

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

**CONTAMINAÇÃO EM METAIS DA  
ZONA A NORTE DE POMBAL**

**João Manuel Pinto**

**Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade de  
Coimbra para a obtenção do grau de  
Mestre em Geociências (segundo o art.º 5º,  
2(b), do D.L. n.º 216/92, de 13 de Outubro,  
na Área de Especialização em Processos  
Geológicos, Ramo de Ambiente e  
Ordenamento do Território**

**CENTRO DE GEOCIÊNCIAS**



**COIMBRA  
2000**

## RESUMO

Junto à cidade de Pombal localizam-se dois importantes núcleos industriais: o Parque Industrial Manuel da Mota e a Zona Industrial da Formiga. Mas, fora do perímetro destes dois pólos aglutinadores de empresas fabris, de comércio e serviços, existem ainda outras indústrias de pequena a média dimensão, mais ou menos dispersas. Deste facto podem extrair-se três conclusões: primeiro, do ponto de vista económico constitui um indicador de inequívoca vitalidade; segundo, do ponto de vista administrativo, o licenciamento de indústrias implantadas um pouco por todo o lado revela um crescimento deste sector algo anárquico; terceiro, do ponto de vista ambiental, as consequências negativas não podem deixar de se fazer sentir.

A Zona Industrial da Formiga e um leque de algumas das empresas dispersas mantêm uma estreita relação de proximidade com o núcleo urbano e, em conjunto, exercem uma pressão excessiva e sempre em crescendo sobre o domínio fluvial e, particularmente, sobre uma das formações geológicas mais vulneráveis, que é o depósito aluvionar. De todas as indústrias instaladas, provavelmente serão várias as que contribuem para a contaminação do meio ambiente em metais; todavia, as que despertaram maior interesse para este estudo foram as duas anodizações localizadas em ambas as margens do Rio Arunca e relativamente próximas uma da outra. Os motivos desse interesse prendiam-se, por um lado, com as descargas de efluentes que em 1996 eram efectuadas directamente para as linhas de água e, por outro lado, com a deposição, em condições de absoluta promiscuidade e desrespeito pelas normas ambientais, na lixeira municipal, entretanto encerrada, de lamas supostamente contaminadas em metais. Assim, neste contexto, tornou-se imperioso repartir a amostragem por duas vertentes: 1º - os efluentes, o meio fluvial e o aquífero livre; 2º - as lamas depositadas na lixeira, os próprios sedimentos da lixeira e os da zona envolvente.

Mas, para cumprir o objectivo deste estudo, inserindo-o no âmbito da Geologia Ambiental, foi dada uma ênfase especial a todas as vertentes do meio físico, como a geomorfologia, a geologia, a tectónica, a hidrologia, o clima, a pedologia, a fauna e a flora, procurando determinar a influência de cada uma delas e as suas interacções. Se outras razões não existissem para o fazer, bastaria, por um lado, reconhecer o protagonismo que o Rio Arunca exerce no ecossistema constituído pela sua bacia hidrográfica e, por outro lado, associar o comportamento do rio a todos os parâmetros que, no passado, moldaram a sua fisionomia e como é que ele, no presente, “convive” com as agressões de que é alvo, quer directamente através das descargas de efluentes, quer indirectamente através das modificações do “seu” espaço físico.

Desta forma, procurando fazer uma enquadramento pormenorizado de todas as componentes de ordem física, identificaram-se dois domínios particularmente vulneráveis: um, constituído pelas bancadas calco-margosas, intensamente fracturadas, com intercalações de argila e dispostas em monoclinal com inclinação de 10 a 15° para sudoeste, onde estava localizada a lixeira municipal; outro, formado pelo depósito aluvionar, quase plano, de espessura reduzida e onde estão implantadas várias indústrias poluidoras. Todavia, uma vez que o Rio Arunca, além de muitas outras funções, também servia de vazadouro dos efluentes industriais e urbanos, teve que ser caracterizado. A sua bacia hidrográfica é ligeiramente irregular, de forma alongada, com densidade de drenagem razoável, de clima pouco húmido, embora no ano

hidrológico de 1995-96 tivesse sido bastante mais chuvoso, e, por isso, pouco sujeita a grandes cheias. O rio percorre terrenos essencialmente pouco acidentados, é pouco impetuoso e não se conhecem episódios de alagamento dos terrenos que o confinam.

A hidrogeologia local reflecte a existência de dois meios: um fracturado, inserido no domínio do Maciço de Sicó; e outro poroso, que engloba todas as litologias pós-jurássicas. Revelaram-se ambos de fraca produtividade. O primeiro, porque estando já na periferia do aquífero cársico, a maior parte das fracturas, algumas das quais com caixas de aproximadamente meio metro, estão preenchidas por materiais argilosos. O segundo, porque apesar de ser constituído por um potente depósito detrítico, encerra uma apreciável componente argilosa, escasseando os bons níveis aquíferos. De todos os aquíferos, o mais importante será constituído pelo depósito aluvionar quaternário. Durante o ano hidrológico de 1995-96, a medição dos níveis piezométricos em três poços, localizados a jusante da zona industrial, permitiu inferir um sentido de fluxo do escoamento subterrâneo convergente para o rio, ou seja, desfavorável à migração dos contaminantes deste para o aquífero livre. Contudo, alguns furos de captação de águas subterrâneas estão instalados excessivamente próximos do rio e induzem cones de rebaixamento que provocam um risco acrescido de contaminação ao inverterem este sentido de fluxo.

