

O Sódio é um elemento maior da crosta terrestre. Os granitos e granodioritos, os grauvaques, os gabros e os basaltos são as rochas com teores médios mais elevados, ao contrário do que acontece com as rochas ultramáficas e os calcários.

A interpretação do padrão geoquímico do Na em sedimentos fluviais de Portugal continental está limitada pelo número elevado de amostras (62%) com teor que não ultrapassam o elevado LD (100 ppm).

Os teores >LD observam-se preferencialmente nas zonas geostruturais ZSP (mdn = 300 ppm) e ZOM (mdn = 200 ppm) e nas amostras colhidas nas Orlas em terrenos dominados pelos calcários (mdn=200 ppm).

Os teores relativamente elevados observados sobre as rochas carbonatadas justificam-se pelo facto de a água régia destruir totalmente os carbonatos. Ocorrências de sal-gema, poderão também justificar um ou outro teor mais elevado de Na nas Orlas.

Já no Maciço Hespérico, as diferenças entre o Norte (teores mais baixos) e o Sul (teores mais altos) poderão estar ligadas a factores de origem climática e à própria constituição dos solos. Sendo o Na um elemento muito móvel, é provável que um clima com menor precipitação e mais insolação, associado a um relevo muito pouco acidentado e a solos de constituição mais argilosa, tal como se verifica no Sul, iniba um pouco essa mobilidade.

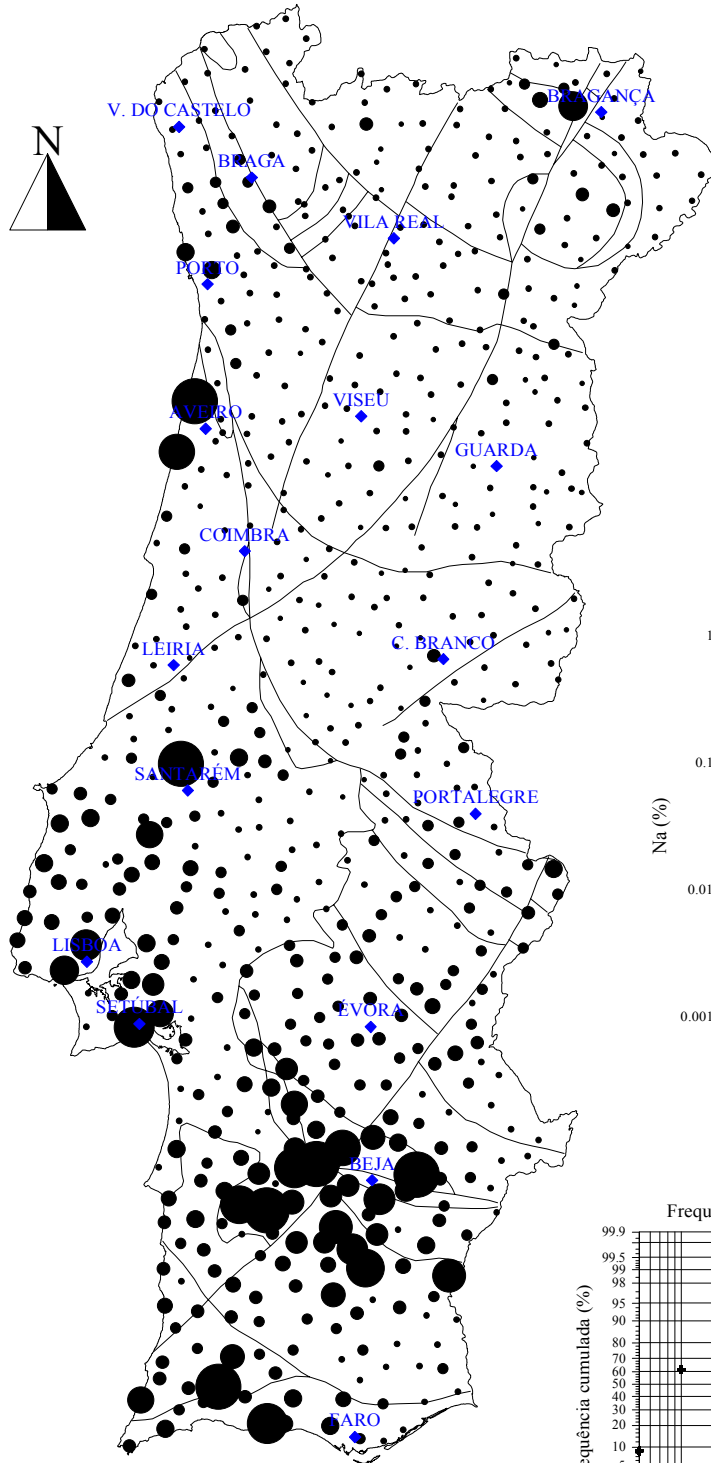
Os teores mais elevados observam-se sobre terrenos da ZOM onde dominam rochas gabróicas e basálticas, e a sul destes afloramentos, já na ZSP em plena Faixa Piritosa. Mais a sul junto a Monchique observa-se outro teor elevado, justificado pelo sienito nefelínico aí aflorante.

Junto a Aveiro observam-se duas amostras com teores elevados, justificados pela salinidade da “Ria de Aveiro”.

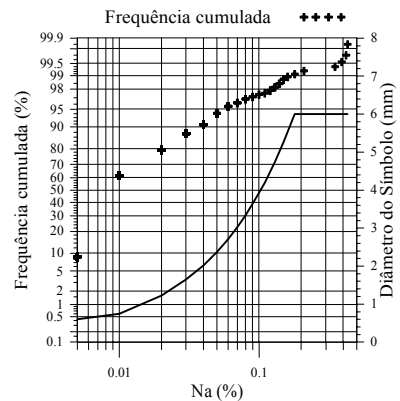
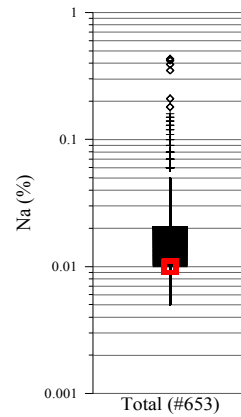
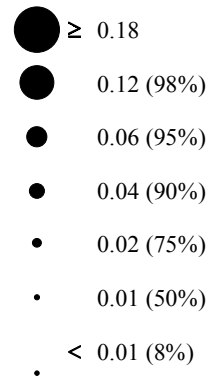
GEOQUÍMICA de PORTUGAL
cartografia regional 2000
 (<80#, Aqua Regia, ICP-AES)

Na
Sedimentos de Corrente

N=653



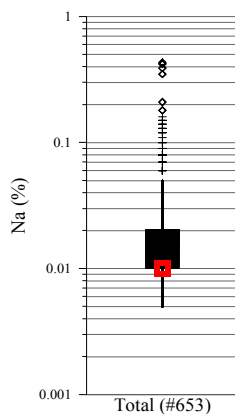
% (percentil)



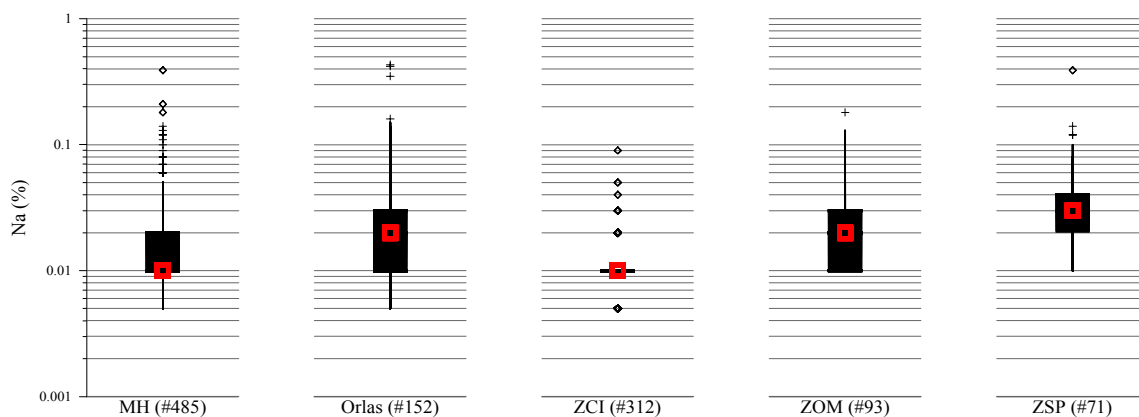
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

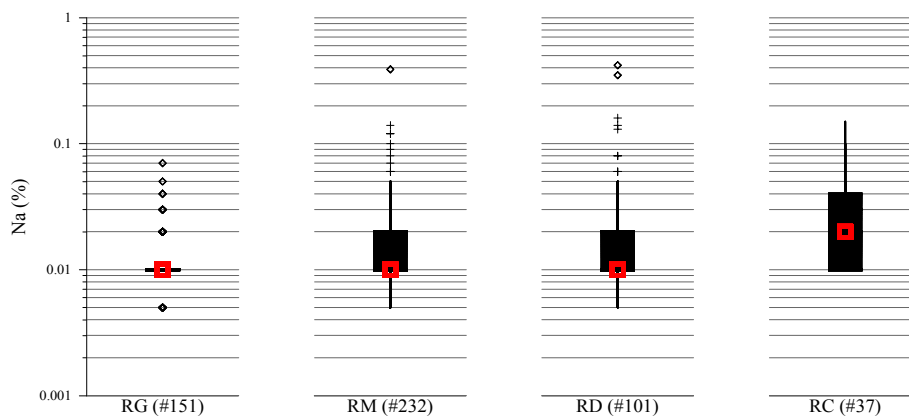
"Box-Plot" do Sódio



"Box-Plot" dos dados de Na, classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de Na, classificados segundo a Litologia



MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
	<100	100	150	100	220	200	1200	4300	168.4

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<100	100	130	100	190	200	900	3900	143.3
Orlas	<100	100	190	200	330	300	1600	4300	180.1
ZCI	<100	100	100	100	110	100	300	900	65.9
ZOM	100	100	200	200	240	300	1300	1800	94.1
ZSP	100	200	280	300	400	400	1400	3900	126.8

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<100	100	110	100	130	100	400	700	66.2
RM	<100	100	140	100	200	200	1000	3900	155.0
RD	<100	100	160	100	280	200	1600	4200	202.6
RC	100	100	220	200	310	400	1000*	1500	96.7

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	11
Massa Atômica	22.990
Densidade (g/cm ³)	0.971
Raio Atômico (Å)	1.54
Prop. do óxido	base forte
Grupo(s)	alcalino, não-metal leve
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

albite (NaAlSi₃O₈), halite (NaCl), criolite (Na₃AlF₆), soda (Na₂CO₃), trona (Na₃(CO₃)(HCO₃).2H₂O) e muitos minerais primários (plagioclase, micas, anfíbolos, piroxenas, etc.)

Possíveis minerais hospedeiros

-

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	23600	Arenitos, Quartzitos	17000
Crusta continental superior	25670	Grauvaques	22257
Granitos, Granodioritos	25000	Argilitos, Xistos	13000
Gabros, Basaltos	20000	Calcários	6000
Rochas Ultramáficas	6000	Solos	-

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Cl-Na-Mg-Br-S (spray marinho e água salgada).

