

DL 07.MAI2001\*194083

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA TERRA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

***SERPENTINA, ASBESTO E TALCO:  
IMPACTE AMBIENTAL DAS SUAS EXPLORAÇÕES  
NO NORDESTE DE PORTUGAL***

RUI JOSÉ DOS SANTOS TEIXEIRA

*CENTRO DE GEOCIÊNCIAS*



Dissertação apresentada para obtenção de grau de Mestre em Geociências (área de especialização em Geologia do Ambiente e Ordenamento do Território) na Universidade de Coimbra.

COIMBRA  
2000

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xi
RESUMO	xvi
1- INTRODUÇÃO	1
1.1- ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	1
1.2- ALGUMAS NOTAS SOBRE AS EXPLORAÇÕES, MERCADO E APLICAÇÕES DE SERPENTINITO, ASBESTO E TALCO	2
1.2.1- <i>PEDREIRA DE DONAI (SERPENTINITO)</i>	2
1.2.2- <i>MINA DE SETE FONTES (TALCO)</i>	3
1.2.3- <i>MINA DE SOEIRA E CONCESSÃO DE PENA MAQUIEIRA (TALCO/ASBESTO TREMOLÍTICO)</i>	3
1.2.4- <i>MINAS DE VALE DA PORCA E MOURISQUEIRO (TALCO)</i>	4
1.3- TRABALHOS ANTERIORES NA ÁREA ESTUDADA	5
1.4- OBJECTIVOS DO ESTUDO	6
2- GEOLOGIA	7
2.1- ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	7
2.1.1- <i>ENQUADRAMENTO NO MACIÇO HESPÉRICO</i>	7
2.1.2- <i>EVOLUÇÃO GEODINÂMICA DO MACIÇO HESPÉRICO</i>	8
2.1.3- <i>ESTRATIGRAFIA, LITOLOGIA E ESTRUTURA DA ZONA DA GALIZA TRÁS-OS-MONTES</i>	9
2.2- GEOLOGIA DAS ÁREAS ESTUDADAS	12
2.2.1- <i>MACIÇO DE BRAGANÇA</i>	12
<i>PEDREIRA DE DONAI</i>	14
<i>MINA DE SETE FONTES</i>	18
<i>MINA DE SOEIRA E CONCESSÃO DE PENA MAQUIEIRA</i>	22
2.2.2- <i>MACIÇO DE MORAIS</i>	26
<i>MINA DE VALE DA PORCA</i>	28
<i>MINA DE MOURISQUEIRO</i>	29
3- SERPENTINIZAÇÃO, ASBESTIZAÇÃO ANFIBÓLICA E ESTEATIZAÇÃO	32
3.1- SERPENTINIZAÇÃO	32
3.2- ASBESTIZAÇÃO ANFIBÓLICA	34
3.3- ESTEATIZAÇÃO	35
4- PETROGRAFIA	37
4.1- SERPENTINITOS	37
4.1.1- <i>TEXTURA DOS SERPENTINITOS</i>	37
<i>TEXTURAS PSEUDOMÓRFICAS</i>	37
<i>TEXTURAS NÃO-PSEUDOMÓRFICAS</i>	39

VEIOS DE SERPENTINA	40
TEXTURAS INTERMÉDIAS OU DE TRANSIÇÃO	41
4.1.2- <i>RELAÇÃO ENTRE A TEXTURA DOS SEPENTINITOS E A ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS SERPENTINAS</i>	41
4.1.3- <i>PETROGRAFIA DAS AMOSTRAS ESTUDADAS</i>	43
4.2- ANFIBOLITOS, XISTOS ANFIBÓLICOS E ASBESTOS	58
4.3- TALCOXISTOS E ESTEATITOS	62
4.4- CLORITITOS	65
5- MÉTODOS ANALÍTICOS	70
5.1- CARTOGRAFIA GEOLÓGICA	70
5.2- PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS	70
5.3- DIFRACÇÃO DE RAIOS-X	71
5.4- MÉTODOS DE ANÁLISE QUÍMICA CLÁSSICA E ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÓMICA E MOLECULAR	71
5.5- ESPECTROMETRIA DE MASSA	72
5.6- MICROSSONDA ELECTRÓNICA	72
6- GEOQUÍMICA DAS ROCHAS	74
6.1- SERPENTINITOS E VEIO DE PICROLITE	80
6.1.1- <i>SERPENTINIZAÇÃO</i>	80
6.2- ASBESTOS E XISTOS ANFIBÓLICOS	82
6.3- TALCOXISTOS/ESTEATITOS	82
6.4- CLORITITOS	83
7- GEOQUÍMICA DE MÍNERAIS	84
7.1- OLIVINA	84
7.2- SERPENTINA	85
7.3- ANFÍBOLA	100
7.4- TALCO	105
7.5- CLORITE	107
7.6- ESFENA	110
7.7- EPÍDOTO	112
7.8- GRUPO DA ESPINELA	113
7.8.1- <i>MAGNETITE</i>	113
7.8.2- <i>CROMITE</i>	115
7.9- ILMENITE	120
7.10- APATITE	121
7.11- SULFURETOS	122
7.11.1- <i>PIRROTITE</i>	122
7.11.2- <i>PENTLANDITE</i>	122

7.11.3- MILERITE	124
7.11.4- SIEGENITE	124
7.11.5- CALCOPIRITE	125
7.11.6- PIRITE	125
7.12- CARBONATOS	126
7.12.1- MAGNESITE	126
7.12.2- DOLOMITE	128
8- GEOQUÍMICA DE SOLOS DERIVADOS DE SERPENTINITOS E TALCOXISTOS/ESTEATITOS	129
8.1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	129
8.2- CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS ANALISADOS	133
8.3- BIODISPONIBILIDADE DE METAIS PESADOS E OUTROS ELEMENTOS NOS SOLOS ANALISADOS	135
9- PATOLOGIA E EPIDEMIOLOGIA DOS ASBESTOS ANFIBÓLICOS E CRISOTÍLICOS, DO TALCO E CLORITE	138
9.1- OS MINERAIS E A SAÚDE HUMANA	138
9.2- MEIO AMBIENTE, GEOLOGIA E MINERALOGIA	138
9.2.1- EXPOSIÇÃO NATURAL A POEIRAS MINERAIS	138
O CICLO HIDROLÓGICO E OS PROCESSOS DE METEORIZAÇÃO	138
TAXAS DE EROSIÃO E ÁREAS GERADORAS DE POEIRAS MINERAIS	138
ACÇÃO DO VENTO	139
ACTIVIDADE VULCÂNICA	139
9.2.2- EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A POEIRAS MINERAIS	139
9.2.3- IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DA FORMA, NATUREZA E CARGA TOTAL DAS POEIRAS MINERAIS	140
9.2.4- MINERAIS ESTUDADOS POTENCIALMENTE PERIGOSOS PARA A SAÚDE HUMANA	141
ANFÍBOLAS	141
CRISÓTILO	142
OUTROS FILOSSILICATOS	144
9.2.5- OUTROS MINERAIS POTENCIALMENTE PERIGOSOS EXISTENTES NAS POEIRAS E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA	144
9.3- EFEITOS DOS ASBESTOS NA SAÚDE HUMANA	145
9.3.1- INFLAMAÇÃO (ALVEOLITE, BRONQUIOLITE E BRONQUITE)	145
9.3.2- FIBROSE	146
9.3.3- ASBESTOSE	147
9.3.4- DOENÇAS QUE AFECTAM A PLEURA	147
9.3.5- CANCRO DO PULMÃO	148
9.3.6- CANCRO GASTROINTESTINAL	149
9.4- IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS PROVOCADAS POR ASBESTOS	149
10- IMPACTE AMBIENTAL DE EXPLORAÇÕES A CÉU ABERTO	154
10.1- TENDÊNCIAS ACTUAIS NA PROTECÇÃO DO AMBIENTE	154

