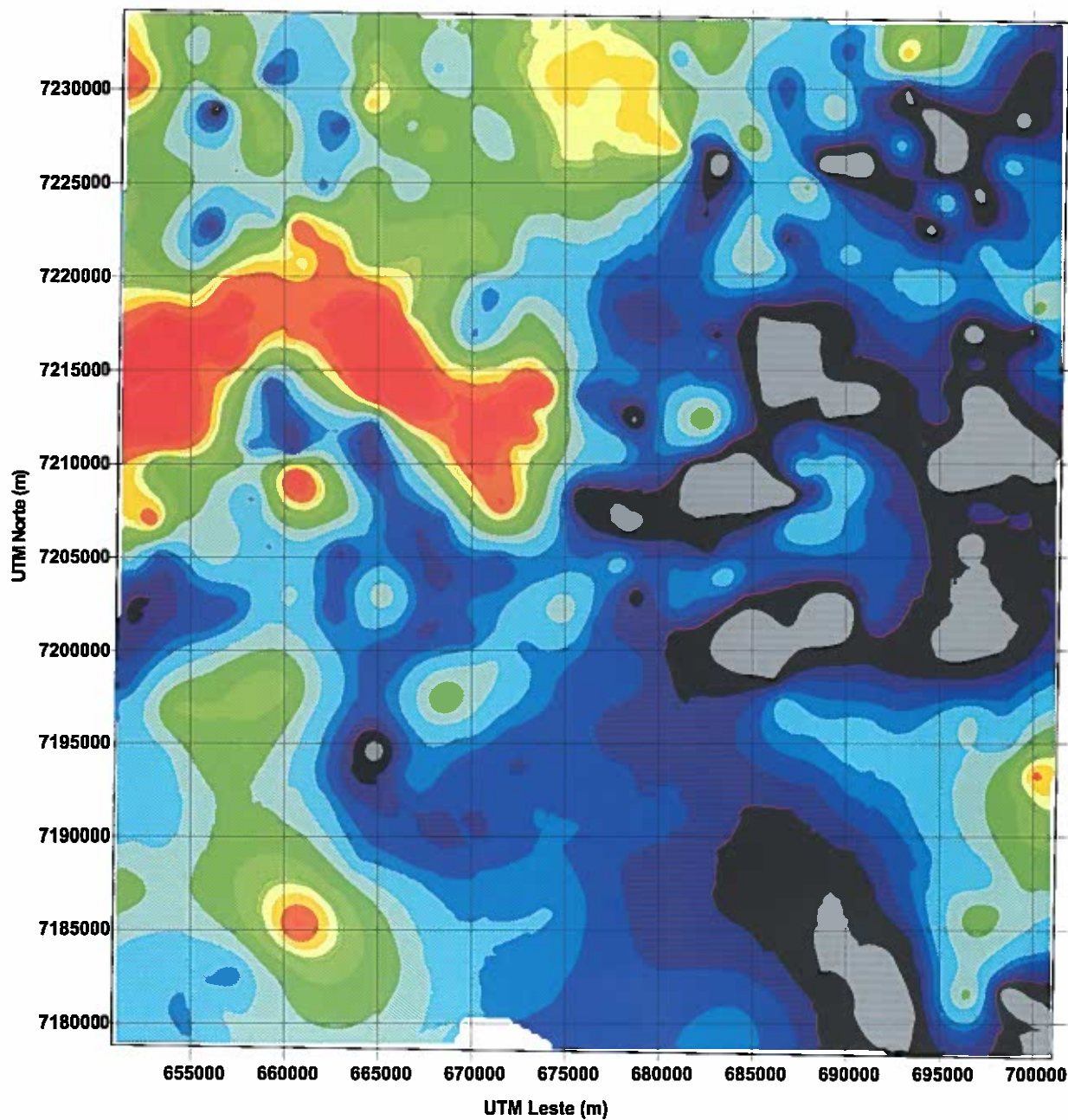
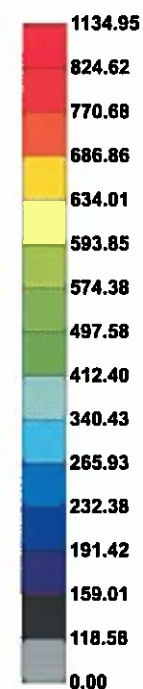
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
F (ppm) (SAD)	363	42,00	180,00	260,00	322,699	420,00	1.150,00	42.433,66

F (ppm)

Fração: < 80 mesh
Fusão Alcalina
Eletrodo de íon específico

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



FÓSFORO - P

a. Características geoquímicas

O fósforo é um elemento não-metálico que ocorre na natureza, num grande número de materiais, mas nas rochas ele está presente principalmente sob a forma de minerais como a apatita e outros fosfatos como as monazitas e xenotima. Durante a diferenciação magmática, o fósforo é enriquecido nas rochas máficas, gabróicas que cristalizam-se no início do processo, mas ele ocorre também em outros tipos de rochas, como os carbonatitos.

b. Fontes naturais

A abundância média de fósforo nas rochas da crosta terrestre é de 900 ppm, 1.200 ppm nos gabros e 7.500 ppm nos granitos. A apatita intemperiza-se facilmente. O fósforo dissolvido é removido das soluções para os sedimentos ricos em matéria orgânica ou é precipitado com o cálcio e com o ferro. Muitos desses fosfatos, principalmente os formados por Elementos Terras Raras, são resistentes ao intemperismo e concentrações de areias negras podem ser formadas. Os minérios mais importantes de fósforo contêm fosforita e são formados por meio da precipitação do fosfato de cálcio da água do mar e acumulações no fundo oceânico de material sedimentar e restos de organismos (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

A poluição por fosfato ocorre como resultado da lixiviação de fertilizantes (NPK) e de pesticidas (organo-fosforados) agrícolas, de muitos detergentes e dos processos de fosfatização para proteção de superfícies metálicas. O fósforo é usado na produção de palitos de fósforo, fogos de artifício, bombas incendiárias, bombas de fumaça e munição traçante. Os fosfatos são usados na fabricação de vidros especiais como os das lâmpadas de vapor de sódio. A farinha de osso (fosfato de cálcio) é usada para produzir porcelana de qualidade e na obtenção de fosfato monocálcico, usado na indústria cervejeira. O fósforo é importante na metalurgia do aço e do bronze. O Na_3PO_4 é usado como agente de limpeza e na prevenção da obstrução e de corrosão dos tubos de sistemas de aquecimento a vapor (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O fósforo é um nutriente primário e, como um constituinte do DNA e do RNA, é essencial para a vida. Na forma de fosfato de cálcio ele é o principal componente da parte esquelética de animais, como ossos e dentes (Winter, 1996).

O fósforo elementar é extremamente tóxico, sendo a variedade branca mais que a vermelha. O envenenamento crônico de trabalhadores que manipulam fósforo branco sem proteção, causa a necrose da mandíbula. Ésteres fosfatados agredem o sistema nervoso central. Fosfatos inorgânicos são relativamente pouco perigosos.

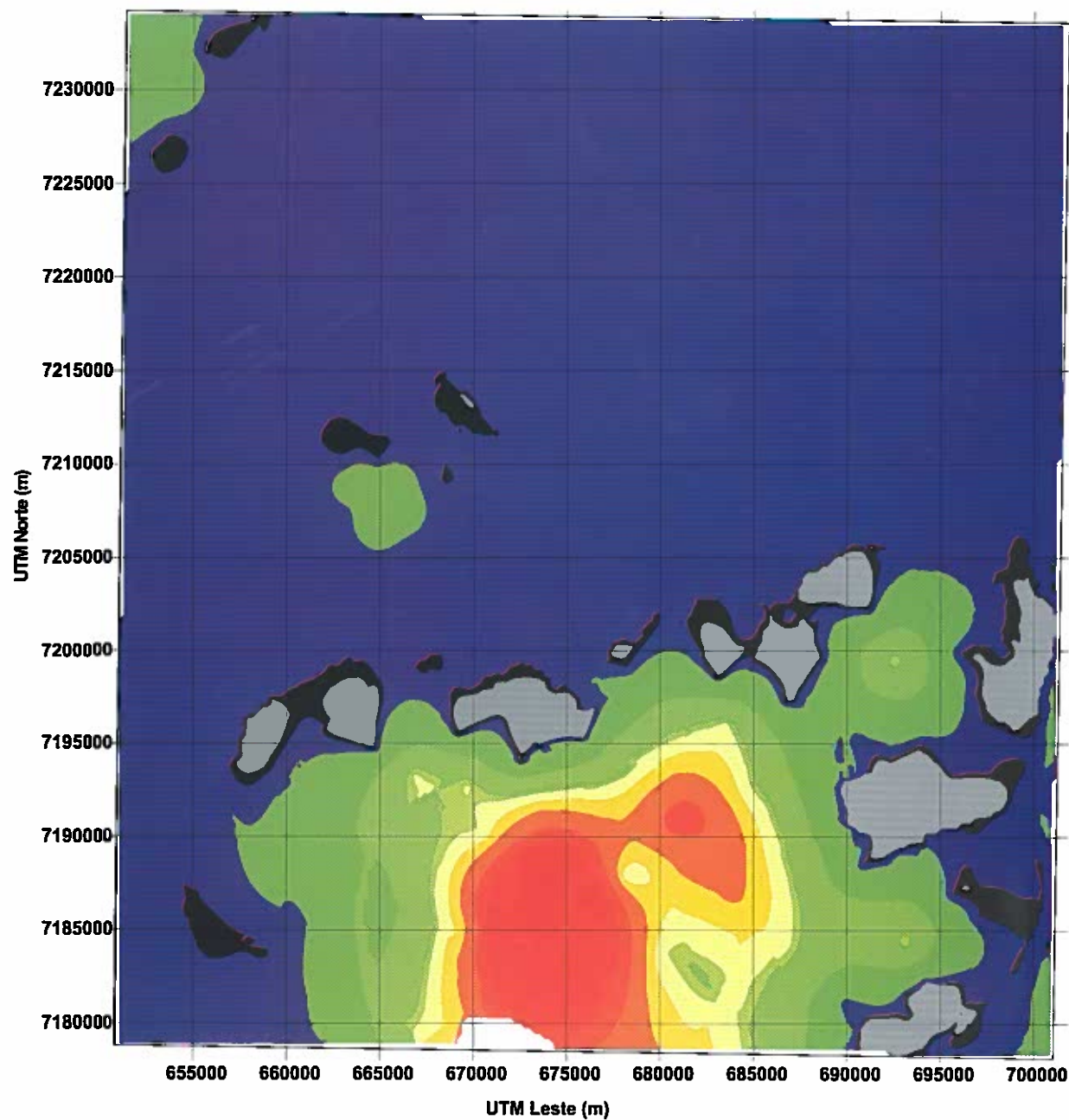
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 345 mg/dm³, nos ossos 67.000 - 71.000 ppm, no fígado 3 - 8,5 ppm, nos músculos 3.000 - 8.500 ppm. A quantidade média de fósforo numa pessoa de 70 kg é de 780 g e a ingestão média diária é de 900 - 1.900 mg. A ingestão de 100 mg de fósforo branco por via oral em seres humanos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

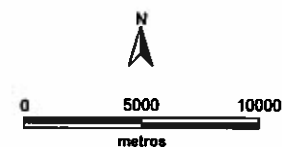
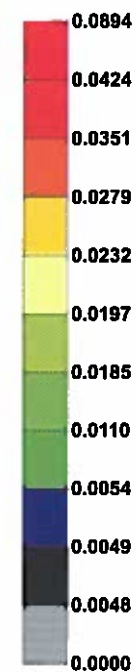
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Maximo	Variância
P (%) trocável (SAD)	351	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,090	0,00004

P [%]



Frao: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ÍTRIO - Y

a. Características geoquímicas

O ítrio é um elemento metálico que ocorre na natureza no estado de oxidação +3 e é normalmente incluído por suas propriedades físico-químicas, no grupo dos Elementos Terras Raras (ETR).

b. Fontes naturais

O ítrio concentra-se nos produtos finais da cristalização dos magmas, e tem a tendência de cristalizar em minerais independentes como a monazita, a allanita (ortita) e a xenotima. Pode integrar de maneira importante a composição química de diversos outros minerais como a fluorita, apatita, esfeno, zircão, granada e também a biotita. As apatites de rochas básicas são mais ricas em ítrio que as de rochas ácidas (graníticas).

O ítrio concentra-se de forma notável nos processos de deposição dos sedimentos carbonatados, onde substitui o Ca^{2+} . Nos processos de intemperismo, o ítrio forma soluções iônicas com certa facilidade e também concentra-se nos resíduos da dissolução das rochas carbonáticas e nas conchas calcárias dos organismos marinhos (Rankama e Sahama, 1953).

c. Fontes artificiais e uso

Os compostos fosforados de ítrio são usados para dar o vermelho nos tubos de imagem de televisão a cores. O óxido é usado para produzir granadas (mineral) artificiais usadas como filtros efetivos de microondas ou transmissores e transdutores acústicos. A granada (mineral) de ítrio e alumínio é uma gema usada em sistemas de laser. O ítrio é usado como catalizador na indústria petroquímica e tem uso potencial na cerâmica e indústria do vidro. É usado para aumentar a resistência de ligas metálicas com o cromo, alumínio e magnésio (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0047mg/dm³, nos ossos 0,07 ppm e nos músculos 0,02ppm. A quantidade média de Y numa pessoa de 70 kg é de 0,6 mg e a ingestão média diária é de 0,016 mg. A dosagem de 88 mg/kg de cloreto de ítrio ministrada em ratos é letal. Os sais de ítrio podem causar câncer (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

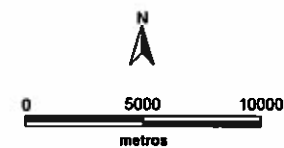
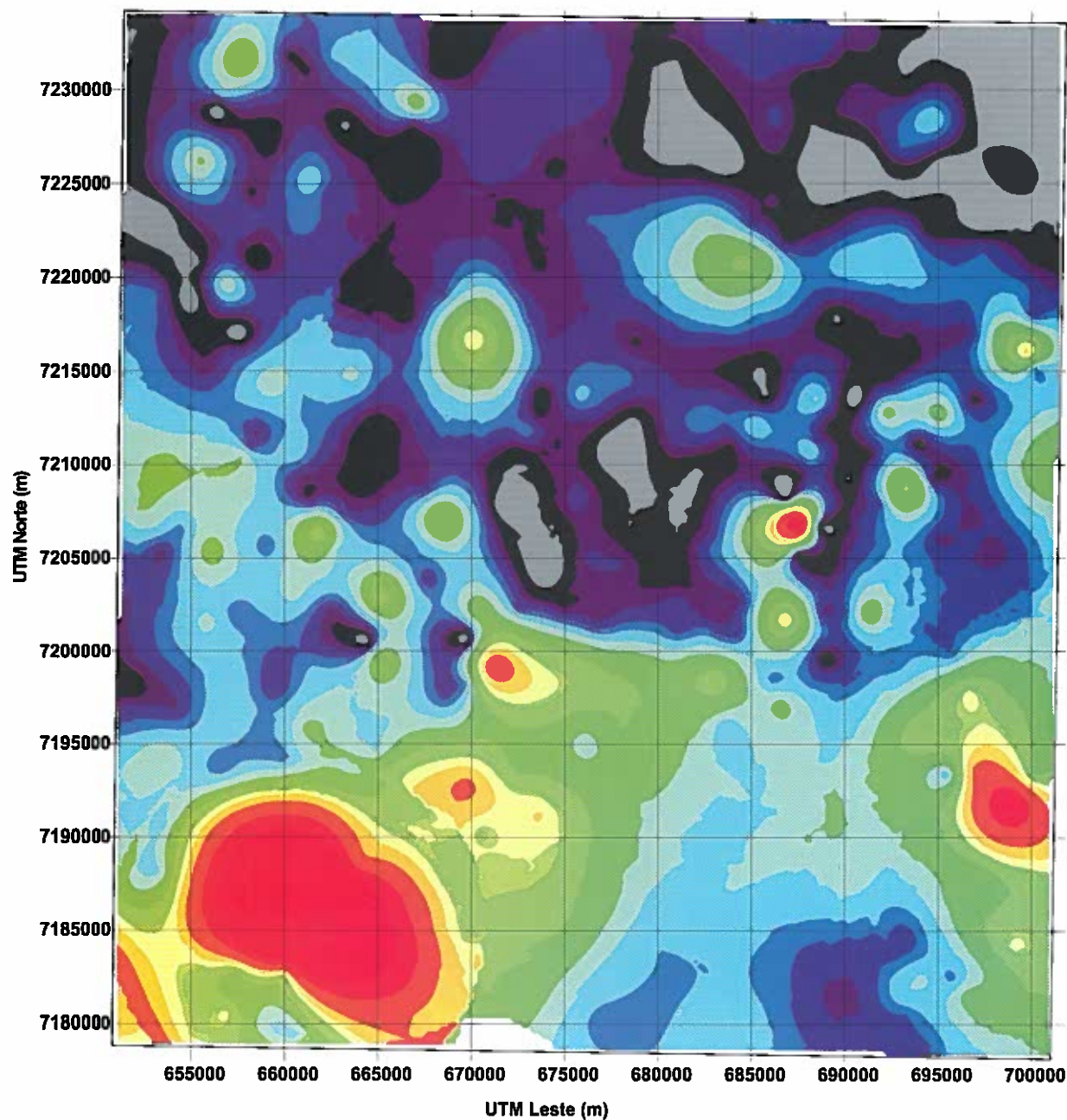
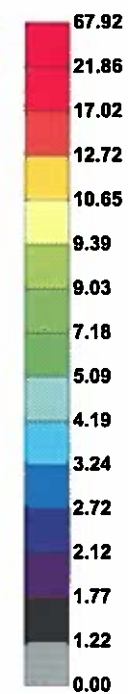
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Y (ppm) trocável (SAD)	351	0,50	1,70	2,50	3,689	4,20	69,00	21,823

Y (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



LANTÂNIO - La

a. Características geoquímicas

O lantânio é um metal do grupo dos Elementos Terras Raras (ETR). O La^{3+} tem um raio iônico 1,061 Å. É um elemento comum dos minerais, mas sempre em teores muito baixos.