MOBILIDADE AMBIENTAL Elevada em todo o tipo de condições.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Detergentes (C₁₈H₂₉NaO₃S), fertilizantes (NaNO₃, Na₂MoO₄), agente antidetonante na gasolina (substituto do Pb), agente de refrigeração em reatores nucleares, indústria química.

Spray marinho, fertilizantes, águas residuais, fontes geogénicas (meteorização mineral, poeiras).

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para muitos organismos. É tóxico para as plantas e animais, se em níveis elevados. NaClO₃ é usado como herbicida.

PROSPECCÃO A halite e a trona (?) são os minérios principais de Na.

O Níquel é um elemento traço da crosta terrestre. As rochas ultramáficas e máficas apresentam os níveis de teor mais elevados entre os diferentes tipos de rocha mais significativos da crosta, sendo ainda de destacar os níveis tipicamente baixos que o Ni apresenta nos granitos e arenitos.

Os teores de Ni nos sedimentos fluviais de Portugal continental têm um controlo eminentemente geogénico e apresentam uma imagem idêntica à do Co. As amostras colhidas sobre RM, em particular sobre a ZSP (mdn = 44 ppm) e na área envolvente dos Maciços de Morais e Bragança (onde afloram rochas máficas e ultramáficas) apresentam teores elevados, ao contrário do que acontece nas Orlas e nas áreas dominadas por RG. Na ZCI é particularmente nítida a separação entre as áreas dominadas por RM e as dominadas por RG, verificando-se também uma boa relação com as principais fracturas que aqui se observam.

O “background” da ZSP é mais elevado que no resto do país; repare-se que todas as amostras apresentam teores acima de 10 ppm. Parte dos elevados teores de Ni podem justificar-se pela frequente associação deste elemento aos sulfuretos e aos óxidos de Fe-Mn, típicos da Faixa Piritosa, e também observados no Sector Sudoeste da ZSP.

A imagem obtida após extração com AcNH_4 é substancialmente diferente. Os teores mais elevados foram lidos nas amostras colhidas sobre as rochas carbonatadas. Comparando as medianas do Ni para as duas extrações verifica-se que o AcNH_4 extrai cerca de 40% do extraído com água régia, isto para os sedimentos colhidos sobre RC; para as restantes classes litológicas a percentagem não ultrapassa os 5%.

Na ZCI o padrão geoquímico do Ni caracteriza-se por um alinhamento de teores relativamente altos que se inicia a Norte do Porto e se prolonga para sul e depois para sudoeste, acompanhando o limite entre o sector Douro-Beiras e o Bordo Sudoeste da ZCI. Na ZOM os teores mais elevados encontram-se espacialmente associados a algumas rochas carbonatadas e outras gabróicas. Na ZSP observam-se teores elevados junto a Sines (refinaria de petróleo) e no Sector Sudoeste, estes mais difíceis de explicar.

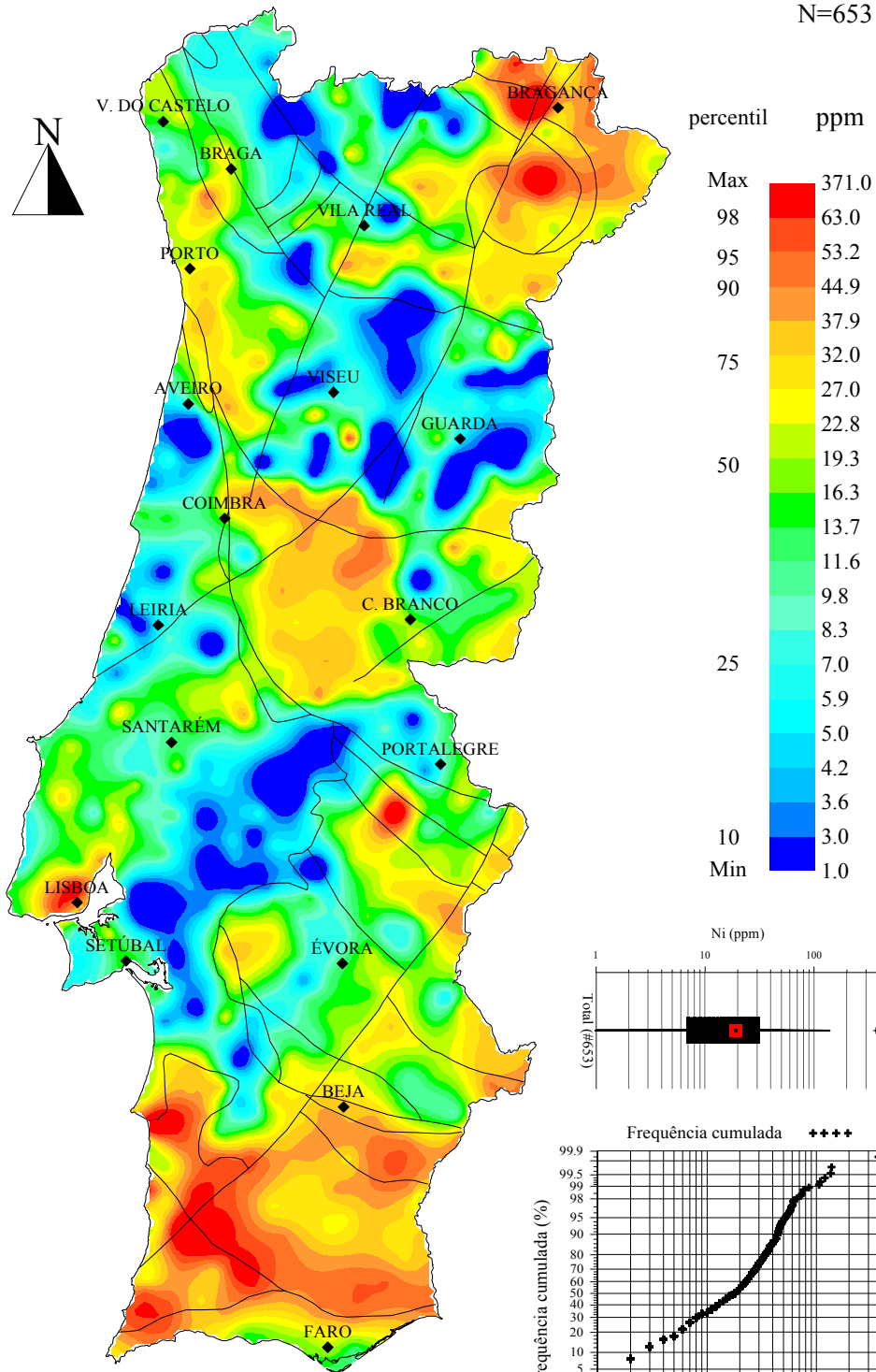
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Aqua Regia, ICP-AES; krigagem)

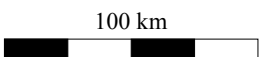
Ni

Sedimentos
de Corrente

N=653



— Limites Geostruturais e Falhas

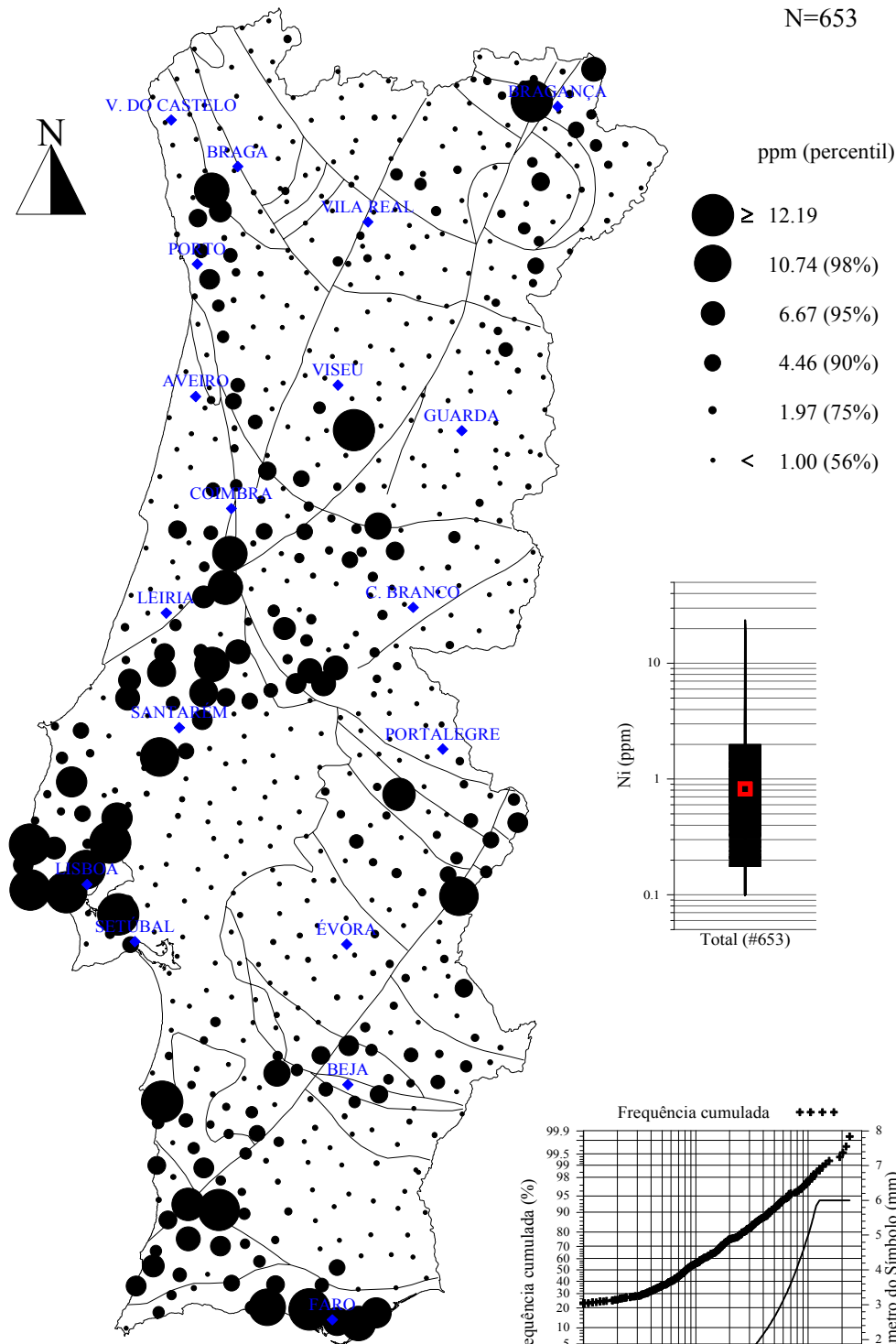


GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amónio, AAS)