Do ponto de vista hidroquímico, da caracterização inicial, quanto à dureza, a água de superfície revelou-se muito dura, ao passo que a dos efluentes da Anodipol era branda e influenciava a do Ribeiro do Degolaço; a dos efluentes da Estabelecimentos Manuel Ferreira era dura e não modificava a água do Rio Arunca. Relativamente aos iões dominantes, a água de superfície era bicarbonatada cálcica, enquanto que a dos efluentes da Anodipol era sulfatada sódica e modificava a do Ribeiro do Degolaço; a dos efluentes da Estabelecimentos Manuel Ferreira era sulfatada-bicarbonatada sódica e pouca influência tinha na água do rio. No diagrama de Schoeller-Berkaloff evidenciaram-se os valores muitos superiores da condutividade eléctrica, de sódio e de sulfuretos dos efluentes de ambas as anodizações relativamente aos da água de superfície; quanto aos restantes parâmetros, destacavam-se os valores excessivamente elevados de pH, do total de sais dissolvidos, da alcalinidade e das concentrações em carbonatos e alumínio dos efluentes da Anodipol. A composição dos efluentes desta anodização era susceptível de sofrer variações bruscas como o comprovam os valores de duas amostras recolhidas no mesmo dia com um intervalo de tempo de aproximadamente 15 minutos de diferença. Ao longo do período de amostragem, a maior parte das amostras de águas de superfície e de efluentes analisadas revelaram contaminação em  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  e  $Zn^{2+}$ . Para as águas residuais (efluentes), alguns destes parâmetros, principalmente o  $Al^{3+}$  e o  $Cr^{3+}$ , apresentavam concentrações várias vezes superiores aos valores máximos admissíveis – VMA. A água do aquífero livre, amostrada a jusante da zona industrial, evidenciava concentrações apenas em  $Al^{3+}$  e  $Zn^{2+}$ , mas com valores normais para a área, pois eram muito próximos dos da água do Rio Arunca, a montante de Pombal.

As análises químicas, por microsonda electrónica, de vários minerais das amostras de sedimentos comprovaram a existência de contaminação no leito do rio e nos terrenos da lixeira. Os sedimentos da base da lixeira (calcários e fracção argilosa, supostamente contaminados) foram comparados com os sedimentos da zona envolvente (não contaminados). Em particular, na fracção argilosa recolhida na base da lixeira, as análises de corundo apresentaram teores mais elevados em  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$  e  $Cr^{3+}$ ; o silicato hidratado de  $Al^{3+}$  e  $Fe^{2+}$  era mais rico em  $Al^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$ , e  $Sn^{4+}$ ; a caulinite mostrou teores mais elevados em  $Ti^{4+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^{+}$ , e  $Sn^{4+}$ ; o feldspato potássico

mostrou composições enriquecidas em  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Na}^+$ ; a ilmenite evidenciou um enriquecimento em  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ; na calcite foram detectados  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Sn}^{4+}$ .

Para os sedimentos do leito do rio, nas análises químicas de minerais foram detectadas concentrações reduzidas de metais, exceptuando o  $\text{Al}^{3+}$ . Nos feldspatos potássicos apareceram, por ordem decrescente  $\text{Sn}^{4+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ ; na moscovite detectaram-se:  $\text{Zn}^{2+} > \text{Sn}^{4+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Ni}^{2+}$ ; na caulinite os valores obtidos foram por ordem decrescente:  $\text{Zn}^{2+} > \text{Cr}^{3+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Sn}^{4+} > \text{Cu}^{2+}$ . na ilmenite a ordem foi:  $\text{Zn}^{2+} > \text{Sn}^{4+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ ;

As lamas depositadas na lixeira eram constituídas por partículas coloidais, muito hidratadas, com elevada plasticidade e de carácter higroscópico. Nas análises químicas efectuadas por microsonda electrónica verificou-se que predominavam os hidróxidos de alumínio, mas nem todas as análises se identificavam com a gibsite, o diásporo ou a boemite, devido, sobretudo, à contaminação, pois além de  $\text{Al}^{3+}$  quase todas apresentavam concentrações em  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{S}^{6+}$ . Frequentemente as análises de hidróxido de alumínio da mesma amostra mostravam valores tão díspares que deixavam antever tratar-se de mais do que uma variedade deste mineral. Por esse motivo, em função dos óxidos dominantes, foram estabelecidos seis grupos de hidróxidos de alumínio e um silicato de titânio e alumínio hidratado. Os hidróxidos de alumínio identificados foram: gibsite, diásporo ou boemite, hidróxido de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Ti}^{4+}$ ; hidróxido de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$ ; hidróxido de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Ti}^{4+}$ ; hidróxido de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{Sn}^{4+}$ .

O calcário afectado pela lixeira estava enriquecido em  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{MgO}$ . A fracção argilosa contaminada pela lixeira apresentava enriquecimento em  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$ . Nos sedimentos do leito do rio destacavam-se os valores médios de 661 ppm de Cr, 133 ppm de Zn, 257 ppm de Ni, 56 ppm de Cu e 50 ppm de Co. Nas lamas depositadas na lixeira merecem referência especial os valores de  $\text{TiO}_2$  (0,00 - 22,68%), de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (31,73 - 55,84%), de Cr (435 - 60649 ppm), de Zn (33 - 429 ppm), de Sn (0 - 88 ppm), de Ni (0 - 5327 ppm), de Cu (16 - 499 ppm) e de Co (60 - 157 ppm).

Em matéria de impactes ambientais, pôde concluir-se que ambas as anodizações estavam a contaminar o Rio Arunca em  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ , sobressaindo nitidamente os valores elevados dos dois primeiros elementos que eram várias vezes superiores aos VMA, e os terrenos onde estava implantada a lixeira municipal em  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Co}^{2+}$ . Não existia contaminação do aquífero livre. É provável a contaminação dos solos que ladeiam o Rio Arunca e eram regados, durante o verão, com águas poluídas retiradas directamente dele.

## ÍNDICE GERAL

	Página
Agradecimentos .....	III
Resumo .....	V
Índice geral .....	VIII
Índice de figuras .....	XIII
Índice de tabelas .....	XVII

### CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 – Considerações gerais.....	1
1.2 - Objectivos .....	4
1.3 - Métodos analíticos .....	5
1.3.1 – Metodologia de amostragem .....	5
1.3.2 – Análises químicas .....	10
1.3.2.1 – Águas .....	11
1.3.2.1.1 – Determinação dos aniões .....	12
1.3.2.1.2 – Determinação dos catiões .....	12
1.3.2.2 – Análises de sedimentos .....	13
1.3.3 - Difractometria de raios-X .....	14
1.3.4 – Microsonda electrónica .....	14
1.4 – Métodos de tratamento do alumínio .....	14
1.4.1 – Síntese do processo fabril .....	14
1.4.1.1 – Anodização e coloração .....	16
1.4.1.1.1 – Polimento .....	16
1.4.1.1.2 – Desengorduramento .....	18
1.4.1.1.3 – Acetinagem .....	18
1.4.1.1.4 – Decapagem .....	18
1.4.1.1.5 – Neutralização .....	19
1.4.1.1.6 – Anodização .....	19
1.4.1.1.7 – Coloração .....	20
1.4.1.1.8 – Colmatagem .....	21
1.4.1.1.9 – Lavagens .....	23
1.4.1.1.10 – Tratamento de efluentes .....	23
1.4.1.2 – Termolacagem .....	24
1.4.1.2.1 – Cromatização .....	24
1.4.1.2.2 – Aplicação de <i>poliester</i> .....	24
1.4.1.2.3 – Polimerização .....	24
1.4.2 – Problemas ambientais resultantes .....	24
1.4.2.1 – Fase fortemente alcalina .....	24
1.4.2.2 - Fase fortemente ácida .....	25