10.2- AVALIAÇÃO DO IMPACTE AMBIENTAL DA EXPLORAÇÃO DE SERPENTINITOS, ASBESTO E TALCO NOS LOCAIS ESTUDADOS	155
10.2.1- <i>IMPACTE AMBIENTAL ANTES DA EXPLORAÇÃO (FASE DE PROSPECÇÃO E PESQUISA)</i>	156
10.2.2- <i>IMPACTE AMBIENTAL DURANTE A EXPLORAÇÃO</i>	156
<i>ABERTURA DE ACESSOS E TRABALHOS PREPARATÓRIOS</i>	156
<i>FASE DE EXTRACÇÃO</i>	157
<i>Impacte na qualidade do ar</i>	157
<i>Impacte nos recursos hídricos</i>	159
<i>Impacte nos solos</i>	160
<i>Processos e riscos geológicos</i>	160
<i>Impacte na fauna e na flora</i>	161
<i>Impacte sobre a paisagem</i>	162
<i>Impacte sobre o património geológico</i>	162
<i>Impacte sobre o património cultural e outras infra-estruturas</i>	163
<i>Impacte sócio-económicos</i>	163
<i>Segurança e saúde no trabalho</i>	163
10.2.3- <i>IMPACTE AMBIENTAL APÓS A EXPLORAÇÃO</i>	164
10.3- ACÇÕES TENDENTES A EVITAR, MINORAR E REMEDIAR A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL PROVOCADA PELAS EXPLORAÇÕES A CÉU ABERTO	164
10.3.1- <i>RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS EXPLORAÇÕES A CÉU ABERTO</i>	170
11- CONCLUSÕES	174
12- BIBLIOGRAFIA	179
ANEXOS	190

## RESUMO

No Complexo Alóctone Superior e Complexo Ofiolítico dos maciços de Bragança e Morais ocorrem rochas peridotíticas com diferentes graus de serpentinização, asbestização e esteatização, que são, ou foram, alvo de actividades extractivas. São exemplos de explorações activas, a Pedreira de Donai, onde o serpentinito extraído é utilizado como rocha ornamental e as minas de talco de Sete Fontes e de Mourisqueiro; e de explorações abandonadas ou temporariamente desactivadas, as minas de talco de Soeira e Vale da Porca.

No serpentinito de Donai há macrocristais de crisólito pouco serpentinizados e outros bastante serpentinizados e predominam as texturas não pseudomórficas do tipo interpenetrativo, constituídas por antigorite. Nas amostras totalmente serpentinizadas de Donai, Sete Fontes, Soeira/Pena Maquieira e Vale da Porca distinguem-se texturas não-pseudomórficas de tipo interpenetrativo e justaposto, texturas pseudomórficas em malhas e em ampulheta e texturas de transição. Nos serpentinitos de Donai e de Soeira também existem bastites e pseudomorfofos de bastites derivadas de piroxenas. Raros veios de crisólito ocorrem no serpentinito de Donai e veios de antigorite, com textura pseudofibrosa, aparecem no serpentinito da Mina de Mourisqueiro. Por outro lado, no serpentinito de Donai as fracturas e zonas de cisalhamento encontram-se frequentemente preenchidas por asbestos tremolíticos, clorititos e, mais raramente, por xistos anfibólicos. Na proximidade da Mina de Soeira e da Concessão de Pena Maquieira também ocorrem serpentinitos cortados por veios de asbesto tremolítico que foram explorados no passado, enquanto na Mina de Mourisqueiro são frequentes asbestos actinolíticos, associados a xistos anfibólicos e anfibolitos.

Em Sete Fontes, Soeira e Donai ocorrem quer esteatitos quer talcoxistos, enquanto em Pena Maquieira predominam os esteatitos e na região de Vale da Porca os talcoxistos. Nas minas de Sete Fontes e Mourisqueiro, a rocha esteatítica apresenta intercalações de clorititos e serpentinitos e em Sete Fontes é frequentemente cortada por veios de talco quase puro, de espessura inferior a 5 cm. Estas rochas são constituídas predominantemente por talco (> 70 %), clorite, dolomite e breunerite, magnetite cromífera, ferricromite e cromite rica em Al, pirite, pentlandite, milerite e siegenite. Na região de Vale da Porca também é frequente a presença de actinolite. A magnetite da rocha esteatítica de Sete Fontes e Soeira/Pena Maquieira apresenta, em geral, elevados teores de  $Cr_2O_3$ . Nos talcoxistos/esteatitos e serpentinitos, distinguem-se cromite, cromite rica em Al e ferricromite.

Os clorititos são as rochas mais ricas em  $Al_2O_3$ , FeO, Ga, Sc e as mais pobres em  $SiO_2$ , enquanto os asbestos e os xistos anfibólicos são os mais ricos em CaO. As rochas esteatíticas do Nordeste português apresentam elevados teores em óxidos de ferro, que as penaliza comercialmente.

O aumento do grau de serpentinização no serpentinito de Donai provocou um enriquecimento progressivo em  $SiO_2$ ,  $H_2O+$  e Cu e um empobrecimento progressivo em  $Al_2O_3$  e Zn. Os macrocristais de crisólito bastante serpentinizados têm maior teor de forsterite do que os macrocristais pouco serpentinizados de crisólito. Os bordos das malhas destes macrocristais são de lizardite com  $Fe^{2+}/(Fe^{2+} + Mg)$  menor do que o crisólito de que deriva. No interior das malhas e nas orlas dos macrocristais pouco serpentinizados há materiais de alteração com características intermédias entre crisólito e serpentina.

