SOMINCOR
Sociedade Mineira de Neves-Corvo, S.A.

Relatório de Monitorização

(Declaração de Impacte Ambiental - Projecto "Mina Neves-Corvo 2007")

Mina de Neves-Corvo
2009

Índice

I - Introdução 7
I.1 – Identificação e Objectivos da monitorização objecto do RM 8
I.2 – Âmbito do RM (factores ambientais considerados e limites espaciais e temporais de monitorização) 9
I.3 – Enquadramento legal 10
I.3 – Apresentação da estrutura do relatório 11
I.5 – Autoria técnica do relatório 13
II - Antecedentes 14
II.1 – Referência ao EIA, à DIA, ao plano geral de monitorização apresentado no RECAPE, a anteriores RM e a anteriores decisões da autoridade de AIA relativas a estes últimos 14
II.2 – Referência à adopção das medidas previstas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização. Eventual relação da calendarização da adopção destas medidas em função dos resultados da monitorização 15
II.3 – Referência a eventuais reclamações ou controvérsia relativas aos factores ambientais objecto de monitorização 23
III - Descrição dos programas de monitorização 24
III.1 – Recursos Hídricos Subterrâneos 24
III.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 24
III.1.2 – Métodos e equipamentos de recolha de dados 25
III.1.3 – Métodos de tratamentos de dados 27
III.1.4 - Relação dos dados com características do projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 27
III.1.5 - Critérios de avaliação dos dados 28
III.2 – Qualidade das Águas Superficiais 28
III.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 28
III.2.2 – Métodos e equipamentos de recolha de dados 29
III.2.3 – Métodos de tratamentos de dados 35
III.2.4 – Relação dos dados com características do projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 36
III.2.5 – Critérios de avaliação dos dados 36
III.3 – Estado das Massas de Água 37
III.3.1 – Macroinvertebrados 37
III.3.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 37
III.3.1.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados 37
III.3.1.3 – Métodos de tratamento de dados 38
III.3.1.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 42
III.3.1.5 – Critérios de Avaliação dos dados 42
III.3.2 – Macrófitas aquáticas 42
III.3.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 42
III.3.2.2 –Métodos e equipamento de recolha de dados 44
III.3.2.3 –Métodos de tratamento de dados 45
III.3.2.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 46
III.3.2.5 – Critérios de Avaliação dos dados 46
III.3.3 – Hidromorfologia 46
III.3.3.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 46
III.3.3.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados 47
III.3.3.3 – Métodos de tratamento de dados 48

III.3.3.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 49
III.3.3.5 – Critérios de Avaliação dos dados 49
III.4 – Ecologia 49
III.4.1 – Peixes 49
III.4.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 49
III.4.1.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados 50
III.4.1.3 – Métodos de tratamento de dados 50
III.4.1.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 53
III.4.1.5 – Critérios de Avaliação dos dados 54
III.4.2 – Bivalves 54
III.4.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 54
III.4.2.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados 54
III.4.2.3 – Métodos de tratamento de dados 55
III.4.2.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 55
III.4.2.5 – Critérios de Avaliação dos dados 55
III.4.3 – Bioacumulação de metais pesados em peixes, aves e bivalves 55
III.4.3.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo 55
III.4.3.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados 56
III.4.3.3 – Métodos de tratamento de dados 57
III.4.3.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto 57
III.4.3.5 – Critérios de Avaliação dos dados 58
III.5 – Qualidade do Ar 58
III.6 – Ruído 58
IV - Resultados dos programas de monitorização 59
IV.1 – Recursos Hídricos Subterrâneos 59
IV.1.1 – Resultados obtidos 59
IV.1.2 – Discussão e interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos 69
IV.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização 70
IV.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão 71
IV.2 – Qualidade das Águas Superficiais 71
IV.2.1 – Resultados obtidos 71
IV.2.2 – Discussão e interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos 71
IV.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização 73
IV.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão 73
IV.3 – Estado das Massas de Água 78
IV.3.1 – Macroinvertebrados 78
IV.3.1.1 - Resultados obtidos 78
IV.3.1.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos 81
IV.3.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização 81
IV.3.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão 82
IV.3.2 – Macrófitas 82
IV.3.2.1 – Resultados obtidos 82

IV.3.2.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos....84
IV.3.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....84
IV.3.2.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão....85
IV.3.3 – Hidromorfologia....85
IV.3.3.1 – Resultados obtidos....85
IV.3.3.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos....87
IV.3.3.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....88
IV.3.3.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão....88
IV.4 – Ecologia....88
IV.4.1 – Peixes....88
IV.4.1.1 – Resultados obtidos....88
IV.4.1.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos....90
IV.4.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....91
IV.4.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão....91
IV.4.2 – Bivalves....91
IV.4.2.1 – Resultados obtidos....91
IV.4.2.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos....92
IV.4.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....92
IV.4.2.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão....92
IV.4.3 – Metais pesados....93
IV.4.3.1 – Resultados obtidos....93
IV.4.3.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos....97
IV.4.3.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....98
IV.4.3.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão....98
V - Conclusões....99
V.1 – Águas subterrâneas....99
V.1.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....99
V.1.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas....99
V.1.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização....99
V.2 – Águas Superficiais – Estado das Massas de Água – Ecologia....100
V.2.1 –Barranco da Lajes....100
V.2.1.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização....100
V.2.1.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas....100
V.2.1.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização....101
V.2.2 –Ribeira de Oeiras....101

V.2.2.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização.....101
V.2.2.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas 101
V.2.2.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização.....102
V.2.3 –Rio Guadiana..... 102
V.2.3.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização.....102
V.2.3.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas 102
V.2.3.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização.....102
V.2.4 –Efluente Industrial Tratado 102
V.2.4.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização.....102
V.2.4.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas 103
V.2.4.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização.....103
VI - Anexos..... 105

Índice de Quadros

Quadro 1: Águas Subterrâneas – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos de recolha..... 25
Quadro 2: Águas Subterrâneas – Localização dos pontos de amostragem (Datum 73) . 26
Quadro 3: Locais de amostragem de qualidade das águas superficiais 28
Quadro 4: Efluente Industrial Tratado (EIT) – Estação EH1. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem..... 29
Quadro 5: Recirculado da barragem de rejeitados. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem..... 31
Quadro 6: Barranco das Lajes. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem 32
Quadro 7: Ribeira de Oeiras (ROL5, ROL18, ROL19B e ROL22) – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem..... 33
Quadro 8: Ribeira de Oeiras (ROL19, ROL20 e ROL22D) – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem..... 34
Quadro 9: Rio Guadiana – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem 35
Quadro 10: Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem de macrófitas aquáticas 44
Quadro 11: Resultados da água subterrânea do Aterro de Cerro do Lobo em 2008 e 2009 para os parâmetros com frequência de análise trimestral..... 60
Quadro 12: Resultados da água subterrânea do Aterro de Cerro do Lobo em 2008 e 2009 para os parâmetros com frequência de análise anual..... 61
Quadro 13: Comparação entre os valores do parâmetro cloretos, obtidos em 1993 e em 2008 e 2009, para os PCL da Portela ME1 69
Quadro 14: Valores do parâmetro Cloretos, a Montante, para 2008 70
Quadro 15: Caudais médios de efluente industrial tratado descarregados na ribeira de Oeiras (m^3/h) 74

Quadro 16: Evolução dos parâmetros problemáticos do efluente industrial tratado descarregado na ribeira de Oeiras face aos Valores Limite de Emissão (VLE) constantes da licença de descarga de águas residuais 74
Quadro 17: Barranco das Lajes – Evolução dos parâmetros problemáticos face aos objectivos de qualidade mínima das águas superficiais 75
Quadro 18: Ribeira de Oeiras – Evolução espacial dos valores de referência dos parâmetros problemáticos de qualidade da água 77
Quadro 19: Rio Guadiana próximo da foz da Ribeira de Oeiras – Valores médios anuais dos parâmetros de qualidade da água referenciados como problemáticos na Ribeira de Oeiras 78

Índice de Figuras

Figura 1 – Resultados máximos do parâmetro condutividade nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL) 62
Figura 2 – Resultados máximos do parâmetro cloretos nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL) 63
Figura 3 – Resultados máximos do parâmetro sulfatos nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL) 64
Figura 4 – Interpolação dos valores de pH para os 4 trimestres de 2009 66
Figura 5 – Interpolação dos valores de sulfatos para os 4 trimestres de 2009 67
Figura 6 – Interpolação dos valores de arsénio para os 4 trimestres de 2009 68

Índice de Anexos

ANEXO 1: Relatórios de auditorias BCL realizadas em 2009
ANEXO 2: Sinalização óleos usados e contenção de derrames (fotografias)
ANEXO 3: Plano de trabalhos arqueológicos para o acompanhamento arqueológico da fase de obra (Junho 2009, Procesl) e respectiva aprovação do IGESPAR e Diagnóstico e caracterização arqueológica no sítio A-De-Pires (Almodôvar), Outubro de 2009 (Procesl) e respectivo ofício de aprovação do IGESPAR.
ANEXO 4: Relatórios Semestrais de Monitorização – Recursos Hídricos Subterrâneos – 1.º Semestre 2009 e 2.º Semestre 2009
ANEXO 5: Relatórios Mensais de Monitorização – Efluente Industrial Tratado
ANEXO 6: Relatórios Mensais de Monitorização – Águas Superficiais e Relatórios Mensais de Monitorização – Recirculado da Barragem dos Rejeitados
ANEXO 7: Biomonitorização da Ribeira de Oeiras – Macroinvertebrados Aquáticos – Relatório n.º 54, Inverno de 2009 (IMAR) e Relatório n.º 58, Outono de 2009 (IMAR)
ANEXO 8: Biomonitorização da Ribeira de Oeiras – Vegetação Aquática e testes *in situ* com *Myriophyllum spicatum* – Relatório n.º 56. Abril de 2009 (IMAR)
ANEXO 9: Elementos de Hidromofologia na Ribeira de Oeiras - Relatório nº 55. Abril de 2009 (IMAR)
ANEXO 10: Biomonitorização da Ribeira de Oeiras – Fauna Piscícola, Julho de 2009 (IMAR & Centro de Oceanografia)
ANEXO 11: Metais pesados em peixes, aves e bivalves na Ribeira de Oeiras – Relatório n.º 57, Julho de 2009 (IMAR)

I - Introdução

O processo de Monitorização de um projecto sujeito a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) tem como objectivo a observação e recolha sistemática de dados sobre o estado do ambiente ou sobre os efeitos ambientais do projecto. A descrição desses efeitos deve ser feita periodicamente por meio de relatórios cuja execução é da responsabilidade do Proponente, no presente caso – Somincor.

Na sequência da emissão da **Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável condicionada, de 13 de Fevereiro de 2008** relativa ao projecto **"Mina Neves-Corvo 2007"**, a **SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves-Corvo**, vem por este meio e através deste relatório evidenciar o cumprimento das medidas de minimização, dos programas de monitorização, do programa de acompanhamento e gestão ambiental da obra, na fase de desactivação e de outros elementos constantes na DIA.

O presente Relatório de Monitorização (RM) corresponde ao segundo relatório emitido ao abrigo do Anexo V da Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril e assume uma estrutura que procura, por um lado, responder integralmente e de forma inequívoca a todos os requisitos da DIA e, por outro lado garantir a fácil actualização da informação nos anos subsequentes, assim como facilitar a interpretação do desempenho através da apresentação de informação, de forma cumulativa.

O presente RM tem como objectivo apresentar e descrever o processo de verificação e recolha de dados, de forma a permitir a avaliação da eficácia das medidas previstas no procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental e evitar, minimizar ou compensar os impactes ambientais decorrentes da fase de exploração do projecto.

I.1 – IDENTIFICAÇÃO E OBJECTIVOS DA MONITORIZAÇÃO OBJECTO DO RM

O plano de monitorização objecto do relatório de monitorização comporta as seguintes vertentes:

- Águas subterrâneas: na envolvente do aterro de resíduos – rejeitados para avaliação comparativa dos impactes existentes nos recursos hídricos após a implementação do projecto de ampliação, alteamento da barragem da cota 252 para 255 m.
- Águas superficiais: para controlo das características da água recirculada do aterro de resíduos – rejeitados para utilização no processo industrial (recirculado da barragem de rejeitados), e do efluente e dos eventuais impactes nas águas superficiais receptoras (barranco de Lajes, ribeira de Oeiras e rio Guadiana).
- Estado das Massas de água: verificação através dos elementos de qualidade biológica (macrófitas e macroinvertebrados aquáticos) e hidromorfologia, da qualidade da ribeira de Oeiras, aonde é descarregado o efluente industrial tratado.
- Ecologia: caracterização da biodiversidade de peixes e bivalves na ribeira de Oeiras e avaliação dos eventuais impactes dos metais de bioacumulação Cu, Zn, As, Hg nas comunidades aquáticas.
- Qualidade do Ar: conforme o Plano de Desempenho Ambiental, e tendo em consideração que os diversos projectos se encontram em fases diferentes de implantação, foi efectuado o controlo durante o mês de Setembro de 2008 para avaliação da situação actual e será efectuada nova monitorização só após a conclusão da ampliação da lavaria de zinco (conforme solicitado na DIA).
- Ruído: A DIA apenas preconiza a realização de avaliação após a ampliação da Lavaria do Zinco para 1Mt/ano (prevista entrar em funcionamento durante o ano de 2010, dependendo dos valores de concentrados de Zn nos mercados internacionais). No entanto decidiu a Somincor efectuar uma caracterização da situação actual em 2008 para avaliação do impacte dos critérios de exposição

máxima e de incomodidade, tendo em consideração a alteração da legislação de ruído no início de 2007, de forma a estabelecer o enquadramento existente com esta legislação. Em 2009 não foi efectuada nenhuma campanha de avaliação do ruído. Uma nova campanha de monitorização de ruído prevê-se efectuar após a conclusão da ampliação da lavaria do zinco.

I.2 – ÂMBITO DO RM (FACTORES AMBIENTAIS CONSIDERADOS E LIMITES ESPACIAIS E TEMPORAIS DE MONITORIZAÇÃO)

Considerando o programa de monitorização descrito no EIA, a DIA considera como factores ambientais a monitorizar, na fase de exploração os seguintes:

- Recursos Hídricos Subterrâneos;
- Qualidade das Águas Superficiais;
- Estado das massas de água;
- Ecologia;
- Qualidade do Ar;
- Ruído.

No que diz respeito ao limite temporal da monitorização, este corresponde sempre que possível ao período de 1 ano – ano de 2009.

Relativamente às águas subterrâneas na envolvente do aterro de resíduos-rejeitados e água recirculada deste aterro, a monitorização corresponde a todo o ano, reportando os valores obtidos do controlo dos piezómetros existentes (PCL).

Relativamente às águas superficiais, efluente industrial tratado e meio receptor (ribeira de Oeiras e rio Guadiana) apenas se apresentam os valores do 1.º semestre e do mês de Dezembro, já que a descarga do efluente foi suspensa a 8 de Junho de 2009 e foi reiniciada em 21 de Dezembro de 2009, tendo por base desta decisão a inexistência de caudal na ribeira de Oeiras durante este período.

Foram monitorizados, na ribeira de Oeiras, 1 local a montante da descarga do efluente e 6 locais a jusante da descarga. No rio Guadiana foram monitorizados 1 local a montante e outro a jusante da confluência da ribeira de Oeiras com esta ribeira.

Nos trabalhos relativos à classificação das massas de água realizaram-se duas campanhas, Inverno e Verão, para caracterização da situação nas duas condicionantes mais importantes da ribeira de Oeiras com caudal e com descarga de efluente e sem caudal e sem descarga do efluente.

Para avaliação ecológica, foram continuados os trabalhos de caracterização e identificação de locais mais adequados à realização dos trabalhos de controlo. Foi efectuada a caracterização da fauna piscícola e análise de metais pesados em peixes, bivalves e aves.

Para a caracterização da qualidade do ar e do ruído não foi efectuada monitorização no ano de 2009, uma vez que de acordo com a DIA esta monitorização só se aplica após a ampliação da lavaria do zinco, e a sua entrada em funcionamento, que está dependente das condições de mercado.

I.3 – ENQUADRAMENTO LEGAL

Relativamente ao enquadramento legal o procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental é regulado pelos seguintes diplomas:

- Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 197/2005, de 8 de Novembro e respectiva Declaração de Rectificação n.º 2/2006, de 6 de Janeiro;
- Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril e respectiva Declaração de Rectificação n.º 13-H/2001, de 29 de Maio.

Relativamente aos factores ambientais específicos que a DIA propõe monitorizar:

- A avaliação das águas subterrâneas será efectuada de acordo com as normas de qualidade do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, tendo sido utilizados os VMA/VMR do Anexo I e Anexo XVI da água destinada à rega;
- Para a avaliação do efluente serão utilizados os VLE fixados na Licença Ambiental n.º 19/2008 da Somincor;
- Na avaliação das águas superficiais receptoras do efluente, serão utilizadas como referência os VMA/VMR constantes nos Anexos X, XII e XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto e no Decreto-Lei n.º 506/99, de 20 de Novembro;
- As avaliações do estado das massas de água terão em linha de conta a Lei n.º 58/2005, de 20 de Dezembro e o Decreto-Lei nº 77/2006, de 3 de Março;

I.3 – APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A estrutura do presente RM irá obedecer na íntegra ao estipulado no Anexo V da Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril, tendo a seguinte composição:

I - Introdução

I.1 - Identificação e Objectivos da monitorização objecto do RM
I.2 - Âmbito do RM (factores ambientais considerados e limites espaciais e temporais da monitorização)
I.3 - Enquadramento legal
I.4 - Apresentação da estrutura do relatório
I.5 - Autoria técnica do RM

II - Antecedentes

II.1 - Referência ao EIA, à DIA, ao plano geral de monitorização apresentado no RECAPE, a anteriores RM e a anteriores decisões da autoridade de AIA relativas a estes último
II.2 - Referência à adopção das medidas previstas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização. Eventual relação da calendarização da adopção destas medidas em função dos resultados da monitorização
II.3 - Referência a eventuais reclamações ou controvérsia relativas aos factores ambientais objecto de monitorização

III - Descrição dos programas de monitorização

III.1 - Recursos Hídricos Subterâneos
III.2 - Qualidade de Águas Superficiais
III.3 -Estado das Massas de Água
III.3.1 - Macroinvertebrados
III.3.2 - Macrófitas aquáticas
III.3.3 - Hidromorfologia
III.4 - Ecologia
III.4.1 - Peixes
III.4.2 - Bivalves
III.4.3 - Bioacumulação de metais pesados em peixes, aves e bivalves
III.5 - Qualidade do Ar
III.6 - Ruído

Para cada factor ambiental:

Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo
Métodos e equipamentos de recolha de dados
Métodos de tratamento de dados
Relação de dados com características do projecto ou do ambiente exógeno ao projecto
Critérios de Avaliação dos dados

IV - Resultados programas de monitorização

IV.1 - Recursos Hídricos Subterâneos
IV.2 - Qualidade de Águas Superficiais
IV.3 -Estado das Massas de Água
IV.3.1 - Macroinvertebrados
IV.3.2 - Macrófitas aquáticas
IV.3.3 - Hidromorfologia
IV.4 - Ecologia
IV.4.1 - Peixes
IV.4.2 - Bivalves
IV.4.3 - Bioacumulação de metais pesados em peixes, aves e bivalves

Para cada factor ambiental:

Resultados obtidos
Discussão e interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos
Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto da monitorização
Comparação com as previsões efectuadas no EIA

V - Conclusões

V.1 - Recursos Hídricos Subterrâneos
V.2 - Qualidade de Águas Superficiais – Estado das Massas de Água -

Ecologia
- V.2.1 – Barranco das Lajes
- V.2.2 – Ribeira de Oeiras
- V.2.3 – Rio Guadiana
- V.2.4 – Efluente industrial tratado

Para cada factor e sub-factor ambiental:
- Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização
- Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas
- Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

VI - Anexos

I.5 – AUTORIA TÉCNICA DO RELATÓRIO

A autoria técnica do RM ficou a cargo da EnviEstudos, S.A..

II - Antecedentes

II.1 – REFERÊNCIA AO EIA, À DIA, AO PLANO GERAL DE MONITORIZAÇÃO APRESENTADO NO RECAPE, A ANTERIORES RM E A ANTERIORES DECISÕES DA AUTORIDADE DE AIA RELATIVAS A ESTES ÚLTIMOS

O proponente do projecto foi a SOMINCOR, Sociedade Mineira de Neves-Corvo, SA a entidade licenciadora do projecto é a Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG).

O EIA foi da responsabilidade da PROCESL – Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda, e desenvolvido entre Dezembro de 2006 e Maio de 2007.

O EIA, datado de Maio de 2007, objecto do presente relatório de monitorização, incidiu sobre a Mina de Neves-Corvo, com particular destaque para os seguintes projectos:

- Projecto de Execução da Barragem do Cerro do Lobo. 4.ª Fase de Construção. Remodelação do Projecto de Alteamento da Barragem da Cota 252 m para a cota 255 m, já efectuado.
- Projecto de Deposição em Pasta. Instalação Industrial para Fabrico de Pasta, a implementar em 2009/2010.
- Projecto de Alteração da Lavaria de Estanho para a Lavaria de Zinco, já concluído.
- Projecto de Ampliação da Lavaria de Zinco para 1Mt/ano, a implementar em 2009/2010.
- Projecto de Alteração da Lavaria de Cobre para tratamento de escórias e minério de MF, já implementado.

A DIA do Projecto "Mina de Neves Corvo 2007" foi emitida a 14 de Fevereiro.

Dos projectos submetidos a EIA, não se encontravam ainda implementados em 2009:

- Projecto deposição em pasta;
- Projecto de ampliação da Lavaria do Zn para 1Mt/ano.

Para responder ao plano de monitorização da DIA foi desenvolvido um plano interno Somincor respeitante ao ano de 2009, desenvolvido no capítulo III deste relatório.

II.2 – REFERÊNCIA À ADOPÇÃO DAS MEDIDAS PREVISTAS PARA PREVENIR OU REDUZIR OS IMPACTES OBJECTO DE MONITORIZAÇÃO. EVENTUAL RELAÇÃO DA CALENDARIZAÇÃO DA ADOPÇÃO DESTAS MEDIDAS EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA MONITORIZAÇÃO[1]

De seguida é efectuado um ponto de situação das medidas de minimização propostas na DIA de 13 de Fevereiro de 2008, nomeadamente a calendarização da adopção das medidas já executadas, a ser executadas actualmente ou a executar no futuro próximo, isto para cada factor ambiental em que a DIA propôs medidas de minimização, designadamente: Recursos hídricos, Resíduos, Ecologia, Património Arqueológico, Qualidade do Ar, Ruído e Paisagem.

Recursos Hídricos

- *Reabilitação do Barranco das Lajes, a jusante da Barragem de Rejeitados, e da ribeira de Oeiras a jusante da zona de lançamento do efluente Esta reabilitação deve incluir a remoção de potenciais sedimentos contaminados e a implementação da vegetação característica do ecossistema fluvial ao longo da linha de água, de forma a promover a melhoria das condições que favorecem os diferentes habitats característicos dos ecossistemas fluviais mediterrâneos.*

  RM 2008: Após os estudos e avaliação a realizar no triénio 2009-2011, será proposta a metodologia adequada à eventual necessidade de reabilitação.

  Em 2009 foi tomada a decisão de implementar medidas de captação de todas as águas de infiltração que escorrem pelo Barranco das Lages, quantidades inferiores a 300 l/h. Assim em 2010 será implantado o projecto de recolha de água de infiltração com bombagem para a barragem do Cerro do Lobo. Após a implementação desta medida será estudada a necessidade de recuperação/reabilitação do Barranco das Lages.

- *No âmbito do projecto de deposição em pasta, deve ser implementado um sistema de cobertura que elimine potenciais infiltrações de água no aterro de rejeitados, de forma a serem reduzidos eliminados os lixiviados.*

[1] Conforme ponto A. Medidas de Minimização, página 3 da DIA.

RM 2008: Está aplicado no projecto de execução a submeter a RECAPE a utilização de metodologia adequada à minimização dos lixiviados da cobertura.

O projecto pasta foi submetido a licenciamento junto da Entidade Coordenadora do Licenciamento (DGEG) em Junho de 2009, conjuntamente com a apresentação do RECAPE, que está para aprovação, e cuja última revisão foi apresentada no dia 26 de Fevereiro de 2010, esperando-se a sua aprovação no mês de Março. No RECAPE atrás mencionado estão presentes as medidas de minimização do referido projecto, nomeadamente metodologias adequadas, de forma a minorar os lixiviados da cobertura.

- *Para reduzir o risco de rotura da Barragem ou de alguma das suas Portelas:*

  a) *Prosseguir a inspecção e monitorização sistemática do comportamento da Barragem quanto à segurança hidráulica e estrutural, bem como os programas de recolha de dados meteorológicos e de qualidade da água, dos efluentes e dos rejeitados, assegurando o tratamento e avaliação integrada dos resultados com periodicidade adequada.*

RM 2008: *Está implementado e é alvo de comunicação sistemática à APA, ARH do Alentejo e DGEG, de acordo com o Plano de Desempenho Ambiental da Licença Ambiental n.º 19/2008 e da DIA.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

b) *Promover a actualização do plano de emergência e alerta com carácter periódico, ou sempre que se alterem aspectos essenciais do processo produtivo ou das condições de laboração do Complexo Mineiro.*

c) *Embora intrínseco ao sistema de aviso e alerta da barragem, deverão ser assinalados localmente os pontos mais críticos do vale a jusante, através de sinalética apropriada, sobretudo junto às pontes e nas passagens a vau ou proximidade das margens da ribeira de Oeiras e barranco das Lajes.*

d) *Garantir o prosseguimento da formação do pessoal em matérias relevantes para a segurança das instalações.*

RM 2008*: As alíneas b) a d) estão contempladas no Plano de Segurança submetido ao INAG em 02/04/07 e que aguarda parecer.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

e) *Assegurar a realização de auditorias regulares em matéria de desempenho ambiental, devendo ser efectuado o respectivo registo.*

RM 2008: *É realizada auditoria anual por entidade externa, que emite relatório de conformidade.*

RM 2009: É realizada auditoria anual por entidade externa, que emite relatório de conformidade. Apresenta-se no **Anexo 1** o relatório de conformidade do ano 2009.

4. *Para atenuar os riscos de poluição por gestão inadequada do ciclo de utilização da água:*

a) *Prosseguir o actual controlo analítico da qualidade da água, do efluente descarregado e do recirculado da albufeira dos rejeitados, bem como o controlo existente das condições de funcionamento das estações de tratamento, além do controlo já efectuado das características qualitativas fundamentais do meio hídrico, a montante e a jusante da descarga.*

RM 2008: *Está implementado e é alvo de comunicação sistemática à APA, ARH/Alentejo e DGEG, de acordo com o Plano de Desempenho Ambiental da Licença Ambiental n.º 19/2008 e da DIA.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

b) *Reavaliar o sistema de medição de caudais no ciclo de utilização da água, reforçando, se necessário, o sistema existente, para incorporar novos locais de medição, no sentido de melhor avaliar as alterações resultantes da implementação dos projectos previstos.*

RM 2008: *Será reavaliada a necessidade após a implementação de todo os projectos alvo do EIA.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

c) *Promover estudos e pesquisas, visando a introdução de alterações processuais ou a utilização de novos reagentes que tenham menores necessidades de água.*

RM 2008: *A Somincor promove de forma sistemática através do Departamento Metalúrgico a reavaliação dos reagentes utilizados no processo, utilizando para o efeito a Lavaria Piloto, única existente em Portugal, tendo-se promovido sempre que possível a utilização de reagentes menos agressivos para o ambiente com taxas de biodegradabilidade cada vez maiores.*

RM 2009: Em 2009 não foram alterados os reagentes da lavaria.

d) *Desenvolver acções de sensibilização e formação dos trabalhadores para as questões de salvaguarda dos recursos naturais e de protecção ambiental que se prendem directamente com as actividades produtivas do Complexo Mineiro, visando, por um lado, a actualização permanente dos técnicos afectos às operações de controlo aos novos requisitos dos projectos a implementar e ao progresso científico, tecnológico e legislativo e, por outro, a adopção de comportamentos correctos e responsáveis por todos os trabalhadores.*

RM 2008: *É prática habitual na Somincor e coordenada pelo Departamento de Estudos e Formação que se encontra acreditado.*

RM 2009: Em 2009 foram desenvolvidas as acções sensibilização (indução de ambiente e segurança) e de formação sobre sistema de gestão ambiental em que

estiveram envolvidos 238 colaboradores, Somincor e fornecedores de serviços com actividade em Neves-Corvo:

Resíduos

5. *O tanque utilizado para conter qualquer derrame que possa ocorrer de óleos usados, terá que ter uma capacidade, no mínimo, equivalente ao do reservatório existente.*

RM 2008: *Encontra-se em fase de análise e implantação um novo reservatório de parede dupla, implantação essa que deverá ocorrer em 2009.*

RM 2009: O novo reservatório de óleos usados com 15 m^3 de capacidade e de parede dupla foi instalado no novo parque de resíduos, com uma área total de 2.500 m^2 e uma área coberta com 300 m^2 (destinada aos resíduos perigosos e/ou contaminados) e uma área impermeabilizada de 1.500 m^2, que inclui drenagem com separador de hidrocarbonetos, antes da entrada no sistema de drenagem geral. O reservatório antigo com capacidade de 50 m^3 irá manter-se. A construção deste novo parque de resíduos decorreu no ano de 2009.

6. *Deverá também dispor-se de material absorvente pronto a usar em caso de pequenos derrames.*

RM 2008*: Existe, encontra-se identificado no Anexo 2.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

7. *O local de Implantação do reservatório e respectivo equipamento de retenção deverá estar devidamente sinalizado (ostentar avisos relativos à proibição de fumar, atear fogo ou utilizar equipamentos susceptíveis de provocar faíscas ou calor e ser dotados de extintores e/ou outros meios de combate a incêndios).*

RM 2008*: Existe, encontra-se identificado no Anexo 2.*

RM 2009: Apresenta-se no **Anexo 2** fotografias que demonstram o cumprimento desta medida – sinalização adequada do novo reservatório de óleos usados.

Ecologia

8. *Analisar a possibilidade de utilização de outros compostos que estejam na origem dos teores elevados de sulfatos, à semelhança do estudo de alteração do tipo de explosivos utilizados na mina.*

RM 2008: *Os sulfatos têm origem nos minérios sulfurosos, não sendo possível a sua redução na origem pois a composição dos minérios depende da geologia da mina. Em 2009 será implementada a utilização de explosivos em emulsão que já foram testados em 2008 e que se considera vir a reduzir a emissão de componentes azotados.*

RM 2009: Iniciou-se o processo de substituição dos explosivos utilizados (ANFO) em 2009 por emulsões, de forma a reduzir o teor de nitratos no efluente industrial tratado. Comparando os resultados obtidos no efluente industrial tratado em 2009 com os de 2008, verifica-se de facto uma redução do valor médio e máximo de nitratos e azoto amonical; no azoto total verifica-se uma redução do valor médio, embora uma ligeira subida do valor máximo.

9. *Suspender a emissão total do efluente, durante a ausência de escoamento superficial da ribeira de Oeiras, e promover a reutilização da água tratada nos períodos ou anos hidrológicos de seca extrema.*

RM 2008: *É prática habitual. Em 2008 foi suspensa a descarga de 1 de Julho de 2008 a 5 de Janeiro de 2009.*

RM 2009: É prática habitual. Em 2009 a descarga foi suspensa de 8 de Junho a 21 de Dezembro de 2009.

10. *Estudar e implementar metodologias de tratamento de água alternativas, de forma a cumprir com o bom estado da massa de água a jusante da descarga, ou seja, a terá de ser dado cumprimento aos VLE e de se adequar a descarga às características do meio receptor, de forma a contribuir para o seu bom estado definido no âmbito da aplicação da Directiva Quadro da Água.*

11. *O estudo e a implementação de novas tecnologias referidas na medida anterior deverão, igualmente, contribuir para a redução da emissão do(s) parâmetro(s) com maior impacte sobre as comunidades aquáticas (ictiofauna e bivalves) do anexo B-II e de habitats do anexo B-I da Directiva Habitats.*

RM 2008: *Apresentamos em Anexo 3 o relatório produzido pelo IST/ISA sobre os testes em curso para melhoria da qualidade do efluente (Estudo de optimização do processo de tratamento de águas residuais industriais).*

RM 2009: Verificou-se do estudo iniciado em 2008 e terminado em 2009 (Estudo de Optimização do Processo de Tratamento de Água Residual Industrial presente como anexo no RM2008), que para a actual metodologia o processo de tratamento já utiliza os reagentes mais eficazes, pelo que não é possível efectuar a redução dos teores de sulfatos na água da mina.

A Somincor tomou a decisão de implementar, sempre que possível em função das condições hidrológicas e meteorológicas, a descarga zero, com a reutilização máxima de água no processo produtivo. Para a prossecução desta medida será necessária a construção de um novo reservatório para retenção de águas residuais, já previsto no projecto pasta (reservatório do Cerro da Mina), que deverá estar operacional em 2011/12, pelo que se pretende ter operacional a descarga zero em 2012.

Património Arqueológico

12. *Garantir a salvaguarda, pelo registo arqueológico, da totalidade dos vestígios e contextos a afectar directamente pela obra e no caso de elementos arquitectónicos e etnográficos, através de registo gráfico, fotográfico e memória descritiva; no caso de sítios arqueológicos, através da sua escavação integral.*

13. *Deverão ser incluídas no Caderno de Encargos todas as medidas referentes ao Património.*

14. *A Carta de Condicionantes à localização dos Estaleiros, manchas de empréstimo e depósito, com a implantação dos elementos patrimoniais identificados, deverá integrar o Caderno de Encargos da Obra*

15. *Deverá ficar prevista a realização de prospecção arqueológica das zonas de estaleiro, manchas de empréstimo e depósito de terras, caso as mesmas se encontrem fora das áreas já prospectadas.*

16. *Para a fase de obra, deverá ser executado o acompanhamento por arqueólogo de todos os trabalhos que impliquem revolvimento e escavação do solo até ao substrato geológico, na linha das orientações do Instituto de tutela do património arqueológico.*

17. *O acompanhamento arqueológico deverá ser efectuado de modo efectivo, continuado e directo por um arqueólogo em cada frente de trabalho, sempre que as, acções inerentes à realização do projecto não sejam sequenciais mas simultâneas.*

RM 2008: *As medidas 12 a 17 estão previstas no projecto de execução submetido a RECAPE, este projecto só será implementado em 2009/2010.*

RM 2009: As medidas 16 e 17 já foram efectuadas apresentando-se no **Anexo 3**, o respectivo Plano de Trabalhos Arqueológicos e respectiva aprovação do IGESPAR.

O projecto pasta foi submetido a licenciamento junto da Entidade Coordenadora do Licenciamento (DGEG) em Junho de 2009,conjuntamente com a apresentação do RECAPE, que está para aprovação, e cuja última revisão foi apresentada no dia 26 de Fevereiro de 2010. No RECAPE atrás mencionado estão presentes as restantes medidas (12 a 15 da DIA) ainda não implementadas e referentes ao património arqueológico.

18. *As ocorrências n.º 1, 2, 3 e 37, localizadas na área envolvente da Barragem de Rejeitados, deverão ser cartografadas e deverá ser garantida a salvaguarda desses sítios contra intervenções que impliquem a ocupação, revolvimento ou escavação do solo nas áreas de interesse arqueológico.*

RM 2008: *As áreas indicadas encontram-se vedadas conforme apresentado no Anexo 4 – Património Arqueológico.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

19. *Na ocorrência 1, deverá fazer-se o registo documental (descritivo, gráfico, fotográfico e topográfico) das estruturas rurais que ainda se conservam emersas. Na área da ocorrência 1, deverão executar-se sondagens manuais, numa área total de, pelo menos, 20 m^2, de caracterização do sítio arqueológico subjacente ao agregado rural. As sondagens devem localizar-se, preferencialmente, em zonas não afectadas pelas lavras do povoamento florestal.*

RM 2008: *Trabalho a realizar em 2009.*

RM 2009: A medida 19 foi efectuada em 2009 apresentando-se no **Anexo 3**, o respectivo relatório de diagnóstico de caracterização arqueológica e também a aprovação do IGESPAR.

20. *Relativamente às ocorrências N.º 1, 2. 3. 36 e 37, deverá, também, proceder-se à sua sinalização através da colocação de placas informativas que refiram a estação arqueológica e a sua natureza.*

RM 2008: *Efectuado e verificável no Anexo 4 – Património Arqueológico.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

Qualidade do Ar

21. *Deverá proceder-se à cobertura dos depósitos de detritos e de materiais finos para evitar o seu arrastamento por acção dos agentes erosivos e, eventualmente, adopção de um sistema de aspersão de água (nomeadamente através de camiões cisterna) sobre as vias de circulação não pavimentadas e sobre todas as áreas significativas de solo que fiquem a descoberto durante largos períodos, especialmente na época seca do ano e em dias ventosos.*

22. *Deverá efectuar-se o transporte de materiais, como terras, areias e britas em camiões fechados, ou com a carga coberta.*

23. *Sempre que necessário, deverão ser realizadas molhas em todos os acessos às frentes de obra, nomeadamente no acesso da Barragem de Rejeitados.*

24. *Deverá instalar-se uma unidade de lavagem de rodados a saída do estaleiro correctamente sinalizada.*

25. *Deverá proceder-se à manutenção periódica das máquinas e veiculas afectos à obra em condições adequadas de funcionamento, que pode ser realizada nas oficinas do Complexo no caso de os equipamentos serem propriedade da SOMINCOR, ou em oficina licenciada, nos restantes casos.*

RM 2008: *As medidas 21 a 25 estão incluídas no projecto de execução submetido a RECAPE, este projecto será implementado em 2009/2010.*

RM 2009: O projecto pasta foi submetido a licenciamento junto da Entidade Coordenadora do Licenciamento (DGEG) em Junho de 2009,conjuntamente com a apresentação do RECAPE, que está para aprovação, e cuja última revisão foi apresentada no dia 26 de Fevereiro de 2010. No RECAPE atrás mencionado estão presentes as medidas 21 a 25 da DIA referentes à qualidade do ar.

O projecto pasta será implementado em 2010, após aprovação do RECAPE.

Ruído

26. *Para os receptores em que se verifiquem situações de incumprimento, após a ampliação da Lavaria de Zinco, deverão ser adoptadas medidas de minimização, nomeadamente, insonorização de equipamentos e/ou da nave Industrial, cujo projecto terá como base os níveis sonoros registados nas quatro campanhas de monitorização a efectuar no primeiro ano de funcionamento da Lavaria.*

RM 2008: *Será aplicado se necessário após a execução do referido projecto.*

RM 2009: MANTEVE-SE EM 2009.

Paisagem

27. *Deverão delimitar-se as zonas de trabalho, para que haja uma menor perturbação do terreno envolvente à obra, seja para armazenar materiais, seja para o parqueamento de maquinaria, entre outros usos.*

28. *Deverá evitar-se o depósito, mesmo que temporário, de resíduos criados pelo pessoal afecto à obra, nomeadamente restos de materiais de construção, embalagens, entre outros desperdícios produzidos durante uma obra, assegurando desde o início da obra a recolha destes e o seu adequado destino final.*

29. *Deverão ser salvaguardadas todas as espécies arbóreas e arbustivas que não perturbem a execução da obra e que se situem fora da área intervenção, nomeadamente todas as espécies que se localizem na envolvente da área de trabalho.*

RM 2008: *As medidas 27 a 29 estão incluídas no projecto de execução submetido a RECAPE, este projecto só será implementado em 2009/2010.*

RM 2009: O projecto pasta foi submetido a licenciamento junto da Entidade Coordenadora do Licenciamento (DGEG) em Junho de 2009,conjuntamente com a apresentação do RECAPE, que está para aprovação, e cuja última revisão foi apresentada no dia 26 de Fevereiro de 2010. No RECAPE atrás mencionado estão presentes as medidas 27 a 29 da DIA referentes à paisagem.

