

O Ferro é um dos elementos maiores da crosta terrestre. As rochas ultrabásicas e as rochas máficas são as formações rochosas com níveis mais elevados de Fe da crosta, seguidos pelos Xistos. Pontualmente, as zonas envolventes das minas de Fe e/ou ricas em sulfuretos poderão apresentar teores elevados.

Existe uma clara separação geoquímica quanto ao teor deste elemento, entre o Maciço Hespérico (teores elevados) e as Orlas (teores baixos). Este padrão geoquímico é eminentemente geogénico, causado pelo domínio de formações sedimentares detríticas arenosas e carbonatadas nas Orlas, as quais tipicamente apresentam teores baixos de Fe.

Na ZCI existe uma clara relação, por um lado, entre os teores baixos e as área graníticas e por outro, entre os teores elevados e as área onde dominam as rochas metassedimentares. Na área mais NE de Portugal verificam-se os teores mais elevados da ZCI.

A ZSP é seguramente a zona geostrutural mais enriquecida (mdn = 43900 ppm) e mais homogénea (C% = 24.5) em termos de teores em Fe.

Os teores mais elevados de Fe nas Orlas situam-se junto ao troço inferior do Tejo. A deposição, na época das cheias, de sedimentos de fracção mais fina, com condições favoráveis à precipitação de óxidos e hidróxidos de Fe na grande planície de inundação do Baixo-Tejo, deverá explicar este padrão geoquímico. A existência de rochas basálticas junto a Lisboa poderão ajudar a justificar os teores elevados que aí se observam, ainda que possa haver também alguma contribuição antropogénica.

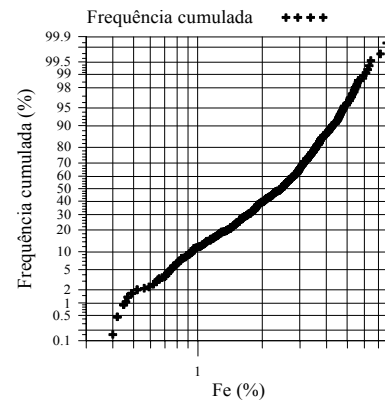
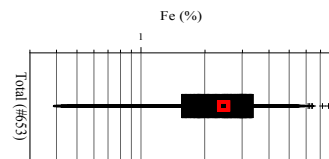
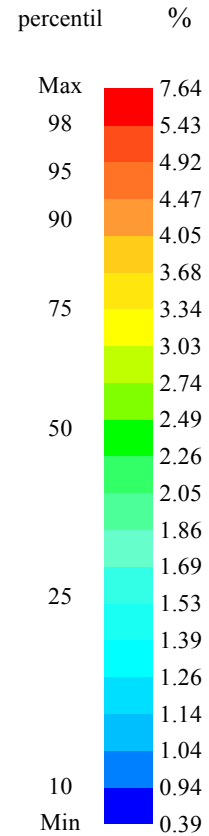
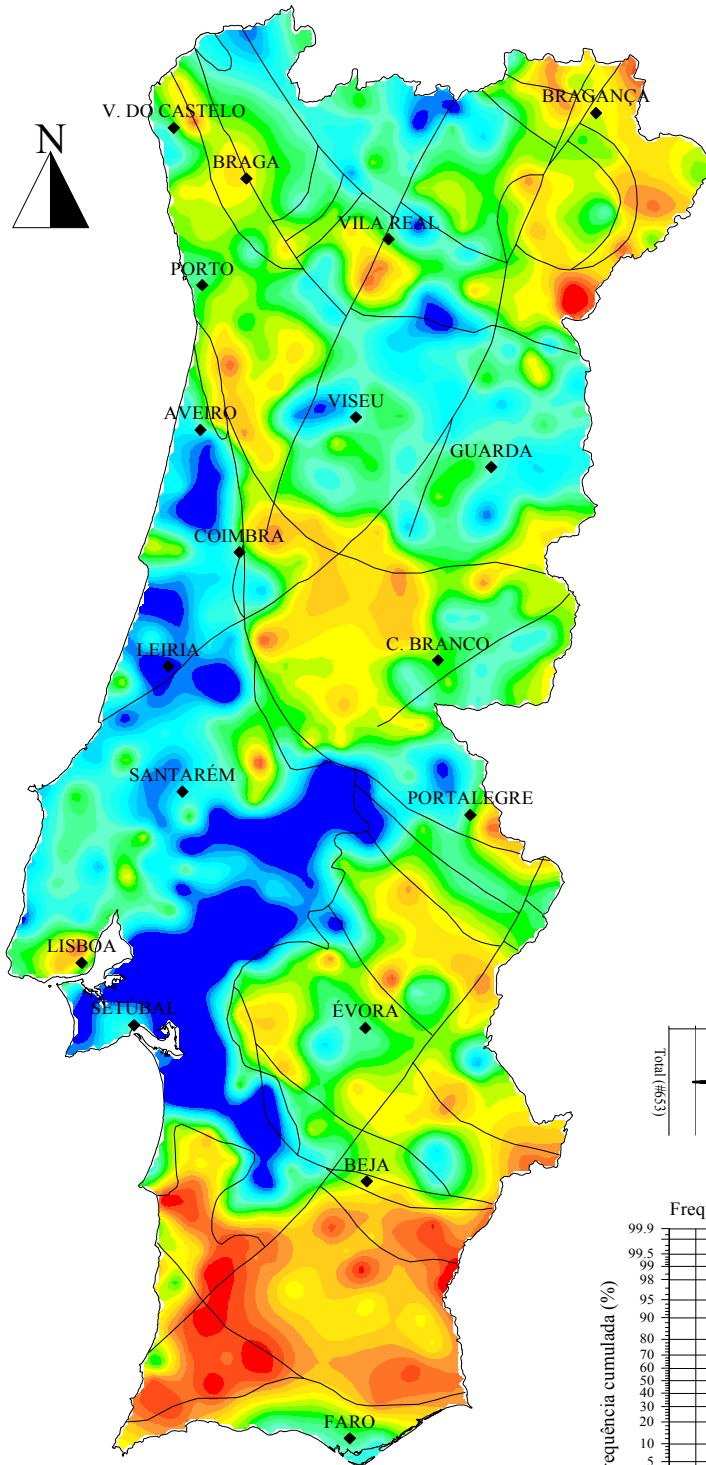
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

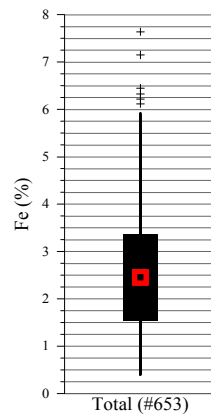
Fe

Sedimentos
de Corrente

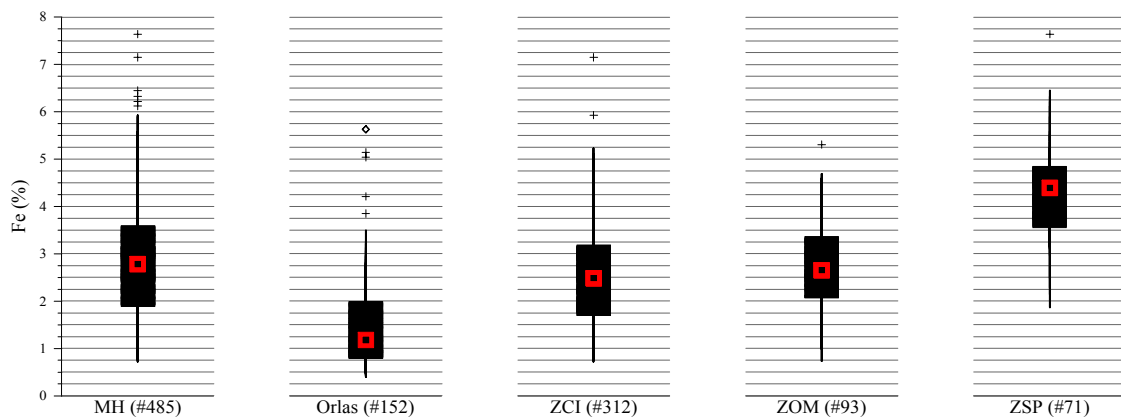
N=653



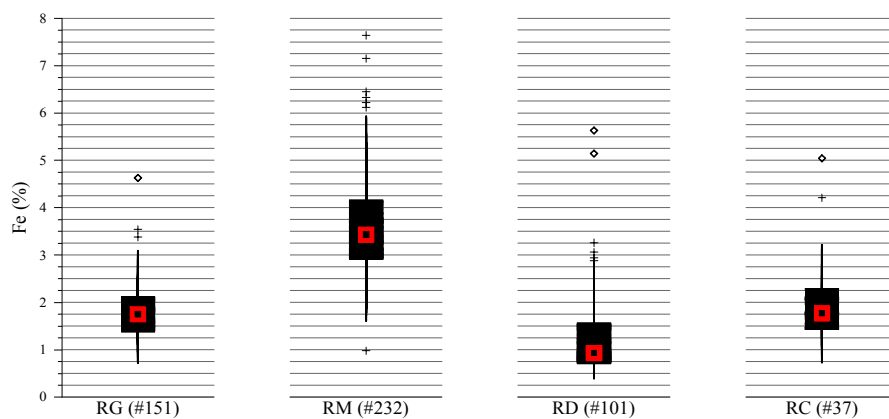
"Box-Plot" do Ferro



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



"Box-Plot" dos dados de Fe, 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%
3900	15600	21900	24500	25300	33400	54300	76400	50.3

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	7200	19000	26000	27800	28500	35600	55500	76400	41.3
Orlas	3900	8100	12400	11800	14900	19800	42100	56300	64.7
ZCI	7200	17200	23300	24800	25300	31700	48000	71500	40.1
ZOM	7300	20700	25800	26500	27400	33400	46900	53100	32.8
ZSP	18700	35500	42000	43900	43300	48400	64500	76400	24.5

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	7200	13800	16900	17500	17900	21000	30900	46300	34.5
RM	9800	29300	34400	34200	35800	41300	62200	76400	28.6
RD	3900	7100	10600	9300	12800	15700	32600	56300	72.3
RC	7300	14300	18200	17700	20000	22700	42100*	50400	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.