Ni
*Sedimentos
de Corrente*

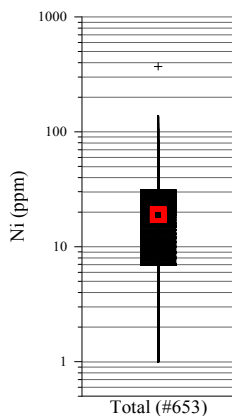
N=653



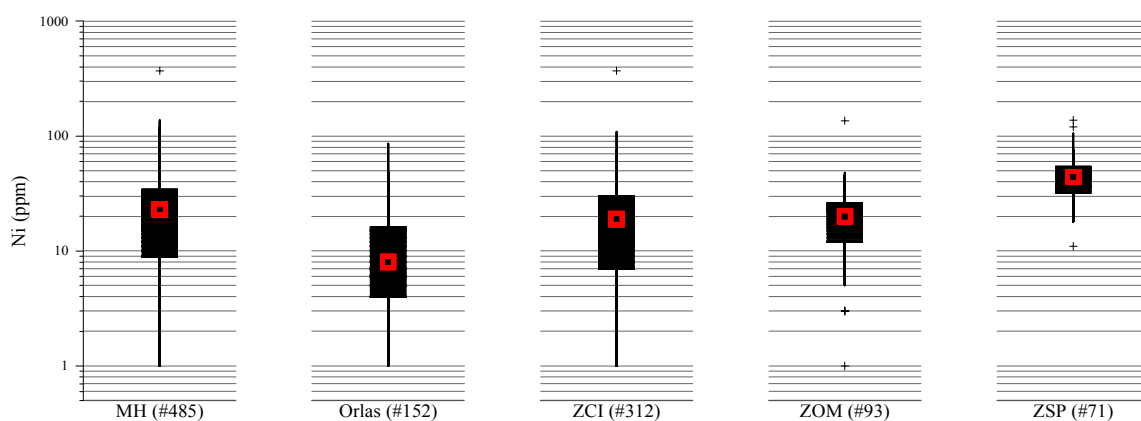
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

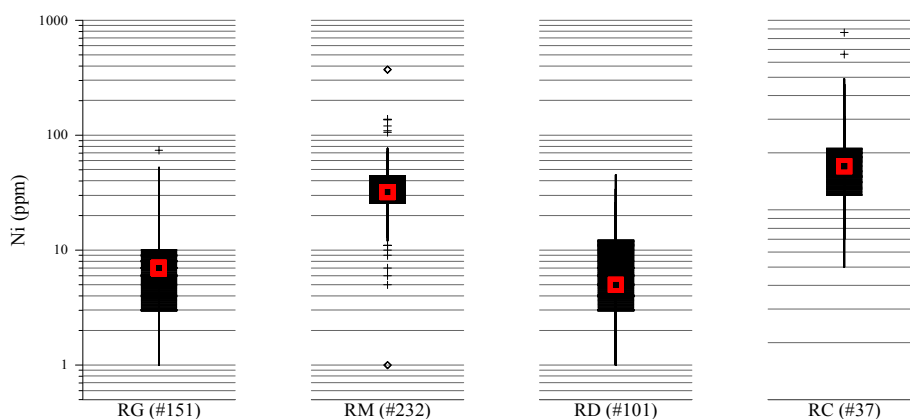
"Box-Plot" do Níquel



"Box-Plot" dos dados de Ni, classificados segundo a Zona Geostrutural

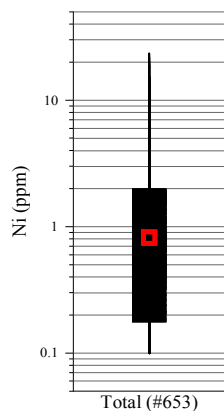


"Box-Plot" dos dados de Ni, classificados segundo a Litologia

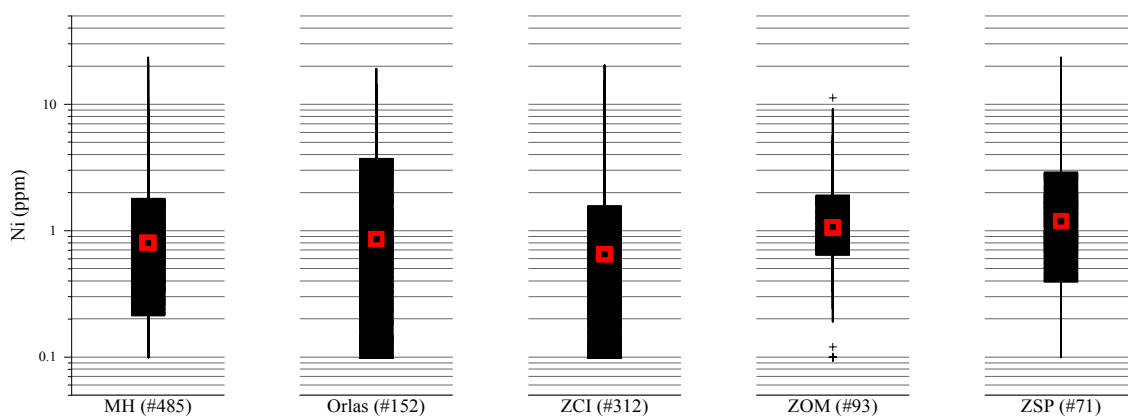


MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

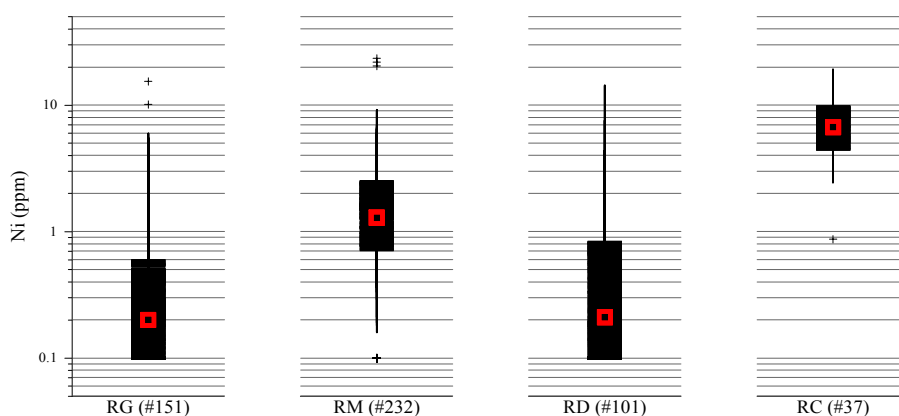
"Box-Plot" do Níquel (Acetato de Amónio)



"Box-Plot" dos dados de Ni (AA), classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de Ni (AA), classificados segundo a Litologia



MH=Maciço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
	1	7	14	19	22	31	63	371	103.2
Acetato de Amónio:									
	0.10	0.18	0.73	0.82	1.77	1.97	10.77	23.41	155.9

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	1	9	17	23	25	34	72	371	97.9
Orlas	1	4	8	8	12	16	46	86	100.3
ZCI	1	7	13	19	21	30	56	371	118.1
ZOM	1	12	17	20	21	26	48	136	76.1
ZSP	11	32	42	44	46	54	120	138	46.8
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	0.21	0.69	0.80	1.52	1.77	6.79	23.41	156.4
Orlas	0.10	0.10	0.83	0.86	2.64	3.69	12.66	19.11	139.1
ZCI	0.10	0.10	0.56	0.65	1.26	1.54	6.58	20.41	158.6
ZOM	0.10	0.65	1.05	1.06	1.67	1.88	9.16	11.24	107.3
ZSP	0.10	0.40	0.94	1.19	2.38	2.85	21.86	23.41	166.6

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	1	3	6	7	8	10	35	74	109.1
RM	1	26	32	32	37	44	109	371	76.6
RD	1	3	6	5	8	12	26	45	94.7
RC	5	12	17	17	21	21	66*	86	77.3
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	0.10	0.27	0.20	0.65	0.60	5.49	15.42	251.7
RM	0.10	0.72	1.15	1.29	2.04	2.50	8.98	23.41	138.4
RD	0.10	0.10	0.31	0.21	0.80	0.82	4.38	14.31	214.9
RC	0.87	4.48	6.36	6.68	7.38	9.76	13.49*	19.11	51.8

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	28
Massa Atômica	58.693
Densidade (g/cm ³)	8.902
Raio Atômico (Å)	1.25
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo, siderófilo

Minerais típicos do elemento

nikelite (NiAs), garnierite ((Ni,Mg)₆Si₄O₁₀(OH)₈), pentlandite ((Fe,Ni)₉S₈), gersdorffite (NiAsS), pirrotite de Ni (Fe_{1-x}S, <5%Ni), kulerudite (NiSe₂), ulmanite (NiSbS), polidimite (Ni₃S₄), milerite (NiS)

Possíveis minerais hospedeiros

olivina, piroxenas, anfíbolos, micas, granadas, pirite, calcopirite

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	56	Arenitos, Quartzitos	2
Crusta continental superior	18.6	Grauvaques	24
Granitos, Granodioritos	4.5	Argilitos, Xistos	68
Gabros, Basaltos	130	Calcários	20
Rochas Ultramáficas	2000	Solos	17

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ni-Co-Fe-Cu-Au-Ag-PGE-Se-Te-As-S (depósitos de sulfuretos maciços), Ni-Co-Fe-Cu-S (filões lenticulares de sulfuretos), U-Cu-Ag-Co-Ni-As-V-Se-Au-Mo (depósitos discordantes de U), Ni-Co-Fe-Mn-Cr (depósitos lateríticos residuais), Mn-Ni-Cu-Co (nódulos de Mn do fundo marinho).

MOBILIDADE AMBIENTAL Média sob condições de oxidação, elevada em meio ácido, muito baixa em ambiente neutro a alcalino e redutor.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Sulfuretos; adsorção; pH. Fertilizantes fosfatados aumentam a disponibilidade do Ni; fertilizantes com K ou correção dos solos com cal provoca a diminuição da disponibilidade do Ni. A maioria dos compostos de Ni são relativamente solúveis a pH<6.5 mas insolúveis a pH>6.7.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas metálicas (com Fe, Zn, Mn, Co, Ti, Mo, etc.) especialmente aço inoxidável e moedas, niquelagem, baterias, coloração, catalizadores, fitas magnéticas.

Fundições de Cu-Ni e aço, indústria química, refinarias de petróleo, aterros e incineradoras de resíduos, lamas de esgotos (sewage sludge), fertilizantes, tráfego, combustão de hidrocarbonetos, meteorização, poeiras geogénicas, vulcões.

IMPACTO BIOLÓGICO Essencial para todos os organismos. Os compostos de Ni²⁺ são relativamente não tóxicos. Outros compostos são extremamente tóxicos e/ou carcinogénicos. Pode causar alergias. Carência de Ni em animais provoca retardamento no crescimento; níveis de teor elevados nos solos pode provocar clorose e/ou morte das plantas.

PROSPECCÃO O teor de Ni nos solos residuais é um bom guia de sulfuretos de Ni enterrados; o teor em sedimentos de corrente pode ser um guia útil no reconhecimento geoquímico de sulfuretos.

O Fósforo é um dos elementos maiores da crosta terrestre. As rochas máficas apresentam os níveis de teor mais elevados; pelo contrário, os arenitos e as rochas ultramáficas são rochas tipicamente pobres em P. Este elemento é um nutriente muito importante das plantas, sendo bastante provável que a biosfera exerça um forte contributo na distribuição regional deste elemento.

Os sedimentos fluviais de Portugal que apresentam teores mais elevados encontram-se predominantemente na ZCI, associados a rochas graníticas (mdn = 770 ppm) enquanto que os valores mais baixos estão preferencialmente associados às formações sedimentares detríticas (mdn = 240 ppm).

