

O Tório é um elemento traço da crosta terrestre. Entre as rochas mais comuns, os granitos e granodioritos são as que apresentam níveis de teor de Th mais elevado, seguidos dos Argilitos e Xistos.

A imagem geoquímica do Th é muito semelhante à do La. Os teores mais elevados de Th surgem sobre os granitóides (mdn = 10 ppm). Sobre as restantes classes litológicas os teores médios de Th em sedimentos fluviais são semelhantes. O Th tal como acontece com outros elementos (Al, K, La), surge particularmente enriquecido na área NW de Portugal; para além desta, observa-se outra região, ainda na ZCI, com teores elevados em Th, região essa também rica em U, La e P, denunciando a “subprovíncia uranífera”.

Na ZOM a associação do Th aos granitóides mantém-se. Este padrão geoquímico prolonga-se para terrenos das Orlas, tal como acontece com o La. O mais provável é que, subjacentes às formações sedimentares se encontrem, a pouca profundidade, rochas com o mesmo tipo de características das que se encontram contiguamente na ZOM e/ou solos residuais relativamente enriquecidas em zircão ou outros minerais hospedeiros de Th e La.

Na ZSP observam-se teores elevados em Th sobre a formação do Pulo-do-Lobo, separando-a em termos geoquímicos das restantes formações da ZSP.

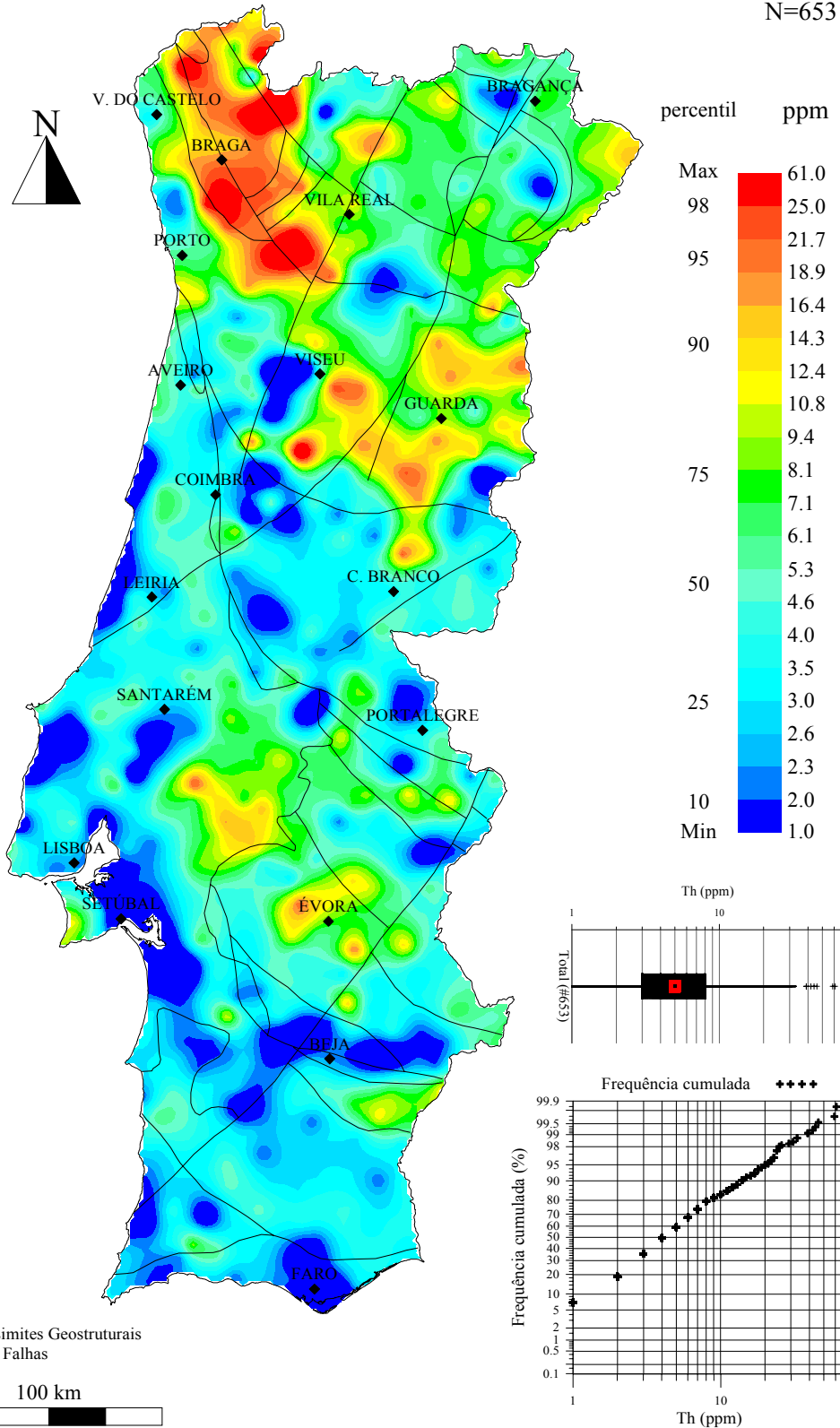
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

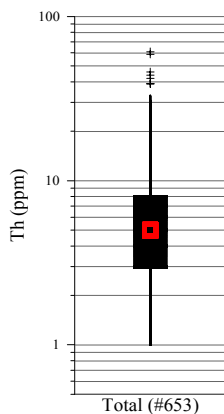
Th

*Sedimentos
de Corrente*

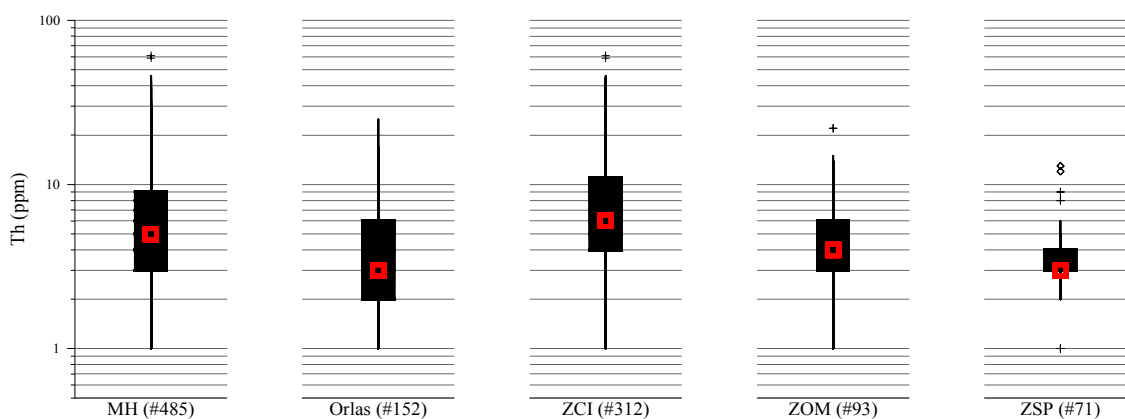
N=653



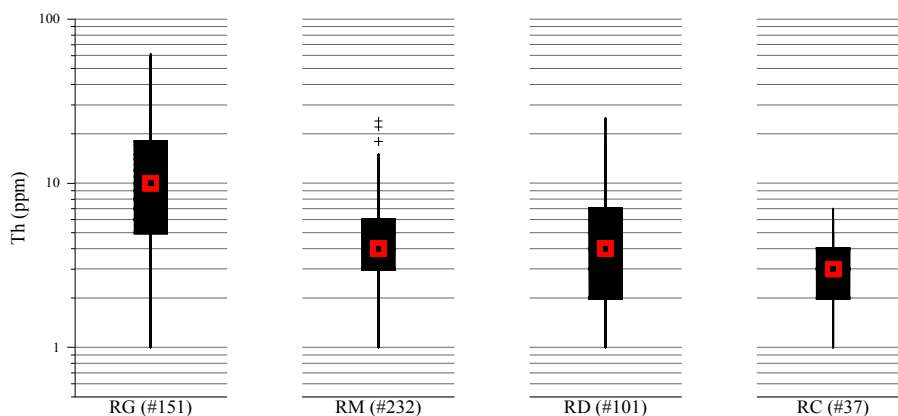
"Box-Plot" do Tório



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



"Box-Plot" dos dados de Th, 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%
<2	3	5	5	7	8	25	61	102.6

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<2	3	5	5	8	9	31	61	100.6
Orlas	<2	2	3	3	4	6	14	25	79.4
ZCI	<2	4	6	6	9	11	39	61	96.0
ZOM	<2	3	5	4	6	6	22	22	72.3
ZSP	<2	3	3	3	4	4	12	13	59.8

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<2	5	9	10	13	18	44	61	83.2
RM	<2	3	4	4	5	6	15	24	66.8
RD	<2	2	4	4	5	7	16	25	79.4
RC	<2	2	3	3	3	4	6*	7	49.5

* 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	90
Massa Atômica	232.038
Densidade (g/cm ³)	11.72
Raio Atômico (Å)	1.80
Prop. do óxido	base fraca
Grupo(s)	actinídeo, metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

torite (ThSiO₄), monazite ((Ce,La,Nd,Th,etc.)PO₄), torianite (ThO₂)

Possíveis minerais hospedeiros

zircão, esfena, epidoto, alanita, xenotino, uraninite

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

Crusta continental	8.5	Arenitos, Quartzitos	5.5
Crusta continental superior	10.3	Grauvaques	9
Granitos, Granodioritos	20	Argilitos, Xistos	12
Gabros, Basaltos	2.7	Calcários	1.7
Rochas Ultramáficas	0.004	Solos	13

ASSOCIAÇÕES NATURAIS K - Th - U (associação geral), REE (Rare Earth Elements) - Li - Rb - Cs - Be - Nb - Ta - Zr - B - Th - U - F (pegmatitos), REE - Th - P - Zr - Fe - Cu (filões de monazite), REE - Th - Ba - Sr - P - F - N - C (carbonatitos), REE - U - Th - P - F (fosforites), REE - Au - Ti - Sn - Sr - Th ("placers").

MOBILIDADE AMBIENTAL Muito baixa em todo o tipo de ambientes.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Mecânica, adsorção menor (argilas e hidróxidos de Al).

USOS / FONTES AMBIENTAIS Indústria nuclear, materiais refractários, juntas de ignição de lâmpadas com gás, envólucro de fios de W, cobertura de lentes ópticas, ligas de Mg-Ni.
Fertilizantes de P, exploração e tratamento de U, combustão de carvão, poeiras geogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não essencial. Quimitóxico e radiotóxico. Carcinogénico.