II.3 – REFERÊNCIA A EVENTUAIS RECLAMAÇÕES OU CONTROVÉRSIA RELATIVAS AOS FACTORES AMBIENTAIS OBJECTO DE MONITORIZAÇÃO

À semelhança do ano de 2008, também durante o ano de 2009 a Somincor não recebeu reclamações relativas aos factores ambientais, objecto da monitorização evidenciada neste relatório.

III - Descrição dos programas de monitorização[2]

A monitorização do projecto é da responsabilidade do proponente, e efectua-se com a periodicidade e nos termos constantes da DIA ou, na sua falta, do EIA. O proponente deve submeter à apreciação da autoridade de AIA os respectivos relatórios de monitorização, nos prazos fixados. Esta monitorização é realizada de acordo com um Programa de Monitorização que deve contemplar:

- Parâmetros a monitorizar;
- Locais (ou tipos de locais) e frequência das amostragens ou registos, incluindo, quando aplicável, a análise do seu significado estatístico;
- Técnicas e métodos de análise e equipamentos necessários;
- Relação entre factores ambientais a monitorizar e parâmetros caracterizadores da construção, do funcionamento ou da desactivação do projecto ou outros factores exógenos ao projecto, procurando identificar os principais indicadores ambientais de actividade do projecto;
- Tipo de medidas de gestão ambiental a adoptar na sequência dos resultados dos programas de monitorização;
- Periodicidade dos relatórios de monitorização e critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização.

Na DIA de 13 de Fevereiro de 2008 foram propostos os planos de monitorização que se descrevem de seguida:

III.1 – RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS[3]

III.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

Os parâmetros a medir apresentam-se no **Quadro 1**. No que respeita aos locais de amostragem existem actualmente 14 pares de piezómetros designados por PCL,

[2] Conforme ponto B. Planos de Monitorização, página 8 da DIA.
[3] Conforme páginas 8 a 10 da DIA.

encontrando-se 6 pares no corpo principal, 4 pares na portela ME1 e 4 pares na portela ME2, dispostos a jusante da barragem e cada par instalado a diferentes profundidades, sendo que o número impar atinge os – 20 m e o número par os – 10 m. Na zona de montante, encontram-se mais 3 piezómetros e na zona de jusante mais 6 piezómetros. A localização dos pontos de amostragem apresenta-se no **Quadro 2**.

III.1.2 – Métodos e equipamentos de recolha de dados

Apresentam-se nos **Quadros 1** e **2**.

Quadro 1: Águas Subterrâneas – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos de recolha

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório
Nível piezométrico	m	Sonda eléctrica de fita métrica	**Mensal**	Operador Ambiente
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966	**Trimestral** (Amostragem por bomba submersível após bombagem de 3 minutos)	Laboratório Somincor
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Cálcio	mg/l Ca	Volumetria NP-506: 1967		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Cobre	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997		
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria ISO 5814:1990	**Anual** (Amostragem por bomba submersível após bombagem de 3 minutos)	
Sódio	mg/l Na	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW3111B:1999		
Potássio	mg/l K	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW3111B:1999		
Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	Volumetria NP-424: 1966		
Nitritos	mg/l NO_2	Espectrometria de absorção molecular NP-624:1972		
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrometria de absorção molecular /Volumetria SMEWW4500NorgB:1997		
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997		

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Ferro total	mg/l Fe	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Manganês total	mg/l Mn	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		
Chumbo total	mg/l Pb	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Estanho	mg/l Sn	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		Laboratório IST
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares	mg/l	Medição da fluorescência por ultravioleta após cromatografia em camada fina. SMEWW 6440-B		

Quadro 2: Águas Subterrâneas – Localização dos pontos de amostragem (Datum 73)

Coordenadas de Localização dos Piézometros			
Referência	**M**	**P**	**Z**
PCL1	-233 304.0	17 903.5	224.5
PCL2	-233 302.6	17 905.9	224.2
PCL3	-233 262.2	17 960.9	224.0
PCL4	-233 261.0	17 963.1	223.7
PCL5	-233 323.2	17 981.5	215.1
PCL6	-233 320.9	17 983.4	214.8
PCL7	-233 277.0	18 043.7	214.2
PCL8	-233 275.9	18 046.5	214.2
PCL9	-233 364.9	18 048.8	220.8
PCL10	-233 363.0	18 050.8	220.6
PCL11	-233 317.9	18 112.8	214.9
PCL12	-233 316.4	18 114.8	214.8
PCL13	-233 387.5	17 135.1	239.3
PCL14	-233 386.1	17 132.5	239.1
PCL15	-233 371.5	17 099.8	237.4
PCL16	-233 369.8	17 096.7	237.3
PCL17	-233 348.1	17 147.0	239.2
PCL18	-233 347.0	17 144.2	239.1
PCL19	-233 334.6	17 112.6	237.7
PCL20	-233 333.6	17 109.6	237.6

Coordenadas de Localização dos Piézometros			
Referência	**M**	**P**	**Z**
PCL21	-233 517.7	16 773.8	243.9
PCL22	-233 515.6	16 771.9	243.9
PCL23	-233 492.6	16 734.4	243.0
PCL24	-233 489.9	16 732.3	242.9
PCL25	-233 513.9	16 830.0	243.9
PCL26	-233 511.8	16 828.3	243.7
PCL27	-233 481.9	16 796.4	243.6
PCL28	-233 479.6	16 794.6	243.4
PCL31	-233 066.38	17 328.82	247.44
PCL32	-233 444.03	16 919.87	242.19
PCL33	-232 859.71	16 812.41	209.98
PCL34	-232 054.98	16 884.81	193.21
PCL35	-232 566.62	17 616.40	219.97
PCL36	-232 611.46	18 613.98	176.57
PCL41	-234 670.43	16 471.73	264.20
PCL42	-234 668.15	17 374.02	265.38
PCL43	-234 390.22	18 265.64	271.52

III.1.3 – Métodos de tratamentos de dados

Os dados são recolhidos da base de dados eSigAMB, correspondentes aos parâmetros, periodicidades e locais exigidos pela DIA.

Para este relatório, além do procedimento normal, foram identificados os valores que não estavam conformes com os requisitos legais, quando disponíveis, e estes foram assinalados. Para os parâmetros com valores não conformes, foram construídos gráficos comparativos dos vários locais, utilizando os valores máximos registados para cada parâmetro ao longo do ano.

III.1.4 - Relação dos dados com características do projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A deposição de resíduos perigosos no Aterro de Rejeitados pode levar à contaminação das águas subterrâneas. Neste sentido, são monitorizados vários piezómetros a montante e a jusante da infra-estrutura, para avaliação de eventuais impactes.

III.1.5 - Critérios de avaliação dos dados

A DIA refere que *"As águas serão avaliadas de acordo com as normas de qualidade fixada nos termos do Decreto-Lei nº 236/98, de 1 de Agosto, utilizando-se como critério os limites fixados no Anexo I, relativo à Qualidade das águas destinadas à produção de água para consumo humano e, ainda, os limites do Anexo XVI da água destinada à rega."*

Deste modo, os dados foram comparados com os valores dos documentos legislativos atrás referidos.

Os dados são introduzidos na base de dados eSigAMB, que possui um sistema de autocontrolo e validação de dados que permite saber, imediatamente após a introdução dos mesmos, se existe incumprimento dos valores legais.

III.2 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS[4]

III.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

No **Quadro 3** apresentam-se as coordenadas dos locais de amostragem de qualidade das águas superficiais. Nos **Quadros 4 a 9** apresentam-se os parâmetros medidos.

Quadro 3: Locais de amostragem de qualidade das águas superficiais

	Estação	Coordenadas (Datum 73)	
		M	P
Efluente Industrial Tratado (EIT)	EH1	-232 735,2	15 207,2
Recirculado da Barragem de Rejeitados	IBR2	-233 580,0	17 260,0
Barranco das Lajes	IBR22	-233 258,6	18,177,8
Ribeira de Oeiras	ROL5 – Horta da Reveza	-234 290	12 060
	ROL18 – Malhão Largo	-232 800	15 870
	ROL19 – Monte do Pereiro	-231 920	16 720
	ROL19B – Monte Queimado	-232 145	18 640
	ROL 20 – Monte da Caiada	-231 010	18 990
	ROL 22 – Ponte para Penilhos	-226 800	25 520

[4] Conforme páginas 11 a 16 da DIA.

	Estação	Coordenadas (Datum 73)	
		M	P
	ROL 22D – Água Santa Morena	-224 875	34 150
Rio Guadiana	GUAL 24 - Azenhas	-224 280	42 525
	GUAL 25 - Convento	-225 795	41 310

III.2.2 – Métodos e equipamentos de recolha de dados

São apresentados nos **Quadros 4** a **9** os parâmetros, locais de amostragem e os métodos e equipamentos de recolha de dados referentes a efluente industrial tratado, recirculado da barragem de rejeitados, barranco das Lajes, ribeira de Oeiras e rio Guadiana.

Quadro 4: Efluente Industrial Tratado (EIT) – Estação EH1. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Laboratório e/ou Equipamento	Frequência de Amostragem
pH	Escala Sorensen	Electrometria	Sonda multiparamétrica Hydrolab MS5	**Continuo** Registo Diário
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria		
Condutividade	µS/cm	Electrometria		
Caudal	m3/h		HydroRanger 200Siemens Milltronics	
Azoto total	mg/l N	"*Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water* "(última edição)	Laboratório Somincor	**Quinzenal** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrometria de absorção molecular ASTM D-1426:2003-Método A		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	Electromérico ISO5815-1:2003	Laboratório Somincor	**Mensal** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B		
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997		

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Laboratório e/ou Equipamento	Frequência de Amostragem
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997		
Cádmio	mg/l Cd	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Chumbo total	mg/l Pb	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Crómio total	mg/l Cr	Espectrometria de absorção atómica - chama ISO 9174:1998		
Ferro total	mg/l Fe	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Manganês total	mg/l Mn	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		
Níquel total	mg/l Ni	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Alumínio	mg/l Al	ICP SMEWW 3120	Laboratório IST	
Estanho	mg/l Sn	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		
Fenóis	mg/l C_6H_5OH	Espectrometria de absorção molecular MMA/42	Laboratório ARH/Alentejo	**TRIMESTRAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler
Fósforo total	mg/l P	Espectrometria de absorção molecular MMA/44		
Sulfuretos	mg/l S	SMEWW MMA/31		
Antimónio	mg/l Sb	*SMEWW* MM 5.2 EAA-GH	Laboratório IST	**ANUAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler
Bário	mg/l Ba	*SMEWW* 3120 ICP		
Berílio	mg/l Be	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		
Boro	mg/l B	*SMEWW* 3120 ICP		
Cobalto	mg/l Co	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		
Molibdénio	mg/l Mo	*SMEWW* 3120 ICP		
Prata	mg/l Ag	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		
Selénio total	mg/l Se	*SMEWW* MM 5.2 EAA-GH		

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Laboratório e/ou Equipamento	Frequência de Amostragem
Tálio	mg/l Tl	*SMEWW* MM 5.4 EAA-GC		
Titânio	mg/l Ti	*SMEWW* 3120 ICP		
Vanádio	mg/l V	*SMEWW* 3120 ICP		
Fosfato de Tributilo	mg/l	Cromatografia gasosa / detector fotométrico de chama	Laboratório APA	

Quadro 5: Recirculado da barragem de rejeitados. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
Caudal	m^3/h		**CONTÍNUO**	Foxboro 2800-Saba-ASF-G
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966	**QUINZENAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler	Laboratório Somincor
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria ISO 5814:1990		
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cálcio	mg/l Ca	Volumetria NP-506: 1967	**MENSAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler	
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997		
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	Electromérico ISO5815-1:2003		
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B		
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008	**TRIMESTRAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler	Laboratório Somincor
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrometria de absorção molecular /Volumetria SMEWW4500NorgB:1997		
Azoto Kjeldahl	mg/l N	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Carbonatos	mg/l $CaCO_3$	Volumetria ISO 9963-1:1994		
Alcalinidade	mg/l $CaCO_3$	Volumetria ISO 9963-1:1994		

Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	Volumetria NP-424: 1966		
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	Gravimetria SMEWW 2540B, C:1997		
Cádmio	mg/l Cd	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986	**ANUAL** Composta num período de 24 horas por amostragem de 15 em 15 minutos. Equipamento Hobo Water Sampler	
Chumbo total	mg/l Pb	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Crómio total	mg/l Cr	Espectrometria de absorção atómica - chama ISO 9174:1998		
Manganês total	mg/l Mn	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		
Níquel total	mg/l Ni	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		

Quadro 6: Barranco das Lajes. Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966	**MENSAL**	LABORATÓRIO SOMINCOR
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria ISO 5814:1990		
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997	**TRIMESTRAL**	
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cálcio	mg/l Ca	Volumetria, NP-506:1967		
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B	**ANUAL**	LABORATÓRIO SOMINCOR
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	Electromérico ISO5815-1:2003		

Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrometria de absorção molecular /Volumetria SMEWW4500NorgB:1997		
Azoto Kjeldahl	mg/l N	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Ferro total	mg/l Fe	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Manganês total	mg/l Mn	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Cádmio	mg/l Cd	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Chumbo total	mg/l Pb	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Crómio total	mg/l Cr	Espectrometria de absorção atómica - chama ISO 9174:1998		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		
Níquel total	mg/l Ni	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		

Quadro 7: Ribeira de Oeiras (ROL5, ROL18, ROL19B e ROL22) – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
Temperatura	ºC	Termometria (no local)	**MENSAL** (pontual)	LABORATÓRIO SOMINCOR
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966		
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria ISO 5814:1990		
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997		
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B		
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	Electromérico ISO5815-1:2003		
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1426:2003-Método A		
Azoto Kjeldahl	mg/l N	Espectrometria de absorção molecular /Volumetria SMEWW4500NorgB:1997		
Nitritos	mg/l NO_2	Espectrometria de absorção molecular NP-624:1972		
Amoníaco não ionizado	mg/l N	Espectrometria de absorção molecular, M010:2008 L'Analyse de L'Eau,pag.946, 8ªed, 1996		

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cobre solúvel	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986 após filtragem		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Fosfatos	mg/l PO_4	Espectrometria de absorção molecular, SMEWW 4500P-B,E:1999		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997	**TRIMESTRAL** (pontual)	
Ferro total	mg/l Fe	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		

Quadro 8: Ribeira de Oeiras (ROL19, ROL20 e ROL22D) – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966	**TRIMESTRAL** (pontual)	LABORATÓRIO SOMINCOR
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Oxigénio dissolvido	% saturação de O_2	Electrometria ISO 5814:1990		
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	Gravimetria ISO 11923:1997		
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B		
Azoto Kjeldahl	mg/l N	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Fosfatos	mg/l PO_4	Espectrometria de absorção molecular, SMEWW 4500P-B,E:1999		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	Electromérico ISO5815-1:2003	**SEMESTRAL** (pontual)	
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	Espectrometria de absorção molecular /Volumetria SMEWW4500NorgB:1997		
Arsénio total	mg/l As	Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos SMEWW 3114B,C:1997		
Ferro total	mg/l Fe	Espectrometria de absorção atómica - chama SMEWW 3030B,F:1997		
Mercúrio	mg/l Hg	Espectrometria de absorção atómica - vapor frio SMEWW 3112B:1999		

Quadro 9: Rio Guadiana – Parâmetros a medir, métodos e equipamentos e frequência de amostragem

Parâmetros	Unidade	Métodos de análise	Frequência de Amostragem	Laboratório e/ou Equipamento
pH	Escala Sorensen	Electrometria NP-411:1966	**MENSAL** (pontual)	LABORATÓRIO SOMINCOR
Condutividade	µS/cm a 20ºC	Electrometria NP-732:1969		
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	Espectrofotometria do Absorção molecular ASTM D-1252:2006-Método B		
Cobre total	mg/l Cu	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Zinco total	mg/l	Espectrometria de absorção atómica ISO 8288:1986		
Cloretos	mg/l Cl	Volumetria, NP-731:1969		
Nitratos	mg/l NO_3	Espectrometria de absorção molecular, M015:2008		
Sulfatos	mg/l SO_4	Volumetria M017:2008		

III.2.3 – Métodos de tratamentos de dados

Os dados são recolhidos da base de dados eSigAMB, correspondentes aos parâmetros, periodicidades e locais exigidos pela DIA.

Para este relatório, além do procedimento normal, foram identificados e assinalados os valores que não estavam conformes com os requisitos legais, quando disponíveis.

III.2.4 – Relação dos dados com características do projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes.

Neste sentido, são monitorizadas todas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.2.5 – Critérios de avaliação dos dados

A DIA refere que *"Se, no efluente Industrial tratado, ocorrerem valores superiores aos VLE fixados na licença de descarga, ou se, na ribeira de Oeiras, se verificarem valores superiores aos VMA das águas para fins piscícolas ou aos objectivos de qualidade mínima das águas superficiais, deverão tomar-se medidas"*.

Deste texto se deduz que os dados do efluente industrial tratado devem ser avaliados de acordo com os VLE impostos pela licença de descarga (neste caso a Licença Ambiental) e os dados da ribeira de Oeiras de acordo com os VMA para fins piscícolas ou aos objectivos de qualidade mínima das águas superficiais, impostos legalmente. Assim, os valores obtidos para cada parâmetro foram avaliados de acordo com o exposto.

Os dados são introduzidos na base de dados eSigAMB, que possui um sistema de autocontrolo e validação, que permite saber, imediatamente após a introdução dos mesmos, se existe incumprimento dos valores legais.

III.3 – ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA[5]

III.3.1 – Macroinvertebrados

III.3.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

Para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos, os parâmetros a medir foram: Número total de indivíduos por unidade de amostragem e por local (N), número total de taxa (s), índices diversidade S (inverso do índice de *Simposon*) e H' (*Shannon-Wienner*). Foi igualmente medida a qualidade biológica das águas usando 2 índices bióticos, o índice para a Ribeira de Oeiras (IBO) e o índice IPtIs *(Invertebrate Portuguese Index, South*), este último adoptado pelo INAG para os rios Mediterrânicos. Tendo em conta a perturbação potencial que a descarga da mina produz na ribeira, foi caracterizada em cada local a estrutura das comunidades de macroinvertebrados e as relações de similaridade entre locais.

Os Locais de amostragem foram os seguintes: - na ribeira de Oeiras; 1C (Monte Ossada), 2 (Monte Bentes), 5 (Horta da Raveza), 13 (Antigo ponto de descarga), 14 (actual ponto de descarga), 16 (Horta do Pereiro), 18 (Malhão Largo), 19 (Monte Pereiro), BL (Barranco das Lajes), 19B (Monte Queimado), 20B (Monte Caiada), 21 (Monte Velho), 22 (Ponte de Penilhos), 22D (Fonte Santa), - na ribeira de Carreiras C1 (Carreiras 1) e C2 (Carreiras 2).

III.3.1.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados

Todo o processo de amostragem e tratamento de dados foi feito de acordo com as normas do Instituto Nacional da Água – INAG e a Directiva Quadro da Água (Lei da Água - nº 58/2005 de 29 de Dezembro e Decreto- Lei nº 77/2006 de 30 de Março).

A amostragem dos macroinvertebrados foi feita com uma rede de mão (abertura padrão de 30x30cm, 0,5mm de malha) pelo processo de *"kick-and-sweep sampling"*. A metodologia é a adoptada pelo INAG para a aplicação da Directiva Quadro da Água e

[5] Conforme página 17 da DIA.

consiste na perturbação do substrato com o pé tendo a rede a jusante, de forma a recolher os invertebrados arrastados. A extensão do arrasto é de cerca de 1m. Em cada local de amostragem são feitas 6 recolhas distribuídas proporcionalmente pelos principais macrohabitats (substrato pedregoso e/ou arenoso, vegetação submersa, zonas de água corrente, zonas de remanso). Estas sub-unidades de amostragem constituem uma amostra cumulativa que é colcoada em sacos de plástico devidamente etiquetados, transportada numa mala térmica com gelo para o laboratório onde se procede à triagem imediata dos organismos vivos e à sua conservação em álcool a 70% para posterior identificação.

Como indicadores de qualidade das águas são utilizados vários parâmetros biológicos, como o número total de organismos por local, número de taxa (como medida de diversidade), índices bióticos, percentagem de organismos intolerantes de acordo com o IBO e IPtIs, percentagem de EPT (*Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera: organismos tidos como intolerantes*) e métodos de análise multivariada.

III.3.1.3 – Métodos de tratamento de dados

A identificação dos invertebrados é feita recorrendo a uma colecção bibliográfica de cerca de 90 obras de carácter geral e específico para grupos em particular. A determinação dos índices de diversidade é feita usando o *software* "Primer" enquanto os índices bióticos são calculados em folhas Excel. Os detalhes sobre o cálculo do índice IBO estão indicados nos relatórios.

O IPtIs (*Invertebrate Portuguese Index, South*) foi desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal. O valor do índice é determinado em função do número de famílias e nível de tolerância das mesmas e da situação em locais de referência e calcula-se da seguinte maneira:

IPtIs = 0.4*(nº total de famílias/mediana de referência) + 0.2*(IASTP-2/mediana de referência) + 0.2*(EPT/mediana de referência) + 0.2*(log (sel. EPTCD+1)/mediana de referência),

Sendo EPT o número de famílias dos taxa *Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera e Sel. EPTCD o número de Chloroperlidae, Nemouridae, Leuctridae, Leptophlebidae, Ephemerellidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Elmidae, Dryopidae e Athericidae*. O IPtIs foi aplicado a todos os locais das ribeiras de Oeiras e Carreiras aplicando as classes de qualidade relativas ao tipo S1 <100 (Sul 1 com bacia de drenagem inferior a 100 km2). Os valores do índice variam entre 0 e 1. As classes de qualidade consideradas são:

- Qualidade excelente: valor superior a 0.97
- Qualidade boa: valor entre 0.72 e 0.97
- Qualidade razoável: valor entre 0.48 e 0.72
- Qualidade medíocre: valor entre 0.24 e 0.48
- Qualidade má: valor inferior a 0.24

A análise multivariada dos dados é inteiramente feita com o programa PRIMER 6 para *Windows*. São produzidas matrizes de (1) locais de amostragem vs. número e tipo de invertebrados amostrados e (2) locais de amostragem vs. parâmetros ambientais.

A matriz biológica é reduzida por eliminação de taxa com carácter esporádico e aplicada a transformação log (x+1). Os locais de amostragem são comparados por relações de similaridade da sua fauna utilizando o Índice de *Bray-Curtis*.

As relações de similaridade são sujeitas a análise aglomerativa (procedimento *CLUSTER*) e por *"Non-metric Multidimensional Scaling"* (MDS). A consistência dos grupos obtidos com base na técnica de ordenação MDS deve ser testada de modo a determinar se os grupos são formados ao acaso ou porque efectivamente reflectem uma diferença entre as amostras. Tecnicamente, interessa investigar se a variância entre amostras dos mesmos grupos é menor ou igual à variância entre amostras de diferentes

grupos (em termos de similaridade). Isto pode ser feito por permutações (n=1000) utilizando o procedimento ANOSIM.

Outra forma aplicada para avaliar a consistência faunística entre dois grupos de invertebrados é a técnica de SIMPER (*Similarity/distance percentages, species/variable contributions*, Primer 6). Este processo calcula a similaridade média entre os locais do mesmo grupo e a dissimilaridade média entre os grupos considerados, do que resulta uma listagem dos taxa mais característicos de cada conjunto de locais e a listagem dos taxa que mais contribuem para a diferença entre grupos. A sobreposição de Bubble plots à MDS de dados biológicos permite a determinação dos taxa que mais relevantes (como por exemplo os mais sensíveis) e a visualização das suas abundâncias relativas em todos os locais.

Os valores dos parâmetros físico-químicos são transformados de modo a poderem ser tratados estatisticamente. Regra geral, $x' = \log10(x+1)$ ou $x' = \sqrt{\sqrt{x}}$. Só os dados com distribuição não normal são transformados. Uma vez que os parâmetros ambientais diferem muito nas suas unidades são também padronizados de modo a serem colocados numa mesma escala. Isto é feito por subtracção do valor médio de cada parâmetro ao valor da amostra; o valor resultante é então dividido pelo desvio padrão do total de amostras. O resultado é o de obter valores para cada padrão com uma variação entre –2 e +2 e uma média de zero.

É produzida uma matriz de dissimilaridade (= distância) entre pares de locais, de acordo com as diferenças nos parâmetros físico-químico. Para tal é utilizada a Distância Euclidiana Normalizada. Aqui é utilizada o procedimento *SIMILARITY*. Tal como no caso da matriz de dados biológicos, os locais com um ambiente químico e físico idêntico tem uma similaridade de 100% (ou 1), o que corresponde a uma distância num espaço bidimensional de 0 (dissimilaridade = 1 – similaridade). Tal como no caso dos dados biológicos, as relações de similaridade entre locais de amostragem são sujeitas a uma análise aglomerativa, tendo por base os parâmetros ambientais.

Os valores de distância entre locais com base nos parâmetros ambientais são também expressos num diagrama bidimensional por MDS. Deste modo é possível comparar se a informação biológica e ambiental são coincidentes. Tal como no caso da MDS dos dados biológicos, a consistência dos grupos obtidos por MDS dos parâmetros ambientais pode ser medida por ANOSIM. Em alternativa também temos seguindo o método de Análise de Componentes Principais (PCA), baseado na distância Euclidiana, e que resulta graficamente na distribuição das amostras por um gráfico de dois eixos (x,y) onde se podem observar as distâncias das amostras em relação à origem e onde se podem observar os gradientes físico-químicos mais importantes que determinam a sua posição nos eixos através de sistema de setas.

O passo seguinte é perguntar de que modo a que os dados ambientais podem explicar a matriz de dados biológicos. Isto é feito por comparação da ordenação biológica com a dos dados químicos (correlação entre as duas matrizes de (dis)similaridade para o conjunto dos dados ambientais e para as combinações possíveis com 1, 2, 3 e n dados ambientais. Quais os dados ambientais que por si só ou em conjunto explicam o padrão biológico observado? Este passo é precedido de uma operação que elimina os dados ambientais autocorrelacionados. O processo é feito pelo procedimento BIOENV.

Seguidamente comparar-s de novo a matriz de similaridade de dados biológicos com versões reduzidas da tabela de taxa, de modo a saber quais são aqueles que mais contribuem para os padrões estruturais da comunidade observados. O procedimento utilizado é BVSTEP. Este processo permite determinar taxas indicadoras de condições ambientais. Outra forma de relacionar os dados biológicos com os ambientais consiste em usar novamente o procedimento *"Bubble-plots"* para a quantidade relativa dos valores dos parâmetros ambientais seleccionados mas desta vez aplicá-lo à ordenação MDS dos parâmetros biológicos.

III.3.1.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.3.1.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Dado o valor indicador dos invertebrados, a qualidade das determinações taxonómica é essencial neste tipo de trabalhos. A identificação de todos os taxa mais comuns na ribeira tem sido conferida por especialistas; alguns dos menos comuns têm sido igualmente enviados a especialista. Os grupos para os quais não há especialistas são classificados a um nível mais geral (ex. *Hidracarina, Diptera Chironomidae*).

III.3.2 – Macrófitas aquáticas

III.3.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

A metodologia utilizada no ano de 2009 foi diferente da aplicada em 2008 e anos anteriores já que se pretendeu seguir a metodologia de campo definida para o elemento macrófitas (descrita no "Protocolo de Amostragem e Análise para os Macrófitos", do manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a directiva Quadro da Água), pelo Instituto da Água (INAG I.P. 2008) no âmbito da integração da Directiva Quadro da Água em Portugal (Comissão Europeia 2000).

Apesar desta metodologia poder não ser tão eficaz na monitorização da ribeira de Oeiras, já que não foi especificamente desenvolvida para a área de estudo, a sua

implementação permitirá a comparação do estado ecológico da Ribeira de Oeiras com outros locais, a sua categorização no quadro ecológico nacional e a aplicação futura do índice ecológico que deverá brevemente ser adoptado em Portugal para a monitorização ecológica dos rios com base em macrófitas.

Seguindo este método, analisou-se a cobertura/abundância das espécies terrestres, higrófitas, hidrófitas e helófitas encontradas no canal e nas margens em 15 locais, sendo dois na ribeira de Carreiras e os restantes na ribeira de Oeiras. Foi recolhida informação de campo complementar à lista de espécies, de acordo com as regras do INAG e usando as fichas de campo do manual do INAG. Para a análise estatística consideraram-se unicamente as espécies do canal (higrófitas, hidrófitas e helófitas), já que deverão ser estas as mais afectadas pela qualidade química da água da ribeira.

Efectuaram-se inventários florísticos integrais, ou seja, a lista total de espécies encontradas na área total do rio incluindo o canal e as margens, na área designada antes por corredor fluvial. O inventário de campo é baseado na percentagem de cobertura de cada espécie no total da área amostrada. Para a atribuição da área/cobertura superficial de cada espécie no troço, em percentagem, imaginam-se as plantas de dada espécie todas empurradas para a extremidade do troço e a área que tal ocuparia. Esta percentagem é convertida numa escala semi-quantitativa:

0 = Ausente
1 = < 0,1%
2 = 0,1-1%
3 = 1-2,5%
4 = 2,5-5%
5 = 5-10%
6 = 10-25%
7 = 25-50%
8 = 50-75€
9 = >75%

A vegetação aquática foi caracterizada em 16 locais de amostragem: 2 situados na Ribeira de Carreiras – C1 (Carreiras montante) e C2 (Carreiras jusante) e 14 situados na Ribeira de Oeiras – 1C (Monte da Ossada), 2 (Monte de Bentes), 3 (Ponte da Camacha), 5 (Horta da Reveza), 6 (Ponte de Neves), 13 (antigo ponto de descarga); 14 (actual ponto de descarga), 16 (Horta do Pereiro), 18 (Malhão Largo), 19 (Monte do Pereiro), 20B (Monte da Caiada), 21 (Monte Velho), 22 (Ponte de Penilhos), 22D (Fonte Santa). No **Quadro 10** apresentam-se as coordenadas geográficas dos locais estudados.

Quadro 10: Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem de macrófitas aquáticas

Local	Ribeira	Latitude N	Longitude W	Altitude (m)
C1	Carreiras	37º37'15.8''	7º55'35.3''	251
C2	Carreiras	37º36'39.3''	7º41'01.8''	66
1C	Oeiras	37º31'00.2''	8º00'32.2''	241
2	Oeiras	37º31'39.2''	8º00'11.3''	238
3	Oeiras	37º32'31.8''	7º59'36.7''	220
5	Oeiras	37º33'32.7''	7º59'31.6''	220-217
6	Oeiras	37º33'56.8''	7º58'41.7''	217
14	Oeiras	37º34'17.1''	7º57'38.1''	206
16	Oeiras	37º34'32.7''	7º57'18.4''	205
18	Oeiras	37º34'12.2''	7º57'09.1''	202
19	Oeiras	37º34'41.4''	7º56'36.9''	200
20B	Oeiras	37º35'07.6''	7º54'10.9''	175
21	Oeiras	37º36'16.5''	7º51'34.0''	151
22	Oeiras	37º37'30,0''	7º48'35.4''	123
22D	Oeiras	37º38'28.1''	7º44'48.2''	91

III.3.2.2 –Métodos e equipamento de recolha de dados

Seguindo a metodologia adoptada, o comprimento de troço a amostrar foi de cerca de 100 metros, que deve ser suficiente para reflectir a diversidade das espécies existentes. O inventário inicia-se com a localização do início de cada troço de amostragem. A ficha de campo (Anexo I do protocolo do INAG) foi preenchida em cada local tendo as informações dela constantes sido gravadas em ficheiros de som. Esta ficha inclui 8 secções: (A) identificação do local de amostragem, (B) caracterização do troço de amostragem, (C) características do canal, (D) características das margens, (E) características da vegetação, (F) fotografias e observações gerais, (G) inventário

florístico (lista de espécies e grau de cobertura de cada espécie no troço) e (H) esboço esquemático do troço de amostragem (que não foi efectuado).

O inventário florístico baseia-se na percentagem de cobertura de cada espécie na área do troço de amostragem. Todas as espécies que ocorrem no canal e nas margens foram inventariadas, até à linha que corresponde à extrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias anuais, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Em sítios de pouca profundidade, o inventário é feito em ziguezague através do canal, de jusante para montante, de forma a não perturbar os habitats já inventariados. Quando não é possível percorrer a pé o troço ou partes dele, o inventário foi feito da margem. Todas as espécies desconhecidas ou de duvidosa identificação no campo foram trazidas para laboratório ou fotografadas. Foram tiradas fotografias do troço, da vegetação no seu todo e de espécies que se destacam pela importância ou outras razões.

III.3.2.3 –Métodos de tratamento de dados

O tratamento de dados é o aplicado aos invertebrados. Os dados de abundância foram colocados numa matriz de locais *vs.* taxa. As relações de similaridade entre locais de amostragem foram quantificadas por aplicação do Índice de Bray-Curtis. A matriz simétrica de similaridade resultante foi sujeita a uma análise aglomerativa (método de associação média) pelo procedimento CLUSTER. Seguidamente é aplicada uma análise multidimensional (MDS) para a ordenação dos dados num espaço bidimensional e identificar grupos de locais em termos de significância estatística (ANOSIM).

Na análise da qualidade química da água foi aplicada a Distância Euclidiana Normalizada e posteriormente realizada uma Principal Components Analysis (PCA) para aqueles locais onde a série de dados era mais alargada.

Todas as análises descritas utilizaram o programa PRIMER versão 6 para *Windows*.

III.3.2.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.3.2.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Comparação entre locais a montante (sem descarga do efluente) e a jusante da descarga do efluente e locais de referência sempre que possível na mesma bacia hidrográfica do Guadiana.

III.3.3 – Hidromorfologia

III.3.3.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

A Directiva Quadro da Água exige, para além da monitorização das comunidades, que seja feita a avaliação dos elementos hidromorfológicos de suporte das mesmas (Directiva 2000/60/EC, 2000). O estudo hidromorfológico dos rios consiste na análise de diversas características morfológicas do canal e margens bem como da hidrologia dos locais (segundo protocolos específicos). A análise destas características é importante na medida em que as comunidades aquáticas, tanto invertebrados como peixes, algas ou plantas estão adaptadas ao ambiente que as rodeia e quaisquer alterações, dependendo da intensidade e frequência, levam também a alterações da composição taxonómica e/ou abundâncias das comunidades. Para além disso a modificação das características hidromorfológicas de um rio têm necessariamente consequências ao nível paisagístico que podem ser avaliadas também pelo *River Habitat*

Survey. O carácter detalhado desta análise pode assim ser útil na análise de medidas de mitigação dos impactes ecológicos e na recuperação paisagística dos sistemas estudados. Os locais de amostragem são os mesmo que os indicados para os macroinvertebrados.

III.3.3.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados

O método seleccionado para a caracterização hidromorfológica da ribeira de Oeiras é uma adaptação do *River Habitat Survey*, desenvolvido na Grã-Bretanha pela *Environment Agency*. Este método foca-se em aspectos como a ocupação do solo nas margens e taludes dos rios, a existência de bancos de areia no canal, a cobertura por macrófitas ou algas, o tipo de substrato, a complexidade da vegetação ripícola, o tipo corrente existente e alterações morfológicas. A partir dos elementos registados nas fichas podem-se calcular diversos índices de qualidade tal como: o índice global *Habitat Quality Assessment* (HQA) que quantifica o grau de alteração do meio fluvial e ribeirinho; o índice de modificação do habitat (*Habitat Modification Index*), que reflecte a avaliação do grau de artificialização do canal em termos de impacto de estruturas ou intervenções transversais e longitudinais; e ainda diversos índices focados em características mais específicos como o substrato ou a vegetação.

A metodologia aqui aplicada é a adoptada pelo INAG na implementação da Directiva Quadro da Água. Em cada local foram seleccionados troços de 500 m nos locais de amostragem. Nestes foram analisados detalhadamente 10 transeptos, a cada 50 m e registadas diversas características, constantes da ficha de campo (a fornecer, se necessário), tais como, a ocupação do solo nas margens e taludes, a existência de bancos de areia no canal, a cobertura por macrófitas ou algas, o tipo de substrato, o tipo de corrente. Para além disto foi feita uma análise global dos 500 m (*sweep-up*) com o registo da vegetação das margens, formas do canal, alterações morfológicas, largura do rio, entre outras. O protocolo seguido foi o *"River habitat survey in Britain and Ireland - Field Survey Guidance Manual: 2003 version E.A. 2003"*.

III.3.3.3 – Métodos de tratamento de dados

Com dados recolhidos são calculados os índices: HQA (*Habitat Quality Assessment*), HMI (*Habitat Modification Index*), HQA flow type (tipo de corrente), HQA *channel substrate* (substrato do canal), HQA *channel features* (características do canal), HQA *bank features* (características dos taludes), HQA *bank vegetation structure* (estrutura da vegetação dos taludes), HQA *channel vegetation* (vegetação do canal), HQA *land use* (uso do solo) e HQA *trees* (árvores, corredor ripícola). Exceptuando o HMI e o HQA os restantes índices são apresentados sob a forma de pontuações (*scores*) e podem servir para comparar locais relativamente aos vários aspectos. O HMI (*Habitat Modification Index*) permite também uma avaliação do grau de artificialização do canal em termos de impacto de estruturas ou intervenções transversais e longitudinais (como barragens, açudes, reforços das margens, reseccionamento do canal) que podem afectar os habitats fluviais (alternância de pools e riffles, disposição de pedras, existência de macrófitas, raízes submersas, entre outros) e consequentemente a sua disponibilidade para as comunidades biológicas. Em condições de referência varia entre 0 e 2.

O HQA (*Habitat Quality Assessment*) pretende quantificar o grau de alteração do meio fluvial e ribeirinho. É apresentado sob a forma de uma pontuação (*score*), correspondendo uma pontuação mais alta a um melhor estado ecológico.

De modo a analisar estatisticamente os resultados e determinar semelhanças entre os locais no que respeita a alterações hidromorfológicas, procedeu-se à análise estatística multivariada dos resultados dos índices calculados. Para esta análise foram seleccionados só os índices específicos (e.g., HQA *trees*, HQA *channel substrate*) já que o HQA já é uma medida sintética dos vários índices e o HMI usa classes. Aplicou-se em primeiro lugar a distância Euclidiana para a obtenção da matriz de similaridade e de seguida procedeu-se à ordenação dos locais por *Multidimensional Scaling* (MDS; Primer 6). Realizou-se ainda uma classificação através do processo da análise de *Cluster* (UPGMA, *group average linkage*; Primer 6).

III.3.3.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.3.3.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Comparação entre locais a montante (sem descarga do efluente) e a jusante da descarga do efluente e locais de referência sempre que possível na mesma bacia hidrográfica do Guadiana.

III.4 – ECOLOGIA[6]

III.4.1 – Peixes

III.4.1.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

São medidas: espécies presentes, densidades, proporções de espécies e indivíduos exóticos e tamanhos dos exemplares. Foram seleccionados quatro pontos de amostragem na Ribeira de Oeiras: Horta da Reveza (P1), situado a montante da mina, Ponte de Penilhos (P2), Água Santa da Morena (P3) e Monte Velho (P4), situados a jusante.

Os pontos foram seleccionados devido à existência de "pegos" com água suficiente já que não existia caudal no período de realização do trabalho de campo.

[6] Conforme página 17 da DIA.

III.4.1.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados

Em cada um dos pontos definidos, a técnica de amostragem utilizada foi a pesca eléctrica, recorrendo-se para o efeito a um aparelho portátil Hans Grassl ELT60 HIII 300/500V.

O protocolo de amostragem utilizado foi o desenvolvido pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água (INAG, 2008a). Segundo este documento, o comprimento do troço de amostragem deve ser 20 vezes a largura média da ribeira, nunca devendo ser inferior a 100 m.

