

OTAVIO AUGUSTO BONI LICHT

A GEOQUÍMICA MULTIELEMENTAR NA GESTÃO AMBIENTAL

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PROVÍNCIAS
GEOQUÍMICAS NATURAIS, ALTERAÇÕES ANTRÓPICAS DA
PAISAGEM, ÁREAS FAVORÁVEIS À PROSPECÇÃO MINERAL E
REGIÕES DE RISCO PARA A SAÚDE NO ESTADO DO PARANÁ,
BRASIL.**

VOLUME 2

FIGURAS E FOTOGRAFIAS

Tese apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Doutor. Curso
de Pós-Graduação em Geologia, Área de
Concentração - Geologia Ambiental, Setor
de Ciências da Terra, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador Principal:
Prof. Dr. André Virmond Lima Bittencourt.

Co-orientador:
Prof. Dr. Sidnei José Pires Rostirolla.

CURITIBA

2001

LISTA DE FIGURAS

Volume 2

Figura	Prancha
1.1.a - O ciclo geoquímico (Rose <i>et al</i> , 1979).	1
1.1.b - O ciclo geoquímico (Mason, 1960, modif. Fortescue, 1980).	1
1.2 - Produtos do intemperismo, forma das associações elementares e bio-disponibilidade dos elementos.	1
1.3 - Representação esquemática dos bancos de dados geoquímicos voltados a apenas uma aplicação.	2
1.4 - Representação esquemática de uma base de dados geoquímicos com múltiplas aplicações e finalidades.	2
2.1.a - Mapa de localização do Estado do Paraná.	3
2.1.b - Limites políticos do Estado do Paraná e principais centros urbanos	3
2.2 - Malhas de coordenadas geográficas e UTM e os limites políticos do Estado do Paraná.	4
2.3 - Províncias geológico-geomorfológicas do Estado do Paraná (Maack, 1968).	4
2.4 - Mapa geológico simplificado do Estado do Paraná (modif. MINEROPAR, 1986)	4
2.5 - Arcabouço estrutural do Estado do Paraná (Zalán <i>et al</i> , 1987).	4
2.6 - Principais zonas climáticas do Estado do Paraná (ITCF, 1987; Corrêa <i>et al</i> , 1994).	5
2.7 - Rede hidrográfica do Estado do Paraná.	5
2.8 - Uso e ocupação do solo do Estado do Paraná (modif. SEMA, 1995).	5
2.9 - Divisão política municipal do Estado do Paraná vigente em 1996 e alguns centros urbanos selecionados.	5
3.1 - Estrutura de horsts e grábens orientados segundo SW – NE na porção nordeste do Estado do Paraná (Milani, 1997).	6
3.2 - Mapa de solos simplificado do Estado do Paraná (IAPAR, 1998).	6
3.3 - As cinco macro-bacias hidrográficas do Estado do Paraná.	6
3.4 - Micro-bacias hidrográficas e as estações de amostragem (Licht <i>et al</i> , 1997).	6
3.5 - Sub-células do Global Geochemical Reference Network – GGRN do Projeto IGCP 360 UNESCO-IUGS para o Estado do Paraná (Licht <i>et al</i> , 1996 a).	7
3.6 - Micro-bacias hidrográficas contidas nas sub-células GGRN (Licht <i>et al</i> , 1996 a).	7
3.7 - Micro-bacias hidrográficas e o respectivo baricentro.	7
3.8 - Malha regular de pontos utilizada na estimação dos teores das variáveis geoquímicas e dos dados sócioeconômicos e sanitários.	7
3.9 - Malha regular de pontos e os baricentros das micro-bacias hidrográficas.	8
3.10 - Malha regular de pontos e os baricentros das sub-células GGRN.	8
3.11 - Tabela periódica com indicação dos elementos analisados nas amostras de água da rede hidrográfica do Estado do Paraná.	9
3.12 - Tabela periódica com indicação dos elementos analisados nas amostras compostas de sedimentos ativos de drenagem representativas das 39 sub-células GGRN do Estado do Paraná.	9
3.13 - Representação esquemática da estrutura <i>lattice</i> da base de dados.	9
3.14 - Variogramas omnidirecionais construídos com os logaritmos dos dados hidrogeoquímicos de Ba ²⁺ , F ⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ e Br ⁻ .	10
3.15 - Variogramas omnidirecionais construídos com os logaritmos dos dados de Mo, Se e W, nas sub-células GGRN.	10
3.16 - Representação esquemática do processo de conversão da estrutura de dados em polígonos vetoriais para a matriz regular de pontos (baricentro das células).	11
4.1 - Histogramas do Al ³⁺ , Ba ²⁺ , Br ⁻ , Ca ²⁺ , Cl ⁻ , F ⁻ , Fe ³⁺ , K ⁺ , Li ⁺ , Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Na ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , Sr ²⁺ , pH e condutividade nas amostras de água da rede hidrográfica do Estado do Paraná.	12