É um metal branco prateado, maleável, dúctil e mole o suficiente para ser cortado com uma faca. É um dos Elementos Terras Raras mais reativos. Oxida-se rapidamente quando exposto ao ar (Winter, 1998).

b. Fontes naturais

O lantânio tem uma grande afinidade com o flúor e com o fósforo, que se manifesta numa grande quantidade de minerais de lantânio que existem nos granitos e pegmatitos de sienitos nefelinicos, como a itriofluorita, a fluocerita e, principalmente, a apatita. Durante a cristalização magmática, o lantânio concentra-se nos produtos residuais como granitos, sienitos e pegmatitos (mesmo os básicos).

Os teores médios de lantânio nas rochas ígneas variam de 9 ppm nos gabros, 43 a 60 nos granitos e 51 a 430 nos sienitos nefelinicos (Rankama e Sahama, 1954).

c. Fontes artificiais e uso

Os compostos de ETR contendo lantânio são extensivamente usadas nas lâmpadas de carbono dos equipamentos de projeção de cinema. O ^{203}La aumenta a resistência do vidro aos álcalis e é usado na fabricação de vidros óticos especiais. Pequenas quantidades de lantânio são usadas como aditivo na produção de ferro nodular. Esponjas de lantânio são usadas como elementos básicos em sistemas de conservação de energia (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O lantânio não desempenha qualquer papel conhecido na fisiologia animal ou vegetal, nem seus efeitos tóxicos são conhecidos.

e. Tabela-resumo das estatísticas

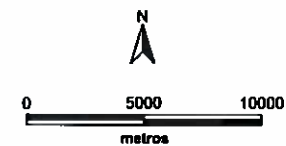
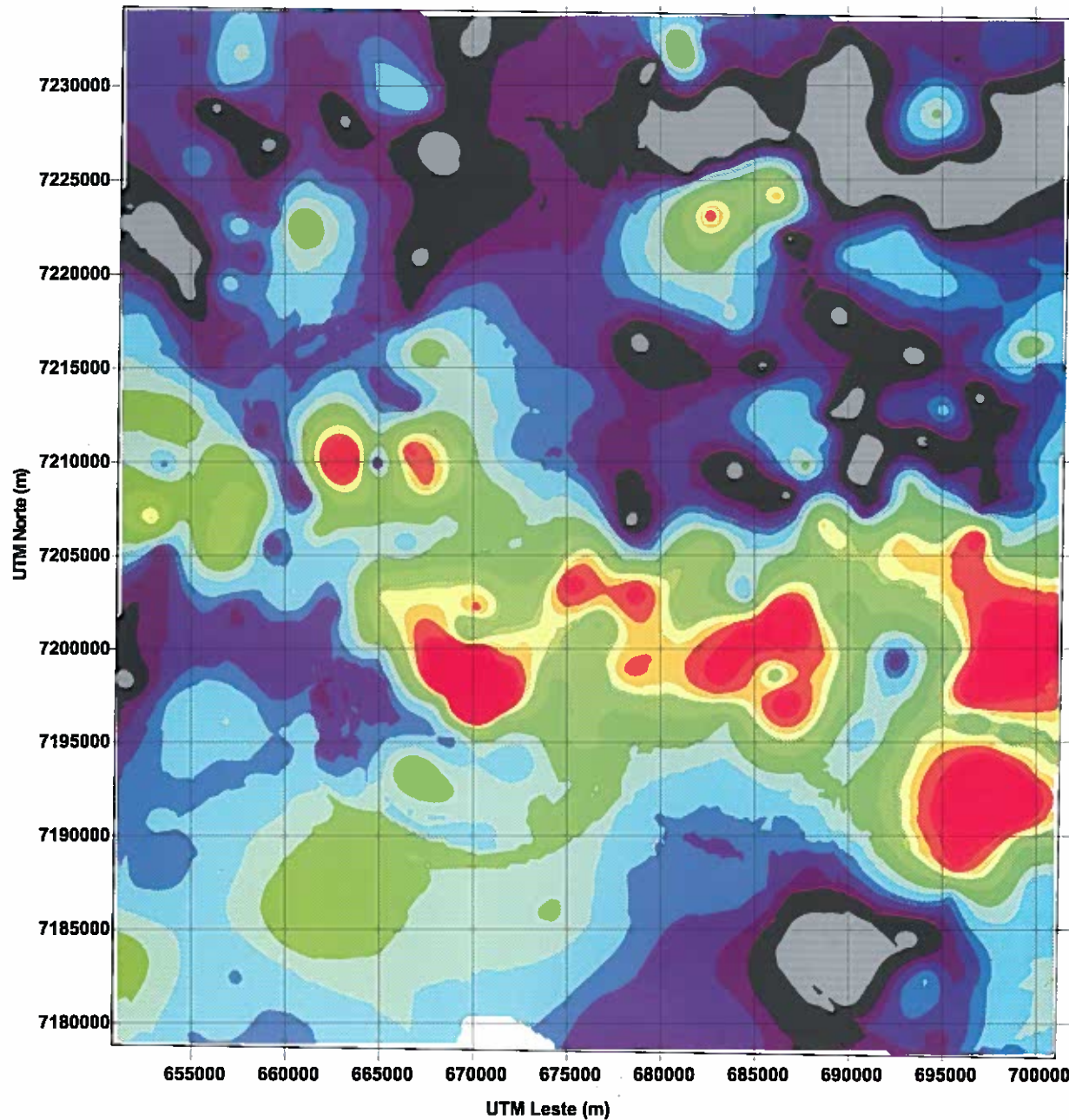
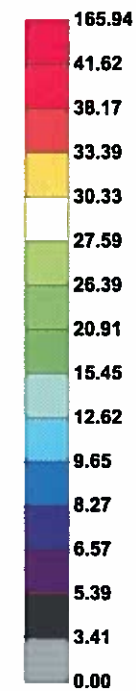
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
La (ppm) trocável [SAD]	351	2,50	5,80	8,60	12,74	15,00	175,00	197,53

La (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



LÍTIO - Li

a. Características geoquímicas

O lítio é um metal alcalino que na natureza ocorre no estado de oxidação +1. Nas rochas, ele ocorre principalmente nos silicatos. Devido ao raio iônico ser pequeno, ele difere cristaloquimicamente dos outros metais alcalinos (sódio, potássio, rubídio e cério) e não os acompanha nos processos geológicos. (Koljonen *et al.*, 1992). Durante a diferenciação magmática, é enriquecido nos estágios tardios, quando micas, piroxênios e turmalinas cristalizam-se. A razão Li/Mg cresce durante a diferenciação magmática e o lítio começa a substituir o magnésio somente nos estágios pegmatíticos tardios.

b. Fontes naturais

A abundância média de lítio é de 20 ppm nas rochas da crosta terrestre, 10 ppm nos gabros, 25 ppm nos granitos e 50-80 ppm nos xistos-argilosos (Koljonen *et al.*, 1992).

Minerais que contêm lítio intemperizam-se facilmente, assim o Li é removido na forma de soluções. Entretanto ele é adsorvido facilmente por minerais argilosos e hidróxidos de ferro e manganês. (Koljonen *et al.*, 1992).

Os pegmatitos de elementos raros e salmouras são os principais recursos de lítio. O mais importante mineral-minério é o espodumênio.

c. Fontes artificiais e uso

O lítio é usado em transmissão térmica já que tem o calor específico mais elevado entre todos os elementos sólidos. É utilizado na síntese de compostos orgânicos, na indústria nuclear, na produção de anodos de baterias (em virtude de seu elevado potencial eletroquímico), na produção de vidros especiais e cerâmicas. O estearato de lítio é usado como lubrificante multipropósito e de altas temperaturas. Compostos de lítio como o carbonato (Li_2CO_3) são usados na indústria farmacêutica (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

Aparentemente, o lítio não desempenha um papel importante nos processos biológicos, o que não significa que não os afete. Medicamentos à base de Li, tais como o carbonato de lítio (Li_2CO_3) são utilizados no tratamento de distúrbios maniaco-depressivos. Apesar dos compostos de lítio serem vistos como levemente tóxicos, alguns deles são carcinogênicos (causam câncer) e teratogênicos (causam malformações congênitas) (Winter, 1998).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,004 mg/dm³, nos ossos 1,3 ppm, no fígado 0,025 ppm, nos músculos 0,023 ppm. A quantidade média de Li numa pessoa de 70 kg é de 7 mg e a ingestão média diária é de 0,1 a 2 mg. A dosagem de 20 a 200 g na forma de carbonato de Li é tóxica e a de 525 mg/kg de carbonato de Li, ministrada por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

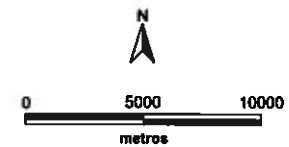
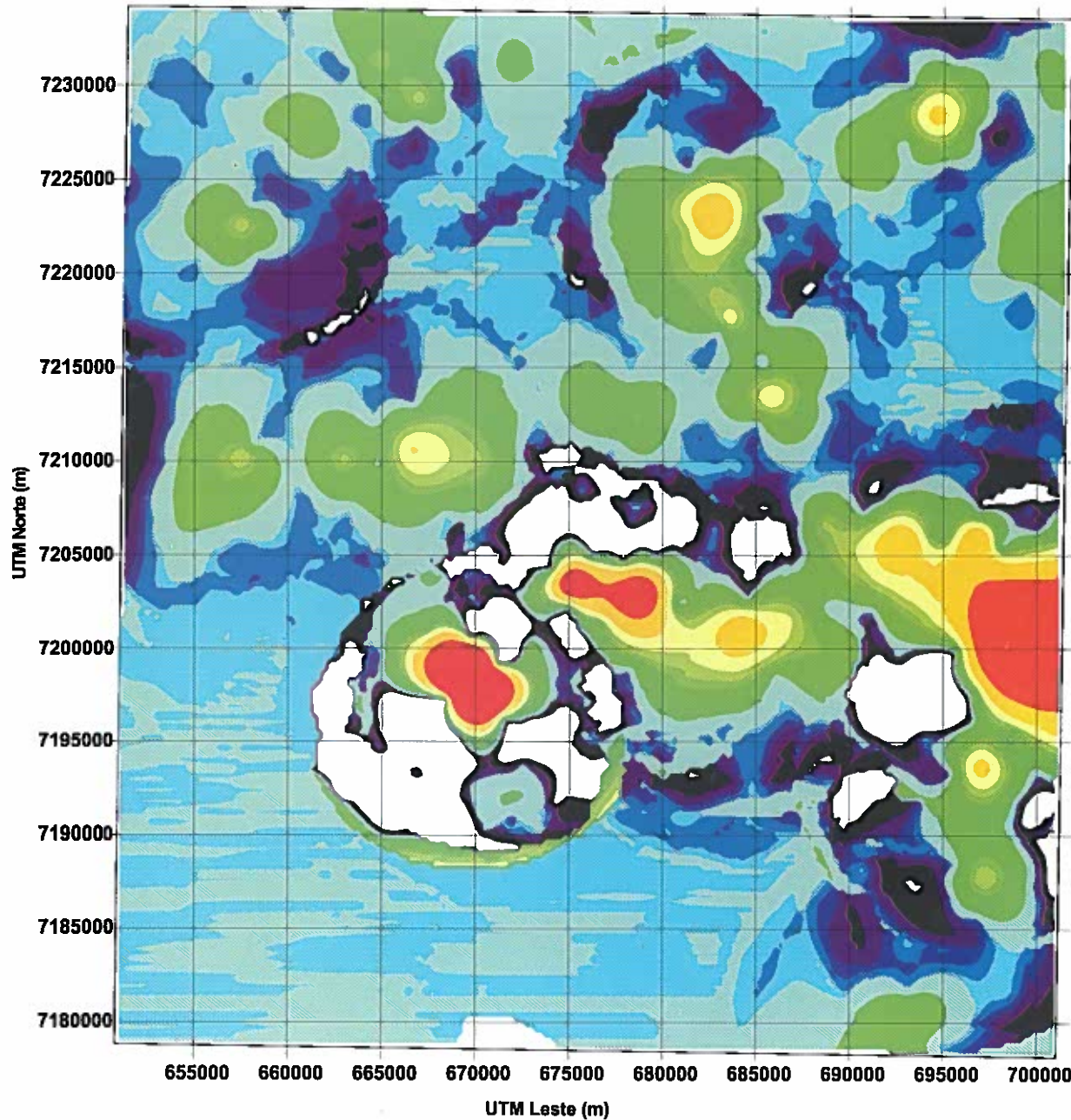
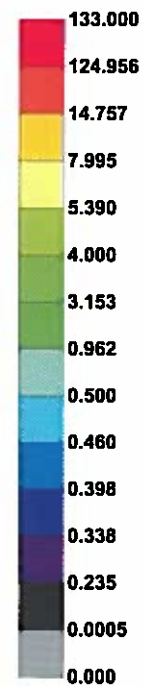
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Li (ppm) trocável (SAD)	351	0,50	0,50	0,50	1,733	0,50	133,00	63,659

Li (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



MAGNÉSIO - Mg

a. Características geoquímicas

O magnésio, como os outros metais alcalinos-terrosos (berílio, cálcio, bário e estrôncio), ocorre na natureza no estado de oxidação +2. O magnésio é fortemente enriquecido na crosta inferior e no manto, sendo um elemento comum nas rochas ultramáficas e máficas. É o constituinte maior de muitos minerais, podendo estar presente nos silicatos, nos óxidos e nos carbonatos. É comum a substituição do magnésio pelo ferro, níquel, cobalto, escândio, zinco e lítio, o que significa que ele influencia fortemente o comportamento geoquímico desses elementos. Durante a diferenciação magmática, o magnésio é removido das fusões silicáticas dos estágios iniciais, quando a olivina, óxidos, piroxênios, anfibólios e micas cristalizam-se. Na crosta terrestre, ele é o oitavo elemento mais comum, depois do sódio.

b. Fontes naturais

A abundância média do magnésio é de 1,3% na crosta terrestre, 20,8% nas rochas ultramáficas, 4,6% nas rochas máficas e somente 0,5% nos granitos (Koljonen *et al.*, 1992).

Minerais de magnésio intemperizam-se facilmente; com a dissolução o magnésio começa a ser removido principalmente dos minerais argilosos e carbonatos (Koljonen *et al.*, 1992).

Os sais de magnésio (cloretos e sulfatos) são cristalizados em evaporitos, no estágio final, após o sal comum (cloreto de sódio) (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

O magnésio é um elemento comum e largamente disponível para o uso industrial. Desta maneira, minerais ricos em magnésio como os minerais argilosos, micas e os carbonatos, dolomitas e magnesitas são usadas como minerais industriais, enquanto que o metal é produzido eletroliticamente do sal de magnésio.