Os solos serpentínicos reúnem um conjunto de condições pouco favoráveis ao desenvolvimento de plantas. Os solos derivados do serpentinito de Donai e das rochas esteatíticas de Sete Fontes, Soeira/Pena Maquieira e Vale da Porca são caracterizados pela sua pequena espessura, elevada drenagem e pedregosidade e têm concentrações de K e Ca/Mg muito baixas e altas de metais pesados. Os teores de Ni e Cr dos solos analisados ultrapassam sempre os valores-limite estabelecidos pelas legislações e propostas de regulamentação de vários países da Comunidade Europeia e também pela norma de qualidade utilizada no Canadá para o uso industrial de solos. A determinação da fracção directamente disponível para as plantas dos solos estudados indica que os elementos mais solúveis são o Fe, Al e Mg, contrastando com Cr, Zn, Ni, Cu e Co, que apresentam uma solubilidade muito baixa.

As principais doenças resultantes da exposição a poeiras minerais relacionam-se com o aparelho respiratório, mas o aparelho digestivo e a pele também podem ser afectados. Os minerais estudados com maior capacidade de induzir o aparecimento de doenças pulmonares são os asbestos tremolíticos e actinolíticos, seguidos do crisótilo. Contudo, este último mineral não tem expressão significativa nos locais estudados. O talco e a clorite estão raramente associados ao aparecimento de doenças pulmonares.

Em termos ambientais, a qualidade do ar, recursos hídricos, solos, fauna e flora e, essencialmente, a paisagem são aspectos afectados pela actividade extractiva em causa, uma vez que não foram criadas medidas para evitar, minorar e remediar a degradação daí resultante. Por outro lado, nos locais que estão abandonados ou temporariamente desactivados, como as minas de talco de Soeira e Vale da Porca, não foram criadas medidas de segurança e de recuperação ambiental e paisagística. No entanto, por conterem formações geológicas raras, estas áreas do Nordeste de Portugal deveriam ser preservadas, pois constituem um georrecurso de elevado valor científico e didáctico, que também pode ser valorizado em termos turísticos e económicos.

## 12- BIBLIOGRAFIA

- AIPA - ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE PRODUTOS DE AMIANTO CRISÓTILO (1999). Produtos-notícias-legislação-saúde-amianto. <http://www.aipa.pt>.
- ALBINO, G. V. (1995). Iron-and aluminum-rich serpentinite and chlorite from the boundary ultramafic complex, Cape Smith Belt, New Quebec. *The Canadian Mineralogist*, 33, 559-568.
- ALLOWAY, B. J. (1992). Land Contamination and Reclamation. In HARRISON, R. M. (1992). *Understanding our environment* (capítulo 5) (2ª edição). London: The Royal Society of Chemistry.
- ALLOWAY, B. J. (1995). Soils processes and the behaviour of heavy metals. In ALLOWAY, B. J. (1995). *Heavy Metals in Soils* (capítulo 2) (2ª edição). London: Blackie Academic & Professional.
- ANTHONIOZ, P. M. (1972). Les complexes polymétamorphiques précambriens de Morais et Bragança (NE du Portugal): étude pétrographique et structurale. *Serviços Geológicos de Portugal* (Memória nº 20 - Nova Série), 192 pp..
- ARAÚJO, P. (1995). Amianto sem alternativa. *Fórum Ambiente* (21), 58-60.
- AYALA CARCEDO, F. J., BARETTINO FRAILE, D., GALLEGO VALCARCE, E., HIDALGO CASTRO, M. N., JORDÁ PARDO, J. F. & VADILLO FERNÁNDEZ, L. (1991). *Evaluacion y correccion de impactes ambientales*. Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- AYALA CARCEDO, F. J., VADILLO FERNANDEZ, L., LOPEZ JIMENO, C., ARAMBURU MAQUA, M. P., ESCRIBANO BOMBIN, M., ESCRIBANO BOMBIN, R., FRUTOS GOMEZ, M., MANGLANO ALONSO, S., MATAIX GONZALEZ, C. & TOLEDO SANTOS, J. M. (1989). *Manual de restauracion de terrenos y evaluacion de impactos ambientales en mineria* (2ª edição). Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- BAILEY, E. H., KEMP, A. J. & RAGNARSDOTTIR K. V. (1993). Determination of uranium and thorium in basalts and uranium in aqueous solution by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *J. Anal. Atomic Spectrom*, 8, 551-556.
- BAILEY, S. W. (1988). Chlorites: structures and crystal chemistry. In BAILEY, S. W. (Ed.). *Hydrous phyllosilicates. Reviews in Mineralogy*, 19, 347-399.
- BAKER, D. E. & SENFT, J. P. (1995). Copper. In ALLOWAY, B. J. (1995). *Heavy Metals in Soils* (capítulo 8) (2ª edição). London: Blackie Academic & Professional.
- BEAULIEU, P. (1985). Les gisements de talc du Val Malenco (Italie du Nord). *Chronique de la Recherche Minière*, (478), 5-20.
- BEETSMA, J. J. (1995). *The Late Proterozoic/Paleozoic and Hercynian crustal evolution of the Iberian massif, N Portugal*. Tese de doutoramento, Vrije Universiteit Amsterdam, 223 pp..
- BEJA, I. PAULINO, J. & MARQUES, C. (1998). Práticas ambientais no sector das pedras naturais: situação actual e perspectivas futuras. In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (161-175). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- BERNARDO, F. (1998). Direcção-Geral do Ambiente. In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (45-47). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- BISH, D. L. & GUTHRIE Jr, G. D. (1993). Mineralogy of clay and zeolite dusts (exclusive of 1:1 layer silicates). In GUTHRIE Jr, G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds). *Health effects of mineral dusts. Reviews in Mineralogy*, 28, 139-184.



