

INFLUÊNCIA DAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. CASOS DE TRÁS-OS-MONTES ORIENTAL.- (PRIMEIRA ABORDAGEM)

Luís Filipe Pires FERNANDES¹, Manuel de Oliveira da SILVA²

RESUMO

Este trabalho, reflecte uma primeira abordagem de um estudo que estamos efectuando na bacia do rio Fervença. Pretende-se com este estudo, fazer uma avaliação das actividades antrópicas mais significativas e qual o seu significado e impacto nos recursos hídricos.

Palavras - chave: azoto, contaminação, zona não saturada, fertilização, metais pesados.

¹- Prof. Adjunto do Instituto Politécnico de Bragança.
Quinta de St^a Apolónia. 5300- Bragança, Portugal.

²- Professor Catedrático da Faculdade de Ciências de Lisboa.
Campo Grande Edifício C2 2º Piso. 1700 Lisboa Codex. Portugal.

1- LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS EM ESTUDO

Os locais estudados situam-se em Trás-os-Montes Oriental, região de Bragança e são abrangidas pelas folhas nº 24, 37, 38, 50 e 51 da carta militar de Portugal, escala 1:25.000, dos Serviços Cartográficos do Exército.

2- GEOLOGIA

O relevo do nordeste transmontano caracteriza-se por um extenso planalto, com altitudes médias entre os 700 e 800 m, CABRAL.(1985), encontrando-se bem conservado, a Leste, na zona de Miranda do Douro. Esta superfície de aplanção deverá corresponder ao prolongamento, em território português, da grande superfície da Meseta Norte ou de Castela-a-Velha.

As formas morfológicas são suaves, colinas arredondadas, ocorrendo, no entanto, grandes desnivelamentos altimétricos, devido ao grande afundamento do principal sistema hidrográfico (Rio Tuela e Rio Sabor), ANTHONIOZ (1972).

A Meseta Transmontana é dominada por diversas elevações, que formam relevos residuais e que estão geralmente associados a rochas quartzíticas (cristas quartzíticas), ou máficas e ultramáficas (maciço de Morais). Sobressaem também da Meseta algumas serras de fraca altitude, como: as de Montesinho (1438 m), de Nogueira (1318m), da Coroa (1117m), situadas respectivamente a NW, SW e W de Bragança e a Serra de Bornes (1.200 m) situada a S de Macedo de Cavaleiros, CABRAL .(op.cit.).

Entre estes relevos correm rios, quase sempre em vales profundos, por vezes direitos, chegando mesmo a ser rectilíneos, o que poderá revelar influência tectónica. A rede hidrográfica torna-se densa, com a principal direcção dos cursos de água a ser NE-SW ou ENE-WSW, ou seja uma orientação alpina ou bética, TEIXEIRA (1981).

O rejogo recente de grandes acidentes com direcção aproximada NNE-SSW, deu origem a grandes depressões, como o Vale da Vilariça, as bacias de Macedo de Cavaleiros, Mirandela e Bragança.

2.1- As grandes unidades geológicas do noroeste da península ibérica.

Foi Lotze em meados da década de 40 o primeiro a reconhecer a zonalidade existente na Cadeia Hercínica em termos de paleogeografia, metamorfismo, magmatismo e estilo estrutural. Com efeito, este autor definiu no NW da Península 4 zonas diferenciadas: a Zona Cantábrica, a Zona Oeste Astúrico-Leonesa, a Zona Galaico-Castelhana e a Zona Luso-Occidental Alcudiana.

E é assim que, a partir desta primeira classificação, outras várias têm sido propostas, de entre as quais se destaca, a de RIBEIRO (1972), que, de NE para SW, considera, tipificadamente quatro zonas: Zona Cantábrica, Zona Oeste Astúrico-Leonesa, Zona da Galiza Oriental, Sub-zona da Galiza Média-Trás-os-Montes, Zona Centro Ibérica.

2.2- Geologia geral do maciço de Bragança

Trata-se de uma região que do ponto de vista geológico se situa no maciço Hespérico ou Maciço antigo. A zona é constituída por um amplo conjunto de rochas cristalinas incluídas nos

maciços polimetamórficos de Bragança e Morais(unidades alóctones) e nas unidades para e autóctones que os envolvem.