Todos os indivíduos capturados são mantidos em tinas apropriadas para posterior identificação, medição (precisão de 1 mm), pesagem (precisão de 0,01 g) e contagem. Os animais são devolvidos ao seu habitat natural, excepto aqueles cuja identificação é duvidosa, exigindo confirmação em laboratório. Estes indivíduos são conservados em álcool a 96º. As espécies exóticas capturadas não são devolvidas ao meio aquático.

Posteriormente à amostragem, procede-se à caracterização biofísica de cada troço.

III.4.1.3 – Métodos de tratamento de dados

A abundância das várias espécies capturadas em cada ponto de amostragem e para cada classe dimensional é obtida através do cálculo do valor de CPUE (captura por unidade de esforço expressa em número de indivíduos capturados/minuto). Os indivíduos capturados foram, após medição, distribuídos por classes de comprimento cujo intervalo varia consoante a espécie em questão. Os exemplares da espécie *G. holbrooki*, que apresentam uma dimensão mais reduzida, foram distribuídos por classes dimensionais com intervalos de 2 mm. Por outro lado, as espécies *L. microcephalus* e *L. comizo* que podem apresentar maiores dimensões e consequentemente uma maior amplitude de comprimento entre os indivíduos de maiores e menores dimensões, foram distribuídas

por classes dimensionais com intervalos de 10 mm. As restantes espécies capturadas foram distribuídas por classes dimensionais com intervalos de 5 mm.

Na bacia hidrográfica do Guadiana, caracterizada por um elevado número de endemismos, o género *Luciobarbus spp.* encontra-se representado por quatro espécies distintas, designadamente, *L. microcephalus, L. comizo, Luciobarbus steindachneri* Almaça, 1967 e *Luciobarbus sclateri Gunther*, 1868 (Rogado et al., 2005). Apesar das suas semelhanças em termos físicos, a sua identificação é relativamente fácil quando adultos, o mesmo não sucedendo quando se está na presença de exemplares mais jovens e de menor dimensão onde as características especificas discriminantes são pouco nítidas. Desta forma, e uma vez que para confirmar a sua taxonomia em laboratório seria necessário sacrificar todos os animais, optou-se por classificar os barbos capturados cujo comprimento total era inferior a 120 mm (comprimento total geralmente associado à primeira idade de maturação segundo Lobón-Cerviá & Fernández-Delgado, 1984) em *Luciobarbus spp.* distribuindo-os em classes dimensionais com intervalos de 5 mm e analisando a sua estrutura dimensional de forma separada dos adultos.

Para avaliar a diversidade e o número de taxa das comunidades piscícolas dos pontos amostrados, a nível taxonómico, utilizaram-se os seguintes parâmetros ecológicos: (i) Riqueza (S), correspondente ao número de taxa presentes (foi também analisada de forma separada a riqueza de espécies nativas e exóticas). (ii) Diversidade (H), correspondente ao índice de Shannon-Wienner, calculado através da equação $H = -\sum pi \ln (pi)$, em que pi é a frequência relativa de cada uma dos taxa i.

Foi calculada também a proporção de indivíduos pertencentes a espécies piscícolas exóticas presentes em cada local, dividindo o número de indivíduos exóticos pelo número total de indivíduos capturados. Da mesma forma foi também determinada a proporção de indivíduos que apresentavam parasitas e/ou malformação e tumores em cada local amostrado.

Para a avaliação do estado ecológico das linhas de água amostradas com base na sua comunidade íctica foram utilizados e comparados dois índices: o IIB – Índice de Integridade Biótica (IIB), desenvolvido por Karr (1981) e adaptado para a bacia do Guadiana por Ferreira et al. (1995), e o IPP – Índice Piscícola Português, desenvolvido pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água em Portugal (INAG, 2007). A aplicação do IIB consistiu no cálculo de sete métricas, nomeadamente:

(i) Número de espécies endémicas da Península Ibérica.
(ii) Número de espécies nativas.
(iii) Número de espécies exóticas.
(iv) Número de espécies intolerantes à degradação ambiental.
(v) Percentagem do número total de peixes representada por espécies tolerantes à degradação ambiental.
(vi) Percentagem do número total de peixes representada por espécies endémicas invertívoras
(vii) Percentagem de espécies nativas litófilas.

Estes parâmetros são posteriormente separados por classes e o índice é calculado como a soma das pontuações atribuídas a cada classe, variando entre 0 e 100. Para aplicação do IPP, foi necessário conhecer a tipologia abiótica em que os pontos de amostragem se encontravam inseridos, neste caso S1 > 100 km2 (INAG, 2008b), de modo a seleccionar as métricas a aplicar. O valor calculado para cada métrica é então padronizado entre 0 (mau estado ecológico) e 10 (elevado estado ecológico), mediante o estabelecimento de limites e atribuição de scores contínuos por interpolação. Os limites vão depender da relação entre as métricas e a degradação (INAG, 2007).

Para as métricas que diminuem com a degradação a sua padronização é efectuada através da seguinte fórmula:

$$\frac{Xi - 5\%não referência}{50\%referência - 5\%não referência} * 10$$

As métricas que aumentam com a degradação também são padronizadas seguindo um método semelhante:

$$10 - \frac{Xi - 50\%referência}{95\%nãoreferência - 50\%referência} * 10$$

O Índice Piscícola Português varia entre 0 (mau estado ecológico) e 100 (elevado estado ecológico), sendo calculado através da seguinte expressão:

$$\frac{\sum Msi * 10}{N}$$

onde Ms é o *score* de cada métrica e N o número total de métricas por tipo de rio.

Após a aplicação desta expressão, o valor obtido é normalizado em EQRs, através da sua divisão pela mediana do grupo de referência do respectivo tipo de rio. O valor obtido é então integrado numa das cinco classes de qualidade cujas fronteiras variam consoante a tipologia da linha de água.

Para os dois índices aplicados, a designação referente à avaliação qualitativa da integridade biológica foi adaptada de modo a corresponder à nomenclatura utilizada no âmbito da Directiva Quadro da Água, nomeadamente "Mau", "Pobre", "Moderado", "Bom" e "Excelente".

III.4.1.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.4.1.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Comparação entre locais a montante (sem descarga do efluente) e a jusante da descarga do efluente e locais de referência sempre que possível na mesma bacia hidrográfica do Guadiana.

III.4.2 – Bivalves

III.4.2.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

Foi feita uma inspecção ao longo da Ribeira de Oeiras e em 2 locais da Ribeira de Carreiras. Foram inspeccionados todos os habitats, mas dando particular atenção aos locais de deposição sedimentos. As únicas populações com exemplares suficientes para serem amostrados intensivamente foram encontradas em Fonte Santa, Ponte de Penilhos e Carreira (C2). Alguns exemplares foram observados na Caiada e algumas conchas de Unionidae foram também observadas abaixo da Horta da Reveza, mas não foi possível recolher exemplares.

Após as medições (parâmetros de tamanho: comprimento, altura e largura) ou experiências, os exemplares foram congelados e transportados para o laboratório. As medições permitiram comparar as duas populações de *Corbicula fluminea* (R. Carreiras e R. Oeiras, Fonte Santa) em termos de abundância de classes de tamanho).

III.4.2.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados

A metodologia preliminar incluía amostragens diferenciadas em todos os macro-habitats em termos de corrente, profundidade tipo de substrato e presença de vegetação, com prospecções aleatórias em 20 quadrantes aleatórios de 1 x 1 m. No entanto, os locais têm sido cuidadosamente escrutinados à procura de exemplares e só duas espécies merecem o nosso reparo: *Corbicula fluminea* e *Unionidae* (ainda não identificado). A

primeira é abundante nos substratos arenosos – cascalho. A segunda em substratos arenosos, mas a maiores profundidades.

III.4.2.3 – Métodos de tratamento de dados

Com as medições nas 3 dimensões, poder-se-á fazer um histograma com classes de tamanho e comparar populações em termos de densidades (capturas por unidade de esforço) e tamanho (x2).

III.4.2.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.4.2.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Comparação entre locais a montante (sem descarga do efluente) e a jusante da descarga do efluente e locais de referência sempre que possível na mesma bacia hidrográfica do Guadiana.

III.4.3 – Bioacumulação de metais pesados em peixes, aves e bivalves

III.4.3.1 – Parâmetros a medir ou registar. Locais de amostragem, medição ou registo

São medidos teores de 4 metais pesados em peixes, bivalves e aves: Hg, As, Cu e Zn.

Os peixes e bivalves são capturados nos locais já indicados enquanto as aves serão capturadas a montante e jusante da mina. Os resultados são expressos em termos de conteúdos em metais por peso fresco. As espécies seleccionadas foram o barbo (*Barbus microcephalus*), uma das espécies de peixes mais comuns de acordo com amostragens prévias, a galinha de água (*Gallinula chloropus*; penas e sangue) e o bivalve *Corbicula fluminea*.

III.4.3.2 – Métodos e equipamento de recolha de dados

Depois de capturados os exemplares de peixes são conservados em gelo seco e enviados para Coimbra. Porções de tecidos de aproximadamente 0,5 g (peso húmido) de músculo e fígado são retiradas (podendo também serem retiradas amostras de pele). Os tecidos são macerados em ácido em microondas. As leituras do As e Hg são obtidas através de geração de hidretos acoplado à espectrofotometria de absorção atómica. As leituras de Zn e Cu são quantificados por espectofotometria de absorção atómica com câmara de grafite (*SOLAAR M series with GF95, Thermo Unicam Corporation, USA*). Os valores são padronizados com o material biológico de referência: DOLT-3 - *Dogfish Liver Certified Reference Material for Trace Metals do "National Water Research Institute"*.

As aves seleccionadas são residentes da ribeira de Oeiras para avaliar potenciais acumulações de metais pesados. Assim, a espécie alvo prioritária é a galinha-d'água (*Gallinula chloropus*), por ser a espécie aquática potencialmente mais abundante na ribeira. As capturas foram planeadas para a época de reprodução (Março de 2009), quando as galinhas de água são estritamente residentes e para facilitar a comparação entre a área a jusante a montante. Como tecido utilizaremos sangue de adultos (sensível a alimentos que foram ingeridos recentemente) e/ou penas de crias. Foram retiradas ainda penas do peito dos adultos para comparação com os níveis de metais presentes no sangue. A muda das penas do peito ocorre ao longo do ano, mas concentra-se sobretudo na época pós-reprodutora. Assim, embora as penas devam fornecer uma visão mais alargada poderão igualmente expressar outro tipo de impactes. Como método de captura

serão utilizadas armadilhas de arame previamente iscadas. Em cada uma das áreas da ribeira foram capturadas um mínimo de 5 indivíduos adultos.

Durante a captura de galinhas-d'água foram colocadas redes verticais para tentar capturar guarda-rios (*Alcedo atthis*) e Borrelho-pequeno-de-coleira (*Charadrius dubius*) dado que estas espécies estão também fortemente associadas à ribeira.

Relativamente aos bivalves, os exemplares são congelados logo que recolhidos e sujeitos aos mesmos tratamentos que os peixes.

III.4.3.3 – Métodos de tratamento de dados

Para cada amostra biológica (aves, peixes e bivalves) e para cada metal, os locais e tecidos são comparados simultaneamente por uma análise de variância de duas vias (*Two-way-ANOVA*), com os dados logaritmizados de forma a cumprir os pressupostos de normalização e igualdade de variância.

III.4.3.4 – Relação dos dados com características do Projecto ou do ambiente exógeno ao projecto

A descarga do efluente da mina após tratamento é efectuada na ribeira de Oeiras, a linha de água mais próxima do Complexo Mineiro, que desagua no rio Guadiana. Na envolvente do Aterro de Rejeitados, onde se faz a deposição de resíduos perigosos, existe outra linha de água, o barranco das Lajes, que é afluente da ribeira de Oeiras.

Neste sentido, são monitorizadas estas linhas de água, em vários pontos, para avaliação de eventuais impactes.

III.4.3.5 – Critérios de Avaliação dos dados

Comparação entre locais a montante (sem descarga do efluente) e a jusante da descarga do efluente e locais de referência sempre que possível na mesma bacia hidrográfica do Guadiana.

III.5 – QUALIDADE DO AR[7]

Não foi efectuado monitorização em 2009 por ainda não se ter concluído o projecto de ampliação da lavaria do zinco.

III.6 – RUÍDO[8]

Não foi efectuado monitorização em 2009 por ainda não se ter concluído o projecto de ampliação da lavaria do zinco.

[7] Conforme páginas 17 e 18 da DIA.
[8] Conforme páginas 18 e 19 da DIA.

IV - Resultados dos programas de monitorização

IV.1 – RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

IV.1.1 – Resultados obtidos

Tal como estipulado na DIA, foram enviados dois relatórios semestrais, com os resultados das águas subterrâneas referentes aos Piezómetros de Cerro do Lobo (PCL) e Infiltrações do Aterro de Rejeitados (IBR). Estes relatórios são apresentados no **Anexo 4**. Nestes relatórios apresenta-se igualmente os valores legalmente estabelecidos nos Anexos I e XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, para os vários parâmetros e a indicação das não conformidades sendo que laranja indica não cumprimento de um deles e vermelho indica o não cumprimento de ambos.

Salienta-se que a monitorização é efectuada a um total de 37 piezómetros, localizados a jusante e a montante do Aterro de Rejeitados:

- A montante localizam-se 3 piezómetros (PCL 41, 42 e 43);
- A jusante encontram-se os resntantes piezómetros (14 pares junto às infra-estruturas construídas e mais 3 pares mais afastados):
    - 12 piezómetros no Corpo Principal (PCL 1 a 12);
    - 8 piezómetros na Portela ME1 (PCL 13 a 20);
    - 8 piezómetros na Portela ME2 (PCL 22 a 28);
    - 6 piezómetros entre a infra-estrutura e a Ribeira de Oeiras (PCL 31 a 36).

O PCL 36 (em Monte Trigo) ao contrário de 2008 já foi monitorizado em 2009. O PCL 34 apresentou-se seco durante todos os períodos de amostragem em 2009, pelo que não apresenta resultados para o ano de 2009.

No **Quadro 11** apresenta-se a média e o máximo dos parâmetros com frequência trimestral.

Quadro 11: Resultados da água subterrânea do Aterro de Cerro do Lobo em 2008 e 2009 para os parâmetros com frequência de análise trimestral

Parâmetros	Resultados 2008		Resultados 2009		VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)
	Média	Máximo	Média	Máximo		
pH (Escala de Sorensen)	8,2	10,0	7,5	11,0	5,5-9,0	4,5-9,0
Condutividade (µS/cm a 20ºC)	4.550	5.100	3.136	8.000	1.000	-
Cloretos (mg/l Cl)	378	470	458	1.720	200	70
Cálcio (mg/l Ca)	811	900	232	540	-	-
Nitratos (mg/l NO_3)	3	6	11	40	50	50
Cobre (mg/l Cu)	0,05	0,48	0,03	0,21	1,0	5,0
Sulfatos (mg/l SO_4)	2.224	2.480	913	1.950	250	575
Arsénio (mg/l As)	0,092	0,150	0,004	0,068	0,10	10

Relativamente aos parâmetros com frequência de monitorização trimestral (**Quadro 10**) verificou-se que houve sistematicamente não-conformidades nos seguintes parâmetros:

- Sulfatos;
- Cloretos; e
- Condutividade, como resultante dos dois primeiros.

Houve ainda pontualmente não conformidades nos valores de pH nos piezómetros localizados a montante (PCL 41 e 43).

Para os parâmetros Condutividade, Cloretos e Sulfatos fez-se comparação entre os valores máximos registados nos vários locais. Esta comparação é apresentada nas **Figuras 1**, **2 e 3**.

Da análise destas figuras pode-se constatar que:

- Todos os piezómetros apresentam valores de condutividade acima do VMR do Anexo I do DL 236/98, à excepção do PCL 22. Os valores mais elevados registam-se na Portela ME1 e no corpo principal

- Os piezómetros da Portela ME1 apresentam teores em cloretos elevados, sempre superiores ao VMA/VMR máximo dos dois anexos analisados (Anexo I e Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto);

- Relativamente aos sulfatos apenas alguns piezómetros a jusante e a montante da barragem de rejeitados estão abaixo dos valores limite, e a maioria dos piezómetros das portelas e do corpo principal apresentam valores superiores ao máximo VMA/VMR legislado noa anexos I e XVI do DL 236/98.

Relativamente aos parâmetros com frequência de monitorização anual (**Quadro 12**) verificou-se que houve pontualmente não-conformidades nos seguintes parâmetros:

- Manganês total;
- Sólidos Suspensos Totais;
- Ferro.

Quadro 12: Resultados da água subterrânea do Aterro de Cerro do Lobo em 2008 e 2009 para os parâmetros com frequência de análise anual

Parâmetros	Resultados 2009		VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)
	Média	Máximo		
Oxigénio dissolvido (% de saturação de O_2)	51,7	88	30	-
Sódio (mg/l Na)	246	520	-	-
Potássio (mg/l K)	6	71	-	-
Dureza Total (mg/l $CaCO_3$)	1.258,6	2400	-	-
Nitritos (mg/l NO_2)	0,02	0,02	-	-
Azoto amoniacal (mg/l NH_4)	0,283	1	4,0	-
Sólidos Suspensos Totais(mg/l)	37	210	25	-
Zinco (mg/l Zn)	0,016	0,06	5,0	10,0
Ferro (mg/l Fe)	1,5	11	1,0	5,0
Manganês total (mg/l Mn)	0,322	2,2	1,0	10,0
Mercúrio (mg/l Hg)	0,0007	0,0007	0,001	-
Chumbo (mg/l Pb)	0,05	0,05	0,05	20,0
Estanho(µg/l Sn)	8	20	-	200
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (µg/l Sn)	0,005	0,005	-	-

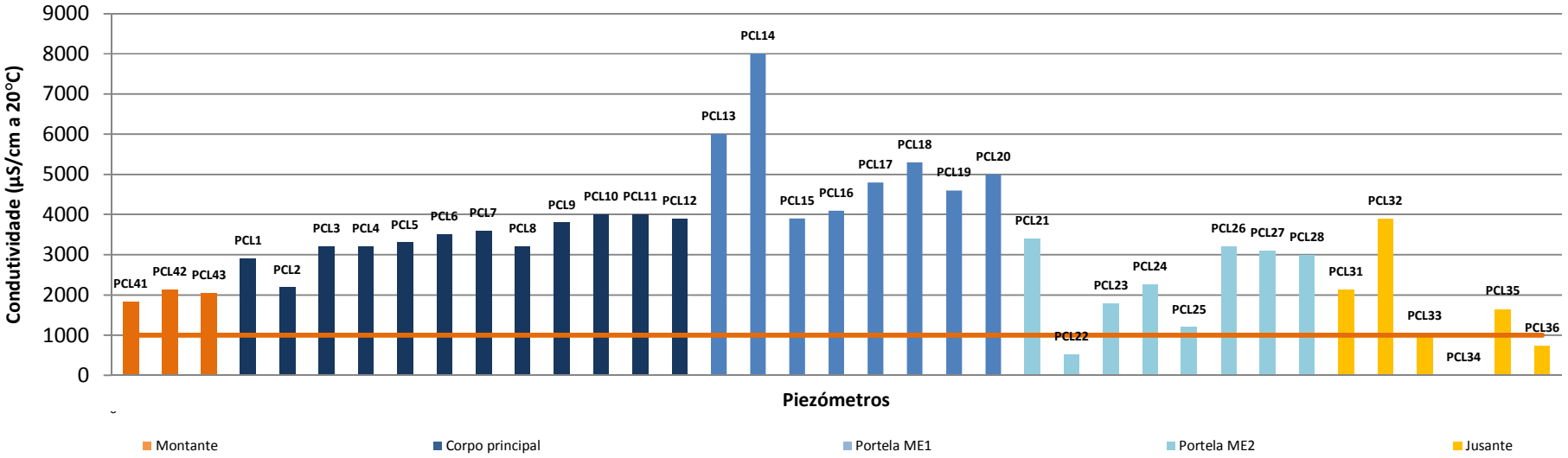


Figura 1 – Resultados máximos do parâmetro condutividade nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL)

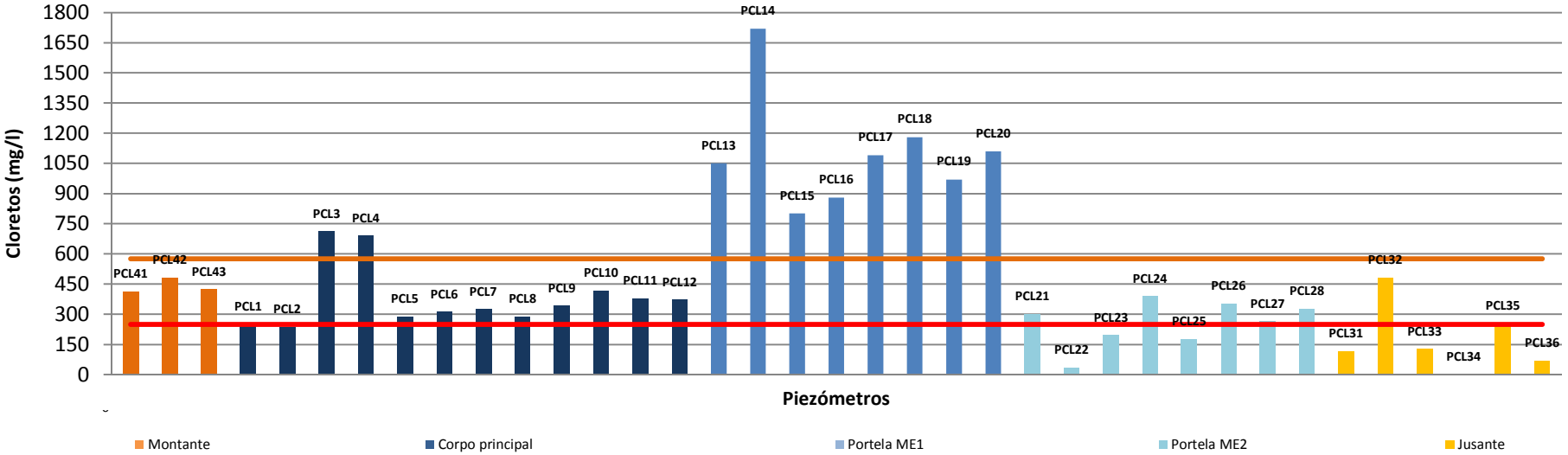


Figura 2 – Resultados máximos do parâmetro cloretos nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL)

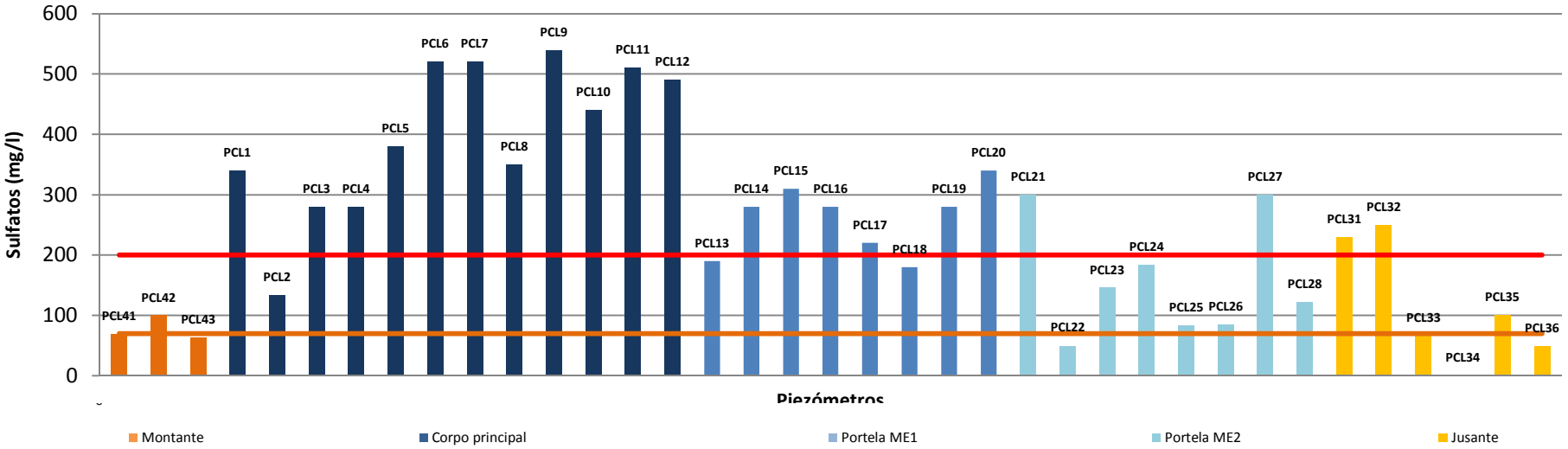


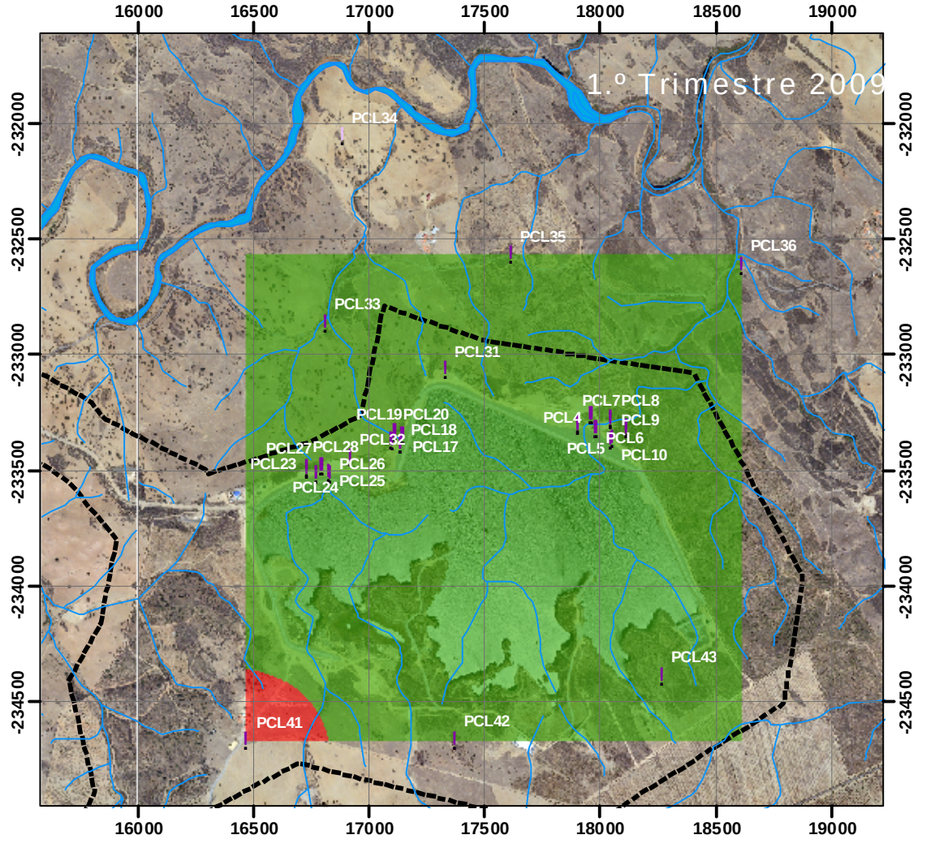
Figura 3 – Resultados máximos do parâmetro sulfatos nos vários Piezómetros do Cerro do Lobo (PCL)

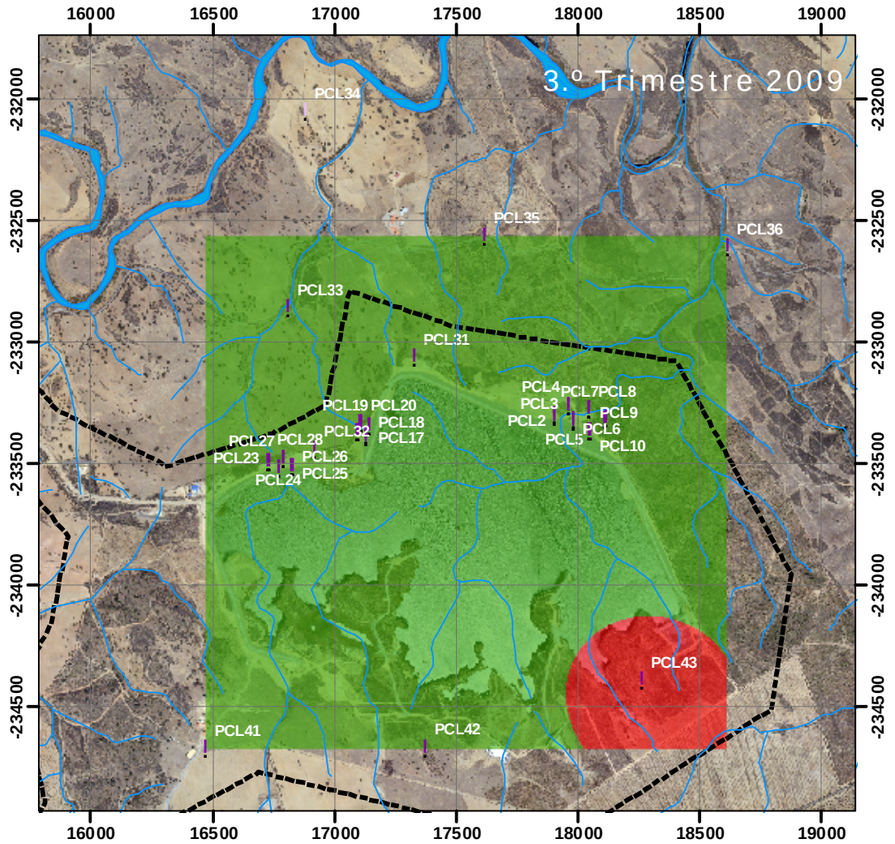
Para a modelação da evolução do plano de contaminação das águas subterrâneas foram escolhidos três dos parâmetros analisados (**Quadro 11**) considerando estes como os indicadores primários:

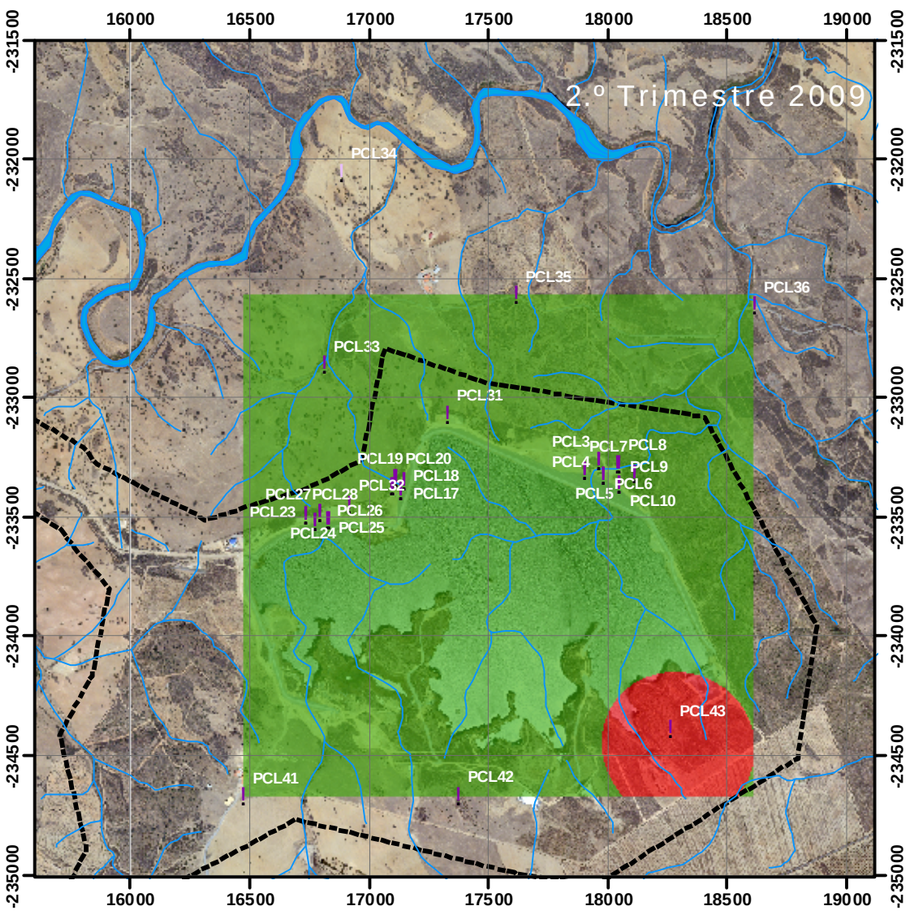
- O pH, devido aos elevados valores que se registam na água sobredrenante do aterro de rejeitados;
- Os sulfatos também pela sua elevada concentração > 2 g/l na água subterrânea:
- Arsénio como indicador de metais perigosos;
- Não foi seleccionado mais nenhum dos metais porque os mesmos registaram valores relativamente baixos nos piezómetros, substancialmente inferiores aos limites legislados.

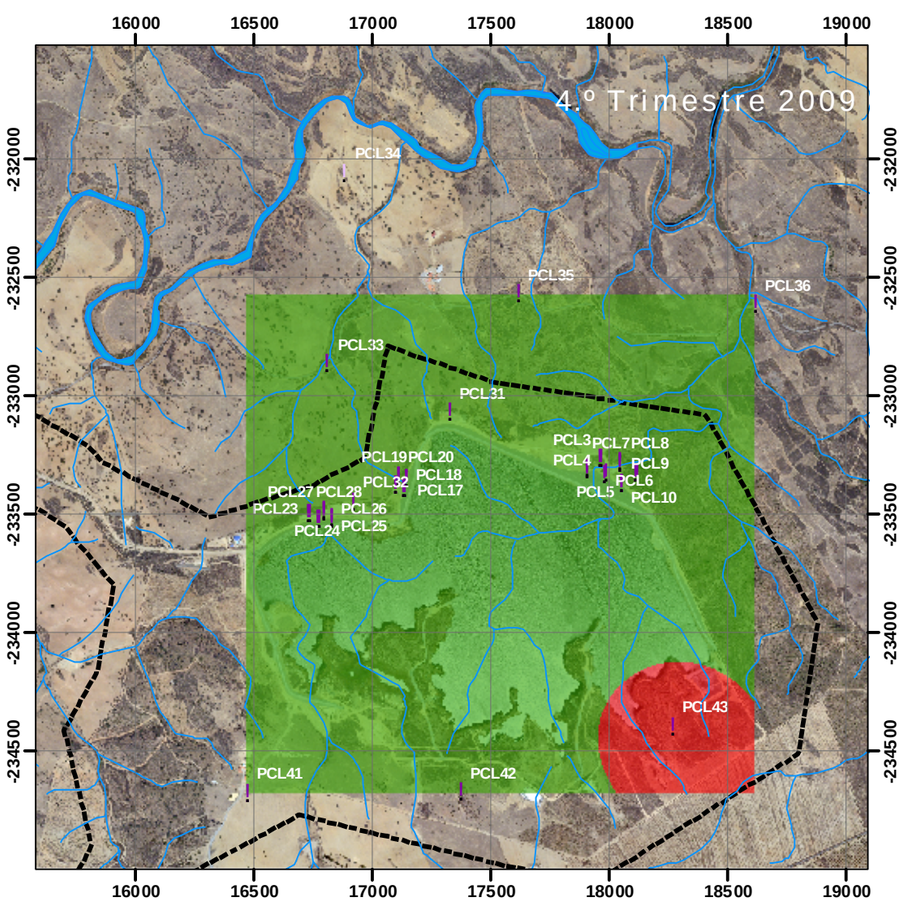
A modelação dos resultados obtidos nos piezómetros é apresentada nas Figuras seguintes (**Figuras 4** a **6**).

