

O Cálcio é um dos elementos maiores da crosta terrestre. Com a exceção das rochas carbonatadas, esmagadoramente constituídas por CaCO_3 , a grande maioria das rochas apresenta teores de Ca relativamente semelhantes, que em termos de valores médios variam entre 0.9% (granitos) e 7.4% (gabros e basaltos).

A água do mar contém cerca de 20 vezes mais Ca do que a água doce, o que faz do spray marinho uma fonte natural de Ca.

A distribuição do Ca no território de Portugal continental apresenta um padrão óbvio, marcadamente geogénico. Os teores elevados são especialmente coincidentes com a ocorrência de rochas carbonatadas que se observam predominantemente nas Orlas. As amostras colhidas sobre as restantes classes litológicas consideradas, apresentam teores médios muito semelhantes e de uma ordem de grandeza 50 vezes inferior à classe das rochas carbonatadas.

Em termos de unidades geostruturais, verificam-se na Zona de Ossa Morena os teores mais elevados do Maciço Hespérico. Estes teores são justificados pelo facto de nesta unidade geostrutural aflorarem mármore, tufos calcários e outras rochas carbonatadas, bem como algumas rochas gabróicas, especialmente entre Campo Maior-Vila Viçosa-Avis e na área de Ferreira do Alentejo-Beja-Serpa-Vila Verde de Ficalho.

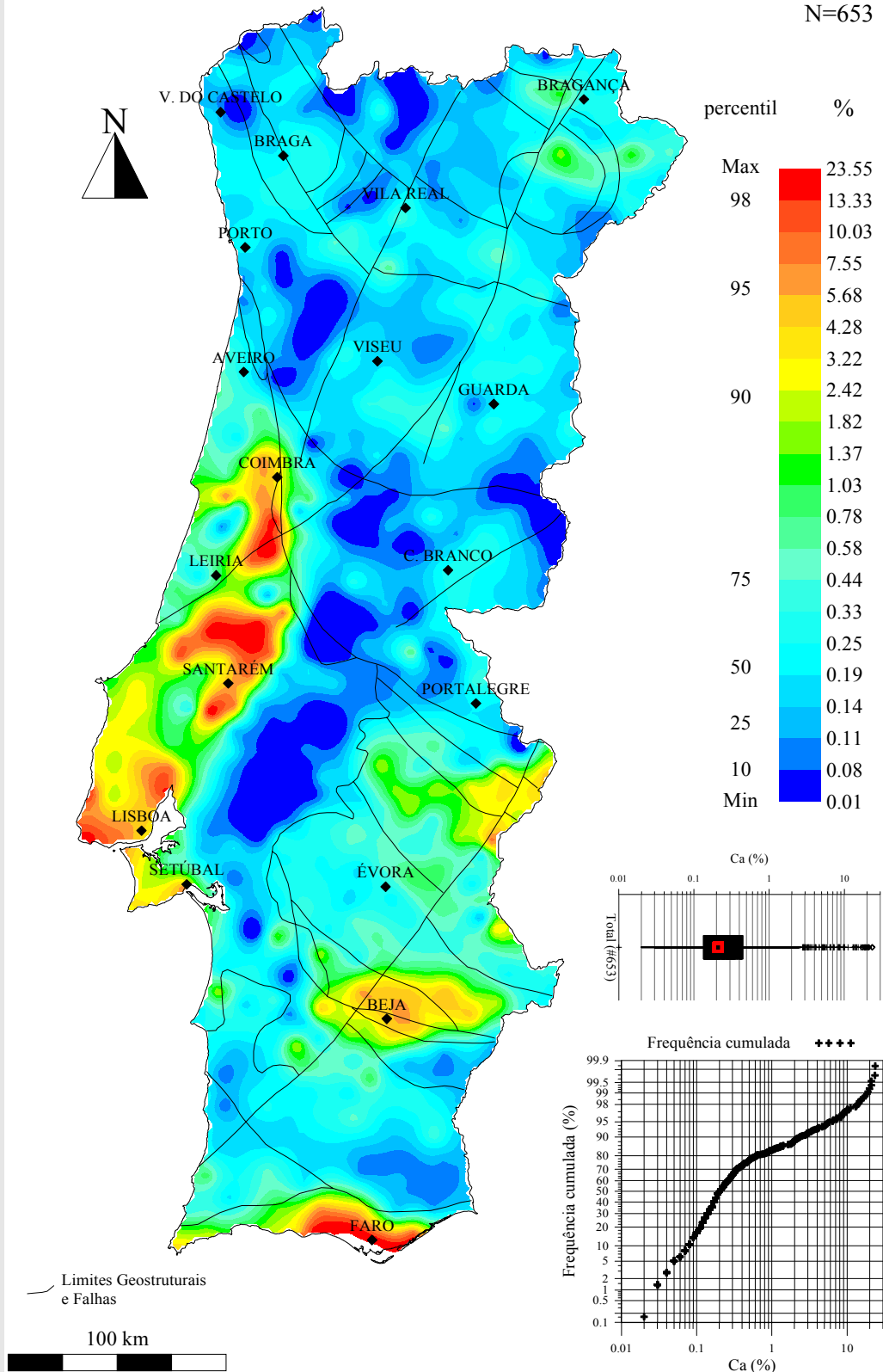
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

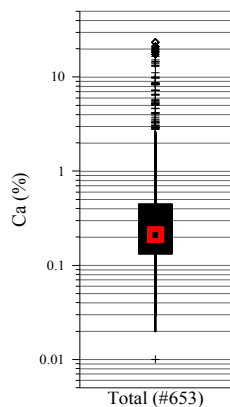
Ca

*Sedimentos
de Corrente*

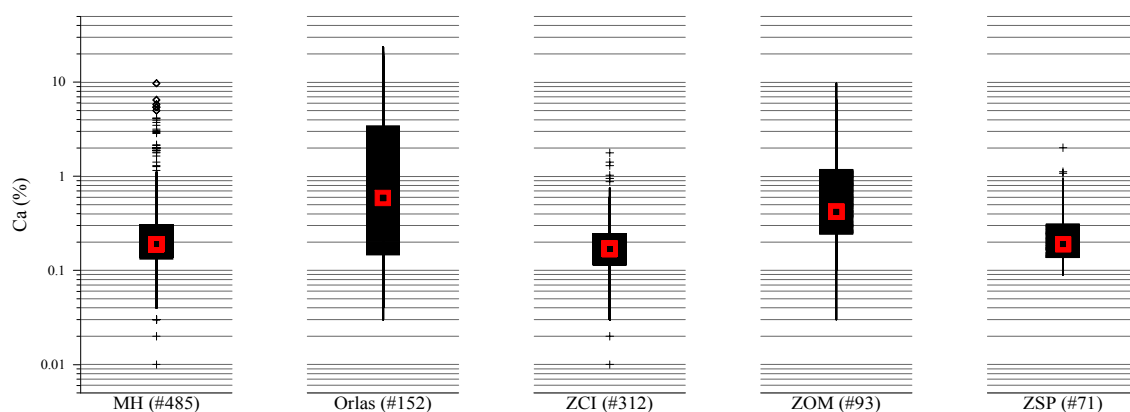
N=653



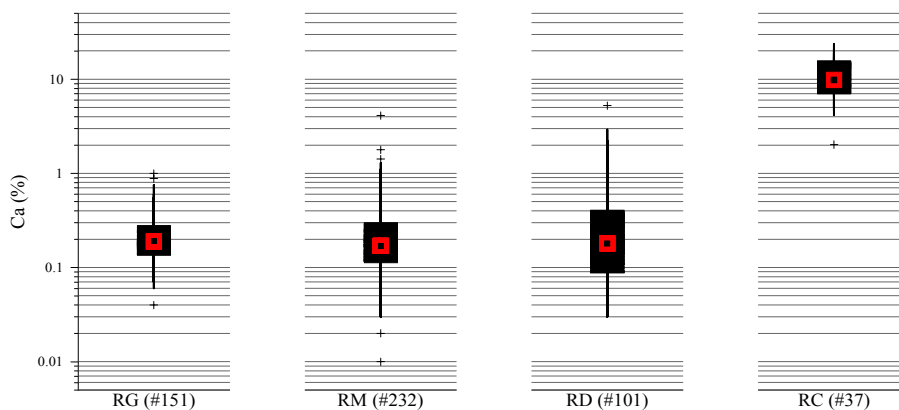
"Box-Plot" do Cálcio



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



"Box-Plot" dos dados de Ca, 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	1300	3000	2100	11200	4400	133400	235500	271.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	100	1300	2200	1900	4300	3100	37500	97700	207.5
Orlas	300	1500	7200	5900	33400	33500	210700	235500	165.2
ZCI	100	1100	1600	1700	2000	2400	7500	17800	91.5
ZOM	300	2500	5600	4200	11500	11600	65000	97700	144.1
ZSP	900	1400	2200	1900	2900	3100	11200	20200	104.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	400	1400	2000	1900	2300	2800	6000	10000	61.7
RM	100	1100	1800	1700	2600	3000	11200	41200	133.8
RD	300	900	2000	1800	4000	4000	22400	52600	172.5
RC	20200	71900	99000	98500	114400	152900	235000	235500	51.9

* 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 Atómico	20
Massa Atômica	40.078
Densidade (g/cm ³)	1.55
Raio Atômico (Å)	1.97
Prop. do óxido	base forte
Grupo(s)	alcalino-terroso, metal leve
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

calcite (CaCO₃), aragonite (CaCO₃), dolomite (CaMg(CO₃)₂), anidrite (CaSO₄), gesso (CaSO₄.2H₂O), fluorite (CaF₂) e muitos minerais primários, tais como, feldspatos, anfíbolos, piroxenas

Possíveis minerais hospedeiros

-

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

Crusta continental	38500	Arenitos, Quartzitos	13000
Crusta continental superior	29450	Grauvaques	18582
Granitos, Granodioritos	9000	Argilitos, Xistos	22000
Gabros, Basaltos	74000	Calcários	380000
Rochas Ultramáficas	25000	Solos	-

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ca-Sr (minerais), Cl-Ca-Na-Mg-Br-S (“spray” marinho).

MOBILIDADE AMBIENTAL Elevada.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Incorporação em matéria orgânica activa, adsorção, diminuição do pH. Solos ricos em Ca inibem a disponibilidade do Fe.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Cal, metalurgia, tratamento de água, indústria química, cimento, fertilizantes, ligas.

Em geral as fontes geogénicas são mais importantes que as antropogénicas. Poeiras provenientes de pedreiras em exploração e unidades industriais de transformação da pedra, meteorização das rochas, fábricas de cal e cimento, fertilizantes, acidificação. O arsenato de Ca é usado na agricultura e floresta.