O Maciço de Bragança é constituído por duas sinformas com orientação NW-SE. A sinforma situada a SW (Vila Boa de Ousilhão) está separada da sinforma situada a NE (Parâmio-Baçal) por um antiforma (anticlinal de Ladeiro) onde aparecem formações do grupo centro-transmontano (fig.1).

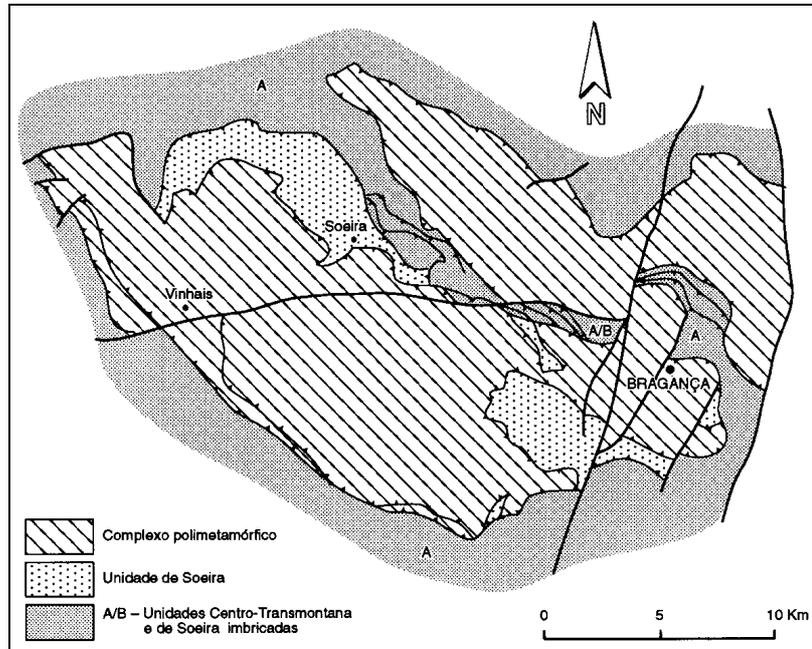


Figura (1)- Representação esquemática da Geologia do Maciço de Bragança-Vinhais.

Segundo ALTE DA VEIGA (1991) e com base nos trabalhos de PORTUGAL FERREIRA (1965), de ANTHONIOZ (1972) e de RIBEIRO (1974), na **sinforma SW** estão presentes, da base para o topo:

- A - Unidade Soeira-Nogueira, constituída por rochas básicas de fácies dos xistos verdes (Unidade da Nogueira), que aflora em diversas manchas descontínuas;
- B - Anfibolitos da Base;
- C - Anfibolitos com granada e rochas ultrabásicas associadas, apresentando características blastomiloníticas;
- D - Gneisses e migmatitos, em afloramentos localizados, por vezes com lenticulas de Eclogitos;
- E - Granulitos.

No **maciço NE**, aparecem de dentro para fora.

- A - Uma banda descontínua de anfibolitos da base, constituindo a zona de bordadura da maior parte da sinforma;
- B - Uma unidade de gneisses e migmatitos, localmente com lenticulas de eclogitos.
- C - Anfibolitos com granada mais serpentinitos do topo.

Nesta sinforma, os gnaisses afloram numa maior extensão relativamente aos anfibolitos, do que na sinforma SW.

3- CLIMA

3.1- Caracterização do clima de Trás-os-Montes interior

Entende-se, por Trás- os-Montes Interior, a extensão do nordeste de Portugal, que se situa a leste da linha de montanhas que desce desde os Maiores, passa pela Padrela, Falperra, Alto de Justes e Serra de S. Domingos, a norte do rio Douro.

Trata-se de uma zona com marcadas características de interioridade, já que está separada das zonas litorais pelo eixo de Vila Real, Vila Pouca de Aguiar e Vale de Chaves, GONÇALVES (1990).