	<b>Página</b>
1.4.3 – Caracterização química de alguns metais .....	25
1.4.3.1 – Alumínio .....	25
1.4.3.2 – Crómio .....	27
1.4.3.3 – Cobre .....	28
1.4.3.4 – Estanho .....	28
1.4.3.5 – Níquel .....	28
1.4.3.6 – Titânio .....	29
1.4.3.7 – Zinco .....	29
1.4.3 – Caracterização dos produtos químicos mais utilizados ....	29
1.4.3.5 – Hidróxido de sódio .....	29
1.4.3.6 – Ácido sulfúrico .....	30
1.4.3.7 – Ácido nítrico .....	30
 <b>CAPÍTULO 2 – ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO, GEOMORFOLÓGICO, GEOLÓGICO E TECTÓNICO</b> 	
2.1 – Enquadramento geográfico e geomorfológico .....	31
2.2 – Enquadramento geológico .....	34
2.2.1 – Jurássico .....	34
2.2.1.1 – Batoniano .....	34
2.2.1.2 – Oxfordiano .....	35
2.2.1.3 – Kimeridgiano .....	35
2.2.1.4 – Portlandiano e Kimeridgiano.....	37
2.2.2 – Cretácico .....	37
2.2.2.1 – Cenomaniano inferior, Albiano, Apciano e Neocomiano .....	37
2.2.2.2 – Turoniano (incluindo as “Camadas com <i>Pterocera Incerta</i> ”) .....	38
2.2.2.3 – Senoniano .....	38
2.2.3 – Cenozóico .....	39
2.2.3.1 – Eocénico .....	39
2.2.3.2 – Paleogénico .....	39
2.2.3.3 – Miocénico e Paleogénico indiferenciados .....	40
2.2.3.4 – Pliocénico marinho de Vale de Carnide .....	40
2.2.3.5 – Plio-Plistocénico indiferenciado .....	41
2.2.3.6 – Plistocénico .....	41
2.2.3.7 – Moderno .....	41
2.3 – Tectónica .....	41
 <b>CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁ- FICA DO RIO ARUNCA, DOS SOLOS, DA VEGETAÇÃO E CLIMÁTICA</b> 	
3.1 – Características físicas .....	43
3.2 – Caracterização de solos e vegetação .....	47

	Página
3.3 – Caracterização climática .....	47
3.3.1 – Balanço hidrológico .....	47
3.3.1.1 – Precipitação .....	50
3.3.1.2 – Evapotranspiração .....	52
3.3.1.3 – Balanço hidrológico sequencial mensal .....	53
3.3.1.4 – Caracterização climática .....	59

## CAPÍTULO 4 – ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO

4.1 – Considerações gerais.....	60
4.2 – Grupos hidrogeológicos.....	60
4.2– Calcários e dolomias .....	60
4.2.1 – Calcários de Sicó.....	60
4.2.2 - Calcários de Costa d’Arnes .....	64
4.3 – Rochas sedimentares consolidadas não carbonatadas .....	64
4.3.1 –Formação de Lourinhã.....	64
4.3.2 - Arenitos do Cretácico.....	67
4.3.3 – Areias e Argilas de Taveiro.....	67
4.3.4 – Depósitos Terciários .....	67
4.4 – Rochas sedimentares não consolidadas .....	71
4.5 – Caracterização hidrogeológica .....	74
4.5.1 – Subsistema aquífero do Maciço de Sicó.....	74
4.5.2 – Sistema multiaquífero Cretácico-Terciário.....	75
4.5.2.1 – Sistema multiaquífero confinado.....	77
4.5.2.2 – Aquífero semi-confinado .....	78
4.5.2.3 – Aquífero livre.....	78

## CAPÍTULO 5 - HIDROQUÍMICA

5.1 – Considerações gerais.....	83
5.2 – Análise dos parâmetros hidroquímicos .....	85
5.2.1 – Parâmetros organoléticos .....	85
5.2.1.1 – Cor .....	87
5.2.1.2 – Cheiro.....	87
5.2.2 – Parâmetros fisico-químicos.....	88
5.2.2.1 – Temperatura.....	88
5.1.2.2 – pH .....	88
5.2.2.3 – Eh.....	88
5.2.2.4 – Condutividade eléctrica.....	88
5.2.2.5 – Dureza total .....	90
5.2.2.6 – Alcalinidade.....	91
5.2.3 – Gases dissolvidos.....	91
5.2.3.1 – Oxigénio dissolvido.....	92
5.2.3.2 – Dióxido de carbono dissolvido.....	92
5.2.4 – Aniões .....	92
5.2.4.1 – Cloreto.....	93
5.2.4.2 – Sulfato .....	94
5.2.4.3 – Bicarbonato e carbonato.....	94

	<b>Página</b>
5.2.4.4 – Nitrato e nitrito .....	94
5.2.5 – Catiões.....	94
5.2.5.1 – Sódio .....	95
5.2.5.2 – Potássico.....	95
5.2.5.3 – Cálcio .....	95
5.2.5.4 – Magnésio .....	95
5.2.5.5 – Alumínio.....	96
5.2.5.6 – Crómio.....	97
5.2.5.7 – Cobre.....	97
5.2.5.8 – Níquel.....	97
5.2.5.9 – Zinco .....	98
5.2.5.10 – Total de catiões .....	98
5.2.4.11 – Amónia.....	98
5.3 – Índices hidroquímicos.....	98
5.3.1 – Índice de troca de bases.....	99
5.3.2 – Índice $rMg^{2+}/rCa^{2+}$ .....	99
5.3.3 – Índice $rK^+/rNa^+$ .....	99
5.3.4 – Índice $rCl^-/rHCO_3^-$ .....	100
5.3.5 – Índice $rSO_4^{2-}/rCl^-$ .....	100
5.3.6 – Índices $rCa^{2+}/rCl^-$ , $rMg^{2+}/rCl^-$ e $r(Ca^{2+} + Mg^{2+})/rCl^-$ .....	100
5.3.7 – Índice $r(Na^+ + K^+)/rCl^-$ .....	100
5.4 – Classificação química das águas.....	101
5.5 – Efluentes.....	103
5.5.1 – Descarga da Anodipol.....	103
5.5.2 – Descargas da Estabelecimentos Manuel Ferreira .....	104
5.5.2.1 – Descarga principal .....	104
5.5.2.2 – Descarga intermédia.....	106
5.5.2.3 – Descarga secundária.....	107
5.6 – Linhas de água.....	109
5.6.1 – Ribeira de Degolaço.....	109
5.6.2 – Rio Arunca .....	112
5.7 – Águas subterrâneas .....	113
5.8 – Variabilidade dos valores.....	115