PROSPECCÃO Um valor baixo para a razão Th/U nos kimberlitos foi indicada como favorável para a ocorrência de diamantes. He foi sugerido como guia para a prospecção de depósitos de Th.

O Titânio é um elemento maior da crosta terrestre. É considerado dos elementos com carácter geogénico mais marcado. Entre as rochas mais comuns, os gabros e os basaltos são as que apresentam níveis de teor em Ti mais elevado, seguidos dos Argilitos e Xistos.

A imagem geoquímica do Ti é marcada pela clareza com que separa os Sectores de Trás-os-Montes (ZCI), Douro-Beiras (ZCI) e ZOM (todas com teores elevados), do restante país; repare-se que é naquelas áreas que se concentra a quase totalidade das rochas graníticas existentes em Portugal, as quais apresentam teores elevados (mdn = 700 ppm). Os teores médios verificados sobre os outros tipos de litologias são muito mais baixos (as medianas não ultrapassam 200 ppm).

O Ti tal como acontece com outros elementos (Al, K, La, Th), surge particularmente enriquecido na área NW de Portugal.

O Ti, tal como o Al, substitui o Silício nos tetraedros de SiO_4 , logo, tende a haver algum acompanhamento do Al pelo Ti, por exemplo, no desenvolvimento dos perfis de alteração, nos paleossolos, etc.

Na ZOM a associação do Ti aos granitóides mantém-se, observando-se teores mais baixos sobre as rochas metamórficas que se encontram numa faixa que vai desde Barrancos até perto de Alter do Chão.

Os teores elevados de Ti que se observam junto a Lisboa deverão ser o reflexo dos terrenos basálticos subjacentes.

Na ZSP observam-se teores relativamente elevados em Ti junto ao sienito nefelínico de Monchique; outros que se observam devem ser resultado de associação do Ti ao Fe, Mn, possível por exemplo nos sulfuretos.

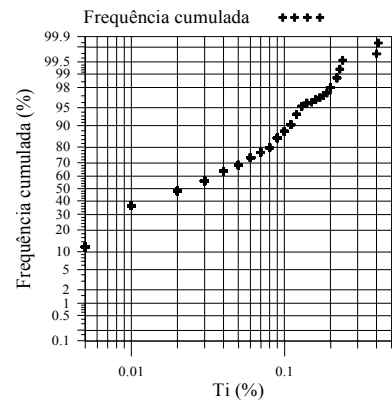
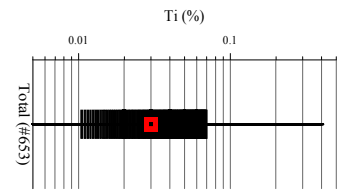
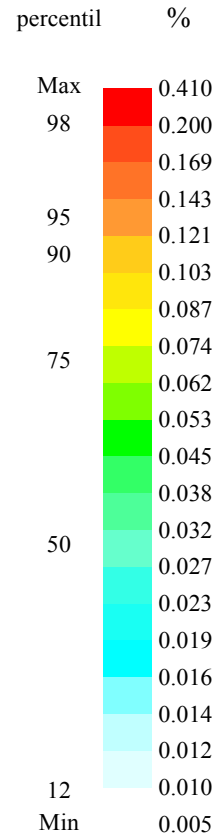
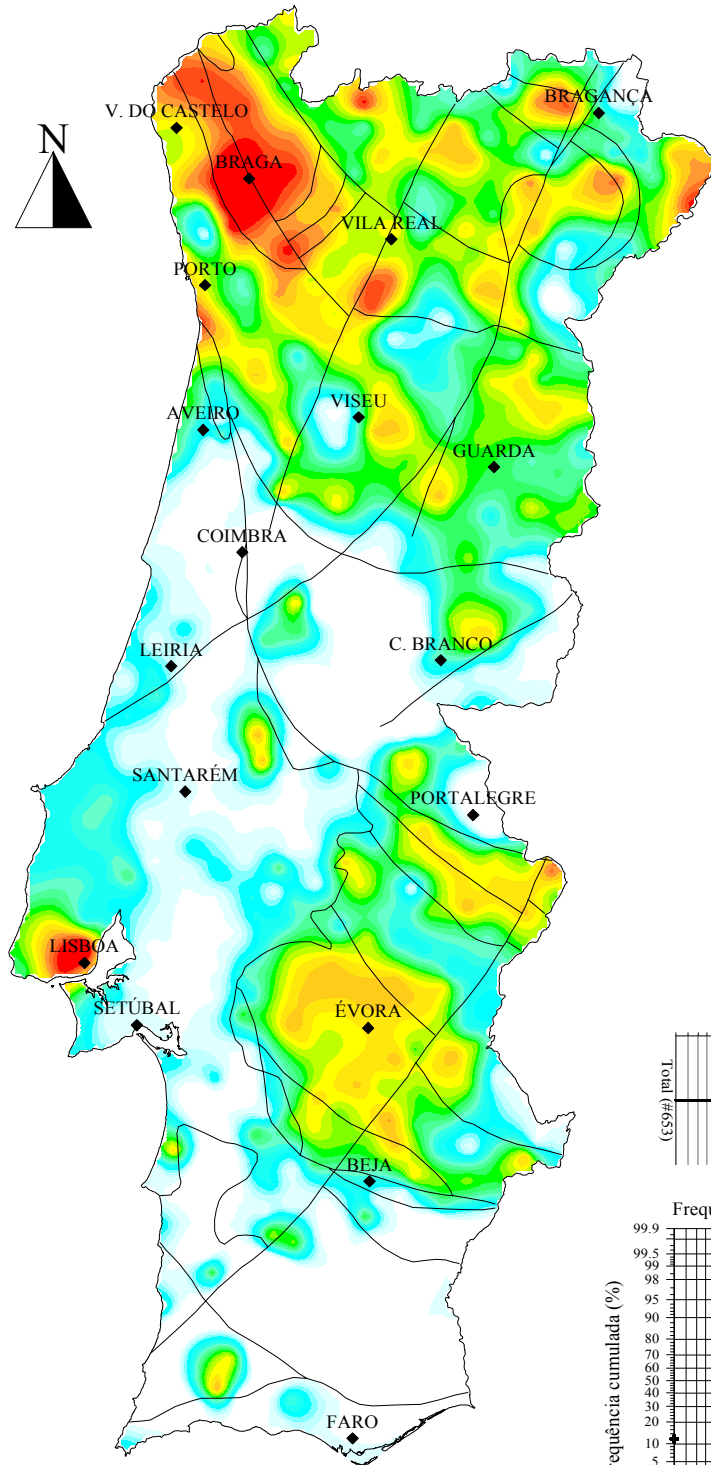
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Ti

Sedimentos
de Corrente

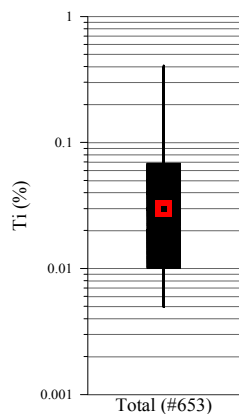
N=653



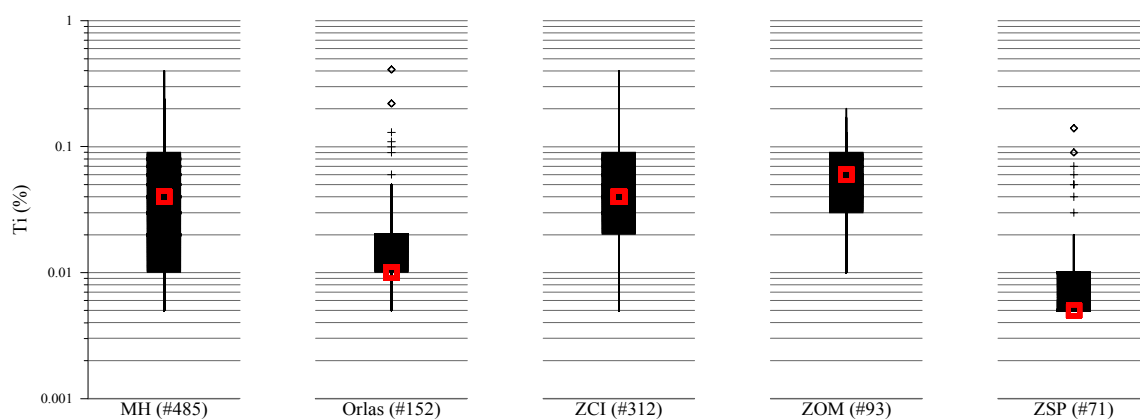
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

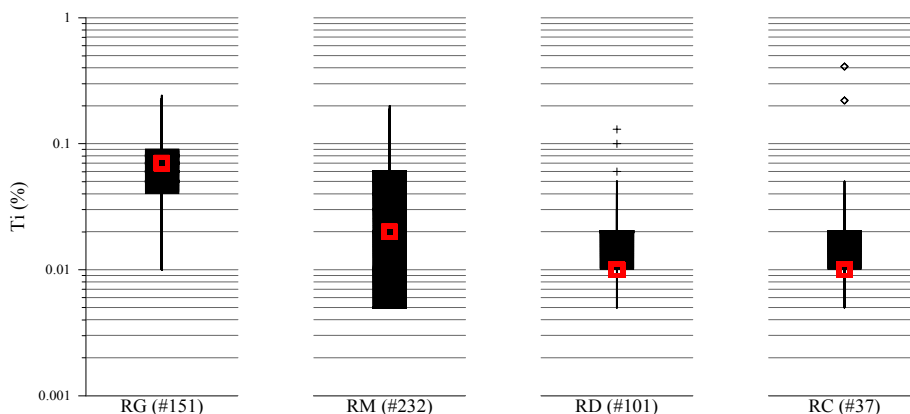
"Box-Plot" do Titânio



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



"Box-Plot" dos dados de Ti, 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%
<100	100	270	300	470	700	2000	4100	109.3

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	330	400	550	900	2200	4000	94.3
Orlas	<100	100	160	100	230	200	1100	4100	174.2
ZCI	<100	200	390	400	620	900	2200	4000	90.7
ZOM	100	300	540	600	670	900	1700	2000	58.6
ZSP	<100	<100	< 100	< 100	140	100	900	1400	161.8

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	100	400	600	700	760	900	2300	2400	68.2
RM	<100	<100	200	200	390	600	1700	2000	113.3
RD	<100	100	140	100	180	200	600	1300	97.0
RC	<100	100	160	100	320	200	2200*	4100	227.2

* 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.