O povo nordestino caracteriza o clima da sua região designando-o por "**Terra Quente e Terra Fria**", e através do expressivo refrão "**nove meses de Inverno e três de Inferno**".

Esta região encontra-se protegida da influência marítima por dois cordões montanhosos: o primeiro, e o mais importante, que se desenvolve desde o Alto Minho, passando pelas serras da Cabreira e Barroso, pelo Marão e Alvão, a norte do rio Douro, e, pelo Montemuro, a sul; O segundo cordão, que é menos elevado e que já anteriormente referimos, desce, desde os Maiores, prolonga-se pela Padrela-Falperra, Alto de Justes e serra de S. Domingos. Pelo lado sul, desenvolve-se o planalto de Leomil.

Assim, podemos dizer que a região se encontra praticamente fechada por cordões montanhosos e planaltos. Por W, temos as serras de Montemuro (1382m), Marão (1415 m), Gerês (1508 m), Larouco (1545 m) e Peneda (1374 m); a norte, o sistema Galaico-Duriense e a Cordilheira Cantábrica; a sul do rio Douro, aparecem os relevos terminais da Beira Alta, Penedono (988 m); e a leste, o planalto Castelhana-Leonês, onde se desenvolvem características continentais que influenciam a nossa região, GONÇALVES (1990).

Eis a razão por que esta parte portuguesa da peneplanície, que se situa a norte do Douro, se apelida, e com toda a propriedade, de Trás-os-Montes, RIBEIRO et. al (1987).

No interior desta região, a sua fisiografia, é dominada, principalmente a leste, pelo planalto de Bragança-Miranda, que se caracteriza, tipicamente, por Terra Fria Transmontana, e abarca toda a zona norte da região.

Na parte central, situa-se a Terra Quente Transmontana, que encontra boa expressão nas depressões de Mirandela e Vilaríça.

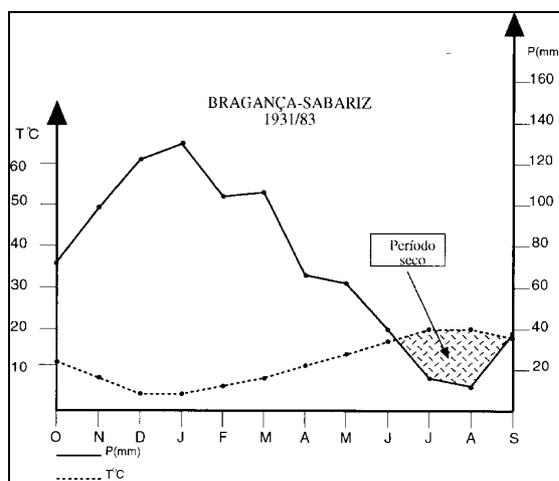
A zona da Terra Quente tem um Inverno mais curto do que a Terra Fria, mas, em termos de rigor, será tanto ou mais frio. No Verão, a Terra Quente apresenta uma grande secura estival, associada a temperaturas extremas muito elevadas.

3.2- Classificação Climática

Como se pode observar no diagrama termopluiométrico de Gausson da fig.2, elaborado com os dados de T e P verificados em Bragança de 1931/83, os meses de Verão (Julho/Agosto), são muito limitados em precipitação, o que é uma característica dos climas mediterrânicos. Com os mesmos dados construímos o climograma da fig.3, onde se verifica que, nesta região, há duas situações bem marcadas: uma com clima chuvoso-frio, desde Janeiro a Julho e desde meados de Setembro a Janeiro, e outra com clima seco-quente, que inclui, praticamente, os meses de Junho, Julho, Agosto e metade do de Setembro. Há dois períodos, relativamente pequenos, que fazem uma passagem por épocas de clima seco-frio (início de Junho) e pelo chuvoso-quente (meados de Setembro)

Segundo a classificação de Koppen, podemos atribuir como sendo uma variedade Csa o clima da Terra Quente, e Csb o correspondente à Terra-Fria GONÇALVES (1990).

Nestes cálculos utilizámos os dados fornecidos pelo posto meteorológico localizado em



Fontes, a cerca de 4.5 Kms a oeste da Bacia de Cova de Lua e a estação meteorológica da Quinta de Stª Apolónia, sita em Bragança, a cerca de 6.5 Kms a SE de Sabariz.