Figura 4 – Interpolação dos valores de pH para os 4 trimestres de 2009









Interpolação dos valores de pH 2009 (IDW - Inverse Distance Weighted)

Legenda

- Piezómetros
- Piezómetro sem dados (Seco)

pH

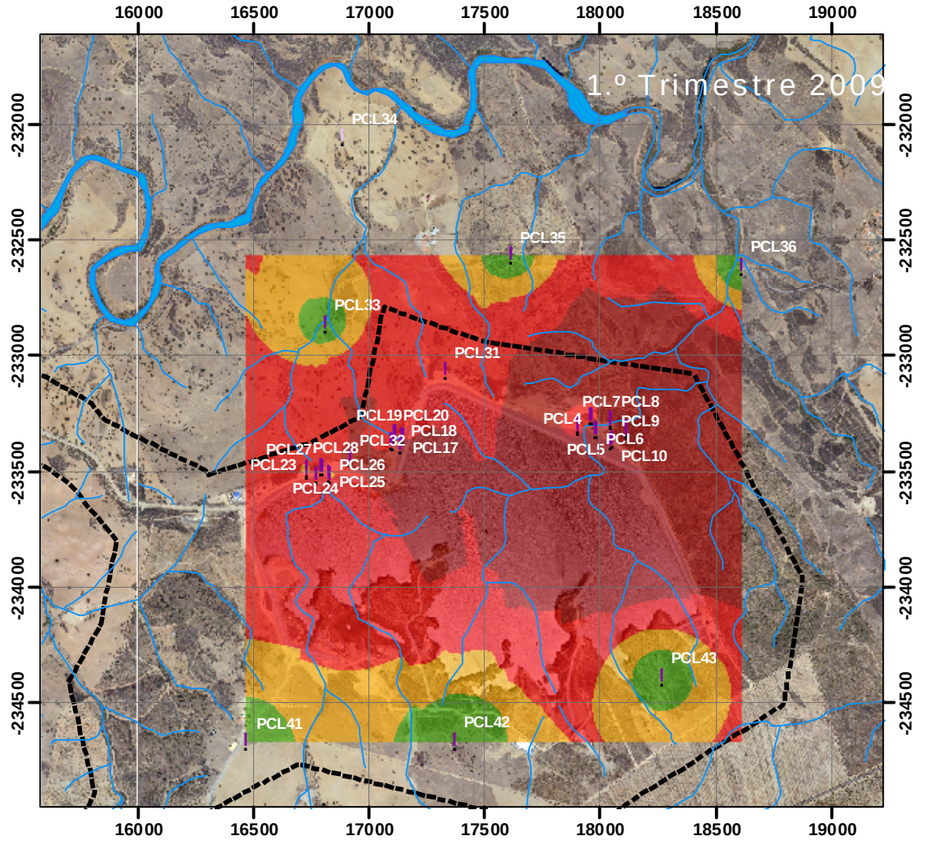
- 0 - 5,5
- 5,5 -9
- 9 -14
- Hidrografia
- Ribeira de Oeiras
- Limite terrenos SOMINCOR

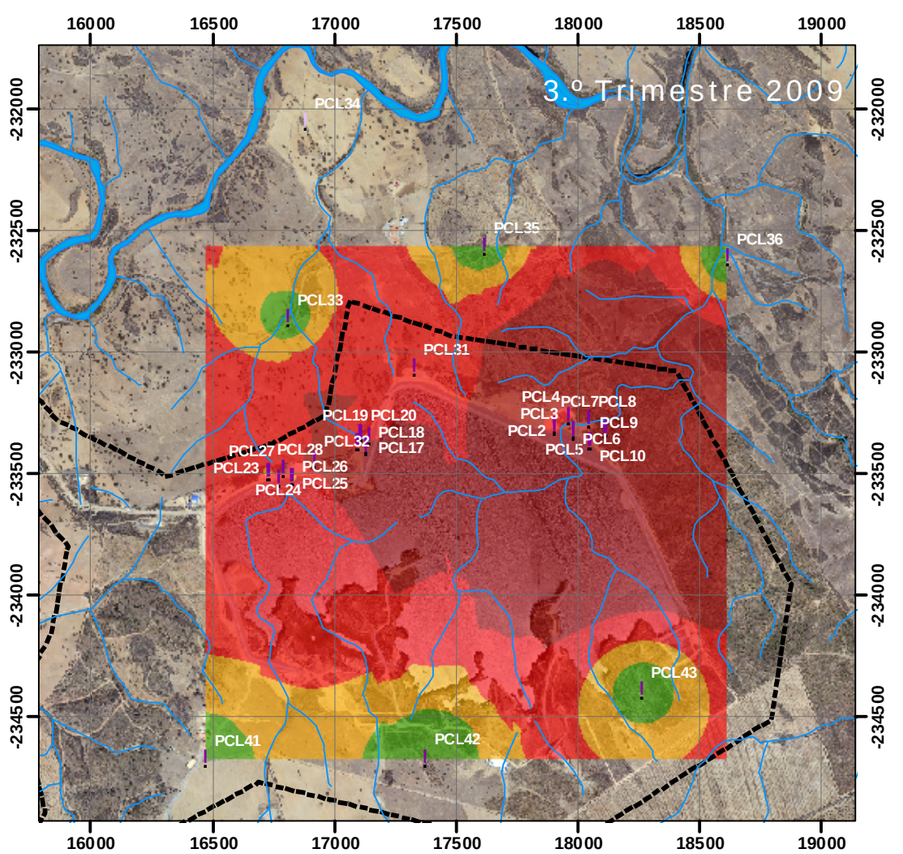
Sistema de Coordendas Hayford Gauss - Datum 73

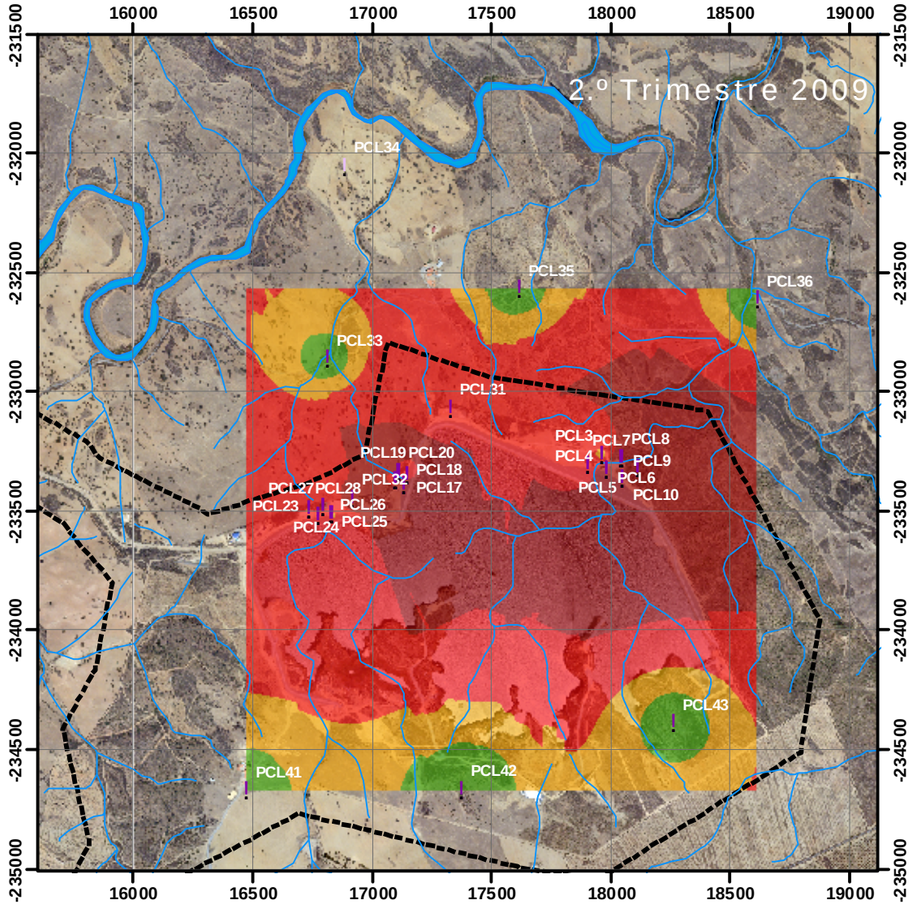
0 125 250 500 750 1.000 Metros

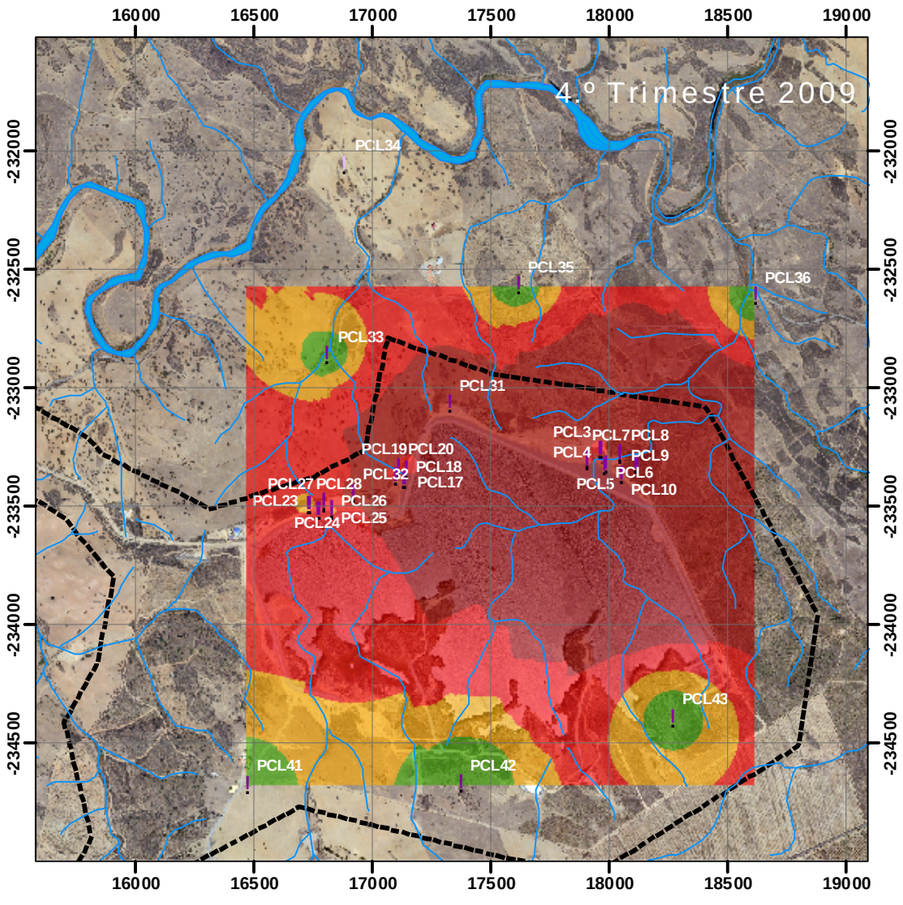
1:25.000

Figura 5 – Interpolação dos valores de sulfatos para os 4 trimestres de 2009









Interpolação dos valores de sulfatos 2009 (IDW - Inverse Distance Weighted)

Legenda

Piezómetros

Piezómetro sem dados (Seco)

Sulfatos

- 0 - 250
- 250 - 575
- 575 - 1.000
- 1.000 - 2.000

Hidrografia

Ribeira de Oeiras

Limite terrenos SOMINCOR

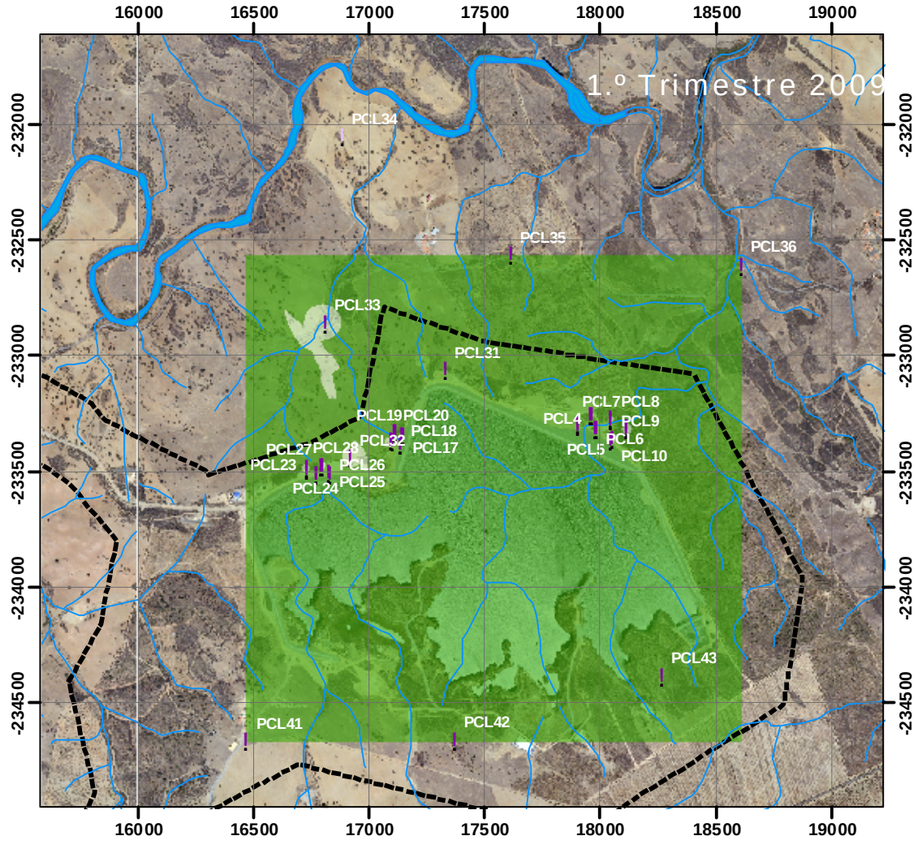
Sistema de Coordendas Hayford Gauss - Datum 73

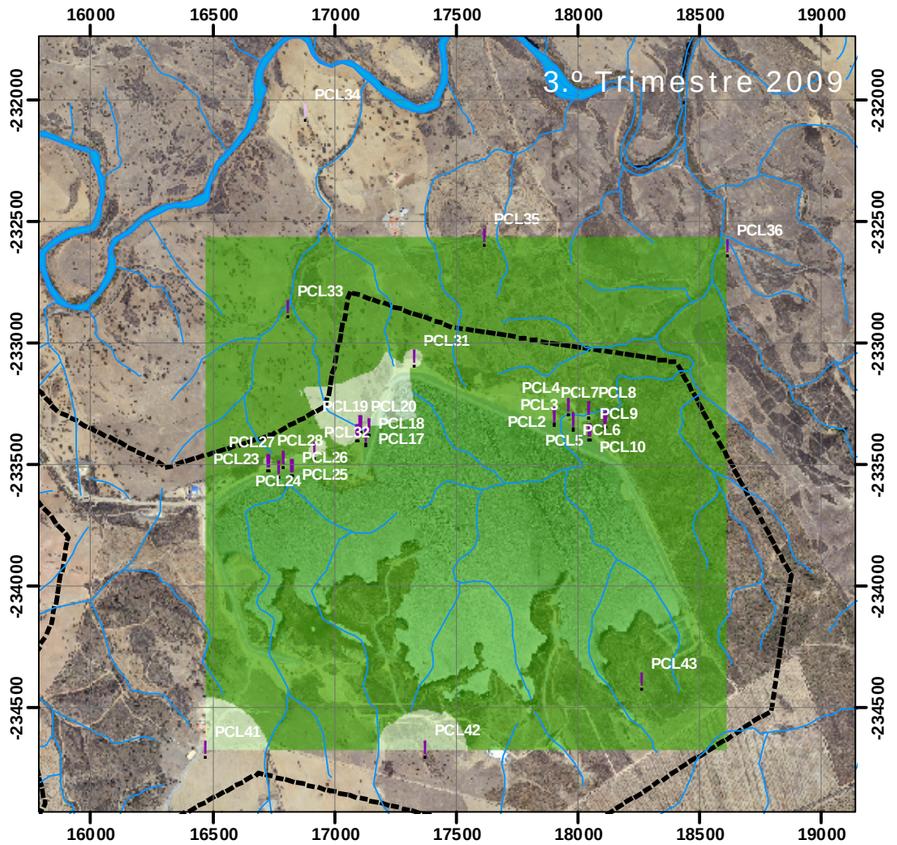
0 125 250 500 750 1.000

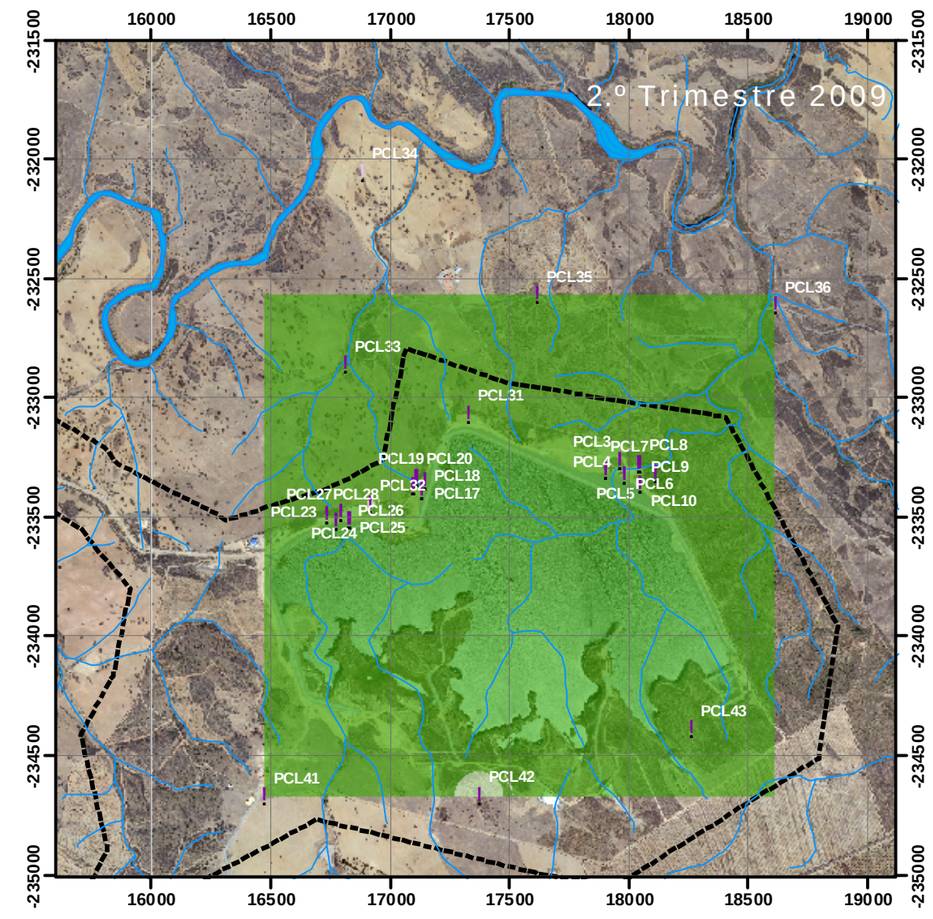
Metros

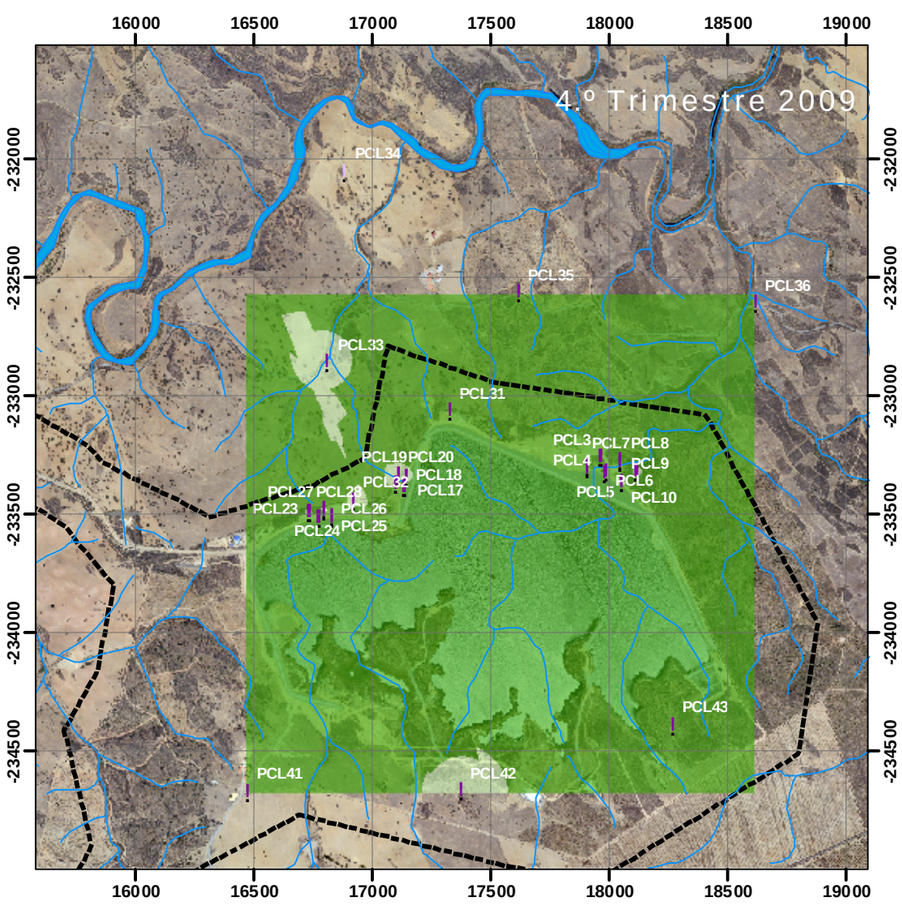
1:25.000

Figura 6 – Interpolação dos valores de arsénio para os 4 trimestres de 2009









Interpolação dos valores de arsénio 2009 (IDW - Inverse Distance Weighted)

Legenda

- Piezómetros
- Piezómetro sem dados (Seco)

Arsénio

- < LD (Limite de Detecção = 0,002)
- 0,0021 - 0,1
- > 0,1
- Hidrografia
- Ribeira de Oeiras
- Limite terrenos SOMINCOR

Sistema de Coordendas Hayford Gauss - Datum 73

0 125 250 500 750 1.000 Metros

1:25.000

IV.1.2 – Discussão e interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

A modelação dos resultados obtidos nos PCL (zona do aterro de rejeitados) revelou o seguinte:

- O valor do parâmetro pH registado no PCL41 no 1.º trimestre de 2009 e no PCL43 nos 2.º, 3.º e 4.º trimestres de 2009 demonstram que existia a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas nesta zonas nessas alturas;
- Embora os valores de concentração de pH na água superficial do aterro de rejeitados sejam normalmente maior do que 8 (**Quadro 11**) as águas subterrâneas não revelam alterações significativas deste parâmetro;
- Quanto ao parâmetro Sulfatos, o modelo construído permitiu concluir que existe contaminação das águas subterrâneas apenas junto à infra-estrutura construídas (muro principal e portela). Durante o 4.º trimestre parece ter existido propagação da pluma de contaminação um pouco mais para jusante do que nos restantes trimestres, provavelmente devido ao valor mais elevado de sulfatos registado no PCL31. Pelo contrário no 2.º trimestre aparentemente existe uma redução da pluma de contaminação;
- Nos piezómetros mais afastados da infra-estrutura principal (barragem) não são identificadas alterações significativas da qualidade da água;
- Os valores dos restantes parâmetros (nitratos, cálcio, arsénio e cobre) encontram-se abaixo dos valores legislados, para o período em análise.

De modo a justificar os valores elevados de Cloretos registados nos PCL da Portela ME1, apresenta-se de seguida um quadro em que se faz a comparação dos primeiros dados para estes locais (1993) e os dados mais actuais (2008 e 2009). Salienta-se que se utilizou o pior valor obtido por trimestre.

Quadro 13: Comparação entre os valores do parâmetro cloretos, obtidos em 1993 e em 2008 e 2009, para os PCL da Portela ME1

	1993	2008	2009
PCL 13	1202	1090	1050

PCL 14	2425	1600	1720
PCL 15	1209	880	800
PCL 16	1073	950	880
PCL 17	1728	1190	1090
PCL 18	1418	1250	1180
PCL 19	1298	1030	970
PCL 20	1469	1160	1110

Os resultados apresentados demonstram que os valores actuais são inferiores aos valores iniciais, o que indicia a possível existência de uma anomalia geológica localizada.

Em comparação com os valores de Montante, apresentados no quadro seguinte, os valores da Portela ME1 para 1993 são, já naquela altura, nitidamente superiores.

Quadro 14: Valores do parâmetro Cloretos, a Montante, para 2008

	2008 - Montante	2009 - Montante
PCL 41	182	411
PCL 42	480	480
PCL 43	480	423

Os resultados dos cloretos na água do Aterro de Rejeitados, em 2008, variaram entre 120 e 470 mg/l e em 2009 entre 214 e 500 mg/l. Estes valores são abaixo dos valores registados nos PCL da Portela ME1, o que reforça a ideia de que o Aterro não é a causa dos valores anormalmente elevados, neste local.

Relativamente à condutividade verifica-se que esta é condicionada pela concentração em cloretos e sulfatos.

IV.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

A água das infiltrações do Aterro de Rejeitados é bombeada para o próprio Aterro, minimizando deste modo a contaminação dos solos e águas subterrâneas, devido à diminuição da água de infiltração a partir do subsolo.

IV.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

Não foram efectuados modelos de previsão no EIA para as águas subterrâneas. Desta forma de seguida faz-se uma comparação dos resultados obtidos em 2008 e 2009 (ver **Quadro 11**).

Em 2009 (e relativamente a 2008) registaram-se valores médios mais baixos nos parâmetros: arsénio, sulfatos, cobre, cálcio, condutividade e pH e valores médios mais elevados nos parâmetros: cloretos e nitratos

No que diz respeito a valores máximos registou-se em 2009 uma diminuição do valor máximo de arsénio (ficando este em 2009 abaixo dos VMR/VMA legislados), bem como do valor máximo de sulfatos, cobre, cálcio. Pelo contrário em 2009 registou-se um aumento do valor máximo dos parâmetros: pH, condutividade, cloretos e nitratos.

IV.2 – QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

IV.2.1 – Resultados obtidos

Tal como estipulado na DIA, foram enviados relatórios mensais, com os resultados do efluente industrial tratado (EIT), (**Anexo 5**) do recirculado do aterro de rejeitados (**Anexo 6**) e das águas superficiais (barranco das Lajes, ribeira de Oeiras e rio Guadiana) (**Anexo 6**). Nestes relatórios apresentam-se igualmente os valores legalmente estabelecidos para os vários parâmetros e a indicação das não conformidades (a vermelho).

IV.2.2 – Discussão e interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

Verificou-se que houve não-conformidades nos seguintes locais e respectivos parâmetros:

- Efluente industrial tratado (EIT):
  - pH
  - Azoto total
- Águas superficiais – Ribeira de Oeiras
  - Sulfatos
  - Cloretos
  - Azoto Kjeldhal, azoto amoniacal, nitritos

As não-conformidades registadas nas águas superficiais devem-se quer à composição dos explosivos utilizados na mina, que originam pontualmente concentrações relativamente elevadas de compostos azotados (azoto amoniacal, azoto Kjeldhal, nitritos) nos locais mais perto da descarga e existindo recuperação para jusante, quer à composição do próprio minério, rico em sulfuretos, que origina sulfatos. Verifica-se que o impacte mais significativo advém das concentrações em sulfatos, sendo esta ribeira de caudal torrencial não se registaram factores de diluição razoáveis a partir de Março.

- Águas superficiais – Barranco das Lajes
  - Oxigénio dissolvido
  - Cloretos
  - Sulfatos
  - Cobre

Provenientes da ressurgência das infiltrações não captada no sistema existente, estas são de pequena dimensão (134 a 310 l/h), pelo que o impacte é mínimo. Está previsto a mudança de metodologia de deposição dos rejeitados no aterro, com arranque operacional em 2010/11, sendo esperado que os volumes de água de infiltrações diminuam gradualmente ao longo do tempo, dado que o volume de água armazenado irá ser também gradualmente menor, reduzindo-se ainda mais os caudais das ressurgências.

IV.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Para correcção das não-conformidades registadas, já se começou em 2009 a proceder à substituição do explosivo utilizado actualmente na mina (ANFO), de modo a reduzir a concentração dos compostos azotados no efluente. Do estudo efectuado em 2009 para alteração do processo de tratamento do próprio efluente, no sentido de reduzir sulfatos, metais e eventualmente os compostos azotados, conclui-se que não é possível reduzir mais estes parâmetros, nomeadamente os sulfatos, uma vez que a mina é rica em sulfuretos.

A Somincor tem vindo nos últimos anos a suspender a descarga do efluente sempre que possível e tendo em atenção o balanço hídrico do aterro de resíduos-rejeitados, evitando a descarga nos períodos em que não exista caudal na ribeira, de forma a minimizar os impactes. A Somincor tomou a decisão de implementação, sempre que seja possível, em função das condições hidrológicas e meteorológicas, a descarga zero, com a reutilização máxima de água no processo produtivo; para a prossecução desta medida será necessária a construção de uma nova barragem para retenção da água residual, já prevista no projecto pasta, que deverá estar operacional em 2011, pelo que se pretende ter em curso a descarga zero no ano 2012.

IV.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

Não foram efectuados modelos de previsão no EIA para a qualidade das águas superficiais. Desta forma de seguida faz-se uma comparação dos resultados obtidos de 2000 a 2006 apresentados no EIA, com os resultados pós DIA 2008 e 2009.

A evolução temporal dos dados do caudal descarregado desde 2000 é apresentada no **Quadro 15**.

Quadro 15: Caudais médios de efluente industrial tratado descarregados na ribeira de Oeiras (m^3/h)

Ano	MÉDIA ANUAL
2000	**207**
2001	**222**
2002	**151**
2003	**144**
2004	**121**
2005	**15**
2006	**131**
2008	**133**
2009	**132**

A evolução temporal dos parâmetros problemáticos do efluente industrial tratado descarregado é apresentada no **Quadro 16.**

Quadro 16: Evolução dos parâmetros problemáticos do efluente industrial tratado descarregado na ribeira de Oeiras face aos Valores Limite de Emissão (VLE) constantes da licença de descarga de águas residuais

	pH (escala de Sorensen)		AZOTO AMONIACAL (mg/l N)		AZOTO TOTAL (mg/l N)		NITRATOS (mg/l NO3)	
	Média	Máxima	Média	Máxima	Média	Máxima	Média	Máxima
2001	8,1	9,5	5,1	11,0	-	-	32,0	59,0
2002	8,1	8,7	5,6	8,9	-	-	36,4	59,0
2003	7,9	8,4	3,9	7,9	-	-	< 25,8	45,0
2004	7,8	8,4	5,0	8,9	15,5	19,1	34,3	63,0
2005	7,7	8,1	6,5	8,8	27,6	27,6	47,8	72,0
2006	8,1	8,9	6,3	9,6	19,6	31,0	28,9	45,0
2008	7,7	8,9	7,4	11,0	22,2	26,0	35,4	50
2009	**7,5**	**11,6**	**5,4**	**8,0**	**19,6**	**28,0**	**28,7**	**40**
VLE	**6 – 9**		**10**		**15**		**50**	

Valores Superiores ao VLE

Manteve-se a não conformidade nos valores de azoto total em 2009, embora a média tenha diminuído relativamente a 2008. Registaram-se ainda algumas não conformidades pontuais relativamente aos valores de pH superiores a 9.

A evolução temporal dos parâmetros problemáticos do Barranco das Lajes é apresentada no **Quadro 17**.

Quadro 17: Barranco das Lajes – Evolução dos parâmetros problemáticos face aos objectivos de qualidade mínima das águas superficiais

	OD (% sat.)		CLORETOS (mg/l Cl)		SULFATOS (mg/l SO4)		COBRE TOTAL (mg/l Cu)	
	Média	Mínimo	Média	Máximo	Média	Máximo	Média	Máximo
2000-SS	82,7	70,0	286	317	1 653	1 780	< 0,0877	0,3100
2000/1-SH	88,2	79,0	280	325	1 592	1 680	< 0,1350	0,4800
2001-SS	83,2	74,0	321	381	1 703	1 800	< 0,0320	0,0640
2001/2-SH	81,3	74,0	305	364	1 580	1 870	< 0,1060	0,4700
2002-SS	69,8	50,0	332	402	1 633	1 750	< 0,0320	0,0880
2002/3-SH	87,1	70,0	300	388	1566	1 810	0,7402	4,1000
2003-SS	67,0	42,0	291	351	1 487	1 760	0,0223	0,0270
2003/4-SH	88,4	81,0	279	421	1 147	1 740	0,0226	0,0300
2004-SS	79,2	67,0	314	382	1 445	1 720	0,0200	0,0200
2004/5-SH	82,6	70,0	378	406	1 728	1 820	0,0304	0,0720
2005-SS	77,3	66,0	355	382	1 697	1 830	0,0324	0,0710
2005/6-SH	85,8	75,0	332	494	1 063	1 920	0,0288	0,0670
2006-SS	84,0	84,0	170	170	740	740	< 0,0200	< 0,0200
2008	83,2	63,0	349	358	1 623	1 650	0,03	0,05
2009	**78,6**	**64,0**	**343**	**400**	**1 623**	**1 860**	**0,12**	**0,8**
VMA*	**50**		**250**		**250**		**0,1**	

SS – Semestre Seco; SH – Semestre Húmido

* Conforme Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, e Declaração de Rectificação n.º 22-C/98, de 30 de Novembro, excepto:

(a) Conforme Decreto-Lei n.º 52/99, de 20 de Fevereiro

Valores que não respeitam o VMA

Relativamente a 2008 em 2009 mantiveram-se elevadas as concentrações em sulfatos e cloretos, e subiram as concentrações em cobre total (mais concretamente nos meses de Fevereiro e Março de 2009), no entanto como o caudal é diminuto (134 a 310 L/h) pelo que o impacte é mínimo.

A evolução temporal dos parâmetros problemáticos na Ribeira de Oeiras é apresentada no **Quadro 18**:

MINA DE NEVES-CORVO

ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM			Horta da Reveza (ROL 5)	Malhão Largo (ROL 18)	Monte do Pereiro (ROL 19)	Monte Queimado (ROL 19B)	Monte da Caiada (ROL 20B)	Ponte para Penilhos (ROL 22)	Água Santa Morena (ROL 22D)
DISTÂNCIA DO LOCAL DE DESCARGA			- 4,8 km	+ 2 km	+ 3,7 km	+ 6 km	+ 7,6 km	+ 24,7 km	+ 39,6 km
SULFATOS (mg/l SO_4)	Média	2001-2006		944	936	859	951	556	407
		2008	35,2	815	915	723	250	361	160
		2009	**53,4**	**754**	**644,5**	**647,2**	**695,5**	**464,4**	**312**
	Máximo	2001-2006	285	2 960	2 470	2 220	2 270	2 090	1 430
		2008	76	1 300	1 080	1 250	500	800	195
		2009	**74**	**1 480**	**1 180**	**1 350**	**1 280**	**1 070**	**550**
CLORETOS (mg/l Cl)	Média	2001-2006	116	269	<281	176	275	206	307
		2008	42,5	192	209	177	170	107	68
		2009	**61,4**	**188,2**	**183,5**	**180,4**	**189,5**	**136,4**	**122**
	Máximo	2001-2006	547	797	707	579	634	678	1 110
		2008	49	285	225	271	193	203	82
		2009	**88**	**319**	**316**	**319**	**323**	**264**	**200**
NITRITOS (mg/l NO_2)	Média	2001-2006	<0,025	0,338	<0,386	0,25	<0,125	<0,035	<0,024
		2008	<0,02	1,4	-	1,39	-	0,04	-
		2009	**<0,02**	**1,96**	**-**	**0,42**	**-**	**0,06**	**-**
	Máximo	2001-2006	0,045	1,250	0,970	1,16	0,840	0,096	0,03
		2008	<0,02	1,85	-	2,20	-	0,05	-
		2009	**<0,02**	**4,8**	**-**	**1,12**	**-**	**0,17**	**-**
COBRE SOLÚVEL (mg/l Cu)	Média	2001-2006	<3,271	0,035	0,035	0,024	0,027	0,019	-
		2008	<0,02	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
		2009	**< 0,02**	**0,03**	**0,055**	**< 0,02**	**< 0,02**	**< 0,02**	**< 0,02**
	Máximo	2001-2006	9,79	0,155	0,100	0,046	0,130	0,070	-
		2008	<0,02	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
		2009	**< 0,02**	**0,05**	**0,09**	**< 0,02**	**< 0,02**	**< 0,02**	**< 0,02**
AZOTO AMONIACAL (mg/l NH_4)	Média	2001-2006	< 0,2	<0,2	<0,2	0,0138	<0,2	<0,2	<0,2
		2008	< 0,2	0,7	0,6	2,7	<0,2	<0,2	<0,2
		2009	**0,24**	**1,34**	**-**	**0,52**	**-**	**0,32**	**-**
	Máximo	2001-2006	< 0,2	<0,2	<0,2	0,22	<0,2	<0,2	<0,2
		2008	< 0,2	1,4	0,6	5	<0,2	<0,2	<0,2
		2009	**0,4**	**3,0**	**-**	**1,4**	**-**	**0,8**	**-**
AZOTO KJELDHAL (mg/l N)	Média	2001-2006	0,476	0,7	0,6	0,39	0,6	0,4	0,5
		2008	0,15	1,5	0,8	1,35	0,6	0,6	0,2
		2009	**0,36**	**1,42**	**0,75**	**0,78**	**0,7**	**0,52**	**0,45**

	Máximo	2001-2006	2,2	4	1,6	1,1	1,6	1,1	0,8
		2008	0,5	4,1	0,9	5	0,7	0,8	0,4
		2009	**0,4**	**2,8**	**0,9**	**1,8**	**0,9**	**1,0**	**0,5**

Excedeu objectivo de qualidade mínima

Excedeu objectivo de qualidade para ciprinídeos

Quadro 18: Ribeira de Oeiras – Evolução espacial dos valores de referência dos parâmetros problemáticos de qualidade da água

Verifica-se que o impacte mais significativo advém das elevadas concentrações em sulfatos, porque sendo esta Ribeira de caudal torrencial não se registam factores de diluição aceitáveis para a descarga do efluente. Também se registaram pontualmente concentrações acima do VMR/VMA em 2009 para os parâmetros: cloretos, nitritos, azoto amoniacal e azoto kjeldhal.

A evolução temporal dos parâmetros que poderiam ser mais problemáticos (pelo historial da monitorização do Barranco das Lajes e Ribeiras de Oeiras) no Rio Guadiana é apresentada no **Quadro 19**:

Quadro 19: Rio Guadiana próximo da foz da Ribeira de Oeiras – Valores médios anuais dos parâmetros de qualidade da água referenciados como problemáticos na Ribeira de Oeiras

	SULFATOS (mg/l SO_4)		NITRATOS (mg/l NO_3)		CLORETOS (mg/l Cl)		COBRE TOTAL (mg/l Cu)	
	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante
2001	50	50	4,4	4,4	49	<50	<0,027	<0,049
2002	52	55	4,6	5,2	67	66	<0,020	<0,022
2003	35	36	5,5	6,3	54	54	<0,020	<0,020
2004	58	64	4,7	4,1	49	50	<0,02	<0,022
2005	35	36	2	< 2	50	50	<0,021	<0,020
2006	36	36	4,5	4,1	58	58	<0,020	<0,020
2008	39	39	3	3	60	60	0,005	0,007
2009	**37**	**39**	**3**	**3**	**64**	**65**	**<0,020**	**<0,020**

Não se verificaram não conformidades nos pontos de monitorização no Rio Guadiana, quer a montante (Azenhas), quer a jusante (Convento).

IV.3 – ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

IV.3.1 – Macroinvertebrados

IV.3.1.1 - Resultados obtidos

Ver **Anexo 7** - Relatório n.º 54 – Inverno 2009 (IMAR) e Relatório n.º 58 – Outono 2009 (IMAR).

No que respeita à informação biológica no período do Inverno de 2009 foram amostrados 4320 invertebrados, classificados em 81 grupos taxonómicos. O número de

indivíduos nos diferentes locais amostrados foi normalmente reduzido, bem como a variabilidade entre locais. Em termos globais no Inverno de 2009 os macroinvertebrados mais abundantes foram os plecópteros *Capnia sp.* (20%) e *Nemoura sp*. (10%), os dípteros Orthocladiinae (9%) e Simuliidae (7%) e os efemerópteros *Caenis luc.* O número total de *taxa* de invertebrados foi significativamente superior nos locais de referência do que nos restantes . Os *taxa Capnia sp.*, *Nemoura sp*. e Perlodidae (indicadores de boa qualidade) foram mais abundantes nos locais de referência, enquanto os *taxa* Orthocladiinae e Simuliidae foram mais abundantes nos locais situados a jusante.

De acordo com o plano de monitorização, as amostragens correspondentes ao Verão deveriam ter sido feitas no fim da estação, de forma a coincidir com o caudal mínimo das ribeiras locais. No entanto devido a fortes chuvadas só foi possível efectuar a amostragem já na estação do Outono, em finais de Outubro. Dada a diferença de estações e das condições hidrológicas, os dados não poderão ser comparáveis com os do ano de 2008, mas servem para conhecer como pode a ribeira eventualmente recuperar após um evento de chuvas torrenciais.

Desta forma no que respeita à informação biológica no Outono de 2009 foram capturados cerca de 4700 invertebrados, dos quais, aproximadamente 3000 só em 3 locais a jusante da mina: 19, BL e 20B. O número total de unidades taxonómicas foi de 67, tendo variado entre 5 (local 2) e 25 (local 18). O local 18 foi o que apresentou uma maior diversidade de invertebrados (designadamente de Heterópteros). Pela primeira vez apareceram plecópteros no local 19.

Relativamente aos índices Bióticos:

- No Inverno de 2009 o índice biótico (IBO) para a Ribeira de Oeiras revelou qualidade máxima para a maioria dos locais de referência e para os locais BL/IBR22, 20B, 21 e 22. De acordo com o mesmo índice, os restantes locais teriam poluição moderada (14) ou forte (18), o que pode indicar que a fraca qualidade ambiental deste local não é consequência directa da descarga da

ETAM. Estes valores elevados de qualidade de águas podem estar relacionados com o incremento de caudal verificado na ribeira de Oeiras na altura das amostragens. Segundo o IPtIs (Invertebrate Portuguese Índex, South), a qualidade da ribeira de Oeiras revelou-se razoável a medíocre para os locais de referência e razoável a mau para os locais a jusante do lançamento do efluente. Verifica-se uma recuperação da qualidade biológica com o aumento da distância ao local de descarga.

Em relação ao índice IBO, as classes de qualidade obtidas para a maioria dos locais amostrados no Inverno de 2009 foram superiores às verificadas no Inverno de 2008 (cerca de duas classes, em média). No entanto, pelo índice IPtIs, as classes de qualidade obtidas para todos os locais amostrados no Inverno de 2009 tenderam a ser inferiores às verificadas em igual período do ano de 2008 (cerca de uma classe, em média), o que poderá dever-se ao arrastamento de alguns invertebrados pertencentes a taxa indicadores para jusante pela elevada corrente existente em ambas as ribeiras. Neste caso pode-se observar que os valores de concentrações de nitratos e sulfatos são consideravelmente maiores nos locais impactados em comparação com os locais de referência (grupo A), indicando uma má qualidade ecológica das águas naqueles locais. No entanto, as concentrações de CQO e de Cobre são semelhantes entre os locais de referência e impactados.

- No Outono de 2009 de acordo com o Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO), os locais a montante e jusante parecem não diferir em termos de qualidade das águas, tendo os locais em geral uma qualidade boa a aceitável. Já o índice IPtIs revelou qualidade razoável. Os índices indicam assim qualidades medianas ao longo de todos os locais na Ribeira de Oeiras, sem distinção entre grupos de locais.