IMPACTO BIOLÓGICO Essencial para a maioria dos organismos; é um dos principais nutrientes. Não é tóxico.

PROSPECCÃO Os minerais mais explorados são a calcite, dolomite, gesso e anidrite.

O Cádmio é um elemento traço da crosta terrestre. Os teores médios dos diferentes tipos de rochas variam relativamente pouco (entre <0.04 ppm nos arenitos e calcários e 0.3 ppm nos argilitos e xistos).

Das amostras de sedimentos de corrente analisadas para este projecto, 62% (n = 405) apresentam teores < LD (0.2 ppm). Era de esperar este elevado número, se compararmos o limite de detecção indicado pelo laboratório com os valores típicos das rochas, e tendo ainda em consideração que o método de ataque químico não é um método de ataque total.

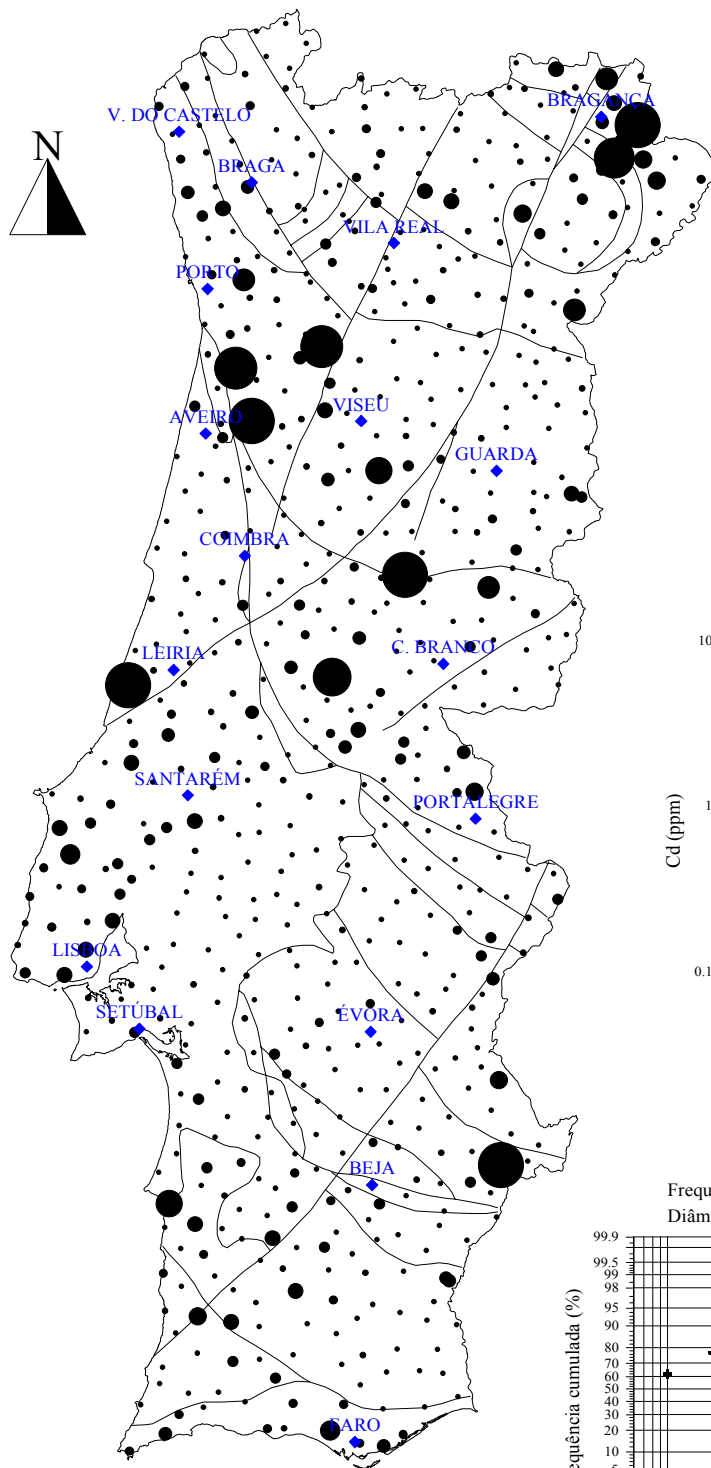
Observando os teores em Cd nos sedimentos de corrente de Portugal continental, verifica-se que os colhidos sobre rochas carbonatadas são os únicos que apresentam teores médios (mdn=0.3 ppm) superiores ao limite de detecção. O facto de o ião Cd^{2+} ser um potencial substituto do Ca^{2+} , em conjugação com o facto de os carbonatos serem totalmente destruídos pelo ataque com água régia deverá ser suficiente para justificar este resultado geoquímico.

Verifica-se ainda a existência de amostras com teores elevados distribuídas de forma mais ou menos dispersa por todo o país, embora com maior incidência na ZCI. Apesar desta aparente distribuição aleatória, todas estas amostras coincidem espacialmente com ocorrências minerais e/ou antigas explorações mineiras de elementos como o Zn, Pb, Au, Ag, Sb, W, Sn, Ti.

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

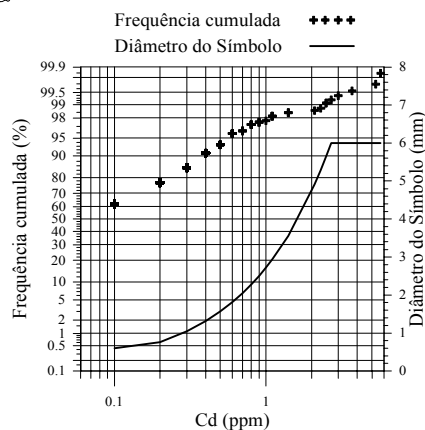
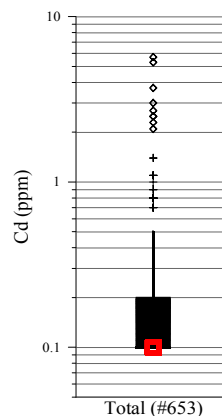
Cd
Sedimentos de Corrente

N=653



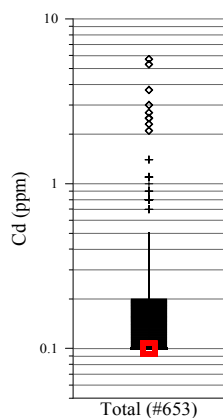
ppm (percentil)

- ≥ 2.7
- 1.1 (98%)
- 0.6 (95%)
- 0.4 (90%)
- 0.2 (75%)
- < 0.2 (62%)

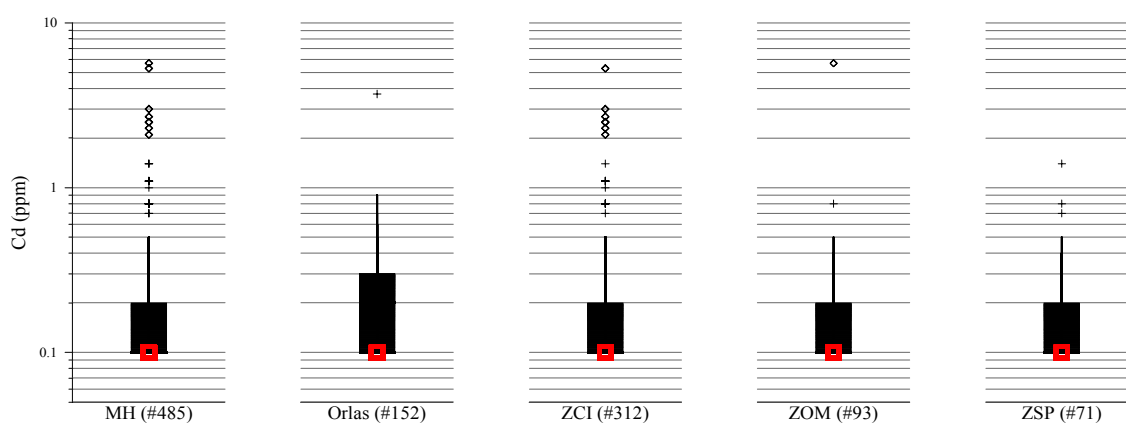


— Limites Geostruturais e Falhas
 100 km

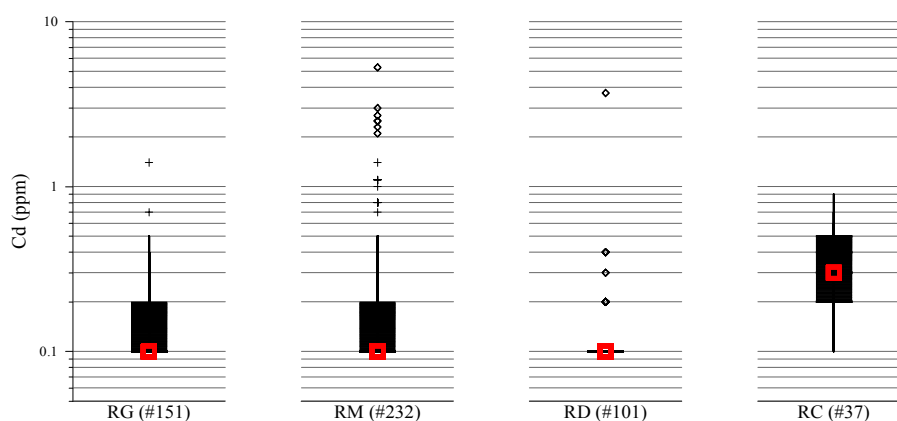
"Box-Plot" do Cádmiu



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



"Box-Plot" dos dados de Cd, 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%
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.2	1.1	5.7	181.3

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.2	1.4	5.7	191.8
Orlas	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.3	0.7	3.7	141.4
ZCI	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.3	2.1	5.3	180.4
ZOM	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.2	0.8	5.7	276.7
ZSP	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.2	0.8	1.4	108.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	0.6	1.4	88.9
RM	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.2	2.5	5.3	184.8
RD	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.4	3.7	215.5
RC	<0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7*	0.9	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	48
Massa Atômica	112.411
Densidade (g/cm ³)	8.65
Raio Atômico (Å)	1.49
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

greenockite (CdS), octavite (CdCO₃), cadmoselite (CdSe), monteponite (contém até 5% de Cd)

Possíveis minerais hospedeiros

minérios de zinco, blenda (até 5%), smithsonite (até 5%), biotite, anfíbolos

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

Crusta continental	0.1	Arenitos, Quartzitos	<0.04
Crusta continental superior	0.102	Grauvaques	-
Granitos, Granodioritos	0.1	Argilitos, Xistos	0.3
Gabros, Basaltos	0.2	Calcários	0.035
Rochas Ultramáficas	0.05	Solos	0.1-0.5

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Zn-Cd (em todo o tipo de ocorrências), Zn-Cd-Pg-Ba-F (depósitos do tipo “Mississippi Valley”). Pode substituir o Ca²⁺ e Mn²⁺.

