

O equacionamento de questões ambientais nos estudos da Barragem do Abrilongo. O caso das Minas da Tinoca.

Jorge Vazquez

Director do Serviço de Geotecnia da COBA SA, Professor Convidado do I.S.T.

Lurdes Pimenta

Eng.^a Civil (I.S.T.), COBA SA

SUMÁRIO: Apresenta-se neste trabalho a análise da interferência das Minas da Tinoca, situadas na bacia hidrográfica da barragem do Abrilongo, na qualidade da água da futura albufeira. Refere-se resumidamente a origem da contaminação ambiental associada às minas, as condicionantes geológico-geotécnicas e os resultados das campanhas de caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Em seguida faz-se a análise da extensão da contaminação da futura albufeira para as situações actual e posterior à implementação da solução de tratamento e descreve-se a solução de tratamento preconizada.

ABSTRACT: In this paper we analyse the interference of the Tinoca Mines, located at the Abrilongo dam catchment area, in the water quality of the future reservoir. It summarises the origin of the environment contamination associated to the mines, the geological and geotechnical constrains and the results of the surface and underground waters characterization; futhermore, it analyses the extend of the contamination of the future reservoir before and after the treatment solution is implemented and describes the treatment solution recommended.

1 - INTRODUÇÃO

A barragem do Abrilongo é uma das seis barragens do Projecto Transfronteiriço do Aproveitamento Hidroagrícola do rio Xévorá que permitirá a rega de 5000 ha em Portugal e 6500 ha em Espanha. A barragem do Abrilongo tem uma altura máxima prevista de 30 m e localiza-se na ribeira do Abrilongo cerca da cota (228.0) permitindo o armazenamento de 20 hm³. A secção da barragem domina uma bacia hidrográ-

fica com 124 km², altitude média de 340 m e volume anual médio afluyente de 28 hm³.

Na sequência dos estudos para o Projecto de Execução da Barragem do Abri-longo, elaborado para o I.E.A.D.R. - Instituto de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural -, para além dos habituais estudos de impacte ambiental que assumiram aliás um papel relevante no desenvolvimento integrado e harmonioso do Projecto, foram equacionados impactes específicos fundamentais para a viabilização da barragem, relacionados com a contaminação da água da futura albufeira provocada pelas minas da Tinoca e cuja componente geotécnica foi determinante na escolha das soluções de tratamento propostas.

As minas da Tinoca, desactivadas desde 1958, localizam-se nas imediações da povoação de Nossa Sr^a dos Degolados numa sub-bacia da barragem. A exploração do minério - pirite (sulfureto de ferro) e calcopirite (sulfureto de ferro e cobre) - foi feita através de galerias e poços, cuja profundidade chegou a atingir 140 m, dispostos essencialmente em duas zonas, uma a Norte e outra a Sudoeste do Monte da Tinoca. No terreno são visíveis as respectivas bocas dos poços e as escombreyras das Minas que se depositam essencialmente nessas duas zonas.

2 - CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL ASSOCIADA ÀS MINAS

A presença de minerais do tipo calcopirite (CuFeS_2), pirite (FeS_2) e pirrotite ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$) na jazida das Minas da Tinoca está na origem da formação das águas ácidas provenientes das escombreyras acumuladas ao longo dos anos de exploração mineira neste sítio. De facto, a oxidação química e/ou microbiológica do ferro (duas a três vezes mais rápida na presença de luz), cobre e enxofre contidos nesses minerais pode levar à produção de substâncias ou espécies químicas ácidas, predominantemente na forma de ácido sulfúrico, e consequente abaixamento do pH da água que estiver em contacto com os produtos da oxidação.

O contacto com a água e oxigénio (atmosférico, ou dissolvido na água) constitui o factor fundamental na formação de águas ácidas provenientes das minas. A água serve ainda de meio de transporte dos produtos de oxidação e do material particulado estendendo o problema a outras áreas a jusante.

Além dos efeitos deletérios na fauna e flora aquáticas e nos usos da água causados pelo abaixamento do pH e pelo consumo de oxigénio dissolvido na água durante a oxidação, um outro motivo de preocupação prende-se com os elevados teores de alguns metais pesados associados a estas águas, sendo que alguns deles podem ser alta-

mente tóxicos para animais e plantas, impondo riscos elevados para a saúde humana e comprometendo muitas das utilizações da água.