## **CAPÍTULO 6 - PETROGRAFIA E COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA**

6.1 – Considerações gerais.....	118
6.2 – Rochas carbonatadas.....	118
6.3 – Fracção argilosa.....	122
6.4 – Sedimentos do leito do rio.....	129
6.5 – Lamas depositadas na lixeira.....	133
6.6 – Análises químicas das rochas .....	145
6.6.1 – Calcários .....	145
6.6.2 – Fracção argilosa .....	146
6.6.3 – Sedimentos do leito do rio .....	146
6.6.4 – Lamas depositadas na lixeira .....	146



## CAPÍTULO 7 - AVALIAÇÃO GLOBAL DE IMPACTES

7.1 – Considerações gerais .....	150
7.2 – Fauna .....	153
7.2.1 – Mamíferos .....	153
7.2.2 – Aves .....	154
7.2.3 – Répteis .....	154
7.2.4 – Anfíbios .....	155
7.2.5 – Peixes .....	155
7.3 – Flora .....	155
7.4 – Impactes ambientais .....	156
7.4.1 – Impactes hidroquímicos .....	156
7.4.1.1 – Águas residuais .....	157
7.4.1.1.1 – Efluentes da Anodipol .....	157
7.4.1.1.2 – Efluentes da Estabelecimentos Manuel Ferreira .....	158
7.4.1.2 – Águas de superfície .....	159
7.4.1.2.1 – Águas para suporte da vida aquícola .....	162
7.4.1.2.2 – Águas para rega .....	163
7.4.1.2.3 – Águas para utilização recreativa .....	164
7.4.1.2.4 – Águas doces sem utilização específica .....	164
7.4.2 – Impacte hidrogeológico .....	165
7.4.3 – Impacte nos solos e sedimentos .....	166
7.5 – Impacte provocado pela lixeira .....	168
7.6 – Impacte no meio biológico .....	170
7.7 – Impacte visual .....	170
7.8 – Medidas mitigadoras .....	170
Conclusões .....	171
Bibliografia .....	175
Anexos .....	182

## Bibliografia

- Adriano, D. C. 1986. Trace Elements in the Terrestrial Environment. *Springer Verlag*, New York.
- Alloway, B. J. e Ayres, D. C. 1997. Chemical Principles of Environmental Pollution. *Blackie Academic & Professional 2th edition*, 395p.
- Amendola, A. 1992. The EEC Directives on environmental Hazards. A. G. Colombo (ed.), Environmental Impact Assessment.
- Antunes, M. Telles e Pais, J. 1978. Notas sobre os depósitos de Taveiro. Estratigrafia, paleontologia, idade, paleoecologia. *Ciências da Terra (UNL)* 4, pp. 109-128.
- Arthaud, F. e Matte, Ph. 1975. Les Décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de L'Europe – géometrie et essai de reconstitution des conditions de la déformation. *Tectonophysics*, Amsterdão, 25, 139-171.
- Atrops, F. e Marques, B. 1986. Mise en evidence de la zone à Platynota (Kimméridgian inférieur) dans le Massif du Montejunto (Portugal): conséquences stratigraphiques et paléontologiques. *Geobios*, Lyon, 19 (5), 537-547.
- Barbosa, B. P. 1983. Argilas especiais de Barracão – Pombal. Prospecção, sondagens e cálculo de reservas. *Est. Not. Trab. Serv. Fom. Min.* 25 (3-4), 193-212.
- Barradas, J.M.; Cardoso Fonseca, E.; Ferreira da Silva, E. e Garcia Pereira, H. 1992. Identification and mapping of pollution indices using a multivariate statistical methodology, Estarreja, central Portugal. *Applied Geochemistry*, Vol. 7, 563-572.
- Bernardes, C. A. 1992. A Sedimentação durante o Jurássico Superior entre o cabo Mondego e o Baleal (Bacia Lusitana): modelos deposicionais e arquitectura sequencial. Tese de doutoramento (não publicada). Universidade de Aveiro. 261p.
- Bernardes, C. M. A. e Corrochano, A. 1987. A sedimentologia da “ Formação Arenitos e Argilas de Aveiro” – Cretácico Superior, Bacia Ocidental Portuguesa. *Geociências* 2, 9-26.
- Bernardes, C. M. A. e Corrochano, A. 1990. Fan deltas in the Upper Jurassic of S. Martinho do Porto, West Caldas da Rainha dispiric structure. *Abstracts of the 6th Meet European Geological Societies*, Lisboa, 11p.
- Bernardes, C. M. A. e Corrochano, A. 1992a. Sequências deposicionais do Jurássico Superior no sector ocidental da Bacia Lusitânica, Portugal. *Abstracts of the III Congreso Geológico de España, y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*, Salamanca. Actas 81-85.
- Berthou, P. Y. 1973. Le Cénomanién de l'Estrémadure portugaise. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal* 23, 308 pp.
- Berthou, P. Y. 1984. Résumé synthétique de la stratigraphie et de la paléogéographie du Crétacé moyen et supérieur du bassin occidental portugais. *Geonovas* 7, 99-120.
- Botelho da Costa, J. 1991. Caracterização e constituição do dolo. *Fundação Caloust Gulbenkian*, 4ª edição, Lisboa, 527p.
- Brown, C. E. 1995. Role of environmental geology in US Department of Energy's advanced research and development programs to promote energy security in the United States. *Environmental Geology*, 26, 220-231.
- Brown, E.; Skougstad, M.W. e Fishman, M.J. 1970. Methods for Collection and analysis of Water Samples for Dissolved Minerals and Gases. Techniques of Water – Resources Investigation. *U. S. Geological Survey, Book 5*, 160p.