MOBILIDADE AMBIENTAL Média sob condições de oxidação, de acidez e neutras a alcalinas; muito baixa em ambiente redutor. É muito solúvel a pH baixo.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Forma quelatos com os ácidos húmicos; é adsorvido pelas argilas.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Cromados e niquelados, baterias de Ni-Cd, colorantes, ligas, soldas, indústria do plástico, aparelhos de televisão.

O Cd é obtido essencialmente como sub-produto dos minérios de Zn-Cu-Pb. Combustão de carvão; escombros e fundição de Zn, Cu e Pb; moinhos de ferro e aço; cromados e niquelados; fertilizantes, pneus, lamas e águas de esgotos, incineração de resíduos.

IMPACTO BIOLÓGICO Parece ser essencial para alguns animais, mas com teores baixos. É tóxico. Parece ser carcinogénico. As plantas acumulam Cd via raízes; muitos legumes, tais como, aipo, cenouras, alface, espinafres, trigo concentram Cd.

PROSPECCÃO O Zn é melhor guia do que o Cd para minérios de Zn. Zn/Cd já foi usado para definição de uma província de Pb-Zn-Ag.

O Cobalto 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 Co apresenta nos granitos, arenitos e calcários.

Os teores de Co nos sedimentos fluviais de Portugal continental têm um controlo eminentemente geogénico. As amostras colhidas sobre rochas metassedimentares, em particular as da Zona Sul Portuguesa (mdn = 19 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 rochas graníticas. Na ZCI é particularmente nítida a separação entre as áreas dominadas por metassedimentos e as dominadas por granitos, verificando-se também uma boa relação com as principais fracturas que aqui se observam.

Voltando outra vez à Zona Sul Portuguesa, constata-se que aqui o “background” é mais elevado que no resto do país; repare-se que apenas uma amostra apresenta um teor inferior a 10 ppm. Parte dos elevados teores de Co 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 Ac.NH_4 é substancialmente diferente, muito embora as características geogénicas permaneçam dominantes. Neste caso os teores mais elevados foram lidos nas amostras colhidas sobre as rochas carbonatadas. Comparando as medianas das duas extrações, verifica-se que o Ac.NH_4 extrai a mesma quantidade de Co, isto para os sedimentos colhidos sobre rochas carbonatadas; 20%, nos classificados como rochas detríticas e cerca de 10% no caso dos colhidos sobre rochas graníticas e metassedimentares.

Na ZCI o padrão geoquímico do Co mantém as mesmas características da extração com água régia, embora naturalmente mais ténue. Na ZOM os teores mais elevados encontram-se espacialmente associados a algumas rochas carbonatadas e outras gabróicas.

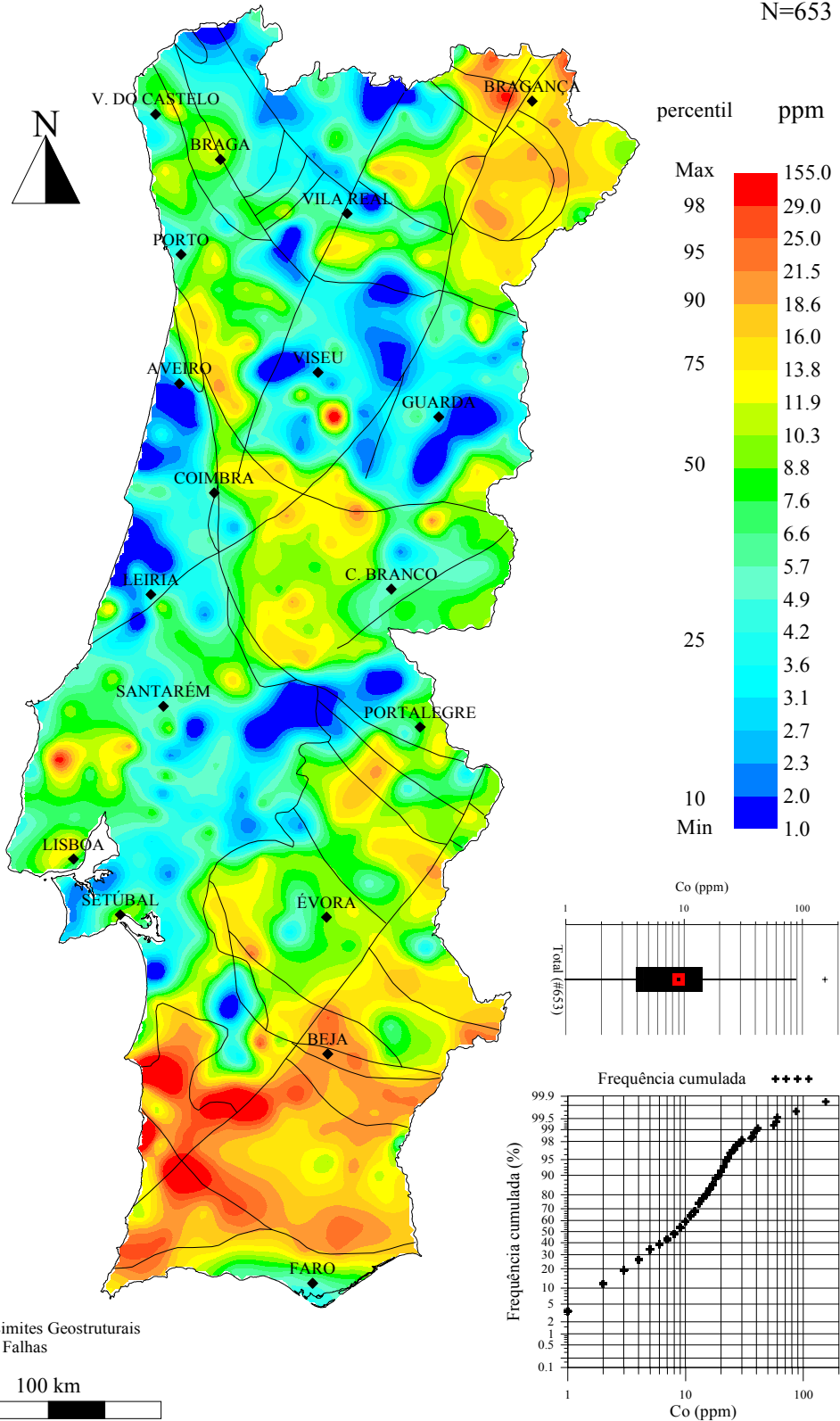
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Co

Sedimentos
de Corrente

N=653



GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amónio, AAS)

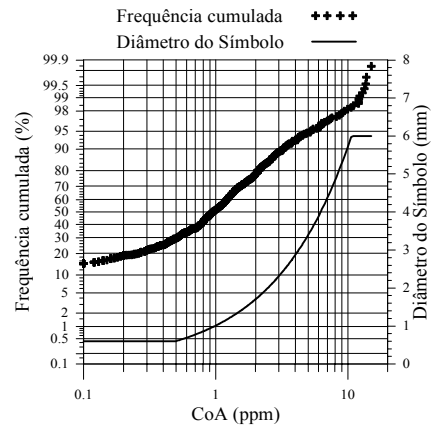
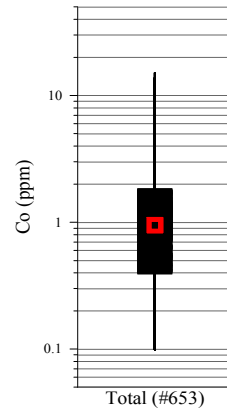
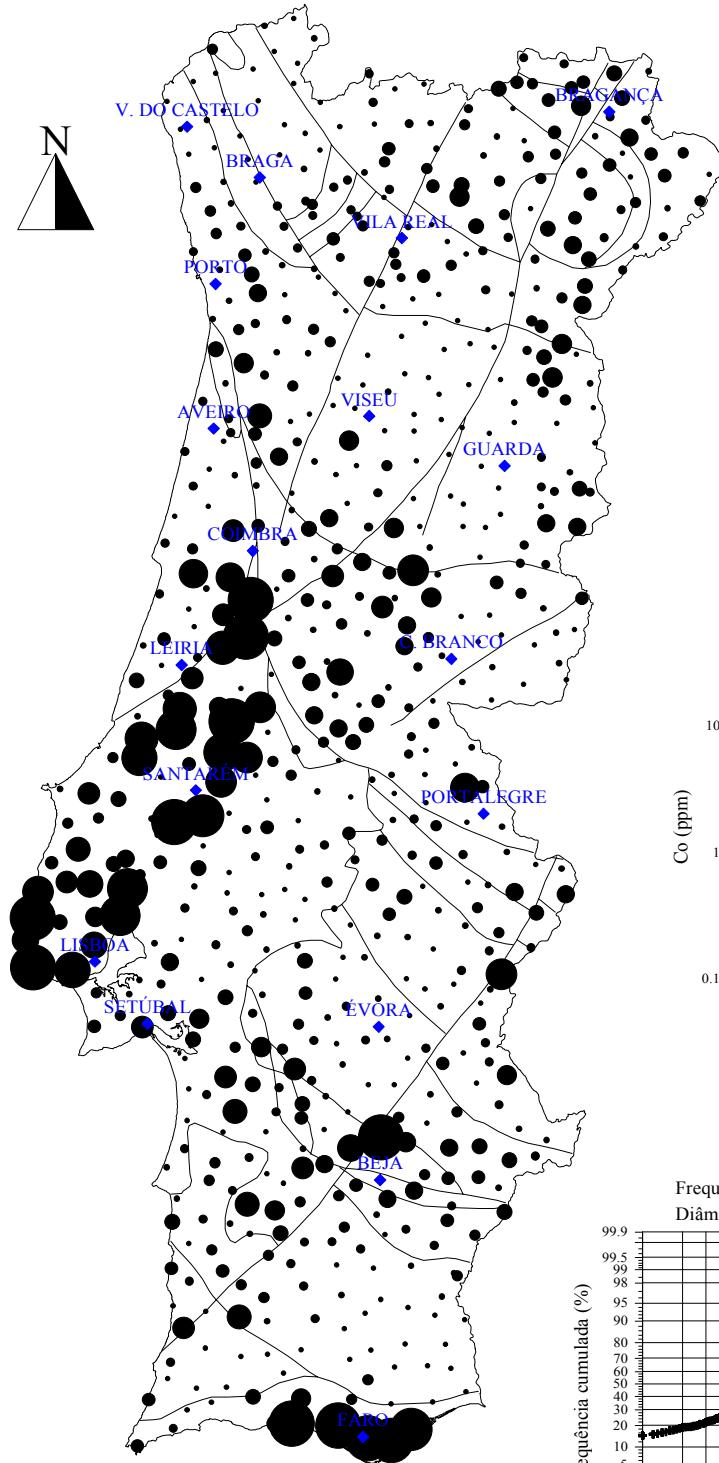
Co