- BODINIER, J. L., VASSEUR, G., VERNIÈRES, J., DUPUY, C. & FABRIÈS, J. (1990). Mechanisms of mantle metasomatism: geochemical evidence from the Lherz orogenic peridotite. *Journal of Petrology*, 31, 597-628.
- BOGOLEPOV, V. G. (1970). Problem of serpentinization of ultrabasic rocks. *Inter. Geol. Rev.* 12, 421-432.
- BOUDIER, F. (1971). Minéraux serpentiniteux extraits de péridotites serpentinisées des Alpes Occidentales. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 33, 331-345.
- BRIDGES, J. C., (1992). *Platinum-Group Elements in the ultrabasic rocks of the Bragança and Morais massifs, northern Portugal*. Tese de doutoramento, The Open University.
- BRIDGES, J. C., PRICHARD, H. M., NEARY, C. R. & MEIRELES, C. A. (1993). Platinum-group element mineralization in chromite-rich rocks of Bragança massif, northern Portugal. *Trans. Institution of Mining and Metallurgy*, 102, B103-B113.
- BURKHARD, D. J. M. & O'NEIL, J. R. (1988). Contrasting serpentinization processes in the eastern Central Alps. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 99, 498-506.
- BURKHARD, D. J. M. (1993). Accessory chromium spinels: their coexistence and alteration in serpentinites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, 1297-1306.
- CALA RIVERO, V. (1995). Dinâmica de metais pesados en suelos. In ITGE (Ed.). *Contaminacion y Depuracion de Suelos* (49-57). Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- CARUSO, L. J. & CHERNOSKY JR., J. V. (1979). The stability of lizardite. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 757-769.
- CASAL MOURA, A. & MARTINS, O. R. (1983). *Catálogo de rochas ornamentais portuguesas*. Porto: Direcção Geral de Geologia e Minas.
- CHANG, L. L. Y., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1998). *Rock-forming minerals - Non-silicates: sulphates, carbonates, phosphates, halides* (volume 5B) (2ª edição). London: The Geological Society.
- CHURG, A. (1993). Asbestos lung burden and disease patterns in man. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds). *Health effects of mineral dusts. Reviews in Mineralogy*, 28, 410-426.
- COATES, D. R. (1981). *Environmental Geology*. John Wiley and Sons.
- COATS, C. J. A. & BUCHAN, R. (1979). Petrology of serpentinized metamorphic olivine, Bird River sill, Manitoba. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 847-855.
- COELHO PIRES, C. & MONTEIRO, J. F. (1988). *Prospecção geológica e valorização do jazigo de Donai. Componente de minerais: Relatório final*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Acções preparatórias do Programa Integrado de Desenvolvimento Regional de Trás-os-Montes.
- COLEMAN, R. G. & KEITH, T. E. (1971). A chemical study of serpentinization: Burro Mountain, California. *Journal of Petrology*, 12, 311-328.
- COLEMAN, R. G. (1966). New Zealand serpentinites and associated metasomatic rocks. *New Zealand Geological Survey Bull.*, 76.
- COSTA, I. R., BARRIGA, F., MATA, J. & MUNHA, J. M. (1993). Rodingitization and serpentinization process in Alter do Chão Massif (NE Alentejano). In NORONHA, F. M., MARQUES, M. & NOGUEIRA P. (Eds). *Memórias nº 3 - IX Semana de Geoquímica e II Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*. (27-31). Porto: Universidade do Porto.

- COTELO NEIVA, J. M. (1946). Cromite, platina, silicatos níquelíferos e silicatos cobaltíferos em rochas do distrito de Bragança (Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, 2 (1), 1-21.
- COTELO NEIVA, J. M. (1947). Platina no distrito de Bragança. *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, 3 (1-2), 19-24.
- COTELO NEIVA, J. M. (1948a). Rochas e minérios da região Bragança - Vinhais. *Serviço de Fomento Mineiro*, 14, 1-251.
- COTELO NEIVA, J. M. (1948b). Serpentine et serpentinization. *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, 4 (1), 14-30.
- COTELO NEIVA, J. M. (1949). Jazigos portugueses de talco. *Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências do Porto*, (55 - 3ª série), 5-11.
- CRESSEY, B. A. (1979). Electron microscopy of serpentine textures. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 741-756.
- CUPETO, C. A., MONTEIRO, J. P. & OLIVEIRA DA SILVA, M. (1994). A água e a actividade mineira. *A Pedra*, (53), 7-12.
- CZAMANSKE, G. K. & WONES, D. R. (1973). Oxidation during magmatic differentiation, Finmarka Complex, Oslo Area, Norway. *Journal of Petrology*, 14 (parte 2), 349-380.
- DE KOE, T. (1994). *Arsenic resistance in submediterranean Agrostis species*. Tese de Doutoramento, Vrije Universiteit Amsterdam, 127 pp..
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1962). *Rock-forming minerals - Sheet silicates* (volume 3). London: Longmans.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1992). *An introduction to the rock-forming minerals* (2ª edição). New York: Longman Scientific & Technical.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1997a). *Rock-forming minerals - Orthosilicates* (volume 1A) (2ª edição). London: The Geological Society.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1997b). *Rock-forming minerals - Double-chain silicates* (volume 2B) (2ª edição). London: The Geological Society.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1997c). *Rock-forming minerals - Disilicates and ring silicates* (volume 1B) (2ª edição). London: The Geological Society.
- DIAS, R. & RIBEIRO, A. (1995). The Ibero-Armorican Arc: a collision effect against an irregular continent?. *Tectonophysics*, 246, 113-128.
- DOMINGUES, H., Balsa, E., MENEZES DE SEQUEIRA, E. & SANTOS DE OLIVEIRA, J. (1992). Mobilidade de alguns minerais pesados no solo. *Geonovas*, (nº especial 1), 169-181.
- DREYER, C. J. B. & ROBINSON, H. A. (1978). The occurrence and exploitation of amphibole asbestos in South Africa. *Soc. Mining Eng. AIME, Salt Lake City, Utah*, (Preprint nº 78-H-64), 1-21.
- DROOP, G. T. R. (1987). A general equation for estimating Fe<sup>3+</sup> concentrations in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analyses, using stoichiometric criteria. *Mineralogical Magazine*, 51, 431-435.
- DUARTE, I. (1998). SDG XI - Ambiente. In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (19-21). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.