Além de contaminar a coluna de água, os metais pesados também contaminam de modo apreciável os sedimentos e leito dos cursos de água a jusante das minas, funcionando estes como reservatórios permanentes de contaminantes, o que aconteceria aliás com os sedimentos da futura albufeira podendo os elementos tóxicos ser disponibilizados para a coluna de água gradualmente, ou de forma mais repentina, em grandes quantidades, quando da ocorrência de correntes preferenciais, ou devido à quebra da estratificação térmica no corpo da albufeira.

A contaminação causada pelas águas ácidas provenientes das minas é visível nas zonas pertencentes ao leito maior de vários trechos da ribeira da Tinoca, que drena as águas de escorrência das escombreyras, e da ribeira de Caga-no-Ninho que recebe as contribuições da ribeira da Tinoca e que estão desprovidas de vegetação. Por sua vez, a destruição da cobertura vegetal em áreas contaminadas pode agravar consideravelmente os problemas de erosão do solo.

Um outro problema, bastante preocupante, prende-se com a eventual contaminação dos aquíferos que, no entanto, se veio a constatar não ocorrer neste caso.

3 - CONSIDERAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS

As Minas da Tinoca fazem parte da grande província metalogenética da Faixa Ibérica de Pirita, que se estende entre Sevilha e Grândola.

Os trabalhos de prospecção geotécnica efectuados (fase de Estudo Prévio) incluíram, além de visitas de reconhecimento e inspecção da área em questão, a realização de uma campanha de 14 poços e de uma sondagem à rotação com execução de 11 ensaios de permeabilidade tipo Lugeon.

A campanha de poços efectuou-se sobre as áreas de depósito dos materiais de escombreyras que exibiam uma espessura média de 1.5 m, ocorrendo subjacentemente o maciço rochoso normalmente bastante alterado.

Ponderada a disposição dos poços e galerias das minas bem como dos depósitos superficiais das escombreyras escolheu-se a localização da primeira sondagem, a jusante destas áreas, que teve como principais finalidades a avaliação: i) da alteração, fracturação e permeabilidade do maciço, ii) da posição do nível freático e iii) a

recolha de amostras de águas subterrâneas para a realização de análises. O furo da sondagem foi realizado de forma a garantir-se a sua manutenção futura funcionando como ponto de monitorização.

A sondagem efectuada foi orientada verticalmente e atingiu os 40 m de profundidade. A rocha encontrada ao longo de todo o furo foi um gnaisse tonalítico biotítico, maciço, com intrusões de filões graníticos. O grau de fracturação registado foi intenso (F_{4-5}) e o índice de alteração intermédio (W_{2-3}), não tendo sido detectados indícios de contaminação dos minerais com águas ácidas que poderiam provir das minas ou das escombreyras. As absorções de água do maciço resultaram muito baixas (inferiores a 0,5 U.L.) com diagramas Q-P (caudal-pressão) que correspondem a esquemas de colmatação de fracturas.