*Sedimentos
de Corrente*

N=653

ppm (percentil)

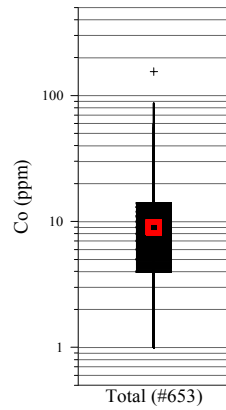
- ≥ 10.65
- 5.19 (95%)
- 3.23 (90%)
- 1.83 (75%)
- 0.95 (50%)
- < 0.50 (29%)



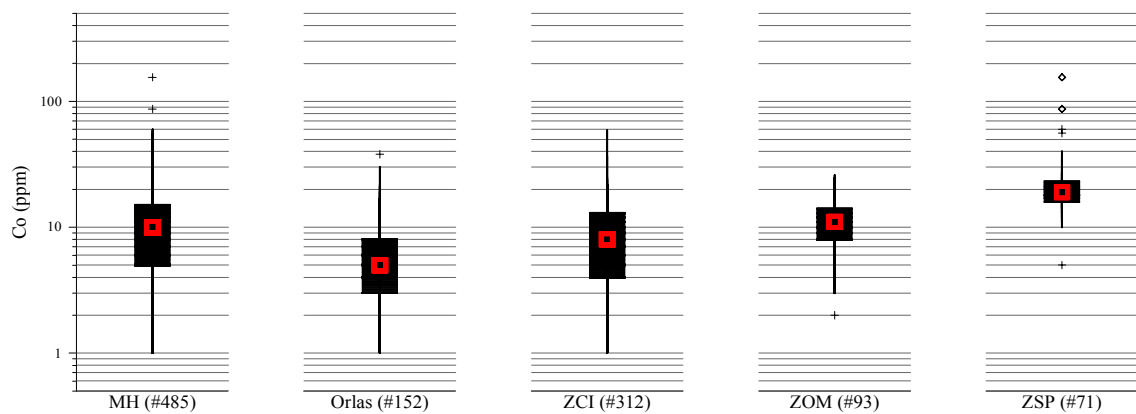
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

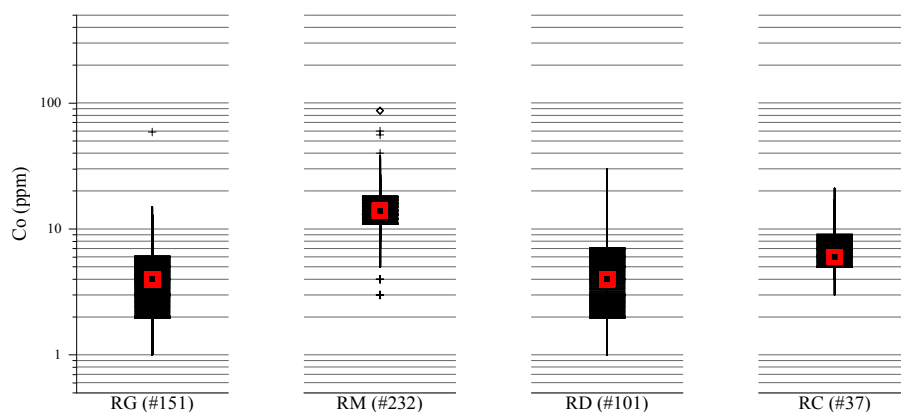
"Box-Plot" do Cobalto



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

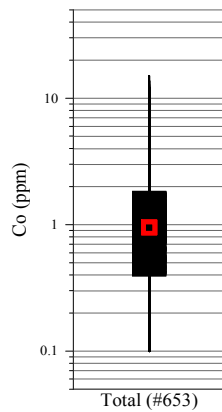


"Box-Plot" dos dados de Co, classificados segundo a Litologia

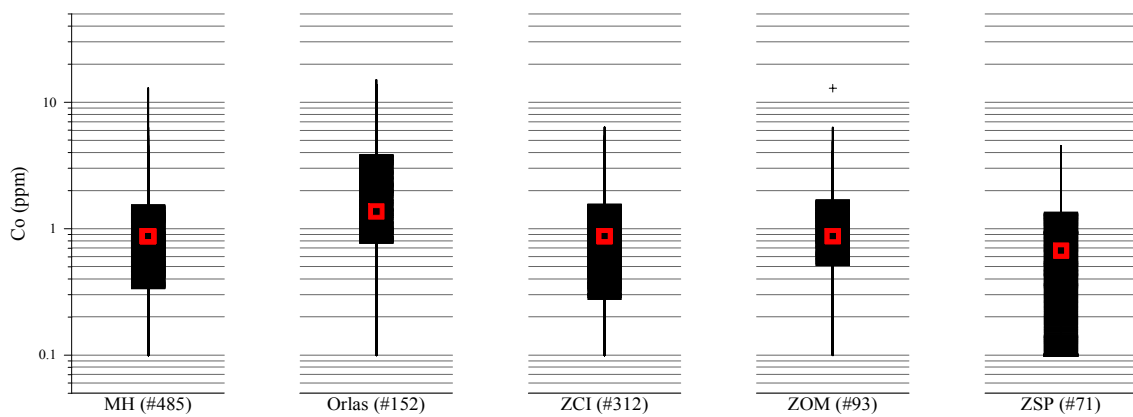


MH=Maciço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detriticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

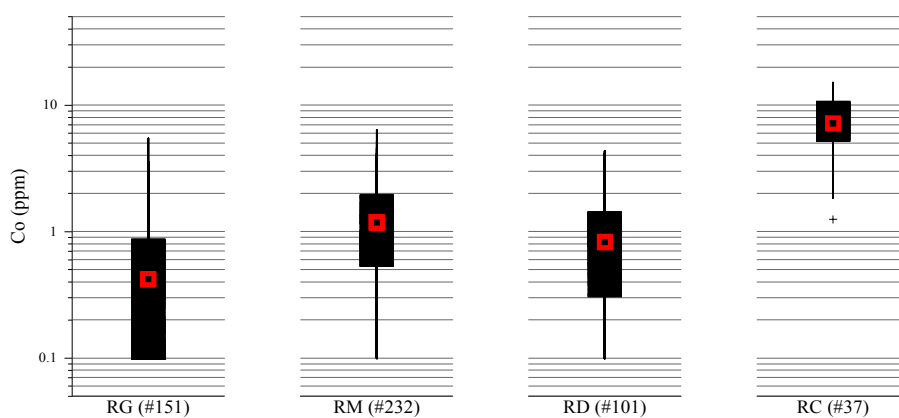
"Box-Plot" do Cobalto (Acetato de Amónio)



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



"Box-Plot" dos dados de Co (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	4	8	9	10	14	29	155	95.7
Acetato de Amónio:									
	0.10	0.40	0.80	0.95	1.52	1.83	9.13	15.06	136.0

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	1	5	9	10	12	15	30	155	92.9
Orlas	1	3	5	5	6	8	21	38	82.9
ZCI	1	4	7	8	9	13	22	59	74.3
ZOM	2	8	10	11	11	14	25	26	43.8
ZSP	5	16	20	19	23	23	87	155	85.6
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	0.34	0.67	0.87	1.13	1.52	4.16	12.88	101.7
Orlas	0.10	0.76	1.38	1.39	2.88	3.78	13.33	15.06	119.5
ZCI	0.10	0.28	0.66	0.87	1.10	1.54	3.58	6.35	92.1
ZOM	0.10	0.51	0.84	0.87	1.33	1.66	6.30	12.88	121.7
ZSP	0.10	0.10	0.49	0.67	0.89	1.34	4.16	4.51	100.7

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	1	2	4	4	5	6	13	59	111.8
RM	3	11	14	14	16	18	38	87	54.9
RD	1	2	4	4	5	7	17	30	83.9
RC	3	5	7	6	8	9	17*	21	52.4
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	0.10	0.35	0.42	0.61	0.87	2.39	5.45	117.8
RM	0.10	0.54	0.91	1.18	1.36	1.94	4.21	6.35	77.6
RD	0.10	0.31	0.67	0.83	1.07	1.41	4.15	4.35	91.7
RC	1.25	5.20	6.77	7.18	7.74	10.58	13.80*	15.06	47.2

* 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	27
Massa Atômica	58.933
Densidade (g/cm ³)	8.90
Raio Atômico (Å)	1.25
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo, siderófilo

Minerais típicos do elemento

cobaltite (CoAsS), eritrite (Co₃(AsO₄)₂·8H₂O), glaucodot ((Co,Fe)AsS), linæite (Co₃S₄), smaltite (CoAs₃),

Possíveis minerais hospedeiros

olivina, piroxenas, anfíbolos, micas, granadas, pirite, blenda

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

Crusta continental	24	Arenitos, Quartzitos	0.33
Crusta continental superior	11.6	Grauvaques	15
Granitos, Granodioritos	1	Argilitos, Xistos	19
Gabros, Basaltos	48	Calcários	0.1
Rochas Ultramáficas	110	Solos	10

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ni-Co-Pt-Fe-Cu-Ag-Au-Se-Te-S (depósitos de sulfuretos massivos de Ni-Cu), Ni-Co-Ag-Fe-Cu-Pb-Zn-As-Sb-Bi-U (Minério de sulfuretos de Cu-Co), Co-Au-Ag (alguns minérios de Au e Ag), Ni-Co-Fe-Mn-Cr (laterites), Mn-Ni-Cu-Zn-Co (nódulos de Mn do fundo marinho), U-Co-V-As-Mo (alguns depósitos de U).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Presença de sulfuretos, adsorção, pH.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas (magnetes), cerâmica, catalizadores, tintas, indústria aeroespacial, aço inoxidável, cromagem e niquelagem, indústria do plástico.

Exploração e tratamento de Ni, Ag, Pb, Cu e Fe; combustão de carvão; poeiras geogênicas, meteorização, fertilizantes.