- DUNGAN, M. A., (1979a). Bastite pseudomorphs after orthopyroxene, clinopyroxene and tremolite. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 729-740.
- DUNGAN, M. A., (1979b). A microprobe study of antigorite and some serpentine pseudomorphs. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 771-784.
- EVANS, B. W. (1977). Metamorphism of alpine peridotites and serpentinites. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 5, 397-448.
- FARIAS, P., GALLASTEGUI, G., LODEIRO, F. G., MARQUINEZ, J., PARRA, L. M. M., CATALÁN, J. R. M., MACIÁ, J. G. P. & FERNANDEZ, L. R. R. (1987). Aportaciones al conocimiento de la litoestratigrafia y estructura de Galicia Central. (IX Reunión de Geología do Oeste Peninsular). *Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências do Porto*, 1, 411-431.
- FARINHA RAMOS, J. M., GRADE, J. & CASAL MOURA, A. (1983). Talco de Trás-os-Montes: suas características. *Boletim de Minas*, 19 (3), 3-10.
- FARINHA RAMOS, J. M., CASAL MOURA, A., GRADE, J. & AMARANTE, M. (1989). Estudo químico-mineralógico e de beneficiação de talcos de Bragança-Vinhais (NE de Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro e do Laboratório*, 31, 29-77.
- FERREIRA, M. R. P. V., (1964). Geologia e petrologia da região de Rebordeio - Vinhais. *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra e do Centro de Estudos Geológicos*, 58, 168-219.
- FIGUEIREDO, M. J. P. P., (1998). *Estudo da mobilidade hidrotermal do Crómio e elementos do Grupo da Platina no Maciço de Bragança*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 166 pp..
- FONSECA, E. M. C. & SANTOS DE OLIVEIRA, J. M. (1979). Geoquímica do Cu, Zn, Co, Ni e Cr em solos da Região de Morais (NE Transmontano, Portugal). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 64, 133-150.
- FORTUNÉ, J. P., GAVOILLE, B. P. & THIEBAUT, J. (1980). Le gisement de talc de Trimouns près Luzenac (Ariège). *Publications du 26<sup>o</sup> Congrès Géologique International. Gisements Français*, (E.10), 1-43.
- FOSTER, M.D. (1962). Interpretation of the composition and a classification of the chlorites. *U. S. Geological Survey Professional Paper*, (414-A).
- FREITAS, H. & MOONEY, H. (1996). Effects of water stress and soil texture on the performance of two *Bromus hordeaceus* ecotypes from sandstone and serpentine soils. *Acta Æcologica*, 17 (4), 307-317.
- GAINES, R. V., SKINNER, H. C. W., FOORD, E. E., MASON, B., ROSENZWEIG, A. (1997). *Dana's New Mineralogy* (8<sup>a</sup> edição). John Wiley & Sons, Inc..
- GALÁN HUERTOS, E. (1998). Mineralogia e medio ambiente. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 21, 85-94.
- GALOPIM DE CARVALHO (1998). Geomonumentos: uma reflexão sobre a sua classificação e enquadramento num projecto alagado dedefesa e valorização do Património Natural. In RAMALHO, M. M., AZERÉDO, A. C., TOMÁS OLIVEIRA, J., REBELO, J., PAIS, J., RIBEIRO, M. R. & ROCHA, R. (Eds.). *Actas do V Congresso Nacional de Geologia*, 84 (2), G3-G5. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- GAMA, C. D. (1998). Implementação de medidas preventivas e aplicação de tecnologias limpas na indústria extractiva, In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (125-136). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.

- GASPAR, O. C. (1966). *Estudo mineralógico e petrográfico dos xistos talcosos da Companhia Mineira de Talcos e Amiantos, Lda.*. Serviço de Fomento Mineiro: São Mamede de Infesta.
- GASPAR, O. C. (1971). O asbesto do Arado do Castanheiro (Portel). *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro, separata do volume 20 (1-2)*, 107-132.
- GOMES, M. E. P., MARTINS, C. T., MELEIRO, P. C., PEREIRA, C. V., QUITÉRIO, M. F., RIBEIRO, J. A. (1999). O contraste na paisagem derivado de rochas máficas e ultramáficas da região de Conlelas-Vila Boa de Ousilhão (W de Bragança). In AIRES-BARROS, L., MATIAS, M. J. & BASTO, M. J. (Ed.). *Actas do II Congresso Ibérico de Geoquímica - XI Semana de Geoquímica (445-448)*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- GRANT, J. A. (1986). The isocon diagram - A simple solution to Gresen's equation for metasomatic alteration. *Economic Geology*, 81, 1976-1982.
- GRAUCH, R. I. (1989). Rare earth elements in metamorphic rocks. In LIPIN, B. R. & MCKAY, G. A. (Eds.). *Geochemistry and mineralogy of rare elements. Reviews in Mineralogy*, 21, 147-161.
- GRESENS, R. L. (1967). Composition-volume relationships of metasomatism. *Chemical Geology*, 2, 47-55.
- GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (1993). Merging the geological and biological sciences: an integrated approach to the study of mineral-induced pulmonary diseases. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). *Health effects of mineral dusts, Reviews in Mineralogy*, 28, 1-5.
- GUTHRIE JR., G. D. (1992). The biological effects of inhaled minerals. *American Mineralogist*, 77, 225-243.
- HAWLEY, J. & HAW, J. (1957). Intergrowths of pentlandite and pyrrhotite. *Economic Geology*, 52, 132.
- HIGGINS, J. B. & RIBBE, P. H. (1976). The crystal chemistry and space groups of natural and synthetic titanites. *American Mineralogist*, 61, 878-888.
- HOCHSTETTER, R. (1965). *Zur Kenntnis der serpentinformen Mineralien*. Tese de Doutoramento, Uni. des Saarlandes.
- JEDWAB, J. COTELO NEIVA, J. M., & NEIVA, A. M. R. (1989). Platinum-Group minerals of ultrabasic rocks from Abessêdo, Carrazêdo and Valongo (Bragança-Vinhais, Northern Portugal). *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, 107, 65-71.
- JIMÉNEZ BALLESTA, R. & GUTIÉRRES MAROTO, A. (1995). Factores de control de los contaminantes. El suelo como receptor y amortiguador de la contaminación. In ITGE (Ed.). *Contaminacion y Depuracion de Suelos (35-47)*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- JORNAL OFICIAL DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (1986). Directiva do Conselho de 12 de Junho de 1986 relativa à protecção do ambiente e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração (Directiva 86/278/CEE).
- JULIVERT, M., FONTBOTÉ, J., RIBEIRO, A. & CONDE, L. (1974). Memória explicativa del mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. *Inst. Geol. Min. Esp.*
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. (1984). *Trace elements in soils and plants*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc.
- KANE, A. B. (1993). Epidemiology and pathology of asbestos-related diseases. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). *Health effects of mineral dusts. Reviews in Mineralogy*, 28, 347-359.
- KERR, P. F. (1977). *Optical Mineralogy (4ª edição)*. New York: McGraw-Hill.