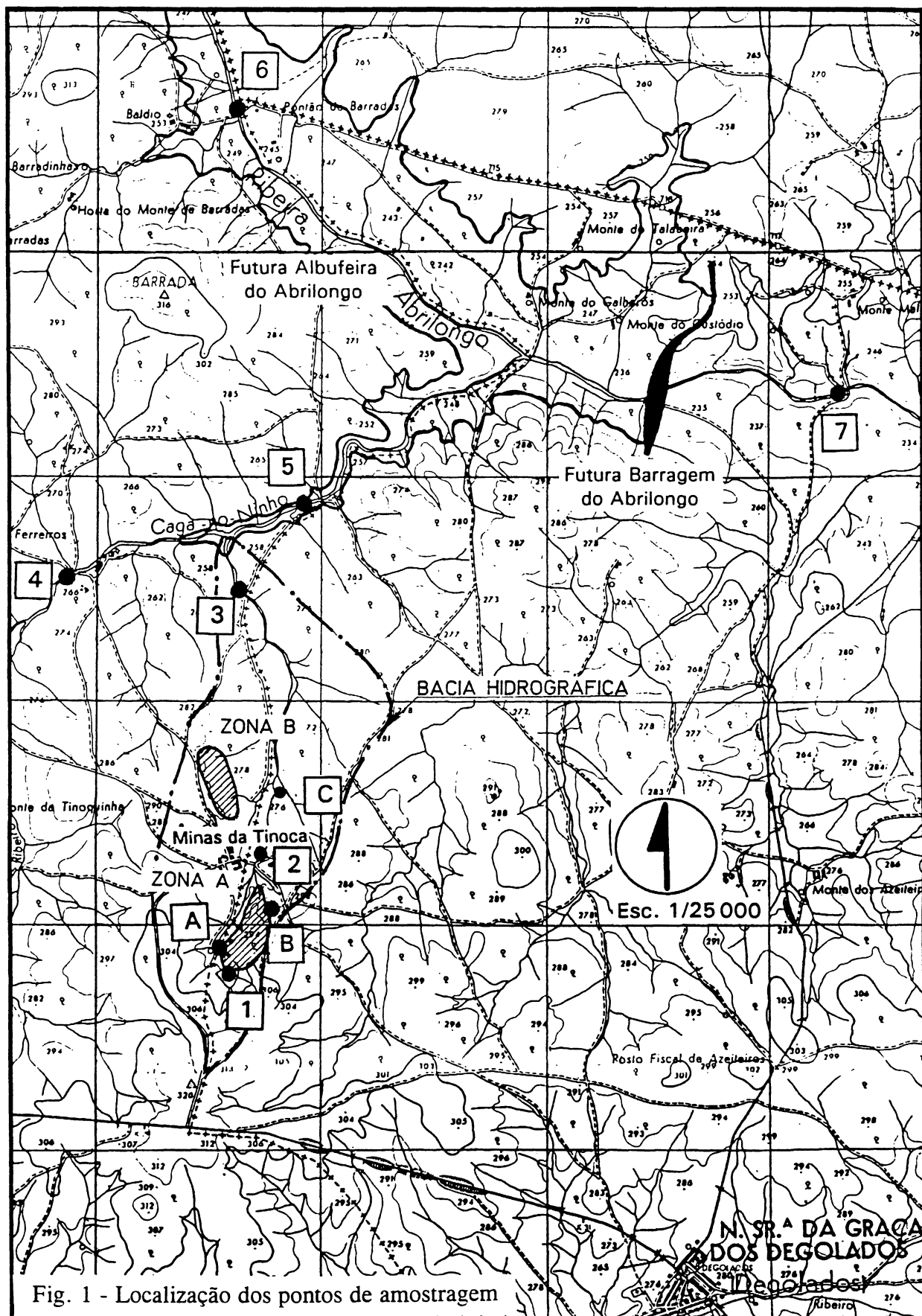
Atendendo à baixa permeabilidade do maciço decidiu-se não executar a segunda sondagem inicialmente prevista, a jusante da primeira, na confluência com a ribeira Caga-no-Ninho. Efectivamente, a materialização desta sondagem e respectivos ensaios tinham como objectivo verificar a eventual contaminação subterrânea num ponto mais a jusante da linha de água, caso se obtivessem valores de permeabilidade do maciço elevados, o que não se verificou.

4 - QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

No sentido de avaliar o grau de contaminação das águas foram recolhidas amostras em zonas estratégicas por forma a serem representativas da qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Os locais de recolha das amostras de águas superficiais foram nos pontos 1 a 7 e das amostras de águas subterrâneas nos pontos A, B e C (Fig. 1). O ponto A corresponde a um poço para rega situado a sul das minas, o ponto B ao poço principal de acesso às minas e o ponto C ao furo de monitorização.

No Quadro 1 indicam-se os resultados obtidos nas análises das amostras colhidas na 2ª campanha, de 28 e 29/Julho/93, bem como, para a maioria dos parâmetros de qualidade da água analisados, os correspondentes valor máximo recomendável (VMR) e valor máximo admissível (VMA) estabelecidos no Decreto-Lei nº 74/90 de 7 de Março, para águas destinadas à rega. Os resultados desta campanha corroboram de um modo geral os das outras duas campanhas efectuadas.

Verifica-se que a ribeira da Tinoca se encontra altamente contaminada pelas águas ácidas provenientes dos rejeitos das minas, persistindo esta contaminação em níveis consideráveis mesmo até cerca de 2 km a jusante, na ribeira de Caga-no-Ninho



QUADRO 1: Minas da Tinoca

Resultados da Campanha de Qualidade das Águas de 28 e 29/Julho/1993 e
Limites Estabelecidos pelo Dec.-Lei nº74/90 de 07/03 para Águas Destinadas à Rega