FERRO

Fe

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	26
Massa Atômica	55.845
Densidade (g/cm ³)	7.874
Raio Atômico (Å)	1.24
Prop. do óxido	anfotérico
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	calcófilo, siderófilo

Minerais típicos do elemento

magnetite (Fe₃O₄), hematite (Fe₂O₃), goetite/limonite (FeO(OH)), siderite (FeCO₃), pirite (FeS₂)

Possíveis minerais hospedeiros

olivinas, piroxenas, anfíbolos, micas, granadas

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

Crusta continental	43200	Arenitos, Quartzitos	9800
Crusta continental superior	30890	Grauvaques	41265
Granitos, Granodioritos	14200	Argilitos, Xistos	47000
Gabros, Basaltos	86500	Calcários	3800
Rochas Ultramáficas	94300	Solos	21000

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Fe-Mg-Mn-V-Ti-Sc-S (em muitos silicatos e sulfuretos); Fe-Mn (nódulos polimetálicos do fundo marinho).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Oxidação; aumento de pH; precipitação sob a forma de óxidos, hidróxidos ou oxi-hidróxidos de Fe, co-precipitando muitos outros metais.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Aço, construção civil, indústria dos transportes, corantes, tratamento de esgotos.

Meteorização das rochas, poeiras geogénicas, indústria do Fe e aço.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos. É tóxico para os humanos para níveis de teor na água de consumo > 200 mg/l. O problema da carência de Fe está bastante generalizado, especialmente em áreas com solos ricos em Ca. O composto FeSO₄.7H₂O é usado como fertilizante herbicida. A disponibilidade do Fe nos solos depende do pH, teor em fosfatos e teor noutros metais.

PROSPECCÃO Alguns metais co-precipitam com os óxidos de Fe nos solos sobrepostos a mineralizações de sulfuretos e nos sedimentos de linhas de água que as drenam, constituindo aquele material limonítico um guia útil. O teor de Fe na matéria orgânica constituinte das turfeiras apresenta também algumas potencialidades na prospecção de sulfuretos não aflorantes.

O Potássio é um dos elementos maiores da crosta terrestre. Os granitos, em particular os alcalinos e os granodioritos, são o tipo de rochas com níveis mais elevados de K da crosta, seguidos pelos Argilitos e Xistos. Em geral as fontes geogénicas sobrepõem-se às antropogénicas.

Os teores mais elevados de K em sedimentos fluviais de Portugal continental relacionam-se com as rochas graníticas em geral. No entanto, a imagem geoquímica deste elemento é marcada pela existência de uma mancha de elevados teores na parte NW da ZCI onde dominam granitóides de características moderadamente a muito aluminosas e com $K_2O > Na_2O$ (BEA, 1987), apresentando ao mesmo tempo um grau de alteração elevado (PEREIRA, 1992).

Os teores mais altos observados na ZOM coincidem genericamente com a presença de granitóides. A ZSP apresenta teores monotonamente baixos, destacando-se, de forma tímida, o granitóide mais significativo que aflora nesta zona (sienito nefelínico de Monchique).

As amostras referentes às formações arenosas das Orlas são as que apresentam valores médios mais baixos (mdn = 700 ppm). As amostras de sedimentos carbonatados apresentam teores relativamente elevados, justificados pelo facto de a água régia destruir totalmente os carbonatos.

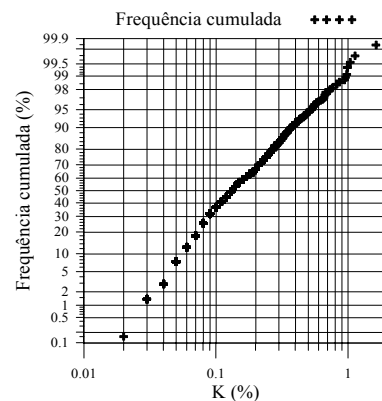
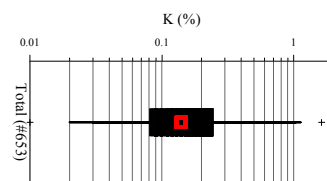
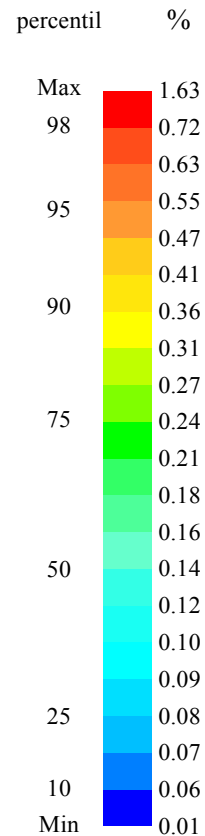
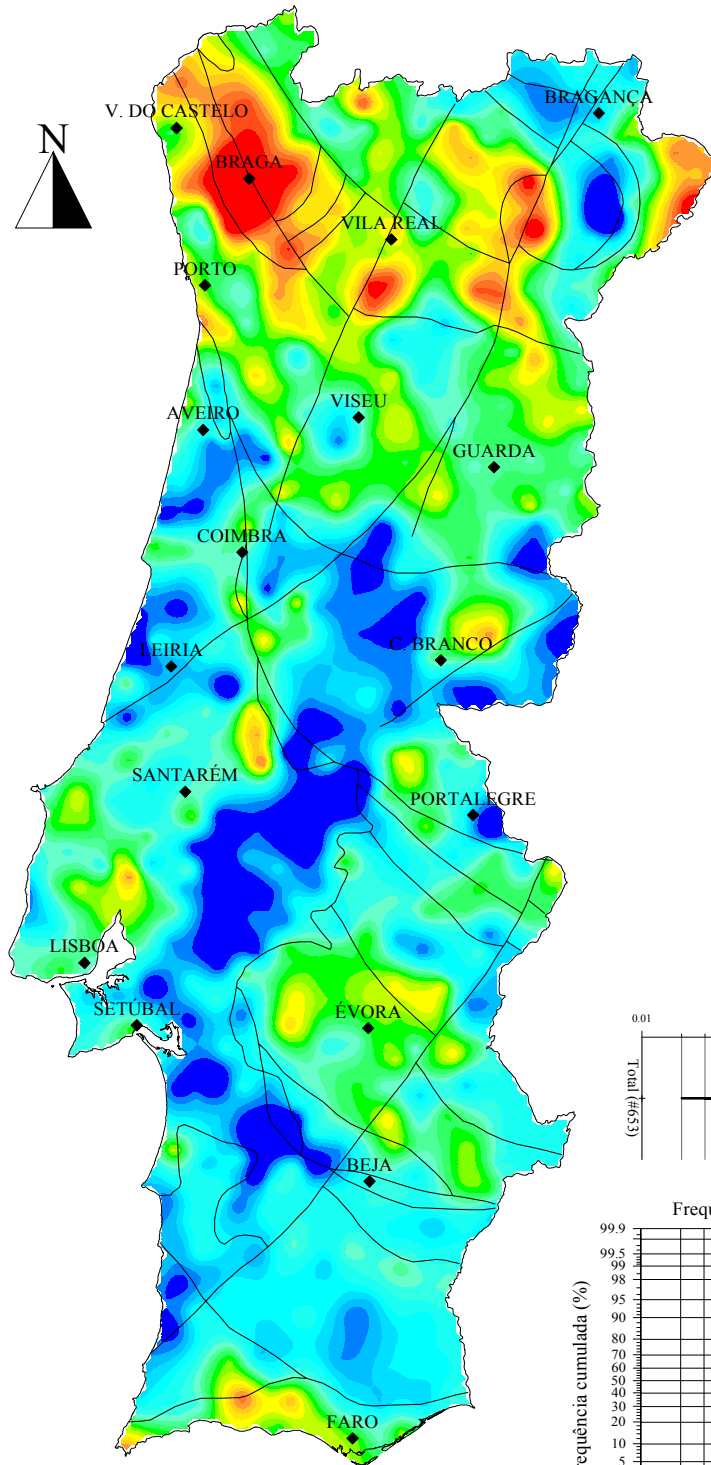
GEOQUÍMICA de PORTUGAL
cartografia regional 2000