Os pegmatitos, geralmente ricos em fosfatos de manganês, e as ocorrências minerais de U (onde os fosfatos são dos minerais secundários mais importantes), associadas aos granitos calco-alcalinos da ZCI, especialmente no sector Douro-Beiras, poderão justificar os teores elevados que aqui se observam.

Devido à grande concentração de P na biosfera e à acumulação nos esgotos de origem orgânica, bem como à sua forte utilização na agricultura, é provável que uma boa parte dos teores elevados que se observam um pouco por todo o país tenham uma justificação antropogénica. Por exemplo, junto ao troço E do rio Douro português (ocupação das encostas do Douro com vinhas) bem como na zona agrícola do Oeste (Norte de Lisboa); em áreas de grande densidade populacional, como Sintra-Lisboa-Montijo ou Braga-Porto-Albergaria a Velha.

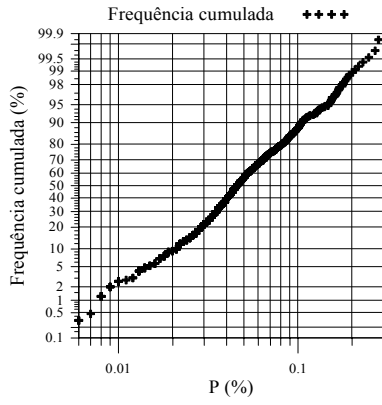
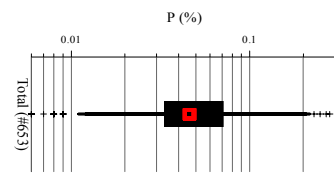
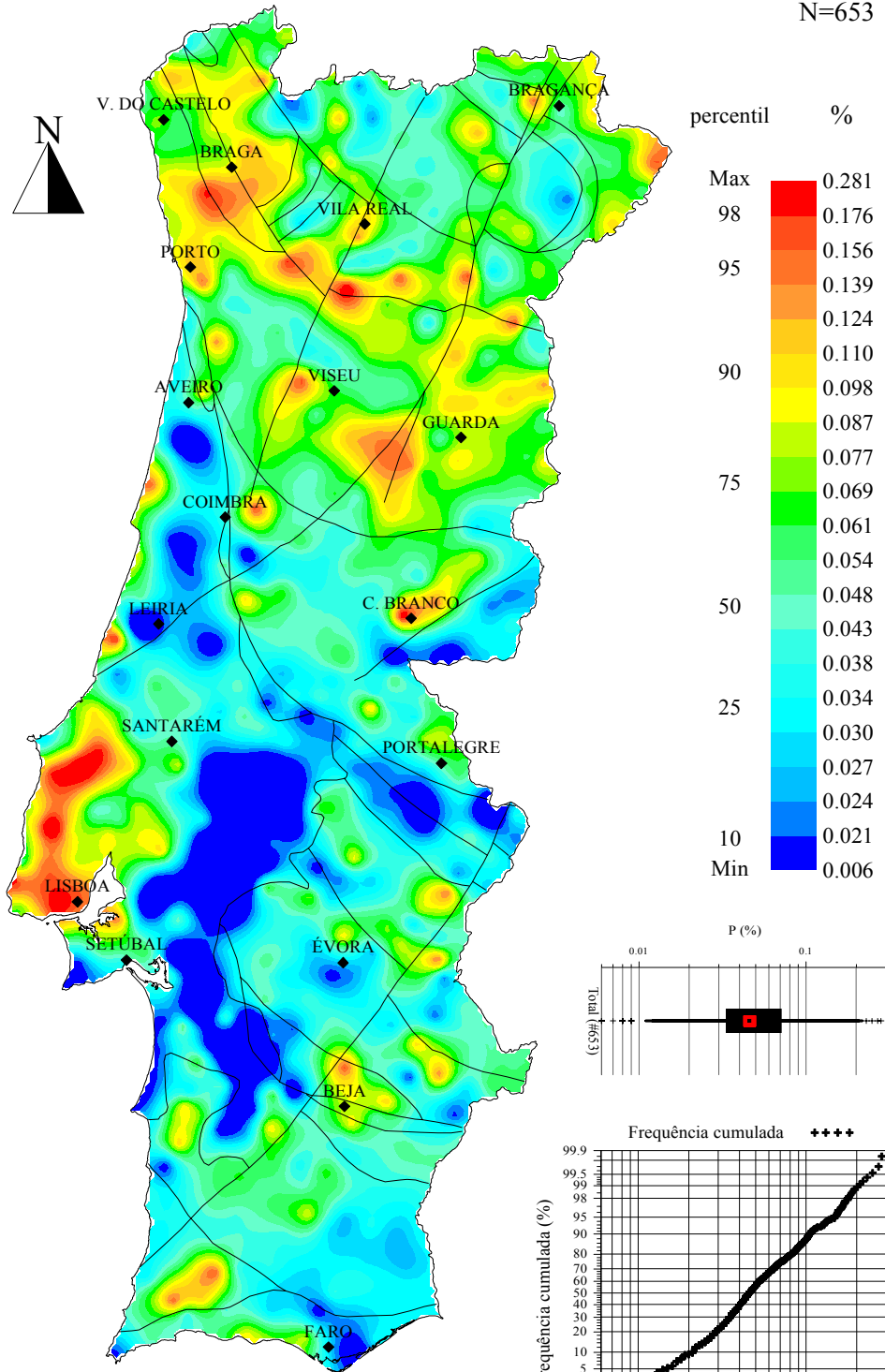
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Aqua Regia, ICP-AES; krigagem)

P

*Sedimentos
de Corrente*

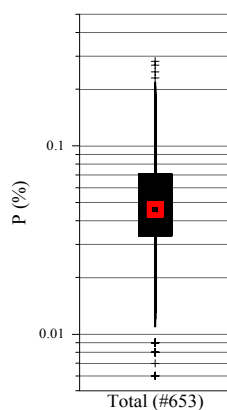
N=653



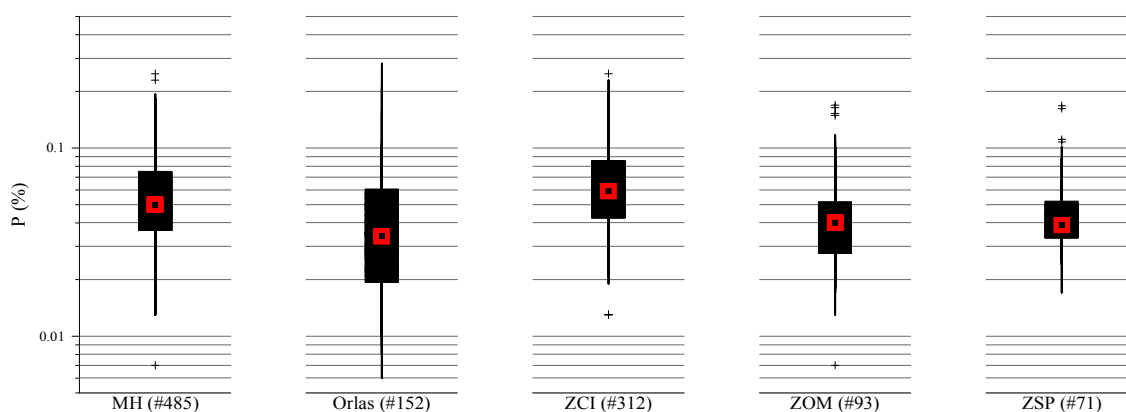
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

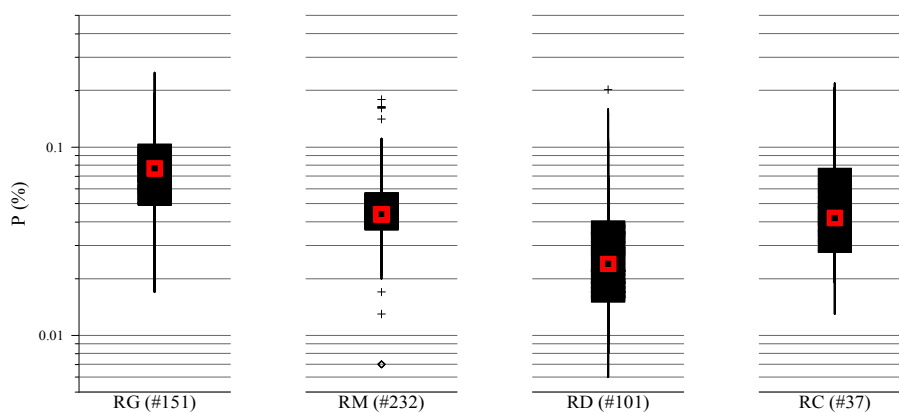
"Box-Plot" do Fósforo



"Box-Plot" dos dados de P, classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de P, classificados segundo a Litologia



MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detriticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
60	330	470	460	580	710	1760	2810	69.3

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	70	370	530	500	610	750	1680	2480	59.3
Orlas	60	180	340	340	500	600	2080	2810	101.3
ZCI	130	430	610	580	690	860	1760	2480	53.9
ZOM	70	280	400	400	470	510	1640	1690	68.0
ZSP	170	330	420	390	470	520	1620	1680	57.6

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	170	490	700	770	800	1020	1780	2480	50.6
RM	70	360	450	430	500	570	1410	1790	50.4
RD	60	150	250	240	350	410	1520	2020	95.3
RC	130	280	460	420	580	760	2080*	2180	81.2

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	15
Massa Atômica	30.974
Densidade (g/cm ³)	1.82
Raio Atômico (Å)	1.15
Prop. do óxido	ácido fraco
Grupo(s)	não-metal leve
Afinidade	biófilo, litófilo, siderófilo

Minerais típicos do elemento

apatite (Ca₅(PO₄)₃(F,OH)), xenotimo (YPO₄), fosfofilita (Zn₂(Fe,Mn)(PO₄)₂·4H₂O), turquesa (CuAl₆(PO₄)₄(OH)₈·5H₂O), vivianite (Fe₃(PO₄)₂·8H₂O), monazite ((Ce,La,Nd,Th,etc.)PO₄), outros fosfatos

Possíveis minerais hospedeiros

olivina, granadas, piroxenas, anfíbulas, micas, feldspatos

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	757	Arenitos, Quartzitos	170
Crusta continental superior	665	Grauvaques	567
Granitos, Granodioritos	600	Argilitos, Xistos	700
Gabros, Basaltos	1100	Calcários	400
Rochas Ultramáficas	220	Solos	300

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Fosfatos de muitos elementos que ocorrem na natureza. Apatite associada a terras raras e Nb (algumas rochas ígneas alcalinas); as fosforites sedimentares são frequentemente enriquecidas em U.

MOBILIDADE AMBIENTAL baixa em todo o tipo de condições. No entanto o íon fosfato é móvel.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Detergentes, fertilizantes, indústria química e militar, semi-condutores, pirotecnia, inseticidas, herbicidas, fungicidas, fósforos. Agricultura, águas residuais, poeiras geogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos. Tóxico em doses elevadas (>100 mg de P é letal para os humanos). PO₄ é um importante fertilizante. Excesso de P na água provoca a eutrofização. PH₃ e P₄ é muito tóxico para os peixes.

PROSPECCÃO É possível recorrer à técnica aereo-radiométrica na prospecção de fosforites devido à associação de U com o fosfato de Ca.