O magnésio é usado nas lâmpadas (flash) fotográficas, pirotecnia e bombas incendiárias. Como é três vezes mais leve que o alumínio, é essencial nas ligas usadas nas indústrias aeronáutica e de mísseis. É um agente redutor usado na produção de urânio e outros metais a partir de seus sais. O hidróxido (leite de magnésia), o cloreto, o sulfato e o citrato de magnésio são amplamente usados na medicina e na indústria farmacêutica. A magnesita calcinada é usada na produção de elementos refratários para o revestimento de fornalhas (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O magnésio é um elemento importante tanto para a vida animal quanto para a vegetal, já que as clorofilas são porfirinas baseadas em magnésio. O magnésio é também um elemento necessário para a ativação de algumas enzimas. Os compostos de magnésio não são normalmente tóxicos. Os asbestos, minerais magnesianos, são cancerígenos não pela sua composição química, mas por sua forma fibrosa.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 37,8 mg/dm³, nos ossos 700 a 1.800 ppm, no fígado 590 ppm, nos músculos 900 ppm. A quantidade média de magnésio numa pessoa de 70 kg é de 19 g e a ingestão média diária é de 250 a 380 mg. A dosagem de 8.100 mg/kg de cloreto de magnésio ministrada por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

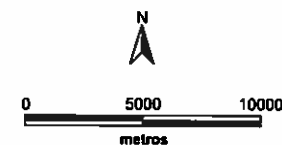
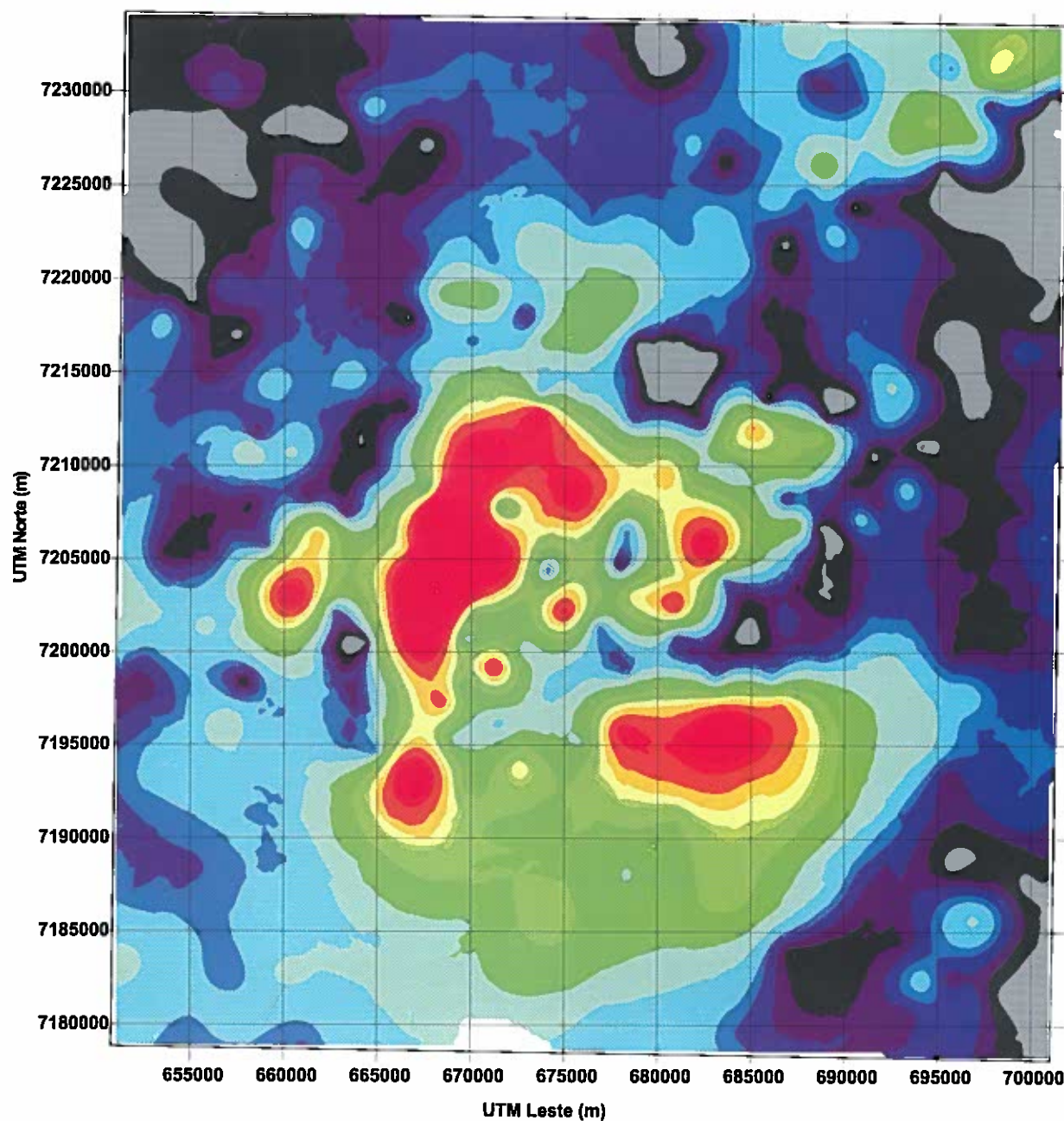
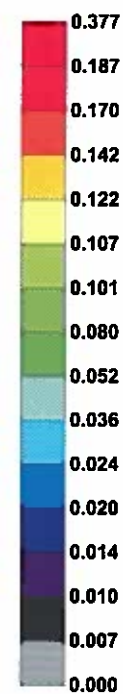
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Mg (%) troçável (SAD)	351	0,005	0,010	0,020	0,039	0,04	0,38	0,0031

Mg [%]

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



MANGANÊS - Mn

a. Características geoquímicas

O manganês é um metal cinzento, semelhante ao ferro, mas muito mais duro e quebradiço. Durante os processos magmáticos, o Mn ocorre no estado iônico divalente, substituindo facilmente o Fe^{2+} e Mg^{2+} (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). O manganês é particionado entre os silicatos ferromagnesianos e óxidos de Fe-Ti, tornando-se enriquecido nas rochas básicas (cerca de 1.300 ppm) e ultrabásicas (1.000 ppm) relativamente às ácidas (cerca de 350 ppm). Existe uma correlação forte entre o Mn e o Fe (ferroso) na maioria das rochas ígneas, com razões Fe/Mn geralmente situando-se na faixa 0,015 - 0,02.

O manganês é imóvel durante o metamorfismo regional e de contato (Wedepohl, 1978; Nicollet e Andriambololona, 1980, in BGS, 1991), mas pode ser completamente redistribuído durante os fácies de retrometamorfismo granulito-anfibolito (Tobschall, 1971; Beach e Tarney, 1978, in BGS, 1991). A remobilização do Mn pode também ocorrer como resultado de atividade hidrotermal ou metassomatismo regional (Senior e Leake, 1978, in BGS, 1991).

b. Fontes naturais

Os teores de Mn nas rochas sedimentares são controlados tanto pela geoquímica da rocha fonte quanto pelas condições de oxi-redução do ambiente deposicional (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991). O Mn pode ocorrer como minerais detriticos tais como a magnetita e ilmenita, mas a maior quantidade é tipicamente contida em óxidos secundários de Mn^{4+} , que formam concreções isoladas ou coberturas de superfície em minerais primários ou fragmentos líticos. Os folhelhos e grauvacas são geralmente enriquecidos em Mn (cerca de 700 ppm) em relação aos ortoarenitos de grão grosso (cerca de 170 ppm). Alguns sedimentos de grão fino, podem enriquecer-se posteriormente pela presença de nódulos ou concreções pisolíticas de ferro-manganês (Jenkins, 1977, in BGS, 1991). Rochas carbonáticas (particularmente os dolomitos) podem também conter elevadas concentrações de Mn (média de cerca 550 ppm) (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991).

O manganês pode ocorrer nos canais de drenagem sob grande variedade de fases, incluindo silicatos ferromagnesianos detriticos, óxidos Fe-Mn e coberturas em argilo minerais. A dissolução dessas fases é relativamente lenta em ambientes oxidantes ou alcalinos, mas rápida sob condições ácidas ou redutoras, sendo o comportamento e a dispersão subseqüentes do Mn, governados principalmente pelo Eh do ambiente.

c. Fontes artificiais e uso

A produção mundial de manganês aproximou-se de 8 milhões de toneladas em 1988, a maior parte das quais utilizadas na manufatura do aço como ferromanganês, que contém cerca de 75% ou mais de manganês. É também um constituinte importante de aproximadamente todos os aços e é utilizado nas ligas de alumínio e outras, é utilizado

em pequenas quantidades em células elétricas secas e como agente descolorante na fabricação do vidro. O uso futuro do manganês vai depender em muito da indústria do aço. O manganês não é facilmente substituível por outros materiais e as novas técnicas de fabricação de aço geralmente estão voltadas à redução de sua utilização (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O manganês é um micronutriente essencial para todos os organismos. É essencial na produção da clorofila, tem papel como ativador enzimático e pode substituir o magnésio. A deficiência em manganês pode conduzir a distúrbios de crescimento e desordens tais como descoloração (amarelecimento) das folhas das plantas e das agulhas das coníferas. As concentrações de manganês nas plantas dependem mais da espécie vegetal que da disponibilidade do elemento no solo (Koljonen *et al.*, 1992).

As deficiências em manganês são comumente associadas com solos alcalinos onde ele ocorre sob a forma de complexos fracamente solúveis. Em solos ácidos, o manganês está disponível para o consumo, podendo atingir até concentrações perigosas. Os animais necessitam dele para o desenvolvimento ósseo normal, para a reprodução e para o funcionamento do sistema nervoso central. Dentre os sintomas de deficiência em manganês, estão as anormalidades esqueléticas, o crescimento mal proporcionado e dificuldades reprodutivas (Koljonen *et al.*, 1992).

Os compostos de manganês são essenciais à vida, já que são essenciais à atuação de diversas enzimas. Deficiências no solo conduzem à infertilidade nos mamíferos e à deformação óssea na fase de crescimento de aves. Assim, os compostos de Mn devem ser considerados com cuidado, sendo possivelmente carcinogênicos (causam câncer) e teratogênicos (causam malformações congênitas).

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0016 a 0,075 mg/dm³, nos ossos 0,2 a 100 ppm, no fígado 3,6 a 9,6 ppm, nos músculos 0,2 a 2,3 ppm. A quantidade média de Mn numa pessoa de 70 kg é de 12 mg e a ingestão média diária é de 0,4 a 10 mg. A ingestão de 1.715 mg/kg de cloreto de manganês por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

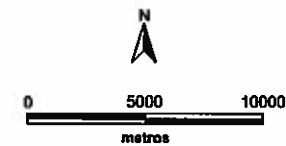
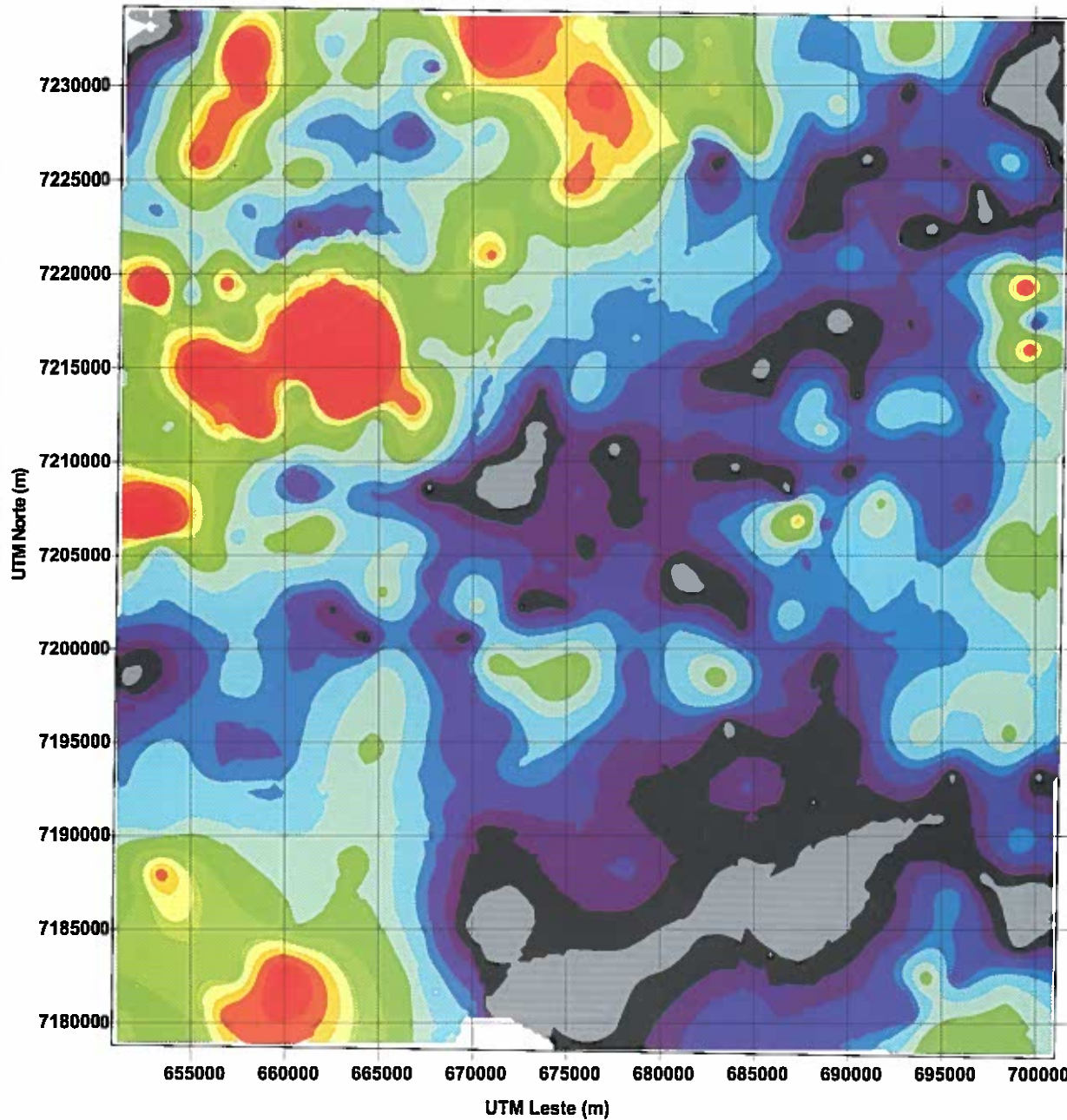
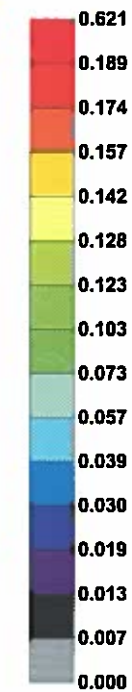
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Mn (%) trocável (SAD)	351	0,005	0,020	0,030	0,055	0,077	0,65	0,0037

Sedimentos de fundo - Mn (%)

Mn (%)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



MERCÚRIO - Hg

a. Características geoquímicas

O mercúrio - popularmente denominado de azougue - é o único metal líquido em temperatura ambiente. No estado nativo é cinza-prateado, denso, mau condutor de calor e razoável de eletricidade, com uma grande volatilidade. É considerado como um elemento calcófilo, devido à sua afinidade com o enxofre. Forma ligas, denominadas de amálgamas, com muitos metais, principalmente ouro, prata e estanho.

b. Fontes naturais

As concentrações de mercúrio ocorrem sempre nos estágios finais da cristalização magmática, sendo conhecido o fato da falta quase que completa de mercúrio nos primeiros produtos da cristalização. Nos estágios hidrotermais e principalmente nas regiões vulcânicas jovens, fontes termais podem apresentar sulfetos duplos de mercúrio em formas muito solúveis. São comuns nessas regiões, as associações de mercúrio, arsênio e antimônio, na forma de minerais como a tetraedrita e livingstonita. Sulfetos hidrotermais formados a temperaturas baixas normalmente contêm pouco mercúrio.

A associação mais conhecida, entretanto, é a do mercúrio com o ouro, bem como a prata e o paládio sob a forma de amálgama natural (Rankama e Sahama, 1953). Essa propriedade é utilizada como método de recuperação do ouro a partir de minérios, seja em operações industriais controladas ou em garimpos.

c. Fontes artificiais e uso

O mercúrio é conhecido como um dos elementos químicos mais perigosos aos seres vivos. Tem como fonte artificial atividades industriais relacionadas à reciclagem de acumuladores de energia, aparelhos elétricos, tintas antimofos, pesticidas mercuriais (hoje proibidos), garimpos de ouro e alguns produtos médicos e odontológicos. Gabinetes odontológicos manipulam mercúrio metálico em razoáveis quantidades na obtenção de amálgama de prata e/ou ouro durante os procedimentos de restauração e obturação dentária.

d. Importância na nutrição e toxidez

O mercúrio não desempenha qualquer papel biológico conhecido até o momento, mas é amplamente distribuído na biosfera e nas cadeias alimentares, inclusive na do homem.

O mercúrio é um veneno violento sendo facilmente absorvido através do trato respiratório, do gastrointestinal e da pele. Ele age como um veneno cumulativo, já que existem poucos caminhos disponíveis no organismo para sua eliminação. Sendo o mercúrio um elemento volátil, níveis elevados são facilmente encontrados no ar. O vapor de mercúrio não deve superar concentrações de 0,1 mg/m³ no ar. O ar saturado com vapor de mercúrio a 20^o C contém concentrações que excedem em muitas vezes os limites de toxidez. O perigo aumenta em temperaturas mais elevadas. Os compostos orgânicos de mercúrio são especialmente tóxicos (principalmente o metil-mercúrio), já que são teratogênicos e afetam o sistema nervoso central.