- KIEKENS, L. (1995). Zinc. In ALLOWAY, B. J. (Ed.). *Heavy Metals in Soils* (volume 13) (2ª edição). London: Blackie Academic & Professional.
- KLEIN, C. (1993). Rocks, minerals, and a dusty world. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 7-59.
- LEAKE, B. E., WOOLLEY, A. R., ARPS, C. E. S., BIRCH, W. D., GILBERT, M. C., GRICE, J. D., HAWTHORNE, F. C., KATO, A., KISCH, H. J., KRIVOVICHEV, V. G., LINTHOUT, K., LAAIRD, J., MANDARINO, J.M. A., MARESCH, W. V., NICKEL, E. H., ROCK, N. M. S., SCHUMACHER, J. C., SMITH, D. C., STEPHENSON, N. C. N., UNGARETTI, L., WHITTAKER, E. J. W. & YOUZHI, G. (1997). Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on new minerals and mineral names. *Mineralogical Magazine*, 61, 295-321.
- LEBLANC, M. & LBOUABI, M. (1988). Native silver mineralization along a rodingite tectonic contact between serpentinite and quartz diorite (Bou Azzer, Marocco). *Economic Geology*, 83, 1379-1391.
- LEBLANC, M. & NICOLAS, A. (1992). Ophiolitic chromitites. *Int. Geol. Rev.*, 34, 653-686.
- LEHNERT, B. E. (1993). Defense mechanisms against inhaled particles and associated particle-cell interactions. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 427-469.
- LEWIS, A. J., PALMER, M. R., STURCHIO, N. C. & KEMP, A. J. (1997). The rare earth element geochemistry of acid-sulphate and acid-sulphate-chloride geothermal systems from Yellowstone National Park, Wyoming, USA. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61, 695-706.
- LOTZE, F. J. (1945). Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotekt. Forsch.*, 6, 78-92.
- MACEDO, J. (1998). O processo de avaliação ambiental na indústria extractiva. In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (177-181). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- MARQUES, F. G. O. (1994). *Estudo tectónico das rochas infracrustais do Manto de Soco do SW do Maciço de Bragança (Trás-os-Montes)*. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa.
- MARQUES, F. O., RIBEIRO, A. & MUNHÁ, J. M. (1996). Geodynamic evolution of the continental allochthonous terranes (CAT) of the Bragança Nappe Complex Ne Portugal. *Tectonics*, 15 (4) 747-762.
- MARTÍNEZ CATALÁN, J. R., ARENAS, R., DÍAZ GARCIA, & ABATI, J. (1997). The variscan accretionary complex of NW Iberia: involved terranes and succession of tectonothermal events. In PIRES, C. C., GOMES, M. E. P. & COKE, C. (Eds.). *Evolução geológica do Maciço Ibérico e o seu enquadramento continental - XIV Reunião de Geologia do Oeste Peninsular* (pp. 117-122). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- MATOS, M. L. F. (1994). A actividade do Laboratório do Instituto Geológico e Mineiro no domínio da higiene e segurança na indústria extractiva. *Rochas e equipamentos*, (35), 145-170.
- MATOSO, A. A. & RAMALHO, M. R. (1992). Recuperação e reintegração de pedreiras na paisagem anticlinal de Estremoz: apresentação de um caso concreto. *Geonovas*, (nº especial 1), 109-117.
- MCDONOUGH, W. F. & FREY, F. A. (1989). Rare earth elements in upper mantle rocks. In LIPIN, B. R. & MCKAY, G. A. (Eds.). Geochemistry and mineralogy of rare elements. *Reviews in Mineralogy*, 21, 99-145.
- MCGRATH, S.P. (1995). Chromium and nickel. In ALLOWAY, B. J. (Ed.). *Heavy Metals in Soils* (capítulo 7) (2ª edição). London: Blackie Academic & Professional.

- MENEZES DE SEQUEIRA, E. & PINTO DA SILVA, A.R. (1992). Ecology of serpentinized areas of north-east Portugal. In ROBERTS, B. A. & PROCTOR, J. (Eds.). The ecology of areas with serpentinized rocks: a world view. *Geobotany* 17, 169-197.
- MENEZES DE SEQUEIRA, E. (1969). Toxicity and movement of heavy metals in serpentinitic soils (North-Eastern Portugal). *Agronomia Lusit.*, 30, 115-154.
- MITTWEDE, S. K. (1989). The Hammett Grove Meta-igneous Suite: a possible ophiolite in the northwestern South Carolina piedmont. *Geological Society Am.*, (Special Paper 231), 45-62.
- MOSSMAN, B. T. (1993). Cellular and molecular mechanisms of disease. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 513-521.
- MUNHA, J. M., RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1984). Blueschists in the Iberian Variscan chain (Trás-os-Montes, NE Portugal). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 70, 31-53.
- NABAIS, C., FREITAS, H., HAGEMEYER, J. & BRECKLE, S. W. (1996). Radial distribution of Ni in stemwood of *Quercus ilex* L. trees grown on serpentine and sandy loam (umbric leptosol) soils of NE-Portugal. *Plant and Soil*, (183), 181-185.
- NAVARRO FLORES, A., COLLADO FERNANDEZ, D. & SANCHEZ GARRIDO, J. A. (1998). Caracterización de la contaminación producida por actividades mineras en los suelos de la Cuenca Baja del Río Almazora. *Boletín Geológico y Minero*, 109 (2), 69-87.
- NEVES, L. F. (1994). *Apostamentos de Geologia Médica - Mestrado em Geociências*. Universidade de Coimbra: Coimbra.
- NOLAN, R. P. & LANGER, A. M. (1993). Limitations of the stanton hypothesis. In GUTHRIE Jr., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 309-326.
- NUNES DA COSTA, C. M. S. (1987). O impacto ambiental de pedreiras e os meios de o controlar. *Boletim Geotécnico*, 3, 9-31.
- NUNES DA COSTA, C. M. S. (1992b). Impacte ambiental de pedreiras: prevenção e controlo. *Geonovas*, (nº especial 1), 103-108.
- NUNES DA COSTA, C. M. S., (1992a). *As pedreiras do anticlinal de Estremoz*. Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa.
- O'HANLEY D. S. (1991). Fault-controlled phenomena associated with hydration and serpentine recrystallization during serpentinization. *The Canadian Mineralogist*, 29, 21-35.
- O'HANLEY D. S. (1996). *Serpentinites: Records of tectonic and petrological history*. New York: Oxford University Press.
- PARTIDÁRIO, M. R., & JESUS, J. (1994). *Avaliação do impacte ambiental*. Lisboa: Centro de Estudos de Planeamento e Gestão do Ambiente.
- PAZ GONZÁLEZ, A., TABOADA CASTRO, M. T. & GÓMEZ SUÁREZ, M. J. (1997). Relación entre textura, pH, materia orgánica y complejo de cambio en el horizonte superior de un suelo sobre serpentinas. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 22 (4), 5-14.
- PEDRO, G. & BITAR, K. E. (1966). Contribution à l'étude de la genèse des sols hypermagnésienes: recherches expérimentales sur l'alteration chimique des roches ultrabasiqes (serpentes). *Annls. Agron.*, 17, 611-651.
- PELTONEN, P. (1995). Crystallization and re-equilibration of zoned chromite in ultramafic cumulates, Vammala Ni-Belt, Southwestern Finland. *The Canadian Mineralogist*, 33, 521-535.