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

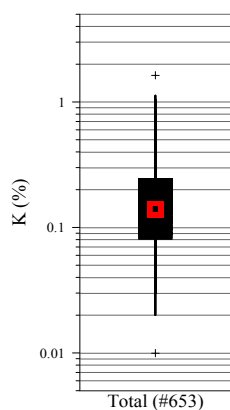
K

Sedimentos
de Corrente

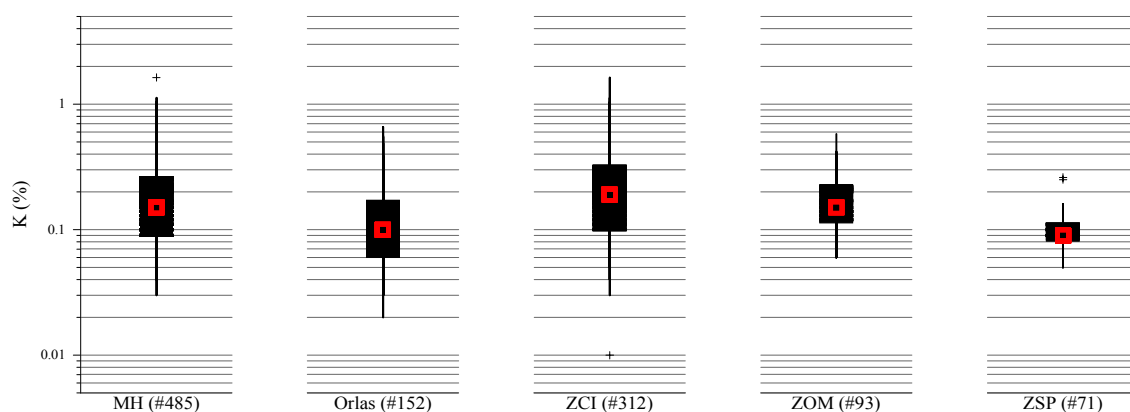
N=653



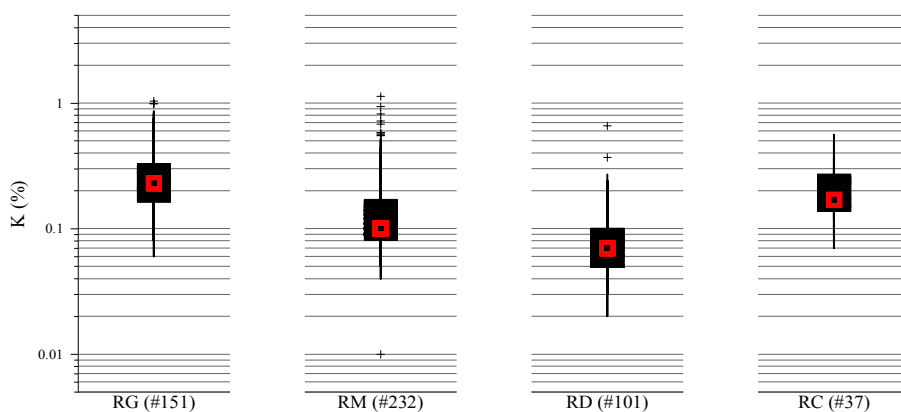
"Box-Plot" do Potássio



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



"Box-Plot" dos dados de K, 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	800	1500	1400	1900	2400	7200	16300	89.5

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	100	900	1600	1500	2100	2600	8200	16300	87.3
Orlas	200	600	1000	1000	1400	1700	4900	6600	80.1
ZCI	100	1000	1800	1900	2500	3200	9600	16300	86.0
ZOM	600	1100	1600	1500	1800	2300	5100	5800	54.5
ZSP	500	800	1000	900	1000	1100	2500	2600	35.9

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	600	1600	2400	2300	2800	3300	9800	10400	66.3
RM	100	800	1200	1000	1600	1700	6800	11300	95.1
RD	200	500	800	700	900	1000	2800	6600	87.4
RC	700	1400	1900	1700	2100	2700	4900*	5600	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.

POTÁSSIO

K

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	19
Massa Atômica	39.098
Densidade (g/cm ³)	0.862
Raio Atômico (Å)	2.27
Prop. do óxido	base forte
Grupo(s)	alcalino, metal leve
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

silvite (KCl), carnalite (KCl.MgCl₂.6H₂O), alunite (KAl₃(SO₄)₂(OH)₆), kainite (MgSO₄.KCl.3H₂O), ortoclase (KAlSi₃O₈), micas e outros minerais primários

Possíveis minerais hospedeiros

-

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

Crusta continental	21400	Arenitos, Quartzitos	10700
Crusta continental superior	28650	Grauvaques	16604
Granitos, Granodioritos	42000	Argilitos, Xistos	26600
Gabros, Basaltos	8300	Calcários	2700
Rochas Ultramáficas	34	Solos	11000

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Ba-Rb-K (em muitos minerais).

MOBILIDADE AMBIENTAL Baixa em todo o tipo de condições.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Fertilizantes, ligas, indústria química, pólvora (nitrato de K), indústria vidreira.

Fertilizantes, poeiras geogénicas, “spray” marinho. Fontes naturais são geralmente mais importantes do que as antropogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos. É considerado não tóxico; sais de K concentrados matam plantas. Apresenta enriquecimento nas plantas relativamente aos solos. Muitos compostos de K são usados como fertilizantes (ex.: KCl, K₂SO₄, K₂CO₃, KNO₃).

PROSPECCÃO A distribuição de minerais de K em zonas de alteração de depósitos do tipo “porphyry copper” é considerado um guia; levantamentos radiométricos podem ser eficazes devido às suas características radioactivas. Na ausência do estádio de “albitização” a razão K/Na pode ser útil na verificação da proximidade de mineralização para uma série de tipos de depósitos minerais.

O Lantânio é um elemento traço da crosta terrestre. Embora pertença ao grupo das Terras Raras, não é de facto um elemento muito raro. Entre as rochas mais comuns, os granitos e granodioritos são as que apresentam níveis de teor de La mais elevado, seguidos dos Argilitos e Xistos.

O La nos sedimentos de corrente de Portugal caracteriza-se por apresentar uma baixa variabilidade (C% = 49.6) geoquímica. Os teores mais elevados surgem em ligação com os granitóides (mdn = 31 ppm). O La, tal como acontece com outros elementos (Al, K, Th), surge particularmente enriquecido na área NW de Portugal, especialmente associado a Granitóides Sinorogénicos biotíticos Tardi a Pós F3, com características moderadamente a muito aluminosas e com grau de meteorização elevado.

Na ZOM a associação do La aos granitóides não é tão nítida.

Observa-se um conjunto de altos teores em amostras colhidas sobre formações sedimentares contíguas à ZOM de difícil explicação, embora não seja de admitir uma origem antropogénica. O mais provável é que, subjacentes às formações sedimentares, se encontrem a pouca profundidade rochas (graníticas ?) meteorizadas da ZOM e/ou solos residuais relativamente enriquecidas em minerais resistentes (p. ex.: Zircão).

Na ZSP observam-se teores elevados nos sedimentos colhidos sobre a formação do Pulo-do-Lobo e relacionados com o sienito nefelínico de Monchique.