- Budavari, S.; O'Neil, M.J.; Smith, A.; Heckelman, P.E. e Kinneary, J.F. 1996. The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals. *Merck Research Laboratories Division of Merck & CO., Inc.* 12th Edition, Whitehouse Station, NJ, 1791.
- Cardoso Fonseca, E.; Mangualde Barradas, J. e Ferreira da Silva, E. 1995. Distribuição do As em solos e sedimentos de vala no envolvente do complexo químico de Estarreja. Implicações de ordem ambiental. *Geociências, Rev. Univ. Aveiro*, Vol. 9, fasc. (1/2), 123-131.
- Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos, 1980. Escala 1:1 000 000. Atlas do Ambiente, *Comissão Nacional do Ambiente*, Lisboa.
- Carta dos Solos, 1978. Escala 1:1 000 000. Atlas do Ambiente, *Comissão Nacional do Ambiente*, Lisboa.
- Carta Geológica de Portugal, 1974. Esc. 1:50 000. *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa. Folha 23-A (Pombal).
- Carta Geológica de Portugal, 1992. Esc. 1:500 000 *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa.
- Carta Militar de Portugal, Esc. 1:25 000. *Serviços Cartográficos do Exército*, Lisboa. Folhas n.º 262 (Redinha) e 264 (Pombal).
- Carvalho, A. M. G. de 1968. Contribuição para o conhecimento geológico da bacia Terciária do Tejo. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 15, 210p.
- Carvalho, A. M. Galopim de 1972. Caracterização sedimentológica dos depósitos Plio-plistocénicos da região de Leiria. *Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, 2ª série. C – Ciências Naturais; vol. XVII, fascs. 1º, pp. 197-206. Lisboa.
- Carvalho Cardoso, J.; Teixeira Bessa, M. e Branco Marado, M. 1973. Carta de Solos de Portugal (1: 1 000 000). *Separata de Agronomia Lusitana*, 33, 481-602.
- Carvalho, C.R. 1997. Rede climatológica das bacias hidrográficas dos rios Mondego, Vouga e Liz. *DRARN Centro Ministério do Ambiente*, 345p.
- Colombo, A.G. 1992. Environmental Impact Assessment. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht.
- Correia, M. H. A. A. e Bordado, J. C. M. 1993. Tratamento de Águas com Sais de Alumínio. *Tecnologias do Ambiente*, 2, 9-12.
- Crispim, J. A. 1986a. Dinâmica cársica da região de Ansião. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Relatório inédito, 103p.
- Crispim, J. A. 1987. Circulação subterrânea na zona norte das Serras de Ansião (Maciço de Sicó – Alvaiázere; Portugal). *Geolis*, 1, 92-99.
- Cristo, F. Peixinho de, 1988. Análise dos sistemas de abastecimento público de água nos distritos de Aveiro, Coimbra e Leiria. *Ministério do Planeamento e da Administração do Território*, 403p.
- Cunha, L. J. Sobral da 1988. *As serras calcárias de Condeixa – Sicó – Alvaiázere. Estudo de Geomorfologia*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 329p.
- Cunha, L.; Alarcão, A. e Paiva, J. 1996. O *Oppidum* de Conimbriga e as Terras de Sicó. *Edição Liga dos Amigos de Conimbriga e Centro de Formação de Professores de Conimbriga*, 145p.
- Cunha, L. J. Sobral da e Soares, A. F. 1987. A carsificação no Maciço de Sicó. Principais fases de evolução. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, 8, 119-137.
- Cunha, P. Proença 1992. Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra. Tese de doutoramento, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (INIC), 262 p.
- Cunha, P. Proença; Barbosa, B.P. e Reis, R. Pena dos, 1993. Synthesis of the Piacenzian onshore record between the Aveiro and Setúbal parallels (Western portuguese margin). *Ciências da Terra (UNL)*, 12, 35-43.
- Cunha, P. Proença e Reis, R. Pena dos 1992. Síntese de evolução geodinâmica e paleogeográfica do sector Norte da Bacia Lusitânica, durante o Cretácico e

- Terciário. *Actas del III Congreso Geológico de España e VIII Congreso Latinoamericano de Geología* 1, 107-112.
- Cunha, P. Proença e Reis, R. Pena dos 1995. Cretaceous sedimentary and tectonic evolution of the northern sector of the Lusitanian Basin (Portugal). *Cretaceous Research* 16, 155-170.
- Custódio, E. e Llamas, R. 1976. Hidrologia Subterrânea. *Ediciones Omega*, Barcelona.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. e Zussman, J. 1962. Rock-Forming Minerals. Non-Silicates, Vol. 5, *Longmans*, 371p.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. e Zussman, J. 1992. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. *Longmans*, 696p.
- Diário da República, 1977. Portaria n.º 355/77, de 14 de Junho – NP-1476 (Alumínio anodizado. Determinação da espessura de revestimento. Processo micrográfico). I Série, p1426.
- Diário da República, 1977. Portaria n.º 355/77, de 14 de Junho – NP-1477 (Alumínio anodizado. Determinação da espessura de revestimento. Processo das correntes de Foucault). I Série, p1426.
- Diário da República, 1977. Portaria n.º 355/77, de 14 de Junho – NP-1478 (Alumínio anodizado. Verificação da colmatagem do revestimento. Ensaio de ataque pelo ácido acético). I Série, p1426.
- Diário da República, 1977. Portaria n.º 355/77, de 14 de Junho – NP-1479 (Alumínio anodizado. Determinação da espessura de revestimento. Processo micrográfico). I Série, p1426.
- Diário da República, 1977. Portaria n.º 355/77, de 14 de Junho – NP-1481 (Alumínio anodizado. Verificação da continuidade do revestimento. Ensaio pelo sulfato de cobre). I Série, p1426.
- Diário da República 1985. D.R. III Série, n.º 30, de 05 de Fevereiro – NP-1480 – Alumínio anodizado. Verificação da colmatagem do revestimento. Ensaio de absorção de corrente, com acção ácida prévia. III Série.
- Diário da República, 1985. D.R. III Série n.º 214, de 17 de Setembro – NP-1482 – Alumínio anodizado. Características do revestimento dos produtos destinados à construção civil.
- Diário da República, 1987. D.R. III Série, n.º 174, de 31 de Julho – NP-2907 – Alumínio anodizado. Verificação da colmatagem do revestimento. Ensaio de perda de massa após imersão em solução fosfocrómica.
- Diário da República, 1987. D.R. III Série, n.º 174, de 31 de Julho – NP-2908 – Alumínio anodizado. Verificação da colmatagem do revestimento. Ensaio de determinação da admitância ou da impedância.
- Diário da República, 1990. Decreto-Lei n.º 74/90, de 7 de Março – Critérios e Normas de Qualidade da Água. I Série, 980-1024.
- Diário da República, 1993. Decreto-Lei n.º 182/93, de 14 de Maio. Classificação Portuguesa de Actividades Económicas. I Série-A, 2539-2560.
- Diário da República, 1997. Resolução do Conselho de Ministros n.º 98/97, de 25 de Junho – Estratégia de Gestão dos Resíduos Industriais. I Série-B, 3106-3108.
- Diário da República, 1997. Portaria n.º 818/97, de 5 de Setembro – Lista de resíduos, designada por Catálogo Europeu de Resíduos. I Série-B, 4682-4694.
- Diário da República, 1998. Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto – Critérios e Normas de Qualidade da Água. I Série-A, 3676-3722.
- Dinis, J. L.; Reis, R. Pena dos e Cunha, P. Proença 1994. Controls on vertical changes of alluvial system character. The “grés belasianos” unit – Cretaceous of the Lusitanian Basin (Central Portugal). *Cuadernos de Geología Ibérica* 18, 27-58. Editorial Complutense, Madrid.
- Doeltz, A.E.; Tharaud, S. e Sheehan, W. F. 1983. Anodizing Aluminum with Frills. *Journal of Chemical Education*, 60 (2), 156-157.
- Drogaris, G. 1992. Pollution abatement in oil refineries and inorganic chemical industries. A. G. Colombo (ed.), Environmental Impact Assessment.