Figura-(2) — Diagrama termopluviométrico para Bragança — 1931/83

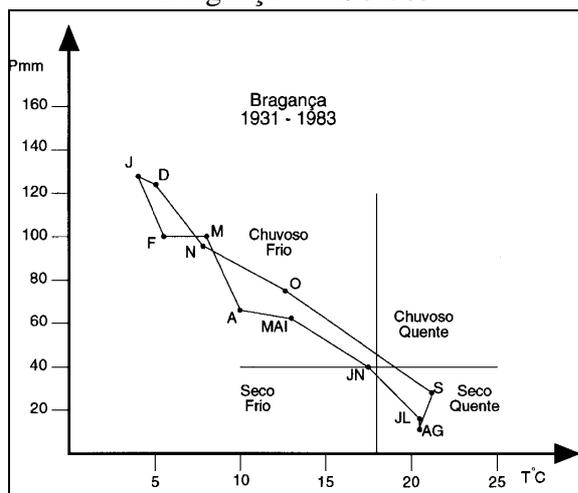


Figura (3)- Climograma para Bragança

4- HIDROGEOLOGIA

Do ponto de vista hidrogeológico a região é caracterizada pela existência típica de aquíferos de rochas físsuradas, com o aparecimento pontual de alguns aquíferos em materiais porosos como sejam algumas zonas aluvio/coluvionares.

4.1- Bacias de Sabariz e Cova de Lua.

Efectuamos recentemente o estudo de dois locais importantes no abastecimento de água à cidade de Bragança, concretamente os aquíferos de Sabariz e de Cova de Lua, situados respectivamente no maciço de Bragança e no paraautóctone envolvente deste mesmo maciço.

A Geomorfologia é muito semelhante em ambas as bacias, com a grande diferença e de maior realce, a existência de calcários carsificados na bacia de Cova de Lua, que implica um comportamento diferente deste aquífero em relação ao de Sabariz que nos apresenta um comportamento típico de circulação em fracturas e diaclases, como conseguimos comprovar pelas curvas de esgotamento das nascentes ali existentes.

Como se trata de zonas com grande actividade agrícola, pensamos que estará aqui a razão pela qual os valores de nitratos em alguns pontos e nalgumas épocas do ano apresentam valores relativamente altos (45mg/l) muito próximo do valor máximo permitido para águas de abastecimento público (50mg/l), Fig. 4

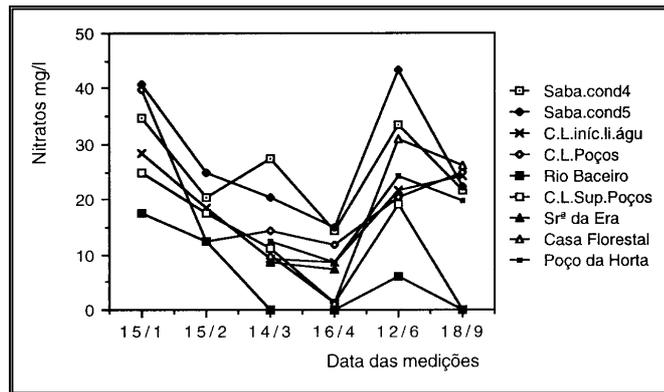


Figura (4)- Evolução da quantidade de nitratos em Cova de Lua e Sabariz no ano de 1990/91

4.2- Bacia do rio Ferwença.

Actualmente encontramos-nos a estudar a bacia hidrográfica do rio Ferwença, onde a avaliação dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) aqui disponíveis e identificação dos impactos antrópicos na qualidade dos mesmos, constituem o objectivo principal deste mesmo estudo.

Dentro da grande bacia definimos uma menor que apelidamos de experimental, na qual mantemos um control rigoroso do caudal de escorrença superficial através de uma estação limnimétrica por nós montada.