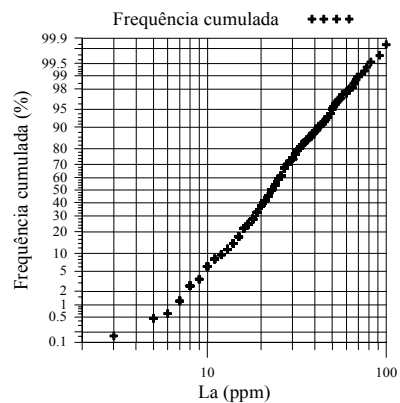
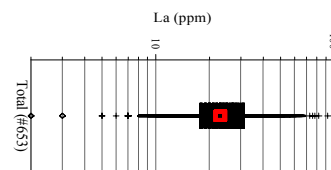
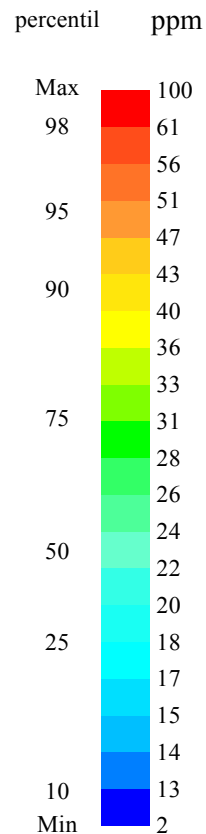
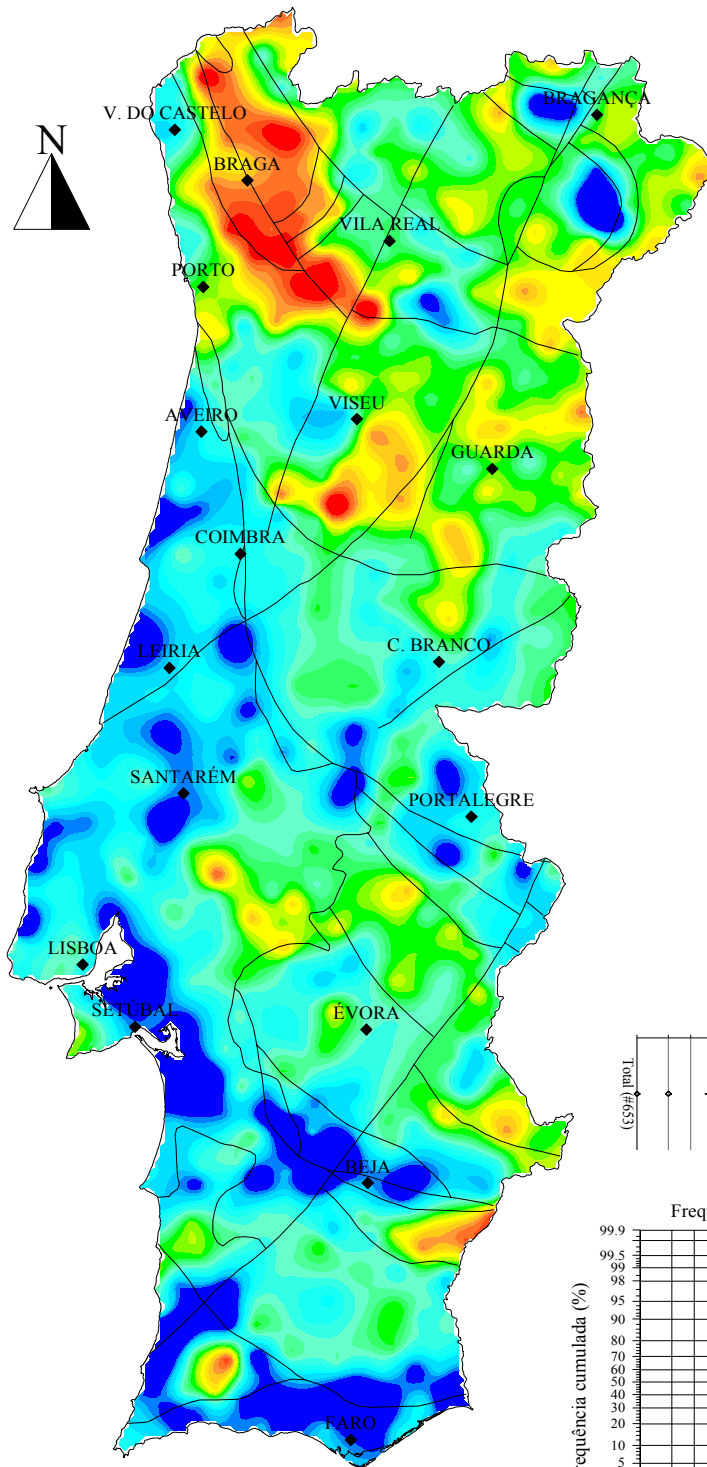
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

La

Sedimentos de Corrente

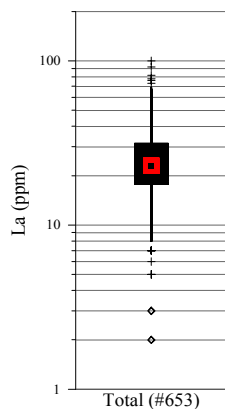
N=653



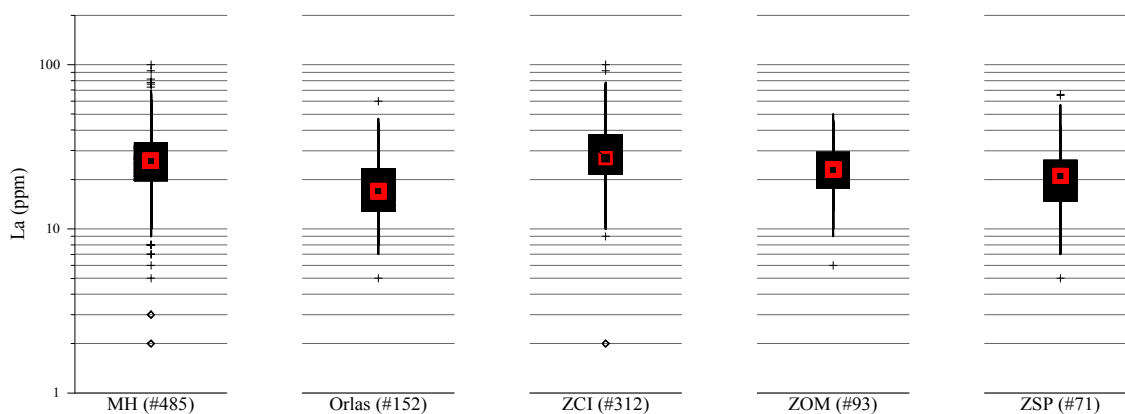
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

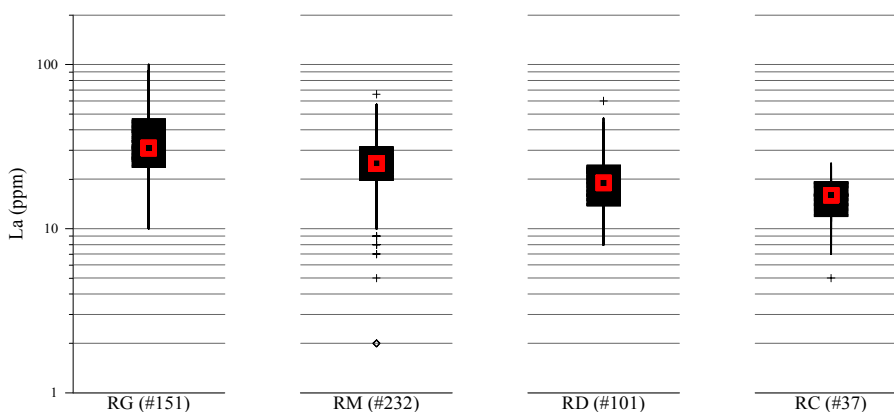
"Box-Plot" do Lantânio



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



"Box-Plot" dos dados de La, 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	18	23	23	26	31	61	100	49.6

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	2	20	26	26	28	33	66	100	46.5
Orlas	5	13	17	17	18	23	34	66	42.0
ZCI	2	22	28	27	31	37	69	100	44.3
ZOM	6	18	23	23	24	29	46	50	36.2
ZSP	5	15	20	21	23	26	65	66	53.2

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	10	24	32	31	36	46	78	100	46.9
RM	2	20	23	25	26	31	50	66	39.2
RD	8	14	18	19	20	24	44	60	43.5
RC	5	12	15	16	16	19	25*	25	29.8

* 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	57
Massa Atômica	138.906
Densidade (g/cm ³)	6.145
Raio Atômico (Å)	1.88
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	metal pesado, terras raras (TR)
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

monazite ((Ce,La,Nd,Th,etc.)PO₄), bastnasite ((Ce,La,etc.)CO₃(F,OH)), cerite ((Ce,La,Ca)₉(Mg,Fe)Si₇(O,OH,F)₂₈), alanite (Ca(Ce,La)(Al,Fe)₃(SiO₄)₃OH)

Possíveis minerais hospedeiros

biotite, apatite, piroxenas, feldspatos, zircão

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

Crusta continental	30	Arenitos, Quartzitos	7
Crusta continental superior	32.3	Grauvaques	34
Granitos, Granodioritos	55	Argilitos, Xistos	39
Gabros, Basaltos	17	Calcários	4
Rochas Ultramáficas	4	Solos	33

ASSOCIAÇÕES NATURAIS TR-Li-Rb-Cs-Be-Nb-Ta-Zr-B-Th-U-F (pegmatitos), TR-Th-P-Zr-Fe-Cu (filões de monazite), TR-Th-Ba-Sr-P-F-N-C (carbonatitos), TR-U-P-F (fosforites), TR-Au-Ti-Sn-Sr-Th (“placers”)

MOBILIDADE AMBIENTAL Muito baixa em todo o tipo de condições.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Mecânica

USOS / FONTES AMBIENTAIS Supercondutores, isqueiros, catalizadores, indústria vidreira, fibras ópticas, cerâmica, baterias.

Poeiras geogénicas, exploração e tratamento de rochas alcalinas; indústrias de cerâmica e do vidro (óxido de La). Em geral, as fontes geogénicas são mais importantes do que as antropogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É considerado não essencial. É considerado pouco tóxico; no entanto não existem muitos dados sobre a relevância dos elementos do grupo das terras raras (TR) para a saúde. A toxicidade das TR aumenta inversamente com o número atômico; se ingeridos por via oral acumulam-se nos ossos, dentes, pulmões, fígado e rins. Algumas árvores tendem a acumular La.

PROSPECCÃO O teor em TR nos solos já foi usado como guia de corpos carbonatíticos.

O Magnésio é um dos elementos maiores da crosta terrestre. As rochas ultramáficas apresentam teores bastante elevados; pelo contrário, os calcários (excepto os dolomíticos ou dolomias), os granitos e granodioritos e os arenitos e quartzitos apresentam teores baixos. Em geral as fontes geogénicas são mais importantes que as antropogénicas.

Existe uma boa separação geoquímica quanto ao teor em Mg, entre o Maciço Hespérico (mdn = 4500 ppm) e as Orlas (mdn = 1500 ppm). Este padrão geoquímico é eminentemente geogénico, causado pelo domínio de formações sedimentares detríticas arenosas e carbonatadas nas Orlas, as quais tipicamente apresentam teores baixos de Al.