O Chumbo é um elemento traço na crosta terrestre. Os argilitos e xistos e os granitos e granodioritos são as rochas da crosta que apresentam os teores naturais mais elevados de Pb. Uma das maiores fontes antropogénicas de Pb foi a emissão deste elemento devido à combustão da gasolina com chumbo.

Os sedimentos fluviais da ZSP (mdn=26 ppm) apresenta os teores médios mais elevados e os da ZOM (mdn=13 ppm) apresentam os mais baixos. Em termos de classes litológicas, verifica-se que os teores médios das amostras referentes às RM e às RC são semelhantes e ligeiramente mais elevados que as dos RG, enquanto que as amostras originadas a partir de RD apresentam os teores médios mais baixos.

Os aspectos mais significativos da imagem do Pb relacionam-se com dois alinhamentos: 1) Braga-Porto-Albergaria a Velha com prolongamento para SE derivando depois para E ao longo do contacto entre o sector Dúrico-Beirão e o Bordo Sudoeste e 2) Lisboa-Setúbal-Grândola-S. Domingos. Estes dois alinhamentos deverão ser resultado da sobreposição de dois factores. Por um lado, factores geogénicos, que se prendem com a existência de ocorrências minerais e/ou escombrelas de explorações mineiras (Filão Metalífero das Beiras e Faixa Piritosa, respectivamente nos alinhamentos 1) e 2)), factores esses dominantes na parte mais meridional desses alinhamentos; por outro, aspectos mais antropogénicos, dominantes nas zonas densamente povoadas e industrializadas, com grande tráfego automóvel, como são o caso da Grande Lisboa e o Grande Porto.

O AcNH_4 extrai cerca de 85% do extraído com água régia, para os sedimentos colhidos sobre RC; para as restantes classes litológicas a percentagem de extracção varia em média de 7% (RM) a 15% (RD). É de destacar ainda que, no caso das amostras da ZSP, o AcNH_4 só extrai cerca de 3% do extraído pela água régia.

A imagem geoquímica do Pb (AcNH_4) reforça a ideia da predominância dos aspectos antropogénicos sobre os geogénicos nas duas grandes áreas urbanas. Os outros teores elevados que se observam no Maciço Hespérico deverão estar maioritariamente associados a escombrelas de antigas explorações mineiras, nomeadamente de Pb-(Zn), Au-Ag, Sn-W. Destaque-se, no entanto, os teores elevados que se observam na Faixa Piritosa.

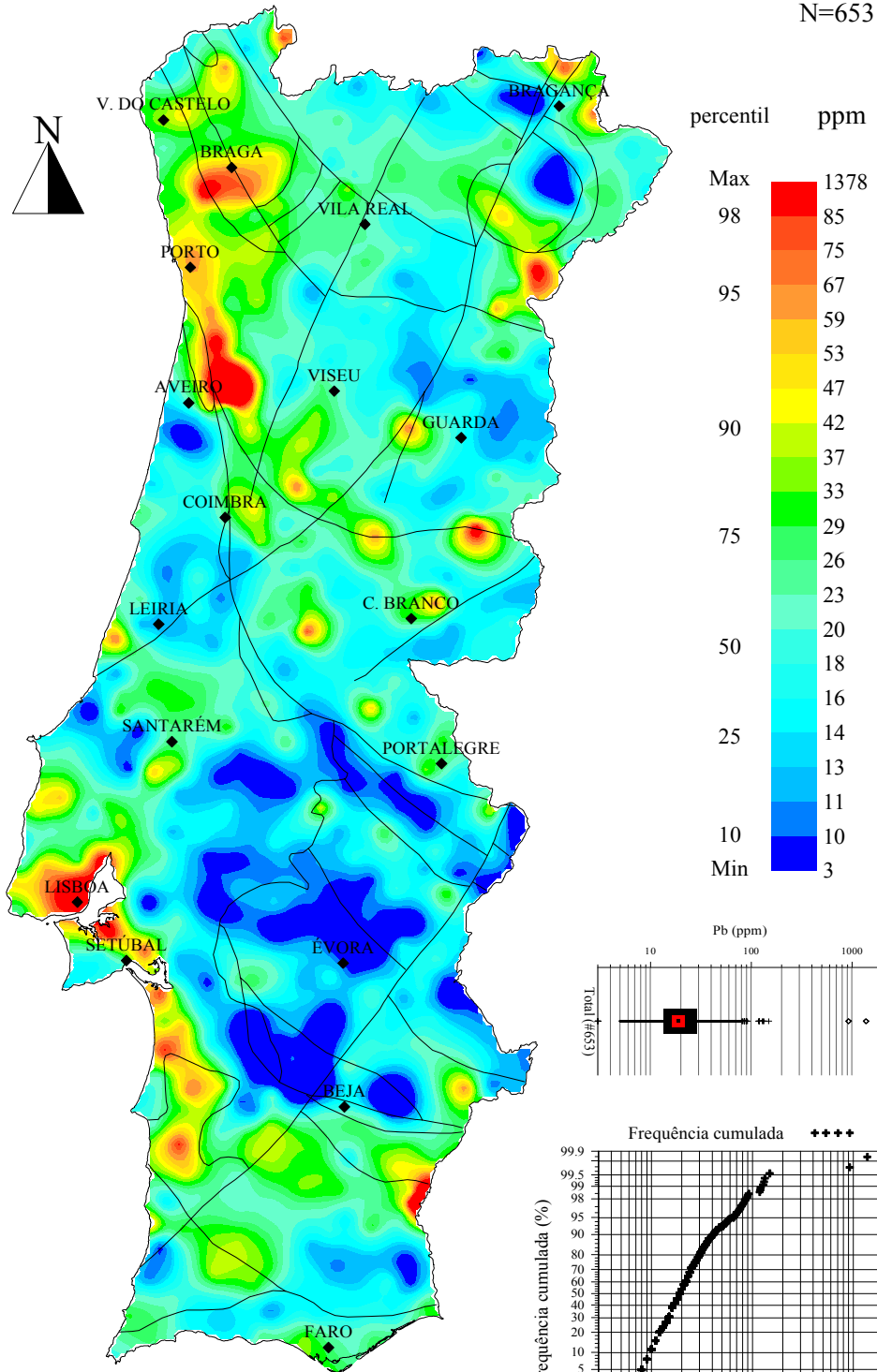
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Aqua Regia, ICP-AES; krigagem)

Pb

Sedimentos
de Corrente

N=653



— Limites Geostruturais e Falhas

100 km



GEOQUÍMICA de PORTUGAL

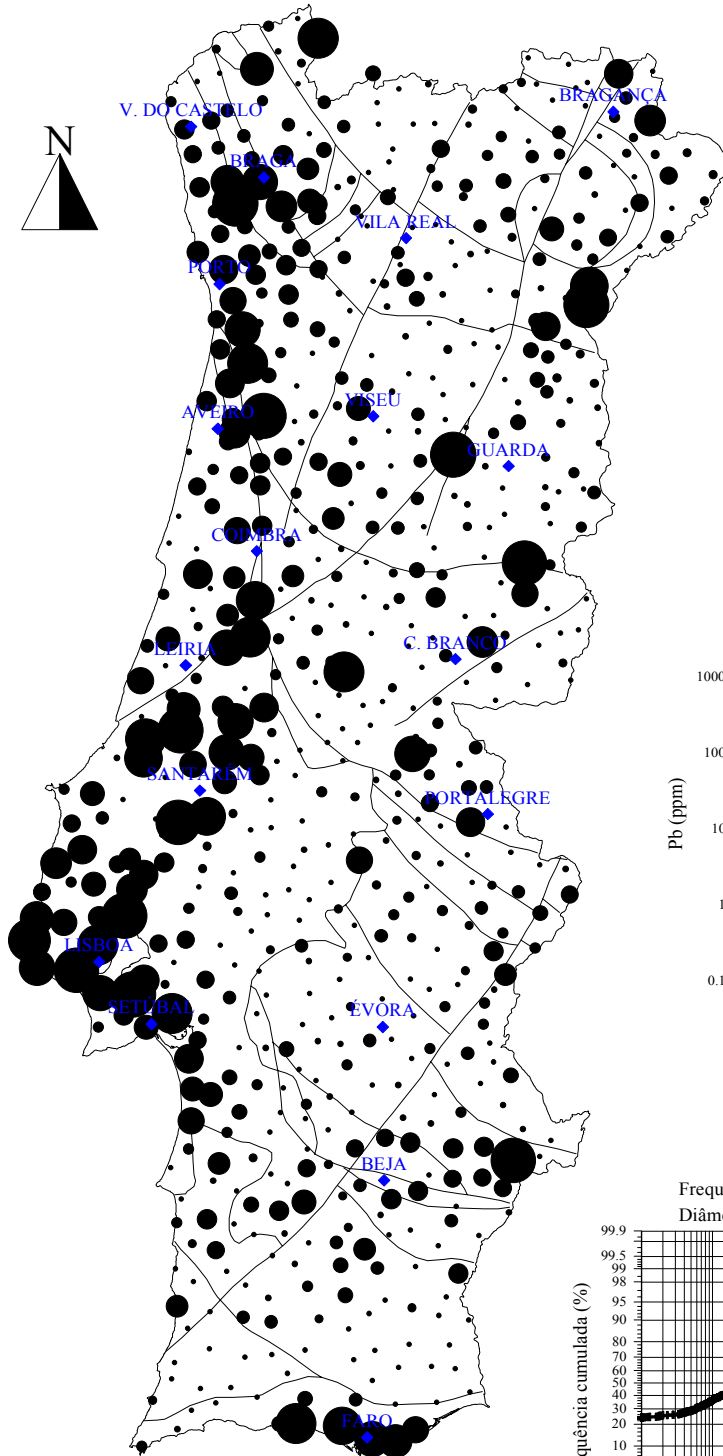
cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amónio, AAS)

Pb

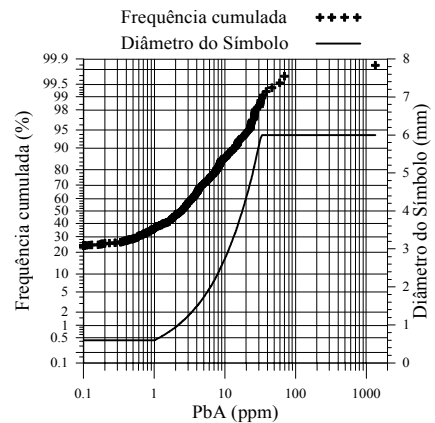
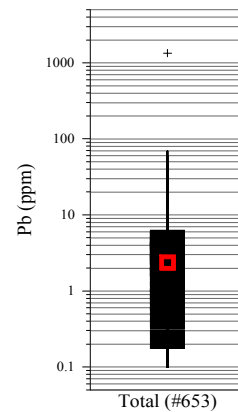
Sedimentos de Corrente

N=653



ppm (percentil)

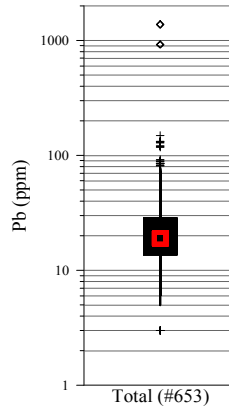
- ≥ 32.62
- 21.33 (95%)
- 13.56 (90%)
- 6.10 (75%)
- 2.37 (50%)
- < 1.00 (36%)