- Ellis, P. M. e Wilson, R. C. 1987. Upper Jurassic carbonates of the Lusitanian Basin of Portugal and their significance in the development of the southern North Atlantic reef-building phase. (*pré-print depositado no GPEP*), 30p.
- Ellis, P. M., Wilson, R. C. e Leinfelder, R. R. 1990. Controls on Upper Jurassic carbonate buildup development in the Lusitanian Basin, Portugal. *Spec. Publs. int. Ass Sediment*, 9, 169-202.
- EURAFREP Portuguesa petróleos, S.A.R.L. 1988. Rapport sur la formation d'Abadia (Kimeridgien p.p.) au sud de Torres Vedras.
- Ferreira da Silva, E.; Barradas, J. e Cardoso Fonseca, E. 1990. Contribuição para a caracterização da componente poluítica no aquífero superficial de Estarreja. *II Encontro Nacional de Saneamento Básico, Aveiro*, 87-98.
- Ferreira da Silva, E. e Cardoso Fonseca, E. 1992. Partitioning of Fe, Cu, Zn, Pb, Co and Ni in groundwater samples, Estarreja, Central Portugal. *Geociências, Rev. Univ. Aveiro*, Vol. 7, fasc. 1-2, 51-57.
- Ferreira da Silva, E. e Cardoso Fonseca, E. 1996. Geoacumulação e mecanismos de dispersão do Zn, Ni e Cr em amostras de sedimentos no perímetro industrial de Águeda. *Geociências, Rev. Univ. Aveiro*, Vol. 10, fasc. 2, 15-24.
- Ferreira da Silva, E.; Patinha, C.; Moreno, F.; Reis, A.P. e Cardoso Fonseca, E. 1997. Adsorção/dessorção do Zn, Ni e Cr em amostra de sedimentos de corrente com carga poluítica elevada (Águeda – Centro de Portugal). *Actas X Semana de Geoquímica/IV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*, Braga, 443-445.
- Ferreira da Silva, E.; Pupo Oliveira, A.; Rodrigues, R. e Cardoso Fonseca, E. 1988. Teores de elementos maiores e vestigiais nas componentes dissolvida e particulada de águas superficiais do maciço de Sicó: implicações ambientais. *Instituto Geológico e Mineiro, Actas do V Congresso Nacional de Geologia* 86-89.
- Freitas, F. Câmara 1984. Notícia explicativa III.2 – Acidez e Alcalinidade dos Solos. *Comissão Nacional do Ambiente, Atlas do Ambiente*, Lisboa, 22p.
- Freitas, F. Câmara, 1984. Notícia explicativa III.2 da Carta de Acidez e Alcalinidade dos Solos. *Atlas do Ambiente, Comissão Nacional do Ambiente*, Lisboa, 22p.
- Frye, J. C. 1971. A Geologist Views the Environment. *Environmental Geology Notes*, 42.
- Gaines, R. V.; Skinner, H.C.W.; Foord, E.E.; Mason, B. And Rosenzweig, A. 1997. Dana's New Mineralogy, Eighth Edition. *John Wiley & Sons, INC.*, 1819p.
- Grant, J. A. 1986. The isocon diagram- A simple solution to Gresen's equation for metasomatic alteration. *Econ. Geol.* 81, 1976-1982.
- Gaulhoffer, J. e Bianchi, V. 1991. Chromium. In: Merian E. (Ed.). Metals and their compounds in the environment. *VCH Publisher*, New York, 853-878.
- Giustti, G. e Bruschi, S. 1990. Valutare l'Ambiente. Guida studi d'impatto ambientale. *La Nuova Italia Scientifica*, Roma.
- Godgul, G. e Sahu, K. C. 1995. Chromium contamination from chromite mine. *Environmental Geology*, 25, 251-257.
- Goerlitz, D. F. e Brown, E. 1972. Techniques of Water-Resources Investigation of the United States Geological Survey. U.S. *Government Printing Office*, Washington, 40p.
- Guéry, F.; Montenat, C. e Vachard, D. 1986. Évolucion tectono-sédimentaire du bassin portugais au Mésozoïque suivant la transversal de Peniche (Estremadura). *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine* 10, 83-94.
- Haan, F. A. M. de e Zwerman, P. J. 1978. Pollution of soil. In: Soil Chemistry, A Basic Elements. *Elsevier Scientific Publishing Company*, Amsterdam, 192-271.
- Haq, B. U.; Hardenbol, J. e Vail, P. R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level changes. In *Wilgus et al.* (Eds.), Sea-Level Changes: Na Integrated Approach. *SEPM Sp. Pub.*, 42, 71-108.