PONTO	LOCAL	Temp. [°C]	Cor [Unid. Hazen]	Cond. [dS/m]	pH	Cl ⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	Ca [mg/l]	Cd [mg/l]	Pb [mg/l]	Cr [mg/l]	Fe [mg/l]	Ni [mg/l]	V [mg/l]	Zn [mg/l]
A	Poço para Rega a Montante das Minas	24	31,7	1,120	8,86	186,5	56,5	31,6	<0,005	0,04	<0,015	<0,02	<0,05	<0,01	0,02
B	Poço Principal de Acesso às Minas	19	32,7	1,905	7,47	119,6	3,7	126,0	0,005	0,19	<0,015	5,3	<0,05	<0,01	0,04
C	Furo de Monitorização (a jusante das minas)	-	<5	3,110	7,41	56,3	1900	404,0	<0,005	0,17	<0,015	2,1	<0,05	<0,01	0,02
2	Rib. da Tinoca (a jusante da área principal das minas)	32	95,2	5,490	2,18	255,6	4300	268,0	0,28	0,06	0,10	242,7	0,60	0,023	47,7
5	Rib de Caga-no-Ninho (a jusante da confi. com rib. da Tinoca)	30	64,4	8,450	2,54	664,3	7700	777,0	0,43	<0,05	0,08	44,9	2,02	<0,01	69,6
6	Rib. do Abrilongo (a montante da rib. de Caga-no-Ninho)	26	46,4	0,477	7,34	73,9	5,6	29,4	0,005	<0,05	<0,015	0,80	<0,05	<0,01	0,02
7	Rib. do Abrilongo (a jusante da rib. de Caga-no-Ninho)	24	76,1	0,423	6,90	56,3	27,8	29,1	0,009	0,10	<0,015	0,60	<0,05	<0,01	0,02

Nota: Temperatura Ambiente 37 - 43°C

♦ Análises realizadas pelo Laboratório Pró-Qualidade

Temp. [°C]	Cor [Unid. Hazen]	Cond. [dS/m]	pH	Cl ⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	Ca [mg/l]	Cd [mg/l]	Pb [mg/l]	Cr [mg/l]	Fe [mg/l]	Ni [mg/l]	V [mg/l]	Zn [mg/l]
-	-	1,000	6,5-8,4	70	575	-	0,01	5,0	0,10	5,0	0,5	0,10	2,0
-	-	3,000	4,5-9,0	150	2000(*)	-	0,05	20	20	20	2,0	1,0	10,0

(*) VMA para águas residuais, dado não existir valor para águas destinadas à rega

(ponto 5). Com efeito, os valores obtidos para estes trechos destas linhas de água, nomeadamente, a condutividade, pH, cloretos, sulfatos, cádmio, ferro, níquel e zinco, atingem níveis que suscitam grande preocupação. Registe-se ainda que durante as visitas de campo anteriores e também por ocasião das campanhas foram observadas quantidades expressivas de depósitos de cor amarelo-esverdeada no leito dessas linhas de água e uma camada superficial branca de sais nos trechos secos, denotando desta forma também evidências de contaminação anormalmente elevada.

Refira-se que os resultados indicam valores mais altos para o ponto 5 (na ribeira de Caga-no-Ninho) do que para o ponto 2 (ribeira da Tinoca) em termos de condutividade, cloretos, sulfatos, cádmio, níquel e zinco. Este aparente paradoxo poderá talvez ser explicado por processos de acumulação em sedimentos e posterior disponibilização de alguns elementos e substâncias.

Quanto à ribeira do Abrilongo, a comparação dos resultados obtidos a montante e a jusante da confluência com a ribeira de Caga-no-Ninho indicam algum agravamento na qualidade da água devido à contribuição das águas contaminadas desta última ribeira.

Por outro lado, no que se refere às águas subterrâneas amostradas, os resultados obtidos sugerem que, ao contrário das águas superficiais, estas não estão contaminadas pelo líquido lixiviado das escombreyras das Minas da Tinoca. De facto, apesar de terem sido observados valores ligeiramente elevados para a condutividade, cloretos e ferro, no caso do poço principal de acesso às minas (ponto B), e valores relativamente altos para a condutividade e o teor de sulfatos, no caso do furo de monitorização (ponto C), os valores registados para o pH, sulfatos (no ponto B), cádmio, chumbo, crómio, ferro (no ponto C), níquel, vanádio e zinco indicam níveis considerados geralmente como normais.

5- ANÁLISE DA EXTENSÃO DA CONTAMINAÇÃO

No sentido de decidir da necessidade ou não da recuperação da área das minas, procurou-se analisar a extensão da contaminação às águas da futura albufeira da barragem do Abrilongo admitindo: i) a manutenção da situação actual e ii) a recuperação da área afectada.