IMPACTO BIOLÓGICO Elemento essencial. O Co é o átomo central da vitamina B12. É tóxico nos humanos em doses superiores a 25 mg/dia. Poeiras cobálticas são carcinogênicas. A carência em Co é mais frequente do que problemas de intoxicação. O problema do esgotamento de Co em solos agrícolas tem aumentado. Um solo é considerado carenciado se o teor em Co <5 ppm. Excesso de Co pode originar carência em Fe e Cu.

PROSPECCÃO Este elemento tem servido como elemento guia de depósitos de minério ricos em Co; no caso de o Cu acompanhar o Co no minério primário, aquele é um elemento mais eficaz do que este. Presume-se que algumas plantas podem ser bons indicadores de depósitos de Co.

O Crómio é um elemento traço da crosta terrestre. As rochas ultramáficas são, de longe, as que apresentam teores mais elevados, seguidas pelas máficas. A cromite, que é o mineral de Cr mais frequente nas rochas ultrabásicas não dissolve em água régia.

Alguns dos teores altos observados nas amostras de sedimentos fluviais de Portugal, após ataque com água régia, observam-se sobre os Maciços de Morais e Bragança, onde afloram rochas ultramáficas. Em termos das classes litológicas dominantes, verifica-se que os sedimentos fluviais originados a partir de rochas metassedimentares (mdn = 31 ppm) e de rochas carbonatadas (mdn = 22 ppm) são os que apresentam teores médios mais elevados. Em termos de zonas geotectónicas, verifica-se que na ZSP (mdn = 34 ppm; C%=30.8) e ZOM (mdn=32 ppm; C%=45.9) se registam teores monotonicamente elevados, indicando que são zonas, por um lado, enriquecidas e por outro, homogéneas quanto ao teor em Cr.

Os teores altos observados a Sul de Braga, junto ao Porto e a Sul deste, a Oeste de Leiria, a Norte de Santarém (Alcanena-Torres Novas), Lisboa-Setúbal, deverão ter uma explicação, pelo menos em parte, antropogénica, de origem industrial, embora possa, nalguns casos ter uma contribuição relacionada com antigas explorações mineiras; o caso de Rio de Frades (NW de Viseu) deverá relacionar-se em exclusivo com este último aspecto.

O ataque químico com AcNH_4 dissolve muito poucas fases de suporte onde se concentra o Cr. À parte as amostras originadas a partir de rochas carbonatadas, para as quais este ataque químico permite extrair cerca de 20% do obtido com água régia, para as restantes classes verifica-se que a percentagem de extracção em termos médios não ultrapassa 1%.

A imagem geoquímica obtida recorrendo ao ataque químico com AcNH_4 permite confirmar o que se referiu no parágrafo anterior. Permite ainda reafirmar a ideia da origem antropogénica para alguns dos teores elevados observados no caso do ataque com água régia.

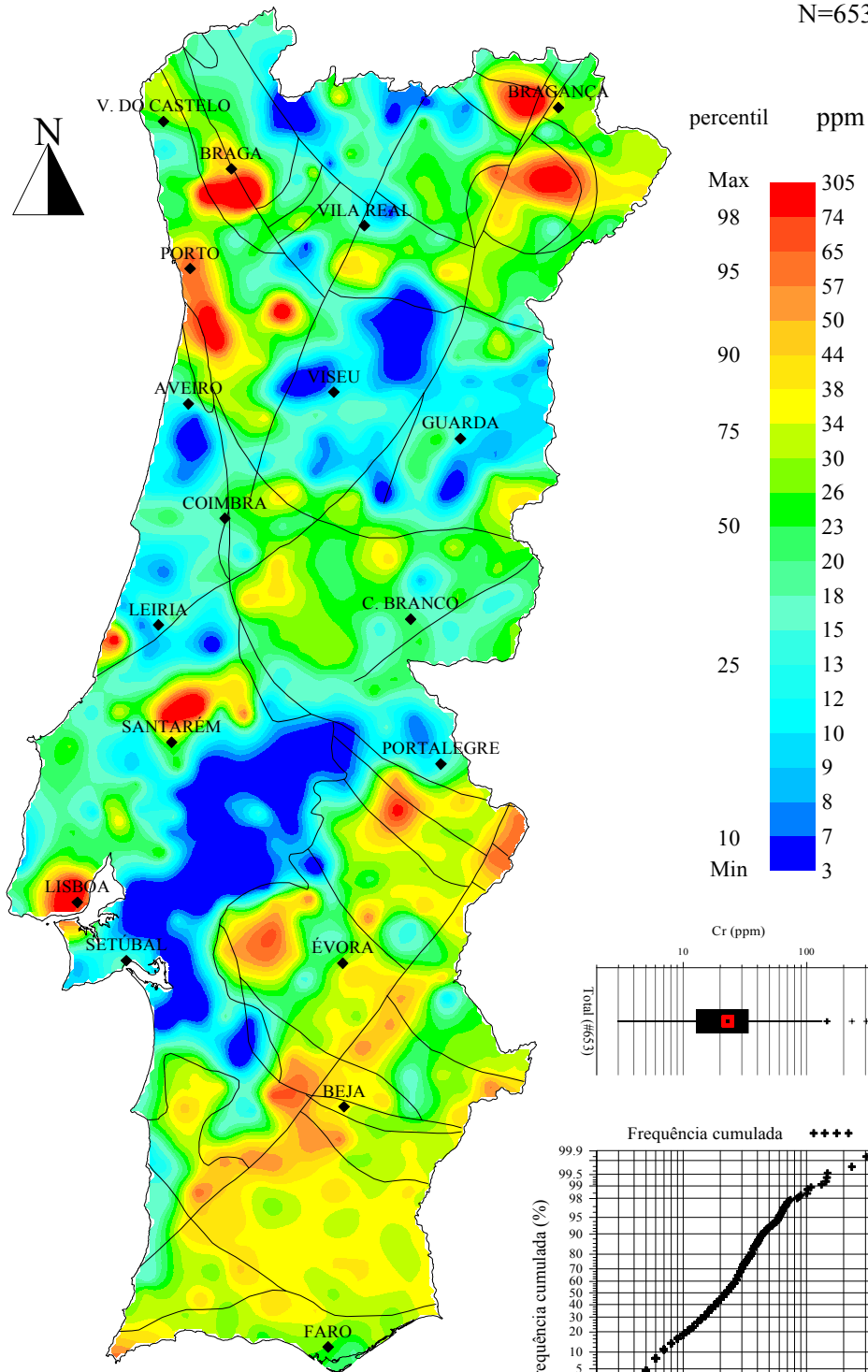
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Cr

Sedimentos
de Corrente

N=653



— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

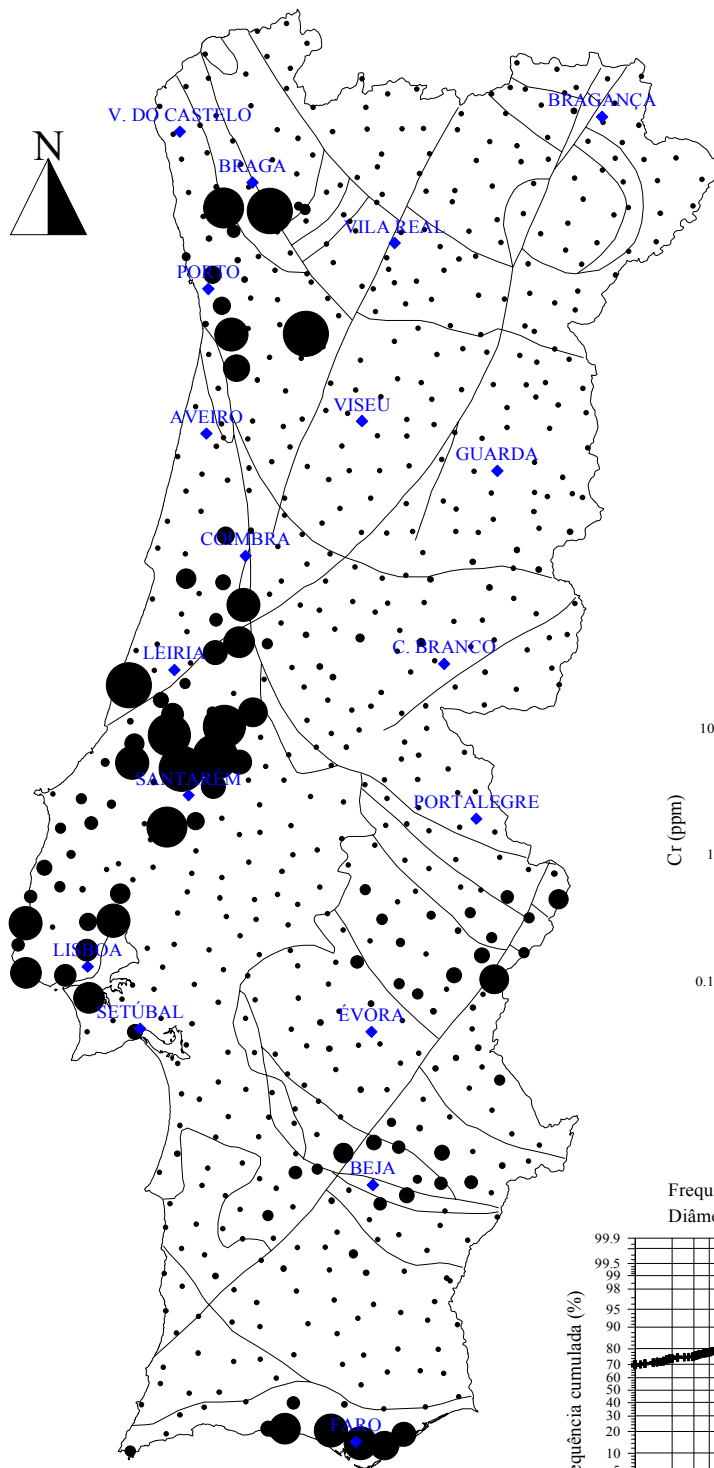
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amónio, AAS)

Cr

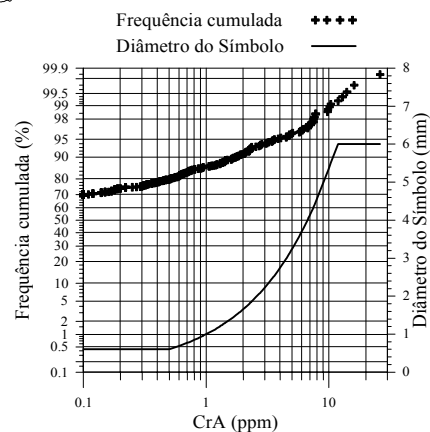
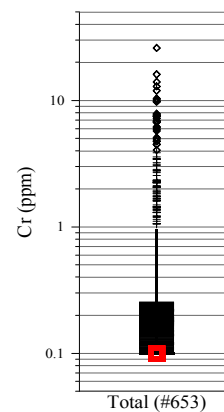
*Sedimentos
de Corrente*