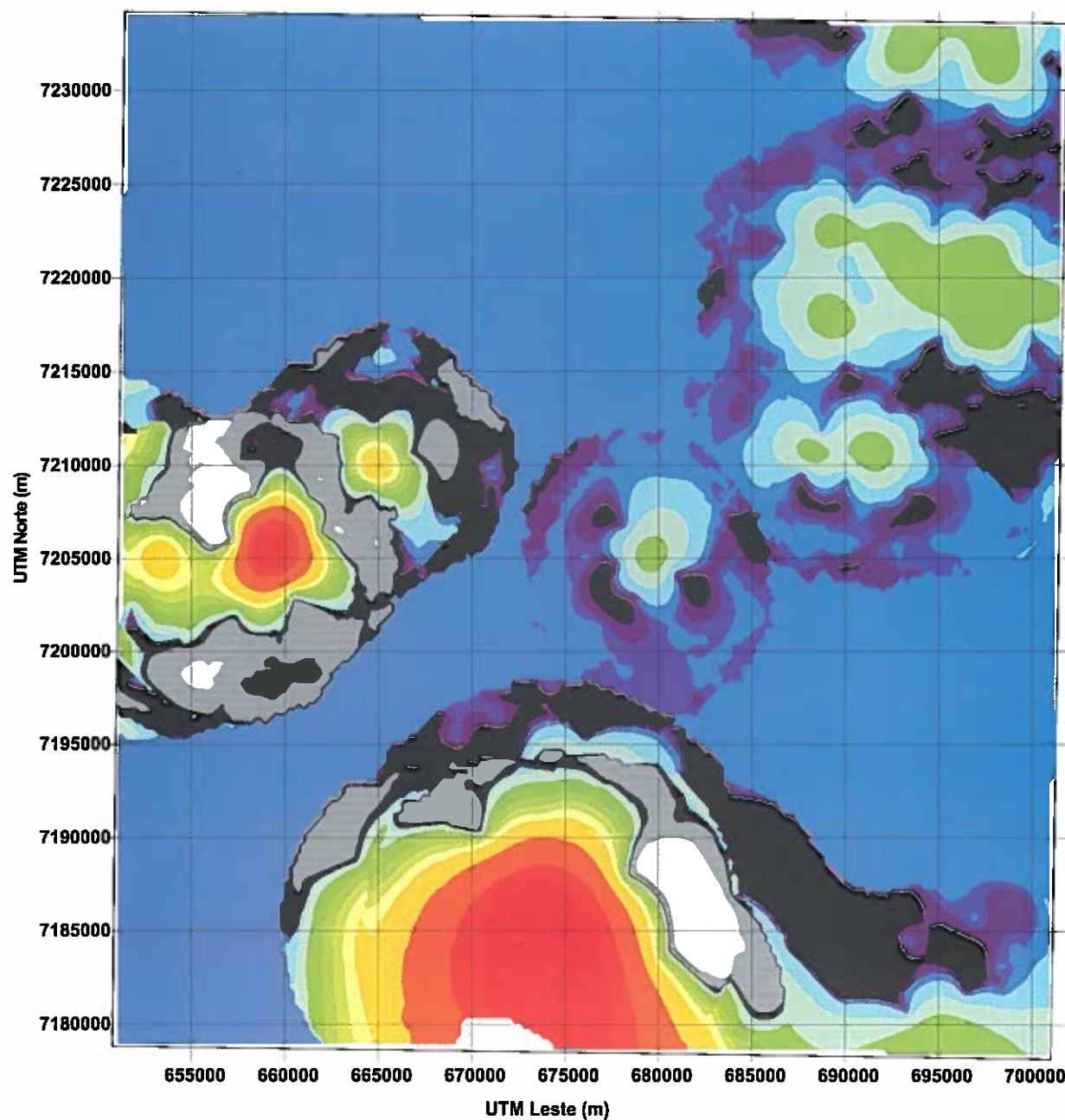
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,0078 mg/dm³, nos ossos 0,45 ppm, no fígado 0,018 a 3,7 ppm, nos músculos 0,02 a 0,7 ppm. A quantidade média de Hg numa pessoa de 70 kg é de 6 mg e a ingestão média diária é de 0,004 a 0,02 mg. A exposição de seres humanos ao vapor do metal numa dosagem de 44 mg/m³ por 8 horas é muito tóxica e a inalação do vapor do metal por coelhos durante 30 horas numa concentração de 29 mg/m³ é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

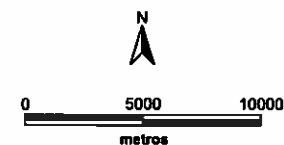
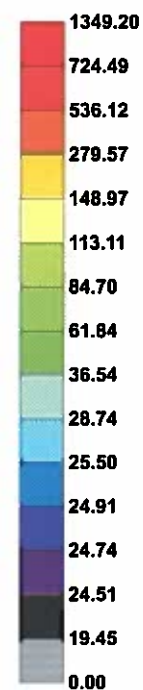
	N	Mínimo	1 ^o Quartil	Mediana	Meda	3 ^o Quartil	Máximo	Variância
Hg (ppb) (SAD)	362	25,00	25,00	25,00	38,950	25,00	1.400,00	12.118,01

Hg (ppb)



Fração: < 80 mesh
Geração de hidretos
Absorção atômica

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



NIÓBIO - Nb

a. Características geoquímicas

O nióbio é um metal branco-prateado, brilhante, mole e dúctil. Oxida-se quando exposto por longo tempo ao ar, cobrindo-se com uma película azulada. Tem características puramente litófilas (afinidade com o silício).

b. Fontes naturais

O nióbio, apesar de estar presente nas rochas ácidas como os granitos, concentra-se principalmente nas rochas de filiação alcalina como os sienitos e nos sienitos nefelinicos.

Por isso, a feição mais característica do nióbio é a sua tendência a formar minerais isolados nos pegmatitos, seja de granitos seja de sienitos nefelinicos como a samarskita, fergusonita, euxenita, niobita, tapiolita e pirocloro (Rankama e Sahama, 1953).

c. Fontes artificiais e uso

O nióbio é usado como agente ligante nas ligas de aço-carbono e de metais não-ferrosos. Essas ligas apresentam aumento da resistência e de outras propriedades capacitando-as a serem aplicadas na construção de tubulações. Utilizado em aços inoxidáveis, na produção de ligas magnéticas e de magnetos supercondutores (ligas de Nb-Zr).

d. Importância na nutrição e toxidez

Não se conhece o papel que o nióbio desempenha nos processos vitais. Mas, a menos que se prove o contrário, todos os compostos de Nb devem ser considerados como tóxicos, já que o metal causa irritação nos olhos e na pele.

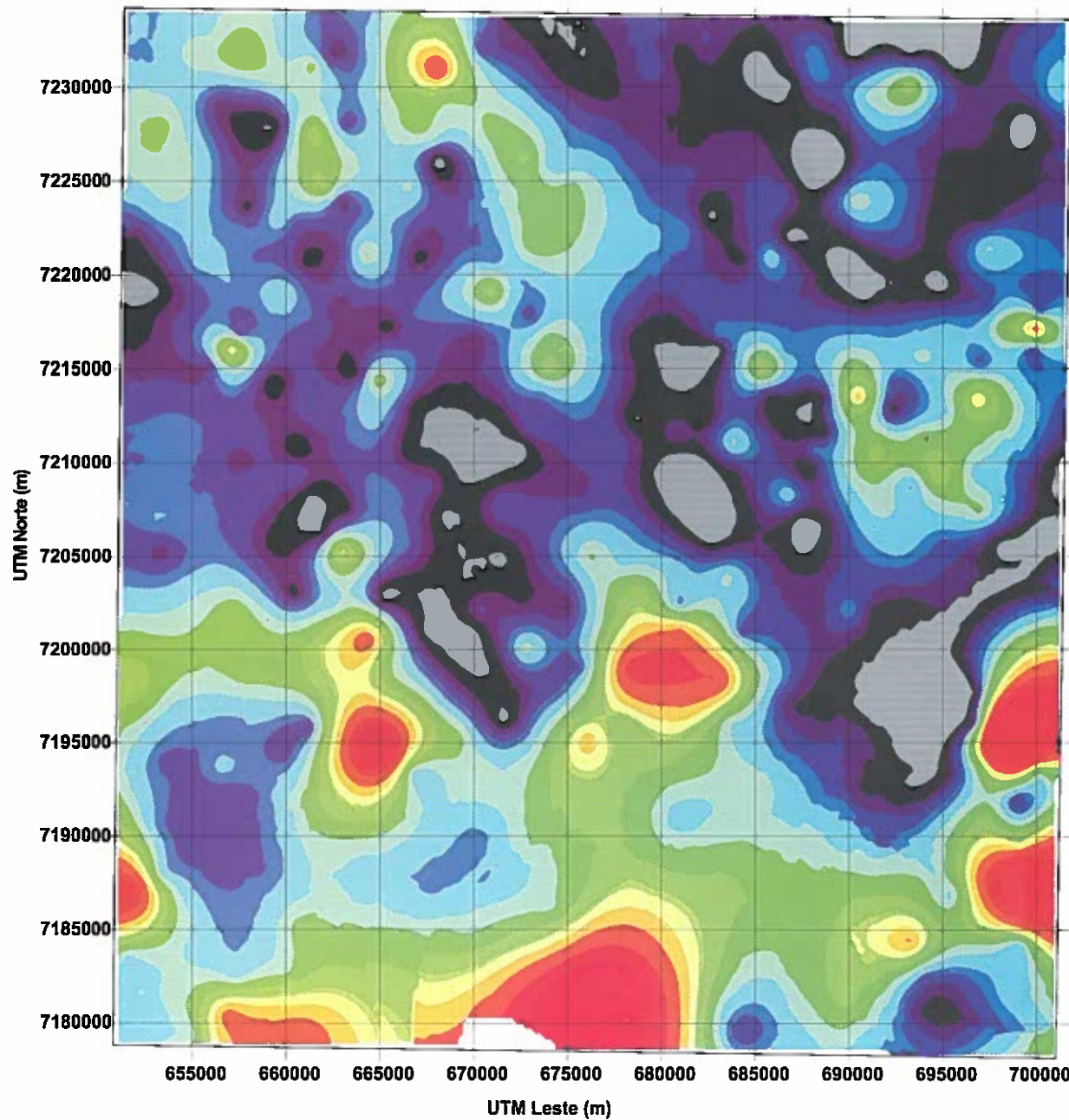
Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,005 mg/dm³, no fígado 0,14 ppm e nos músculos 0,14 ppm. A quantidade média de Nb numa pessoa de 70 kg é de 1,5 mg e a ingestão média diária é de 0,02 a 0,6 mg. A dosagem de 1.500 mg/kg de cloreto de Nb, ministrada por via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

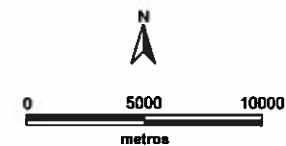
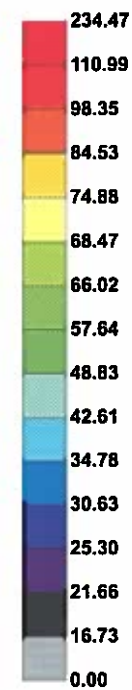
	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Nb (ppm) trocável (SAD)	357	2,50	22,00	31,00	36,945	46,00	238,00	642,338

Nb (ppm)



Fração: < 80 mesh
Fluorescência de raios X

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



NÍQUEL - Ni

a. Características geoquímicas

O níquel é um metal prateado duro, maleável, dúctil, levemente ferromagnético e um mau condutor de calor e de eletricidade.

O Ni²⁺ tem tamanho intermediário entre o Mg²⁺ e o Fe²⁺, e por esse motivo ele os substitui durante o fracionamento magmático, sendo particionado entre minerais ferromagnesianos tais como a olivina (3.000 ppm Ni), ortopiroxênio e espinélio. Por esse motivo, é fortemente enriquecido nas rochas ultrabásicas e básicas (>150 ppm) relativamente às ácidas (<1 ppm). A abundância do Ni nas rochas está geralmente relacionado com o Mg, Cr e Co mas em minerais sulfetados correlaciona-se com o Cu (Wedepohl, 1978).

O Ni mostra mobilidade muito limitada durante a atividade hidrotermal de baixa temperatura, metamorfismo de baixo ou alto grau (Eade e Fahring, 1973) ou retrometamorfismo (Beach e Tarney, 1978).

b. Fontes naturais

Em rochas sedimentares, o Ni está principalmente contido em silicatos ferromagnesianos detriticos, óxidos de Fe detriticos, óxidos hidratados de Fe e Mn e argilo-minerais. Concentra-se mais nos folhelhos (até 90 ppm) que nas grauvacas (cerca de 40 ppm), ortoarenitos (cerca de 20 ppm) e calcários (<5 ppm) e se enriquece nas lateritas dos ambientes tropicais (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991).

Uma grande quantidade do Ni²⁺ nos sedimentos de drenagens está contido em silicatos e óxidos detriticos. A solubilidade limitada do Ni²⁺ pode ocorrer sob condições de pH baixo, mas a mobilidade é geralmente reduzida, pela tendência do elemento ser sorvido por argilo minerais (Short, 1961, in BGS, 1991) ou por óxidos hidratados de Fe e Mn (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). O sulfeto millerita (NiS) precipita-se facilmente em ambientes redutores que disponham de HS⁻ em quantidade suficiente na solução (Carignan e Nriagu, 1985, in BGS, 1991).

c. Fontes artificiais e uso

A produção mundial de níquel em 1988 foi de 850.000 toneladas. O uso principal é em ligas e aços inoxidáveis (50% da produção total), ligas não-ferrosas (20%) e na eletrodeposição (15%). O níquel é utilizado em aços especiais para ferramentas, materiais para a indústria automotiva, aeroespacial, construção civil, petrolífera e elétrica. O níquel é importante por causa de sua resistência à corrosão e por sua qualidade de aumentar a resistência à corrosão, dureza e propriedades específicas das ligas em que participa. O

níquel é dos mais importantes metais e tem sido considerado como uma das bases da indústria de uma nação. A demanda deve crescer até o ano 2.000 em taxas de 2,6% ao ano (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O níquel é um elemento-traço essencial para a vida de muitas espécies. Frangos e ratos desenvolvidos sob dietas pobres em níquel apresentam danos hepáticos. O níquel é um elemento-chave para diversas hidrogenases e ureases de plantas.