Em suma pode-se concluir que a Ribeira de Oeiras apresentou uma qualidade ecológica geral elevada para o período amostrado do Inverno de 2009 (comparativamente maior do que a verificada no mesmo período do ano anterior). Por outro lado no Outono de

2009 a Ribeira de Oeiras apresentou uma qualidade ecológica geral baixa, se avaliada por índices bióticos. A qualidade elevada registada no Inverno de 2009 é dada pelos valores elevados do índice biótico IBO, pela similaridade biológica entre locais de referência e os mais afastados (de acordo com a análise multivariada MDS e análise aglomerativa).

No Inverno de 2009 a montante da mina a qualidade biológica das águas é boa, como o indicam a presença de taxa sensíveis (Nemouridae, Capniidae e Perlodidae) e consequentemente os elevados valores dos índices Bióticos. A qualidade biológica da Ribeira de Oeiras diminui logo a jusante da mina, onde se verificam os valores mais baixos de número de taxa, baixa diversidade, desaparecimento de taxa sensíveis e baixo valor dos índices bióticos (excepto local 16). Estes locais estão segregados dos de referência em análises multivariadas de dados biológicos, indicando uma composição faunística diferenciada.

IV.3.1.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

Os resultados obtidos são consistentes com a matriz de parâmetros físicos e químicos, e com a matriz biológica de macrófitas. Esta consistência sugere uma elevada qualidade de informação. Por outro lado, os indicadores de alteração da estrutura da comunidade (métodos de análise multivariada e diversidade) foram consistentes com os indicadores de alterações funcionais (índices bióticos e taxa indicadores).

IV.3.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

A suspensão da descarga do efluente no Verão não se traduziu em 2008 numa melhoria mensurável na qualidade de ambiente. Isto ocorre provavelmente porque quando a descarga do efluente é suspensa já não há caudal suficiente para renovar as águas nos "pegos", e/ou a suspensão da descarga leva a que devido à evaporação elevada exista concentração dos sais nos "pegos" quando a água fica represada, provocando

deterioração significativa da qualidade da água nestes locais, sendo que alguns dos deles chegam mesmo a secar.

Em 2009 não foi possível comparar os dados obtidos no Inverno com os obtidos no Verão, por impossibidade de realização da amostragem devido a fortes chuvadas, pelo que a 2.ª campanha de amostragem já só foi efectuada no Outono. No entanto comparando os dados obtidos no Inverno com os obtidos no Outono de 2009, pode-se concluir que no que respeita a macroinvertebrados, e especialmente a índices bióticos, neste ano em particular a Ribeira de Oeiras apresentou um decrécimo de qualidade após a suspensão da descarga.

IV.3.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre macroinvertebrados.

IV.3.2 – Macrófitas

IV.3.2.1 – Resultados obtidos

Ver **Anexo 8** - Relatório n.º 56 – Vegetação aquática, Abril 2009 (IMAR).

Relativamente à composição florística, a mudança de metodologia, para a adoptada pelo Instituto da Água no âmbito da integração da Directiva Quadro da Água em Portugal (Comissão Europeia 2000), resultou num aumento para quase o dobro das espécies identificadas nas ribeiras de Oeiras e de Carreiras, comparando com anos anteriores (foram identificadas 72 espécies em 2008 e 67 em 2007), principalmente no que respeita às terrestres (uma vez que passou a incluir também as plantas terrestres do leito e talude), mantendo-se semelhante o número de espécies associadas ao meio aquático (hidrófitas, higrófitas e helófitas). Em 2009 foram registadas 75 plantas aquáticas e 90 plantas terrestres.

Os locais da ribeira de Carreiras foram os que apresentaram maior cobertura total e número de espécies de todos os locais analisados. Na ribeira de Oeiras os locais 21 e 18 foram aqueles onde se registou maior cobertura vegetal e abundância total de espécies, enquanto que nos locais 6 e 16 a cobertura e número total de espécies foram os mais baixos, respectivamente.

As espécies verdadeiramente aquáticas reflectiram a diferença na qualidade química da água: os locais com maior cobertura e maior número de espécies foram o 2 e o C1 (referência) (locais a montante da descarga), enquanto que os locais com pior cobertura e menor diversidade foram os 14, 18, 20B e 21.

O grupo de espécies vegetais que mais contribuiu para a discriminação entre locais de referência e locais a jusante do efluente foi o grupo das hidrófitas, espécies verdadeiramente aquáticas, que variou entre as zero espécies (cobertura/abundância = 0) no local 14 e as 7 espécies (somatório das coberturas/abundâncias = 19) no local 2.

A análise multivariada confirmou existirem diferenças significativas na composição florística entre dois grandes grupos de locais: a montante do local 14 (descarga) e a a jusante da descarga, o que está de acordo com os dados físico-químicos. As espécies mais relevantes, responsáveis pela diferença entre montante e jusante foram as Charophyta (hidrófita) e as espécies *Baldellia ranunculoides* (helófita), *Myriophyllum alterniflorum*, *Isoetes velatum* e *Glyceria sp.* (hidrófitas) (mais abundantes nos locais a montante); o *Juncus acutus* (higrófita) (mais abundante nos locais perturbados). A evolução da vegetação ao longo dos últimos anos, parecia evidenciar alguma recuperação, gradual, dos pontos a jusante do 14, mais evidente nos locais mais distantes (como já seria de esperar), o que parece não suceder no ano de 2009.

O estudo de 2009 revela ainda uma semelhança entre o local 13 e o local 14, que vem contrariar as perspectivas de recuperação do antigo local de descarga (13). Efectivamente as semelhanças são evidentes tanto na presença como na ausência de espécies, especialmente ao nível das higrófitas, tendo sido registados 13 taxa em cada um dos locais. No entanto, a qualidade da água do local 14 é pior, já que não regista

nenhum higrófito. Os resultados podem ser explicados pela rotura da canalização no local 13 e da qual resulta alguma descarga.

Os testes "in situ" com *M. spicatum* mostraram uma grande variabilidade nos resultados mas, consistentemente com os anos anteriores, tudo aponta para uma estimulação no crescimento das plantas nos locais a jusante e uma diminuição de tamanho a montante. Estes resultados são consistentes com os dos anos anteriores e podem ser causados pela presença de nitratos nas águas que saem da ETAM.

Globalmente, ficou demonstrada uma perturbação a partir do local 14, com recuperação gradual para jusante.

IV.3.2.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

Os resultados da avaliação da qualidade de ambiente com as macrófitas foram consistentes com os das comunidades de macroinvertebrados em 2008. No entanto em 2009 com a mudança de metodologia para a análise das macrófitas, não foi possível estabelecer uma correlacção consistente. No futuro será seguida a metodologia adoptada pelo Instituto da Água no âmbito da integração da Directiva Quadro da Água em Portugal (Comissão Europeia 2000) para as macrófitas, até porque, brevemente, poderá vir a ser aplicado a estes dados um índice nacional para macrófitas, o que permitirá a classificação do estado ecológico da ribeira, através de um sistema de 5 classes, previsto pela Directiva Quadro da Água.

IV.3.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Em 2007 foi alterado o local de descarga do efluente, tendo-se prolongado o adutor em cerca de 100 m para jusante do local inicial, pretende-se com esta alteração possibilitar a avaliação da capacidade de auto regeneração da vegetação sem descarga do efluente, simulando assim a evolução possível da ribeira de Oeiras após a desactivação da actividade.

Embora o período de avaliação e recuperação ser escasso, cerca de 2 anos e apesar de se terem verificado aparentemente algumas melhorias a nível das macrófitas e dos macroinvertebrados aquáticos em 2008, em 2009 e, ao nível das macrófitas não se verificou uma melhoria em termos de qualidade biológica (verificou-se apenas do ponto de vista físico-químico).

IV.3.2.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre macrófitas.

IV.3.3 – Hidromorfologia

IV.3.3.1 – Resultados obtidos

Ver **Anexo 9** - Relatório n.º 55, Abril 2009 (IMAR).

A técnica de *River Habitat Survey* (RHS) foi utilizada na ribeira de Oeiras e no Barranco das Lajes, de modo a caracterizar e avaliar a situação de Inverno-Primavera, durante a qual existe fluxo superficial de água. Dado que o RHS se foca não só em aspectos de morfologia mas também hidrológicos, os resultados da presente avaliação foram bastante diferentes da realizada em Outubro de 2008, durante a qual o rio tinha um caudal muito reduzido e intermitente. Isto reflectiu-se nos valores do HQA que foram em média 1,5 vezes superiores aos de Outubro, já que o facto de haver água corrente e leva também ao aumento da diversidade de tipos de corrente a um aumento da pontuação dos sub-índices relacionados com a hidrologia e também com a vegetação e até com a existência de elementos associadas ao canal como os side-bars e pointbars (bancos de areia). As alterações na qualidade dos locais mais relevantes devem-se à presença de estruturas longitudinais, como açudes e pontes (pontos 3, 22, 16, 14, 22D), à degradação dos corredores ripícolas (por exemplo nos pontos 5, 14, 18, 19) e também ao uso de solo à volta dos pontos (principalmente a partir do local 14, junto à descarga do efluente da ETAM). No ponto 14 há uma clara perda de qualidade hidromorfológica, evidenciada por uma combinação de elevada artificialização (HMS elevado) com baixa

qualidade de habitats (HQA baixo). Noutros locais verifica-se uma fraca qualidade dos habitats mas um nível de modificação mais baixo (por exemplo 18, 5) não sendo a situação global tão grave.

Os valores absolutos do índice gobal HQA variaram em 2009 entre 30, pior qualidade (local 18, Malhão Largo) e 56, melhor qualidade (local 2, Monte de Bentes) e o índice global HMS variou entre 0 (Horta da Reveza) e 500 (local 22, Ponte de Penilhos). Alguns casos particulares destacam-se pelos seus elevados ou baixos valores dos índices globais. O local Monte de Bentes (2) é particularmente bem pontuado (HQA), principalmente devido à boa condição do corredor ripícola e naturalidade do canal verificadas para montante do acesso ao local. Já as pontuações mais elevadas do HMS (pontos 22D, 22, 3) reflectem a presença de grandes pontes e o impacte causado pela sua implantação nas margens. Já o local 14 continua a evidenciar fortes sinais de degradação, com um baixo HQA e elevado HMS, que reflectem essencialmente a alterações a nível do substrato (menor diversidade de tipos de substrato), canalização do rio com modificação das margens, cortes da vegetação ripária, uso do solo, e presença de estruturas transversais. Noutros locais verifica-se uma fraca qualidade dos habitats mas um nível de modificação mais baixo (por exemplo 18, 5) não sendo a situação global tão grave.

A análise multidimensional (MDS) e o cluster mostram também que, em situação de água corrente, há semelhanças nos locais situados a jusante da descarga da ETAM em termos de qualidade hidromorfológica (locais 16, 22D, 21, 19 e 20B) e nos locais 3, 1C e 5 situados a montante.

Observa-se ainda nas análises multivariadas, que os locais BL e 18 são também semelhantes em termos de pontuações de alguns sub-índices embora isto não signifique que os locais são semelhantes nas suas características mas sim no tipo de degradação: em ambos os casos encontrou-se ao longo do troço uma grande uniformidade do substrato do canal e elementos das margens e canal.

Os locais 22 e 14 apresentaram características que os diferenciaram de todos os restantes aparecendo assim isolados na MDS. O primeiro caso diferencia-se bastante dos restantes pelo elevado valor de HQA Bank features (que está relacionado com por exemplo a existência de taludes artificiais) enquanto que o segundo se distingue essencialmente pelo baixo valor do HQA Bank vegetation structure (relacionado com o corte de vegetação ripária).

A presença de água corrente em todos os locais modificou bastante as pontuações atribuídas aos locais, sendo em geral superiores à da situação de seca (Outubro de 2008). Modificaram-se também as posições relativas dos locais em relação a 2008 já que agora a interacção entre a presença entre estruturas modificadoras do canal e margens (pontes, muros, açudes) e a hidrologia resultam em situações muito diferentes entre os vários pontos. Assim, onde em 2008 (Outubro) encontrávamos um canal seco, agora podemos encontrar uma pequena albufeira que resulta da presença de um açude ou bancos de areia com vegetação nas margens ou no canal onde não há represamento artificial. Estes elementos reflectem-se imediatamente na pontuação dos índices parciais e globais (exemplo, HQA channel features ou HMS). Assim, enquanto que em Outubro de 2008 o índice global HQA variou entre os 19 e os 23 pontos (para um máximo de 30 na ribeira de Oeiras), agora a situação melhorou e o índice HQA variou entre 30 (local 18) e 56.

IV.3.3.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

A técnica de River Habitat Survey evidenciou alterações hidromorfológicas relevantes no troço estudado na ribeira de Oeiras que podem ter mais ou menos impacto sobre as comunidades aquáticas dependendo da sua natureza e das especificidades das comunidades. As alterações mais relevantes devem-se a existência de estruturas transversais de alguma dimensão tal como pontes recentes e os acessos às mesmas, presença de açudes mais ou menos antigos que limitam ou impedem o fluxo de água para jusante das mesmas e levam a alterações nas características do sistema a montante, passando-se de uma situação lótica para uma situação quase lêntica, e à redução da

diversidade de micro-habitats (como bancos de areia e tufos de macrófitas), mesmo em épocas de caudal mais elevado, como é o caso. Para além disso, o corte da vegetação do corredor ripícola e o uso de solo nas margens encontra-se também bastante alterado em alguns locais, tais como os situados mais próximos da Mina de Neves Corvo como o ponto 14, descarga da ETAM.

IV.3.3.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Estes dados poderão ser usados pela SOMINCOR para promover medidas de mitigação. No entanto, uma vez que a caracterização hidromorfológica evidencia uso local do terreno, as medidas de mitigação só poderão ser aplicadas nos terrenos pertencentes à Empresa.

IV.3.3.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre hidromorfologia.

IV.4 – ECOLOGIA

IV.4.1 – Peixes

IV.4.1.1 – Resultados obtidos

Ver **Anexo 10** – Fauna Piscícola, Julho 2009 (IMAR & Centro de Oceanografia).

A qualidade ecológica na Ribeira de Oeiras foi avaliada em quatro locais amostrados na Primavera de 2009, designadamente: P1_Horta da Reveza, a montante da descarga do efluente, e P2_Caiada, P3_Ponte de Penilhos e P4_Agua Santa da Morena, a jusante da mina. Em termos de riqueza especifica, é possivel observar um decréscimo do numero de taxa capturados entre o local de amostragem situado a montante da mina e os dois locais imediatamente a jusante, registando-se posteriormente uma subida acentuada de espécies no ponto localizado mais a jusante na linha de água. Relativamente à

diversidade específica, esta mantêm-se relativamente constante ao longo da maioria dos pontos amostrados, registando-se igualmente um aumento acentuado no ponto P4.

Na campanha de amostragem realizada na Ribeira de Oeiras durante a Primavera de 2009, à semelhanca do que havia sido observado na amostragem efectuada em 2008, foi confirmada a ocorrência de nove espécies piscicolas, das quais seis são de origem autóctone (*Luciobarbus microcephalus* Almaça, 1967; *Anguilla anguilla* L.; *Pseudochondrostoma willkommii* Steindachner, 1866; *Iberocypris alburnoides* Steindachner, 1866; *Squalius pyrenaicus* Gunther, 1868; *Cobitis paludica* de Buen, 1930) e três possuem carácter exótico (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859; *Lepomis gibbosus* L.; *Australoheros facetus* Jenyns, 1842). Foram ainda capturados vários exemplares do género *Luciobarbus* spp. que, devido ao seu tamanho reduzido e características específicas pouco definidas foram considerados juvenis e classificados apenas em termos genéricos.

A abundância de peixe apresentou um padrão crescente ao longo da ribeira, apresentando valores superiores nos dois pontos imediatamente a jusante da descarga do efluente da mina. A excepção parece ser o ponto P4 onde a abundância piscícola foi menor, resultado provavelmente relacionado com a presença dos dois açudes. Contrariamente ao que se verificava no ponto P1, onde as populações piscícolas apresentaram geralmente estruturas dimensionais e etárias regulares, nos pontos a jusante foram detectadas algumas falhas e desequilíbrios no numero de indivíduos de menores dimensões, indiciando problemas ao nível do recrutamento. Os indíces aplicados (IIB e IPP) classificaram de forma distinta a maioria dos locais.

O indice IPP classificou P1, P2 e P3 com "Bom" enquanto o IIB classificou os mesmos locais apenas com "Moderado" em termos de qualidade ecológica. A excepção foi P4 que foi classificado como "Pobre" por ambas as metodologias aplicadas.

IV.4.1.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

De seguida faz-se uma discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos:

1. Os agrupamentos ictiofaunísticos amostrados caracterizavam-se por um reduzido número e abundância de espécies exóticas. O facto da linha de água amostrada se encontrar na bacia hidrográfica do Rio Guadiana, caracterizada pelo elevado número de endemismos ibéricos, pode ser a explicação para este resultado;

2. No ponto situado a montante da mina (P1_Horta da Reveza), as populações de espécies piscícolas apresentaram-se, na sua maioria, bem estruturadas em termos dimensionais e etários, o que representa um sinal positivo quanto ao estado ecológico deste local. Nos pontos a jusante da mina foram detectados alguns indícios de perturbação na estrutura dimensional das populações provavelmente originadas por desequilíbrios na sua taxa de recrutamento;

3. A avaliação da qualidade ecológica em termos qualitativos dos vários pontos amostrados na Ribeira de Oeiras variou consoante o índice utilizado. Enquanto o índice IIB atribuiu a classificação de "Moderado" à maioria dos pontos de amostragem, com excepção do local P4, o IPP classificou os pontos P1, P2 e P3 como tendo uma boa qualidade ecológica;

4. As métricas avaliadas pelos dois índices parecem indiciar uma diferenciação em termos de qualidade da água entre o ponto a montante e os pontos a jusante da descarga do efluente da mina;

5. A proporção de indíviduos com malformações e/ou parasitismo, que não é tida em conta por nenhum dos índices aplicados mas está directamente relacionada com o input de poluentes orgânicos e inorgânicos nas linhas de água, parece apresentar uma evolução semelhante à concentracao de metais pesadas, revelada pelos valores de condutividade. Os resultados obtidos indiciam uma relação entre a descarga do efluente da mina e a presença deste tipo de problemas nas

populações piscícolas da Ribeira de Oeiras. Estes resultados devem ser avaliados em conjunto com a análise dos tecidos recolhidos, de forma a se poder obter conclusões mais fiáveis e robustas para esta questão.

IV.4.1.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Não aplicável.

IV.4.1.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre fauna píscola.

IV.4.2 – Bivalves

IV.4.2.1 – Resultados obtidos

Ver **Anexo 11** – Relatório n.º 57 – Metais Pesados, Julho 2009 (IMAR).

São apresentados resultados comparativos da estrutura de duas populações do bivalve *Corbicula fluminea*, em termos de abundâncias de classes de tamanho. Uma das populações está na Ribeira de Carreiras (C2) e outra na Ribeira de Oeiras (Fonte Santa).

Foram capturados quatro exemplares de Unionidae e algumas dezenas de exemplares de *Corbicula fluminea*.

Os exemplares foram recolhidos entre 2 e 5 de Março de 2009 e posteriormente em 23 de Abril, medidos em 3 dimensões e congelados ou guardados para a experiência de bioacumulação de metais pesados.

Na Ribeira de Carreiras foram recolhidos 30 exemplares de *Corbicula fluminea* com um tamanho médio de 16,6 mm (+ 0,5 mm SE; entre 10,5 e 21,5). Em Fonte Santa foram recolhidos 27 exemplares com tamanho médio de 14,6 mm (+ 0,6 mm SE; entre 8,5 e 14, 5 mm). Não houve diferença apreciável nas classes de tamanho das duas

populações, embora a população de Carreiras seja tendencialmente maior. Os exemplares da Ribeira de Carreiras colocados na Horta da Reveza (montante da mina) não cresceram, sendo o tamanho inicial igual ao final após a exposição. Os exemplares de Fonte Santa quando colocados a montante da mina, aumentaram significativamente de tamanho. Os dados sugerem que os exemplares da população de Carreiras foram afectados com a implantação na Ribeira de Oeiras, o que não aconteceu com os outros.

Cabe aqui indicar que outros trabalhos têm demonstrado que sulfatos reduzem as taxas de ingestão de alimento e crescimento em *C. fluminea* em teores de 1500 mg/l de SO_4. É possível que ao desaparecerem os sulfatos no ambiente com a transposição dos espécimes para montante da mina tenha estimulado o crescimento. Embora a jusante os valores registados no Inverno de 2009 tenham sido 122 a 125 µS, no verão de 2008 os valores variaram entre 1640 e 4400 µS e em 2007: 800 – 3480 µS.

No entanto não fica explicado o porquê do não crescimento dos espécimes transportados da ribeira de Carreiras para a ribeira de Oeiras para local não impactado.

IV.4.2.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

Dado esta ter sido a primeira vez que se monitorizam bivalves, existe necessidade de repetição da monitorização e a metodologia precisa ser optimizada, de forma ser possível avaliar os resultados obtidos.

IV.4.2.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Não aplicável.

IV.4.2.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre bivalves.

IV.4.3 – Metais pesados

IV.4.3.1 – Resultados obtidos

Ver **Anexo 11** – Relatório n.º 57 – Metais Pesados, Julho 2009 (IMAR).

No relatório referido acima avalia-se o teor dos metais pesados As, Cu, Hg e Zn numa selecção de aves aquáticas, bivalves e peixes, amostrados na Ribeira de Carreiras e na Ribeira de Oeiras a montante e jusante da mina de Neves-Corvo, de forma a avaliar o potencial impacte das descargas de efluentes da Mina de Neves Corvo nas espécies de aves aquáticas, bivalves e peixes residentes na Ribeira de Oeiras

Aves

Dado que este foi o primeiro ano em que os metais pesados foram medidos nas aves, os resultados fornecem uma primeira avaliação da sua bioacumulação e devem ser olhados como um processo ainda em fase de optimização. Relativamente aos metais pesados nas aves aquáticas pode-se tirar as seguintes ilações:

1. O número de aves associadas ao curso de água é reduzido na Ribeira de Oeiras pelo que não é expectável um número elevado de capturas em futuros trabalhos.

2. Para a galinha-de-água (*Gallinula chloropus*) os valores de todos os metais, tanto no sangue como nas penas, teve tendência a ser ligeiramente superior a montante da mina do que a jusante. Os teores de Hg no sangue desta espécie foram muito superiores a montante.

3. Para o rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*) não se registaram diferenças apreciáveis a montante e a jusante, com excepção para o Hg e Cu no sangue, que foram muito superiores a jusante.

4. Em relação ao guarda-rios (*Alcedo athis*) só se capturaram aves na zona de montante, a impossibilidade de capturar indivíduos na área a jusante inviabiliza qualquer comparação.

5. Não abundam na literatura dados comparáveis para as mesmas espécies. A maioria dos valores aqui encontrados parecem normais, à excepção dos dois valores elevados de Hg em penas de guarda-rios (*Alcedo athis*) a montante de Neves Corvo em local não impactado e no sangue do rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*).

6. Ressumidamente, os teores em metais pesados em alguns tecidos de aves foram maiores a montante da mina, enquanto que para outros os valores foram mais elevados a jusante da mesma. Assim sendo, não está claro o papel das actividades da mina nos teores em metais nas aves. Houve uma acumulação de Cu e Zn no sangue de rouxinol-do-mato na época da reprodução. Esta é uma espécie estritamente insectívora e estritamente territorial durante a época de reprodução. Apenas se alimenta ao longo da galeria ripicola e da ribeira e o sangue reflecte aquilo que ingeriu nos dias imediatamente anteriores à sua captura. Os valores referentes às outras espécies não mostram que a presença do efluente incremente o teor em metais nas aves.

7. Não há muitos valores comparáveis para os metais As, Cu e Zn em aves. No entanto, as leituras de aves da zona da Ribeira de Oeiras (montante e jusante da mina) estão na gama superior do encontrado na literatura. Assim sendo, é difícil conhecer o significado do valor quantitativo observado.

8. Para o Zn, os valores aqui encontrados estão dentro da gama observada em outros estudos, alguns dos quais em locais não contaminados. São excepções os valores em sangue do rouxinol-do-mato e em penas do guarda-rios (capturados a montante de Neves Corvo), que são muitíssimo elevados.

Bivalves (Invertebrados)

Dado que este foi o primeiro ano em que os metais pesados foram monitorizados nos invertebrados, os resultados fornecem uma primeira avaliação da sua bioacumulação e devem ser olhados como um processo ainda em fase de optimização. Relativamente aos metais pesados nos bivalves pode-se tirar as seguintes ilações:

1. Em geral, o teor dos 4 metais medidos foi maior no tecido vivo do que nas conchas. As medições nas conchas foram feitas para determinar a possível deposição de metais na forma inerte o que poderia evidenciar contaminação por um período prolongado. No entanto os valores foram baixos, pelo que todas as medições no futuro serão feitas nos tecidos vivos.

2. Entre os bivalves, só exemplares de *C. fluminea* foram encontrados em quantidades suficientes para se amostrarem sem restrições. Os exemplares recolhidos na ribeira de Oeiras tinham teores mais elevados de todos os metais do que os exemplares recolhidos na ribeira de Carreiras, principalmente de Cu e de Zn.

3. Exemplares da ribeira de Carreiras quando transplantados na ribeira de Oeiras a montante da mina aumentaram o seu teor em todos os metais pesados e deixaram de crescer, uma explicação para estes valores é a existência de antigas explorações mineiras a montante de Neves Corvo.

4. Em comparação com a literatura, os valores de As podem-se considerar normais, pois estão na gama inferior do referido na literatura, mesmo abaixo do indicado para rios considerados como de referência. O mesmo se aplica aos valores de Hg, pelo que podem ser considerados intermédios. Já os valores em Cu estão ao nível dos registados para locais poluídos por metais pesados e os de Zn na gama inferior de locais poluídos ou mesmo na gama de valores de alguns locais de referência.

Peixes

1. Os valores registados na Primavera de 2009 foram mais baixos do que os obtidos a partir de exemplares capturados no fim do Verão de 2008. Se os valores registados nos tecidos vivos são uma resposta imediata aos teores da água, pode-se especular que durante o Verão, devido à acentuada redução do caudal, é provável que a acumulação dos vários metais na água seja superior ao período de Primavera. Os valores de músculo de peixes de Ponte de Penilhos estão entre os mais elevados obtidos na Ribeira de Oeiras, mas o mesmo se passa com os registados em peixes a montante da mina, na Horta da Reveza. Em comparação com os dados obtidos para outros locais, os valores estão dentro da gama inferior dos locais contaminados, incluindo os locais de referência.

2. Os valores de As medidos nos tecidos dos peixes, estão normalmente abaixo do medido na Ribeira de Oeiras e no limite inferior do que é referido na literatura. Os valores de As estiveram quase sempre abaixo dos limites de detecção (2 µg/kg de peso fresco). Foram excepções valores no fígado num exemplar de Ponte de Penilhos (326 µg/kg) outro da Caiada (195 µg/kg) e um outro em Água Santa (152 µg/kg). Uma vez que outros exemplares no mesmo local tiveram valores abaixo dos níveis de detecção, os valores aqui detectados podem ficar a dever-se tanto a erros de medições, como a contaminações laboratoriais, como ainda a valores reais em alguns exemplares. Na Horta da Reveza (a montante da mina) os valores dos músculos em alguns exemplares estavam acima dos níveis de detecção, o mesmo acontecendo com os valores para o fígado (média de 37 µg/kg).

3. Os valores de Cu foram 20 a 40 vezes mais elevado no fígado dos peixes do que no músculo. Os valores de Cu no músculo dos peixes foram significativamente mais baixos na Caiada do que em todos os outros locais na Ribeira de Oeiras e os valores registados na Água Santa foram significativamente mais elevados do que na Ribeira de Carreiras.

4. Os valores de Hg no fígado foram maiores do que no músculo (cerca do dobro). Relativamente ao fígado, os valores registados na Ribeira de Carreiras foram maiores do que os medidos em Água Santa e no que diz respeito ao músculo, os valores em Carreiras foram maiores do que em todos os outros locais e os de montante (Horta da Reveza) maiores do que os outros. Este valor significativamente mais elevado na Horta da Reveza do que nos locais a jusante tinha já sido observado no fim do Verão de 2008. Os valores agora medidos são comparáveis aos obtidos em 2008.

5. Os teores em Zn foram maiores no fígado do que no músculo (cerca de 2 a 3 vezes). No entanto, não houve diferenças significativas entre locais. Os valores são ligeiramente mais baixos do que os observados no Verão de 2008, com excepção para os valores de fígado em Ponte de Penilhos, mas estão entre a gama de valores referenciados para locais contaminados por metais pesados.

6. Os níveis de Cu e Hg foram tendencialmente mais elevados a montante da mina ou na Ribeira de Carreiras do que a jusante da mina. Não houve diferenças entre locais para o Zn.

7. Pelos valores da literatura, os níveis de Cu e Zn foram elevados em peixes, mas o mesmo não se passa com o Hg.

IV.4.3.2 – Discussão, interpretação e avaliação dos resultados obtidos face aos critérios definidos

Os dados atrás apresentados parecem indicar que, mesmo em locais de referência, os valores para alguns metais (designadamente Cu e Zn) nos tecidos vivos são elevados. Este facto poderá dever-se a poluição histórica (minas ou escombreiras abandonadas há séculos) ou a uma situação natural dada a geologia do terreno. Embora movimentações de animais sejam possíveis (e.g. peixes), essas movimentações não explicam os altos níveis de contaminação a montante da mina (designadamente em bivalves).

IV.4.3.3 – Avaliação da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Não existem medidas medidas directas de minimização implementadas exclusivamente para este item, pelo que não é possível avaliar a sua eficácia.

IV.4.3.4 – Comparação com as previsões efectuadas no EIA, incluindo, quando aplicável, a validação e a calibração de modelos de previsão

No EIA não foram efectuadas previsões sobre bioacumulação de metais pesados em peixes, bivalves e aves aquáticas.

V - Conclusões

V.1 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

V.1.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Os impactes estão localizados na zona mais próxima do aterro de resíduos.

Não se verificaram alterações significativa na qualidade quando comparados com os valores reportados no EIA.

A existência de sistema de captação de infiltrações e bombeamento desta água de retorno para o aterro contribuem para manter o controlo e redução da área impactada.

V.1.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas

Está previsto a mudança de metodologia de deposição dos rejeitados no aterro, projecto que foi alvo do EIA e deverá ter o seu arranque operacional em 2010, é esperado que os volumes de água de infiltrações venham a diminuir progressivamente dado que o volume de água armazenado também irá ser gradualmente menor, reduzindo-se desta forma a contaminação das águas subterrâneas.

V.1.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

Sendo o segundo relatório não são apresentadas ainda propostas de alteração de revisão.

V.2 – ÁGUAS SUPERFICIAIS – ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA – ECOLOGIA

V.2.1 –Barranco da Lajes

V.2.1.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Os volumes nesta linha de água são insignificantes, na maior parte do tempo não se encontra água em toda a sua extensão. Verifica-se a existência de concentrações elevadas de sulfatos que têm origem em pequenas ressurgências que não são captadas no sistema de captação de infiltrações do aterro.

A avaliação hidromorfológica e da flora apenas foi realizadaduas vezes pelo que se torna necessário recolher mais informação sobre a dimensão do (eventual) impacte.

V.2.1.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas

Está previsto a mudança de metodologia de deposição dos rejeitados no aterro, projecto que foi alvo do EIA e deverá ter o seu arranque operacional em 2010, é esperado que os volumes de água de infiltrações venham a diminuir dado que o volume de água armazenado também irá ser gradualmente menor, reduzindo-se ainda mais os caudais das ressurgências.

Em 2009 foi tomada a decisão de implementar medidas de captação de todas as águas de infiltração que escorrem pelo Barranco das Lages, quantidades inferiores a 300 l/h. Assim em 2010 será implantado o projecto de recolha de água de infiltração com bombagem para a barragem do Cerro do Lobo. Após a implementação desta medida será estudada a necessidade de recuperação/reabilitação do Barranco das Lages.

V.2.1.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

Sendo o segundo relatório não são apresentadas ainda propostas de alteração de revisão.

V.2.2 –Ribeira de Oeiras

V.2.2.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Verifica-se a existência de impactes (químicos e biológicos) na zona mais próxima da descarga do efluente, estes impactes vão diminuindo à medida que se afasta para jusante da descarga e são causados pelas concentrações elevadas em sulfatos e compostos azotados.

A Somincor tem vindo nos últimos anos a suspender a descarga do efluente sempre que possível e tendo em atenção o balanço hídrico do aterro de resíduos-rejeitados, evitando a descarga nos períodos em que não exista caudal na ribeira (que se caracteriza por caudais torrenciais), de forma a minimizar os impactes.

V.2.2.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas

Verifica-se a existência de impactes na ribeira de Oeiras devido à descarga do efluente industrial tratado, embora a Somincor reduza ao mínimo possível a sua descarga, esta medida não é só por si suficiente, pelo que a Somincor tem vindo nos últimos anos a suspender a descarga do efluente sempre que possível e tendo em atenção o balanço hídrico do aterro de resíduos-rejeitados, evitando a descarga nos períodos em que não exista caudal na ribeira, de forma a minimizar os impactes. A Somincor tomou a decisão de implementação, sempre que seja possível, em função das condições hidrológicas e meteorológicas, a descarga zero, com a reutilização máxima de água no processo produtivo; para a prossecução desta medida será necessária a construção de uma nova barragem para retenção da água residual, já prevista no projecto pasta, que deverá estar

operacional em 2011/2012, pelo que se pretende ter em curso a descarga zero no ano 2012.

V.2.2.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

Sendo o segundo relatório não são apresentadas ainda propostas de alteração de revisão.

V.2.3 –Rio Guadiana

V.2.3.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Não são identificados impactes causados pela descarga do efluente na ribeira de Oeiras que é afluente do Guadiana.

V.2.3.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas

Não aplicável.

V.2.3.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

Não aplicável.

V.2.4 –Efluente Industrial Tratado

V.2.4.1 – Síntese da avaliação de impactes objecto de monitorização e da eficácia das medidas adoptadas para prevenir ou reduzir os impactes objecto de monitorização

Verifica-se que os parâmetros relacionados com os compostos azotados têm estado acima dos valores limites de emissão.

No caso dos sulfatos, embora estejam de acordo com os valores limites de emissão, a sua descarga num curso de água de caudal torrencial e de pequena expressão como a ribeira de Oeiras provoca impacte nesta e leva a não conformidades com o valor legislado para a qualidade das águas superficiais, com impacte na ecologia, já que não existe nalguns períodos qualquer factor de diluição significativa.

V.2.4.2 – Proposta de novas medidas de mitigação e ou alteração ou desactivação de medidas já adoptadas

Em 2009 a Somincor iniciou a substituição dos explosivos mais utilizados na mina (ANFO) por explosivos em emulsões, pelo que já em 2009 se registou uma redução ligeira no teor de nitratos no efluente industrial tratado. Espera-se que com a substituição total dos explosivos por emulsões se atinjam níveis de nitratos (e outros compostos azotos) significamente reduzidos, abaixo dos limites legislados.

Do estudo efectuado em 2008 para alteração do processo de tratamento do próprio efluente, no sentido de reduzir sulfatos, metais e eventualmente os compostos azotados, conclui-se que não é possível reduzir mais estes parâmetros, nomeadamente os sulfatos, uma vez que a mina é rica em sulfuretos.

V.2.4.3 – Proposta de revisão dos programas de monitorização e da periodicidade dos futuros relatórios de monitorização

Sendo o segundo relatório não são apresentadas ainda propostas de alteração de revisão.

Em suma, existem não conformidades com os valores limites de emissão no relativo aos compostos azotados no efluente industrial tratado, estando já a decorrer alterações na qualidade dos explosivos utilizados na mina, de forma a reduzir estas não conformidades. Relativamente aos teroes elevados em sulfatos do estudo de optimização para redução de parâmetros no efluente industrial tratado pode-se concluir que não é possível reduzir mais este parâmetro, uma vez que a mina é rica em sulfuretos, que naturalmente original sulfatos.

Verifica-se a existência de impactes na ribeira de Oeiras devido à descarga do efluente industrial tratado, embora a Somincor reduza ao mínimo possível a sua descarga, esta medida não é só por si suficiente, pelo que a Somincor tem vindo nos últimos anos a suspender a descarga do efluente sempre que possível e tendo em atenção o balanço hídrico do aterro de resíduos-rejeitados, evitando a descarga nos períodos em que não exista caudal na ribeira, de forma a minimizar os impactes. A Somincor tomou a decisão de implementação, sempre que seja possível, em função das condições hidrológicas e meteorológicas, a descarga zero, com a reutilização máxima de água no processo produtivo; para a prossecução desta medida será necessária a construção de uma nova barragem para retenção da água residual, já prevista no projecto pasta, que deverá estar operacional em 2011/2012, pelo que se pretende ter em curso a descarga zero no ano 2012.

A Somincor mantém activo um programa de monitorização dos projectos apresentados a EIA e já concluídos e um acompanhamento sistemático nos projectos ainda em fase de implementação, de forma a definir medidas de minimização dos impactes ambientais nestes projectos.

VI - Anexos

ANEXO 1

ÍNDICE

ÍNDICE

TEXTO

Pág.

1 - INTRODUÇÃO 1
2 - DESCRIÇÃO DA INSPECÇÃO VISUAL DE ESPECIALIDADE 3
2.1 - INTRODUÇÃO 3
2.2 - PORTELA MD 3
2.3 - CORPO PRINCIPAL E PORTELA DO CORPO PRINCIPAL 4
2.4 - PORTELA ME1 6
2.5 - PORTELA ME2 E BARRAGEM DO MONTE BRANCO 7
2.6 - ÓRGÃOS HIDRÁULICOS 9
2.7 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO 9
3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 11

ANEXOS

1 - Ficha de inspecção visual de especialidade (11 páginas)
2 - Fichas fotográficas (23 páginas)

TEXTO

1 - INTRODUÇÃO

Dando cumprimento ao exposto na legislação em vigor, Decreto-lei nº 344/2007 de 15 de Outubro – "Regulamento de Segurança de Barragens" (RSB) – e Portaria nº 846/93 de 10 de Setembro – "Normas de Projecto de Barragens" (NPB), e tal como especificado no Plano de Observação, foi realizada, no dia 27 de Maio de 2009, a inspecção visual de especialidade à Barragem do Cerro do Lobo.

A inspecção visual de especialidade foi efectuada pelos responsáveis pela análise do comportamento da barragem, Eng^{os} Mateus de Brito, Manuel Romeiro e Gonçalo Tavares, da Cenorgeo, acompanhados pela Técnica Responsável pela Exploração, Drª Mafalda Oliveira e pela Engª Susana Gonçalves, ambas da SOMINCOR.

Durante a visita de inspecção foi preenchida a ficha de inspecção visual de especialidade, constante do plano de observação[1], que se apresenta no Anexo 1.

Foi, ainda, realizada uma reportagem fotográfica que serviu de base à elaboração das fichas fotográficas que se apresentam no Anexo 2, e que abrangem os aspectos mais relevantes da inspecção visual, com comentários detalhados.

No presente documento relatam-se os aspectos mais relevantes relativos ao comportamento da barragem e respectivos órgãos hidráulicos, observados durante a inspecção visual de especialidade.

Serviu de base à elaboração deste documento o estudo elaborado pela Cenorgeo, em Abril de 2009, relativo à análise dos elementos existentes referentes à observação e análise do comportamento da barragem[2].

[1] Hidroprojecto (2006, Julho). SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo, S.A. Barragem de Cerro do Lobo. Elaboração de Estudos Referentes ao Plano de Observação e Potencial Rotura da Barragem do Cerro do Lobo. Plano de Observação

[2] Cenorgeo (2009, Abril) SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo, S.A. Barragem de Cerro do Lobo. Observação Anual e Análise do Comportamento. Análise dos elementos existentes

É de salientar que a última inspecção visual de especialidade foi realizada na 3ª fase de construção, em Abril de 2003, pela Hidroprojecto.