TITÂNIO

Ti

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	22
Massa Atômica	47.867
Densidade (g/cm ³)	4.54
Raio Atômico (Å)	1.45
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

ilmenite (FeTiO₃), rútilo/anatase/brookite (TiO₂), titanite (CaTiSiO₅), perovskite (CaTiO₂)

Possíveis minerais hospedeiros

piroxenas, anfíbulas, micas, granadas, filossilicatos do grupo dos minerais argilosos

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

Crusta continental	4010	Arenitos, Quartzitos	1500
Crusta continental superior	3117	Grauvaques	4316
Granitos, Granodioritos	3000	Argilitos, Xistos	6000
Gabros, Basaltos	10000	Calcários	400
Rochas Ultramáficas	3000	Solos	-

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Fe-Mg-Mn-V-Ti-Sc-S (muitos silicatos, sulfuretos), REE-Au-Ti-Sn-Sr-Th (“placers”), Nb-Ta-Sn-W-Li-Be-Ti-Rb-Cs-U-Th-B-Zr-Hf-P-F-REE (granitos e pegmatitos sieníticos), Nb-Ta-Na-K-Ba-Sr-Ti-Zr-U-Th-Cu-Zn-P-S-F-REE (carbonatitos), Nb-Ta-Ti-Ga-Be-Al (bauxite desenvolvida a partir de rochas alcalinas).

MOBILIDADE AMBIENTAL Muito baixa em todo o tipo de ambientes.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Mecânica.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Colorantes, ligas, indústria aeronáutica, tubagens, catalizadores na produção de polietilenos, pasta de dentes, aditivos nutricionais.

As poeiras geogénicas são a maior fonte de Ti no ambiente.

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não essencial. É não-tóxico.

PROSPECÇÃO o principal minério de Ti é a ilmenite.

O Tálío é um elemento traço da crosta terrestre, com teores médios que não ultrapassam 0.75 ppm. Entre as rochas mais comuns, os granitos e grandioritos, argilitos e xistos apresentam os teores mais elevados.

O limite de detecção (5 ppm) usado na análise do Tálío é excessivamente elevado; a avaliar pelos teores médios nas rochas mais comuns, bem como o tipo de elementos aos quais o Tl habitualmente se associa, um LD cerca de 50 vezes mais baixo, talvez já permitisse a obtenção de uma imagem geoquímica aceitável de Portugal.

Das 653 amostras analisadas, 645 apresentam teores inferiores ao limite de detecção. Os teores das restantes oito amostras variam entre 5 e 10 ppm. O seu significado analítico é discutível. Ainda assim, a amostra que apresenta o teor mais elevado encontra-se localizada junto a Sines, onde existe uma refinaria de petróleo, que poderá justificar o teor; a antiga mina de S. Domingos também pode justificar o teor >LD que aí se observa. Já os restantes teores de Tl >LD que se observam são mais difíceis de explicar.

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

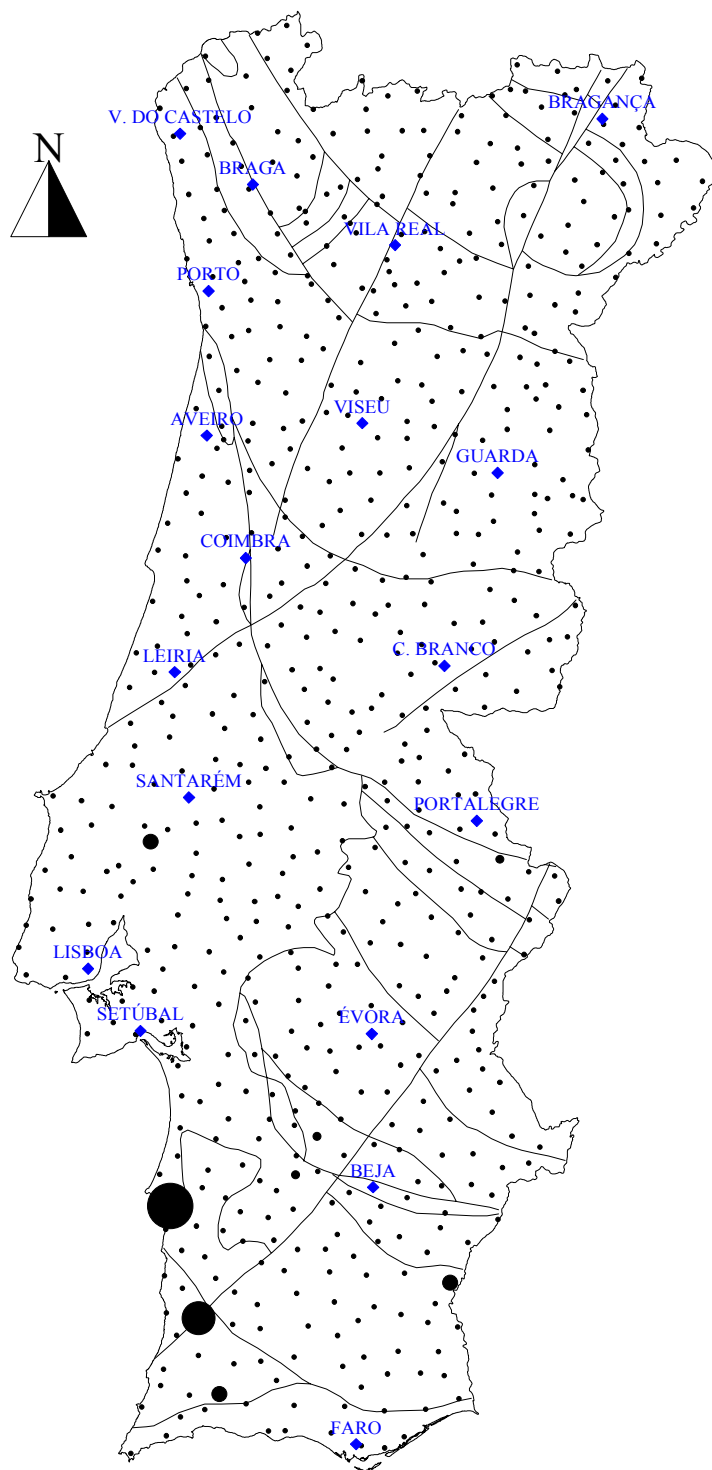
Tl
Sedimentos de Corrente

N=653

ppm (percentil)

- ≥ 9
- 5 (99%)
- < 5 (98%)

TÁLIO em SEDIMENTOS de CORRENTE



— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	81
Massa Atômica	204.383
Densidade (g/cm ³)	11.85
Raio Atômico (Å)	1.70
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

crokesite (Cu₇TlSe₄), lorandite (TlAsS₂), hutchinsonite ((Tl,Pb)₂As₅S₉), Talcusite (Cu₃FeTl₂S₄)

Possíveis minerais hospedeiros

minerais de K (micas, feldspatos, etc.), muitos sulfuretos

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

Crusta continental	0.52	Arenitos, Quartzitos	0.4
Crusta continental superior	0.75	Grauvaques	-
Granitos, Granodioritos	1.1	Argilitos, Xistos	1
Gabros, Basaltos	0.18	Calcários	0.05
Rochas Ultramáficas	0.05	Solos	-

ASSOCIAÇÕES NATURAIS K-Rb-Tl (filossilicatos), Tl-Fe-Zn-Cu-Pb-Ag-As-Se (depósitos de sulfuretos).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS ligas (Pb, Sb, Sn), termômetros de baixa temperatura, eletrônica, vidro especiais (com As e Se), raticida.

Refinarias de petróleo, fundições de sulfuretos de Pb, Zn e Cu, incineração de resíduos, combustão de carvão, cimenteiras (proveniência de FeS₂ e/ou minerais de argila).

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não essencial. É altamente tóxico. Tl₂SO₄ é usado como veneno para ratos, sendo também letal para os humanos (> 1 g). Tl tem tendência para se acumular na vida aquática.

PROSPECCÃO É geralmente obtido como sub-produto da fundição de zinco e chumbo.

O Urânio é um elemento traço menor da crosta terrestre. Apresenta um teor total nas rochas de cerca de 2.5 ppm, sendo de entre as rochas mais comuns os granitos e granodioritos e os argilitos e xistos os que apresentam os níveis de teor mais elevados.

Cerca de 92% das amostras apresentam teores de U abaixo do LD. Este valor elevado do limite de detecção (LD = 5 ppm) impossibilita a caracterização, em termos de valores de fundo (“background”), do território continental português.

Ainda assim, pode observar-se no mapa do U que é na Zona Centro Ibérica onde se observam todas as amostras com teores acima do limite de detecção; pelos diagramas “box-plots” pode ainda verificar-se que é claramente sobre as rochas graníticas que esses teores se observam.