Os compostos de níquel são considerados como extremamente tóxicos para os vegetais. Alguns são carcinogênicos (causam câncer) e teratogênicos (causam malformações congênitas). O composto níquel carbonil [Ni(CO)₄], muito volátil, é extremamente tóxico e deve ser manipulado apenas sob condições especiais, em áreas muito ventiladas.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,01 a 0,05 mg/dm³, no fígado 0,02 a 1,8 ppm e nos músculos 1 a 2 ppm (Winter, 1998). A quantidade média de Ni numa pessoa de 70 kg é de 15 mg e a ingestão diária média é de 0,3 a 0,5 mg. A dosagem de 1 a 3 mg/kg é tóxica e a de 350 mg/kg de acetato de Ni ministrada via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

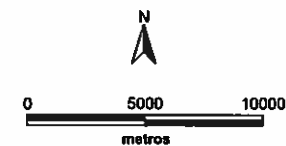
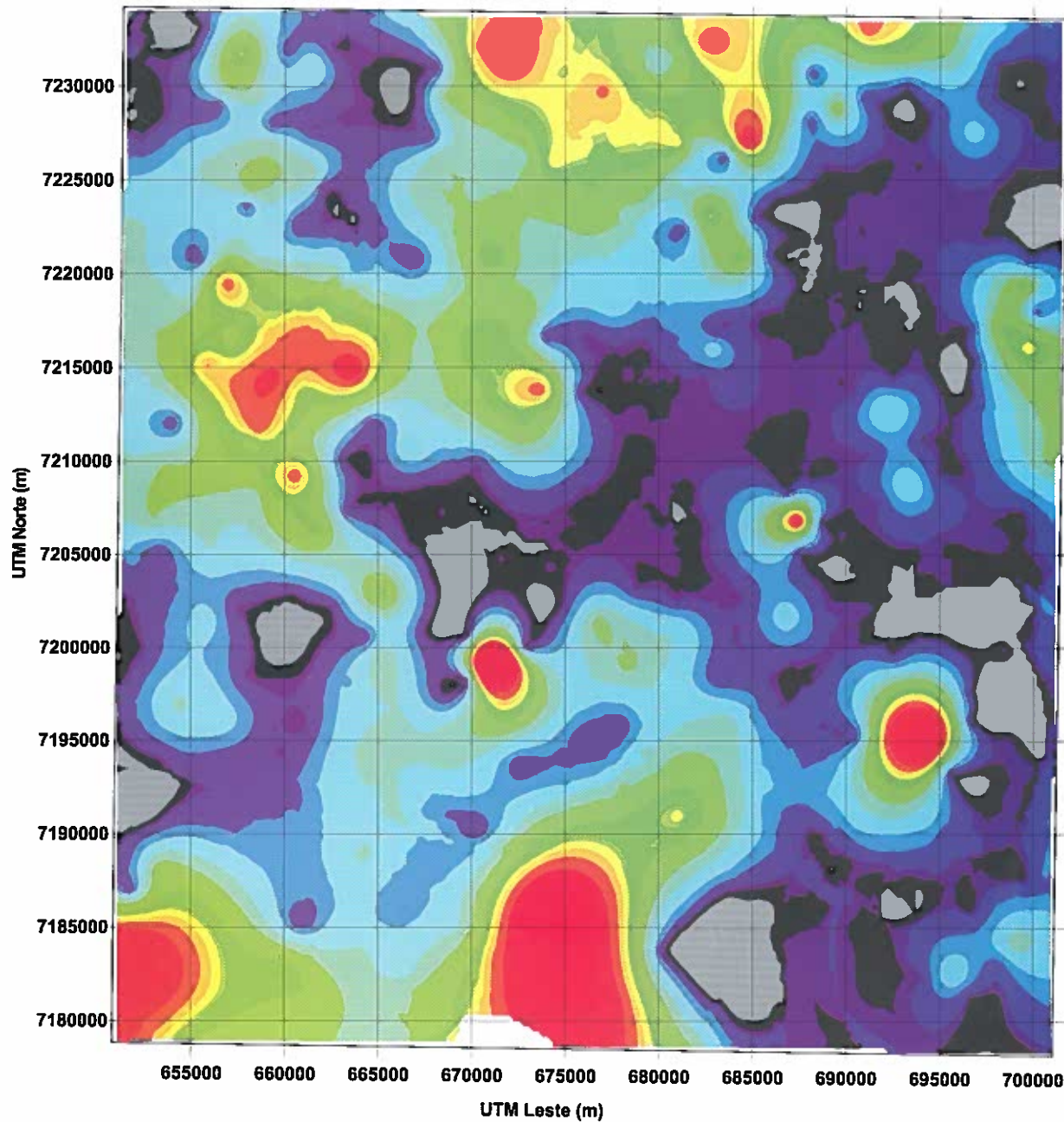
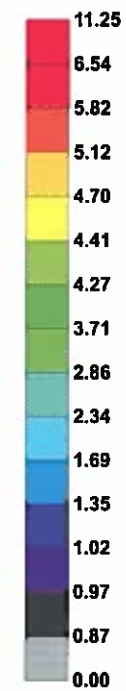
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variancia
Ni (ppm) trocável (SAD)	351	1,00	1,00	1,00	2,016	2,70	12,00	2,677

Ni (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



POTÁSSIO - K

a. Características geoquímicas

O potássio nunca é encontrado livre na natureza. É um dos metais mais reativos e eletropositivos e, depois do lítio, é o metal mais leve que se conhece. É mole, facilmente cortado com uma faca, e prateado em superfície fresca, oxidando-se rapidamente ao ar (Winter, 1998). O potássio, como os outros metais alcalinos (lítio, sódio, rubídio, e cézio), ocorre na natureza no estado de oxidação +1. Nas rochas, ele está nos minerais silicatados e é principalmente incorporado no retículo dos feldspatos e micas. O potássio nos minerais pode ser substituído por rubídio, cézio, bário, chumbo e tálio e assim afeta o comportamento geoquímico geral desses elementos traços. Durante a diferenciação magmática, o potássio é ligado ao feldspato potássico e é enriquecido nas rochas graníticas que se cristalizam num estágio tardio.

b. Fontes naturais

Na crosta terrestre, o potássio é o sexto elemento mais abundante logo após o cálcio com teor médio de 2,5%; nos gabros a abundância é de 0,8% e nos granitos de 3,3%.

O feldspato potássico é resistente ao intemperismo e mesmo as areias contém algum potássio. O potássio é adsorvido das soluções pelos colóides e é enriquecido nas argilas. No solo, o rubídio e o cézio seguem o potássio, mas este separa-se do sódio que permanece em solução (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

O potássio tem amplo uso na produção de fertilizantes agrícolas (NPK). A liga de potássio com sódio (NaK), é usada como meio de transferência de calor. É líquido a temperatura ambiente e um bom agente redutor. É usado na produção de sal sem sódio para aplicações terapêuticas (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O potássio e seus sais, são essenciais para os processos vitais. O potássio é o cátion mais importante nos fluidos intracelulares. É um macronutriente não tóxico que ativa as

reações enzimáticas, participa nas funções musculares, é essencial para o sistema nervoso e funções cardíacas. Por outro lado, os sais de potássio são extremamente tóxicos quando injetados.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 1.620 mg/dm³, nos ossos 2.100 ppm, no fígado 16.000 ppm, nos músculos 16.000 ppm. A quantidade média de K numa pessoa de 70 kg é de 140 g e a ingestão média diária é de 1.400 - 7.400 mg. A dosagem de aproximadamente 4 g na forma de cloreto de potássio é tóxica e a de 2.600 mg/kg de cloreto de potássio, ministrada via oral em ratos, é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

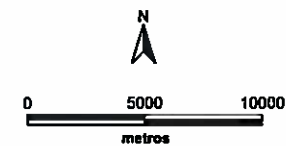
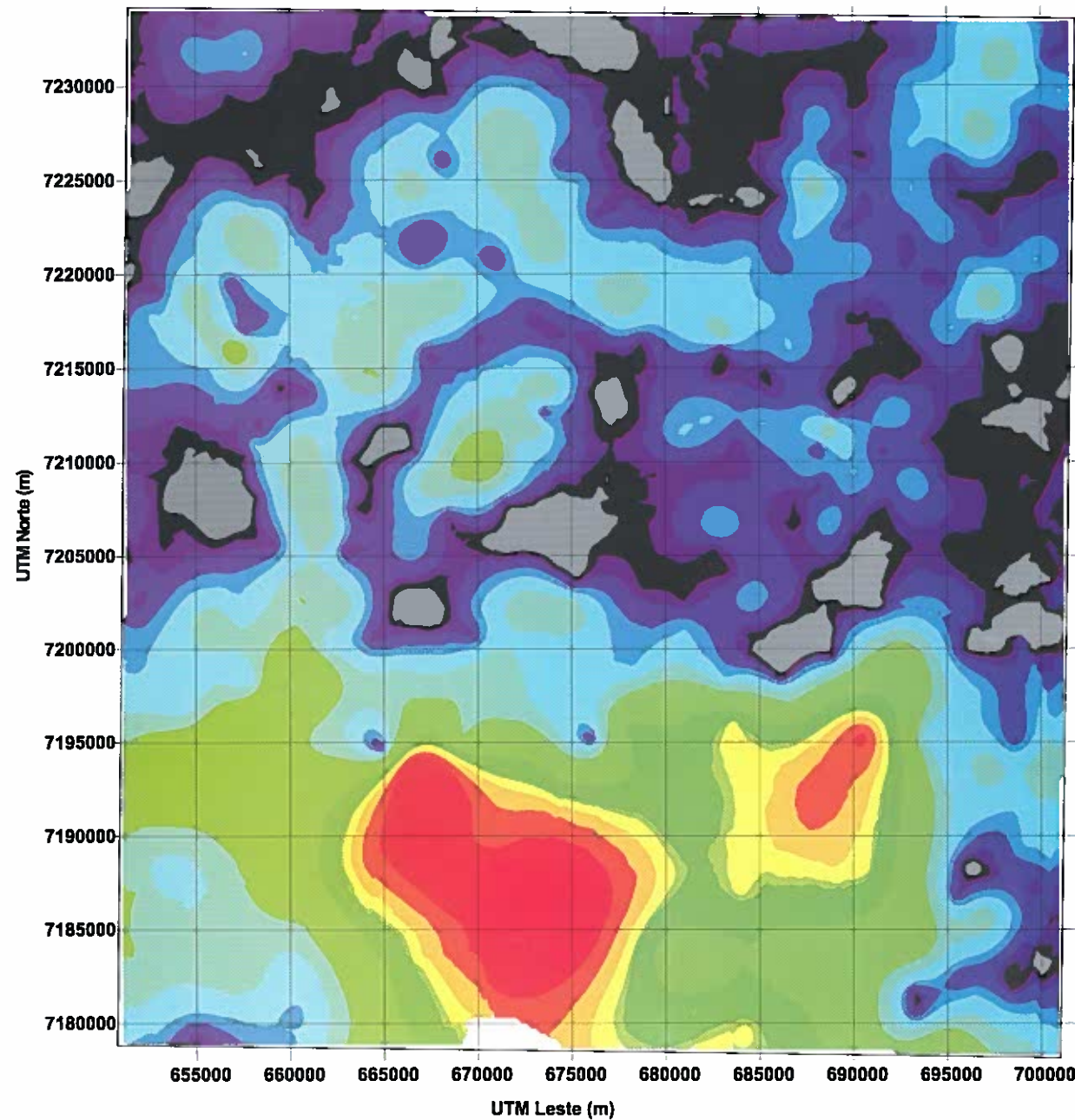
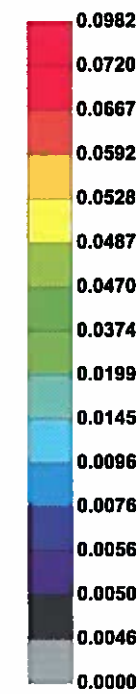
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Media	3º Quartil	Máximo	Variância
K (%) troçável (SAD)	351	0,005	0,005	0,005	0,0117	0,010	0,10	0,00017

K [%]

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



SÓDIO - Na

a. Características geoquímicas

O sódio, a exemplo dos outros metais alcalinos, ocorre na natureza no estado de oxidação +1. Como o alumínio, ele forma silicatos e nas rochas é principalmente incorporado nos feldspatos. Durante a diferenciação magmática, a composição dos plagioclásios muda de cálcica para sódica. Como resultado, rochas pobres em sílica contêm principalmente cálcio e as félsicas, ricas em sílica, contêm sódio. Nas rochas alcalinas e carbonatitos, o sódio também ocorre em anfíbolios, piroxênios e outros minerais.

b. Fontes naturais

Na crosta continental, o sódio é o sétimo elemento mais importante depois do potássio. A abundância média do sódio é de 2,4% na crosta terrestre, 2,0% nos gabros e 2,5% nos granitos (Koljonen *et al.*, 1992).

Os plagioclásios ricos em sódio são resistentes ao intemperismo e mesmo as areias contêm algum sódio. O sódio dissolvido permanece na forma iônica e é removido para o mar, onde contribui para o aumento da salinidade. Quando a água evapora, as soluções se enriquecem em sais e se formam depósitos evaporíticos compostos principalmente de sal comum (NaCl). Sob o aspecto econômico, importantes depósitos de soda são formados pela evaporação em áreas continentais quentes. A água do mar e depósitos evaporíticos são as mais importantes fontes de sódio e de seus compostos salinos (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

O sódio é empregado como condimento alimentar através do sal de cozinha comum (NaCl). O metal sódio é usado na obtenção do chumbo tetraetila (PbEt₄), um importante anti-detonante para a gasolina. Entra na composição de diversos produtos comuns como a soda cáustica (hidróxido de sódio, NaOH) e a "soda de padaria" (bicarbonato de sódio, NaHCO₃). É empregado na produção do sabão e do vidro, nas indústrias têxtil, do petróleo, química e metalúrgica.

d. Importância na nutrição e toxidez

O sódio é um elemento vital essencial, não tóxico, que tem parte importante na regularização do equilíbrio das soluções celulares. A dieta humana deve conter uma quantidade considerável de sódio, o principal cátion extracelular dos animais e importante para as funções nervosas.

Os sais de sódio, incluindo o sal de cozinha (NaCl), são relativamente inofensivos

quando não ingeridos em excesso. Por esse motivo a dieta das pessoas cardíacas e hipertensas deve ser balanceada de modo a não conter sódio em demasia.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 1.970 mg/dm³, nos ossos 10.000 ppm, no fígado 2.000 a 4.000 ppm, nos músculos 2.600 a 7.800 ppm. A quantidade média de Na numa pessoa de 70 kg é de 100 g e a ingestão média diária é de 2 a 15 g. A ingestão por seres humanos via oral de 12 g/kg de NaCl é tóxica e a de 3.000 mg/kg NaCl ministrado via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

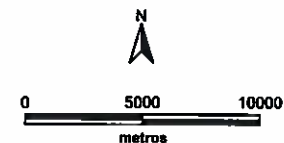
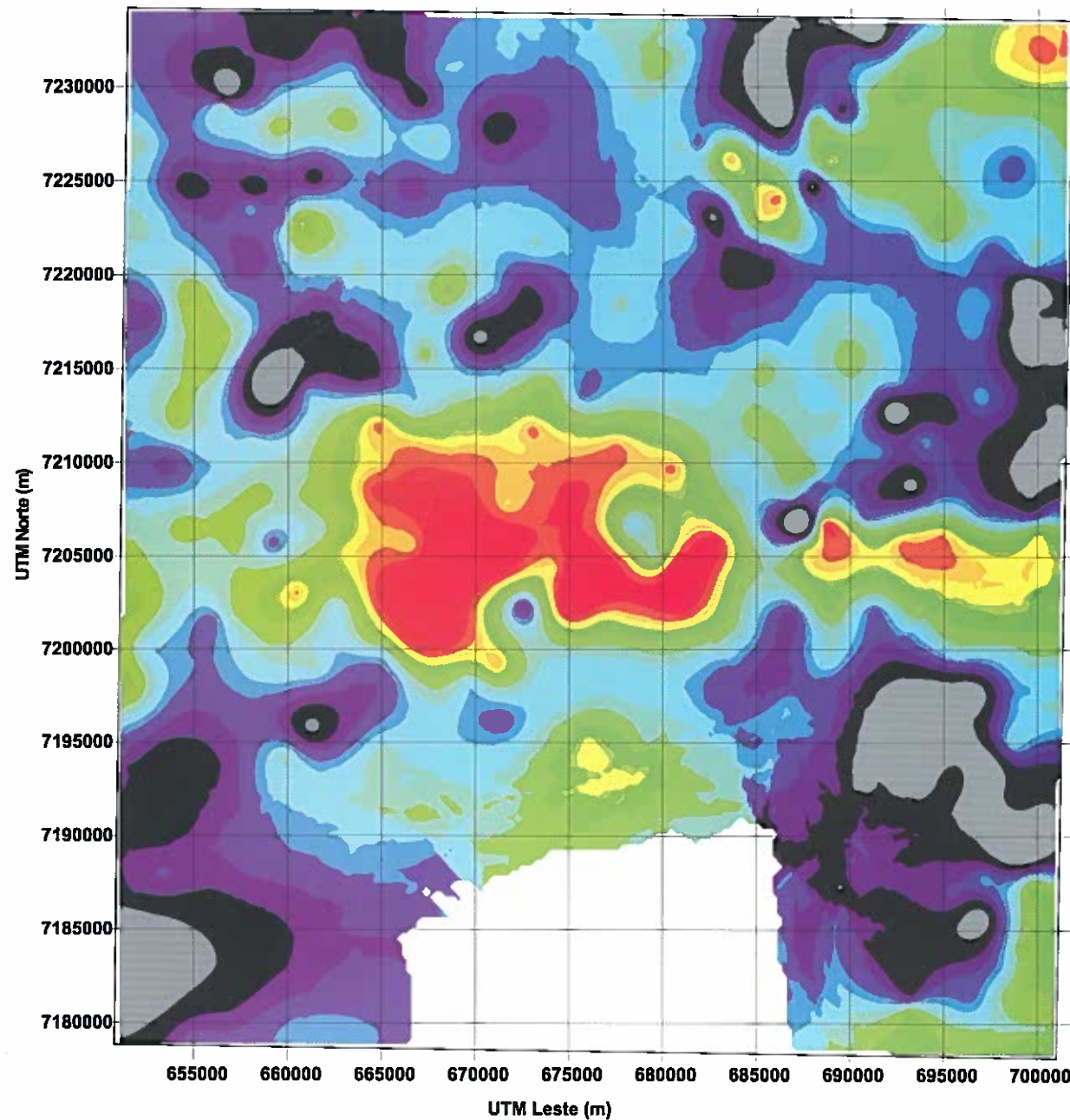
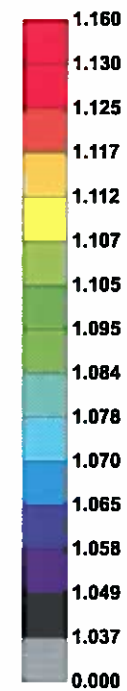
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Na (%) trocável (SAD)	327	0,98	1,06	1,07	1,074	1,09	1,16	0,0008

Na [%]

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



TITÂNIO - Ti

a. Características geoquímicas

O titânio, quando puro, é um metal branco e brilhante, com uma densidade baixa, boa resistência mecânica e uma excelente resistência à corrosão.