Assim, calcularam-se os caudais de cheias (Quadro 2) em três secções (Fig. 2): i) secção 1, a jusante da zona A de escombreyras, ii) secção 2, a jusante das zonas A e B de escombreyras e iii) secção 3, a jusante da área tratada, admitindo nesta área

a acumulação e recuperação de todos os depósitos de escomboreiras mediante, nomeadamente, o seu reperfilamento, impermeabilização e protecção vegetal.

Quadro 2 - Caudais de cheia nas secções estudadas e na barragem do Abrilongo (m^3/s)

T(anos)	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Barragem
10	3.91	7.77	0.48	243
20	4.88	9.64	0.54	300
50	6.02	12.06	0.60	373
100	6.52	13.22	0.65	429

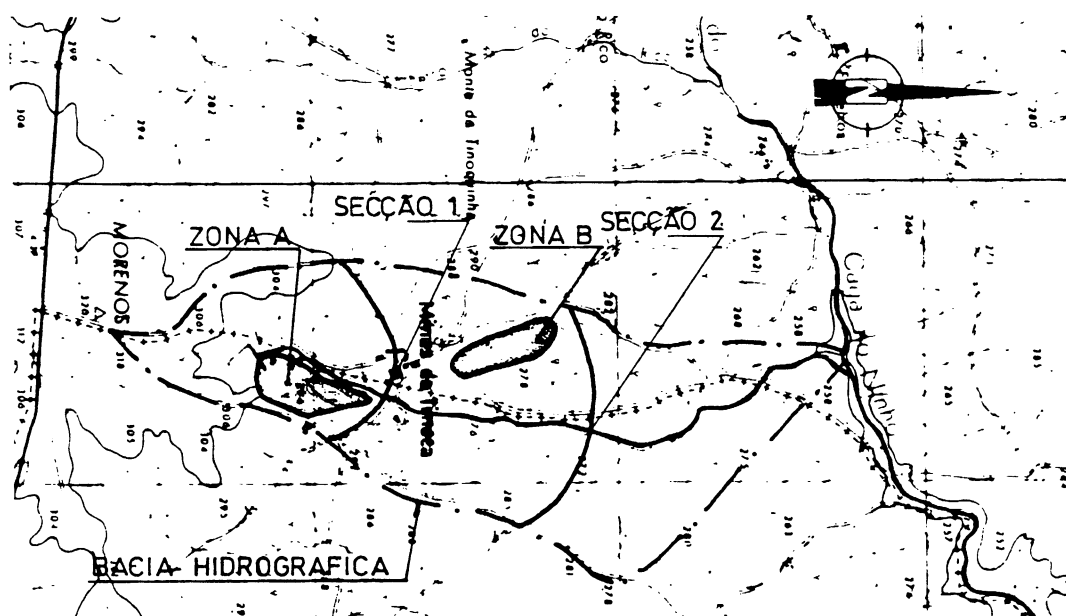


Fig. 2 - Secções de controle

Os caudais de cheia são cerca de 1,6 e 3,2% dos caudais correspondentes calculados para a secção de barragem, respectivamente para as secções 1 e 2, e cerca de 0.2% para a secção 3. Esta percentagem é aliás superior à que se obteria caso se comparassem os caudais médios nas respectivas secções, razão pela qual foi adoptada, por segurança, esta metodologia.

No Quadro 3 indicam-se os valores obtidos para alguns dos microelementos na campanha de qualidade das águas (Julho de 1993) e os valores que se prevê poderem vir a existir na futura albufeira da Barragem do Abrilongo com base na secção de con-

trol: i) 1, ii) 2 e iii) 3, admitindo uma perda de eficiência de 20%, o que corresponderia a cerca de 0.04% de caudal contaminado na secção da barragem.

Quadro 3 - Valores estimados de microelementos na futura albufeira do Abridongo, com e sem tratamento das áreas de escombrelras

MICRO-ELEMENTOS	ANÁLISES EFECTUADAS		TEORES NA ALBUFEIRA DO ABRILONGO COM BASE NA			ÁGUA PARA REGA		ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (CLASSE A2)	
	LOCAL	RESULTADOS (mg/l)	SECÇÃO 1	SECÇÃO 2	SECÇÃO 3	VMR	VMA	VMR	VMA
Cd	2	0,28	0,005	0,09	-	0,01	0,05	0,001	0,005
	5	0,43	0,007	0,02	-				
Pb	2	0,06	0,001	0,002	-	5,0	20	-	0,05
	5	< 0,05	<0,0008	<0,002	-				
Cr	2	0,08	0,0013	0,0026	-	0,10	20	-	0,05
	5	0,015	0,0003	0,0005	-				
Fe	2	242,7	3,9	7,77	0,1	5,0	20	1,0	2,0
	5	44,9	0,72	1,44	0,02				
Ni	2	0,6	0,001	0,02	0,0002	0,5	2,0	-	-
	5	2,02	0,032	0,06	0,0008				
Zn	2	47,78	0,76	1,53	0,019	2,0	10,0	1,0	5,0
	5	69,6	1,11	2,23	0,028				