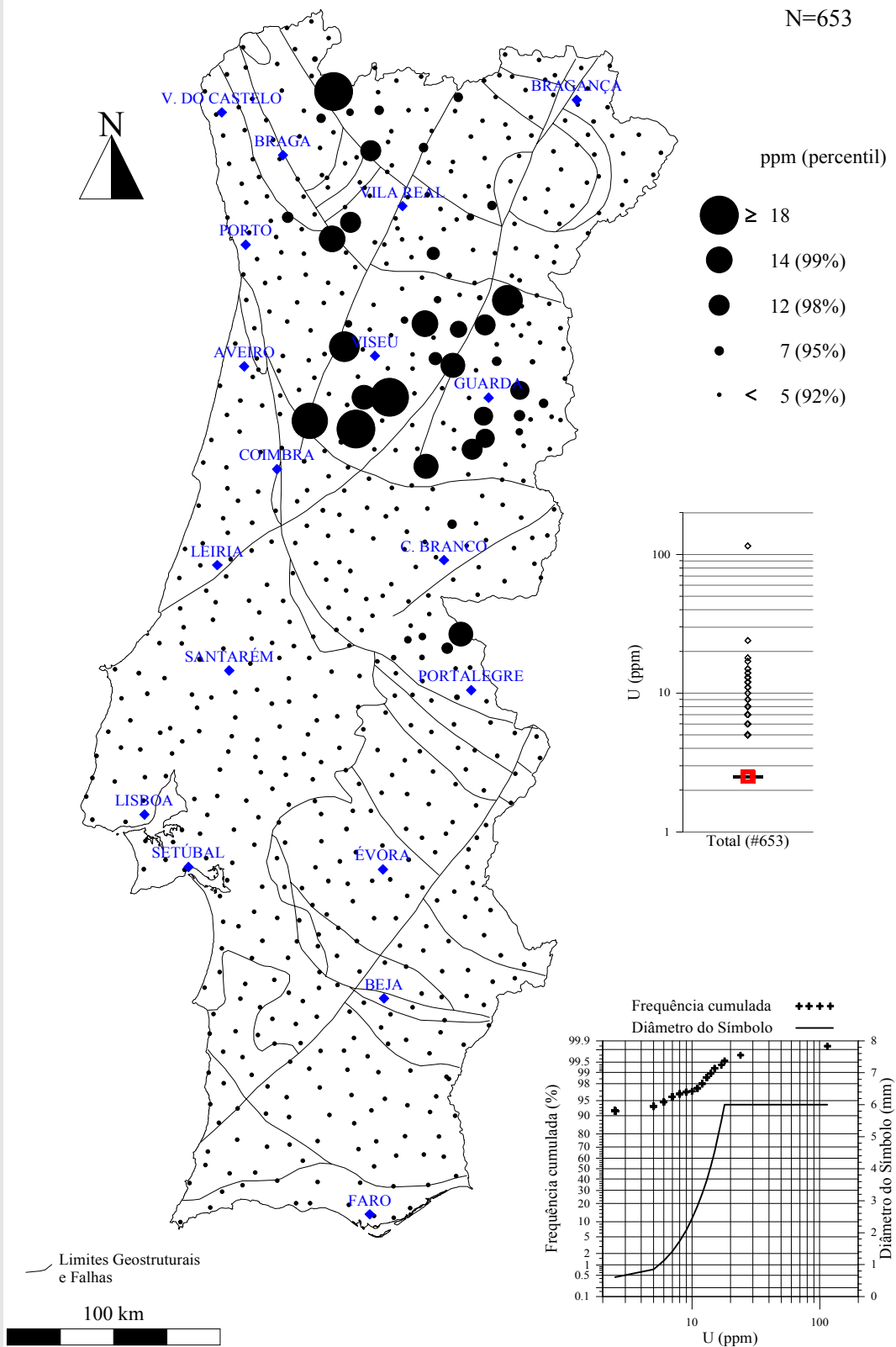
Na ZCI existem ocorrências minerais de urânio geneticamente associadas aos granitos calco-alcalinos pós-tectónicos, encontrando-se no interior ou na auréola termometamórfica daqueles granitóides, formando uma grande “subprovíncia uranífera”, onde se destacam as ocorrências minerais da Urgeiriça e de Nisa. A ‘mancha’ formada pelas amostras com teor >LD coincide, grosso modo, com essa subprovíncia, mas estendendo-a mais para norte, até ao Gerês.

GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

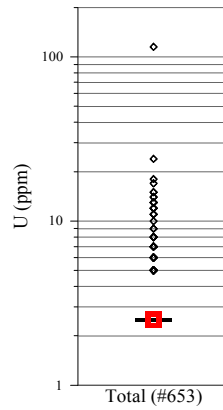
(<80#, Aqua Regia, ICP-AES)

U
*Sedimentos
de Corrente*

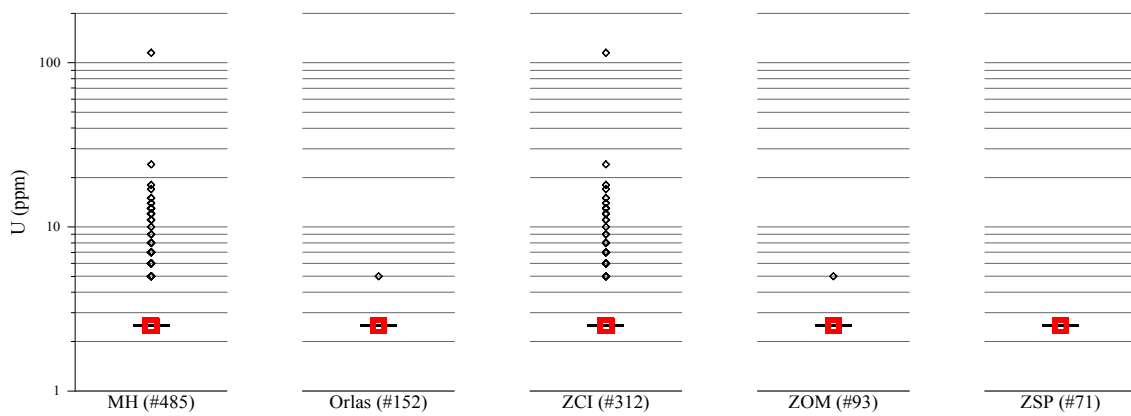
N=653



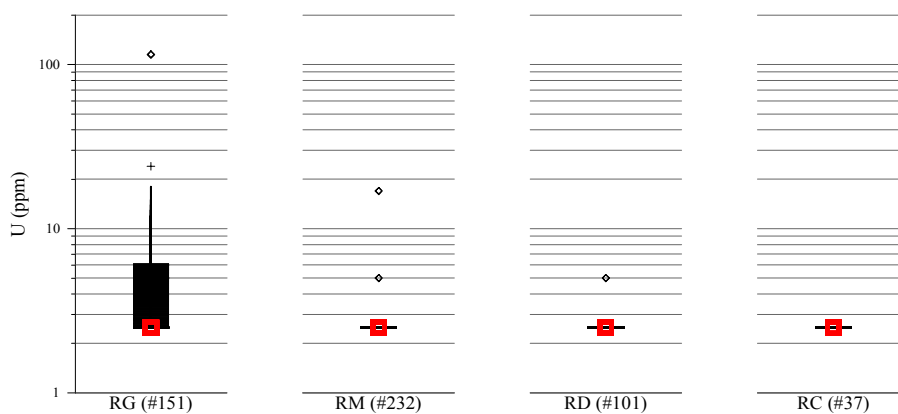
"Box-Plot" do Urânio



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



"Box-Plot" dos dados de U, 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%
<5	<5	<5	<5	<5	<5	12	115	152.7

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<5	<5	<5	<5	<5	<5	13	115	164.5
Orlas	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	8.1
ZCI	<5	<5	<5	<5	<5	<5	14	115	177.6
ZOM	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	10.3
ZSP	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<5	<5	<5	<5	5	6	15	115	185.7
RM	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	17	37.5
RD	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5	9.9
RC	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5*	<5	-

* 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	92
Massa Atômica	238.029
Densidade (g/cm ³)	18.95
Raio Atômico (Å)	1.54
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	actínido, metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

uraninite (UO₂), autunite (Ca(UO₂)₂(PO₄)₂.10H₂O), carnotite (K₂(UO₂)₂(VO₄)₂.3H₂O), samarskite ((Y,Ce,U,Fe)₃(Nb,Ta,Ti)₅O₁₆), torbernite (Cu(UO₂)₂(PO₄)₂.8-12H₂O), betafite ((Ca,U)₂(Ti,Nb,Ta)₂O₆(OH)), branerite ((U,Ca,Ce)(Ti,Fe)₂O₆),

Possíveis minerais hospedeiros

zircão, apatite, alanite, monazite, minerais de Nb-Ta

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

Crusta continental	1.7	Arenitos, Quartzitos	1.7
Crusta continental superior	2.5	Grauvaques	2
Granitos, Granodioritos	3.9	Argilitos, Xistos	3.7
Gabros, Basaltos	0.53	Calcários	2.2
Rochas Ultramáficas	0.03	Solos	1

ASSOCIAÇÕES NATURAIS U-Mo-Se-V-Cu-C (depósitos de U do tipo “sandstone” ou “roll-front”), U-Cu-Ag-Co-V-Ni-As-Au-Mo-Se-Bi (depósitos de U do tipo filão), U-Cu-Ag-Co-Ni-As-V-Se-Mo-Au (depósitos de U do tipo filão discordante), U-Th-Ti-Au-Zr-REE (depósitos de U tipo “placers”).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Redução, adsorção, precipitados de alguns iões (ex.: vanadatos).

USOS / FONTES AMBIENTAIS Indústria nuclear, armas nucleares, vidros, balastro de navios, contrapeso de aeroplanos.

Exploração e trituração de U, fertilizantes fosfatados, combustão de carvão.

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não-essencial. É quimicotóxico e radiotóxico. Carcinogénico.

PROSPECCÃO O U em sedimentos de corrente é um poderoso guia de mineralizações, especialmente aqueles sedimentos que contêm alguma matéria orgânica. O teor de U em solos e em plantas já foi usado com sucesso como guia. Na prospecção de fosforites com U pode ser usado este elemento.

O Vanádio é um elemento traço da crosta terrestre. As rochas ígneas máficas são as que apresentam teores mais elevados, seguidas pelos argilitos e xistos; já os arenitos e calcários geralmente apresentam baixos teores.

O V nos sedimentos de corrente de Portugal caracteriza-se por apresentar uma variabilidade (C% = 68.4) geoquímica relativamente baixa. Os teores sobre a ZOM (mdn = 49 ppm) sobressaem por serem elevados, observando-se aqui um ligeiro aumento geral de norte para sul, explicado pelo aumento no mesmo sentido do carácter básico das rochas ígneas.

Outros teores elevados espacialmente associados a rochas básicas encontram-se no NE transmontano, junto ao sienito nefelínico de Monchique e em Lisboa (basaltos). Neste último caso não é de excluir a possibilidade de haver também alguma contribuição antropogénica.