- Henriques, M. H. P. 1992. Biostratigrafia e Paleontologia (Ammonidea) do Aaleniano em Portugal (sector setentrional da Bacia lusitana). Dissertação grau Doutor. *Centro Geociências da Univ. Coimbra*, 301p.
- Henriques, M. H., Duarte, L. V., Ferreira Soares, A. e Marques, J. F. 1991. Diferenciação de fácies no Toarciano Médio-Bajociano Inferior no Sector Setentrional da Bacia Lusitaniana (uma perspectiva). *Com. III Cong. Nac. Geol.*, Coimbra.
- Heras, R. 1976. Hidrologia e Recursos Hidráulicos. Madrid.
- Hewitt, C. N. e Harrison, R. M. 1986. In *Understanding Our Environment* (1st edn), Ch. 1. (Ed. R. E. Hester). *Royal Society of Chemistry*, London.
- Hill, G. 1988. The sedimentology and Lithostratigraphy of the Upper Jurassic Lourinhã Formation, Lusitanian Basin, Portugal. Tese de doutoramento (não publicada), Open University, 292p.
- Hill, G. 1989. Distal alluvial fan sediments from the Upper Jurassic of Portugal: controls on their cyclicity and channel formation. *Journal of the Geological Society of London* **146**, 539-555.
- Hiscott, R. N.; Wilson, R. C. L.; Gradstein, F. M.; Pujalte, V.; Garcia-Mondéjar, J.; Boudreau, R. R. e Wishart, H. A. 1990. Comparative stratigraphy and subsidence history of Mesozoic rift basins of North Atlantic. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* **74**, 60-76.
- Holgate, M. W. 1979. A Perspective of Environmental Pollution. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Hughes, S. P. 1995. Two tools for integrating geology into ecosystems studies. *Environmental Geology*, **26**, 246-251.
- Keller, E. A. 1992. Environmental Geology. 6th ed. Macmillan, New York, 521p.
- Kirk, R.E. e Othmer, D.F. 1978. Encyclopedia of Chemical Technology. *John Wiley & Sons*, 3th Edition, New York.
- Kormody, E. J. 1969. Concepts of ecology. *Englewood Cliffs, Prentice-Hall*, New York.
- Lencastre, A. e Franco, F. M. 1984. Lições de Hidrologia. *Serv. Gráficos Univ. Nova Lisboa*, 451p.
- Lichtenberger-Bajza, E.; Dömölki, F. e Imre-Baán, I. 1973. Electrolytically Colored Anodized Aluminum – Examination of the Oxide Structure. *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, **51**, 50-53.
- Mahan, B.H. 1972. Química – um curso universitário. *Edgard Blücher Lda*, 2ª edição, São Paulo, 654p.
- Malod, J. A. 1989. Ibérides et plaque ibérique. *Bulletin de la Société Géologique de France* **8**, 927-934.
- Manuppella, G.; Zbyszewski, G. e Ferreira, O.V. 1978. Notícia explicativa da folha 23 – A (Pombal) da Carta Geológica de Portugal, Esc. 1:50 000. *Serv. Geol. Portugal*, 62p.
- Masera, M. and Colombo, A. G. 1992. Contents and Phases of an EIA Study. *A. G. Colombo (ed.), Environment Impact Assessment*, 53-77.
- Matzat, E. e Shiraki, K. 1974. Chromium. *Handb. Geochem.*, **11(3)**, 240p.
- McBride Murray, B. 1994. Environmental Chemistry of Soils. *Oxford University Press*, Oxford, 406p.
- Mouterde, R.; Rocha, R. B.; Ruget, C. e Tintant, H. 1979. Fácies, biostratigraphie et paléogéographie du jurassique portugais. *Ciências da Terra (UNL)*, **5**, 29-52.
- Mouterde, R.; Ramalho, M.; Rocha, R. B.; Ruget, C. e Tintant, H. 1971. Le Jurassique du Portugal: esquisse stratigraphique et zonale. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, **18**, 73-104.
- Nurnberg, H. W. 1984. The voltametric approach in trace metal chemistry of natural waters and atmospheric precipitation. *Anal. Chim. Acta*, **164**, 1-21.
- O'Neill, P. 1985. Environmental Chemistry. *Chapman & Hall*, London.
- Reis, R. P. B. Pena dos 1983. *A sedimentologia de depósitos continentais. Dois exemplos do Cretácico Superior – Miocénico de Portugal*. Tese de doutoramento não publicada, Univ. de Coimbra, 404p.