Quanto às classes litológicas consideradas, as amostras colhidas sobre as rochas metassedimentares (mdn = 5500 ppm) apresentam os teores médios mais elevados.

O padrão de teores elevados que se verifica sobre os Maciços de Morais e Bragança e área envolvente, são explicados pela presença de rochas ultramáficas e máficas.

Os sedimentos fluviais das ZSP (mdn=5400 ppm; C% = 43.3) e ZOM (mdn = 4700 ppm; C% = 45.8) são ligeiramente enriquecidas em Mg, especialmente os da primeira; ao mesmo tempo são duas zonas geostruturais que, quanto a este elemento são homogéneas. Na parte litoral da ZSP podem observar-se alguns teores baixos, que são explicados pela presença de formações sedimentares recentes.

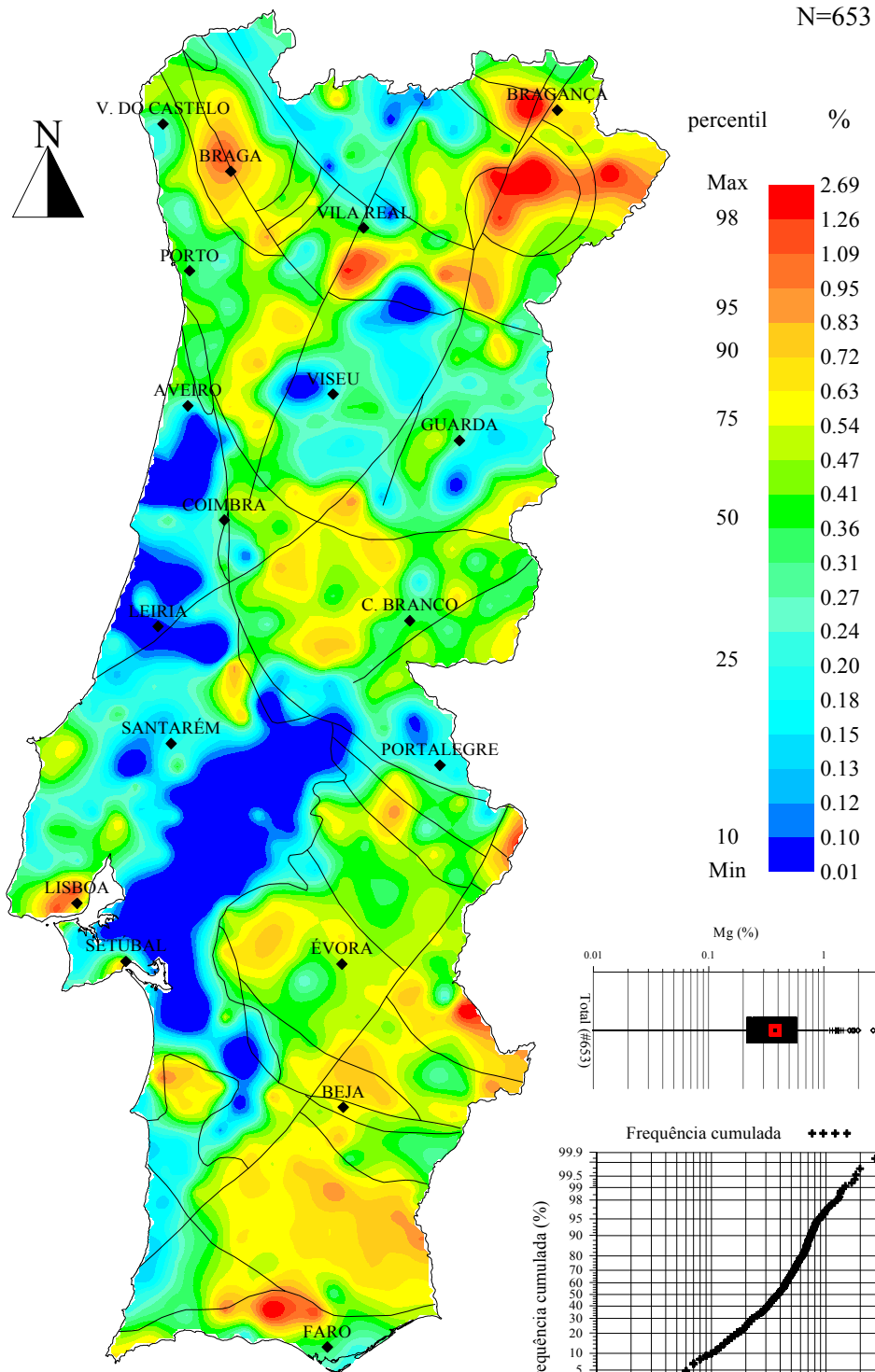
GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Mg

*Sedimentos
de Corrente*

N=653

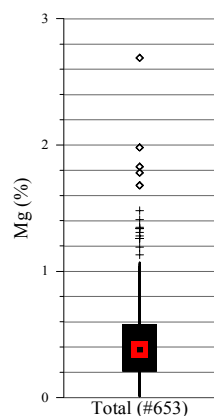


— Limites Geostruturais e Falhas

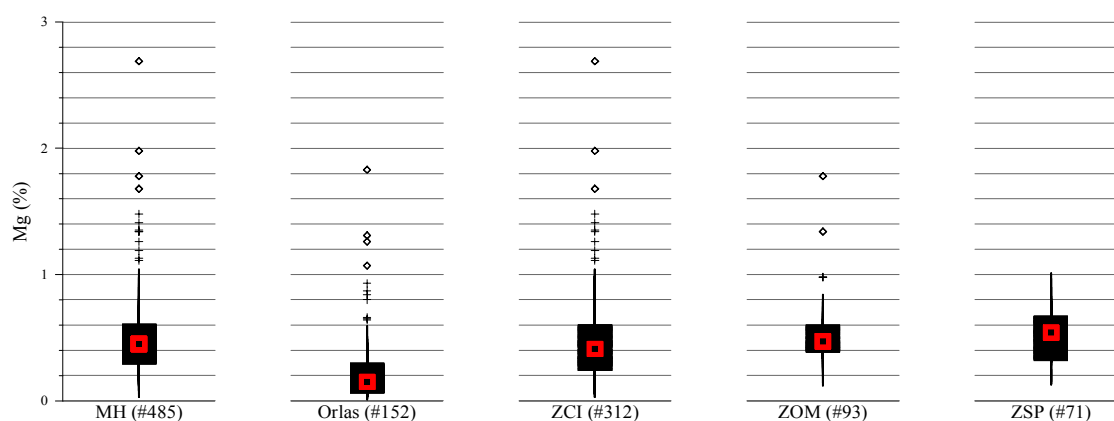
100 km



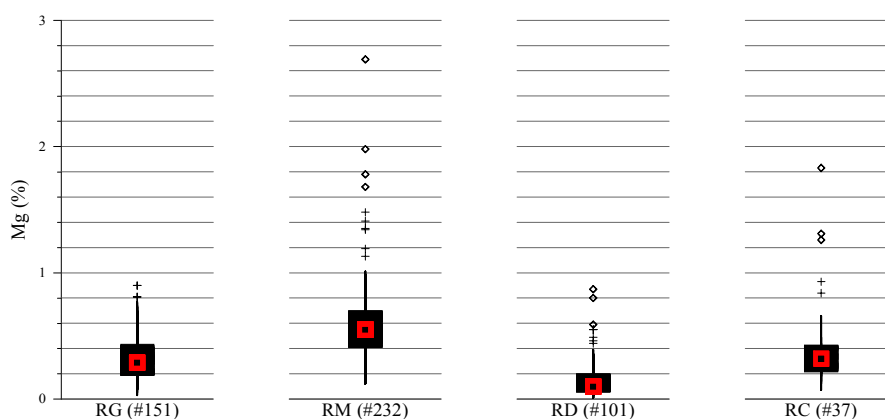
"Box-Plot" do Magnésio



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



"Box-Plot" dos dados de Mg, 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	2100	3200	3800	4200	5700	12600	26900	69.6

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	300	2900	4100	4500	4800	6100	12600	26900	58.0
Orlas	100	700	1500	1500	2400	2900	10700	18300	112.1
ZCI	300	2500	3800	4100	4600	5900	13400	26900	65.7
ZOM	1200	3800	4700	4700	5100	6000	13400	17800	45.8
ZSP	1300	3200	4500	5400	5100	6700	9700	10100	43.3

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	300	1900	2700	2900	3200	4300	8100	9000	58.3
RM	1200	4100	5100	5500	5800	6900	14800	26900	52.8
RD	100	600	1100	1000	1600	1900	5900	8700	100.6
RC	700	2200	3300	3200	4300	4200	13100*	18300	86.3

* 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.