No interior desta bacia encontram-se áreas representativas dos diferentes impactos: efluentes domésticos; depósito de resíduos sólidos (lixeria Municipal); actividades agro-pecuárias; agricultura de regadio e exploração de recursos naturais que estão a influenciar a qualidade dos recursos hídricos.

5- ESTUDO EXPERIMENTAL

Seguindo metodologias clássicas e novas metodologias estamos a fazer a cartografia dos diferentes factores que interferem com o sistema.

Através de análises químicas obter-se-á a caracterização espacial e temporal do quimismo dos recursos hídricos identificando-se origens para eventuais alterações da qualidade química e bacteriológica.

Directamente ligado com as águas subterrâneas, existe actualmente uma maior preocupação com o papel que representa a zona não-saturada, daí que se tenham desenvolvido

algumas técnicas para extracção de água dessa zona, principalmente através de cápsulas de cerâmica com vácuo, EDWARD et al. (1975) técnica que estamos utilizando em 6 estações.

A solução extraída foi analisada, tendo-se tido como preocupação principal a pesquisa de elementos mais utilizados nos fertilizantes químicos.

5.1-O Azoto

O azoto é um elemento fundamental para o crescimento das plantas, já que é um nutriente essencial que deve encontrar-se no solo em determinadas quantidades para obter um crescimento óptimo das culturas. As fertilizações com produtos ricos em azoto devem ser os necessários, já que quantidades excessivas deste elemento pode provocar a contaminação das águas subterrâneas por lexiviação de nitratos.

O azoto está presente no solo sob diferentes formas, tanto orgânicas como inorgânicas. As formas inorgânicas mais representativas são os nitratos e os nitritos.

De seguida mostramos a evolução dos nitratos em três das estações estudadas e a várias profundidades.

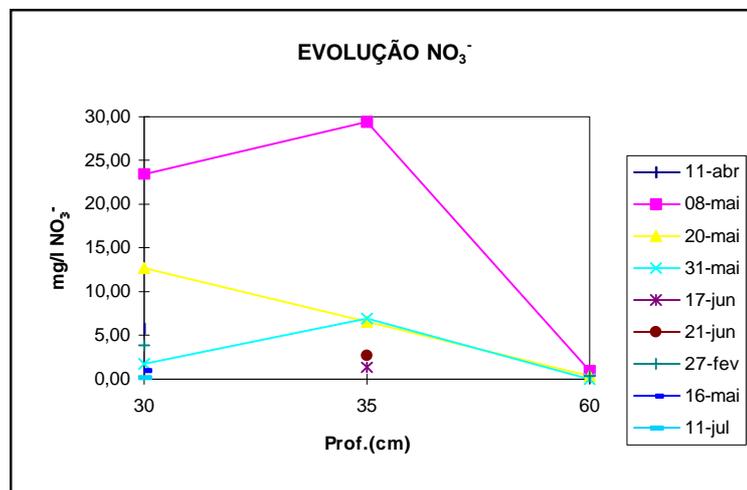


Figura (5) - Evolução dos nitratos na solução do solo junto à lixeira municipal.