Ocorre na natureza nos estados de oxidação +2, +3 e +4. Nas rochas, o titânio está presente na forma de titanita, ilmenita e rutilo e nos minerais máficos onde pode substituir o ferro e alumínio. Micas, anfibólios e piroxênios podem conter titânio. Rochas máficas contêm mais titânio do que as félsicas. A maior parte do titânio é removido da fusão silicatada nos estágios iniciais de diferenciação, quando se cristalizam as rochas gabróicas.

O asterismo (propriedade ótica) das safiras e rubis se deve à presença de TiO_2 na estrutura cristalina

b. Fontes naturais

Com uma abundância média de 0,4% o titânio é o oitavo elemento mais comum na crosta, depois do magnésio. A abundância média do titânio nos gabros é de 1,0% e nos granitos é 0,3%. Minerais de titânio são resistentes ao intemperismo e podem se acumular nas areias negras (concentrações naturais de minerais escuros e de alta densidade), que são algumas vezes ricas o bastante para serem exploradas economicamente. Apesar de os minerais máficos se intemperizarem facilmente, os compostos de titânio são quase insolúveis. Todo titânio dissolvido precipita-se facilmente e é enriquecido no próprio local de intemperização, p. ex. nas lateritas, os solos típicos ricos em óxidos secundários de ferro e alumínio, formado sob clima tropical (Koljonen *et al.*, 1992)

c. Fontes artificiais e uso

O titânio é um agente ligante com alumínio, molibdênio, manganês, ferro, e outros metais. Ligas de titânio são usadas na indústria aeroespacial, onde peso reduzido, resistência e capacidade de resistir a elevadas temperaturas são fundamentais. O titânio é tão forte quanto o aço, mas é 45% mais leve; é 60% mais pesado que o alumínio, mas duas vezes mais resistente. Apresenta uso potencial em plantas de dessalinização e conversão em água potável. Apresenta muita resistência à água do mar e por isso é utilizado em partes expostas de navios. O óxido de titânio puro é relativamente transparente, com alto índice de refração e uma dispersão ótica maior que o diamante, propriedades importantes na produção de gemas artificiais. O pigmento de óxido de titânio é responsável pelo maior aplicação desse elemento, visto ser um excelente refletor de radiações infravermelhas. Na ortopedia, o titânio é utilizado na confecção de próteses.

d. Importância na nutrição e toxidez

O titânio não é tóxico, mas é suspeito de ser cancerígeno (causa câncer). Ele não tem papel biológico conhecido. Compostos como $TiCl_3$ e $TiCl_4$ devem ser considerados como corrosivos. O titânio tem a tendência de se acumular nos tecidos ricos em silício.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,054 mg/dm³, no fígado 1,2 - 4,7 ppm, nos músculos 0,9 - 2,2 ppm. A quantidade média de Ti numa pessoa de 70 kg é de 20 mg e a ingestão média diária é de 0,8 mg. O Ti mostra baixa toxicidade como metal, na forma de óxido (TiO_2) e de sais inorgânicos de Ti^{4+} (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

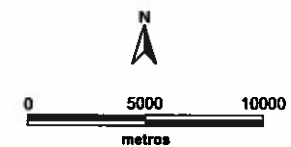
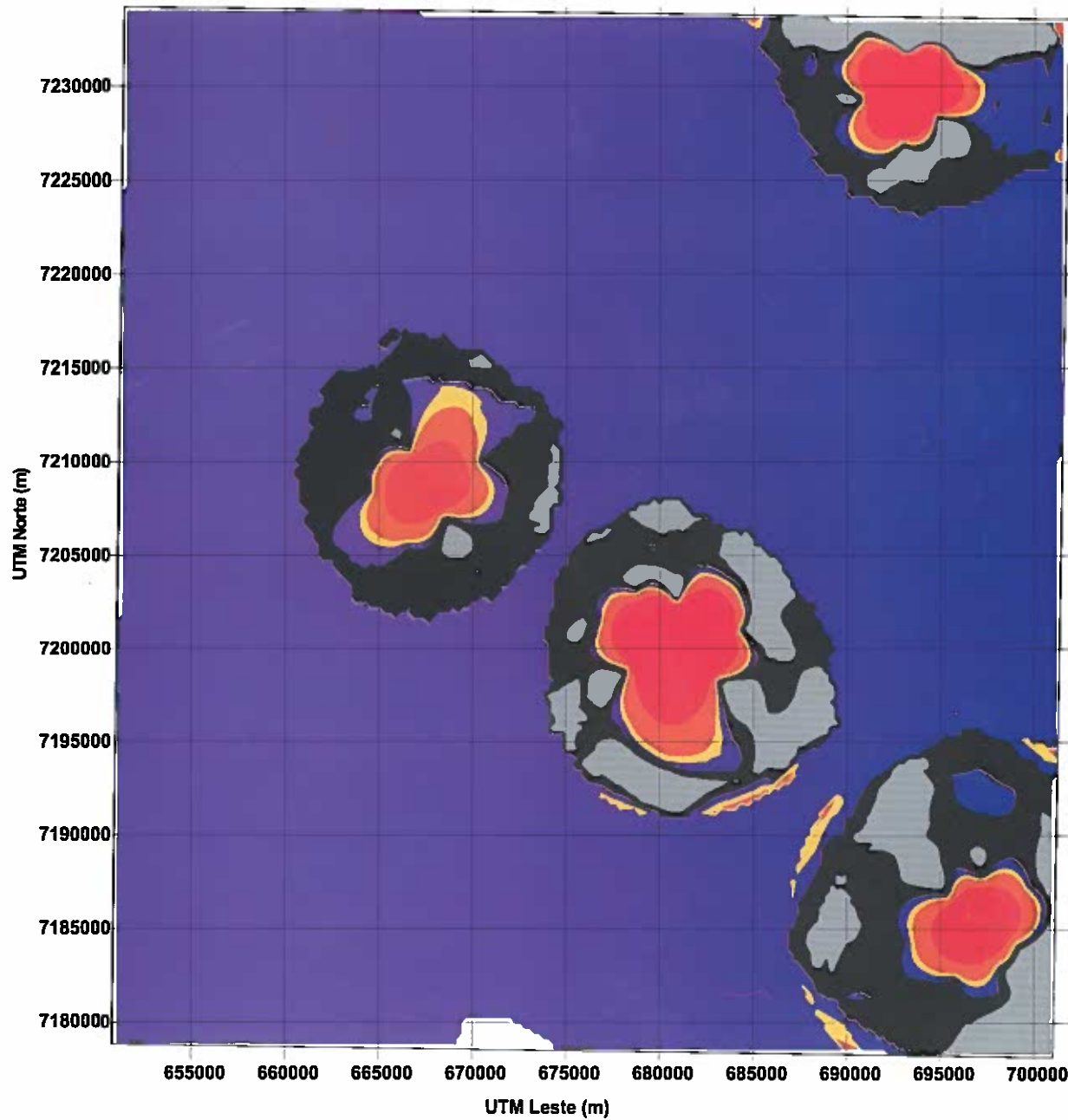
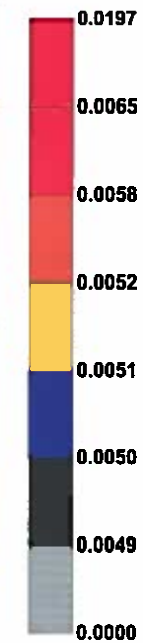
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Ti (%) troçável (SAD)	351	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,02	0,000001

Ti (%)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



TUNGSTÊNIO - W

a. Características geoquímicas

O tungstênio (também conhecido como wolfrâmio) é um metal cinza-azul a cinza-claro. Tem o ponto de fusão mais alto entre todos os metais e acima de 1650°C apresenta a mais elevada resistência à tensão. O tungstênio oxida-se quando exposto ao ar e deve ser protegido em temperaturas elevadas. Tem uma excelente resistência à corrosão e é atacado levemente pela maioria dos ácidos minerais (Winter, 1998). O tungstênio ocorre na natureza nos estados de oxidação +2, +3, +4, +5, +6. Nas rochas ele está presente principalmente como tungstatos de ferro, manganês e cálcio e desses a wolframita e a scheelita são os minerais de tungstênio mais comuns e mais importantes. Ele forma com a sílica vários compostos raros e seu teor nos silicatos é baixo. A variação no conteúdo entre os diferentes tipos de rocha é pequeno. Durante a diferenciação magmática, o tungstênio é geralmente enriquecido nos diferenciados tardios e na crosta superior.

b. Fontes naturais

A abundância média é de 1,3 ppm na crosta, 0,6 ppm nos gabros, 1,5 ppm nos granitos e 1,8 ppm nos xistos. Minerais de tungstênio são resistentes ao intemperismo e são enriquecidos nas areias junto com outros minerais densos. O tungstênio dissolvido é precipitado com ferro, cálcio ou forma colóides que são absorvidos pelas argilas e hidróxidos de ferro (Koljonen *et al.*, 1992).

Minérios de tungstênio são associados principalmente com granitos, pegmatitos, alterações hidrotermais e com depósitos de escarnitos encontrados nos contatos entre rochas ígneas e calcários. Minérios de molibdênio e de estanho frequentemente contêm tungstênio.

c. Fontes artificiais e uso

O tungstênio é utilizado em conexões metal-vidro, visto que sua expansão térmica é parecida com a do vidro. É também amplamente utilizado (puro ou em ligas) nos filamentos de lâmpadas incandescentes e fluorescentes, tubos de vídeo para televisão, equipamentos de raios X, contatos elétricos nos distribuidores de corrente de motores, elementos em fornos elétricos, peças de mísseis, indústria química, curtimento de couros. O carbeto de tungstênio é um composto importante nas ferramentas de perfuração de alta velocidade para a indústria da mineração e do petróleo. O sulfeto de tungstênio é um lubrificante seco para altas temperaturas, estável até 500°C (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O tungstênio não tem papel biológico e é levemente tóxico, mas todos os seus compostos devem ser considerados como extremamente tóxicos.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de 0,001 mg/dm³ e nos ossos 0,00025 ppm. A quantidade média de tungstênio numa pessoa de 70 kg é de aprox. 0,02 mg e a ingestão média diária é de 0,001 a 0,015 mg. A ingestão de W metálico por ratos na dosagem de 2.000 mg/kg é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

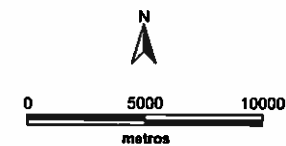
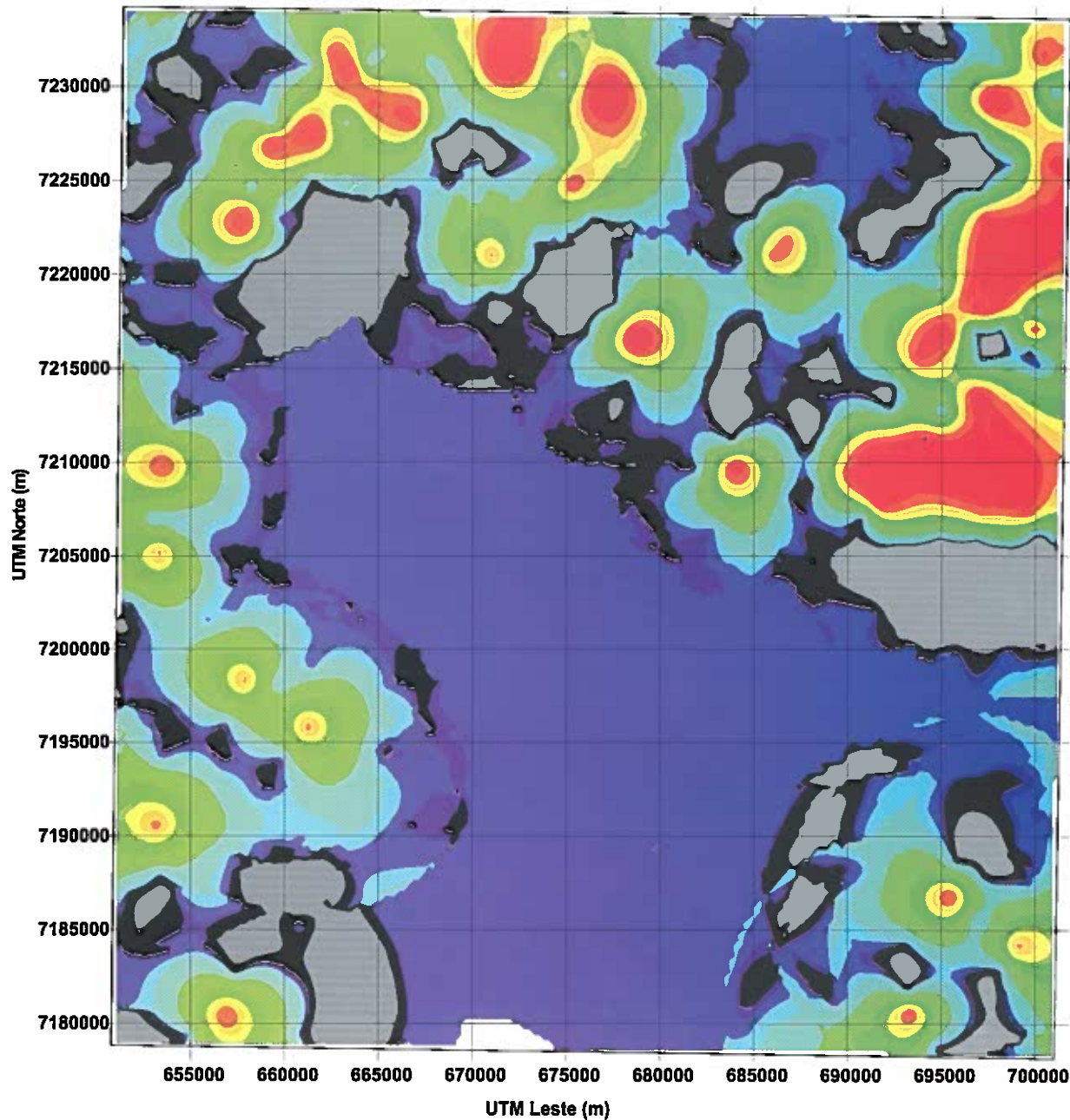
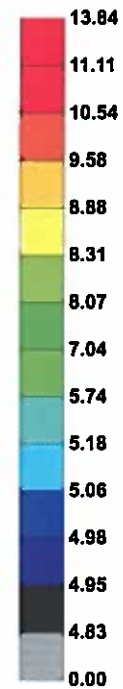
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
W (ppm) troçável (SAD)	351	5,00	5,00	5,00	5,895	5,00	14,00	5,0202

W (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



VANÁDIO - V

a. Características geoquímicas

O vanádio é um elemento metálico que, quando puro, é cinza-claro, mole e dúctil. Tem uma boa resistência à corrosão por álcalis, ácidos sulfúrico e clorídrico e águas marinhas. Ocorre na natureza no estado de oxidação +2, +3, +4, e +5. Nas rochas ele substitui o ferro e está presente em óxidos, piroxênios, anfibólios e micas. Ele é separado da fusão silicática no estágio inicial de cristalização, quando se diferenciam as rochas máficas.

b. Fontes naturais

A abundância média do vanádio é de 10 ppm na crosta terrestre, 260 ppm nos gabros e 70 ppm nos granitos. Nos xistos grafitosos e nos xistos betuminosos, as concentrações chegam a valores tão altos quanto 100 a 500 ppm. Minerais máficos contendo vanádio intemperizam-se facilmente e o elemento dissolvido é removido das soluções principalmente pelos sedimentos ricos em matéria orgânica. O urânio se comporta de maneira semelhante em meio redutor, assim esses dois elementos ocorrem juntos, enriquecidos nos sedimentos ricos em matéria orgânica, em xistos grafitosos e gnaisses. (Koljonen *et al.*, 1992).

c. Fontes artificiais e uso

Para a indústria, o vanádio é obtido como um subproduto de outros metais, especialmente minérios de ferro e de titânio associados com o magmatismo inicial, de rochas máficas e mineralizações sedimentogênicas do tipo cobre-vanádio-urânio. Uma curiosidade interessante é a obtenção de vanádio a partir do petróleo venezuelano, o que ilustra o enriquecimento na matéria orgânica.