MAGNÉSIO

Mg

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	12
Massa Atômica	24.305
Densidade (g/cm ³)	1.738
Raio Atômico (Å)	1.60
Prop. do óxido	base
Grupo(s)	alcalino-terroso, metal leve
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

magnesite (MgCO₃), dolomite (CaMg(CO₃)₂), carnalite (KMgCl₃), kieserite (MgSO₄.H₂O), brucite (Mg(OH)₂), kainite (MgSO₄.KCl.3H₂O), cordierite (Mg₂Al₄Si₅O₁₈), diópsido (CaMgSi₂O₆), enstatite (Mg₂Si₂O₆) e outros minerais primários

Possíveis minerais hospedeiros

micas e outros filossilicatos magnesianos

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

Crusta continental	22000	Arenitos, Quartzitos	7000
Crusta continental superior	13510	Grauvaques	13869
Granitos, Granodioritos	5000	Argilitos, Xistos	16000
Gabros, Basaltos	64000	Calcários	4000
Rochas Ultramáficas	208000	Solos	-

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Fe-Mg-Ca (substituição em muitos minerais).

MOBILIDADE AMBIENTAL Elevada em todo o tipo de condições.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS -

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas leves (especialmente com Al), fertilizantes, materiais resistentes ao fogo, agente reductor, agente anti-corrosivo, cimentos especiais.

Meteorização das rochas, poeiras, spray marinho, fertilizantes (MgSO₄, MgCl₂), adubação com cal de dolomite. Em geral, as fontes naturais são mais importantes que as antropogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos. Em circunstâncias normais é considerado não tóxico. Os problemas de carência são mais comuns que os de intoxicação. A carência de Mg (Mg disponível < 5% da capacidade de troca catiónica total) nos solos provoca a clorose nas plantas.

PROSPECCÃO A maior parte do Mg é produzido a partir da extração da água do mar. Outras fontes minerais exploradas para obtenção de Mg são a dolomite, magnesite, carnalite, kieserite e brucite.

O Manganês é um dos elementos maiores menos abundantes da crosta terrestre. As rochas máficas são tipo de rocha com níveis mais elevados de Mn da crosta. No ambiente superficial tem tendência a precipitar com o Fe sob a forma de óxidos e hidróxidos.

Existe uma razoável separação geoquímica quanto ao teor em Mn, entre o Maciço Hespérico (mdn = 443 ppm) e as Orlas (mdn = 250 ppm). No entanto, nas Orlas verifica-se um padrão geoquímico heterogéneo, causado pelas diferenças de teor que se observa entre as amostras dos dois grandes grupos litológicos (mdn_{RD}=199 ppm e mdn_{RC}=380 ppm) que dominam nas Orlas. No MH pode dizer-se que há uma tendência geral para um aumento de teores no sentido Norte-Sul (ver teores médios das zonas ZCI, ZOM e ZSP). A maior excepção a esta tendência é a ocorrência, no Norte, de elevados teores junto aos Maciços de Morais-Bragança, justificados pela existência de rochas máficas e ultramáficas. A ZSP é seguramente a zona geostrutural mais enriquecida (mdn = 1260 ppm), enquanto que a ZOM, apesar da sua grande heterogeneidade litológica, é a mais homogénea (C% = 61.1) em termos de teores em Mn. Na ZSP observam-se dois alinhamentos paralelos a sub-paralelos de altos teores, de direcção aproximada NW-SE a WNW-ESE: 1) a norte, junto ao contacto com a “Formação do Pulo-do-Lobo”, mas já em terrenos pertencentes à “Formação de Mértola” (incluída na Faixa Piritosa), onde são conhecidas inúmeras ocorrências minerais de Mn, e algumas de pirites de Cu e Pb (ex.: minas de S. Domingos); 2) junto ao contacto da “Formação da Brejeira” (Sector Sudoeste) com a “Formação de Mira”, onde sobressai o complexo vulcano-silicioso do Cercal, no qual se conhecem bastantes ocorrências de Fe-Mn e algumas de Cu-Pb-Zn. É entre estes dois alinhamentos, sensivelmente junto ao contacto entre a “Formação de Mira” e a “Formação de Mértola”, onde se localizam as principais ocorrências minerais de pirites conhecidas em Portugal (Minas de Neves-Corvo e Aljustrel).

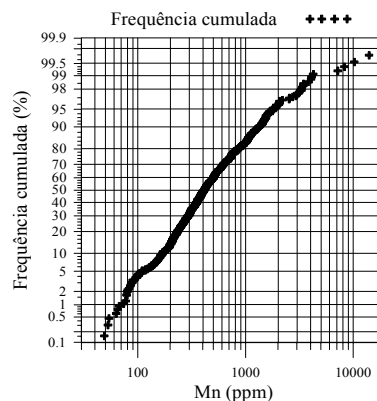
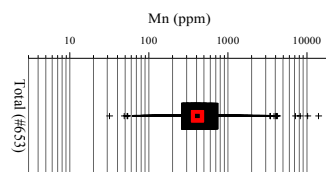
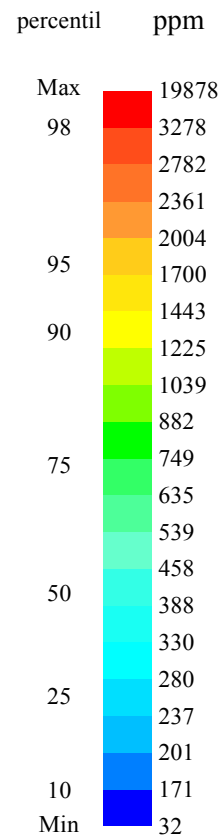
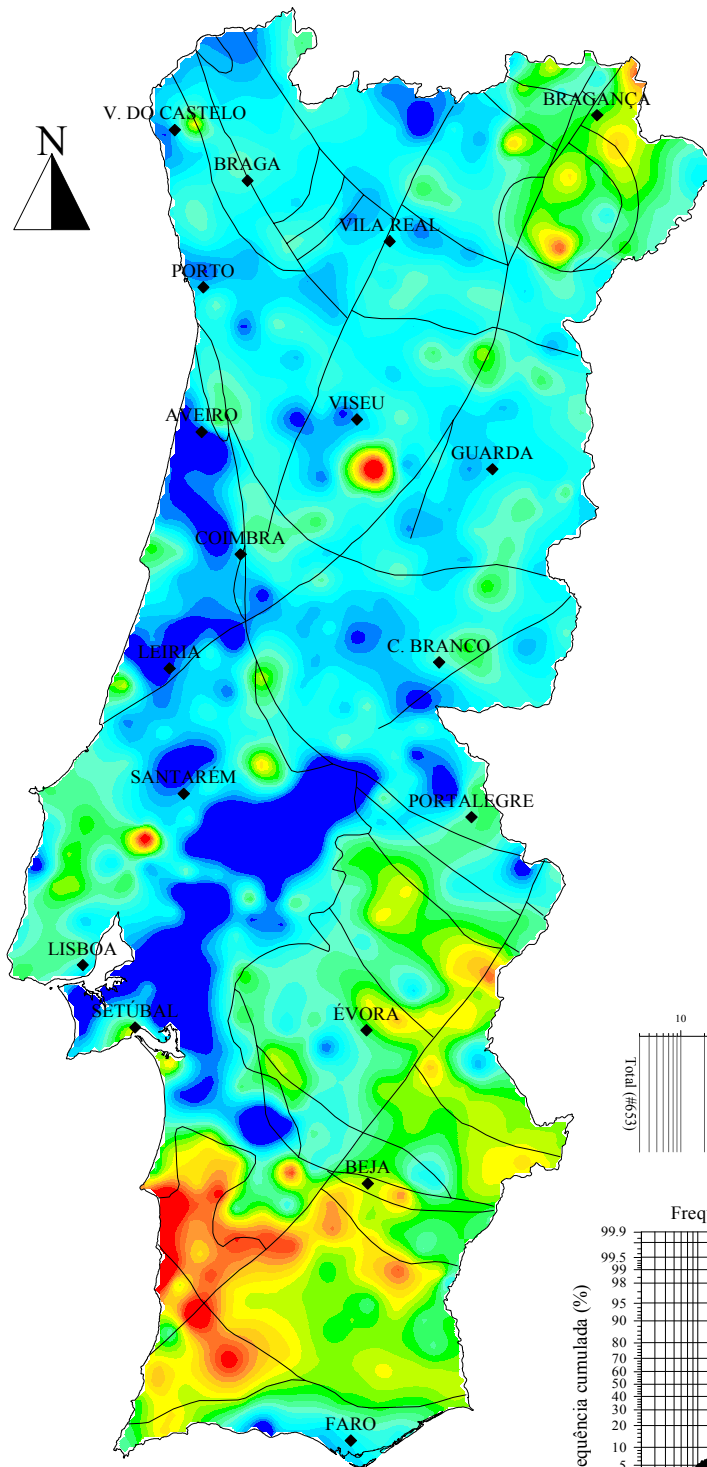
Observam-se outras amostras com teores elevados, algumas associadas a ocorrências minerais de Fe e/ou Fe-Mn (Ex.: Moncorvo), outras mais difíceis de explicar.