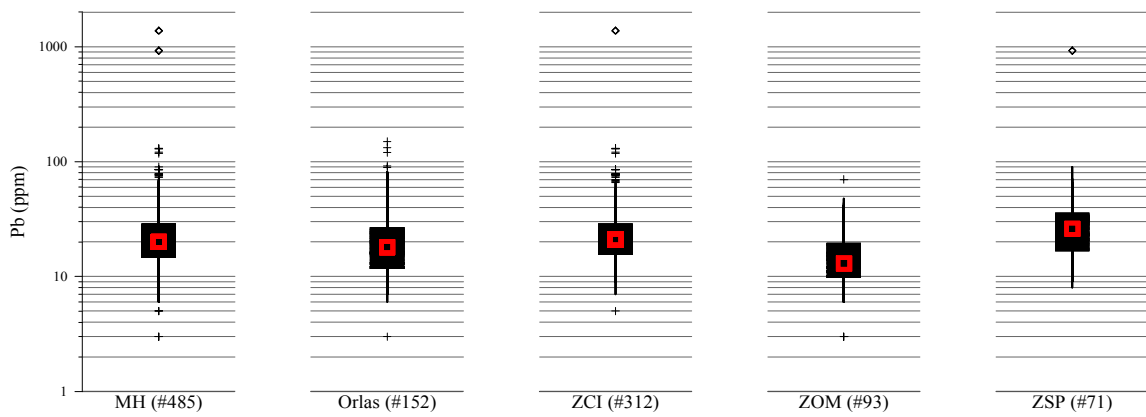
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

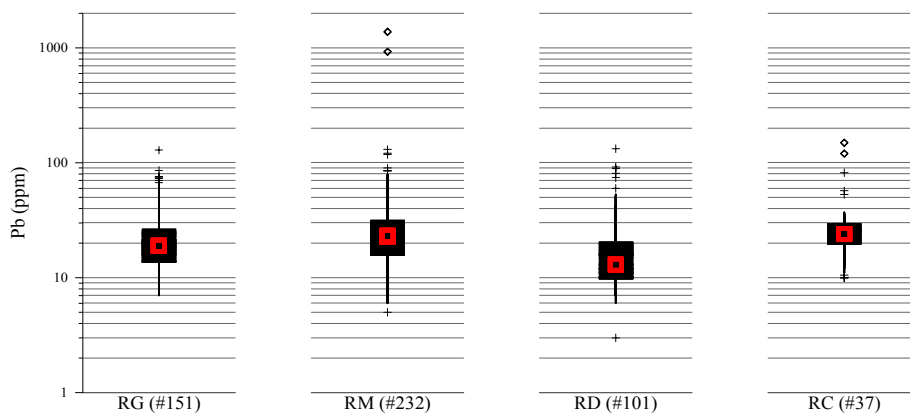
"Box-Plot" do Chumbo



"Box-Plot" dos dados de Pb, classificados segundo a Zona Geostrutural

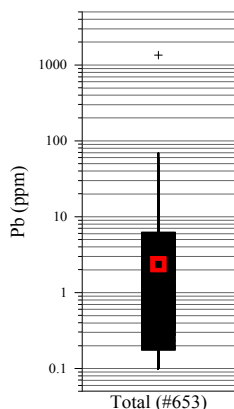


"Box-Plot" dos dados de Pb, classificados segundo a Litologia

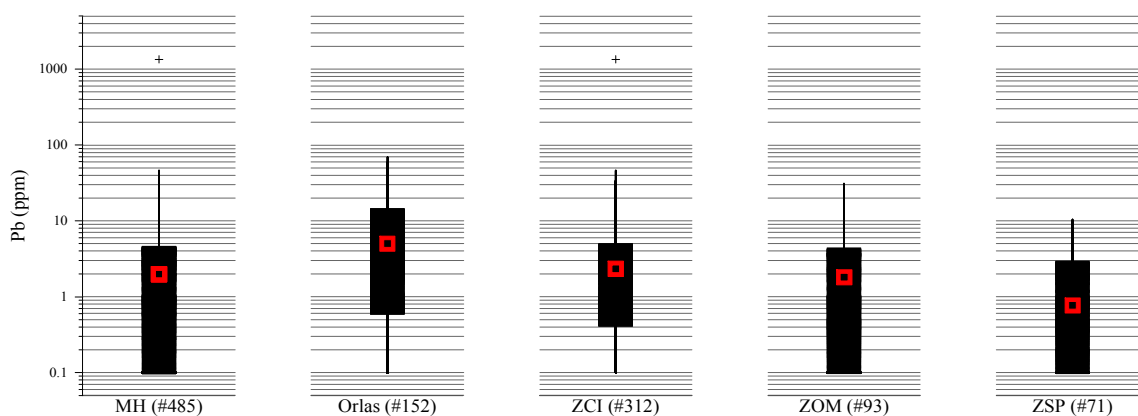


MH=Maciço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

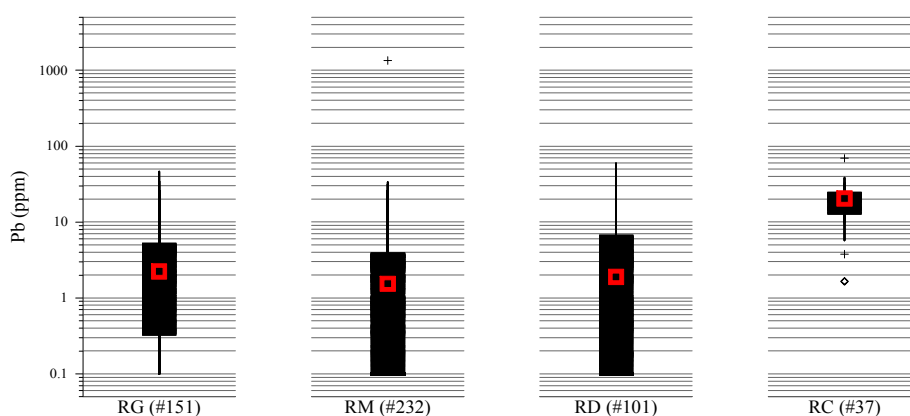
"Box-Plot" do Chumbo (Acetato de Amónio)



"Box-Plot" dos dados de Pb (AA), classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de Pb (AA), classificados segundo a Litologia



MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
	3	14	20	19	28	28	85	1378	239.8
Acetato de Amónio:									
	0.10	0.18	1.48	2.37	6.91	6.10	26.48	1344.20	766.2

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	3	15	21	20	29	28	85	1378	261.8
Orlas	3	12	19	18	24	26	92	149	92.5
ZCI	5	16	23	21	30	28	85	1378	259.9
ZOM	3	10	13	13	16	19	48	70	66.2
ZSP	8	17	26	26	40	35	90	924	265.6
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	0.10	1.25	1.98	6.43	4.46	24.37	1344.20	950.1
Orlas	0.10	0.60	2.80	5.07	8.95	14.13	32.00	69.26	121.3
ZCI	0.10	0.41	1.47	2.35	8.40	4.86	25.91	1344.20	906.5
ZOM	0.10	0.10	1.15	1.81	3.26	4.26	15.46	30.91	136.9
ZSP	0.10	0.10	0.61	0.77	1.98	2.88	10.10	10.38	136.8

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	7	14	20	19	24	26	75	129	72.6
RM	5	16	23	23	36	31	118	1378	300.9
RD	3	10	16	13	20	20	89	133	98.9
RC	10	20	26	24	32	29	120*	149	88.9
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	0.33	1.50	2.24	4.48	5.12	23.10	46.31	148.7
RM	0.10	0.10	1.04	1.59	8.83	3.83	25.75	1344.20	999.0
RD	0.10	0.10	1.13	1.89	4.50	6.52	21.17	59.77	170.5
RC	1.65	13.01	17.30	20.41	20.46	24.03	38.49*	69.26	56.6

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	82
Massa Atômica	207.2
Densidade (g/cm ³)	11.35
Raio Atômico (Å)	1.75
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

galena (PbS), anglesite (PbSO₄), cerussite (PbCO₃), minium (Pb₃O₄), piromorfite (Pb₅(PO₄)₃Cl), boulangerite (Pb₅Sb₄S₁₁), bournonite (PbCuSbS₃)

Possíveis minerais hospedeiros

feldspato-K, plagioclase, micas, zircão, magnetite

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	14.8	Arenitos, Quartzitos	10
Crusta continental superior	17	Grauvaques	14.2
Granitos, Granodioritos	18	Argilitos, Xistos	25
Gabros, Basaltos	4	Calcários	5
Rochas Ultramáficas	1	Solos	17

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ag-Zn-Cd-Cu-Pb (depósitos de chumbo), Ag-Zn-Cd-Cu-Ba-Sr-V-Cr-Mn-Fe-Ga-In-Ta-Ge-Sn-As-Sb-Bi-Se-Hg-Te-Pb (depósitos de sulfuretos), Zn-Pb-Cd (depósitos do tipo “Mississippi Valley”); com o F nos minerais primários de silicatos; com Ag em ocorrências de metais preciosos.

MOBILIDADE AMBIENTAL Baixa sob condições de oxidação, em meio ácido e neutro a alcalino, muito baixo em ambiente redutor.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Sulfatos, sulfuretos, carbonatos, adsorção por parte dos óxidos de Fe-Mn e matéria orgânica insolúvel, pH. O Pb é fortemente imobilizado na fracção húmica do solo, dando origem a um forte enriquecimento na parte mais superficial do solo.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Baterias; agente anti-detonante (gasolina com Pb); colorantes (PbCrO₄); indústria do plástico; indústria do vidro; munições; ligas especiais; revestimento de cabos; chapas, tubos e soldas; Pb₃(AsO₄) é usado na agricultura.

Tráfego (PbBr₂ e PbCl₂ são emitidos pelos automóveis que usam combustível com Pb, sendo esta a maior fonte antropogénica de Pb para o ambiente nas zonas do mundo onde este combustível ainda não foi proibido); escombrelas e fundição de Cu, Pb e Zn, fundição de aço, fábricas de baterias, lamas de esgotos (sewage sludge), combustão de carvão, incineração de resíduos, poeiras geogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO Considerado não essencial. É tóxico. As plantas podem tolerar níveis relativamente elevados de Pb; a tomada do Pb dos solos por parte das plantas aumenta a pH<5.

PROSPECCÃO O teor de Pb nos solos residuais e sedimentos de corrente é um bom guia de ocorrências ricas em Pb; é particularmente útil na prospecção de ocorrências com galena argentífera.

O Antimónio é um elemento traço menor da crosta terrestre. É raro na natureza, com um teor total nas rochas de cerca de 0.3 ppm, havendo pouca variação entre os teores nos diferentes tipos litológicos. Ainda assim os argilitos e os xistos são as rochas com níveis de teor mais elevados.