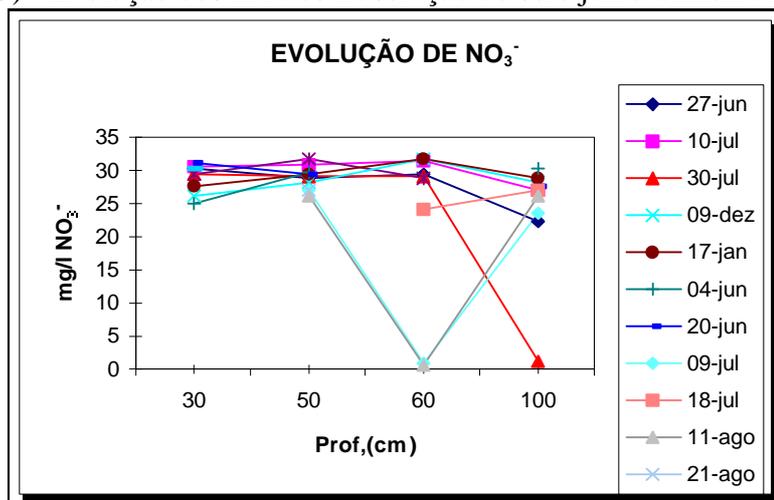
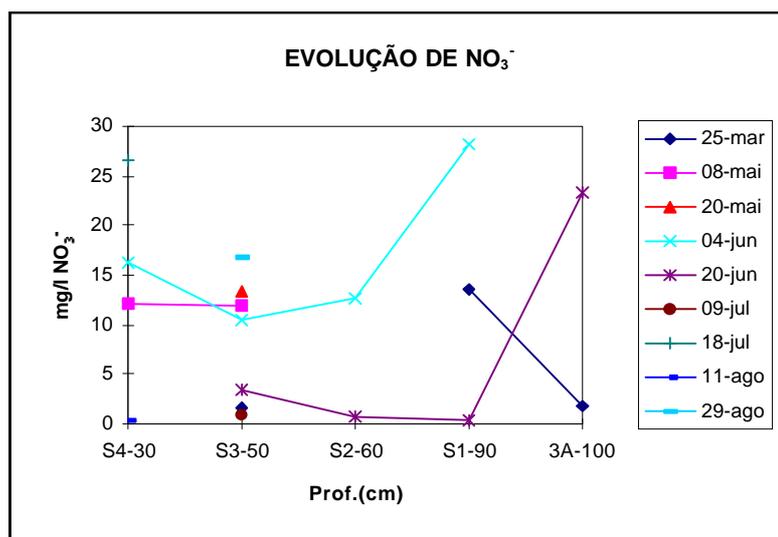


Figura (6) - Evolução dos nitratos na solução do solo na plantação de lúpulo



Figura(7) - Evolução dos nitratos na solução do solo na plantação de morangos.

Pela evolução dos dados disponíveis verificamos alguma influência do tipo de cultura (tipo e quantidade de fertilização) nas quantidades recolhidas nas cápsulas, nomeadamente o contraste verificado entre a maior parte das culturas tradicionais de Trás os Montes e a cultura de lúpulo.

Conjuntamente com a pesquisa de elementos na água, recolhemos amostras de solos para avaliação de concentrações anómalas de determinados elementos que possam estar relacionados, ou não, com actividades antrópicas.

5.2- Metais pesados

No quadro I representa-se o resultado da análise das amostras de solos realizadas nos laboratórios "Activation Laboratories Ltd., com sede em Ontario no Canadá.

Como primeira leitura notasse um nítido control do tipo de solo na distribuição dos diversos metais pesados analisados.

Quadro I
Metais pesados encontrados nos solos da área em estudo

Amostras	Pb ppm	Zn ppm	Cu ppm	Ni ppm	Co ppm	Cr ppm	V ppm
POULÃO-Super.	9	97	72	385	87	703	351
POULÃO-60	8	91	67	380	91	682	365
POULÃO-90	< 5	92	183	253	69	349	259
LÚPULO-SUPER	14	121	43	83	53	129	240
LÚPULO-30	20	118	35	65	52	134	225
LÚPULO-60	19	118	35	75	44	146	212
LÚPULO-90	19	120	35	69	49	158	231
ALFAIÃO Super.	20	88	20	48	29	120	117
ALFAIÃO-30	21	89	16	38	27	85	112
ALFAIÃO-60	22	118	23	56	30	93	113
ALFAIÃO-90	19	103	21	45	31	139	126
ALFAIÃO-120	17	97	20	46	28	138	141