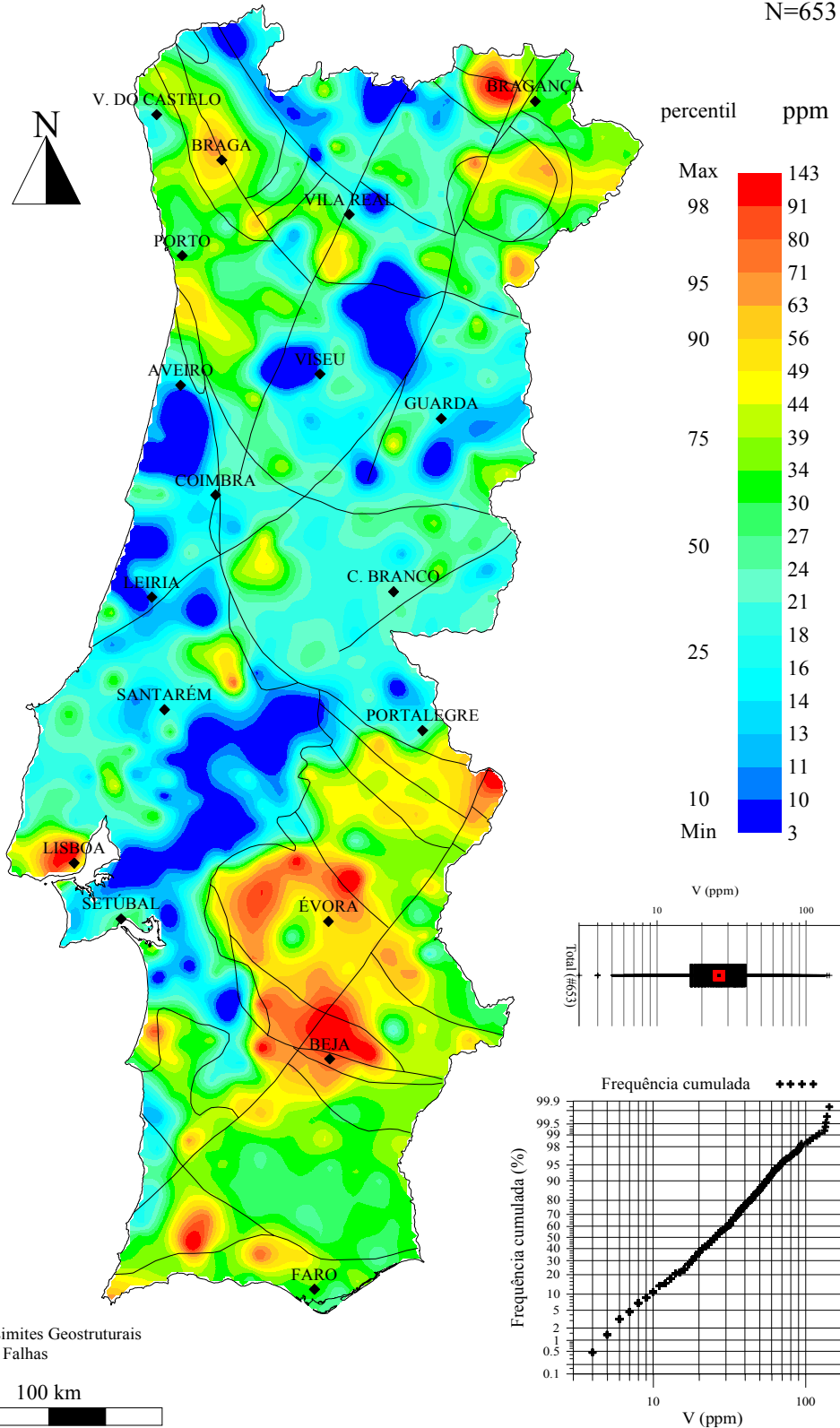
Em termos de litologias, é sobre as Rochas metassedimentares (mdn = 33 ppm) que se verificam os teores mais elevados; o oposto acontece sobre as RD (mdn = 13 ppm).

GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

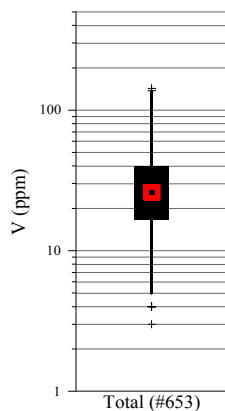
(<80#, Aqua Regia, ICP-AES; krigagem)

V
*Sedimentos
de Corrente*

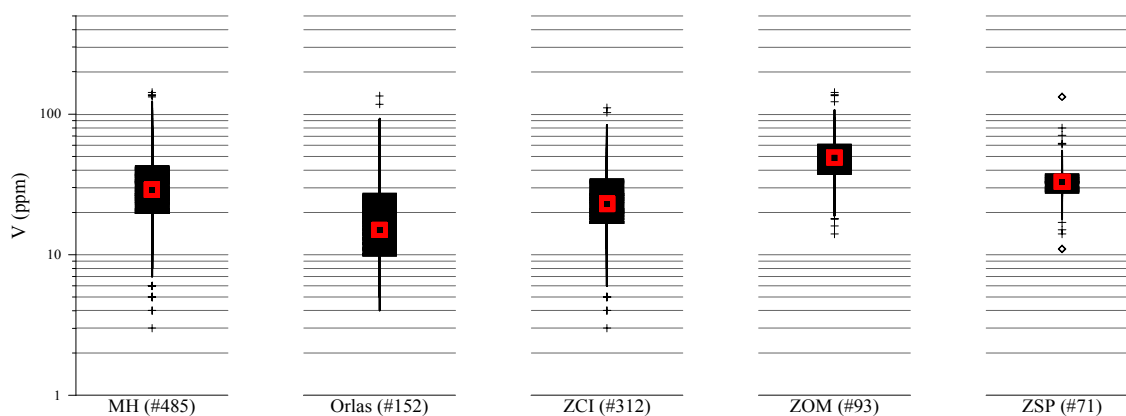
N=653



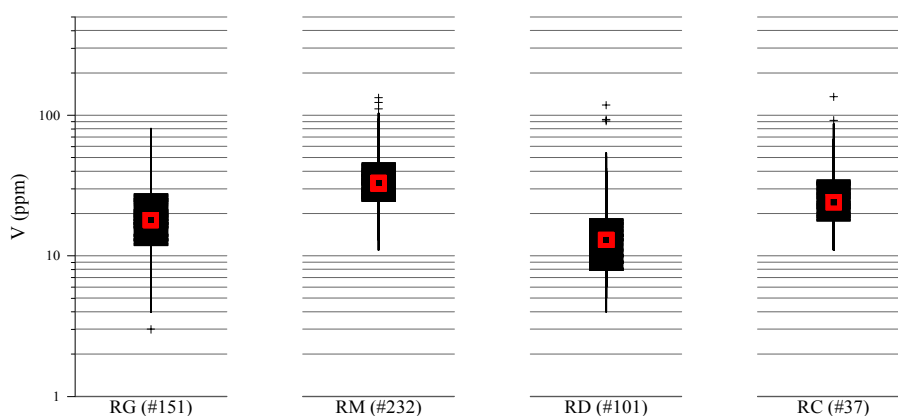
"Box-Plot" do Vanádio



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



"Box-Plot" dos dados de V, 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 Detriticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

Teores em Sedimentos de Corrente de Portugal (ppm)

Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
3	17	25	26	31	39	91	143	68.4

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	3	20	28	29	33	42	89	143	61.5
Orlas	4	10	17	15	22	27	92	135	95.1
ZCI	3	17	23	23	27	34	69	111	58.2
ZOM	14	38	47	49	53	60	138	143	47.4
ZSP	11	28	33	33	35	37	80	133	47.0

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	3	12	18	18	22	27	61	80	65.8
RM	11	25	33	33	37	45	94	133	49.3
RD	4	8	14	13	18	18	91	118	100.5
RC	11	18	26	24	32	34	92*	135	79.5

* 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	23
Massa Atômica	50.942
Densidade (g/cm ³)	6.11
Raio Atômico (Å)	1.32
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	não-metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

carnotite ($K_2(UO_2)_2(VO_4)_2 \cdot 3H_2O$), vanadinite ($Pb_5(VO_4)_3Cl$), patronite (VS_4), descloizite ($Pb(Zn,Cu)(VO_4)(OH)$), roscoelite ($K(V,Al,Mg)_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$), magnetite de V ($(Fe,V)_3O_4$),

Possíveis minerais hospedeiros

piroxenas, anfíbulas, micas, apatite, magnetite, esfena, rútilo

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

Crusta continental	98	Arenitos, Quartzitos	20
Crusta continental superior	53	Grauvaques	98
Granitos, Granodioritos	44	Argilitos, Xistos	130
Gabros, Basaltos	250	Calcários	20
Rochas Ultramáficas	40	Solos	57

ASSOCIAÇÕES NATURAIS V-Ti-Fe-P (magnetite vanadífera), V-Cu-Pb-Zn-Mo-Ag-Au-As (depósitos de sulfuretos polimetálicos), U-V-Se-Mo-Cu-K-Ca-C (depósitos de U do tipo “sandstone”), P-V-U-F-Se-As-etc. (fosforites e “black shales”), V-Fe-Mn-P (algumas mineralizações sedimentares de Fe), V-S-C-Ni-Fe-Ca (depósitos de alcatrão natural e “heavy oil”).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Redução e precipitação.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Produção de aço, ligas de Ti, catalizadores (p.ex.: na produção de ácido sulfúrico), catalizadores de polimerização para propileno e etileno.

Combustão de petróleo e carvão, produção de aço, tráfego, poeiras geogénicas, meteorização.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para alguns organismos. É tóxico (a toxicidade depende da especiação e estado de oxidação).

PROSPECCÃO Os principais minérios de V são a descloizite, patronite, vanadinite, carnotite.

O Tungsténio é um elemento traço da crosta terrestre. Apresenta pouca variação quanto ao teor nos diferentes tipos litológicos, mas ainda assim é nas rochas ultramáficas e nos calcários que apresenta níveis de teor mais baixos.

Em cerca de 69% das amostras, o teor em W é inferior ao limite de detecção (LD), das quais apenas cerca de metade apresentam teor >LD. Este aspecto impossibilita a caracterização, em termos de valores de fundo (“background”) em W, do território continental português. Ainda assim, pode observar-se, quer pelo mapa do tungsténio quer pelos respectivos gráficos de dispersão (“box-plots”), que é na parte norte de Portugal, mais concretamente nos sectores de Trás-os-Montes e Douro-Beiras (ZCI), que existe um maior número de amostras com teores acima do limite de detecção. Aliás, na zona geostrutural ZCI verifica-se que mais de 50% das amostras têm teor igual ou superior ao LD.

Quanto a litologias, observa-se que é sobre os granitos que se concentra a maioria das amostras com teores acima do limite de detecção, embora também se verifiquem alguns casos sobre outras litologias, nomeadamente sobre xistos.

Os teores >LD encontram-se essencialmente sobre os granitos ou, com menor expressão, sobre os xistos, uma vez que a génese das ocorrências minerais com W, espalhadas um pouco por todo o norte de Portugal, está basicamente ligada a estes tipos de rochas. Aos granitos associam-se mineralizações do tipo ‘filão de quartzo com Sn-W’ e alguns pegmatitos; já os ‘skarns’ com scheelite-wolframite, correspondem a transformações metassomáticas de níveis do CXG ou de formações do Silúrico, provocadas por contacto com intrusões.