- PEREIRA, E. (1997). XVII Curso de Actualização para Professores de Geociências: Excursão Geológica na região de Bragança. *Associação Portuguesa de Geólogos*.
- PEREIRA, E. & RIBEIRO, A. (1997). Introdução à Geologia do NE de Trás-os-Montes. In GOMES, M. E. P. (Coord.). *Livro Guia da Excursão Pré-Reunião - XIV Reunião de Geologia do Oeste Peninsular*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- PEREIRA, S., BARROS, R. & SAÚDE, N. (1998). Ambiente e segurança na indústria extractiva. Avaliação do impacto ambiental: Metodologias. In DANIEL, F., GONZALEZ, V., DINIS, P., GONZALEZ, P. (Eds.). *Comunicações do seminário europeu sobre legislação ambiental na indústria extractiva* (97-103). Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- POUYAN SHEN, SHYH-LUNG HWANG, HAO-TSU CHU & RUEY-CHANG JENG (1988). STEM study of "ferritchromit" from the Heng-Chun chromitite. *American Mineralogist*, 73, 383-388.
- PRINGLE, I. J. & KAWACHI, Y. (1980). Axinite mineral group in low grade regionally metamorphosed rocks in southern New Zealand. *American Mineralogist*, 65, 1119-1129.
- PROENZA, J. A., ALFONSO, P., MELGAREJO, J. C., GERVILLA, F., TRITLLA, J. & FALICK, A. E. (2000). Origen de las aguas responsables del proceso de serpentización en la Faja Ofiolítica Mayarí- Baracoa (Cuba oriental). Un estudio isotrópico de H y O. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 25, 115-118.
- QUESADA, C. (1991). Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics*, 185, 225-245.
- QUESADA, C. (1992). Evolución tectónica del Macizo Ibérico (Una historia de crecimiento por acreencia sucesiva de terrenos durante el Proterozoico superior y el Paleozoico). In GUTIÉRREZ MARCO, J. G., SAAVEDRA, J. & RÁBANO, I. (Eds.) (1992). *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (173-190). Universidad de Extremadura.
- RAMALHO, J. (1991a). Efeitos da actividade extractiva e transformadora de rochas ornamentais no ambiente. *Jornadas Técnicas sobre indústria extractiva e transformadora de rochas ornamentais do Alentejo* (17 pp.). Évora.
- RAMALHO, M. R. (1991b). Recuperação de áreas degradadas pela exploração de pedreiras e indústria transformadora. *Jornadas Técnicas sobre indústria extractiva e transformadora de rochas ornamentais do Alentejo* (12 pp.). Évora.
- RIBEIRO, A. (1974). Contribution à l'étude tectonique de Trás-os-Montes Oriental. *Serviços Geológicos de Portugal* (Memória nº 24 - Nova Série), 168 pp.
- RIBEIRO, A. (1987). Relatório da missão de cooperação entre DGUTAD e DGFCUL. In VILELA DE MATOS, A. & Alves, P. H. (1990). *Valorização das jazidas de talco - MITALCO: 1º relatório anual de progresso*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Acções preparatórias do Programa Integrado de Desenvolvimento Regional de Trás-os-Montes.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D., MONTEIRO, J. H. (1979). *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal: Lisboa.
- RIBEIRO, A., PEREIRA, E. & DIAS, R. (1990). Allochthonous sequences: Structure in the northwest of the Iberian Peninsula. In DALLMEYER, R. D. & MARTINEZ GARCIA, E. (Eds.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia* (capítulo 3.1). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- RIBEIRO, A., QUESADA, C. & DALLMEYER, R. D. (1987). Tectonostratigraphic Terranes and the geodynamic evolution of the Iberian Variscan fold belt. *Abstracts - Conference on Deformation and Plate Tectonics*, Ovideo.

- RIORDON, P. H. (1955). The genesis of asbestos in ultra-basics rocks. *Economic Geology*, 50, 67-83.
- ROBERTS, B. A. & PROCTOR, J. (1992). Introduction. In ROBERTS, B. A. & PROCTOR, J. (Eds.). The ecology of areas with serpentinized rocks: a world view, *Geobotany*, 17, 1-5.
- RODRIGUES DA COSTA, L. (1994). Indústria extractiva, desenvolvimento sustentável e ordenamento do território em Portugal. *Boletim de Minas*, 31, 89-100.
- RODRIGUEZ, I., GONZÁLEZ, I. & CARRETERO, M. I. (2000). Problemática de la extracción y tratamiento de minerales en la salud humana. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 25, 43-46.
- ROLLINSON, H. R. (1995). *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Longman Group Limited: Singapore.
- ROSS, M. (1981). The geologic occurrences and health hazards of amphibole and serpentine asbestos. In VEBLER, D. R. (Ed.). Amphiboles and other hydrous pyroboles-mineralogy. *Reviews in Mineralogy*, 9A, 279-323.
- ROSS, M., NOLAN, R. P., LANGER, A. M. & COOPER, W. C. (1993). Health effects of mineral dusts other than asbestos. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 361-407.
- RUTSTEIN, M. S. (1988). Taic and tremolite as "asbestos" hazards. *Abstracts with Programs*, 20 (1), 66-67.
- SAKAI, R., KUSAKABE, M., NOTO, M. & ISHII, T. (1991). Origin of waters responsible for serpentinization of the Izu-Ogawawara-Mariana forearc seamounts in view of hydrogen and oxygen isotope ratios. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 100, 291-303.
- SANTOS, (1998). *Geoquímica de litologias básicas e ultrabásicas da Unidade Alóctone Superior do Maciço de Bragança*. Tese de doutoramento, Universidade de Aveiro, 402 pp..
- SAUERBECK, D. (1987). Effects of agricultural practices on the physical, chemical and biological properties of soils: Part II - Use of sewage sludge and agricultural wastes. In BARTH, H. & L'HERMITE, P. (Eds.). *Scientific Basics for Soil Protection in the European Community (181-210)*. London & New York: Elsevier Applied Science.
- SCHANDL, E. S. & NALDRETT, A. J. (1992). CO<sub>2</sub> metasomatism of serpentinites, South of Timmins, Ontario. *The Canadian Mineralogist*, 30, 93-108.
- SCHUMACHER, J. C. (1997). Appendix 2 - The estimation of the proportion of ferric iron in the electron-microprobe analysis of amphiboles. In LEAKE, B. E., WOOLLEY, A. R., ARPS, C. E. S., BIRCH, W. D., GILBERT, M. C., GRICE, J. D., HAWTHORNE, F. C., KATO, A., KISCH, H. J., KRIVOVICHEV, V. G., LINTHOUT, K., LAIRD, J., MANDARINO, J.M. A., MARESCH, W. V., NICKEL, E. H., ROCK, N. M. S., SCHUMACHER, J. C., SMITH, D. C., STEPHENSON, N. C. N., UNGARETTI, L., WHITTAKER, E. J. W. & YOUZHI, G.. Nomenclature of amphiboles: report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on new minerals and mineral names. *Mineralogical Magazine*, 61, 312-321.
- SCOTT, S. D. & KISSIN, S. A. (1973). Sphalerite composition in the Zn-Fe-S system below 300°C. *Economic Geology*, 68, 475-479.
- SHIGA, Y (1987). Behavior of iron, nickel, cobalt and sulfur during serpentinization, with reference to the Hayachine ultramafic rocks of the Kamaichi mining district, northeastern Japan. *The Canadian Mineralogist*, 25, 611-624.
- SKINNER, H. C. W., ROSS, M. & FRONDEL, C., (1988). *Asbestos and other fibrous materials: mineralogy, crystal chemistry, and health effects*. New York: Oxford University Press.