Cerca de 80% do vanádio produzido é usado como ferrovanádio ou como aditivo de aços. O vanádio é um estabilizador importante dos carbeto para a manufatura de ferramentas. O pentóxido de vanádio é usado na indústria cerâmica, também como mordente na indústria gráfica e na manufatura da anilina negra. O composto vanádio-gálio é usado na produção de magnetos supercondutores (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

O vanádio é um micronutriente essencial para alguns animais inferiores. Os teores de V nos ascídios é um milhão de vezes mais elevado que os teores da água do mar, devido à capacidade desses organismos de concentrar vanádio. O vanádio também é conhecido como necessário aos ratos, já que a deficiência pode reduzir a taxa de crescimento e de reprodução. Os compostos de vanádio nas emissões gasosas industriais podem causar câncer de pulmão.

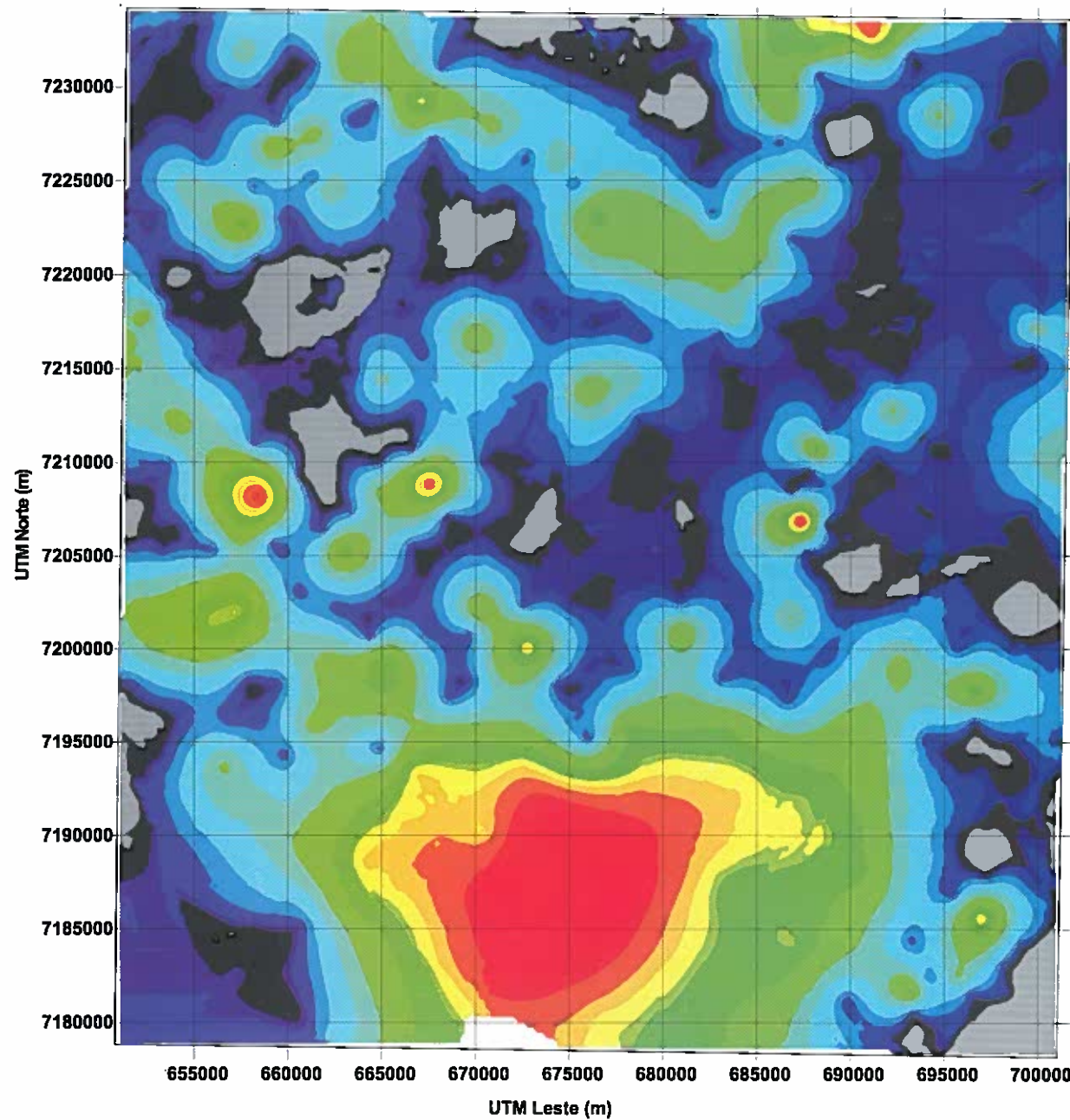
Em seres humanos, os teores médios são, nos ossos 0,0035 ppm, no fígado 0,006 ppm e nos músculos 0,02 ppm. A quantidade média de V numa pessoa de 70 kg é de 0,11 mg e a ingestão média diária é de 0,04 mg. A dosagem de 10 mg/kg (na forma de V_2O_5) ministrada via oral em ratos é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
V (ppm) trocável (SAD)	351	2,50	2,50	2,50	3,798	5,20	16,00	6,327

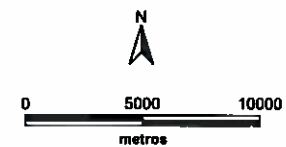
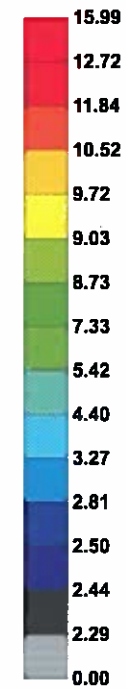
Sedimentos de fundo - V (ppm)



V (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ZINCO - Zn

a. Características geoquímicas

O zinco é um metal branco azulado, brilhante, quebradiço a temperaturas normais, mas maleável entre 100 e 150°C. É um razoável condutor de eletricidade.

Durante os processos magmáticos, o Zn comporta-se como a maioria dos outros metais de transição, mostrando compatibilidade com as primeiras etapas do fracionamento. Com isso, torna-se enriquecido nas rochas básicas (média de 100 ppm) com relação às ácidas (média de 50 ppm) (Wedepohl, 1978). Ele é claramente fracionado entre óxidos e silicatos por substituição por Fe^{2+} e Mg^{2+} , já que ambos têm raios iônicos similares ao do Zn^{2+} (0.83 Å).

b. Fontes naturais

Nas rochas básicas, o principal portador de Zn é a magnetita, enquanto que a biotita é o mais importante nos granitos (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). Quando os dois minerais co-existem, a biotita geralmente contém mais Zn que o normal. A blenda (ZnS) é um mineral acessório comum das rochas ígneas e um constituinte usual de mineralizações hidrotermais o que reflete a natureza calcófila do Zn.

A mobilização do Zn é limitada durante os processos de alteração de baixo grau das rochas vulcânicas (Condie, 1976, in BGS, 1991). Apenas pequenas perdas ocorrem no metamorfismo de baixo e médio grau (van de Kamp, 1970; Nicollet e Andrianbololona, 1980, in BGS, 1991) mas os fácies granulíticos podem se empobrecer em Zn (Sighinolfi e Gorgoni, 1978; Engel e Engel, 1960, in BGS, 1991).

A distribuição do Zn nas rochas sedimentares é, em princípio, controlada pela abundância de silicatos ferro-magnesianos, magnetita e argilo-minerais (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991). Ele também é facilmente adsorvido em óxidos de Fe hidratados. As rochas carbonatadas (cerca de 50 ppm) e as areias quartzo-feldspáticas (30-50 ppm) são geralmente pobres em Zn em comparação com as grauvas (70-100 ppm) e com os folhelhos (50-190 ppm). O Zn tem afinidade pela matéria orgânica, e por este motivo, ocorrem teores elevados nos folhelhos oleígenos (Wedepohl, 1978, in BGS, 1991). Valores elevados de Zn (atingindo cerca de 1%) têm sido registrados em concreções oolíticas ferruginosas e em nódulos de ferro e manganês de formação recente (Jenkyns, 1977, in BGS, 1991).

O Zn em sedimentos de drenagens, está contido principalmente nos silicatos ferromagnesianos e óxidos detriticos, que se intemperizam muito vagarosamente na maioria dos ambientes. Ele pode ser mobilizado mais rapidamente pela dissolução dos sulfetos ou contaminantes metálicos em águas de drenagens ácidas (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991). O Zn é rapidamente sorvido em óxidos secundários (Jenne, 1968; Robinson, 1981, in BGS, 1991), argilo-minerais (Kurki, 1974, in BGS, 1991) e matéria orgânica (Ure e Berrow, 1982, in BGS, 1991) sob todas as condições ambientais, mas principalmente nas mais ácidas ($\text{pH} < 4.5$).

c. Fontes artificiais e uso

A produção mundial de zinco em fundições foi de 7,2 milhões de toneladas em 1988, ocupando o quinto lugar na escala de uso mundial do metal. Tem uma ampla variedade de

usos, sendo o mais importante deles a galvanização (50% do consumo total) que vem a ser a cobertura do aço ou do ferro com uma película de Zn ou Zn-Al, a produção do latão (15-20%, Zn-Cu), e o óxido para pigmentos brancos. A pasta de zinco tem sido muito usada em produtos médicos como desinfetante e como forma de aumentar a produção de células em fermentos. Em algumas ligas, o zinco pode ser substituído por outros metais com alumínio e magnésio, mas normalmente sem vantagens pois os custos são mais elevados. O uso do zinco está crescendo principalmente nos países em desenvolvimento e é diretamente dependente da população. É prevista uma demanda de 11 milhões de toneladas no ano 2.000 (Koljonen *et al.*, 1992).

d. Importância na nutrição e toxidez

O zinco é um elemento traço essencial em todos os sistemas vivos, desempenhando um papel importante nas atividades enzimáticas, metabolismo do ácido nucléico, síntese de proteínas, manutenção da estrutura e função das membranas, atividade hormonal, reprodução e maturidade sexual. Animais com deficiência de zinco necessitam de 50% mais de alimentos para adquirir o mesmo peso que os animais com suplemento adequado do metal. Nas plantas, os teores de zinco variam com o estado do crescimento e são geralmente maiores nas plantas mais jovens e brotos. As demandas de zinco e taxas de absorção por plantas podem ser consideradas como baixas. O risco de toxidez às plantas é em geral reduzido e apenas observado em solos com estoque de zinco elevado, como por exemplo em pilhas de rejeito geradas pelas atividades de mineração (Koljonen *et al.*, 1992).

O zinco metálico é um irritante da pele humana, no entanto não é considerado como tóxico. Os compostos de zinco mais comuns não são tóxicos, mas certos sais de zinco podem ser carcinogênicos. A poluição por emissões aéreas industriais podem causar câncer de pulmão.

O zinco é encontrado em todos os tecidos e fluidos do corpo humano e é essencial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução. As desordens metabólicas provocadas pelo zinco são geralmente devidas mais às suas carências que aos seus excessos (Koljonen *et al.*, 1992).

Em seres humanos, os teores médios de zinco no sangue são de 7,0 mg/dm³, nos ossos 75 a 170 ppm, no fígado 240 ppm, nos músculos 240 ppm. A quantidade média de Zn numa pessoa de 70 kg é de 2,3 g e a ingestão média diária é de 5 a 40 mg. A dosagem de 350 mg/kg de ZnCl ministrada por via oral em ratos, é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

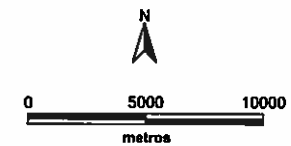
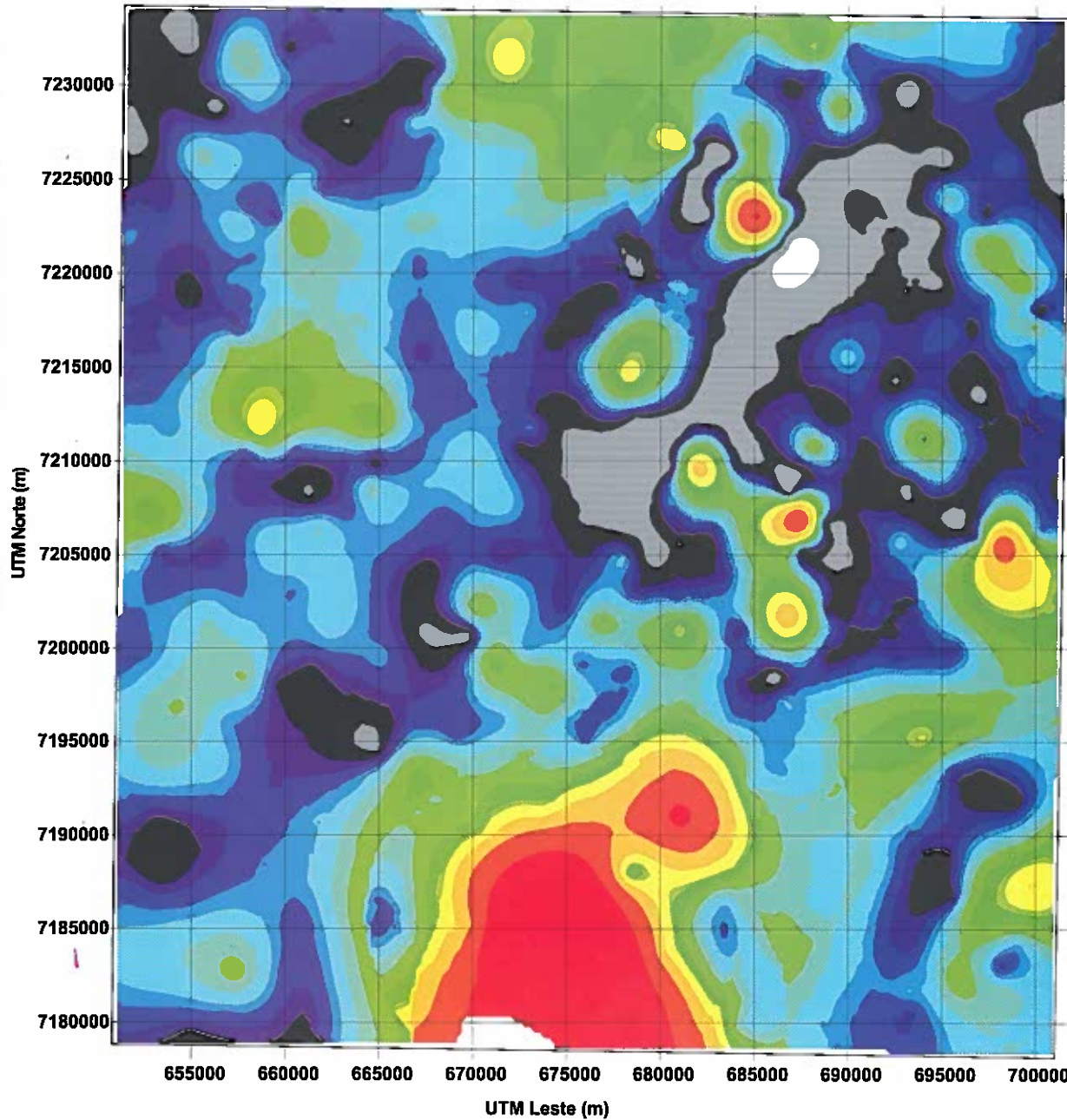
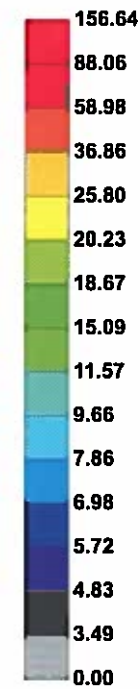
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1° Quartil	Mediana	Média	3° Quartil	Máximo	Variância
Zn (ppm) trocável (SAD)	351	0,50	4,40	6,40	9,258	9,90	158,00	173,399

Zn (ppm)

Fração: < 80 mesh
Ataque: EDTA 5%
Espectrometria de plasma - ICP

 Sem dados



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



ZIRCÔNIO - Zr

a. Características geoquímicas

O zircônio é um elemento metálico, prateado e que, quando finamente dividido, pode entrar em combustão espontânea, principalmente em temperaturas elevadas. É encontrado nos minerais exclusivamente na forma Zr^{4+} (Winter, 1998).

b. Fontes naturais

O zircônio ocorre nas rochas da crosta terrestre com teores médios de 140 ppm. Como o zircônio concentra-se no decorrer dos processos de cristalização das rochas ígneas, os teores nas rochas ultramáficas (peridotitos, eclogitos e dunitos) é de 60 ppm; nos gabros é de 140 ppm e nos granitos é de 460 ppm.