(continua)

Figura	Prancha
4.2 - Gráficos de probabilidade do Al^{3+} , F^- , K^+ , Ba^{2+} , Cl^- , Mg^{2+} , analisados nas amostras de água da rede hidrográfica do Estado do Paraná	13
4.3 - Histogramas da Ag, Al_2O_3 , As, Au, B, Ba, Be, Bi, Br, CaO, Cd, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, nas amostras compostas de sedimentos de fundo (sub-células GGRN) da rede hidrográfica do Estado do Paraná	14
4.4 - Histogramas do Er, Eu, F, Fe_2O_3 , Ga, Gd, Ge, Hg, Ho, I, K_2O , La, Li, Lu, MgO, Mn, Mo, Na_2O , nas amostras compostas de sedimentos de fundo (sub-células GGRN) da rede hidrográfica do Estado do Paraná	15
4.5 - Histogramas de Nb, Nd, Ni, P, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, S, Sb, Sc, Se, SiO_2 , Sm, Sn, Sr, Tb, nas amostras compostas de sedimentos de fundo (sub-células GGRN) da rede hidrográfica do Estado do Paraná	16
4.6 - Histogramas do Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr, nas amostras compostas de sedimentos de fundo (sub-células GGRN) da rede hidrográfica do Estado do Paraná	17
4.7 - Gráficos de probabilidade de algumas variáveis selecionadas, analisadas nas amostras compostas de sedimentos de fundo (sub-células GGRN) da rede hidrográfica do Estado do Paraná : Rb, Tm, Yb, Sm, Ni, Eu, P, Ti, Ga	18
4.8 - Mapa geoquímico do Al^{3+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	19
4.9 - Mapa geoquímico do Ba^{2+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	19
4.10 - Mapa geoquímico do Br^- nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	19
4.11 - Mapa geoquímico do Ca^{2+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	19
4.12 - Mapa geoquímico do Cl^- nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	20
4.13 - Mapa da condutividade elétrica das águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	20
4.14 - Mapa geoquímico do F^- nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	20
4.15 - Mapa geoquímico do Fe^{3+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	20
4.16 - Mapa geoquímico do K^+ nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	21
4.17 - Mapa geoquímico do Mg^{2+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	21
4.18 - Mapa geoquímico do Mn^{2+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	21
4.19 - Mapa geoquímico do Na^+ nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	21
4.20 - Mapa geoquímico do NO_2^- nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	22
4.21 - Mapa geoquímico do NO_3^- nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	22
4.22 - Mapa geoquímico do pH das águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	22
4.23 - Mapa geoquímico do PO_4^{2-} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	22
4.24 - Mapa geoquímico do SO_4^{2-} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	23
4.25 - Mapa geoquímico do Sr^{2+} nas águas das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná	23
4.26 - Mapa geoquímico da Ag nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	23
4.27 - Mapa geoquímico do Al_2O_3 nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	23
4.28 - Mapa geoquímico do As nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	24
4.29 - Mapa geoquímico do Au nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	24
4.30 - Mapa geoquímico do B nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	24
4.31 - Mapa geoquímico do Ba nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	24
4.32 - Mapa geoquímico do Be nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	25
4.33 - Mapa geoquímico do Bi nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	25
4.34 - Mapa geoquímico do Br nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	25

Figura	Prancha
4.35 - Mapa geoquímico do CaO nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	25
4.36 - Mapa geoquímico do Cd nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	26
4.37 - Mapa geoquímico do Ce nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	26
4.38 - Mapa geoquímico do Cl nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	26
4.39 - Mapa geoquímico do Co nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	26
4.40 - Mapa geoquímico do Cr nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	27
4.41 - Mapa geoquímico do Cs nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	27
4.42 - Mapa geoquímico do Cu nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	27
4.43 - Mapa geoquímico do Dy nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	27
4.44 - Mapa geoquímico do Er nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	28
4.45 - Mapa geoquímico do Eu nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	28
4.46 - Mapa geoquímico do F nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	28
4.47 - Mapa geoquímico do Fe ₂ O ₃ nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	28
4.48 - Mapa geoquímico do Ga nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	29
4.49 - Mapa geoquímico do Gd nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	29
4.50 - Mapa geoquímico do Ge nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	29
4.51 - Mapa geoquímico do Hg nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	29
4.52 - Mapa geoquímico do Ho nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	30
4.53 - Mapa geoquímico do I nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	30
4.54 - Mapa geoquímico do K ₂ O nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	30
4.55 - Mapa geoquímico do La nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	30
4.56 - Mapa geoquímico do Li nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	31
4.57 - Mapa geoquímico do Lu nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	31
4.58 - Mapa geoquímico do MgO nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	31
4.59 - Mapa geoquímico do Mn nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	31
4.60 - Mapa geoquímico do Mo nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	32
4.61 - Mapa geoquímico do Na ₂ O nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN)	32