É, ainda, de referir que o último alteamento da barragem foi concluído em Outubro de 2005 estando ainda em curso a subida dos níveis de água e de rejeitados na albufeira, verificando-se que da subida total do NPA de 3,0 m (da cota 250,50 m para a cota 253,50 m) já se verificou uma subida de 2,23 m.

2 - DESCRIÇÃO DA INSPECÇÃO VISUAL DE ESPECIALIDADE

2.1 - INTRODUÇÃO

Nos capítulos seguintes faz-se a descrição detalhada dos aspectos mais relevantes relativos à barragem, aos órgãos hidráulicos e aos equipamentos de observação, observados durante a inspecção visual de especialidade.

À data da inspecção visual, o tempo apresentava-se seco e a temperatura elevada. O nível da albufeira encontrava-se cerca da cota 252,73 m, ou seja, cerca de 0,77 m abaixo do NPA.

De uma forma geral a barragem, os órgãos hidráulicos e os dispositivos de observação apresentam um bom estado de conservação. Pontualmente, verifica-se, na albufeira, a existência de algumas "ilhas" de rejeitados não submersos.

2.2 - PORTELA MD

São de salientar os seguintes aspectos, relativamente ao estado actual da portela MD:

- o pavimento do coroamento, constituído por um revestimento de tout-venant de pedreira e por um revestimento superficial betuminoso simples para estabilização do tout-venant, apresenta alguns sinais de degradação resultante da circulação de veículos, sendo que pontualmente se observam alguns buracos;

- o coroamento apresenta um bom nivelamento visual, com pendente para montante, não tendo sido detectados assentamentos significativos (Fotografia 1);

- o revestimento em enrocamento do paramento de montante apresenta um bom estado de conservação, não se observando sinais de erosão e arrastamento por acção das ondas na albufeira (Fotografia 2);

- o revestimento em enrocamento do paramento de jusante apresenta, também, um bom estado de conservação, não sendo visíveis sinais de assentamentos (Fotografias 1 e 3);

- cerca do pk 0+370, numa zona muito localizada, observam-se sinais de oxidação do enrocamento no pé do talude de jusante (Fotografia 3); no entanto, à data da inspecção, a zona em causa apresentava-se seca. Este fenómeno deverá estar associado a águas da chuva que se infiltram no paramento da barragem ou a passagens de água, através do maciço de fundação, que não são captadas na vala de intersecção do tapete drenante (a mancha de oxidação localiza-se no limite do tapete drenante e da vala);

- as valetas de drenagem no pé do talude de jusante, encontram-se limpas e apresentam um bom estado de conservação;

- ao longo do pé do talude de jusante existe alguma vegetação rasteira, sem que contudo esteja associada a zonas húmidas (Fotografias 3 e 4);

- muito pontualmente, nos paramentos da portela, observa-se a fragmentação dos blocos de xisto dos enrocamentos de protecção; no entanto, sendo os enrocamentos constituídos, fundamentalmente, por blocos de grauvaque este aspecto não compromete o adequado comportamento dos enrocamentos de protecção.

2.3 - CORPO PRINCIPAL E PORTELA DO CORPO PRINCIPAL

São de salientar os seguintes aspectos, relativamente ao estado actual do corpo principal e da portela do corpo principal:

- o pavimento do coroamento, apresenta alguns sinais de degradação resultante da circulação de veículos, formando-se depressões nas zonas de circulação (Fotografia 7);

- o coroamento apresenta um bom nivelamento visual, com pendente para montante, não tendo sido detectados assentamentos significativos (Fotografia 7);

- o revestimento em enrocamento do paramento de montante apresenta um bom estado de conservação, não se observando sinais de erosão e arrastamento por acção das ondas na albufeira (Fotografia 6);

- o revestimento em enrocamento do paramento de jusante apresenta, também, um bom estado de conservação, não sendo visíveis sinais de assentamentos (Fotografias 5 e 12);

- as valetas de drenagem no pé do talude de jusante, encontram-se limpas e apresentam um bom estado de conservação;

- o bom nivelamento das banquetas do paramento de jusante do corpo principal é, também, evidência do adequado comportamento do paramento de jusante (Fotografia 5); apenas na banqueta superior (cota 245,0 m) existe uma ligeira depressão no alinhamento de montante, mas associada a circulação de equipamentos para a instalação de dispositivos de observação;

- ao longo do pé do talude de jusante existe alguma vegetação rasteira, sem que contudo esteja associada a zonas húmidas (Fotografia 5);

- muito pontualmente, em ambos os paramentos, observa-se a fragmentação dos blocos de xisto dos enrocamentos de protecção; no entanto, sendo os enrocamentos constituídos, fundamentalmente, por blocos de grauvaque este aspecto não compromete o adequado comportamento dos enrocamentos de protecção;

- a cerca de 90 m a jusante do pé do talude do corpo principal, junto aos piezómetros PCL-11 e PCL-12 (pk 0+740), observa-se uma ressurgência de águas ricas em sulfatos (Fotografias 9 e 10); a ressurgência é localizada, estando a acumulação de água também associada ao artesianismo dos piezómetros; estas águas encaminham-se graviticamente para a linha de água;

- na secção da linha de água junto à vedação, há acumulação de águas contaminadas, sendo visível a precipitação de sulfatos (Fotografias 9 e 11); actualmente as águas contaminadas encaminham-se para o terreno vizinho;

- cerca de 3,0 m a jusante do pé do talude de jusante da portela do corpo principal, aproximadamente ao pk 1+185, observa-se uma zona húmida, com precipitação de sulfatos, provavelmente associada a passagem de água pela fundação; na mesma zona também existe acumulação de água na valeta de pé do talude (Fotografia 13);

- a Este do poço IBR16, foi observada uma zona húmida, alimentada por água que percola através da fundação da barragem. Esta zona tem já uma dimensão significativa e mantém-se durante os períodos secos (Fotografia 14); mais a jusante, na vala existente, escavada no terreno natural, para encaminhamento de águas para o IBR23 também se verifica o aparecimento de água e a precipitação de sulfatos;

- nas imediações do poço IBR27A, a cerca de 130 m a jusante do aterro, também se observa o aparecimento de água na fossa de recepção localizada imediatamente a jusante das valas de drenagem associadas ao referido poço (Fotografia 15). A circulação de água propaga-se para jusante para o terreno vizinho.

2.4 - PORTELA ME1

São de salientar os seguintes aspectos, relativamente ao estado actual da portela ME1:

- o pavimento do coroamento, constituído por um revestimento de tout-venant de pedreira e por um revestimento superficial betuminoso simples para estabilização do tout-venant, apresenta alguns sinais de degradação resultante da circulação de veículos, sendo que pontualmente se observam alguns buracos;

- o coroamento apresenta um bom nivelamento visual, com pendente para montante, não tendo sido detectados assentamentos significativos;

- o revestimento em enrocamento do paramento de montante apresenta um bom estado de conservação, não se observando sinais de erosão e arrastamento por acção das ondas na albufeira (Fotografia 19);

- o revestimento em enrocamento do paramento de jusante apresenta, também, um bom estado de conservação, não sendo visíveis sinais de assentamentos (Fotografia 16);

- as valetas de drenagem no pé do talude de jusante, encontram-se limpas e apresentam um bom estado de conservação;

- ao longo do pé do talude de jusante existe alguma vegetação rasteira, sem que contudo esteja associada a zonas húmidas;

- muito pontualmente, nos paramentos da portela, observa-se a fragmentação dos blocos de xisto dos enrocamentos de protecção; no entanto, sendo os enrocamentos constituídos, fundamentalmente, por blocos de grauvaque este aspecto não compromete o adequado comportamento dos enrocamentos de protecção;

- junto ao pé do talude de jusante, no alinhamento dos piezómetros PCL-13 e PCL-14, observa-se uma pequena zona húmida, apesar de nesta zona existir uma vala de intersecção associada ao tapete drenante;

- na fossa de recepção de emergência Nº 3 verifica-se a acumulação de água proveniente da ressurgência ocorrente a jusante da barragem, na margem direita da portela ME2A (Fotografia 17); a água é encaminhada para esta fossa através de uma vala escavada no terreno natural, localizada junto à vedação; apesar da existência desta vala, há passagem de águas contaminadas para o terreno vizinho.

2.5 - PORTELA ME2 E BARRAGEM DO MONTE BRANCO

São de salientar os seguintes aspectos, relativamente ao estado actual da portela ME2 e da Barragem do Monte Branco:

- o pavimento do coroamento, apresenta alguns sinais de degradação resultante da circulação de veículos, formando-se depressões nas zonas de circulação;

- o coroamento apresenta um bom nivelamento visual, com pendente para montante, não tendo sido detectados assentamentos significativos (Fotografia 20);

- o revestimento em enrocamento do paramento de montante apresenta um bom estado de conservação, não se observando sinais de erosão e arrastamento por acção das ondas na albufeira (Fotografia 20a);

- o revestimento em enrocamento do paramento de jusante da portela ME2 apresenta um bom estado de conservação, não sendo visíveis sinais de assentamentos; também o enrocamento do paramento de jusante da Barragem do Monte Branco (lado da albufeira do Monte Branco) apresenta um bom estado de conservação, não se observando sinais de erosão e arrastamento por acção das ondas na albufeira (Fotografia 20b);

- as valetas de drenagem no pé do talude de jusante, encontram-se limpas e apresentam um bom estado de conservação;

- a jusante da portela ME2A (cerca do pk 2+200, na zona da fossa de recepção Nº 4) existem ressurgências, verificando-se a presença permanente de água na vala existente junto à vedação (Fotografia 18); esta água é encaminhada para a fossa de recepção Nº 3, localizada a jusante da portela ME1; apesar da existência da vala, há alguma passagem de água para jusante, para o terreno vizinho;

- a jusante da portela ME2B (cerca do pk 2+800), a uma distância superior a 100 m do pé do talude, nas valas escavadas para a execução da plataforma do espessador de lamas e para jusante destas valas observam-se algumas ressurgências, resultantes de percolação de água através da fundação;

- a zona de inserção do poço IBR31 não apresenta sinais de assentamentos, quer ao nível do coroamento, quer ao nível do talude (Fotografia 20c).

2.6 - ÓRGÃOS HIDRÁULICOS

Os órgãos hidráulicos existentes na barragem apresentam um bom estado de conservação.

O descarregador de cheias situa-se na barragem do Monte Branco no lado Nascente.

O betão dos muros ala e da soleira do descarregador de cheias não apresenta sinais de deterioração. A zona de entrada do descarregador encontra-se desimpedida (Fotografia 21a), apesar de existir alguma vegetação rasteira, e na zona de restituição, o enrocamento de protecção apresenta um estado de conservação aceitável, não se verificando arraste de material para jusante (Fotografia 21b).

A descarga auxiliar, constituída por uma descarga em sifão, situa-se no encontro direito do corpo principal.

À data da inspecção o dispositivo de descarga auxiliar (sifão) não foi testado, dado não haver autorização do INAG para efectuar descargas para a linha de água.

2.7 - DISPOSITIVOS DE OBSERVAÇÃO

Os dispositivos de observação da barragem e as respectivas caixas de protecção apresentam um bom estado de conservação, estando todos devidamente identificados (Fotografais 22 e 23).

À data da visita não foram efectuadas leituras dos dispositivos de observação, uma vez que já tinha sido efectuada a campanha de leituras do mês de Maio.

Segundo informações fornecidas pela SOMINCOR, actualmente, apenas se encontra instalada a escala limnimétrica junto à barragem do Monte Branco.

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral a barragem apresenta um adequado nível de manutenção, não havendo a salientar qualquer anomalia que comprometa o adequado comportamento, quer dos aterros, quer dos órgãos hidráulicos, quer, ainda, dos dispositivos de observação.

É de salientar que desde a última visita de inspecção foi realizado o alteamento da barragem, tendo o nível de água na albufeira subido 2,23 m dos 3,0 m correspondentes à subida do NPA da 3ª para a 4ª fase de construção.

Consequência deste aumento do nível de água na albufeira é a existência de algumas ressurgências a jusante dos aterros, associadas à percolação de água através da fundação, que poderão implicar a execução de novas obras de captação e de bombagem, dada a composição química destas águas. Esta situação é mais premente nas zonas onde há contaminação dos terrenos vizinhos.

Ao nível do coroamento da barragem poderá ser necessário proceder à reparação do pavimento se a sua degradação, devida à circulação de veículos pesados, continuar a evoluir. Desta forma a evitar-se-á a acumulação de águas pluviais e a consequente infiltração destas para o interior dos aterros.

Lisboa, 16 de Julho de 2009

José A. Mateus de Brito
(Engenheiro Civil)
(Especialista em Geotecnia O.E.)
(Insc. na O.E. sob o nº 10425)

Manuel J. Romeiro
(Engenheiro de Minas)
(Insc. na O.E. sob o nº 35802)

Gonçalo N. dos Santos Tavares
(Engenheiro Civil)
(Insc. na O.E. sob o nº 59573)

ANEXOS

FICHA DE INSPECÇÃO VISUAL DE ESPECIALIDADDE

Data de inspecção:	27-05-2009	Inspecção efectuada por	
Leitura de dispositivos (S/N):	N	- Geotecnia:	Engos Mateus de Brito, Manuel Romeiro e Gonçalo Tavares
Nível da albufeira:	252,73 m	- Estruturas Hidráulicas:	
Estado do tempo:		- Equipamento:	
- à data da inspecção:	Seco, temperatura elevada	- Outros:	Drª Mafalda Oliveira (Técnico Responsável) e Engª Susana Gonçalves - SOMINCOR
- na semana anterior:	Seco, temperatura elevada		

I – ALBUFEIRA

Topografia das margens:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Vegetação rasteira abundante
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosão e ravinamentos:	Não detectados no terreno natural; observam-se alguns ravinamentos na célula de teste de deposição em pasta, junto à portela MD
Perdas de água:	Não detectadas
Caudal sólido:	Não detectado
Qualidade da água:	A qualidade da água da albufeira não sofreu alterações relativamente ao seu estado normal
Observações:	Pontualmente, verifica-se, na albufeira, a existência de algumas “ilhas” de rejeitados não submersos

II – PORTELA MD

II.1 – Encontros e inserção da barragem na fundação

ENCONTRO DIREITO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO DIREITO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ZONA CENTRAL DO VALE	
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira no pé do talude
Assentamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ENCONTRO ESQUERDO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO ESQUERDO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Alguns sinais, pontuais, de oxidação do enrocamento, apesar de não existirem zonas húmidas. A oxidação do enrocamento deverá estar associado a águas da chuva
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Não existe valeta
Observações:	-

II.2 – Corpo da barragem

COROAMENTO	
Estado do revestimento:	Alguma degradação associada à circulação de veículos
Vegetação:	Vegetação rasteira, muito esparsa
Fissuras / fendas:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado (bom alinhamento dos pilaretes de protecção a jusante)
Outras deteriorações:	Não detectado
Observações:	-
PARAMENTO DE MONTANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Inexistente
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Estabilidade de taludes:	Sem sinais de instabilidade
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	O paramento apenas se encontra emerso acima da cota 252,73 m (cota do coroamento 255,00 m
PARAMENTO DE JUSANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira no pé do talude
Fissuras / fendas:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Zonas húmidas:	Alguns sinais, pontuais, de oxidação do enrocamento junto ao pé do talude, apesar de não existirem zonas húmidas. A oxidação do enrocamento deverá estar associado a águas da chuva
Ressurgências:	Não detectado
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	-

II.3 - Sistema de observação

Marcas topográficas:	Bom estado de conservação
Marcas de referência:	Bom estado de conservação
Piezómetros hidráulicos:	Bom estado de conservação
Piezómetros pneumáticos:	Bom estado de conservação
Poços de drenagem/bombagem:	Bom estado de conservação

III – CORPO PRINCIPAL E PORTELA DO CORPO PRINCIPAL

III.1 – Encontros e inserção da barragem na fundação

ENCONTRO DIREITO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO DIREITO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ZONA CENTRAL DO VALE	
Vegetação:	Vegetação rasteira esparsa
Assentamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Detectadas zonas húmidas a jusante do pé da portela do corpo principal a cerca de 100 m para a Este e a cerca de 20 m para Oeste do poço IBR16
Ressurgências:	Foi detectada uma ressurgência junto aos piezómetros PCL-11 e PCL-12 (pk 0+740, cerca de 40 m a jusante do pé do corpo principal), onde também é visível o aparecimento de água associada ao artesianismo dos piezómetros
Estado da drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	Na linha de água, junto ao limite da propriedade da SOMINCOR, verifica-se a acumulação de água contaminada, com precipitação de sulfatos
ENCONTRO ESQUERDO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO ESQUERDO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Vegetação rasteira esparsa
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	Na zona do IBR27A verifica-se o aparecimento de água a jusante das valas de drenagem

III.2 – Corpo da barragem

COROAMENTO	
Estado do revestimento:	Alguma degradação associada à circulação de veículos
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado (bom alinhamento dos pilaretes de protecção a jusante)
Outras deteriorações:	Não detectado
Observações:	-
PARAMENTO DE MONTANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Inexistente
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Estabilidade de taludes:	Sem sinais de instabilidade
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	O paramento apenas se encontra emerso acima da cota 252,73 m (cota do coroamento 255,00 m)
PARAMENTO DE JUSANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Banqueta à cota (245,0)	
- Nivelamento:	Bom nivelamento; existe uma ligeira depressão no alinhamento de montante, mas associada a circulação de equipamentos para a instalação de dispositivos de observação
- Vegetação:	Sem vegetação
Banqueta à cota (235,0)	
- Nivelamento:	Bom nivelamento
- Vegetação:	Sem vegetação
Banqueta à cota (225,0)	
- Nivelamento:	Bom nivelamento
- Vegetação:	Sem vegetação
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	-

III.3 - Sistema de observação

Marcas topográficas:	Bom estado de conservação
Marcas de referência:	Bom estado de conservação
Inclinómetros:	Bom estado de conservação
Piezómetros hidráulicos:	Bom estado de conservação
Piezómetros pneumáticos:	Bom estado de conservação
Poços de drenagem/bombagem:	Bom estado de conservação
Acelerógrafos:	Bom estado de conservação

IV – PORTELA ME1

IV.1 – Encontros e inserção da barragem na fundação

ENCONTRO DIREITO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO DIREITO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ZONA CENTRAL DO VALE	
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Assentamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Observa-se uma zona húmida junto ao pé do talude de jusante, no alinhamento dos piezómetros PCL-13 e PCL-14
Ressurgências:	Não detectado
Estado da drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	Na fossa de recepção Nº3 há acumulação de água proveniente da ressurgência ocorrente a jusante da barragem, na margem direita da ME2A
ENCONTRO ESQUERDO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO ESQUERDO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Observa-se o aparecimento de água na vala existente junto a vedação; esta água circula através da fundação
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-

IV.2 – Corpo da barragem

COROAMENTO	
Estado do revestimento:	Alguma degradação associada à circulação de veículos
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado (bom alinhamento dos pilaretes de protecção a jusante)
Outras deteriorações:	Não detectado
Observações:	-
PARAMENTO DE MONTANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Inexistente
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Estabilidade de taludes:	Sem sinais de instabilidade
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	O paramento apenas se encontra emerso acima da cota 252,73 m (cota do coroamento 255,00 m)
PARAMENTO DE JUSANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Banqueta à cota (245,0)	
- Nivelamento:	Bom nivelamento
- Vegetação:	Sem vegetação
Outras deteriorações:	-
Observações:	-

IV.3 - Sistema de observação

Marcas topográficas:	Bom estado de conservação
Marcas de referência:	Bom estado de conservação
Piezómetros hidráulicos:	Bom estado de conservação
Piezómetros pneumáticos:	Bom estado de conservação
Poços de drenagem/bombagem:	Bom estado de conservação

V – PORTELA ME2 E BARRAGEM DO MONTE BRANCO

V.1 – Encontros e inserção da barragem na fundação

ENCONTRO DIREITO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO DIREITO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	A jusante da portela ME2A (cerca do pk 2+200, na zona da fossa de recepção Nº 4) existem ressurgências, verificando-se a presença permanente de água na vala existente junto à vedação; esta água é encaminhada para a fossa de recepção Nº 3, localizada a jusante da portela ME1; há, ainda, alguma passagem de água para jusante desta vala
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ZONA CENTRAL DO VALE	
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Assentamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	No vale a jusante do poço IBR26 observam-se algumas ressurgências, resultantes da percolação de água através do maciço de fundação
Estado da drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-
ENCONTRO ESQUERDO / MONTANTE	
Topografia:	-
Ocupação:	-
Vegetação:	-
Instabilidade de taludes:	-
Erosões e ravinamentos:	-
Observações:	Na zona emersa do talude não foram detectadas quaisquer anomalias
ENCONTRO ESQUERDO / JUSANTE	
Topografia:	Suave
Ocupação:	Sem ocupação
Vegetação:	Alguma vegetação rasteira
Instabilidade de taludes:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Estado da valeta de drenagem:	Limpa e com bom estado de conservação
Observações:	-

V.2 – Corpo da barragem

COROAMENTO	
Estado do revestimento:	Alguma degradação associada à circulação de veículos
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado (bom alinhamento dos pilaretes de protecção a jusante)
Outras deteriorações:	Não detectado
Observações:	-
PARAMENTO DE MONTANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Inexistente
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Estabilidade de taludes:	Sem sinais de instabilidade
Outras deteriorações:	Muito pontualmente verifica-se a fragmentação dos blocos de xisto do enrocamento de protecção
Observações:	O paramento do lado da albufeira o Cerro do Lobo apenas se encontra emerso acima da cota 252,73 m (cota do coroamento 255,00 m)
PARAMENTO DE JUSANTE	
Estado do revestimento:	Bom estado de conservação
Vegetação:	Sem vegetação
Fissuras / fendas:	Não detectado
Erosões e ravinamentos:	Não detectado
Assentamentos:	Não detectado
Movimentos horizontais:	Não detectado
Zonas húmidas:	Não detectado
Ressurgências:	Não detectado
Outras deteriorações:	-
Observações:	-

V.3 - Sistema de observação

Marcas topográficas:	Bom estado de conservação
Marcas de referência:	Bom estado de conservação
Piezómetros hidráulicos:	Bom estado de conservação
Piezómetros pneumáticos:	Bom estado de conservação
Poços de drenagem/bombagem:	Bom estado de conservação

FICHAS FOTOGRÁFICAS

Fotografia 1 – Portela MD. Vista geral a partir da margem direita

2009.05.27

Observa-se o bom estado de conservação do enrocamento do paramento de jusante. Observa-se, ainda, a vegetação muito esparsa existente no coroamento.

Do lado direito da fotografia observa-se a marca de referência MD2, devidamente evidenciada.

Fotografia 2 – Portela MD. Vista do paramento de montante

2009.05.27

Observa-se o bom estado de conservação do enrocamento do paramento de montante. A zona do talude com coloração mais acastanhada é decorrente do contacto com a água da albufeira, sem que, no entanto, se verifique a deterioração do enrocamento de protecção.

Fotografia 3 – Portela MD. Vista do paramento de jusante, a partir da margem esquerda

2009.05.27

Observam-se sinais de oxidação do enrocamento de protecção no pé do talude, apesar de não existirem zonas húmidas. Estas manchas de oxidação estendem-se para jusante, decorrente do escoamento de águas superficiais, levando a supor que este fenómeno esteja associado a águas da chuva que se infiltram no paramento da barragem.

Observa-se, ainda, a vegetação rasteira existente ao longo do pé do talude.

Fotografia 4 – Portela MD. Vista para jusante

2009.05.27

Observa-se, em primeiro plano, o poço de captação IBR25.

A jusante do aterro não foram detectadas evidências de ressurgências.

A zona mais plana a jusante do poço IBR25 era a zona de restituição do descarregador de cheias da 1ª fase da barragem.

Fotografia 5 – Corpo principal. Vista geral do paramento de jusante, a partir da margem direita

2009.05.27

Observa-se a vegetação rasteira existente ao longo do pé do talude.

A uniformidade do enrocamento de protecção é indicadora do bom estado de conservação do enrocamento e permite verificar a inexistências de assentamentos no aterro.

Fotografia 6 – Corpo principal. Vista do paramento de montante

2009.05.27

Observa-se o bom estado de conservação do enrocamento do paramento de montante. A zona do talude com coloração mais acastanhada é decorrente do contacto com a água da albufeira, sem que, no entanto, se verifique a deterioração do enrocamento de protecção.

Fotografia 7 – Corpo principal. Vista do coroamento do aterro

2009.05.27

Observa-se alguma deterioração do revestimento da estrada do coroamento da barragem, resultante da circulação intensa de veículos. Há zonas pontuais onde se observam alguns buracos no pavimento.

À data da inspecção, em virtude do tempo se apresentar seco, não se verificava acumulação de água no pavimento. No entanto, esta situação poderá verificar-se em algumas zonas do coroamento, onde este se apresenta mais degradado.

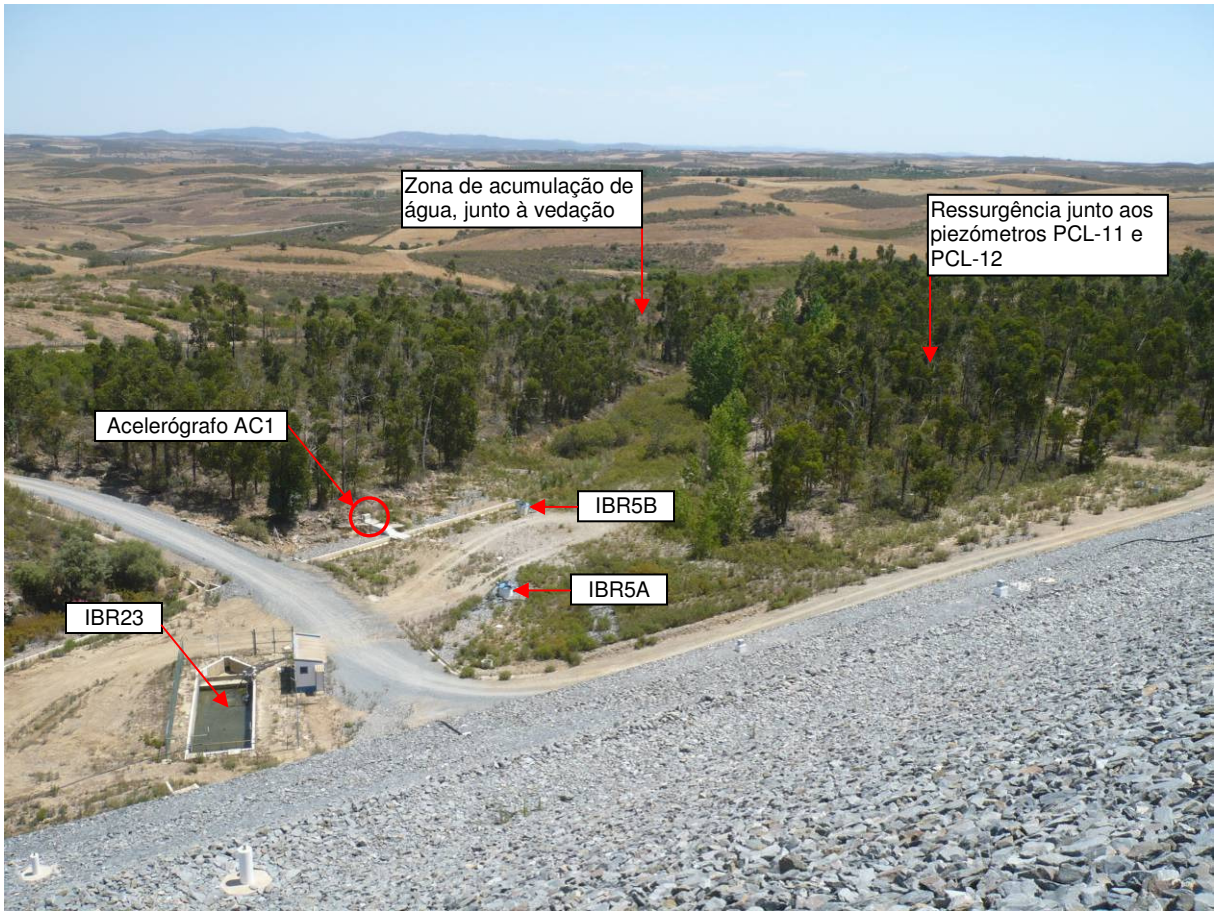
Verifica-se, ainda, o bom alinhamento dos pilaretes de protecção a jusante, evidenciando que não se verificam deslocamentos significativos ao nível do coroamento, do lado de jusante.

Fotografia 8 – Corpo principal. Vista do encontro esquerdo, a partir do fundo do vale

2009.05.27

Observa-se o bom estado de conservação da valeta de drenagem, junto ao pé do talude.

Em primeiro plano observa-se o poço de drenagem IBR5.



Fotografia 9 – Corpo principal. Vista da linha de água para jusante

2009.05.27

Observam-se os poços de drenagem IBR23, IBR5A e IBR5B.

Assinala-se na figura a localização aproximada da zona de acumulação de água junto à vedação e da ressurgência junto aos piezómetros PCL-11 e PCL-12.

Indica-se ainda a localização do acelerógrafo AC1.

Fotografia 10 – Corpo principal. Ressurgência existente junto aos piezómetros PCL-11 e PCL-12

2009.05.27

Na zona onde se observa a ressurgência existe alguma precipitação de sulfatos.

Para além da água proveniente da ressurgência, é também visível o aparecimento de água associada ao artesianismo dos piezómetros.

Esta ressurgência já havia sido identificada na visita efectuada em 31 Março de 2008, pelo Engº Manuel Romeiro, da Cenorgeo, e pela Drª Mafalda Oliveira, da SOMINCOR.

Fotografia 11 – Corpo principal. Zona de acumulação de água junto à vedação

2009.05.27

Imediatamente a jusante do medidor de caudais, que se observa na fotografia, a água acumula-se formando-se uma zona pantanosa, onde se observa a precipitação de sulfatos.

Existe passagem de água contaminada para o terreno vizinho.

VI – ÓRGÃOS HIDRÁULICOS ANEXOS

DESCARREGADOR DE CHEIAS	
Estado geral:	Bom estado de conservação
Nivelamento e alinhamento da soleira:	Bom nivelamento
Fendas e fissuras:	Não detectado
Alterações químicas do betão:	Não detectado
Passagens de água através do betão:	Não detectado
Estado das juntas (movimentos, passagens de água):	Bom estado de conservação
Alinhamento dos muros:	Bom alinhamento
Estado do enrocamento de protecção do canal:	O enrocamento apresenta um estado de conservação aceitável, não se verificando arraste de material para jusante
Outras deteriorações:	-
Observações:	-
DESCARGA AUXILIAR	
Estado geral:	Bom estado de conservação
Fendas e fissuras:	Não detectado
Alterações químicas do betão:	Não detectado
Passagens de água através do betão:	-
Estado das juntas (movimentos, presença de água):	Bom estado de conservação
Estado dos equipamentos hidromecânicos:	Bom estado de conservação
Outras deteriorações:	-
Observações:	O dispositivo de descarga auxiliar (sifão) não foi testado, dado não haver autorização do INAG para efectuar descargas para a linha de água

NOTAS E OBSERVAÇÕES

Durante a inspecção visual de especialidade não se procedeu à leitura dos dispositivos de observação, dado que já havia sido realizada uma campanha de leitura em Maio de 2009.

Fotografia 12 – Portela do corpo principal. Vista geral a partir de jusante

2009.05.27

Observam-se alguns sinais de deposição de óxidos de ferro a jusante da barragem, provavelmente associados à escorrência de águas da chuva.

A uniformidade do enrocamento de protecção é indicadora do bom estado de conservação do enrocamento e permite verificar a inexistências de assentamentos do aterro.

Observa-se, ainda, o poço de drenagem IBR16.

Fotografia 13 – Portela do corpo principal. Ressurgência junto ao pé do talude, a Oeste do poço IBR16

2009.05.27

Observa-se a deposição de sulfatos junto à zona húmida a jusante do aterro.

A acomulação de água na valeta já havia sido identificada na visita efectuada em 31 Março de 2008, pelo Engº Manuel Romeiro, da Cenorgeo, e pela Drª Mafalda Oliveira, da SOMINCOR. No entanto, a zona húmida a jusante do pé do aterro não tinha sido identificada nessa visita.

Fotografia 14 – Portela do corpo principal. Ressurgência a jusante do pé do talude, a Este do poço IBR16 (vista para jusante)

2009.05.27

Esta ressurgência mantêm-se durante os períodos secos, evidenciando uma alimentação permanente pela água que percola através da fundação.

Observa-se a deposição de sulfatos junto à zona húmida a jusante do aterro.

Esta ressurgência já havia sido identificada na visita efectuada em 31 Março de 2008, pelo Engº Manuel Romeiro, da Cenorgeo, e pela Drª Mafalda Oliveira, da SOMINCOR.

Fotografia 15 – Portela do corpo principal. Ressurgência ocorrente a jusante das valas de drenagem associadas ao IBR27A

2009.05.27

Esta ressurgência mantêm-se durante os períodos secos, evidenciando uma alimentação permanente pela água que percola através da fundação.

Esta ressurgência não foi identificada na visita efectuada em 31 Março de 2008, pelo Engº Manuel Romeiro, da Cenorgeo, e pela Drª Mafalda Oliveira, da SOMINCOR, sendo o seu aparecimento posterior a essa data.

Fotografia 16 – Portela ME1. Vista geral a partir de jusante

2009.05.27

A uniformidade do enrocamento de protecção é indicadora do bom estado de conservação do enrocamento e permite verificar a inexistências de assentamentos do aterro.

Fotografia 17 – Portela ME1. Acumulação de água na fossa de recepção de emergência Nº 3, localizada a jusante do pé do talude

2009.05.27

A água que se acumula nesta vala é proveniente da ressurgência ocorrente a jusante da barragem, na margem direita da portela ME2A. A água é encaminhada para esta fossa através de uma vala escavada no terreno natural, localizada junto à vedação.

a)

b)

Fotografia 18 – Portela ME1/Portela ME2A. Vista da vala existente junto à vedação: a) vista para a portela ME2A; b) vista para a portela ME1

2009.05.27

As águas que escorrem ao longo da vala provêm de ressurgências existentes a jusante da portela ME2A, sendo conduzidas por esta vala até fossa de recepção de emergência Nº 3, localizada a jusante da portela ME1.

Apesar da existência desta vala verifica-se que há passagem de água para jusante desta, para o terreno vizinho.

Esta ressurgência foi identificada na visita efectuada em 31 Março de 2008, pelo Engº Manuel Romeiro, da Cenorgeo, e pela Drª Mafalda Oliveira, da SOMINCOR.

Fotografia 19 – Vista geral do paramento de montante da portela ME1

2009.05.27

Observa-se o bom estado de conservação do enrocamento do paramento de montante. A zona do talude com coloração mais acastanhada é decorrente do contacto com a água da albufeira, sem que, no entanto, se verifique a deterioração do enrocamento de protecção.

a)

b)

c)

Fotografia 20 – Barragem do Monte Branco: a) vista do paramento do lado da albufeira do Cerro do Lobo; b) vista do paramento do lado da albufeira do Monte Branco; c) poço de drenagem IBR31

2009.05.27

Ambos os paramentos da Barragem do Monte Branco apresentam um bom estado de conservação, assim como o poço de drenagem existente no interior do aterro.

a)

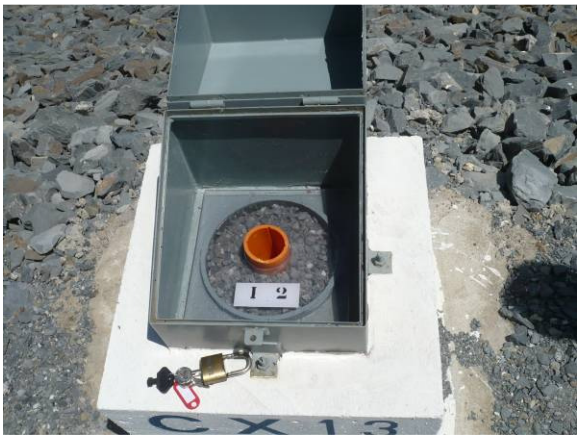
b)

Fotografia 21 – Descarregador de cheias: a) vista para montante; b) vista para jusante

2009.05.27

a)

b)



c)

d)

Fotografia 22 – Dispositivos de observação: a) marca de referência M25; b) marca superficial e taco de nivelamento MS2; c) inclinómetro I2; d) acelerógrafo AC1

2009.05.27

Todos os dispositivos de observação apresentam um bom estado de conservação, assim como as caixas de protecção.

a)

b)

c)

d)

Fotografia 23 – Dispositivos de observação: a) piezómetros hidráulicos PH9 e PH10, instalados no alinhamento de jusante do coroamento do corpo principal; b) piezómetros hidráulicos do tipo LNEC PH26 e PH27; c) caixa de protecção Nº 2 dos piezómetros pneumáticos Pp2 e Pp3; d) central de leitura dos piezómetros pneumáticos do corpo principal

2009.05.27

Todos os dispositivos de observação apresentam um bom estado de conservação, assim como as caixas de protecção.

SOMINCOR
Sociedade Mineira de Neves Corvo, S.A.

BARRAGEM DE REJEITADOS DO CERRO DO LOBO

OBSERVAÇÃO ANUAL E ANÁLISE DO COMPORTAMENTO

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA BARRAGEM

Novembro 2009

enorgeo

ÍNDICE

ÍNDICE

TEXTO

Pág.

1 - INTRODUÇÃO 1
2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DA OBSERVAÇÃO 3
2.1 - INTRODUÇÃO 3
2.2 - DADOS METEOROLÓGICOS 4
2.3 - DADOS DA PRODUÇÃO 4
2.4 - NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS NO ATERRO E NA FUNDAÇÃO 5
2.4.1 - Considerações gerais 5
2.4.2 - Piezómetros hidráulicos e piezómetros pneumáticos 6
2.4.3 - Piezómetros PCL 9
2.5 - CAUDAIS DE PERCOLAÇÃO 11
2.6 - DESLOCAMENTOS SUPERFICIAS 14
2.6.1 - Considerações gerais 14
2.6.2 - Assentamentos (altimetria) 15
2.6.3 - Deslocamentos horizontais (planimetria) 16
2.7 - DESLOCAMENTOS INTERNOS 17
2.8 - REGISTOS SISMOLÓGICOS 19
3 - COMPORTAMENTO DA BARRAGEM 21

ANEXOS

1 - Dados meteorológicos da estação do monte branco (2 páginas)
2 - Dados da produção (1 página)
3 - Níveis piezométricos no aterro e na fundação (53 páginas)
4 - Caudais de percolação (10 páginas)
5 - Deslocamentos superficiais – Assentamentos (7 páginas)

6 - Deslocamentos superficiais horizontais (8 páginas)

7 - Deslocamentos internos (8 páginas)

FIGURAS

Figura A – Cotas piezométricas nos perfis PO1 e PO2

Figura B – Cotas piezométricas nos perfis PO3 e PO4

Figura C – Cotas piezométricas no perfil PO5

Figura D – Cotas piezométricas no perfil PO6

Figura E – Cotas piezométricas no perfil PO7

Figura F – Cotas piezométricas no perfil PO8

Figura G – Cotas piezométricas no perfil PO9

Figura H – Cotas piezométricas no perfil PO10

DESENHOS

1 (Cenorgeo 5771) – Planta geral da barragem. Implantação dos perfis de observação. Levantamento hidrográfico

2 (Cenorgeo 5772) – Corpo principal e portela do corpo principal. Planta. Ressurgências. Cotas piezométricas na fundação

3 (Cenorgeo 5773) – Portelas ME1 e ME2A. Planta. Ressurgências. Cotas piezométricas na fundação

TEXTO

1 - INTRODUÇÃO

No seguimento da inspecção visual de especialidade à Barragem do Cerro do Lobo, realizada no dia 27 de Maio de 2009, e da elaboração do respectivo relatório, dando cumprimento ao especificado no Artigo 36º do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB – Decreto-lei nº 344/2007) e no Artigo 40º das Normas de Observação e Inspecção de Barragens (NOIB – Portaria nº 847/93), apresenta-se no presente documento a análise do comportamento e a avaliação da segurança da barragem.