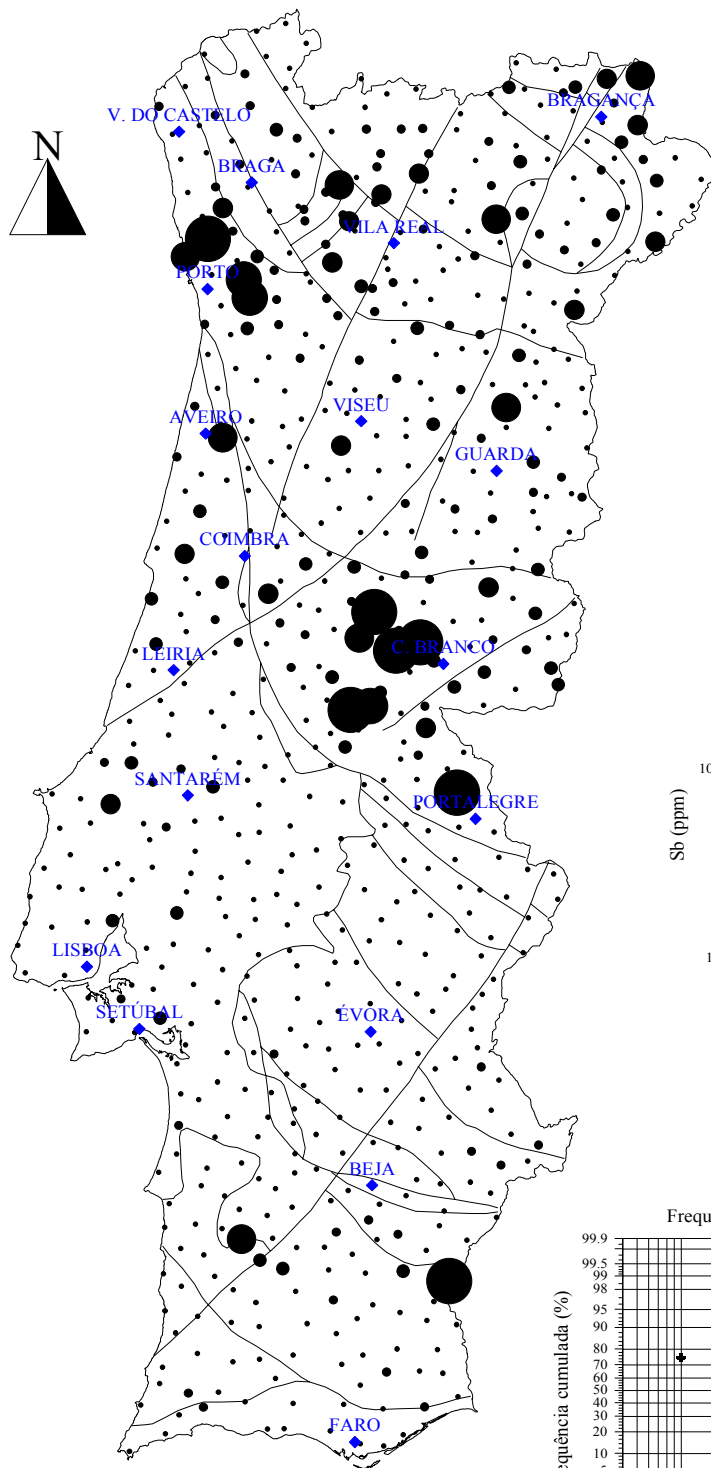
O limite de detecção é uma ordem de grandeza superior aos teores médios característicos das rochas da crosta. Não é pois de estranhar que 75% das amostras apresentem teor <LD (2 ppm). Este aspecto impossibilita a caracterização, em termos de valores de fundo (“background”), do território continental português. Ainda assim, pode observar-se, quer pelo mapa do Antimónio quer pelos respectivos gráficos de dispersão (“box-plots”), que é na parte norte de Portugal, mais concretamente na ZCI, que existe um maior número de amostras com teores acima do limite de detecção.

Alguns dos teores >LD poderão não ter outra explicação que não seja a existência de erros analíticos. Outros há no entanto, que deverão ter uma origem natural, traduzindo um enriquecimento local ligado eventualmente a ocorrências minerais. Por exemplo, os teores elevados que se verificam nas cercanias do Porto, são justificados pela existência de ocorrências minerais conhecidas de Pb-Au-Sb-Ag, ligadas ao sulco carbonífero Dúrico-Beirão; outro conjunto de valores elevados de Sb observa-se no sector Sudoeste da ZCI, onde se conhecem pequenas ocorrências minerais de Au, Sb, W, Pb-Zn, Cu, Ti. Na ZSP também se observam teores >LD espacialmente associados à Faixa Piritosa, destacando-se o teor observado junto a S. Domingos. Nas Orlas, alguns teores pouco >LD estão grosso modo espacialmente associados a ocorrências de carvão e/ou unidades industriais onde se processa a sua combustão.

GEOQUÍMICA de PORTUGAL
cartografia regional 2000
 (<80#, Aqua Regia, ICP-AES)

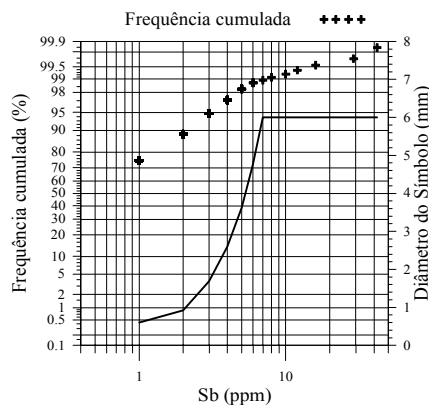
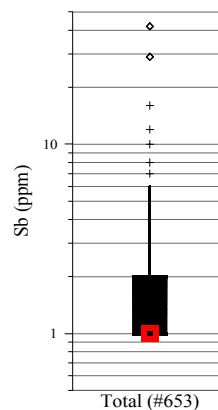
Sb
Sedimentos de Corrente

N=653



ppm (percentil)

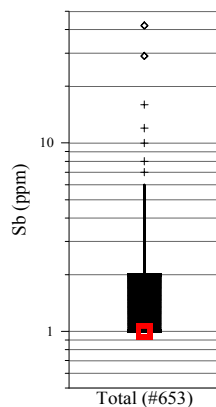
- ≥ 7
- 5 (98%)
- 4 (95%)
- 3 (90%)
- 2 (75%)
- < 2 (74%)



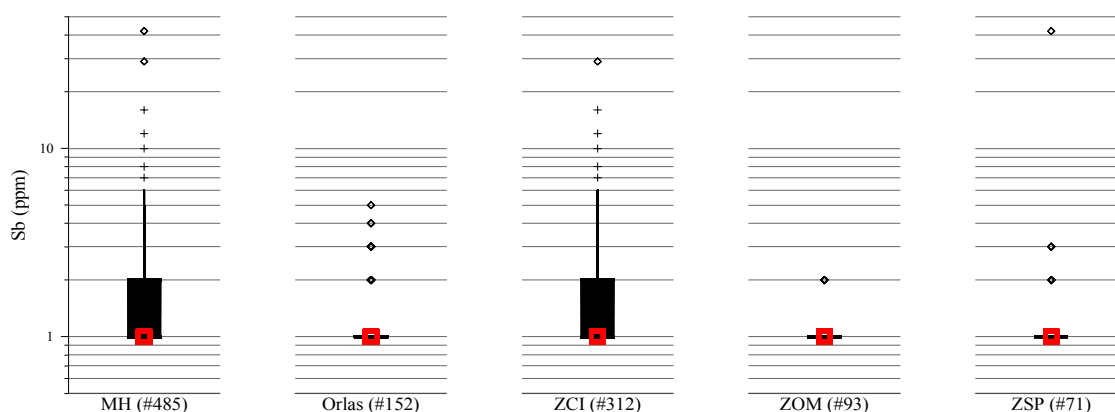
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

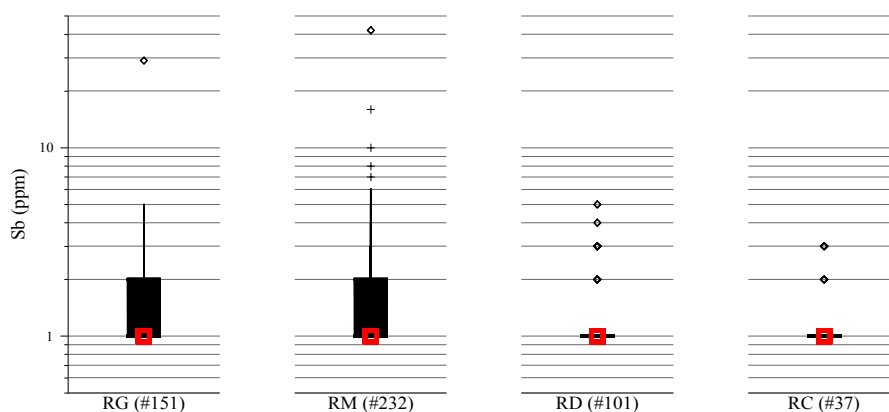
"Box-Plot" do Antimónio



"Box-Plot" dos dados de Sb, classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de Sb, classificados segundo a Litologia



MH=Maciço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
<2	<2	<2	<2	2	2	5	42	143.1

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<2	<2	<2	<2	2	2	6	42	152.8
Orlas	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	5	54.7
ZCI	<2	<2	<2	<2	2	2	6	29	117.3
ZOM	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	2	23.2
ZSP	<2	<2	<2	<2	2	<2	3	42	276.5

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<2	<2	<2	<2	2	2	4	29	146.3
RM	<2	<2	<2	<2	2	2	7	42	167.7
RD	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3	5	56.8
RC	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3*	3	51.0

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	51
Massa Atômica	121.76
Densidade (g/cm ³)	6.691
Raio Atômico (Å)	1.82
Prop. do óxido	ácido fraco
Grupo(s)	não-metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

stibina (Sb₂S₃), tetraedrite ((Cu,Fe)₁₂Sb₄S₁₃), kermesite (2Sb₂S₃·Sb₂O₃), valentinite (Sb₂O₃), cervantite (Sb₂O₄), sibiconite (Sb₃O₆(OH)), ulmanite (NiSbS)

Possíveis minerais hospedeiros

ilmenite, olivina de Mg, galena, blenda, pirite

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	0.3	Arenitos, Quartzitos	1.0
Crusta continental superior	0.31	Grauvaques	-
Granitos, Granodioritos	0.2	Argilitos, Xistos	1-2
Gabros, Basaltos	0.1	Calcários	0.3
Rochas Ultramáficas	0.1	Solos	2

ASSOCIAÇÕES NATURAIS As-Bi-Pb-Ag-Cu-Sb, particularmente enriquecido nalgumas ocorrências de Pb-Zn-Ag; Au-Ag-Hg-As-Sb (ocorrências complexas de metais preciosos).

MOBILIDADE AMBIENTAL Baixa sob condições de oxidação, em meio ácido e neutro a alcalino e muito baixa em ambiente redutor.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Sulfuretos, adsorção (óxidos de Fe-Mn).

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas, baterias, tintas, cerâmica, semi-condutores, munições, retardadores de fogo, fabrico de borracha, indústria farmacêutica, bactericidas.

Escombrelras e fundição de Cu-Pb, combustão de carvão, gás de escape automóvel, lamas de esgotos (sewage sludge).

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não-essencial. É tóxico. Em teores elevados Sb é mais tóxico que o As ou o Pb. Alguns compostos são carcinogénicos.

PROSPECCÃO O teor de Sb nos materiais superficiais é usado como elemento guia na prospecção de ocorrências com Sb, ocorrências de Au, de Ag e de polimetálicos.