N=653



ppm (percentil)

- ≥ 11.50
- 7.51 (98%)
- 3.54 (95%)
- 1.72 (90%)
- < 0.50 (79%)

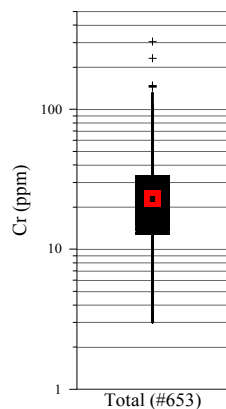


— Limites Geostruturais e Falhas

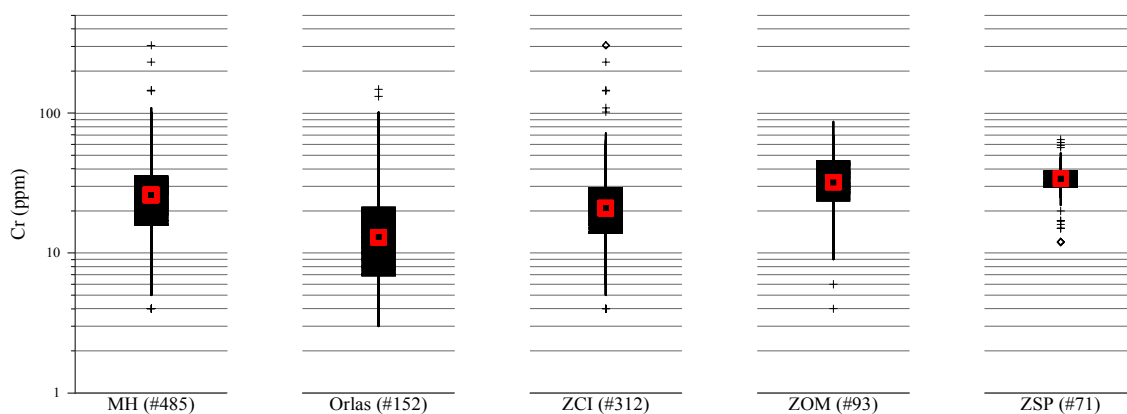
100 km



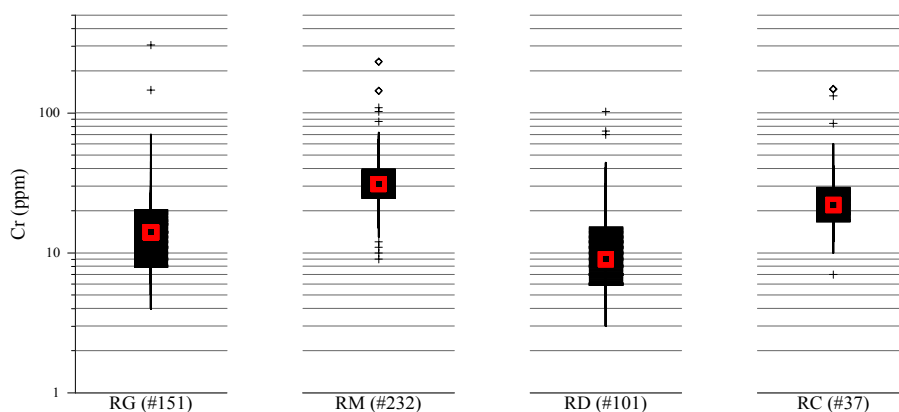
"Box-Plot" do Crómio



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

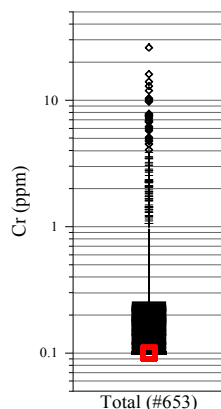


"Box-Plot" dos dados de Cr, classificados segundo a Litologia

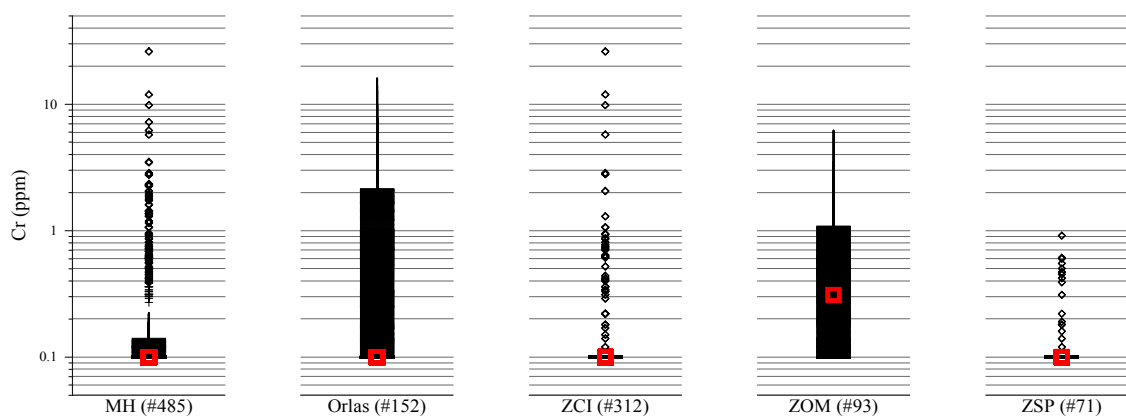


MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

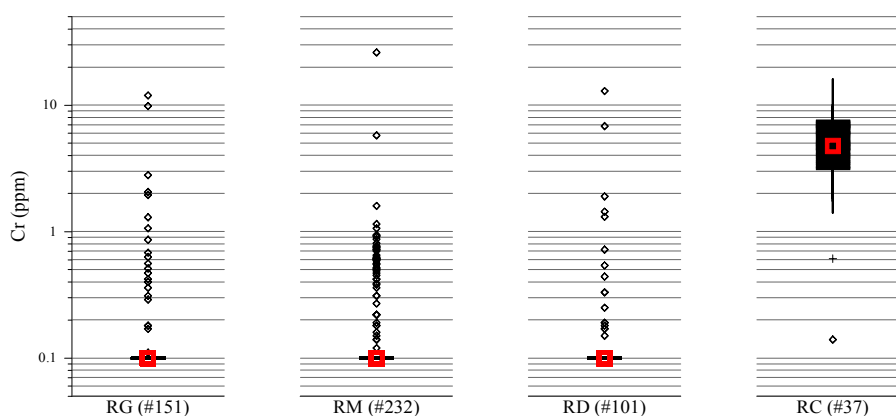
"Box-Plot" do Crómio (Acetato de Amónio)



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



"Box-Plot" dos dados de Cr (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 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	13	21	23	26	33	74	305	87.1
Acetato de Amónio:									
	0.10	0.10	0.20	0.10	0.66	0.25	7.51	26.13	309.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	4	16	24	26	29	35	70	305	80.5
Orlas	3	7	13	13	19	21	101	148	115.3
ZCI	4	14	20	21	25	29	72	305	103.7
ZOM	4	24	31	32	35	45	69	87	45.9
ZSP	12	30	33	34	34	38	62	65	30.8
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	0.10	0.16	0.10	0.42	0.14	2.79	26.13	363.6
Orlas	0.10	0.10	0.38	0.10	1.74	2.11	10.39	16.09	173.6
ZCI	0.10	0.10	0.13	0.10	0.35	0.10	2.06	26.13	504.7
ZOM	0.10	0.10	0.34	0.31	0.73	1.06	3.50	6.22	134.8
ZSP	0.10	0.10	0.13	0.10	0.17	0.10	0.61	0.91	95.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	4	8	13	14	18	20	45	305	154.0
RM	9	25	32	31	35	39	87	232	58.4
RD	3	6	10	9	13	15	70	102	109.7
RC	7	17	24	22	31	29	132*	148	98.8
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	0.10	0.13	0.10	0.33	0.10	2.06	11.92	386.6
RM	0.10	0.10	0.15	0.10	0.33	0.10	1.06	26.13	527.5
RD	0.10	0.10	0.13	0.10	0.36	0.10	1.90	12.92	401.6
RC	0.14	3.05	4.04	4.76	5.20	7.47	10.39*	16.09	62.2

* 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 detriticas; RC = Rochas carbonatadas.

Propriedades Físico-Químicas

Número Atómico	24
Massa Atómica	51.996
Densidade (g/cm ³)	7.19
Raio Atómico (Å)	1.25
Prop. do óxido	ácido forte
Grupo(s)	não-metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

cromite (FeCr₂O₄), crocoite (PbCrO₄)

Possíveis minerais hospedeiros

piroxenas, anfíbolos, micas, granadas, espinelas

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

Crusta continental	126	Arenitos, Quartzitos	35
Crusta continental superior	35	Grauvaques	88
Granitos, Granodioritos	4.1	Argilitos, Xistos	90
Gabros, Basaltos	170	Calcários	11
Rochas Ultramáficas	2980	Solos	43

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Cr-Cu-Ni-Co-PGE (Platinum Group Elements)

MOBILIDADE AMBIENTAL Muito baixa em todo o tipo de ambientes. A forma Cr⁶⁺ é mais móvel nos solos que a forma Cr³⁺, no entanto reduz-se rapidamente (algumas semanas) para esta última.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Mobilidade muito baixa.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Aço inoxidável, ligas, cromagem, corantes, cerâmica, catalizadores, tinturaria, curtumes, vernizes para madeira, tijolos refractários, fitas magnéticas.

Poeiras geogénicas, meteorização, indústria química, fundição de aço, electrometalurgia, fundição de Cu, combustão de gás natural, petróleo e carvão, lama de esgotos (sewage sludge?), incineração de resíduos, alguns fertilizantes de P.

IMPACTO BIOLÓGICO Essencial para alguns organismos. Sob a forma Cr³⁺ é considerado relativamente inofensivo mas sob a forma Cr⁶⁺ é altamente tóxico, conhecendo-se alguns compostos desta última cancerígenos. Algumas árvores, líquenes e musgos podem acumular Cr.

PROSPECCÃO Na maioria dos ambientes as anomalias associadas a depósitos de cromite são definidas por grãos residuais ou detriticos deste mineral, quer nos solos quer nos sedimentos.

O Cobre é um elemento traço da crosta terrestre. Teores elevados de origem natural são essencialmente dados por rochas máficas, argilitos e xistos e rochas ultramáficas.