A observação do Quadro 3 permite verificar um aumento significativo da contaminação prevista na futura albufeira da Barragem do Abridongo, quando se passa da estimativa com base na secção 1 para a estimativa com base na secção 2. Este facto permite pois afirmar que caso se considerasse também a contaminação provocada pelos sedimentos contaminados, depositados ao longo das linhas de água a jusante, a extensão de contaminação à albufeira do Abridongo seria ainda maior.

Os valores obtidos para a situação actual, sem implementação do tratamento das escombrelras, permitem estimar a existência de teores em microelementos superiores aos valores normais, na futura albufeira. Nomeadamente, no que se refere ao cádmio e ao ferro com valores superiores ao VMA e ao VMR, respectivamente, tendo em conta as características exigidas por lei para a água de rega.

Relativamente à comparação com os valores normais para a água de consumo humano, utilizaram-se os valores do Decreto-Lei nº 74/90 (7 de Março de 1993) para

uma classe intermédia (Classe A2). Obtiveram-se valores superiores aos valores máximos recomendados para todos os microelementos analisados (com base na secção 2) e, ainda, valores superiores aos máximos admissíveis para o Cd e Fe.

Assim, a manutenção da área das minas, tal como se encontram actualmente, conduziria seguramente à existência de teores em alguns metais pesados superiores aos VMR e até ao VMA na água da futura albufeira da Barragem do Abrilongo, pelo que se deverá proceder à recuperação daquela área.

No caso de se fazer a recuperação da área afectada a qualidade da água não seria afectada, devendo todos os valores ser inferiores aos respectivos VMR.

6 - SOLUÇÃO DE TRATAMENTO

A constatação da não contaminação das águas subterrâneas amostradas e da baixa permeabilidade do maciço envolvente, foi determinante na delimitação do tipo de intervenções a efectuar para descontaminação da área que se resumem essencialmente nas seguintes medidas: **reperfilamento**, **impermeabilização**, **drenagem**, **protecção vegetal** e **integração paisagística**.

O **reperfilamento** dos depósitos de escombreyras tem como principais finalidades: i) a limpeza da camada superficial de sedimentos contaminados ao longo das linhas de água até à confluência com a ribeira do Abrilongo; ii) a redução da área a impermeabilizar; iii) a obtenção de inclinações relativamente suaves, por forma a garantir-se a adequada estabilidade dos taludes e melhor integração paisagística, mas com pendor suficiente para que se garanta o rápido escoamento das águas das chuvas, diminuindo assim os riscos de infiltração; iv) a obtenção duma área em que a implementação de sistemas de impermeabilização e drenagem fosse fácil e pouco onerosa.

Embora inicialmente os materiais de escombreyras estivessem distribuídos essencialmente por duas zonas de depósitos achou-se preferível, do ponto de vista técnico-económico, acumular numa única área os materiais a tratar. Para além das vantagens económicas de implementação, facilitam-se os trabalhos futuros de manutenção e inspecção da eficiência dos sistemas a executar e da qualidade da água afluente à linha de água. Efectivamente, tendo em conta o volume relativamente pequeno de depósitos de escombreyras existentes na área B - cerca de 17 000 m³ - foi possível equacionar a hipótese de os transportar para a zona A. Na zona A o reperfilamento a efectuar da globalidade dos materiais de escombreyras exhibe inclinações da ordem de 1/3,5 (V/H).

Previu-se ainda a existência de um pequeno muro de espera em gabiões com 1,0 m de altura, a colocar na base do aterro onde se colocarão todos os depósitos de escombros e que se desenvolve na zona A, ao longo da linha de água. Este muro servirá de protecção contra as erosões provocadas por eventuais subidas dos caudais na linha de água pela ocasião de cheias.