O relatório da inspecção visual de especialidade, designado por "SOMINCOR. Barragem do Cerro do Lobo. Observação Anual e Análise do Comportamento. Inspecção Visual de Especialidade de 2009" foi elaborado, pela Cenorgeo, em Julho de 2009. Neste relatório apresentam-se os aspectos relevantes relativos ao comportamento da barragem e respectivos órgãos hidráulicos, observados durante a referida inspecção visual.

A descrição dos dispositivos de observação instalados na barragem foi apresentada no documento elaborado pela Cenorgeo, em Abril de 2009, intitulado "SOMINCOR. Barragem do Cerro do Lobo. Observação Anual e Análise do Comportamento. Análise dos Elementos Existentes". Neste documento apresentam-se também os principais resultados dos modelos de previsão que constam do projecto de execução da barragem, elaborado pela Hidroprojecto[1].

No presente relatório faz-se a análise dos resultados da observação, nomeadamente dos resultados dos dados meteorológicos, dos dados da produção, dos níveis piezométricos no aterro e na fundação, dos caudais de percolação, dos deslocamentos superficiais, dos deslocamentos internos e dos registos sismológicos. Tecem-se, também, considerações sobre o comportamento da barragem, tendo por base a análise das observações e a sua comparação com os modelos de previsão do comportamento da barragem.

[1] Hidroprojecto (2002, Dezembro). SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo, S.A. Barragem de Cerro do Lobo. 4ª Fase de Construção. Remodelação do Projecto de Alteamento da Barragem da Cota 252 para a Cota 255. Projecto de Execução

É de salientar que o último relatório de análise do comportamento da barragem, com a comparação com os modelos de previsão do comportamento, foi realizado imediatamente antes do início dos trabalhos da quarta fase de construção (terceiro alteamento), em Junho de 2002, pela Hidroprojecto[2].

É, ainda, de referir que o último alteamento da barragem foi iniciado em Maio de 2003 e concluído em Outubro de 2005, estando ainda em curso a subida dos níveis de água e de rejeitados na albufeira. Verifica-se que da subida total do NPA de 3,0 m (da cota 250,50 m para a cota 253,50 m) resultante do 3º alteamento, já se verificou uma subida do nível de água de cerca de 2,20 m.

[2] Hidroprojecto (2002, Junho). SOMINCOR – Sociedade Mineira de Neves Corvo, S.A. Barragem de Cerro do Lobo. 3ª Fase de Construção. Acompanhamento da Exploração. Nota Técnica Nº 17. Observação do Comportamento da Barragem

2 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DA OBSERVAÇÃO

2.1 - INTRODUÇÃO

No presente capítulo faz-se a análise dos resultados das observações da Barragem do Cerro do Lobo e a sua comparação com os modelos de previsão do comportamento apresentados no projecto de execução.

Os resultados da observação foram fornecidos pela SOMINCOR em Setembro de 2009, sendo as últimas leituras referentes às seguintes datas:

- Julho de 2009: dados de produção
- Abril de 2009: deslocamentos superficiais e internos;
- Junho de 2009: piezómetros hidráulicos e pneumáticos;
- Julho de 2009: dados meteorológicos e cota da água na albufeira;
- Agosto de 2009: caudais bombeados nos poços IBR e níveis piezométricos nos piezómetros PCL.

Dispôs-se ainda do levantamento hidrográfico do fundo da albufeira, efectuado em Maio de 2009, numa altura em que o nível de água na albufeira estava à cota 252,76 m.

Nos anexos apresentam-se as figuras com os gráficos do tratamento de todos os dados da observação considerados relevantes para a análise do comportamento da barragem.

Adicionalmente, apresentam-se também figuras (A a H) com a representação dos níveis piezométricos nos vários perfis de observação.

Apresentam-se ainda três desenhos, o Desenho 1 com a planta geral da barragem e o levantamento hidrográfico de Maio de 2009 e os Desenhos 2 e 3 com as plantas pormenorizadas das zonas do corpo principal da barragem e das portelas ME1 e ME2A, onde se representa o traçado aproximado das isolinhas da cota piezométrica na fundação da barragem e se indicam as ressurgências detectadas a jusante da barragem.

2.2 - DADOS METEOROLÓGICOS

Nas instalações do couto mineiro existem duas estações meteorológicas, a estação do Monte Branco, localizada próximo da Barragem de Monte Branco, e a estação de Neves Corvo, localizada próximo das instalações da mina. No presente estudo, dada a proximidade da estação do Monte Branco à barragem, apenas se consideraram os dados desta estação.

No Anexo 1 apresentam-se os dados meteorológicos registados na estação de Monte Branco entre 2002 e 2009, nomeadamente, a precipitação mensal (Figura 1.1) e a evaporação mensal (Figura 1.2). É ainda apresentada a variação do nível de água na albufeira em função da precipitação mensal (Figura 1.3).

Da análise dos registos da precipitação verifica-se que existe alguma variabilidade ao longo dos anos nas precipitações mensais e que os maiores períodos de precipitação ocorrem entre Outubro e Abril. Durante os meses de Junho e Julho as precipitações são, em geral, muito baixas ou nulas.

Relativamente à evaporação, verifica-se que os valores mensais são mais constantes ao longo dos anos, registando-se evaporações mais elevadas entre Junho e Setembro.

A análise da Figura 1.3 permite verificar que existe uma dependência das variações da cota do nível de água na albufeira com a precipitação, verificando-se que, em geral, entre os meses de Outubro e Abril ocorre uma subida do nível de água na albufeira.

2.3 - DADOS DA PRODUÇÃO

Dos dados de produção disponíveis, o mais relevante para o comportamento da barragem é o volume de rejeitados armazenado na albufeira, cuja variação, entre 2002 e 2009, se apresenta no Anexo 2 (Figura 2.1).

Da análise da Figura 2.1 verifica-se que o volume de rejeitados armazenado na albufeira tem aumentado de um forma relativamente constante, verificando-se que o valor do volume anual máximo foi depositado em 2007, atingindo aproximadamente 10^6 m^3.

O volume total de rejeitados depositados na albufeira passou de cerca de 12,3 x 10^6 m^3, em 2005, para cerca de 15,0 x 10^6 m^3, no final de 2008, havendo ainda, a partir dessa data, capacidade para armazenar cerca de 1,7 x 10^6 m^3, considerando o nível máximo de deposição teórico dos rejeitados (cota do topo dos rejeitados horizontal) à cota 251,65 m.

A cota do topo dos rejeitados depositados junto ao paramento de montante da barragem é, em geral, superior à cota 250,8 m.

2.4 - NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS NO ATERRO E NA FUNDAÇÃO

2.4.1 - Considerações gerais

Nos aterros da barragem e na respectiva fundação encontram-se instalados 27 piezómetros hidráulicos (12 no aterro e 15 na fundação) e 35 piezómetros pneumáticos (17 no aterro e 18 na fundação), distribuídos por 10 perfis de observação designados de PO1 a PO10.

A leitura dos piezómetros tem sido feita com uma periodicidade mensal, apresentando-se no Anexo 3 os gráficos com a evolução ao longo do tempo da cota piezométrica nos vários piezómetros. Nos gráficos representa-se também a cota do nível de água na albufeira e a cota da ponteira dos piezómetros.

Nas Figuras A a H representam-se nos vários perfis de observação a cotas piezométricas medidas na última campanha de leituras (cota representada a azul). Nestas figuras são ainda indicados os níveis de água e rejeitados na albufeira à data da campanha de leituras.

A jusante dos aterros da barragem encontram-se ainda instalados 14 pares de piezómetros hidráulicos (piezómetros PCL) para controlo ambiental, onde também são medidas as cotas

piezométricas. As câmaras de captação destes piezómetros encontram-se a 10 e 20 m de profundidade para os piezómetros designados com número par e com número impar, respectivamente.

Os gráficos com a variação ao longo do tempo da cota piezométrica dos piezómetros PCL são também apresentados no Anexo 3. Alguns destes piezómetros apresentam artesianismo. Neste caso optou-se, ainda, por representar nesses gráficos a variação da pressão da água.

2.4.2 - Piezómetros hidráulicos e piezómetros pneumáticos

De seguida faz-se a análise dos níveis piezométricos instalados no aterro e na respectiva fundação.

Perfil PO1 (portela MD) – o piezómetro Ph1 apresenta uma perda de carga total relativamente à cota da albufeira, tal como previsto no modelo de cálculo do projecto de execução; os piezómetros Pp2 e Pp3 apresentam uma carga hidráulica reduzida, o que está de acordo com o facto de não terem sido detectadas ressurgências a jusante da portela MD;

Perfil PO2 (corpo principal) – o piezómetro Pp5 apresenta uma cota piezométrica baixa, enquanto o piezómetro Pp4 se apresenta seco, devendo estes factos estarem associados à reduzida carga hidráulica deste perfil de observação;

Perfil PO3 (corpo principal) – a cota piezométrica do piezómetro Ph7, instalado na fundação no eixo da barragem, evidencia uma perda de carga, relativamente à cota da albufeira, de cerca de 90%, o que corresponde ao expectável; no piezómetro Ph6, localizado na vertical do Ph7 no aterro próximo do contacto com a fundação, a carga hidráulica é praticamente nula; o piezómetro Ph8, localizado junto ao pé do talude de jusante, evidencia uma perda de carga total, relativamente à cota da albufeira;

Perfil PO4 (corpo principal) – os dois piezómetros existentes no aterro (Ph9 e Ph11) encontram-se secos, o que evidencia um comportamento adequado; o piezómetro Ph10, instalado na fundação sob a zona mais alta do aterro, apresenta uma perda de carga de cerca de 95% relativamente à

cota da albufeira, o que corresponde ao expectável; o piezómetro Ph12, localizado na fundação junto ao pé do talude de jusante, apresenta uma carga hidráulica mais elevada que o expectável, sem que, contudo, se observem ressurgências junto ao pé do talude; esta situação deverá estar associada às complexas condições hidrogeológicas do maciço rochoso de fundação;

Perfil PO5 (corpo principal) – os piezómetros instalados no núcleo apresentam perdas de carga, relativamente à cota da albufeira, de cerca de 25% e de 60% nos alinhamentos de montante e de jusante, respectivamente, estando estes valores de acordo com o modelo de previsão do comportamento apresentado no projecto de execução; os piezómetros hidráulicos instalados no maciço estabilizador de jusante (Ph26 e Ph29) encontram-se ambos secos, como é expectável; no entanto, os piezómetros pneumáticos existentes próximo do piezómetro Ph26 apresentam cargas hidráulicas de cerca de 1,0 m, o que não é realista, devendo este valor estar associada a erros ou dificuldades de leitura; este resultado também pode traduzir uma anomalia associada aos piezómetros pneumáticos quando não existe carga hidráulica[3]; ao nível da fundação da barragem verifica-se que sob o núcleo a perda de carga, relativamente à albufeira, é de cerca de 55%, sendo um pouco inferior ao valor obtido no modelo de cálculo apresentado no projecto de execução (65%); 10 m a jusante e na zona mais superficial da fundação verifica-se uma perda de carga muito significativa (Pp21); próximo do pé do talude de jusante (Ph30) a perda de carga, relativamente à cota da albufeira, é total; na zona mais profunda da fundação (≈ 12,0 m de profundidade) a perda de carga não é tão significativa como na zona superficial; segundo o modelo de cálculo apresentado no projecto de execução tal não é expectável; isto verifica-se nos piezómetros Pp19, Pp22 e Ph27; esta situação não tem consequências negativas no desempenho da obra;

Perfil PO6 (corpo principal) – os piezómetros instalados no núcleo apresentam perdas de carga, relativamente à cota da albufeira, de cerca de 10% e 25% e de 50% nos alinhamentos de montante e de jusante, respectivamente, valores estes que são da mesma ordem de grandeza dos previstos no modelo de cálculo do projecto de execução; no piezómetro existente próximo do contacto do aterro com a fundação, cerca de 12 m a jusante, a carga hidráulica é praticamente nula; o piezómetro Ph43, localizado no talude de jusante, apresenta-se seco, o que corresponde

[3] Hanna, T. H. (1985) Field Instrumentation in Geotechnical Engineering. Trans Tech Publications

ao expectável; é ainda de referir que o piezómetro Pp38, localizado cerca de 4,4 m a jusante do piezómetro Ph41, apresenta uma carga hidráulica de cerca de 1,5 m, o que não é credível; ao nível da fundação verifica-se uma perda de carga para jusante, de cerca de 60%, sob o núcleo, e de cerca de 95% sob a banqueta inferior, tal como é expectável;

Perfil PO7 (portela do corpo principal) – o piezómetro existente no aterro (Ph46) apresenta-se seco; ao nível da fundação, sob a zona mais alta do aterro (Ph47 e Ph45), a perda de carga em relação ao nível de água na albufeira é de cerca de 75%, verificando-se que cerca de 6,0 m a jusante a perda de carga é total; apesar destas observações favoráveis observa-se a ocorrência de ressurgências imediatamente a jusante do pé do talude;

Perfil PO8 (portela do corpo principal) – o piezómetro Ph51 existente sobre o tapete drenante das fases anteriores, evidencia a saturação, ou eventual colmatação, deste órgão de drenagem, dado que o nível de água está cerca de 0,3 m acima do topo do tapete drenante; no entanto, como foi construído um novo órgão de drenagem a jusante não se considera que este aspecto seja gravoso para o comportamento do aterro; no piezómetro existente no contacto do aterro com a fundação (Ph50) a carga hidráulica é de cerca de 4,0 m, o que poderá indicar um escoamento preferencial nesta zona (contudo a perda de carga é de cerca de 85%); os piezómetros instalados a maior profundidade, segundo o alinhamento de jusante do coroamento apresentam perda de carga total, relativamente ao nível de água na albufeira;

Perfil PO9 (portela ME1) – o piezómetro existente no aterro (Ph56) apresenta-se seco, o que corresponde ao expectável; ao nível da fundação, apesar dos piezómetros mais superficiais (Ph57 e Pp58) apresentarem cargas hidráulicas reduzidas, a cerca de 5,0 m de profundidade (Ph55 e Pp59) as cotas piezométricas são mais elevadas, verificando-se perdas de carga, em relação ao nível de água na albufeira, de cerca de 35% (Ph55) e 45% (Pp59), enquanto que segundo os modelos de previsão do comportamento a perda de carga deveria ser de 95%; a este facto deverão estar associadas as ressurgências que se verificam a jusante da portela ME1;

Perfil PO10 (portela ME2A) – os piezómetros existentes na zona superficial da fundação, sob a zona mais alta do aterro, evidenciam perdas de carga totais, em relação ao nível de água na

albufeira; no entanto, é de supor que a maior profundidade, tal como ocorre no perfil PO9, a carga hidráulica seja superior, dado que a jusante da portela ME2 também existem ressurgências.

Da análise global das figuras apresentadas no Anexo 3 (Figuras 3.1 a 3.57), relativas à evolução das cotas piezométricas com o tempo, verifica-se que, em geral, as cotas piezométricas têm aumentado gradualmente com a subida do nível de água na albufeira. É de referir que, esporadicamente, se registaram alguns picos nas leituras das cotas piezométricas, sem que contudo estes tenham significado físico, devendo estar associados a dificuldades na leitura dos dispositivos.

Na zona mais alta do aterro, correspondente ao corpo principal da barragem (perfis PO5 e PO6), verifica-se que o gradiente hidráulico máximo é de cerca de 4, que ainda pode ser considerado um valor admissível[4]. Este aspecto, associado ao correcto funcionamento do sistema de drenagem interno do aterro, assegura o comportamento adequado do núcleo.

Do exposto anteriormente considera-se que o comportamento hidráulico do aterro, quer do núcleo, quer do maciço estabilizador de jusante, é adequado. Ao nível da fundação verifica-se que, em algumas zonas, as cargas hidráulicas são um pouco elevadas, o que deverá estar associado ao estado do maciço rochoso de fundação, e que deverá estar na origem das ressurgências que ocorrem a jusante da barragem.

2.4.3 - Piezómetros PCL

As figuras apresentadas no Anexo 3 (Figuras 3.60 a 3.87) permitem analisar a evolução no tempo das cargas hidráulicas na fundação a jusante dos aterros. Para além desta análise foi ainda avaliada a relação da carga hidráulica com a variação do nível de água na albufeira, tendo-se considerado pertinente apresentar os gráficos com os resultados mais relevantes (Figuras 3.88 a 3.99).

Da análise das cotas piezométricas medidas nos piezómetros localizados a jusante do corpo principal verifica-se que em seis piezómetros (PCL6 a PCL9, PCL11 e PCL 12) ocorrem fenómenos de

[4] Bharat, S.; Varshney, R. S. (1995). Engineering for Embankment Dams. Balkema

artesianismo, sendo a cota piezométrica máxima 6,0 m superior à cota do terreno natural (PCL6). É de salientar que este fenómeno de artesianismo já se verificava antes da 4ª fase de construção.

Destes piezómetros, apenas nos piezómetros PCL7 e PCL8 existe uma relação evidente entre a variação da cota piezométrica com a cota da albufeira.

Nos piezómetros localizados a jusante da portela ME1 (PCL13 a PCL20) apenas nos piezómetros PCL15 e PCL16 se verificam claramente fenómenos de artesianismo permanentes.

Nesta zona da fundação verifica-se que a variação da cota piezométrica dos piezómetros PCL13, PCL14 e PCL20 é dependente do nível de água na albufeira. Verifica-se, ainda, que, quer nos piezómetros localizados sob o aterro, quer nos piezómetros PCL19 e PCL20, a cota piezométrica é elevada, podendo este facto estar na origem das ressurgências existentes a jusante da portela ME1.

Nos piezómetros localizados a jusante da portela ME2A (PCL21 a PCL28) não se verificam fenómenos de artesianismo. À excepção do piezómetro PCL22, os restantes piezómetros exibem uma influência significativa do nível de água na albufeira com a cota piezométrica instalada. Este facto pode estar associado à natureza do maciço rochoso de fundação, que potencia a passagem de água pela fundação.

Igual fenómeno deverá justificar as ressurgências ocorrentes a jusante da portela ME2A.

Com vista a uma interpretação global das cotas piezométricas registadas no maciço de fundação, a uma profundidade da ordem de 10 m, quer sob o maciço de jusante, quer no maciço rochoso a jusante da barragem, definiram-se, aproximadamente, as isolinhas das cotas piezométricas que se representam nos Desenhos 2 e 3.

É de referir que nos piezómetros PCL instalados a profundidades superiores (20 m), verifica-se que, quer na zona do corpo principal, quer na zona portela ME1, as cotas piezométricas são, em geral, ligeiramente superiores às observadas a 10 m de profundidade. Na zona da portela ME2A as cotas piezométricas a 20 m de profundidade são muito próximas das registadas a 10 m de profundidade.

2.5 - CAUDAIS DE PERCOLAÇÃO

Por forma a controlar os caudais captados nos sistemas de drenagem interna dos aterros e bombeá-los para a albufeira, existem 14 poços de bombagem, designados de poços IBR. Existem ainda mais seis poços inseridos no maciço rochoso de fundação que captam escorrências de água localizadas.

Os poços associados ao sistema de drenagem interna dos aterros são os seguintes:

- portela MD: IBR25;
- corpo principal: IBR32, IBR5A e IBR5;
- portela do corpo principal: IBR16, IBR18 e IBR27;
- portela ME1: IBR17;
- portela ME2A: IBR15 e IBR19;
- portela ME2B/2C: IBR26, IBR29 e IBR30;
- barragem do Monte Branco: IBR31.

No documento elaborado pela Cenorgeo, em Abril de 2009, referente à análise dos elementos existentes sobre a barragem, apresentam-se, de forma detalhada, as áreas de influência de cada poço IBR.

No Anexo 4 apresentam-se os gráficos da evolução dos caudais bombeados nos poços IBR, representando-se nos mesmos gráficos a variação do nível de água na albufeira. Nestes gráficos apresenta-se, ainda, a estimativa dos caudais bombeados, determinada com base nos modelos de cálculo apresentados no projecto de execução, ajustando para tal os comprimentos de influência de cada poço.

Da análise das figuras apresentadas no Anexo 4 pode verificar-se o seguinte:

- IBR25 (portela MD): não se verifica dependência do caudal bombeado com o aumento do nível de água na albufeira, devendo os picos de caudal estar associados às águas infiltradas no

paramento de jusante nos períodos de chuva; o caudal bombeado reduziu-se gradualmente de 2,5 m^3/s para 0,5 m^3/s até Julho de 2006 tendo-se mantido aproximadamente constante a partir daquela data; o valor do caudal bombeado actualmente é de cerca de 0,5 m^3/h, valor este muito inferior à estimativa dos modelos de previsão do comportamento (9,3 m^3/h);

- IBR32 (corpo principal): os caudais captados neste poço são muito reduzidos, sendo sempre inferiores à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento;

- IBR5A (corpo principal): não se verifica dependência do caudal bombeado com o nível de água na albufeira, devendo os picos de caudal estar associados às águas infiltradas no paramento de jusante nos períodos de chuva; o caudal bombeado tem-se mantido aproximadamente constante ao longo do tempo; o valor do caudal bombeado é de cerca de 1,0 m^3/h, valor este muito inferior à estimativa dos modelos de previsão do comportamento (22,7 m^3/h);

- IBR5 (corpo principal): verifica-se que existe grande dependência do caudal bombeado com o nível de água na albufeira; o caudal bombeado tem aumentado gradualmente, passando de cerca de 7,0 m^3/h, no início de 2007, para cerca de 9 m^3/h, no início de 2009; no entanto, este valor é inferior à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento (14,4 m^3/h);

- IBR16 (portela do corpo principal): verifica-se que não existe dependência do caudal bombeado com o nível de água na albufeira, devendo os picos de caudal estar associados às águas infiltradas no paramento de jusante nos períodos de chuva; o caudal bombeado tem-se mantido aproximadamente constante ao longo do tempo; o valor do caudal bombeado é de cerca de 5,6 m^3/h, valor este que é inferior à estimativa dos modelos de previsão do comportamento (12,6 m^3/h);

- IBR18 (portela do corpo principal): verifica-se que existe alguma dependência do caudal bombeado com o nível de água na albufeira; o caudal bombeado tem aumentado gradualmente, passando de cerca de 4,5 m^3/h, no início de 2007, para cerca de 5,5 m^3/h, no início de 2009; em Novembro de 2008 o caudal bombeado foi igual à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento, de 6,0 m^3/h, sendo expectável que com o aumento do nível de água na albufeira

este valor seja ligeiramente ultrapassado; é, no entanto, de referir que entre Novembro de 2008 e Julho de 2009 houve uma redução significativa do caudal bombeado;

- IBR27 (portela do corpo principal): o caudal bombeado é praticamente nulo, situação que já havia sido verificada logo após a conclusão dos trabalhos da 4ª fase de construção; no poço IBR27A, situado a jusante do poço IBR27, e ao qual está associado um conjunto de esporões drenantes, também se verifica um caudal muito reduzido, mas no terreno envolvente continuam a observar-se algumas ressurgências, o que mostra que este sistema de captação não é totalmente eficaz;

- IBR17 (portela ME1): verifica-se que existe alguma dependência do caudal bombeado com o nível de água na albufeira; o caudal bombeado tem aumentado ligeiramente, passando de cerca de 2,2 m^3/h, no início de 2007, para cerca de 3,0 m^3/h, no início de 2009; no entanto este valor é inferior à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento (9,4 m^3/h);

- IBR15 (portela ME2A): a partir de 2006 verifica-se uma dependência acentuada do caudal bombeado com o nível de água na albufeira; o caudal bombeado tem aumentado gradualmente, passando de cerca de 4,0 m^3/h, em meados de 2006, para cerca de 8 m^3/h, em meados de 2009; este valor está próximo da estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento (8,4 m^3/h), sendo expectável que o caudal bombeado ultrapasse ligeiramente esta estimativa;

- IBR19 (portela ME2A): os caudais bombeados são muito reduzidos, mantendo-se sensivelmente constantes ao longo do tempo;

- IBR26, IBR29 e IBR30 (portelas ME2B e ME2C): os caudais bombeados são muito reduzidos e pouco influenciados pela variação do nível de água na albufeira;

- IBR31 (barragem do Monte Branco): os caudais bombeados neste poço são reduzidos e muito inferiores à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento.

Nos restantes poços os caudais bombeados são relativamente reduzidos e não têm apresentado variações significativas ao longo do tempo.

Com base no exposto anteriormente verifica-se que os caudais percolados através dos aterros da barragem, nomeadamente do corpo principal, da portela do corpo principal e das portelas ME1 e ME2A, têm, em geral, aumentado gradualmente com o nível de água na albufeira, mas são inferiores à estimativa obtida nos modelos de previsão do comportamento. Por outro lado, não se verificam afluências de água nos taludes de jusante da barragem, o que indica que os sistemas de impermeabilização e de drenagem interna dos aterros têm apresentado um funcionamento adequado.

2.6 - DESLOCAMENTOS SUPERFICIAS

2.6.1 - Considerações gerais

Ao longo da barragem encontram-se instaladas 41 marcas superficiais para medição dos deslocamentos em planimetria e em altimetria, com a seguinte distribuição:

- 3 marcas no coroamento da portela MD;
- 30 marcas no corpo principal e portela do corpo principal da barragem, sendo 18 marcas no coroamento, 7 marcas na banqueta superior, à cota 245,0 m, e 5 marcas na banqueta intermédia, à cota 235,0 m;
- 3 marcas no coroamento da portela ME1;
- 5 marcas no coroamento da portela ME2A.

Desde a leitura inicial, realizada em Novembro de 2005, foram efectuadas seis campanhas de leitura, com uma periodicidade aproximadamente semestral em 2006 e 2007 e com uma periodicidade anual em 2008 e 2009.

No Anexo 5 apresentam-se os gráficos com a evolução ao longo do tempo dos assentamentos observados em cada marca superficial e os assentamentos no tempo ao longo dos alinhamentos de marcas superficiais existentes nos vários corpos do aterro.

No Anexo 6 apresentam-se os gráficos com a evolução ao longo do tempo dos deslocamentos horizontais, quer para os alinhamentos de marcas superficiais, quer para cada marca individualmente.

2.6.2 - Assentamentos (altimetria)

Da análise dos gráficos com a evolução dos assentamentos (Anexo 5) verifica-se que os assentamentos observados nas portelas são reduzidos, sendo sempre inferiores a 6 mm. No corpo principal do aterro registaram-se os maiores assentamentos, sendo o valor máximo de 37 mm.

No Quadro 1 apresentam-se os assentamentos máximos observados nas várias zonas do aterro.

Quadro 1 – Assentamentos máximos

Zona do aterro		Assentamento máximo (mm)
Portela MD		3 (MS1)
Corpo principal	Coroamento	37 (MS13)
	Banqueta superior	17 (MS14)
	Banqueta inferior	10 (MS15)
Portela ME1		5 (MS35)
Portela ME2		4 (MS38)

De acordo com as figuras apresentadas no Anexo 5, na portela MD os assentamentos encontram-se estabilizados. Nas portelas ME1 e ME2 os assentamentos têm aumentado desde a leitura de Novembro de 2007, parecendo que este acréscimo está associado à subida do nível de água na albufeira acima da cota 251,5 m. No entanto, a taxa de deformação, apesar de ser relativamente constante, é de apenas 0,16 mm/mês (0,005 mm/dia).

No coroamento do corpo principal, onde ocorrem os maiores assentamentos, verifica-se que a taxa de deformação (marcaMS13) se encontra em decréscimo, sendo o valor máximo de cerca de 0,40 mm/mês ($\approx$ 0,01 mm/dia). É, também, de salientar que o assentamento máximo de 37 mm corresponde a cerca de 1,2% da altura do último alteamento da barragem (3,0 m), o que ainda se considera aceitável.

É, ainda, de referir que, à medida que a altura do aterro vai diminuindo, os assentamentos vão reduzindo (Figura 5.5), tal como é expectável.

Analisando as figuras referentes às banquetas do corpo principal, verifica-se que o acréscimo da taxa de deformação está aparentemente associada à subida do nível da água na albufeira acima da cota 251,5 m. Tendo em conta as duas últimas leituras, verifica-se que a taxa de deformação máxima das marcas instaladas nas banquetas é de cerca de 0,32 mm/mês (0,01 mm/dia).

É, ainda, de referir que nas portelas ME1 e ME2 (Figuras 5.10 e 5.12) verificam-se ligeiros empolamentos, em geral inferiores a 3 mm, que pela sua magnitude e evolução se considera estarem associados a erros de leitura. Apesar de esta situação não evidenciar um comportamento anómalo dos aterros, deverá ser-lhe dada atenção nas próximas leituras.

No modelo de previsão do comportamento apresentado no projecto de execução, estimaram-se assentamentos máximos de cerca de 90 mm, na zona de ligação das 3ª e 4ª fases de construção ao nível da banqueta superior. No coroamento e da banqueta intermédia o valor máximo dos assentamentos estimados é de cerca de 20 mm, enquanto que na banqueta superior é de cerca de 30 mm. Comparativamente com o modelo de cálculo apenas a marca MS13 ultrapassou significativamente as previsões do projecto, sem que no entanto, se considere que esse aspecto seja revelador de um comportamento anómalo.

Com base na análise das figuras apresentadas no Anexo 5 e tendo em conta o exposto anteriormente, considera-se que as deformações verticais observadas no aterro são indicadoras do bom comportamento deste.

2.6.3 - Deslocamentos horizontais (planimetria)

Da análise das figuras apresentadas no Anexo 6 verifica-se que as deformações em planimetria são, em geral, inferiores a 10 mm, registando-se um valor máximo de 13 mm.

No Quadro 2 apresentam-se os deslocamentos horizontais máximos observados nas várias zonas do aterro.

Quadro 2 - Deslocamentos horizontais máximos

Zona do aterro		Deslocamento máximo (mm)	Sentido
Portela MD		10	Jusante
Corpo principal	Coroamento	12	Jusante
	Banqueta superior	8	Jusante
	Banqueta inferior	7,5	Jusante
Portela ME1		10	Montante
Portela ME2		13	Montante

Tal como se pode verificar nos gráficos dos deslocamentos das várias marcas, apesar dos deslocamentos reduzidos, existe, em geral, uma grande variabilidade na direcção dos deslocamentos das marcas, devendo este facto estar associado a erros de leitura.

Nas portelas ME1 e ME2 verifica-se que o movimento das marcas são no sentido de montante, o que não é realista e deverá estar associado a erros de leitura.

Considera-se que, dada a reduzida magnitude dos deslocamentos horizontais, o aterro exibe um bom comportamento.

2.7 - DESLOCAMENTOS INTERNOS

No corpo principal da barragem estão instalados 4 inclinómetros, distribuídos por três perfis de observação (PO4, PO5 e PO6), estando três no coroamento (I1, I2 e I4) e um na banqueta superior (I3).

Desde a primeira leitura realizada em Março de 2003 já foram realizadas seis campanhas de leituras, com uma periodicidade anual (em 2006 e 2009 foram realizadas duas campanhas com intervalo de tempo reduzido).

No Anexo 7 apresentam-se os gráficos com a evolução dos deslocamentos acumulados e dos deslocamentos incrementais.

Os deslocamentos horizontais registados nos inclinómetros são reduzidos, sendo, em geral, de maior magnitude na direcção transversal (montante-jusante), como é expectável.

Os deslocamentos mais significativos foram registados na última leitura, verificando-se que em geral até à leitura de 04-06-2008 os deslocamentos máximos eram de cerca de 4 mm.

No Quadro 3 resumem-se os deslocamentos máximos nos vários inclinómetros.

Quadro 3 - Deslocamentos internos máximos

Inclinómetro	**Deslocamentos (mm)**	
	Direcção transversal	**Direcção longitudinal**
I1	+ 6 (coroamento)	7 (coroamento)
I2	-11 (coroamento) + 8 (17 m de profundidade)	4 (coroamento)
I3	+ 9 (12 m de profundidade)	≈ 0
I4	+ 6 (coroamento)	2 (coroamento)

Nota: deslocamentos positivos na direcção transversal referem-se ao sentido montante-jusante

É de referir que, no inclinómetro I3, a cerca de 22 m de profundidade, ocorre um deslocamento localizado de cerca de 20 mm, que pela análise dos deslocamentos incrementais parece estar associado a uma anomalia na união das calhas inclinométricas.

Os modelos de cálculo apresentados no projecto de execução estimaram deslocamentos máximos na direcção transversal de cerca de +15 mm, a cerca de 5 m de profundidade, e de -5 mm, no coroamento, para inclinómetros instalados no coroamento. Para inclinómetros instalados na banqueta superior a estimativa era de cerca de +15 mm e de -5 mm a cerca de 8 m de profundidade e no coroamento, respectivamente.

Comparando os resultados das observações com o modelo de previsão verifica-se que os deslocamentos máximos observados são inferiores aos estimados, numa fase em que, quer o nível da água na albufeira, quer o nível de rejeitados, estão próximos dos máximos.

As diferenças entre as estimativas dos deslocamentos e as observações poderão estar associadas às dificuldades de modelação do comportamento do aterro, dada a variabilidade das propriedades dos materiais de aterro, devidas às diferentes fases de execução do aterro.

No entanto, a análise dos deslocamentos do aterro permite verificar que não existem evidências de comportamentos anómalos no aterro não se verificando, nomeadamente, indícios de existência de superfícies de deslizamento nos contactos entre as várias fases construtivas do aterro.

2.8 - REGISTOS SISMOLÓGICOS

Até à presente data não foi registada qualquer actividade sísmica nos acelerógrafos instalados na fundação e no coroamento da barragem.

3 - COMPORTAMENTO DA BARRAGEM

No presente relatório são apresentados e analisados todos os resultados da observação disponíveis, até Agosto de 2009, constituindo o primeiro relatório de análise do comportamento da barragem após a 4ª fase de construção (3º alteamento), concluída em Outubro de 2005.

É, no entanto, de salientar que, anualmente, são elaborados dois relatórios que incidem sobre o comportamento da barragem: um relatório elaborado pelo consultor externo da SOMINCOR, referente à inspecção de todas as estruturas de retenção de água e de rejeitados existentes no couto mineiro; outro relatório, elaborado pela Técnica responsável pela barragem, onde são apresentados e interpretados os elementos obtidos na monitorização e exploração da barragem.

Com base na análise efectuada não se verificam anomalias no comportamento da barragem quando o nível da água na albufeira está à cota 252,7 m, faltando 0,80 m para o NPA, e o volume de rejeitados está próximo da capacidade máxima de armazenamento.

Com efeito a resposta da barragem ao último alteamento e ao consequente aumento de carga hidráulica tem sido adequada como mostra a análise dos resultados da observação da barragem e a sua comparação com os modelos de previsão do comportamento do projecto de execução, traduzida pelas conclusões que se apresentam a seguir.

A análise global dos resultados relativos aos níveis piezométricos no aterro e na fundação, mostra que, em geral, as cotas piezométricas têm aumentado gradualmente com a subida do nível de água na albufeira.

O comportamento hidráulico do núcleo é adequado verificando-se as perdas de carga expectáveis. No maciço estabilizador de jusante não há praticamente registo de níveis piezométricos, o que mostra que, quer os sistemas de impermeabilização (núcleo argiloso e geomembrana), quer os sistemas de drenagem interna, estão a funcionar adequadamente.

No que respeita à fundação, verifica-se que, no corpo principal da barragem e nas portelas ME1 e ME2A, as cargas hidráulicas para profundidades mais significativas (da ordem de 10 m), são elevadas em relação ao previsto nos modelos de cálculo, o que deverá ser reflexo das condições de fracturação do maciço rochoso, e que se traduz em afluências de água a jusante da barragem.

Os caudais percolados através dos sistemas drenantes dos aterros, captados nos poços a jusante da barragem, revelam, em geral, uma tendência para um aumento gradual com o nível de água na albufeira, nas zonas mais altas da barragem, mas são inferiores aos previstos pelos modelos de comportamento. Nos poços inseridos no maciço rochoso de fundação, que captam ressurgências de água localizadas, verificam-se afluências de água reduzidas sem variação significativa ao longo do tempo.

É de assinalar que se observa um alastramento para jusante das ressurgências existentes, pelo que se considera oportuno o reforço do sistema de captação e bombagem dessas ressurgências.

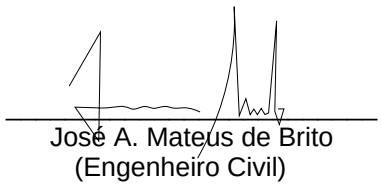
Os deslocamentos superficiais (horizontais e assentamentos) da barragem, observados no coroamento e nas banquetas, apresentam valores inferiores aos previstos nos modelos de cálculo, revelando um bom comportamento.

Do ponto de vista operacional há a salientar que o sistema de observação topográfica apresenta alguns resultados que não são verosímeis, nomeadamente, os deslocamentos para montante observados nas portelas ME1 e ME2, a variabilidade dos deslocamentos em planta e a ocorrência de ligeiros empolamentos em algumas marcas.

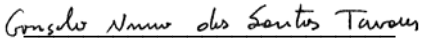
Os deslocamentos internos não mostram evidências de comportamentos anómalos, embora se tenha verificado na última leitura um acréscimo mais significativo dos deslocamentos pelo que deverá ser prestada especial atenção à evolução desta grandeza nas próximas leituras.

Em súmula, e de acordo com o exposto anteriormente, considera-se que a Barragem do Cerro do Lobo apresenta, do ponto de vista estrutural e hidráulico, um adequado comportamento, correspondendo, de uma forma geral, ao previsto nos modelos de comportamento apresentados no projecto de execução.