- SMITH, K. S. & PATERSON, J. E. (1995). Manganese and cobalt. In ALLOWAY, B. J. (Ed.). *Heavy Metals in Soils* (capítulo 10) (2ª edição). London: Blackie Academic & Professional.
- SOUSA, L. M. O (1995). *O Granito de Pedras Salgadas como recurso: contribuição para a sua valorização e gestão integrada*. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- SOVERAL DIAS (1995). In BICUDO, J. P. W. & ALBUQUERQUE, A. (1995). *Caracterização do sector da suinicultura relativamente ao estado de adequação à legislação ambiental*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Federação Portuguesa de Associações de Suinicultores.
- STANTON, M. F., LAYARD, M., MILLER, E., MAY, M., MORGAN, E. & SMITH, A. (1981). Relation of particle dimension to carcinogenicity in amphibole asbestoses and other fibrous minerals. *J. Nat'l Cancer Inst.* 67, 965-975.
- TAYLOR, S. R. & MC LENNON, S. M. (1985). *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell Scientific Publication: Oxford.
- THAYER, T. P. (1966). Serpentinization considered as a constant-volume metasomatic process. *American Mineralogist*, 51, 685-710.
- TORRES LOPES (1997). Informação Legislativa: ambiente. *Portugal Mineral*, (49), 2.
- TORRES LOPES (1999). Novo regime de avaliação de impacte ambiental: projecto de Decreto-Lei. *Portugal Mineral*, (55), 1.
- TREMBLAY, P. (2000). A new chapter in the asbestos story. *Newsletter of the Mineralogical Association of Canada*, (62), 2-3.
- VEBLEN, D. R. & WYLIE, A. G. (1993). Mineralogy of amphiboles and 1:1 layer silicates. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 61-137.
- VELHO, J. A. L., & GOMES, C. S. F. (1995a). Mercado do talco em Portugal: problemas e perspectivas. *Geociências*, 9 (1-2), 181-189.
- VELHO, J. A. L., & GOMES, C. S. F. (1995b). Thermochemical methods applied to talcs from Macedo de Cavaleiros (Portugal) for reduction of chlorite content. *Geociências*, 9 (1-2), 171-179.
- VELHO, J., GOMES C. & ROMARIZ, C., (1998). *Minerais industriais: geologia, propriedades, tratamentos, aplicações, especificações, produções e mercados*. Coimbra: Gráfica de Coimbra, Lda.
- VIEIRA E SILVA, J. M., SEQUEIRA, E. M. & SOARES DA SILVA, A. M. (1991). Meteorização de serpentinitos do Nordeste de Portugal: evolução mineralógica e geoquímica. *Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, (112), 185-199.
- VILELA DE MATOS, A., & ALVES, P. H. (1988a). *Valorização das jazidas de talco - COMITAL: 1º relatório anual do progresso*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Acções preparatórias do Programa Integrado de Desenvolvimento Regional de Trás-os-Montes.
- VILELA DE MATOS, A., & ALVES, P. H. (1988b). *Valorização das jazidas de talco - MITALCO: 1º relatório anual de progresso*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Acções preparatórias do Programa Integrado de Desenvolvimento Regional de Trás-os-Montes.
- VILELA DE MATOS, A., ALVES, P. H. & COKE, C. (1990). *Valorização das jazidas de talco - COMITAL: Relatório final*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Acções preparatórias do Programa Integrado de Desenvolvimento Regional de Trás-os-Montes.
- VU, V. T. (1993). Regulatory approaches to reduce human health risks associated with exposures to mineral fibers. In GUTHRIE JR., G. D. & MOSSMAN, B. T. (Eds.). Health effects of mineral dusts. *Reviews in Mineralogy*, 28, 545-554.

- WENNER, D. B. & TAYLOR JR., H. P. (1973). Oxygen and hydrogen isotope studies of the serpentinization of ultramafic rocks in oceanic environments and ophiolite complexes. *American Journal of Science*, 273, 207-239.
- WENNER, D. B. & TAYLOR JR., H. P. (1974). D/H and  $O^{18}/O^{16}$  studies of serpentinization of ultramafic rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38, 1255-1286.
- WHITTAKER, E. J. W. & ZUSSMAN, J. (1956). The characterization of serpentine minerals by X-ray diffraction. *Mineralogical Magazine*, 31, 107-126.
- WICKS, F. J. & O'HANLEY, D. S. (1988). Serpentine minerals: structure and petrology. In BAILEY, S. W. (Ed.). *Hydrous phyllosilicates, Reviews in Mineralogy*, 19, 91-167.
- WICKS, F. J. & PLANT A. G. (1979). Electron-microprobe and X-ray-microbeam studies of serpentine textures. *The Canadian Mineralogist*, 17 (parte 4), 785-830.
- WICKS, F. J. & WHITTAKER, E. J. W. (1977). Serpentine textures and serpentinization. *The Canadian Mineralogist*, 15 (parte 4), 459-488.
- WICKS, F. J. (1979). Mineralogy, crystal chemistry and crystallography of chrysotile. In LEDOUX, R. L. (Ed.). *Mineralogical techniques of asbestos determination* (35-78). Mineralogical Association of Canada Short Course Handbook.
- WICKS, F. J. (1998). Report on an international workshop on the health effects of chrysotile asbestos: contribution of science to risk management. *Newsletter of the Mineralogical Association of Canada* (58), 6-7.
- WICKS, F. J., WHITTAKER, E. J. W. & ZUSSMAN, J., (1977). An idealized model for serpentine textures after olivine. *The Canadian Mineralogist*, 15 (parte 4), 446-458.
- YUI, T. F., YEH, H. W., WANG LEE, C. (1990). A stable isotope study of serpentinization in the Fengtien ophiolite, Taiwan. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54, 1417-1426.
- ZOLTAI, T. (1981). Amphibole asbestos mineralogy. In VELEN, D. R. (Ed.). *Amphiboles and other hydrous pyriboles-mineralogy. Reviews in Mineralogy*, 9A, 237-278.