GEOQUÍMICA de PORTUGAL cartografia regional 2000

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

Mn
Sedimentos de Corrente

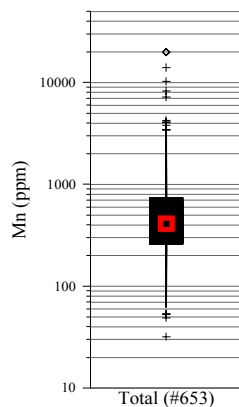
N=653



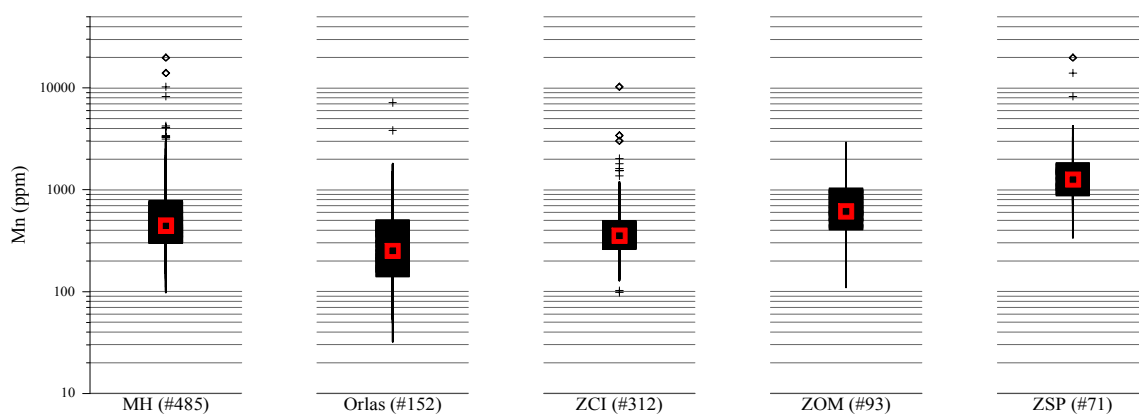
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

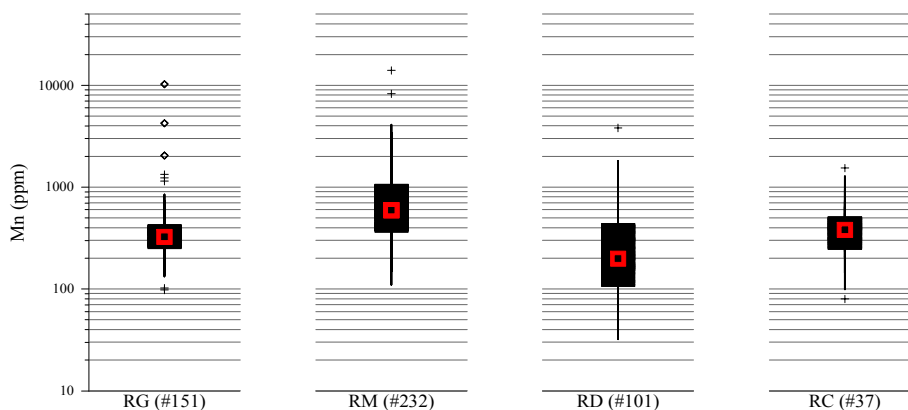
"Box-Plot" do Manganês



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



"Box-Plot" dos dados de Mn, 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%
32	264	444	411	690	730	3283	19878	176.8

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
MH	98	304	512	443	760	768	3292	19878	176.4
Orlas	32	143	268	250	437	496	1779	7185	161.7
ZCI	98	265	375	354	467	486	1546	10251	139.7
ZOM	110	413	641	615	754	1022	2044	2926	61.1
ZSP	339	896	1391	1260	1999	1798	14012	19878	143.6

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

	Min	p25	GM	Mdn	Média	p75	p98	Max	C%
RG	98	253	342	324	462	420	1337	10251	193.0
RM	110	367	635	598	891	1046	3347	14012	133.8
RD	32	108	224	199	362	430	1779	3827	135.5
RC	80	251	360	380	435	499	1276*	1537	69.5

* 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.

MANGANÊS

Mn

Propriedades Físico-Químicas

Número Atômico	25
Massa Atômica	54.938
Densidade (g/cm ³)	7.44
Raio Atômico (Å)	1.24
Prop. do óxido	ácido forte
Grupo(s)	metal pesado
Afinidade	litófilo

Minerais típicos do elemento

pirolusite (MnO₂), manganite (MnO(OH)), hausmanite (Mn₃O₄), rodocrosite (MnCO₃), psilomelano (BaMn₉O₁₆(OH)₄), criptomelano (KMn₈O₁₆), bixbite ((Mn,Fe)₂O₃), rodonite ((Mn,Fe,Mg)SiO₃)

Possíveis minerais hospedeiros

granadas, olivina, piroxenas, anfíbulas, micas, calcite, dolomite

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

Crusta continental	716	Arenitos, Quartzitos	100
Crusta continental superior	527	Grauvaques	775
Granitos, Granodioritos	390	Argilitos, Xistos	850
Gabros, Basaltos	1500	Calcários	1100
Rochas Ultramáficas	1040	Solos	320

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Fe-Mn (substituição em muitos minerais, nódulos polimetálicos do fundo marinho).

MOBILIDADE AMBIENTAL Muito baixa em ambiente de oxidação, baixa em ambiente ácido, neutro a alcalino e redutor.

BARREIRAS GEOQUÍMICAS pH, precipitação de óxidos, hidróxidos e oxi-hidróxidos de Fe-Mn.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Aço, ligas (especialmente com Al, Mg, Cu), cerâmica, baterias, catalizadores, fertilizantes, corantes, preservativos para madeira, fungicidas, agente antidetonante na gasolina (substituto do Pb).

Meteorização das rochas, poeiras, agricultura, tráfego, exploração mineira e fundição, produção de aço. Em geral, as fontes geogénicas são mais importantes que as antropogénicas.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos. É não tóxico. Os problemas de carência de Mn são mais comuns que os de intoxicação.

PROSPECCÃO O Mn é muito importante na prospecção devido ao grande número de elementos que poderão co-precipitar com ou adsorvidos nos minerais de óxido de Mn. A extracção selectiva e a determinação de teores em metais presentes nos óxidos de Mn de sedimentos de corrente é um método poderoso na prospecção geoquímica. Em condições favoráveis o teor de Mn nos solos e plantas poderá reflectir a presença de ocorrências de Mn sob a cobertura superficial.

O Molibdénio é um elemento traço menor da crosta terrestre. É raro na natureza, com um teor total nas rochas da crosta continental superior de cerca de 1.4 ppm. Os Argilitos e os Xistos são os tipo de rochas com teores mais altos.

Cerca de 72% das amostras apresentam um teor em Mo inferior ao limite de detecção (LD) e apenas 5% apresentam teor superior ao LD. Este aspecto impossibilita a caracterização, em termos de valores de fundo (“background”) de Mo, do território continental português. Ainda assim, as amostras da ZSP apresentam uma mediana igual ao limite de detecção (LD=1 ppm), ao contrário das outras zonas geostruturais e classes litológicas (LD < 1 ppm).

As amostras da ZSP com teores superiores ao LD localizam-se grosseiramente entre Sines e S. Bartolomeu de Messines, estendendo-se daqui até ao litoral oeste (Sector Sudoeste da ZSP). O teor >LD junto a Sines poderá ser justificado pela existência nesta localidade de um complexo industrial (refinaria de petróleo). Já os outros teores deverão ter uma justificação geogénica. Na parte Leste observam-se mais três amostras com teor >LD: uma delas junto às antigas minas de S. Domingos (ficando assim justificada) e as outras duas um pouco mais para norte até ao local chamado Pulo do Lobo, não sendo de prever uma justificação de índole antropogénica.

Uma pequena faixa de ocorrências minerais de Fe, As, Sb, Cu a sul de Montemor-o-Novo deverá ser motivo suficiente para justificar as duas amostras com teor >LD que aí se observam.