Figura	Prancha
4.62 - Mapa geoquímico do Nb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	32
4.63 - Mapa geoquímico do Nd nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	32
4.64 - Mapa geoquímico do Ni nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	33
4.65 - Mapa geoquímico do P nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	33
4.66 - Mapa geoquímico do Pb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	33
4.67 - Mapa geoquímico do Pd nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	33
4.68 - Mapa geoquímico do Pr nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	34
4.69 - Mapa geoquímico do Pt nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	34
4.70 - Mapa geoquímico do Rb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	34
4.71 - Mapa geoquímico do S nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	34
4.72 - Mapa geoquímico do Sb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	35
4.73 - Mapa geoquímico do Sc nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	35
4.74 - Mapa geoquímico do Se nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	35
4.75 - Mapa geoquímico do SiO ₂ nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	35
4.76 - Mapa geoquímico do Sm nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	36
4.77 - Mapa geoquímico do Sn nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	36
4.78 - Mapa geoquímico do Sr nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	36
4.79 - Mapa geoquímico do Tb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	36
4.80 - Mapa geoquímico do Te nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	37
4.81 - Mapa geoquímico do Th nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	37
4.82 - Mapa geoquímico do Ti nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	37
4.83 - Mapa geoquímico do Tl nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	37
4.84 - Mapa geoquímico do Tm nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	38
4.85 - Mapa geoquímico do U nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	38
4.86 - Mapa geoquímico do V nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	38
4.87 - Mapa geoquímico do W nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	38
4.88 - Mapa geoquímico do Y nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	39

Figura	Prancha
4.89 - Mapa geoquímico do Yb nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	39
4.90 - Mapa geoquímico do Zn nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	39
4.91 - Mapa geoquímico do Zr nos sedimentos de fundo das microbacias hidrográficas do Estado do Paraná (sub-células GGRN).....	39
4.92 - Categorização dos elementos analisados nos sedimentos ativos de drenagem (sub-células GGRN) em carentes, normais e abundantes, segundo o Clarke de concentração.....	40
4.93 - Mapa de localização dos perfis geoquímicos A-A' e B-B'.....	41
4.94 - Perfil geoquímico do Ba ⁺² , Ca ⁺² e Mg ⁺² nas águas das microbacias hidrográficas, segundo A-A'.....	41
4.95 - Perfil geoquímico do Ba, Zr, Li, Sn, Th, Ti, U e W nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	41
4.96 - Perfil geoquímico do Sc, Ti, V nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	41
4.97 - Perfil geoquímico do Cr, Cu, Co, Ni, Pd e Pt nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	42
4.98 - Perfil geoquímico do F, Nb, Ti, ETR, P e Zr nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	42
4.99 - Perfil geoquímico do U e Th nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	42
4.100 - Perfil geoquímico das ETR céricas e das ETR ítricas nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo A-A'.....	42
4.101 - Perfil geoquímico do Ba, Zr, Li, Sn, Th, Ti, U e W nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	43
4.102 - Perfil geoquímico do Sc, Ti, V nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	43
4.103 - Perfil geoquímico do Cr, Cu, Co, Ni, Pd e Pt nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	43
4.104 - Perfil geoquímico do F, Nb, Ti, ETR, P e Zr nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	43
4.105 - Perfil geoquímico do U e Th nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	44
4.106 - Perfil geoquímico das ETR céricas e das ETR ítricas nos sedimentos ativos de drenagem (GGRN), segundo B-B'.....	44
4.107 - Mapa do arcabouço estrutural do território paranaense (Zalán <i>et al</i> , 1987) e as anomalias hidrogeoquímicas de flúor.....	44
4.108 - Mapa dos pontos da malha regular atingidos pelo buffer de 3.000 m referido aos lineamentos do arcabouço estrutural do território paranaense.....	44
4.109 - Categorização das variáveis analíticas segundo o arcabouço estrutural.....	45
4.110 - Anomalias de magnetismo residual na região do Norte Pioneiro (Ferreira <i>et al</i> , 1996).....	46
4.111 - Mapa dos pontos da malha regular atingidos pelo buffer de 20.000 m referido ao contorno das anomalias de magnetismo residual do Norte Pioneiro.....	46
4.112 - Categorização das variáveis analíticas com base nas anomalias magnéticas do Norte Pioneiro.....	47
4.113 - Detalhe do mapa geológico do Paraná na região do Norte Pioneiro, acrescido dos contornos das anomalias de magnetismo residual.....	48
4.114 - Mapa da densidade populacional no Estado do Paraná com a população estimada em 1995 a partir do censo de 1990.....	48
4.115 - Aumento dos teores de NO ₃ ⁻ nas águas das bacias hidrográficas com quatro categorias de densidade populacional.....	48
4.116 - Gráficos de nuvem de pontos relacionando (a) F ⁻ , (b) K ⁺ , (c) NO ₃ ⁻ , (d) PO ₄ ²⁻ e (e) SO ₄ ²⁻ nas águas das bacias hidrográficas do Estado do Paraná com a densidade populacional.....	49
4.117 - Mapa da distribuição da área plantada com algodão na safra 1995-1996.....	50
4.118 - Mapa da distribuição da área plantada com café na safra 1995-1996.....	50
4.119 - Mapa da distribuição da área plantada com fumo na safra 1995-1996.....	50
4.120 - Mapa da distribuição da área plantada com batata na safra 1995-1996.....	50