- Reis, R. P. B. Pena dos; Corrochano, A.; Bernardes, C.; Cunha, P. M. R. R. Proença e Dinis, J. L. 1992. *O Meso-cenozóico da margem atlântica portuguesa*. Guias de las excursiones geológicas – III Congreso Geológico de España Y VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Edition Universidad de Salamanca, pp 115-138.
- Reis, R. P. B. Pena dos; Corrochano, A.; Cunha, P. M. R. R. Proença; Dinis, J. L. e Trincão, P. 1991a. Megassequências cretácicas na Bacia Lusitaniana, a norte de Nazaré. *Abstracts of the 3 Congresso Nacional de Geologia*, p. 130.
- Reis, R. P. B. Pena dos e Cunha, P. M. R. R. Proença 1989a. Comparacion de los rellenos terciarios en dos regiones del borde occidental del Macizo Hespérico (Portugal Central). In: *Paleogeografía de la Meseta norte durante el Terciario* (ed. Dabrio, C.), *Studia Geologica Salmanticensia, Volumen Especial 5*, 253-272.
- Reis, R. Pena dos; Cunha, P. Proença; Barbosa, B. P.; Antunes, M. T. e Pais, J. 1992. Excursion b – Mainly continental miocene and pliocene deposits form Lower Tagus and Mondego tertiary basins. *Ciências da Terra (UNL)*, Número especial II, Lisboa, pp. 37-56.
- Reis, R. Pena dos; Cunha, P. Proença e Trincão, P. 1996. Upper Jurassic sedimentary infill and tectonics of the Lusitanian Basin (Western Portugal). In *Jurassic Research*, ed. <sup>a</sup> C. Riccardi. GeoResearch Forum, Transtec Publications, Zurich, vols. 1-2, pp. 377-386.
- Ribeiro, A.; Antunes, M. T.; Ferreira, M. P.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Zbyszewski, G.; Moitinho de Almeida, F.; Carvalho, D. e Monteiro, J. H. 1979. Introduction à la géologie générale du Portugal. *Serviços Geológicos de Portugal*, 114 pp.
- Sax, N. I. 1979. Dangerous Properties of Industrial Materials. *Van Nostrand Reinhold Company*, 5th Edition, New York, xxxp
- Schenkel, H. e Speiser, C. T. 1972. Factors Influencing Dyeing Results on Anodized Aluminum. *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, 50, 41-45.
- Schindler, P. W. e Stumm, W. 1989. The surface chemistry of oxides, hidroxides, and oxide minerals. In: *Aquatic Chemistry*. Ed. W. Stumm, *John Wiley and Sons*, New York, 83-109.
- Scholler, H. 1962. Les Eaux Souterraines. *Ed. Masson & Cie*, 642p.
- Serrano, J.A.P.F. e Garcia, P.C.S. 1997. Piezometria da Região Centro. *DRARNCentro, Ministério do Ambiente*, 108p.
- Sheasby, P.G.; Patrie, J.; Badia, M. e Cheetham, G. 1980. The Colouring of Anodized Aluminium by Means of Optical Interference Effects. *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, 58, 41-47.
- Sheasby, P.G. e Short, E.P. 1985. Interference Coloring of Anodized Aluminum. *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, 63, 47-53.
- Soares, A. Ferreira 1980. A “Formação Carbonatada” Cenomaniano-Turoniana na região do Baixo Mondego. *Com. Serv. Geol. Portugal* 66, 99-109.
- Soares, A. Ferreira; Lapa, M. L. Rodrigues e Marques, J. Fonseca 1986. Contribuição para o conhecimento da litologia das unidades Meso-cenozóicas da bacia Lusitaniana a norte do “acidente” da Nazaré (sub-zona setentrional). *Memórias e Notícias*, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra, 102, 23-41.
- Soares, A. Ferreira; Marques, J. Fonseca. e Rocha, R. B. 1985. Contribuição para o conhecimento geológico de Coimbra. *Memórias e Notícias, (Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra)* 100, 41-71.
- Soares, A. Ferreira e Rocha, R. B. 1984. Algumas reflexões sobre a sedimentação jurássica na Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal. *Memórias e Notícias*, Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Universidade de Coimbra 97, 133-143.
- Soares, A. Ferreira; Rocha, R. B.; Elmi, S.; Henriques, M. H.; Mouterde, R.; Almeras, Y.; Ruget, Ch.; Marques, J.; Duarte, L. V.; Carapito, M. C. e Kullberg, J. 1988. Essai d'interpretation dynamique de la paléogéographie du bassin Lusitanien (secteur nord) depuis le Trias jusqu'au Dogger. *Com. 3º Col. Est. Paleog. Jurássico España*, Logroño.

- Soares, A. Ferreira; Rocha, R. B.; Elmi, S.; Henriques, M. H.; Mouterde, R.; Almeras, Y.; Ruget, Ch.; Marques, J.; Duarte, L. V.; Carapito, M. C. e Kullberg, J. 1990. Evolution sédimentaire du Secteur Nord-Lusitanien du Trias au Callovien. *Abstracts of 6th Meeting of the European Geological Societies*, Lisboa, p.79.
- Sparks, D. L. 1995. Environmental Soil Chemistry. *Academic Press*, 267p.
- Sposito, G. 1989. The chemistry of soils. *Oxford University Press*, New York.
- Strahler, A. N. 1954. Quantitative geomorphology of erosional landscapes. *C. R. 19th Int. Geol. Cong. Algiers, 1952* – sec. 13, pt. 3, 341-354.
- Stumm, W. e Morgan, J. J. 1981. Aquatic Chemistry. 2nd ed. Wiley, New York, 780p.
- Teixeira, C. 1979. Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*; t. LXV, pp. 35-46. Lisboa.
- Teixeira, C. e Zbyszewski, G. 1951. Note sur le Pliocène de la région à l'Ouest de Pombal. *Comum. Serv. Geol. De Portugal*. Tomo XXXII.
- Ulrich, B. 1980. Soil Science. **130**, 193-199.
- Velho, J.A.G. Lopes 1989. Hidrogeologia do Anticlinal de Verride. *Tese de Mestrado não publicada*, Universidade de Lisboa.
- Ward, F. N.; Nakagawa, H. M.; Harms, T. F. And VanSickle, G. H. 1969. Atomic-Absorption Methods of Analysis Useful in Geochemical Exploration. Geological Survey çBulletin, 1289, United States Government Printing Office, Washington, 45p.
- Watson, I. & Burnett, A. D. 1995. Hydrology – An Environmental Approach. *CRC Lewis Publishers*, Boca Raton, Florida.
- Weast, R. C. 1986. Handbook of Chemistry and Physics. *C.R.C. Press*, Boca Raton, Florida, U.S..
- Wernick, S. e Pinner, R. 1972. The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and its Alloys. *Robert Draper Ltd*, 4th Edition, Vol. 1 e 2, Teddington.
- Wilkins, B. J. 1995. Evidence of groundwater contamination by heavy metals through soil passage under acidifying conditions. *Geologica Ultrajectina*, **129**, 146p.
- Wilson, R. C. L. 1975. Atlantic opening and Mesozoic continental margin basins of Iberia. *Earth Planet. Sci Lett.*, **25**, 33-43.
- Wilson, R. C.: 1989. Field excursion to the Lusitanian basin of Portugal, June 10-16, 103p.
- Wilson, R. C. L.; Hiscott, R. N.; Willis, M. G. e Gradstein, F. M. 1990. The Lusitanian Basin of West-Central Portugal: Mesozoic and Tertiary Tectonic, Stratigraphic, and Subsidence History. In: Tankard, A. J. e Balkwill, H. (eds), *Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins*. AAPG memoir **46**, 656 p.
- Witt, W. G. 1977. *Stratigraphy of the Lusitanian Basin*. Unpublished Shell Prospeç Portuguesa report, 61 pp, (Gabinete para a Pesquisa e Exploração de Petróleo (Lisboa), open-file report).
- Wright, V. P. 1985. Algal marsh deposits from the Upper Jurassic of Portugal. *Paleoalgology*, Springer-Verlag, Berlin, 330-340.