A **impermeabilização** dos depósitos reperfilados tem como objectivo impedir a percolação das águas das chuvas através deles. Foram analisadas duas soluções de impermeabilização. A primeira materializada pela colocação sobre a zona reperfilada de uma geomembrana de polietileno de alta densidade com 1 mm de espessura e, subjacente à geomembrana, um geotêxtil que complementa a fiabilidade do sistema, permitindo a drenagem de eventuais águas de infiltração. A segunda é materializada por uma camada de aterro em xisto alterado proveniente da mancha de empréstimo dos materiais do núcleo da barragem, localizada na margem direita da albufeira. Estes materiais, com permeabilidade de cerca de 10^{-9} m/s, permitiriam a adequada estanqueidade do sistema.

Apesar de ligeiramente mais cara, a utilização de geomembrana garante à partida uma maior fiabilidade do sistema de impermeabilização, tendo em conta a sua maior resistência a fenómenos naturais como a erosão e a sua elevada estabilidade química, o que confere maior segurança contra o ataque das águas ácidas.

A **drenagem** permite a recolha das águas que percolarão sobre as zonas tratadas e sua posterior restituição à ribeira. As águas de percolação sobre a zona tratada serão recolhidas em caleiras circundantes permitindo um controlo individualizado sobre estas águas que poderão eventualmente apresentar contaminação.

A drenagem adicional de segurança de eventuais águas de infiltração sob o sistema de impermeabilização será feita por um tubo em betão poroso com 0,20 m que se desenvolve ao longo da base interior do muro em gabiões. Este tubo será envolto em geotêxtil e terminará numa caixa de saída imediatamente a montante da caixa de recolha das águas superficiais.

A restituição à ribeira das águas de percolação, quer superficial sobre a zona impermeabilizada, quer interna, faz-se assim por intermédio de caixas de ligação que permitirão, se necessário, a prévia observação e/ou recolha de amostras de água para análise, pelo que a eventual perda de eficiência do sistema seria sempre temporária.

A **protecção vegetal** irá contribuir não só para integrar e valorizar este espaço sob o ponto de vista paisagístico, como também, impedir ou atenuar os processos erosivos da superfície da área modelada. Assim, sobre o sistema de impermeabilização será colocada uma camada de terra vegetal, proporcionando um substrato adequado para a instalação de vegetação apropriada. A linha de água da Tinoca será também recuperada com espécies adequadas.

Previu-se também o **fecho e sinalização** dos poços existentes. O fecho será materializado por lajes aligeiradas assentes num anel de fundação em betão armado sobrejacente às quais será colocada uma camada de 0,30 m de espessura de xisto alterado, bem como bandeiras de sinalização dos poços e placas de aviso. Um dos poços, o de maior valor patrimonial, ficará com o acesso conservado, ficando a entrada tapada apenas com uma lona impermeável. Os muros dos restantes poços, em alvenaria de pedra, serão recuperados ou reconstruídos.

Será feita uma vedação da zona de depósitos de escomboreiras por uma cerca em madeira, contendo sinalização indicativa e restritiva apropriada.

Na Fig. 3 apresenta-se uma representação tridimensional da solução de recuperação paisagística da área a tratar que inclui, nomeadamente, elementos de simulação da actividade de pastorícia, de modo a minimizar o impacte de uma área cuja utilização terá que ser resticta.

A eficiência do sistema de impermeabilização deverá ser periodicamente (4 em 4 meses) verificada através da observação das águas de percolação superficial e profunda recolhidas pelos sistemas de drenagem da zona reperfilada. Deverão ser efectuadas recolhas de amostras destes sistemas periodicamente (inicialmente de 6 em 6 meses e, posteriormente, anualmente ou quando houver indícios claros de contaminação no sistema de drenagem), para a execução de análises químicas.

Também as águas subterrâneas deverão ser periodicamente (inicialmente de 6 em 6 meses e posteriormente anualmente) inspeccionadas através da recolha de amostras no furo de monitorização que serão submetidas a análises de qualidade da água.

Recomendou-se ainda que fossem realizadas, inicialmente de 6 em 6 meses e posteriormente anualmente, campanhas de qualidade das águas superficiais das linhas de água a jusante da área tratada, a fim de averiguar a recuperação do sistema natural.