Figura	Prancha
4.121 - Variância explicada pelos cinco fatores e as variáveis com carga em cada fator na geoquímica de água.	51
4.122 - Províncias e anomalias geoquímicas regionais delimitadas por análise fatorial com os dados geoquímicos de água das microbacias hidrográficas.	51
4.123 - Variância explicada pelos seis fatores e as variáveis com carga em cada fator na geoquímica de sedimentos ativos de drenagem.	51
4.124 - Províncias e anomalias geoquímicas regionais delimitadas por análise fatorial com os dados geoquímicos de sedimentos ativos de drenagem (sub-células GGRN).	51
4.125 - Identificação dos pontos de intersecção dos principais lineamentos do arcabouço estrutural do território paranaense.	52
4.126 - Estrutura de horsts e grábens (Milani, 1997) e o mapa geoquímico do Cr em sedimentos ativos de drenagem (sub-células GGRN).	52
4.127 - Os dez municípios paranaenses com maiores taxas de mortalidade por neoplasias hepáticas e os dez municípios com as menores taxas.	52
4.128 - Mapa de distribuição dos óbitos por câncer de fígado no Estado do Paraná.	52
4.129 - Crescimento da taxa de óbitos por neoplasias hepáticas com o aumento dos teores de Cl ⁻ nas águas das bacias hidrográficas.	53
4.130 - Crescimento da taxa de óbitos por neoplasias hepáticas com o aumento dos teores de Br ⁻ nas águas das bacias hidrográficas.	53

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Volume 2

Fotografia	Prancha
4.1 - Níveis de gabros que ocorrem nas rochas ígneas da Bacia do Paraná (Grupo São Bento) na Província Geoquímica S-3. Na metade superior da frente de lavra (A) predominam os níveis decimétricos de gabros encaixados em basalto. Na porção inferior, (B), predomina o basalto hospedando poucos níveis centimétricos e decimétricos de gabro. Pedreira Bonetti, proximidades da cidade de Salto do Lontra. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	54
4.2 - Detalhe da fotografia 4.1. A seta indica o nível de gabro mais evidente na porção inferior da frente de lavra. Pedreira Bonetti, proximidades da cidade de Salto do Lontra. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	54
4.3 - Gabro que ocorre nas rochas ígneas da Bacia do Paraná (Grupo São Bento) na Província Geoquímica S-3 na forma de níveis horizontais intercalados em basalto. A cristalização dos minerais no gabro é, de forma geral, granodecrescente. Pedreira Bonetti, proximidades da cidade de Salto do Lontra. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	55
4.4 - Fenocristais de clinopiroxênio (augita - diopsídio) (seta amarela) que ocorrem nos gabros da Bacia do Paraná (Grupo São Bento) na Província Geoquímica S-3. Pedreira Bonetti, proximidades da cidade de Salto do Lontra. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	55
4.5 - Fenocristais de diopsídio – augita, isolados ou agregados em “cauda-de-andorinha” em amostra de gabro coletada na Pedreira Bonetti, proximidades da cidade de Salto do Lontra. Fotografia de amostra de mão. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	56
4.6 - Gabro com vesículas de obsidiana mostrando alteração incipiente, expressa por um núcleo verde claro, cloritizado, e uma borda avermelhada devida a pigmentação por óxido de ferro (no círculo branco). Fotografia de amostra de mão. Foto: O.A.B. Licht (2000).....	56
4.7 - Arcadas dentárias de criança de 12 anos, apresentando os efeitos da ingestão continuada de água com doses elevadas de fluoretos. A paciente é moradora da localidade de São Joaquim do Pontal, município de Itambaracá, Estado do Paraná. Foto : M.C. Morita (1996).....	57