O mineral de zircônio mais comum é a zirconita ou zircão ($ZrSiO_4$) muito encontrado nos granitos e gnaisses. O óxido ZrO_2 , badeleita, é um mineral raro que ocorre em granitos e pegmatitos graníticos.

c. Fontes artificiais e uso

O zircônio tem uma resistência excepcional aos ácidos comuns, álcalis, água do mar e outros agentes corrosivos. Por isso é empregado amplamente pela indústria química onde são empregados agentes corrosivos. Também é usado como agente em ligas metálicas, ferramental cirúrgico, indústria de refratários, desodorantes, lâmpadas incandescentes e de flash fotográfico, magnetos. A liga de zircônio com zinco é magnética a temperaturas menores que $35^\circ K$ e o metal é supercondutivo em temperaturas superbaixas e por isso é aplicado na tecnologia dos supercondutores. O óxido de zircônio é usado em fornos de laboratório, visto que é capaz de suportar choques térmicos, no revestimento de fornalhas industriais e na indústria do vidro e da cerâmica como material refratário. O óxido de zircônio é também usado na produção de gemas artificiais, em virtude de seu alto índice de refração (Winter, 1998).

d. Importância na nutrição e toxidez

Não é conhecida a função que o zircônio desempenha na fisiologia animal e vegetal. Em seres humanos, os teores médios de zircônio no sangue são de 0,011 mg/dm³, no fígado 0,11 ppm, nos músculos 0,08 ppm. A quantidade média de Zr numa pessoa de 70 kg é de 1 mg e a ingestão média diária é de aproximadamente 0,05 mg. A ingestão via oral por ratos de 1.688 mg/kg de cloreto de zircônio é considerada como letal (Winter, 1998).

e. Tabela-resumo das estatísticas

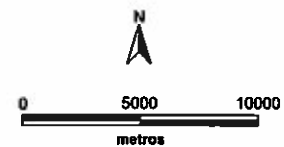
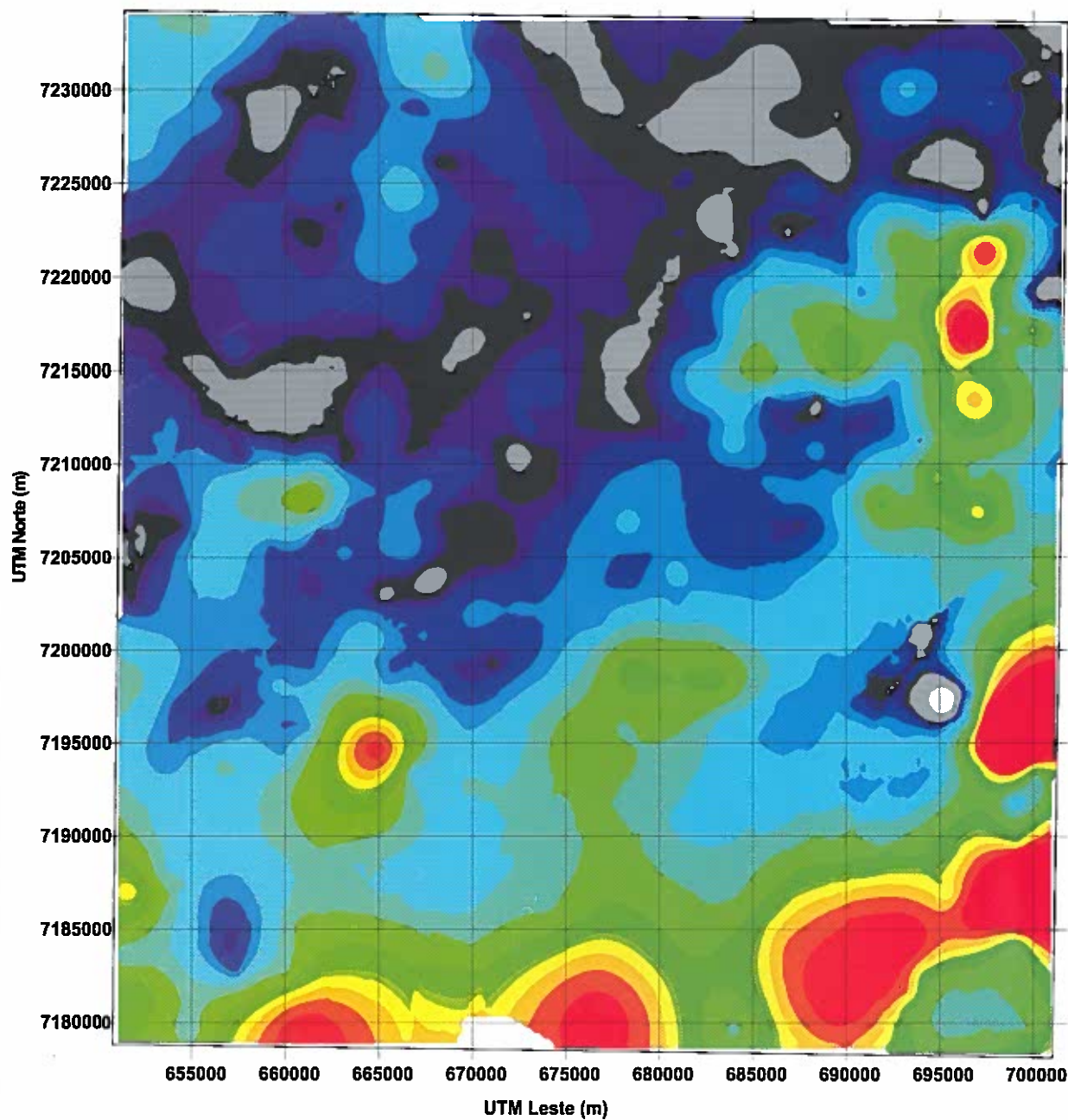
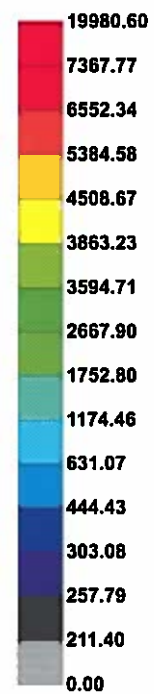
Levantamento geoquímico multielementar da Folha Curitiba

	N	Mínimo	1º Quartil	Mediana	Média	3º Quartil	Máximo	Variância
Zr (ppm) [SAD]	363	90,00	279,00	452,00	1.143,19	1.104,00	20.300,00	4.277.972

Zr (ppm)

Fração: < 80 mesh
Fluorescência de raios X

 Sem dados

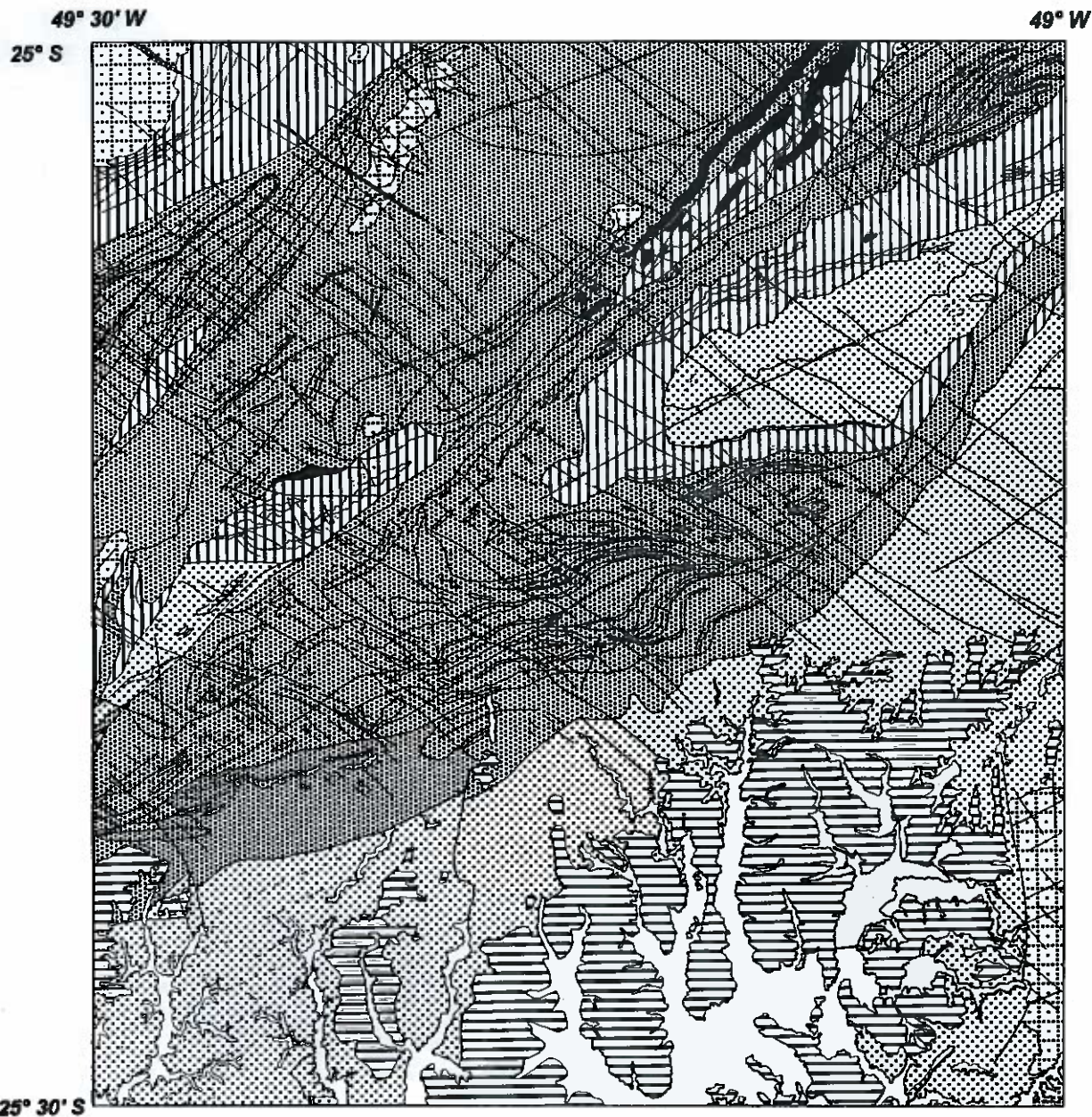


MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATSDR. *Hazardous Substances Release. Health effect database. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry - Public Health Statement.* Disponível na Internet. <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/hazdat.html>. 1995.
2. BIONDI, J. C.; CAVA, L. T.; SOARES, P. C. *Mapa geológico do Estado do Paraná.* Curitiba : MINEROPAR : DNPM. 1989. 1 mapa : color.; 98 x 110 cm. Escala 1:650.000.
3. BOLIVAR, S. et al. *Atlas geoquímico de los cuadrangulos de San Jose y Golfito, Costa Rica.* San Jose : Los Alamos Nat. Lab. Min. Industria, Energia y Minas e Escuela Centroamericana de Geología. 8 p., anexos, 28 mapas. 1987.
4. BOLVIKEN, B. et al. *Geochemical atlas of Northern Fennoscandia.* In: *Geol. Survey of Sweden.* Helsingue. 1986. 19 p, anexos, 155 mapas.
5. BRITISH GEOLOGICAL SURVEY BGS. *Regional geochemistry of the East Grampians area.* Londres, 1991. 95 p.
6. COPPENS, R. *Statistiques élémentaires appliquées aux sciences de la terre.* Nancy : Institut Polytechnique de Lorraine. École Nationale Supérieure de Géologie Appliquée et de Prospection Minière. 1977. 219 p.
7. DARNLEY, A. G. *International geochemical mapping: a new global project.* *Jour. Geochem. Explor.* v.39, n.3, p. 1-13. 1990.
8. DARNLEY, A. G.; BJÖRKLUND, A.; BOLVIKEN, B.; GUSTAVSSON, N.; KOVAL, P. V.; PLANT, J. A.; STEENFELT, A.; TAUCHID, M.; XIE XUEJING. *A Global Geochemical Database For Environmental and Resource Management.* Final report of IGCP Project 259. Paris : UNESCO. 1995. 122 p.
9. DAVIS, J. C. *Statistics and data analysis in geology.* New York : John Wiley & Sons. Inc. 1973.
10. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS. *Atlas do Estado do Paraná.* Curitiba : ITCF : UFPR. 1987. 73 p.
11. KOLJONEN, T.; GUSTAVSSON, N.; NORAS, P. & TANSKANEN, H. *Geochemical Atlas of Finland: preliminary aspects.* *Jour. Geochem. Explor.* v. 32, p. 231-242. 1989.
12. KOLJONEN, T., MALISA, E. *Distribution of nutrients and toxic elements in the Fennoscandian Shield.* *Geol. Survey of Finland.* Helsingue. p. 253-256. 1991. Spec. Paper. 9.
13. KOLJONEN, T.; MALISA, E. *Solubility in aqua regia of selected chemical elements occurring in the fine fraction of till.* *Geol. Survey of Finland.* Helsingue. p. 49-52. 1991. Spec. Paper 9.
14. KOLJONEN, T. (Ed); ELO, S.; GUSTAVSSON, N.; HUUMA, L. K.; KAURANNE, K.; KOLJONEN, T.; NORAS, P.; PESONEN, L. J. ; RUOTOISTENMÄKI, T.; SALTIKOFF, B.; SILLANPÄÄ, M.; TANSKANEN, H.; VAASJOKI, M.; VUORELA, P. *The geochemical atlas of Finland.* Helsingue: Geol. Survey of Finland.1992.218 p.
15. LICHT, O. A. B. *Prospecção geoquímica - Princípios, técnicas e métodos.* Rio de Janeiro : CPRM. 1998. 216 p.
16. LICHT, O. A. B.; MORITA, M. C.; TARVAINEN, T. *A utilização de dados de prospecção geoquímica de flúor no primeiro planalto paranaense, na identificação de áreas de interesse para a saúde pública - uma abordagem preliminar.* *Geochim.Brasiliensis* n10, p 57-69. 1996.
17. LICHT, O. A. B.; PIEKARZ, G. F.; SILVA, J. C. C. da; LOPES JR., I. *Levantamento geoquímico multielementar de baixa densidade no Estado do Paraná (Hidrogeoquímica - resultados preliminares).* *A terra em revista.* v. 3, n 3, p 34-46.
18. LICHT, O. A. B.; TARVAINEN, T. *Multipurpose geochemical maps produced by integration of geochemical exploration data sets in The Paraná Shield, Brazil.* *Jour. Geochem. Explor.* n 56, p. 167-182. 1996.
19. PARKER, R. L. *Composition of the Earth's Crust.* in FLEISCHER, M. *Data of Geochemistry. Chapter D.* Geol. Survey Prof. Paper 440-D. Washington : United States Geological Survey. 1967. 19 p.
20. RAJAGOPAL, R.; TOBIN, G. *Fluoride in drinking water: a survey of expert opinions.* *Environ. Geochem. and Health.* London. v. 13. n.1, p. 3-13. 1991.
21. ROQUIN, C.; ZEEGERS, H. *Improving anomaly selection by statistical estimation of background variations in regional geochemical prospecting.* *Jour. Geochem. Explor.* v. 29, p. 295-316. 1987.
22. SALAZAR JR. O.; FELIPE, R.S - *Mapa Geológico da Região Metropolitana de Curitiba.* Curitiba : MINEROPAR, 2001, 1 mapa : color . 125 x 85 cm. Escala 1:200.000
23. SINCLAIR, A. J. *Statistical interpretation of soil geochemical data.* In: FLETCHER, W.K., HOFFMAN, S.J. MEHRTENS, M.B. et al. *Exploration geochemistry : design and interpretation of soil surveys.* Chelsea : Society of Economic Geologists. p. 97-115 1986. (Reviews in Economic Geology, 3).
24. VARSÁNYI, I.; FODRÉ, Z.; BARTHA, A. *Arsenic in drinking water and mortality in the Southern Great Plain, Hungary.* *Environ. Geochem. and Health.* London. v. 13, n.1, p.14-22. 1991.
25. WEAVER, T. A.; BROXTON, D. F.; BOLIVAR, S. L. & FREEMAN, S. H. *The Geochemical Atlas of Alaska.* Los Alamos : Geochemical Group, Earth and Space Sci. Div. Los Alamos Nat. Lab. Los Alamos. 1983. 57 p.
26. WINTER, M. *WebElements.* Disponível na Internet. <http://www.shef.ac.uk/~chem/web-elements>. Univ. Sheffield. 1998.



Lâmina 3

Mapa geológico simplificado

-  Quaternário - Holoceno
Depósitos aluvionares
-  Quaternário - Pleistoceno
Formação Guebirotuba
-  Juro-Cretáceo
Diques de diabásio
-  Cambriano - Proterozóico Superior
Rochas granitóides
-  Proterozóico Superior
Formação Camarinha
-  Proterozóico Superior
Grupo Açungui
-  Proterozóico Superior
Grupo Açungui - metabasitos
-  Proterozóico Médio
Grupo Setuva
-  Arqueano - Proterozóico Inferior
Complexo gnáissico - migmatítico

 Falhas

(modif. MINEROPAR, 2001)