O Estrôncio é um elemento traço da crosta terrestre. As rochas carbonatadas e os gabros e basaltos são os tipos de rocha com teores mais elevados de Sr. As emissões antropogénicas industriais de Sr são habitualmente pouco significativas, excepto no caso da indústria nuclear.

A imagem geoquímica do Sr nos sedimentos fluviais de Portugal é eminentemente geogénica e aproximada da imagem do Ca, o que não é de estranhar uma vez que o Sr é substituto do Ca. Os teores elevados verificam-se sobre as Rochas Carbonatadas (mdn = 64 ppm) das Orlas (em menor escala na ZOM), sobre algumas rochas básicas existentes em Portugal, nomeadamente na ZOM e junto ao sienito nefelínico de Monchique (ZSP); sobre a Faixa Piritosa (ZSP) também se observam teores relativamente elevados.

Em termos de teores médios, e no que se refere a zonas geostruturais, os sedimentos fluviais da ZCI (mdn = 12 ppm) são os mais pobres; já quanto às litologias, é sobre as Formações Sedimentares Detriticas que se verificam os teores mais baixos (mdn = 10 ppm) e sobre as RM (mdn = 15 ppm) que se observam os teores mais elevados (Rochas Carbonatadas à parte).

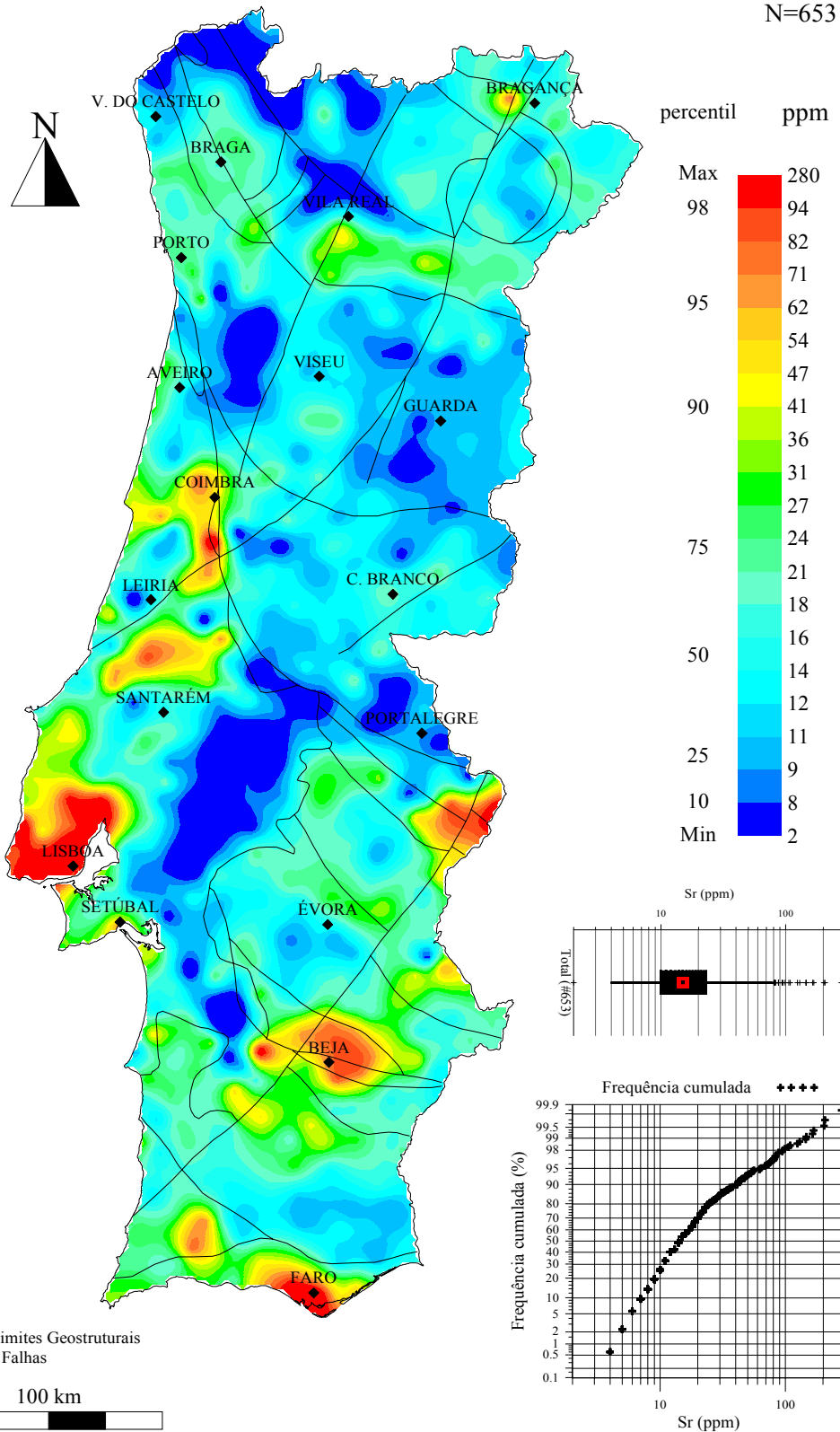
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Aqua Regia, ICP-AES; krigagem)

Sr

*Sedimentos
de Corrente*

N=653

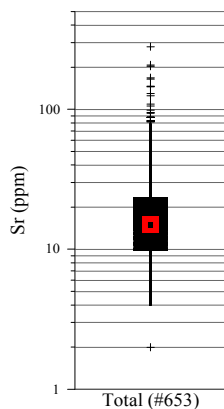


— Limites Geostruturais e Falhas

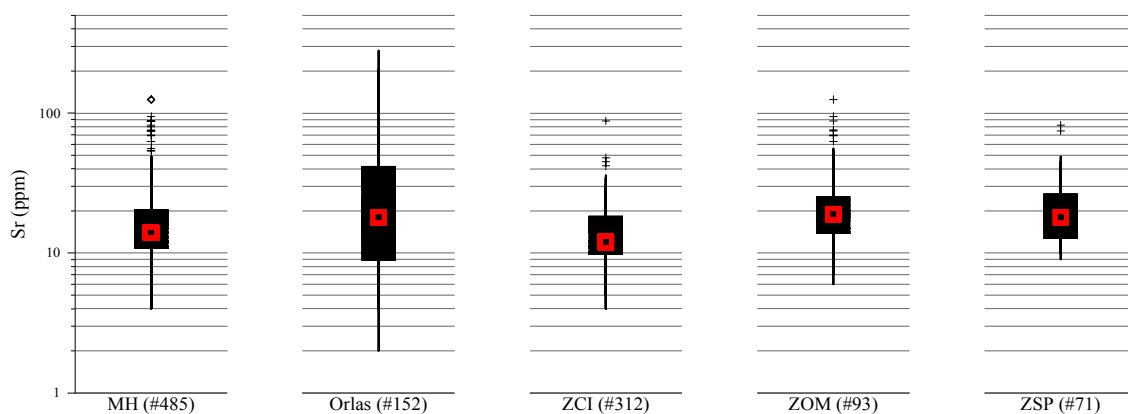
100 km



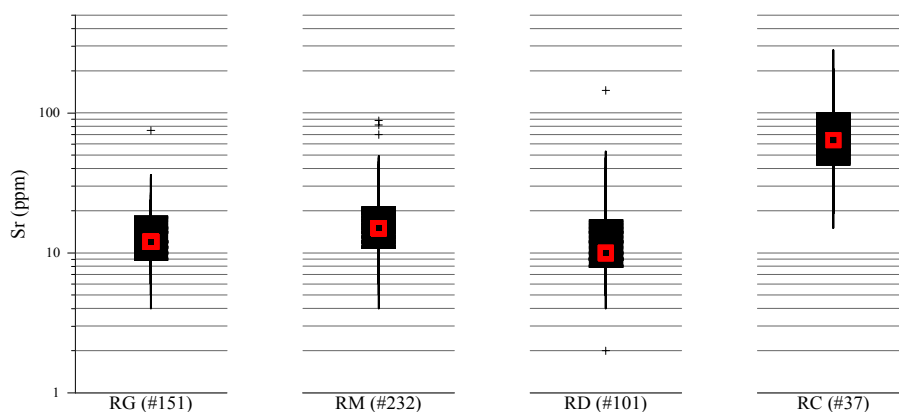
"Box-Plot" do Estrôncio



"Box-Plot" dos dados de Sr, classificados segundo a Zona Geostrutural



"Box-Plot" dos dados de Sr, classificados segundo a Litologia



MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
2	10	16	15	22	23	94	280	113.8

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Zona Geoestrutural (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	4	11	15	14	18	20	75	125	77.3
Orlas	2	9	20	18	33	41	168	280	127.6
ZCI	4	10	13	12	14	18	34	88	55.4
ZOM	6	14	20	19	26	25	95	125	82.7
ZSP	9	13	19	18	22	26	75	82	60.9

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal classificados segundo a Litologia (ppm)

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	4	9	12	12	14	18	34	75	58.7
RM	4	11	16	15	18	21	48	88	61.3
RD	2	8	12	10	15	17	48	145	107.0
RC	15	43	65	64	82	99	207*	280	72.4

* percentil 95

Min = Mínimo; p25 = percentil 25; GM = média geométrica; Mdn = Mediana; Média = média aritmética; p75 = percentil 75; p98 = percentil 98; Max = Máximo; C% = 100*(desvio padrão/Média); MH = Maciço Hespérico; Orlas = Orla Ocidental + Orla Algarvia; ZCI = Zona Centro Ibérica; ZOM = Zona de Ossa Morena; ZSP = Zona Sul Portuguesa; RG = Rochas graníticas; RM = Rochas metassedimentares; RD = Rochas sedimentares detríticas; RC = Rochas carbonatadas.

ESTRÔNCIO

Sr

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	38
Massa Atômica	87.62
Densidade (g/cm ³)	2.54
Raio Atômico (Å)	2.15
Prop. do óxido	base forte
Grupo(s)	alcalino-terroso, metal leve
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

estroncianite (SrCO₃), celestite (SrSO₄)

Possíveis minerais hospedeiros

feldspatos, micas, gesso, calcite, dolomite

Teores em vários Tipos de Rochas e em Solos (ppm)

Crusta continental	333	Arenitos, Quartzitos	20
Crusta continental superior	316	Grauvaques	201
Granitos, Granodioritos	100	Argilitos, Xistos	300
Gabros, Basaltos	465	Calcários	610
Rochas Ultramáficas	5.8	Solos	67

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Sr-Ca-Ba (substituição em minerais de Ca, enriquecido em carbonatitos).

MOBILIDADE AMBIENTAL Elevada em todo o tipo de ambientes.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas, aparelhos de televisão, materiais pirotécnicos, ímãs de ferrite, refinarias de zinco.

Meteorização, poeiras geogénicas, "spray" marinho. Sr radiogénico resultante de testes e acidentes nucleares.

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não essencial para a maioria dos organismos. ⁹⁰Sr é altamente radiotóxico.

PROSPECCÃO O teor de Sr em solos e sedimentos de corrente é um guia promissor na prospecção de carbonatitos. Nas aureolas de alteração dos "porphyry copper", o Sr é habitualmente lixiviado onde o Rb é enriquecido, tornando a razão Rb/Sr um guia útil na prospecção deste tipo de ocorrências e de alguns depósitos de metais base.