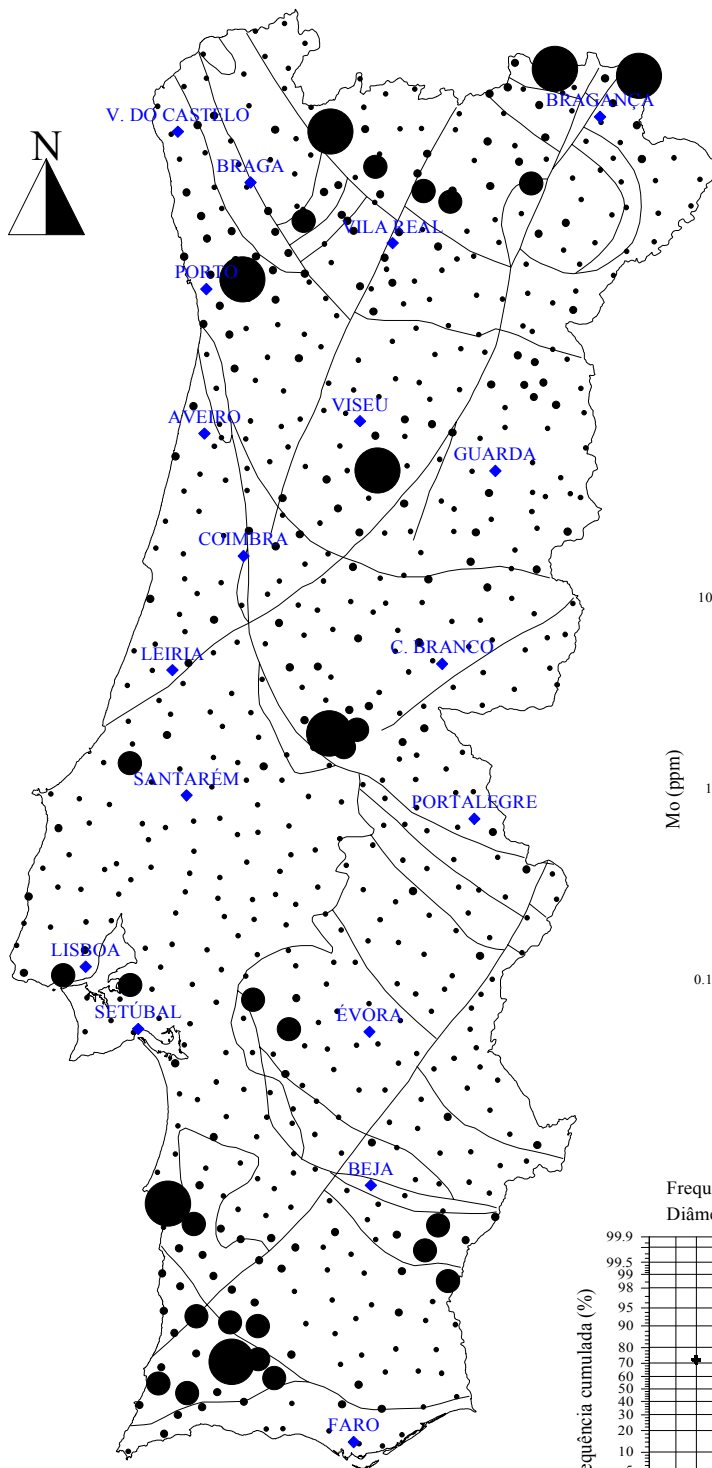
Na ZCI os teores >LD encontram-se aparentemente relacionados com ocorrências de pegmatitos e/ou ocorrências minerais a eles ligados (Sn, W, Be, Ta, Nb, Mo).

Os teores elevados de Mo junto a Mação (SW de Castelo Branco) são difíceis de explicar, verificando-se um padrão semelhante para outros elementos tais como Fe, Mn, Bi, Cd, Co, Ni, Sb, V.

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

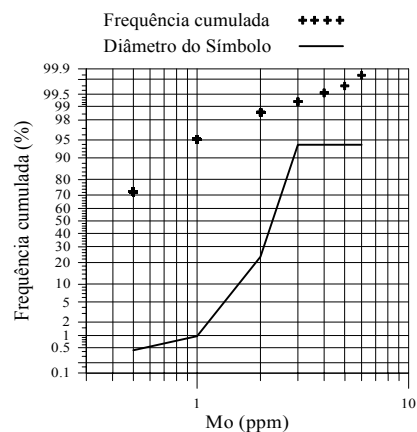
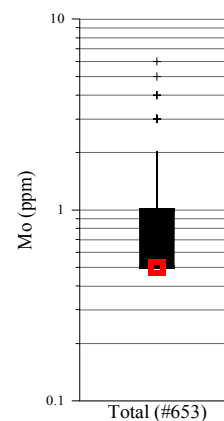
Mo
Sedimentos de Corrente

N=653



ppm (percentil)

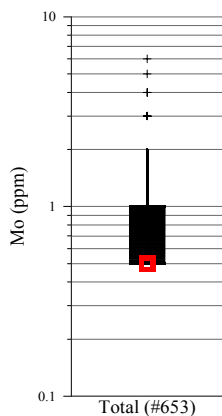
- ≥ 3
- 2 (98%)
- 1 (95%)
- < 1 (72%)



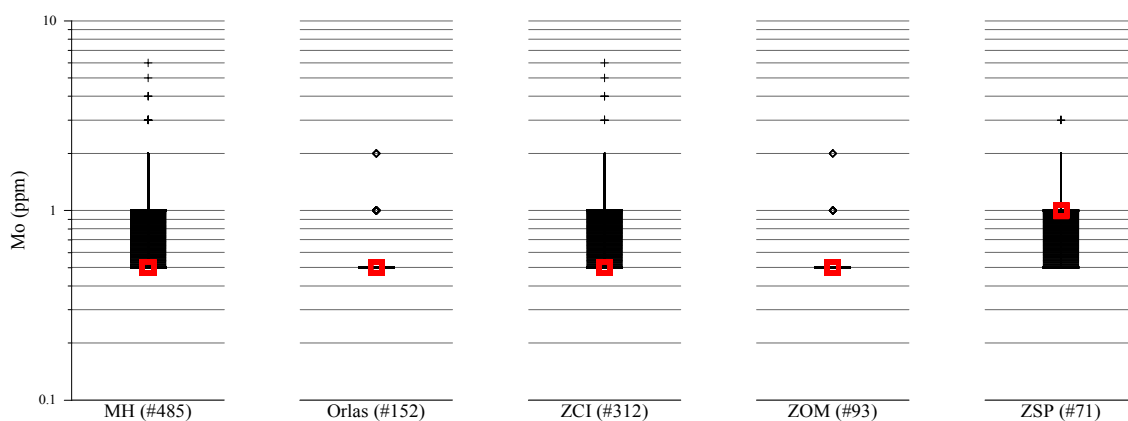
— Limites Geostruturais e Falhas

100 km

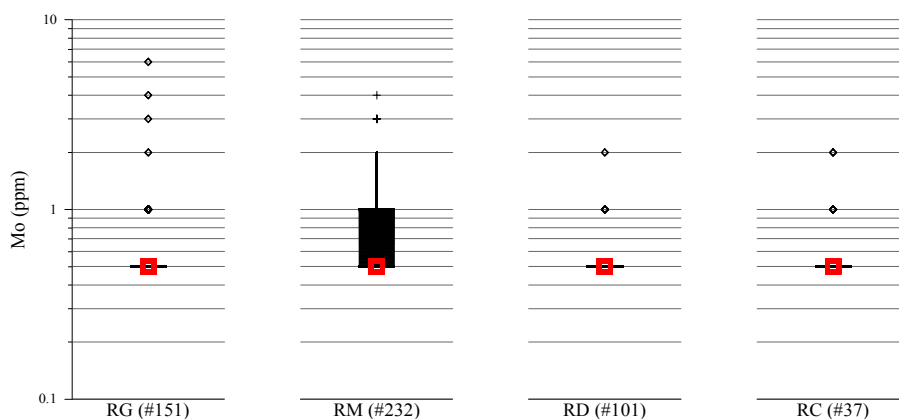
"Box-Plot" do Molibdénio



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



"Box-Plot" dos dados de Mo, 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	<1	1	2	6	70.1

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	<1	1	2	6	73.4
Orlas	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	2	43.1
ZCI	<1	<1	<1	<1	<1	1	2	6	78.2
ZOM	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	2	44.5
ZSP	<1	<1	<1	1	1	1	3	3	60.8

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	<1	<1	2	6	85.9
RM	<1	<1	<1	<1	<1	1	2	4	63.6
RD	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	2	33.9
RC	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2*	2	57.1

* 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.

MOLIBDÉNIO

Mo

Propriedades Físico-Químicas

Número Atómico	42
Massa Atómica	95.94
Densidade (g/cm ³)	10.22
Raio Atómico (Å)	1.36
Prop. do óxido	ácido forte
Grupo(s)	não-metal pesado
Afinidade	calcófilo, siderófilo

Minerais típicos do elemento

molibdenite (MoS₂), wulfenite (PbMoO₄), powelite (Ca(Mo,W)O₄)

Possíveis minerais hospedeiros

schelite, wolframite, não é um substituto nos silicatos

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

Crusta continental	1.1	Arenitos, Quartzitos	0.2
Crusta continental superior	1.4	Grauvaques	-
Granitos, Granodioritos	1.3	Argilitos, Xistos	2.6
Gabros, Basaltos	1.5	Calcários	0.4
Rochas Ultramáficas	0.3	Solos	2.5

ASSOCIAÇÕES NATURAIS Mo - W - Re - Cu - Sn - Be - B - F - P - Zn - Bi - Fe (pegmatitos), Mo - Bi - W - F - Be (“greisens”), Mo - Cu - Re - Ag - Au - Zn (“porphyry copper”), Mo - U - Se - V - Cu (depósitos de U do tipo “sandstone”).

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

BARREIRAS GEOQUÍMICAS Sulfuretos, ambiente redutor, adsorção, presença de Pb, Fe e iões de carbonatos.

USOS / FONTES AMBIENTAIS Ligas, catalizadores, eléctrodos, agentes anti-corrosivos, retardadores de fogo, lubrificantes, colorantes, fertilizantes.

Exploração mineira de U e Mo, fundição de Mo, refinarias de petróleo, combustão de petróleo e carvão, fertilizantes fosfatados, lamas de esgotos (sewage sludge), detergentes fosfatados, poeiras geogénicas, meteorização.

IMPACTO BIOLÓGICO É essencial para todos os organismos excepto algumas bactérias. É considerado tóxico. Provavelmente é não carcinogénico. É mais tóxico para bovídeos e ovídeos do que para os humanos.

PROSPECCÃO O teor de Mo nos solos, águas (especialmente as subterrâneas), sedimentos de corrente e talvez nas raízes das plantas é um guia útil na prospecção de depósitos do tipo “porphyry copper”.