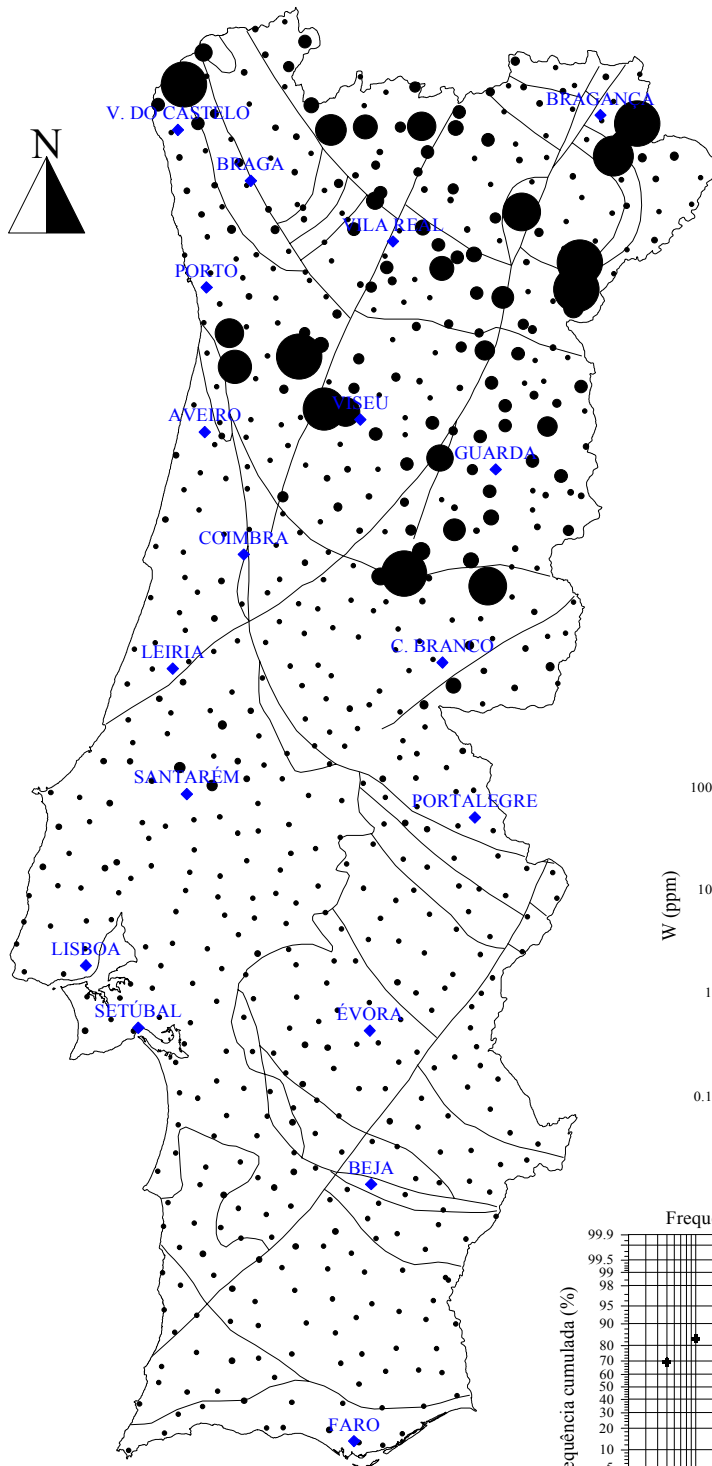
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

W

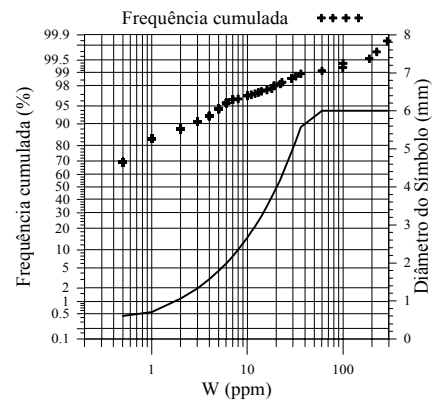
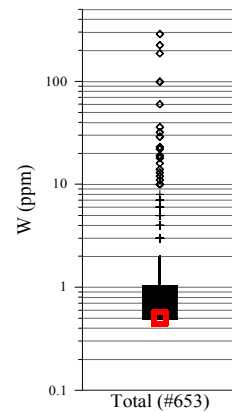
*Sedimentos
de Corrente*

N=653



ppm (percentil)

- ≥ 41
- 19 (98%)
- 6 (95%)
- 3 (90%)
- 1 (75%)
- < 1 (69%)

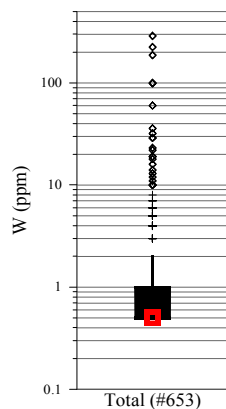


— Limites Geostruturais e Falhas

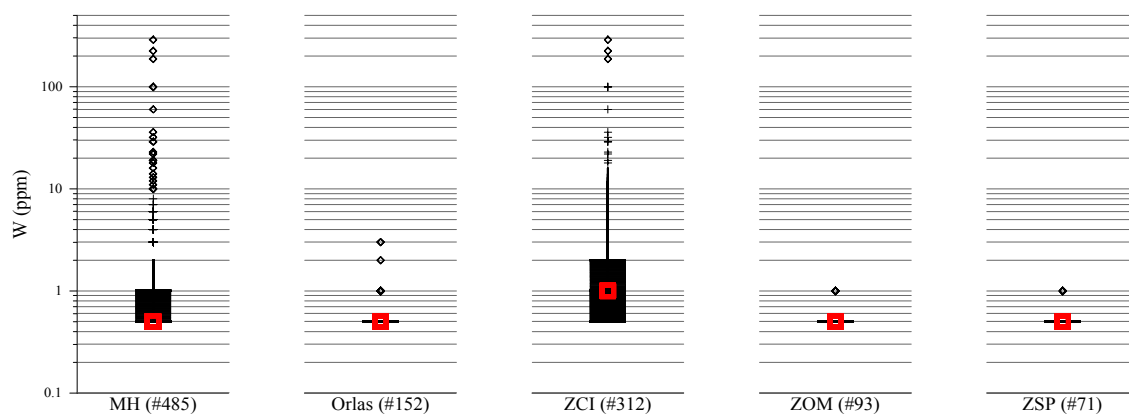
100 km



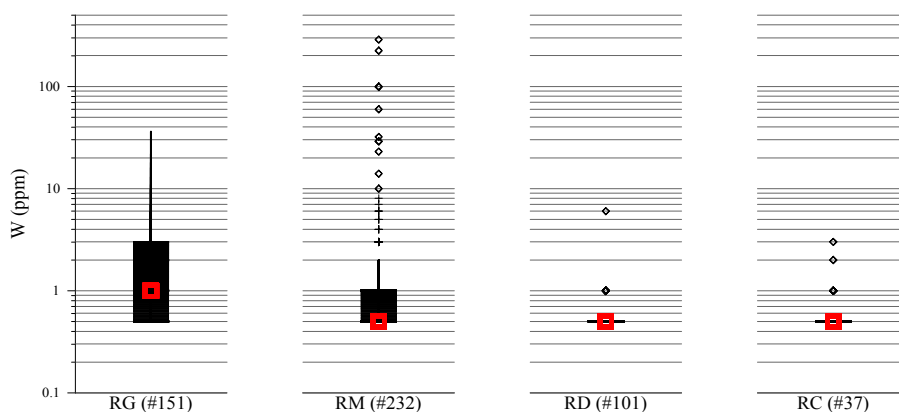
"Box-Plot" do Tungsténio



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



"Box-Plot" dos dados de W, 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%
<1	<1	<1	<1	3	1	19	288	592.7

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<1	<1	<1	<1	4	1	29	288	538.9
Orlas	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	3	56.3
ZCI	<1	<1	1	1	5	2	36	288	457.7
ZOM	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1	24.7
ZSP	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1	27.3

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<1	<1	1	1	3	3	18	36	176.7
RM	<1	<1	<1	<1	5	1	60	288	542.3
RD	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	6	92.1
RC	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2*	3	71.2

* 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.

TUNGSTÊNIO

W

Propriedades Físico-Químicas

Número Atómico	74
Massa Atómica	183.84
Densidade (g/cm ³)	19.30
Raio Atómico (Å)	1.37
Prop. do óxido	ácido
Grupo(s)	não-metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

wolframite ((Fe,Mn)WO₄), schelite (CaWO₄), ferberite (FeWO₄), hubnerite (MnWO₄)

Possíveis minerais hospedeiros

-

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

Crusta continental	1	Arenitos, Quartzitos	1.6
Crusta continental superior	1?	Grauvaques	-
Granitos, Granodioritos	1.5	Argilitos, Xistos	1.8
Gabros, Basaltos	1.0	Calcários	0.5
Rochas Ultramáficas	0.1	Solos	1

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Mo-S-W-Sn-F-Cu (“porphyry molybdenum”), W-Mo-Sn-F-S-Cu-Be-Bi (“skarns” de W-Mo-Sn), Sn-W-Cu-Mo-Bi-Li-Rb-Si-Cs-Re-F-B (“greisens” de Sn-W), W-Sn-Mo-Nb (diferenciados ígneos).

MOBILIDADE AMBIENTAL Intermédia a baixa.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas, filamentos de lâmpadas eléctricas, ferramentas de corte, armamento.

Explorações e escombrelas de W e Sn-W.

IMPACTO BIOLÓGICO É não-essencial. É moderadamente tóxico. Poeiras de W são irritantes para a pele e para os olhos.

PROSPECCÃO O teor de W em solos residuais, sedimentos de corrente e vegetação pode servir de elemento-guia na prospecção de depósitos com W. As anomalias podem ser realçadas pela determinação de W em concentrados pesados, onde podem ocorrer minerais residuais de W.

O Zinco é um elemento traço na crosta terrestre. Os argilitos e xistos e as rochas máficas são as rochas da crosta que apresentam os teores naturais mais elevados de Zn.

Os sedimentos fluviais de Portugal apresentam níveis de teor em Zn elevados na ZCI (mdn = 86 ppm) e na ZSP (mdn = 81 ppm) e baixos nas Orlas (mdn = 40 ppm) e na ZOM (mdn = 44 ppm). Em termos de classes litológicas, os níveis de teor mais elevados observam-se sobre as RM (mdn = 84 ppm) e os mais baixos sobre as RD (mdn = 23 ppm).