Das quatro classes litológicas consideradas verifica-se que são as amostras colhidas sobre as rochas metassedimentares (mdn = 28 ppm) que apresentam teores médios mais elevados, seguidas pelas que foram colhidas sobre rochas carbonatadas (mdn = 22 ppm). A ZSP com o valor da mediana mais elevado (31 ppm) e o valor de dispersão mais baixo ($C\%=60.4$) é a zona geostrutural mais enriquecida e ao mesmo tempo mais homogénea. Os teores mais elevados que aqui se verificam são junto à antiga mina de S. Domingos (pirites, Cu) e junto ao sienito neflínico de Monchique. As quatro amostras com teores elevados que se encontram na ZOM são também elas explicadas pela proximidade de ocorrências minerais de Cu. Ocorrências minerais e/ou escombrelas de antigas explorações minerais de Cu, Pb, W-Sn, Sn-Ti deverão também ser a justificação dos teores observados na ZCI. A excepção deverá ser a região Braga-Porto-Oliveira de Azeméis onde se pode suspeitar também de contribuição antropogénica, essencialmente de origem industrial e urbana. Nas Orlas os teores elevados registados na região de Azambuja-Lisboa e Seixal-Montijo deverão também conter uma explicação antropogénica, motivada pela existência de diversos tipos de indústria; já os teores elevados da área de Torres Vedras-Lourinhã-Bombarral poderão, pelo menos em parte, ser explicados pela intensa actividade agrícola da região.

No caso do ataque químico com AcNH_4 , verifica-se que este permite extrair um valor médio de cerca de 5% do extraído pela água régia, com excepção das amostras classificadas como “carbonatadas” que é cerca de 4 vezes mais elevada (21%).

A imagem geoquímica do Cu obtida após ataque com AcNH_4 permite confirmar as ideias expostas para o outro ataque químico. Um dos dados significativos que acrescenta é a “visibilidade” da área mineira de Aljustrel, bem como o surgimento de um ligeiro contraste dos teores em Cu que separa o sector norte (teores mais elevados) do sector sul (teores mais baixos) da Faixa Piritosa.

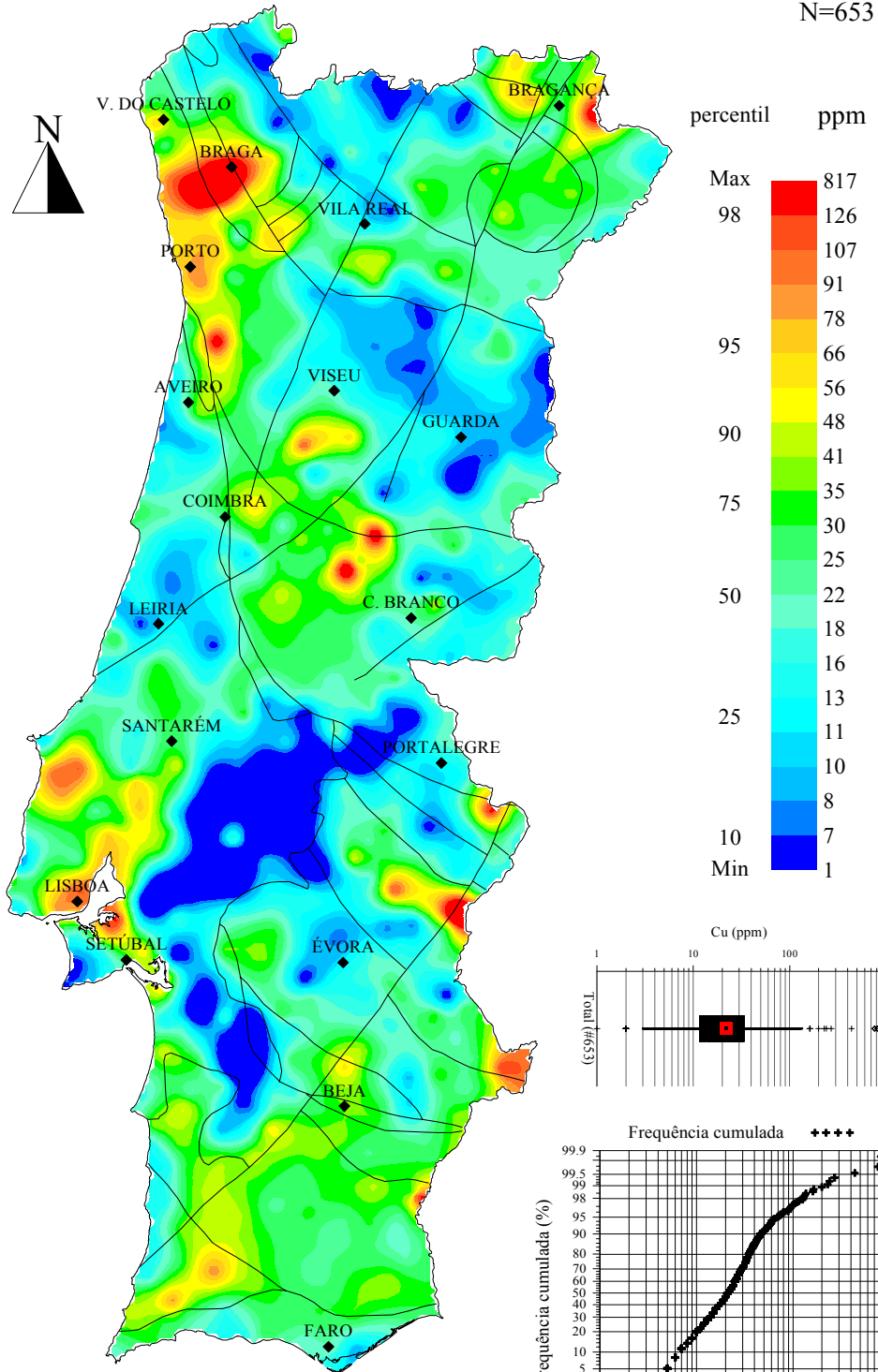
**GEOQUÍMICA de PORTUGAL
cartografia regional 2000**

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

Cu

*Sedimentos
de Corrente*

N=653



— Limites Geostruturais e Falhas

100 km



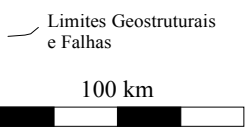
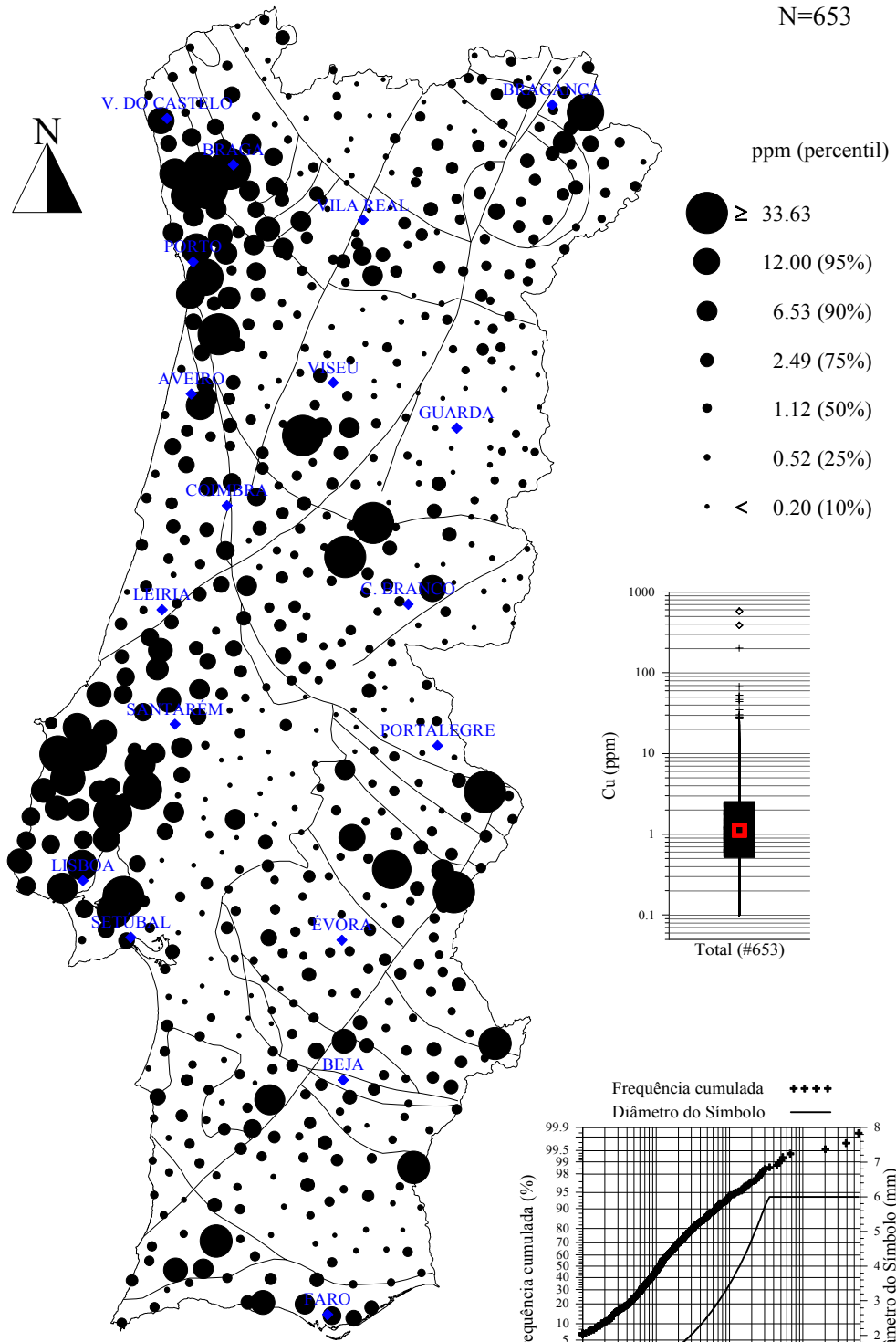
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

(<80#, Acetato de Amônio, AAS)