SORTES- Super.	38	86	16	20	16	75	68
SORTES-30	37	70	5	24	16	153	80
SORTES-60	33	52	< 5	22	11	114	50
SORTES-90	8	79	83	466	94	2698	326
LIXEIRA-Super.	21	69	11	40	22	133	95
LIXEIRA-30	22	68	10	38	20	157	104
LIXEIRA-60	19	66	8	34	22	84	87
AGRÁRIASuper.	12	92	94	594	84	909	265
AGRÁRIA-30	11	90	97	633	84	1038	272
AGRÁRIA-60	< 5	90	92	356	80	643	323
AGRÁRIA-75	5	50	215	1890	161	4151	179
AGRÁRIA-150	< 5	95	70	509	111	1429	382
TALHÃO1-30	10	81	85	500	102	3330	314
TALHÃO1-60	10	83	82	517	106	2817	324
TALHÃO1-120	6	79	75	266	98	1577	365
TALHÃO2-30	13	82	138	1242	227	7010	306
TALHÃO2-60	6	76	141	1384	278	5645	310
TALHÃO2-120	8	70	98	403	92	1160	354
TALHÃO3-30	8	77	111	1119	169	6333	286
TALHÃO3-60	< 5	52	133	836	158	4121	327
TALHÃO4-30	8	81	84	453	91	2908	303
TALHÃO4-60	6	83	76	508	108	2496	349

Em alguns locais amostrados verificam-se algumas concentrações anormais de alguns metais, (Zn e Pb) , SILVA et al. (1993) que poderão estar relacionados com entradas estranhas aos sistemas.

BIBLIOGRAFIA

- ALTE DA VEIGA, N.M.S. - Estudo Geológico e Petrológico na região de Meixedo - Gimonde(Bragança), os gneisses de Bragança. Tema de dissertação apresentado no âmbito das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, do ECDU. Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, 1991, 123 pp.
- ANTHONIOZ, P.M. - Les complexes polymétamorfiques precambriens de Morais et de Bragança (N-E du Portugal): étude pétrographique et structurale, Memória nº 20 (Nova série) dos Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, 1972 192pp.
- CABRAL, J.M.L.C. - estudos de Neotectónica em trás-os-Montes Oriental. Tema de dissertação apresentado no âmbito de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, do ECDU. Departamento de geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, 1985, 121 pp.
- CARVALHO, M.R.E. - HIDSPEC, um programa de especiação e cálculo de equilíbrios água/rocha.Aplicações.Tema da dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada.Lisboa, 1989 238 pp.
- CANDELA; L. VARELA, M. - La zona no saturada y la contaminación de las aguas subterráneas. CIMNE, Barcelona, 1993.
- CLAUS BELER, KARIN HANSEN, PER GUNDERSEN, - Long- Term Field Comparison of Ceramic and Poly(tetrafluoroethene) Porous Cup Soil Water Samplers. Environ. Scil. Technol., 1992, Vol.26, nº 10.
- CUSTODIO, E., LLAMAS,M.R. - Hidrologia Subterranea. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, tomo I e II, 1983, 2350 pp.

- EDWARD A, HASEN AND ALFRED RAY HARRIS, - Validity of Soil- Water Samples Collected with Porous Ceramic Cups. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 39,(1975).
- FERNANDES L.F. - Hidrogeologia de dois importantes aquíferos (Sabariz/Cova de Lua) do Maciço Polimetamórfico de Bragança. Tema da dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada.Lisboa, ,1992 173 pp. pp.
- FERREIRA DA SILVA E, CARDOSO DA FONSECA, E. -Comportamento do Zinco, Níquel e Crómio na espécie ZEA MAYS (vulgo Milho) no perímetro industrial de Águeda. Geociências, Revista da Univerdidade de Aveiro, 1993,Vol.8, fasc. (1-2).
- GONÇALVES, D. A. - O uso do solo e a construção das paisagens rurais. O caso do interior de Trás-os-Montes. 1ª Jornadas sobre o Mundo Rural. Instituto Politécnico de Bragança,1990.
- MENDONÇA, J.J. Lopo - Critérios e métodos de defenição de Perímetros de Protecção de Captações de água Subterrânea. Recursos Hídricos, 1993, Vol. 14 n.ºs 2 e 3.
- PORTUGAL FERREIRA, M.R. - Geologia e petrologia da região de Rebordelo-Vinhais.Sep. Rev. Fac. Ciên.Univ. Coimbra, Vol. 36, 287pp.
- RIBEIRO, A. - Contribution À l'Etude Tectonique de Tràs - os - Montes Oriental. Memória nº 24 (nova série) dos Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa, 1972, 168pp.
- TEIXEIRA, C. - Geologia de Portugal, Voll. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981, 629pp.