Na ZCI observa-se um alinhamento de elevados teores em Zn que a norte se inicia em Braga-Porto e se prolonga para sul ao longo do contacto com a ZOM e/ou Orlas até Albergaria a Velha, onde o padrão se dispersa, mas mantendo-se preferencialmente ao longo do contacto entre o sector Dúrico-Beirão e o Bordo Sudoeste. Este padrão deverá ser resultado da sobreposição de dois factores; por um lado, factores geogénicos, dominantes na área mais sudeste do alinhamento, que se prendem com a existência de ocorrências minerais e/ou escombrelas de antigas explorações mineiras; por outro, aspectos antropogénicos, dominantes nas zonas densamente povoadas e industrializadas, com grande tráfego automóvel (Grande Porto). Na ZOM, o teor mais elevado observa-se junto à antiga mina da Preguiça (Zn, Fe). Na ZSP sobressaiem as amostras junto à mina de Aljustrel (pirites, Cu, Pb, Zn) e junto a Sines (Complexo Petroquímico). Em Lisboa-Barreiro, os teores elevados poderão justificar-se pelos basaltos (Lisboa), mas razões antropogénicas semelhantes às apontadas para o Grande Porto são mais plausíveis, com a agravante da indústria química pesada do Barreiro e a cimenteira de Alhandra.

O AcNH_4 extrai cerca de 20% do extraído com água régia, para as amostras sobre RC e 17% para RD; para as restantes, a percentagem média de extracção é cerca de 5%.

A imagem geoquímica do Pb (AcNH_4) reafirma a ideia da predominância dos aspectos antropogénicos sobre os geogénicos nas duas grandes áreas urbanas. Os outros teores que agora se destacam no Maciço Hespérico deverão estar maioritariamente associados a escombrelas de antigas explorações mineiras, nomeadamente de Zn e/ou Pb, Au-Ag, Sn-W.

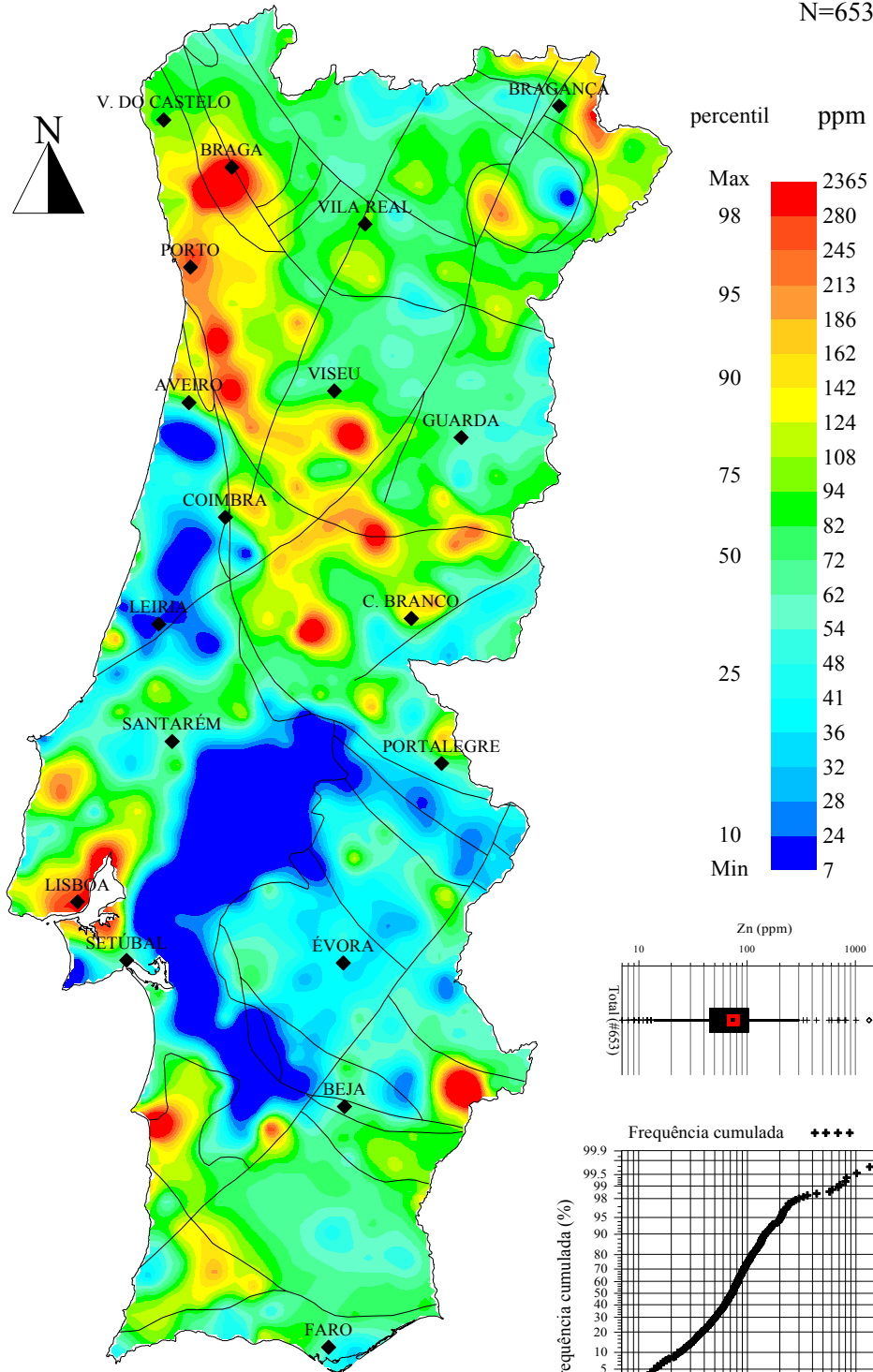
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Zn

*Sedimentos
de Corrente*

N=653



— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

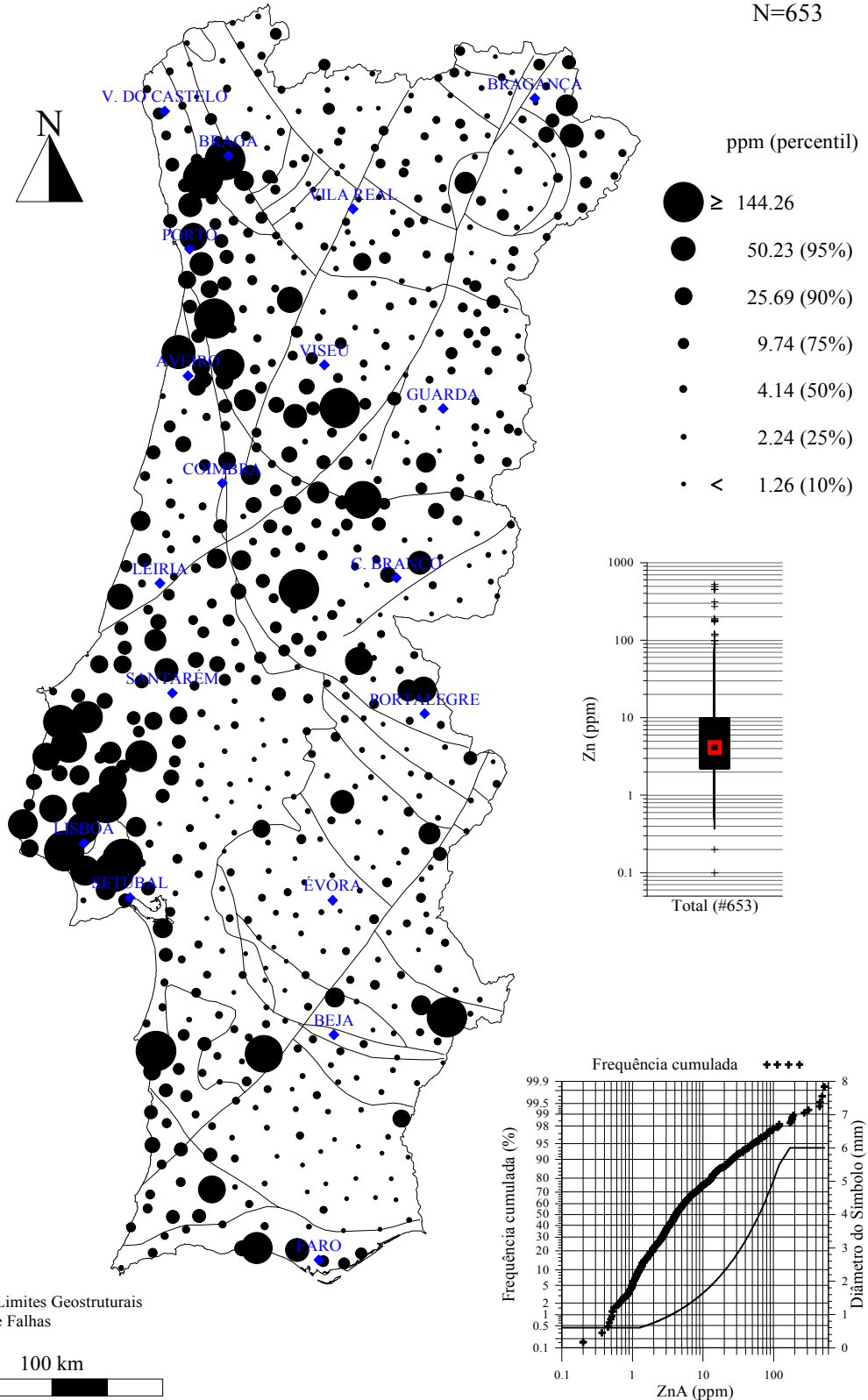
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amónio, AAS)