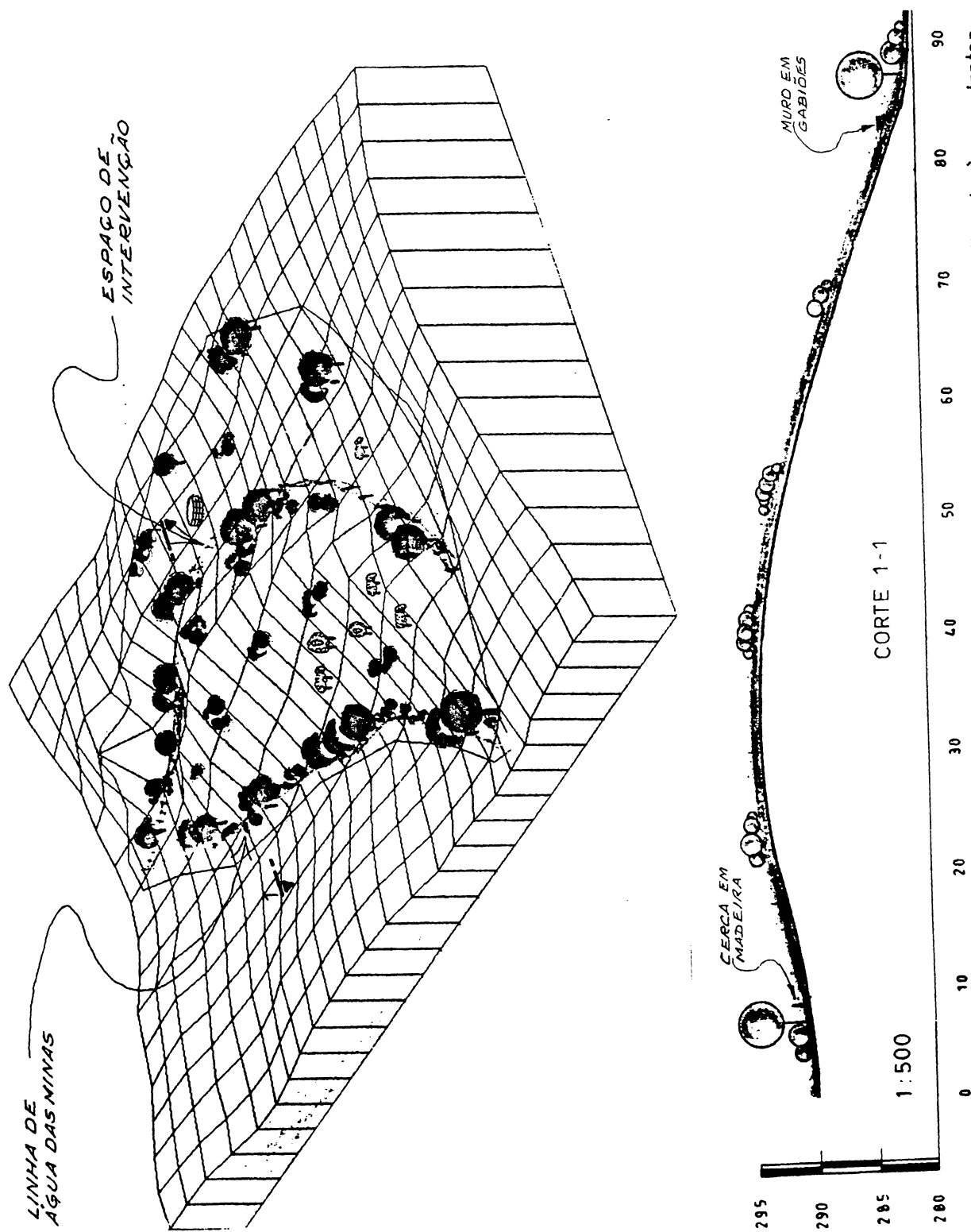


Fig. 3 - Recuperação paisagística da área a tratar

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do tratamento das Minas da Tinoca para prevenir a contaminação das águas da futura albufeira da barragem do Abrilongo levou ao equacionamento de questões geotécnicas - que no caso assumem grande importância - mas também hidrológicas, químicas e, naturalmente, ambientais, que possibilitaram o desenvolvimento de uma metodologia de resolução do problema baseada essencialmente no reperfilamento, impermeabilização, drenagem, protecção vegetal, integração paisagística e auscultação, da área em tratamento.

O estudo efectuado constitui um paradigma do interesse, e mesmo da necessidade, de desenvolvimento de estudos integrados e abrangentes de diversas áreas do conhecimento para uma correcta compreensão dos problemas específicos que se vão pondo no domínio do ambiente e, ainda, do importante papel que a geotecnia pode ter não só na fase de interpretação dos fenómenos, mas também e por vezes sobretudo na definição, desenvolvimento e implementação das soluções mais adequadas a cada caso.