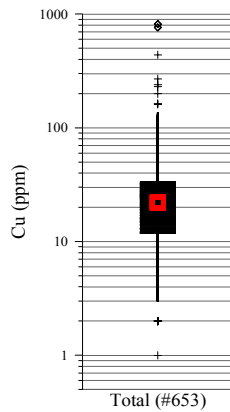
Cu

*Sedimentos
de Corrente*

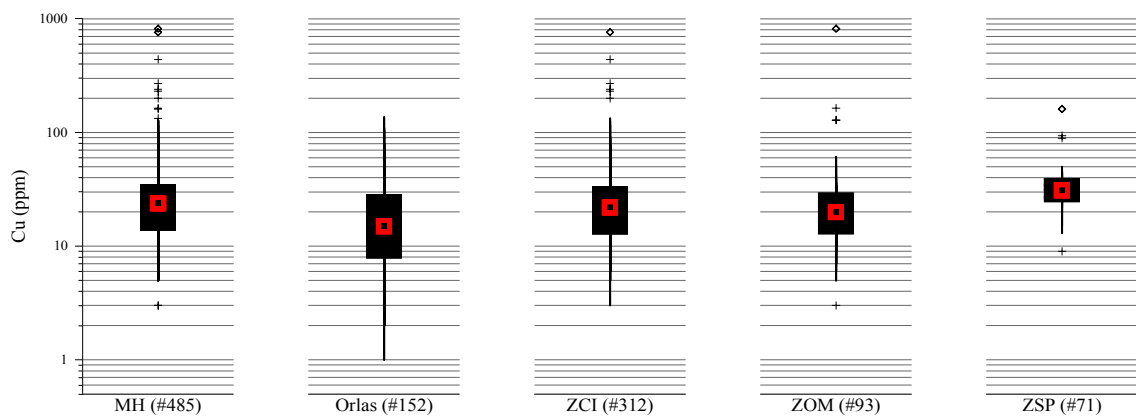
N=653



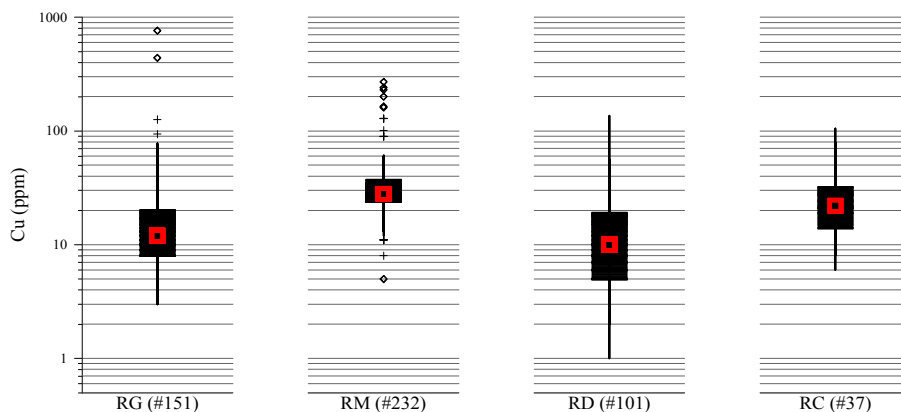
"Box-Plot" do Cobre



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

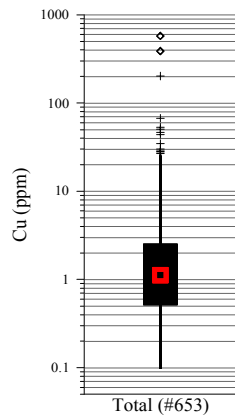


"Box-Plot" dos dados de Cu, classificados segundo a Litologia

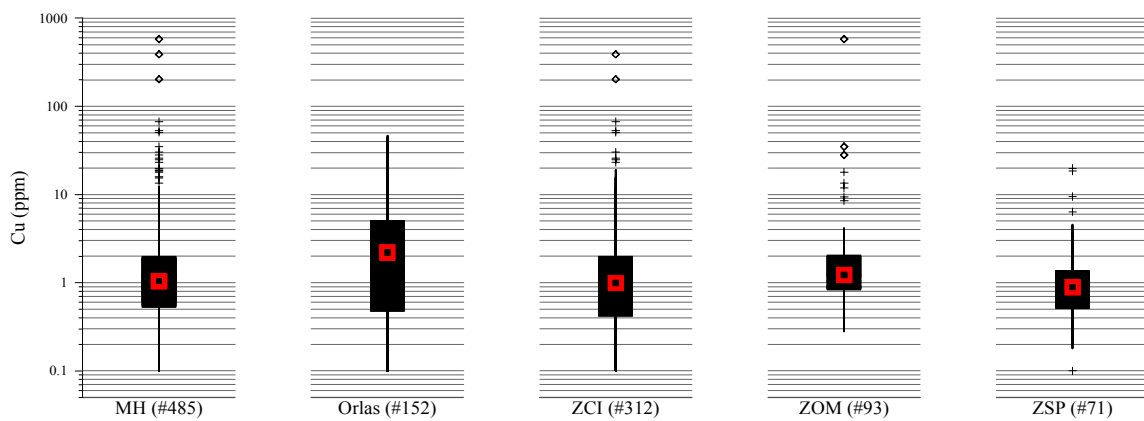


MH=Maiço Hespérico; Orlas=Orla Ocidental+Orla Algarvia;
 ZCI=Zona Centro Ibérica; ZOM=Zona de Ossa Morena; ZSP=Zona Sul Portuguesa;
 RG=Rochas Graníticas; RM=Rochas Metassedimentares;
 RD=Rochas Sedimentares Detríticas; RC=Rochas Carbonatadas
 (# número de amostras)

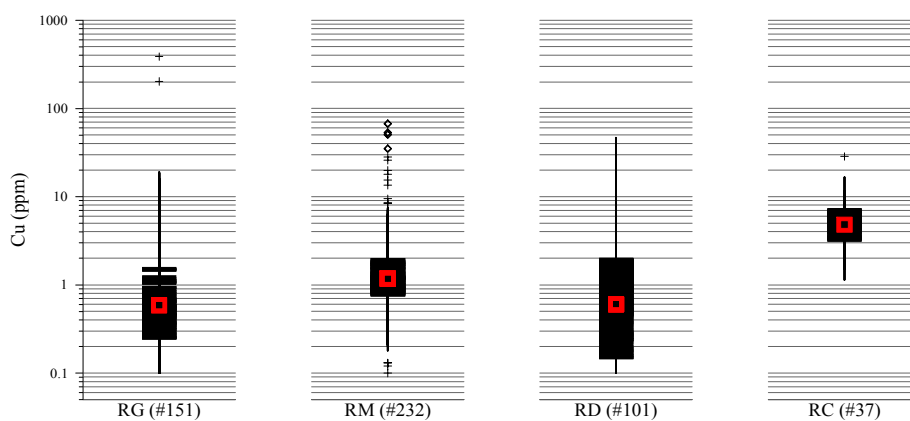
"Box-Plot" do Cobre (Acetato de Amônio)



"Box-Plot" dos dados de Cu (AA), classificados segundo a Zona Geoestrutural



"Box-Plot" dos dados de Cu (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%
	1	12	20	22	30	33	126	817	175.0
Acetato de Amónio:									
	0.10	0.52	1.17	1.12	4.67	2.49	25.93	577.10	617.1

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	3	14	22	24	33	34	133	817	182.0
Orlas	1	8	14	15	22	28	99	136	104.5
ZCI	3	13	21	22	32	33	133	762	177.2
ZOM	3	13	20	20	34	29	164	817	253.2
ZSP	9	25	30	31	34	39	94	161	60.4
Acetato de Amónio:									
MH	0.10	0.54	1.08	1.04	4.84	1.94	25.93	577.10	685.6
Orlas	0.10	0.47	1.50	2.20	4.38	4.96	27.00	46.73	162.2
ZCI	0.10	0.43	0.99	0.98	4.44	1.96	25.93	388.50	573.1
ZOM	0.28	0.83	1.51	1.22	8.82	2.00	34.92	577.20	677.9
ZSP	0.10	0.51	0.95	0.89	1.75	1.35	18.45	19.80	188.2

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	3	8	14	12	27	20	94	762	271.1
RM	5	24	30	28	36	37	164	270	92.4
RD	1	5	10	10	16	19	56	136	117.7
RC	6	14	23	22	28	32	90*	105	80.4
Acetato de Amónio:									
RG	0.10	0.25	0.72	0.59	5.66	1.59	18.45	388.50	627.3
RM	0.10	0.76	1.28	1.18	2.86	1.95	28.06	67.35	260.1
RD	0.10	0.15	0.64	0.60	2.13	1.96	14.58	46.73	253.9
RC	1.14	3.21	4.79	4.82	6.15	7.18	16.66*	28.62	85.0

* 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	29
Massa Atômica	63.546
Densidade (g/cm ³)	8.96
Raio Atômico (Å)	1.28
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo

Minerais típicos do elemento

calcopirite (CuFeS₂), bornite (Cu₅FeS₄), calcosite (Cu₂S), malaquite (Cu₂CO₃(OH)₂), covelite (CuS), digenite (Cu₉S₅), tetraedrite (Cu₁₂Sb₄S₁₃), Cu nativo

Possíveis minerais hospedeiros

micas (biotite), piroxenas, anfíbolos, magnetite

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

Crusta continental	25	Arenitos, Quartzitos	10
Crusta continental superior	14.3	Grauvaques	24
Granitos, Granodioritos	12	Argilitos, Xistos	42
Gabros, Basaltos	72	Calcários	5
Rochas Ultramáficas	42	Solos	15

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ni-Cu-Pt-Cr (depósitos ultrabásicos de Pt), Cu-Pb-Zn-Cd-Ag-Fe-As-Sb (sulfuretos maciços), Cu-Mo-Re-Fe (“porphyry copper”), Ag-Zn-Pb-Mo-Co (“shales” cupríferos).

MOBILIDADE AMBIENTAL Média sob condições de oxidação, elevada em meio ácido, muito baixa em ambiente neutro a alcalino e redutor. A mobilidade do Cu é muito dependente do C orgânico, sendo particularmente estável para 5 < pH < 6.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Presença de sulfuretos; aumento do pH; adsorção.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Indústria elétrica (fios elétricos), canalizações, corantes, ligas, moedas, algicidas, bactericidas, moluscoicidas, fungicidas e inseticidas.

Exploração e fundição de Cu, fundição de outros elementos não-ferrosos, indústria do plástico, fundição de aço, agricultura, poeiras geogénicas, meteorização das rochas, tratamento de esgotos (suinicultura).

IMPACTO BIOLÓGICO Essencial para todos os organismos. É tóxico, quando em doses elevadas. Verifica-se carência de Cu nas plantas em solos com teores < 5 ppm. Excesso de Cu induz carência de Zn e vice-versa. CuSO₄ é frequentemente usado como suplemento nutricional na suinicultura.

PROSPECÇÃO A análise de Cu em solos e sedimentos é um dos métodos com maior sucesso na prospecção de depósitos de Cu. O teor na vegetação pode ser um razoável indicador de bedrock mineralizado. Para além do Cu, o Mo, K, Rb, Sr, Au e a razão Ba/Sr podem ser usados como elementos pista na prospecção de mineralizações do tipo “porphyry copper”.