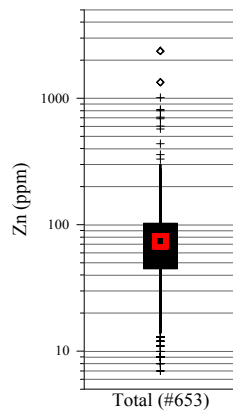
Zn

*Sedimentos
de Corrente*

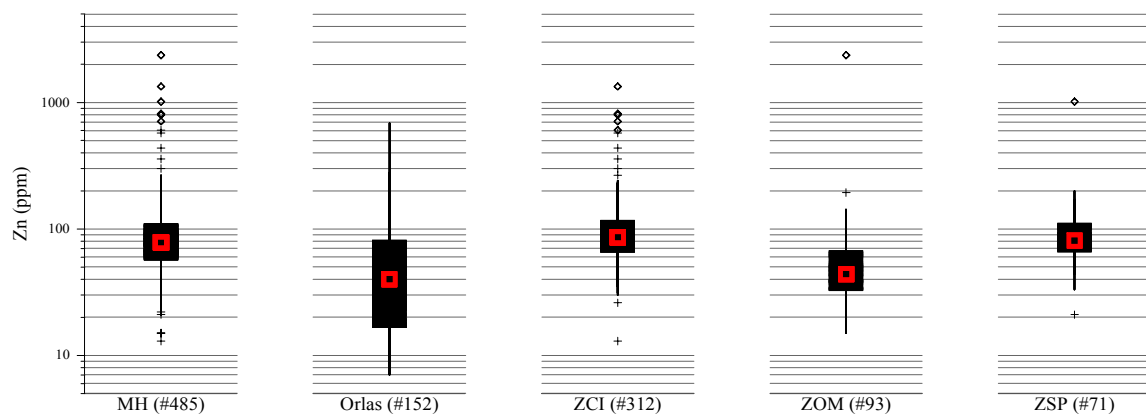
N=653



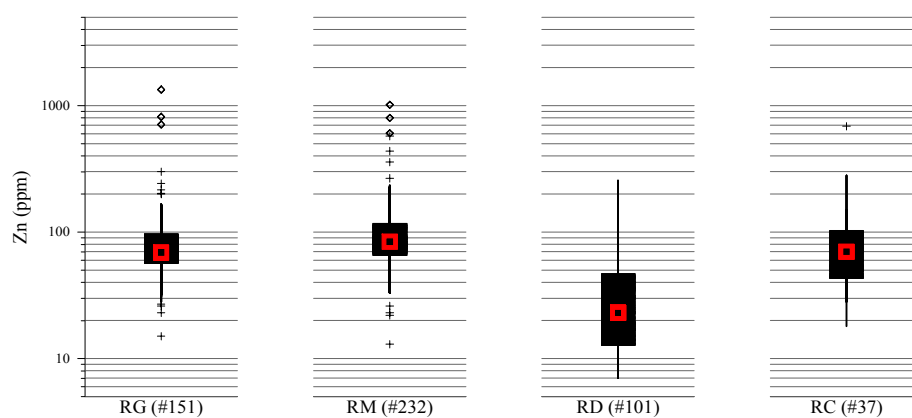
"Box-Plot" do Zinco



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

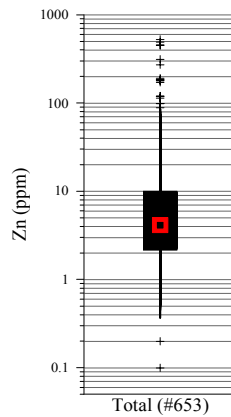


"Box-Plot" dos dados de Zn, classificados segundo a Litologia

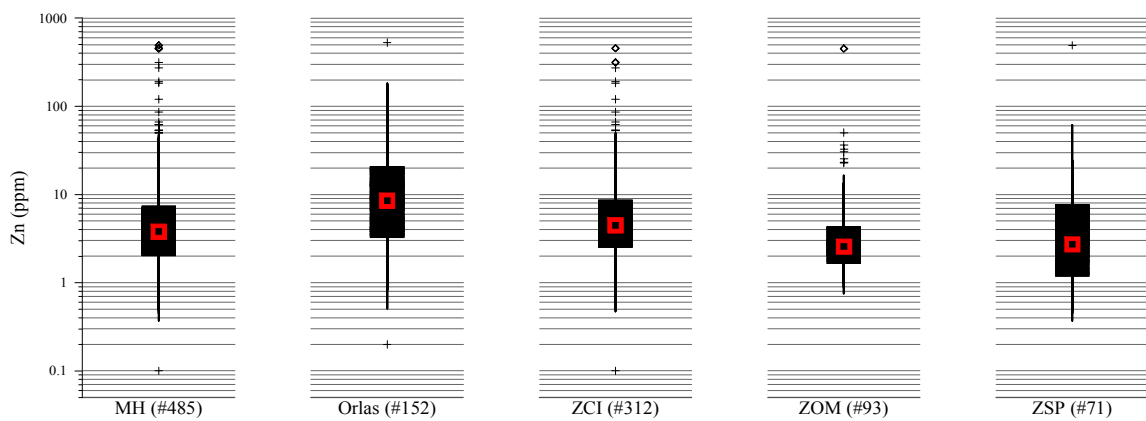


MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

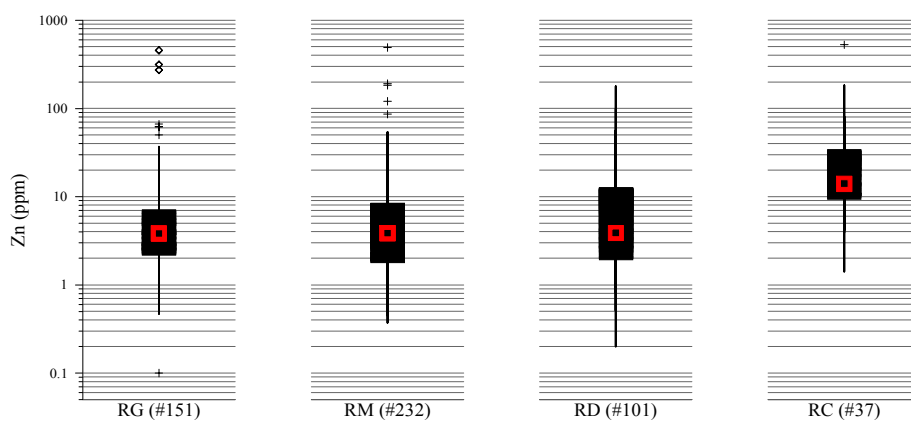
"Box-Plot" do Zinco (Acetato de Amónio)



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



"Box-Plot" dos dados de Zn (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%
	7	46	66	74	92	101	281	2365	145.1
Acetato de Amónio:									
	0.10	2.24	5.02	4.14	14.64	9.74	114.43	527.50	310.5

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	13	58	80	78	103	108	358	2365	143.4
Orlas	7	17	38	40	60	80	242	688	124.9
ZCI	13	67	91	86	111	116	437	1339	103.9
ZOM	15	33	49	44	78	66	194	2365	309.9
ZSP	21	67	86	81	102	109	200	1014	112.4
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	2.05	4.27	3.79	12.08	7.25	66.38	490.40	359.4
Orlas	0.20	3.32	8.58	8.57	23.10	20.59	171.60	527.50	225.1
ZCI	0.10	2.57	5.00	4.47	12.73	8.48	86.10	455.40	306.0
ZOM	0.75	1.68	3.23	2.56	10.19	4.23	50.19	451.10	461.1
ZSP	0.37	1.18	3.09	2.72	12.54	7.54	61.82	490.40	464.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	15	58	75	69	98	95	300	1339	138.3
RM	13	67	89	84	107	116	437	1014	95.1
RD	7	13	26	23	40	46	211	256	117.5
RC	18	44	70	70	96	101	281*	688	119.1
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	2.24	4.42	3.82	13.60	7.07	66.38	455.40	368.0
RM	0.37	1.79	4.21	3.86	11.23	8.16	86.10	490.40	336.7
RD	0.20	1.93	4.80	3.89	12.37	12.30	99.38	178.70	221.6
RC	1.41	9.11	17.30	14.03	41.27	33.07	183.50*	527.50	215.7

* 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 detriticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	30
Massa Atômica	65.39
Densidade (g/cm ³)	7.133
Raio Atômico (Å)	1.33
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

blenda/wurtzite (ZnS), smithsonite (ZnCO₃), hemimorfite (Zn₄Si₂O₇(OH)₂.H₂O), hidrozincite (Zn(CO₃)₂(OH)₆), smithonite (ZnSO₄), wilemite (Zn₂SiO₄), zincite (ZnO)

Possíveis minerais hospedeiros

piroxenas, anfíbolos, micas, granadas, magnetite

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

Crusta continental	65	Arenitos, Quartzitos	40
Crusta continental superior	52	Grauvaques	76
Granitos, Granodioritos	51	Argilitos, Xistos	100
Gabros, Basaltos	94	Calcários	21
Rochas Ultramáficas	58	Solos	36

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Cu-Pb-Zn-Ag-Au-Sb-As-Se (ocorrências de metais base e metais preciosos), Zn-Mg (alguns silicatos); Zn-Cd (essencialmente ubíquo), Zn-Cd-Pb-Ba-F (ocorrências do tipo “Mississippi Valley”), Zn-Pb-Mn-Ba-Fe (ocorrências vulcanogênicas estratiformes), Zn-Pb-Fe-Cu-Ag-Ba-Te-etc. (ocorrências de sulfuretos maciços ou em filões), Zn-Pb-Cu-Ag-B-Mo-W-Be (“skarns”), Mn-Ni-Cu-Co-Zn (nódulos do fundo marinho), Cu-Mo-Re-Fe-Au-Ag-Zn (algumas ocorrências do tipo “porphyry copper”), Cu-Pb-Zn (“shales” ricos em Cu); Zn, Cd, Se, Mn, Ag, Cu, Ga, Hg, In, Co, Ge, Sn, Ni, As, Tl, Sb, Bi (Blenda).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS pH, adsorção (argilas, óxidos de Fe-Mn, matéria orgânica), co-precipitação com Fe, Mn.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Galvanização, ligas, indústria da borracha, colorantes, química, tintas, vidro, plástico, lubrificantes, baterias, pesticidas, indústria farmacêutica, fungicidas, fertilizantes (ZnO₄.7H₂O, ZnO, Zn-EDTA), construção civil. Escombrelas e fundição de Zn, combustão, tráfego, águas residuais, lamas de esgotos (sewage sludge), poeiras geogênicas.

IMPACTO BIOLÓGICO Essencial para todos os organismos. Baixa toxicidade; a carência de Zn é mais importante. Provavelmente não é carcinogênico. Compostos de Zn são usados como aditivos nutricionais na suinicultura e avicultura. Problemas no crescimento das plantas em solos com Zn > 300 ppm.

PROSPECCÃO A prospecção geoquímica com base na análise de solos residuais tem tido grande sucesso. O Zn apresenta um padrão de dispersão muito útil nas águas subterrâneas, águas superficiais, sedimentos de corrente e sedimentos de lago.