Lisboa, 30 de Novembro de 2009

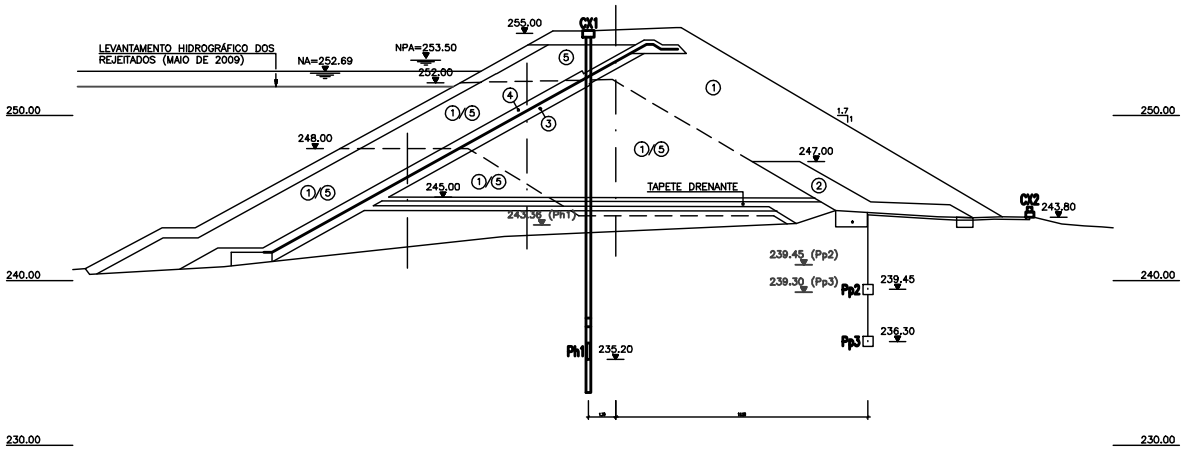


José A. Mateus de Brito
(Engenheiro Civil)
(Especialista em Geotecnia O.E.)
(Insc. na O.E. sob o nº 10425)



Gonçalo N. dos Santos Tavares
(Engenheiro Civil)
(Insc. na O.E. sob o nº 59573)

FIGURAS



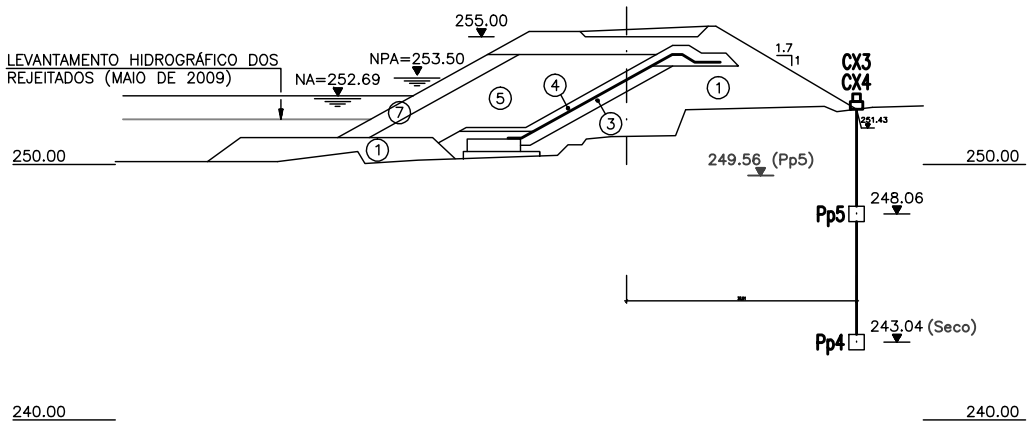
SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P01 - PK0+190
(PORTELA MD)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/400	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 033 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007405.DWG

007405.DWG

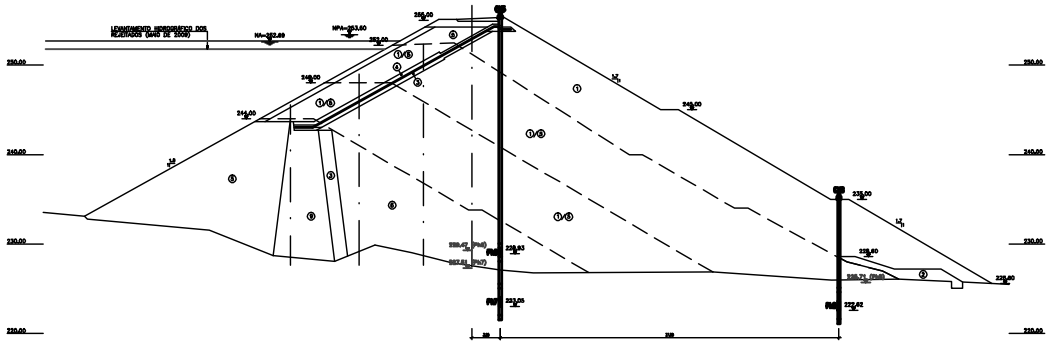


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P02 - PK0+497
(CORPO PRINCIPAL)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/400	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 032 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007404.DWG

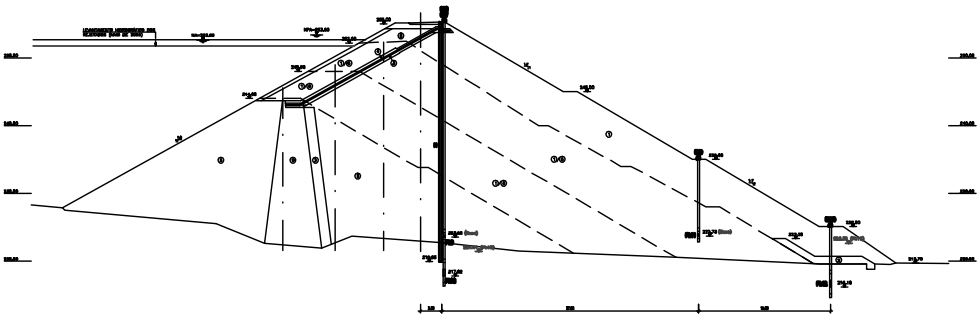


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P03 - PK0+750
(CORPO PRINCIPAL)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA:	
				1/400	

DES. Nº	REVISAO	CARTÃO
81 10 32 031	1	007403.DWG



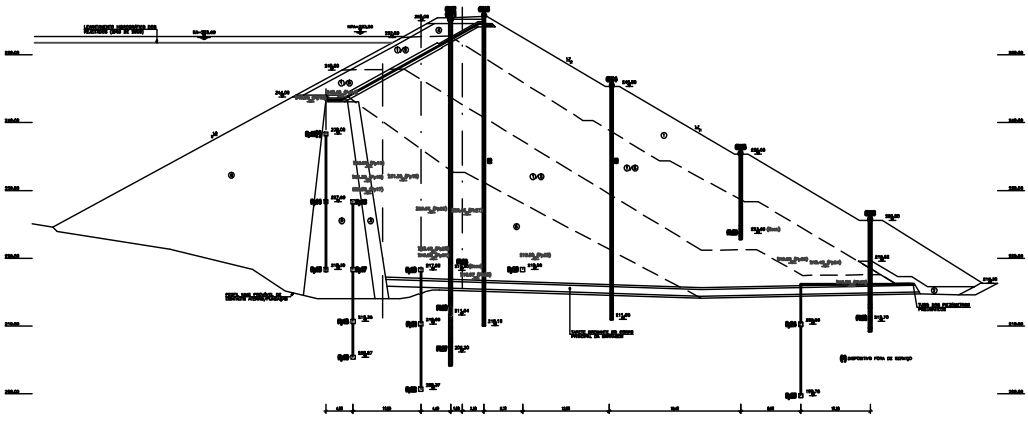
SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P04 - PK0+795
(CORPO PRINCIPAL)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/400	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 030 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007401.DWG

007401.DWG



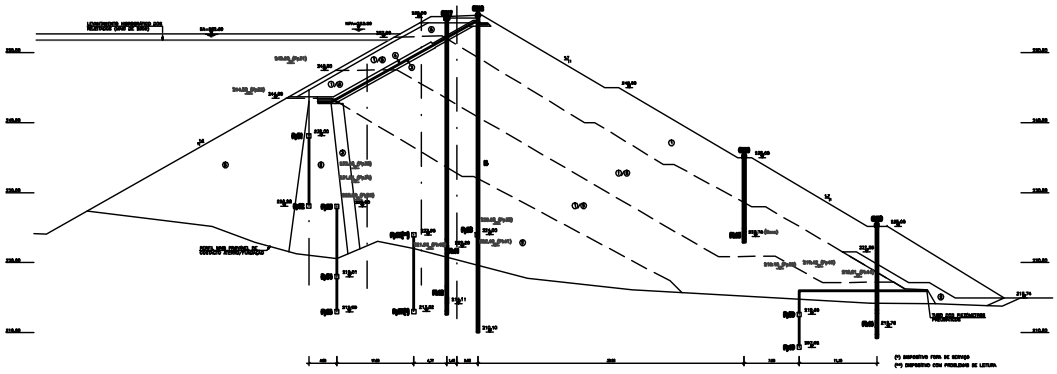
SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P05 - PK0+854
(CORPO PRINCIPAL)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/400	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 029 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007400.DWG

007400.DWG

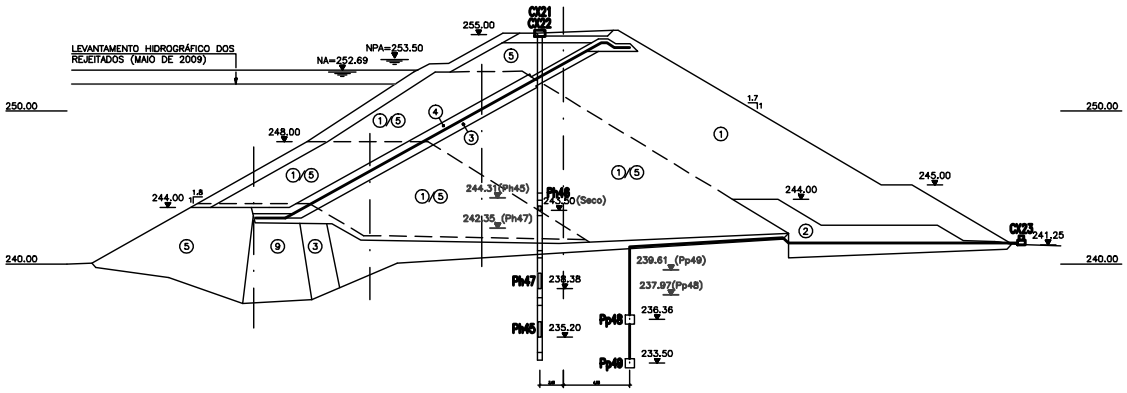


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P06 - PK0+910
(PORTELA DO CORPO PRINCIPAL))

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA:	
				1/400	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 028 ⌋	REVISAO	CARTÃO
	1	007398.DWG

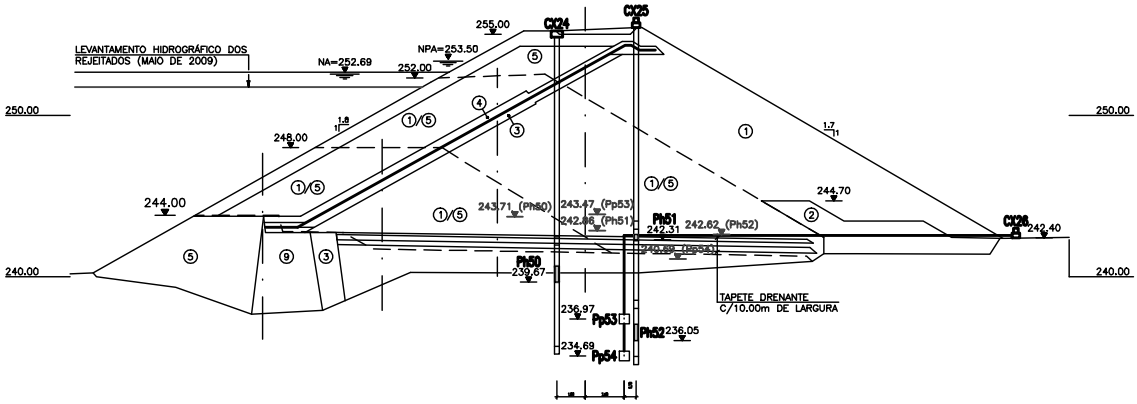


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P07 - PK1+159
(PORTELA DO CORPO PRINCIPAL))

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/200	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 027 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007397.DWG

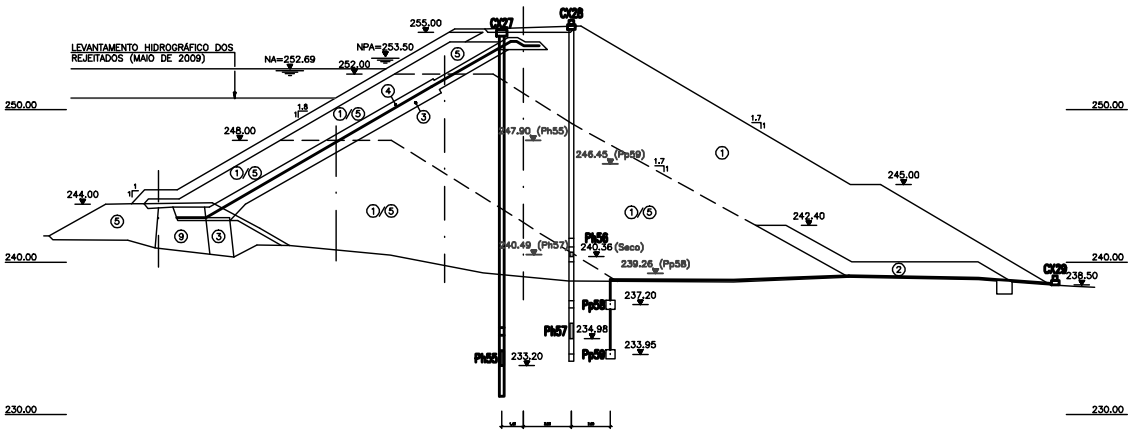


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P08 - PK1+445
(PORTELA DO CORPO PRINCIPAL))

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/200	

DES. Nº 81 10 32 026	REVISAO 1	CARTÃO 007396.DWG

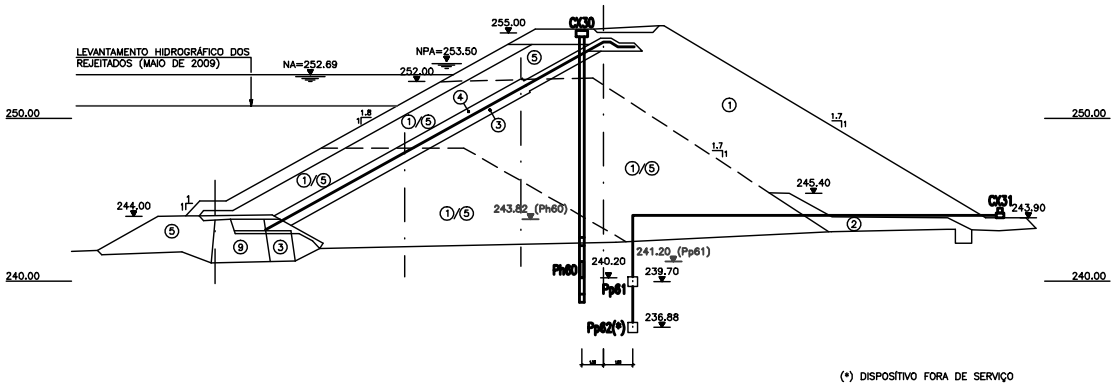


SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P09 – PK1+862
(PORTELA ME1)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/200	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 025 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007394.DWG



(*) DISPOSÍTIVO FORA DE SERVIÇO

SOMINCOR
SOCIEDADE MINEIRA NEVES-CORVO S.A.

PERFIL P10 - PK2+335
(PORTELA ME2A)

DESENHOU	DATA	VERIFICOU	DATA	ESCALA: 1/200	

DES. Nº ⌊ 81 ⊥ 10 ⊥ 32 ⊥ 024 ⌋	REVISAO 1	CARTÃO 007392.DWG

ANEXOS

DADOS METEOROLÓGICOS DA ESTAÇÃO DO MONTE BRANCO

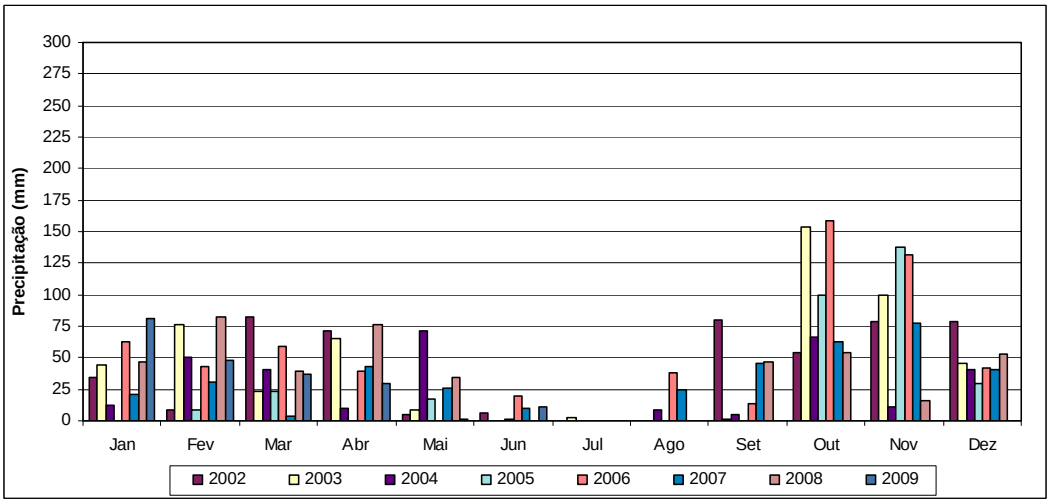


Figura 1.1 – Precipitação mensal

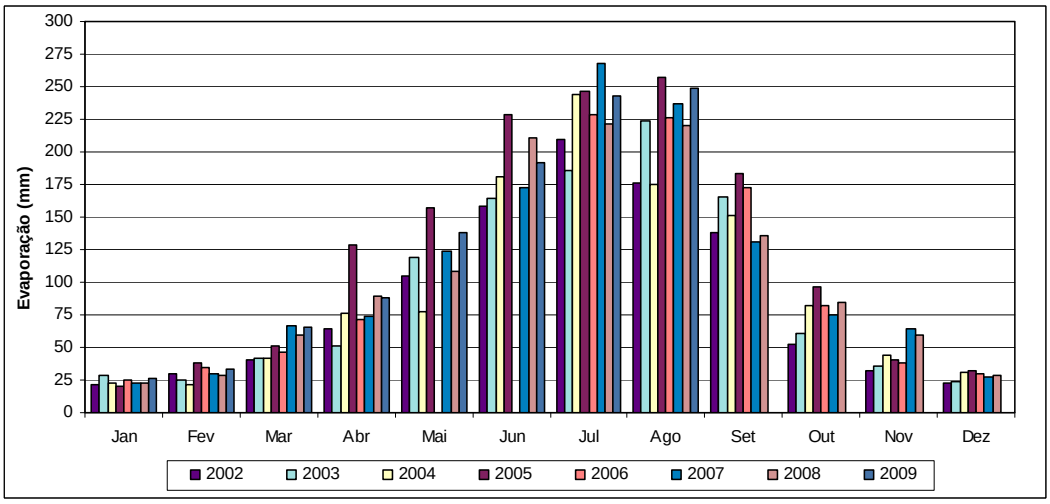


Figura 1.2 – Evaporação mensal

NOTA: Nos meses de Maio e Junho de 2006 não foram medidos os valores de evaporação devido a uma avaria no equipamento

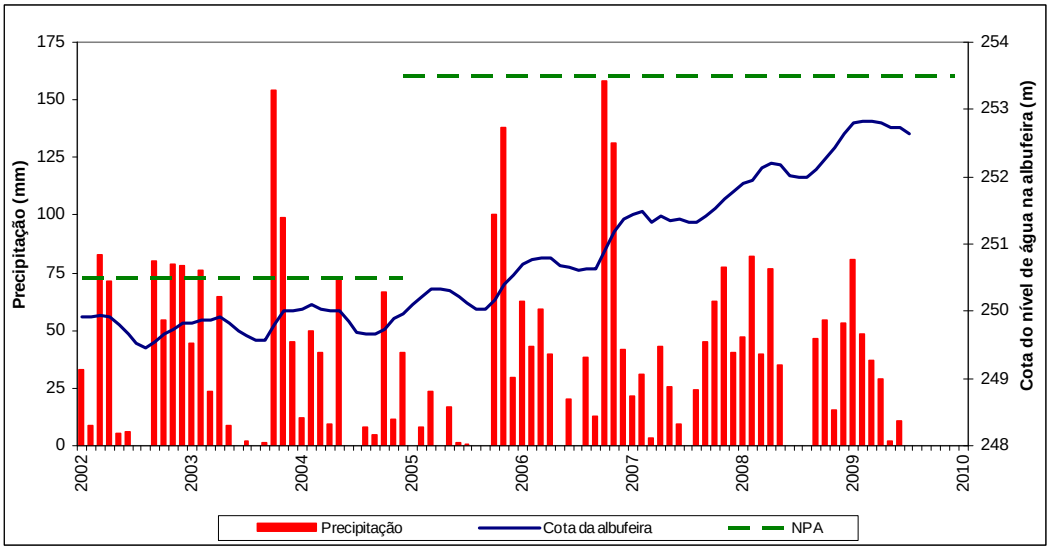


Figura 1.3 – Cota do nível de água na albufeira e precipitação mensal

NOTA: A linha a tracejado verde indica a cota nível de pleno armazenamento (3ª fase – 250,5 m; 4ª fase – 253,5 m)

DADOS DA PRODUÇÃO

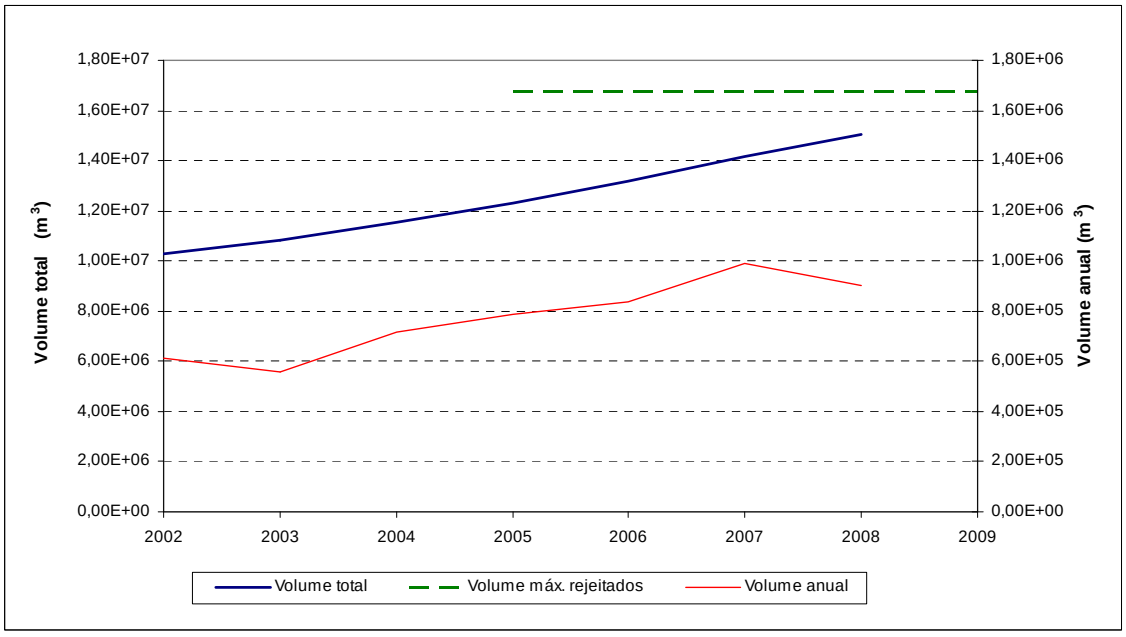


Figura 2.1 – Evolução do volume de rejeitados armazenado na albufeira e do volume anual depositado na albufeira

NOTA: A linha a tracejado verde indica a capacidade máxima de armazenamento de rejeitados na albufeira

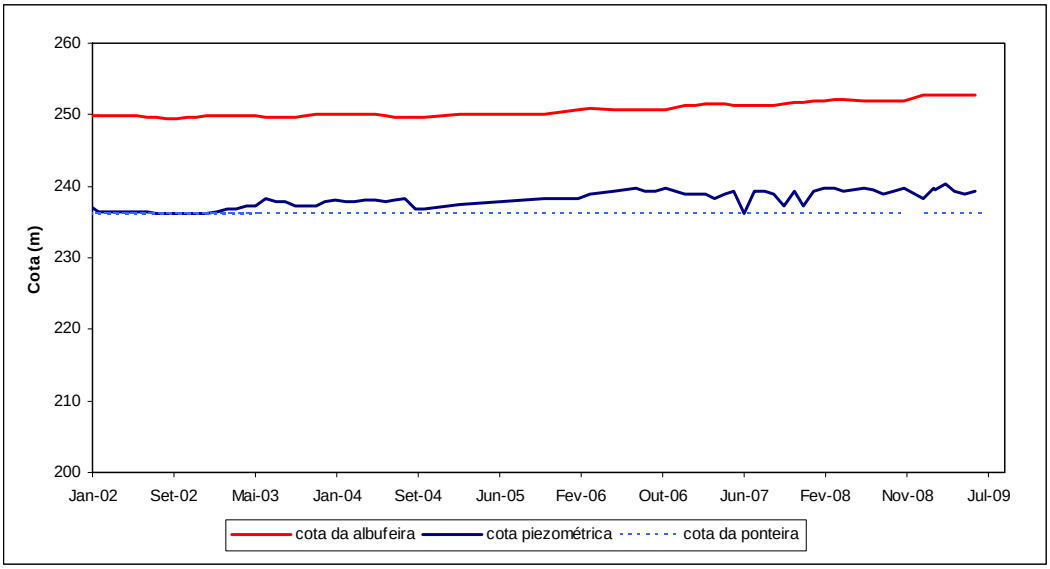


Figura 3.3 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp3

2 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO2 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

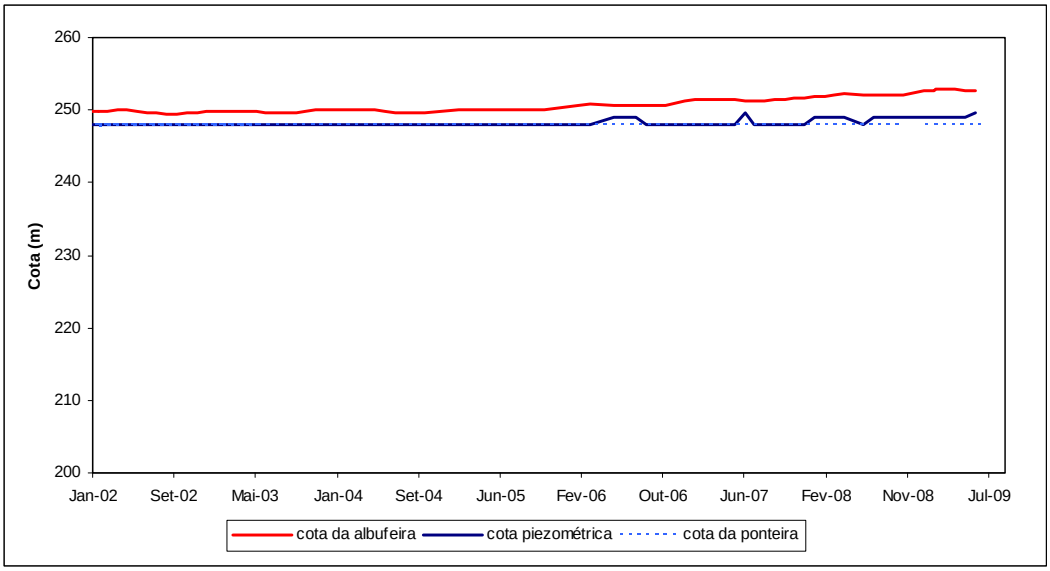


Figura 3.4 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp5

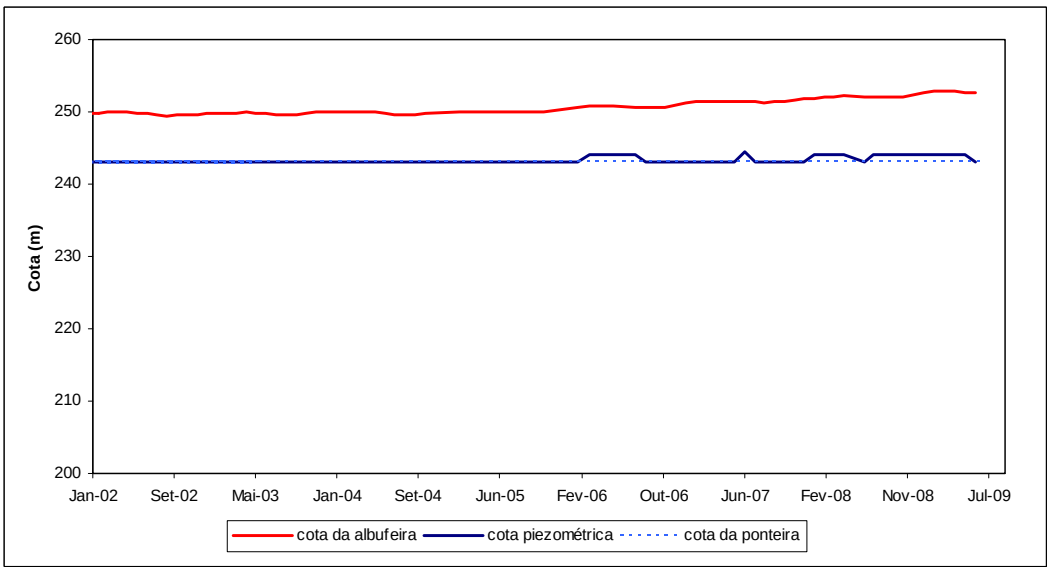


Figura 3.5 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp4

3 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO3 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

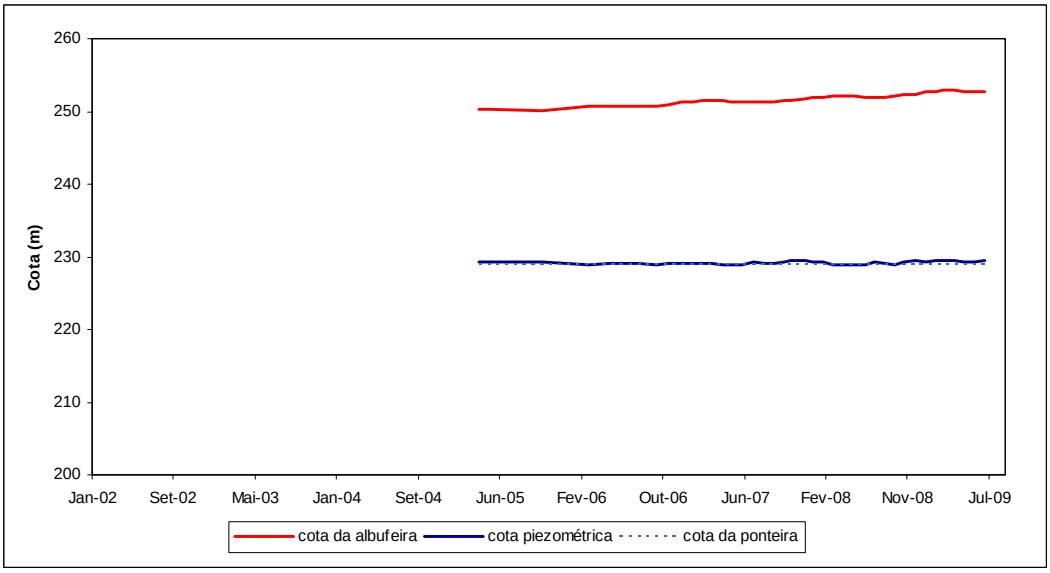


Figura 3.6 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph6

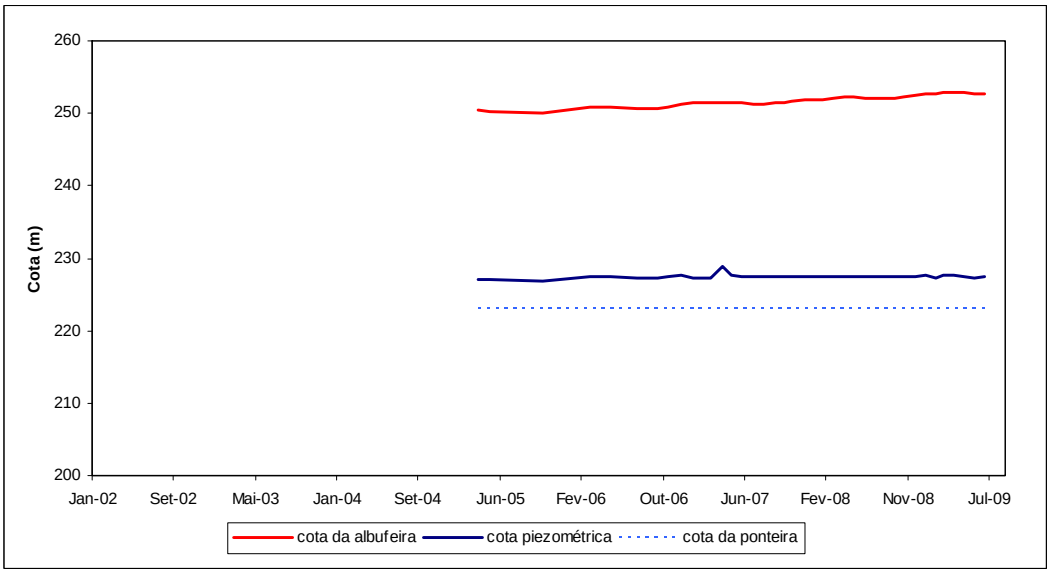


Figura 3.7 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph7

NÍVEIS PIEZOMÉTRICOS NO ATERRO E NA FUNDAÇÃO

1 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO1 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

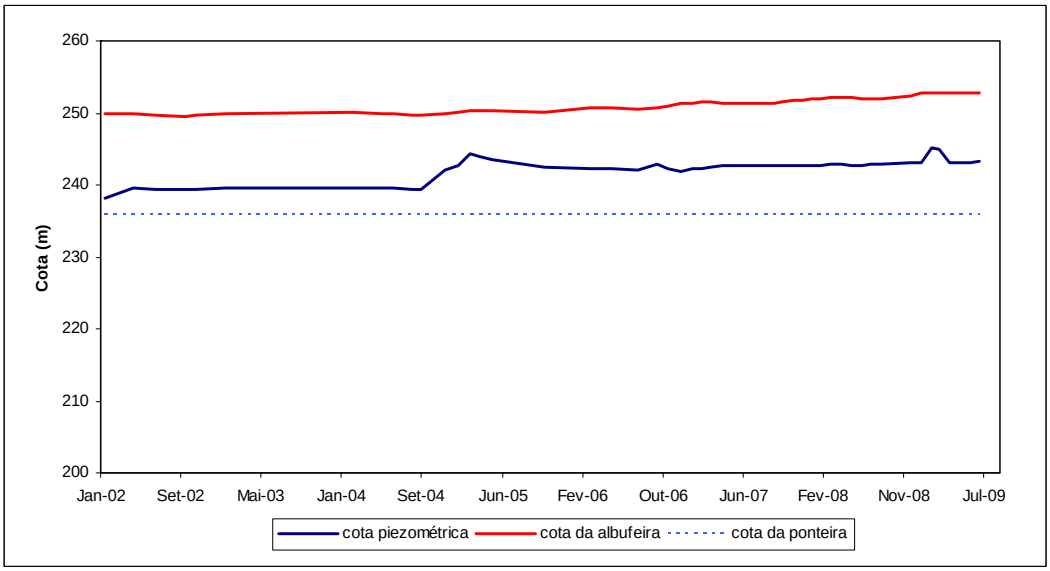


Figura 3.1 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph1

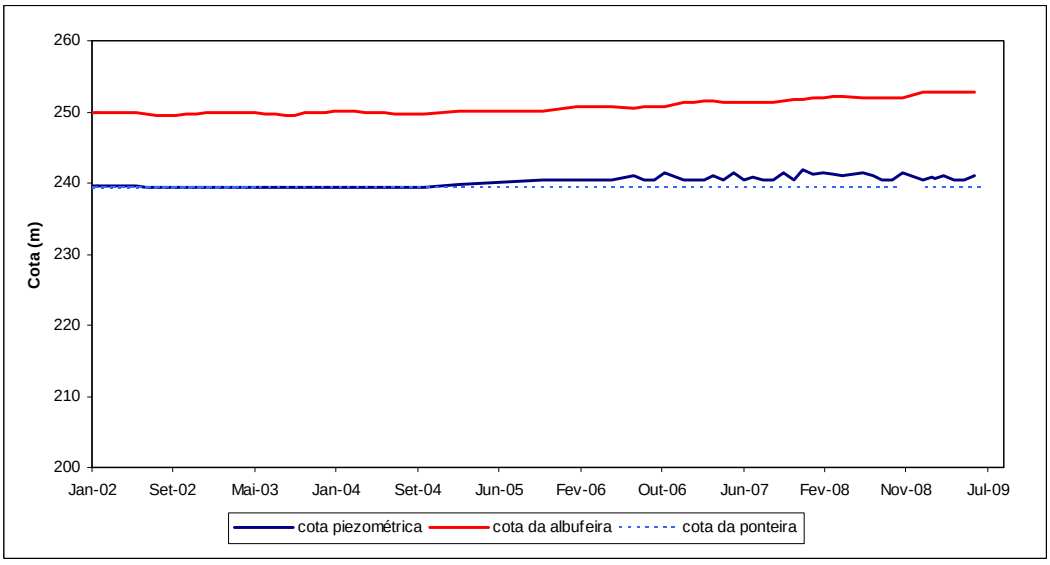


Figura 3.2 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp2

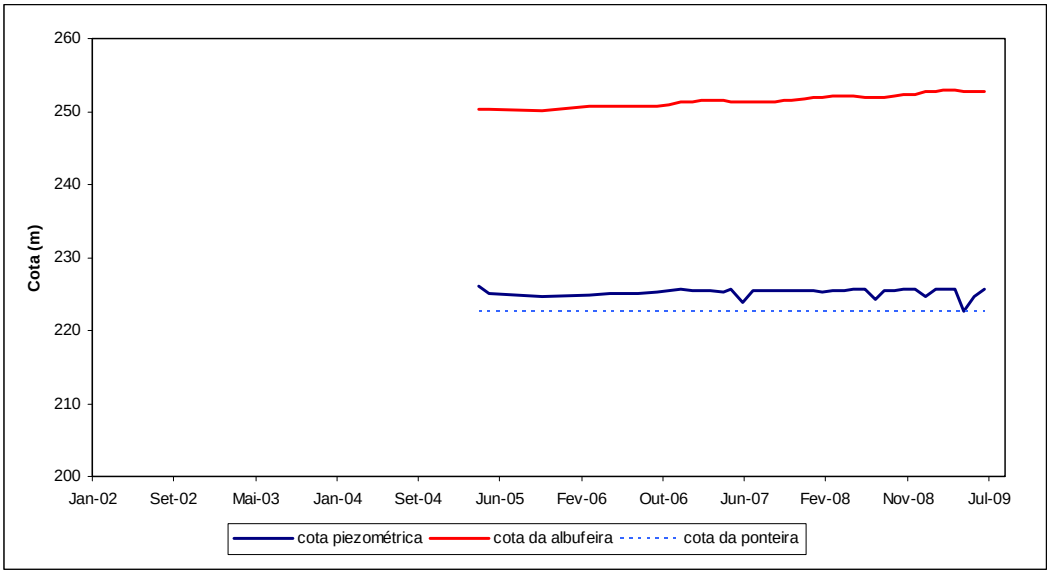


Figura 3.8 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph8

4 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO4 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

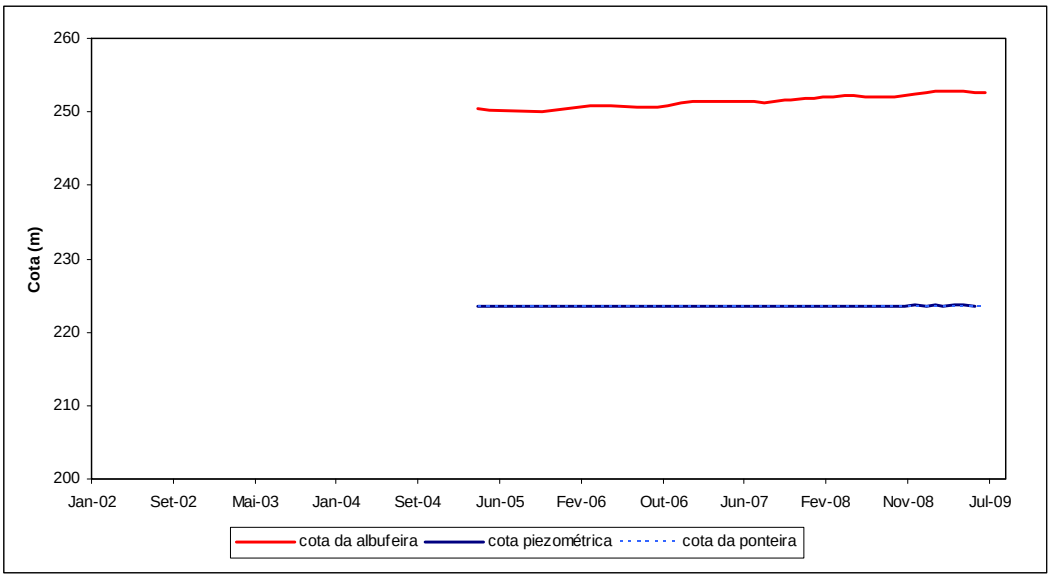


Figura 3.9 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph9

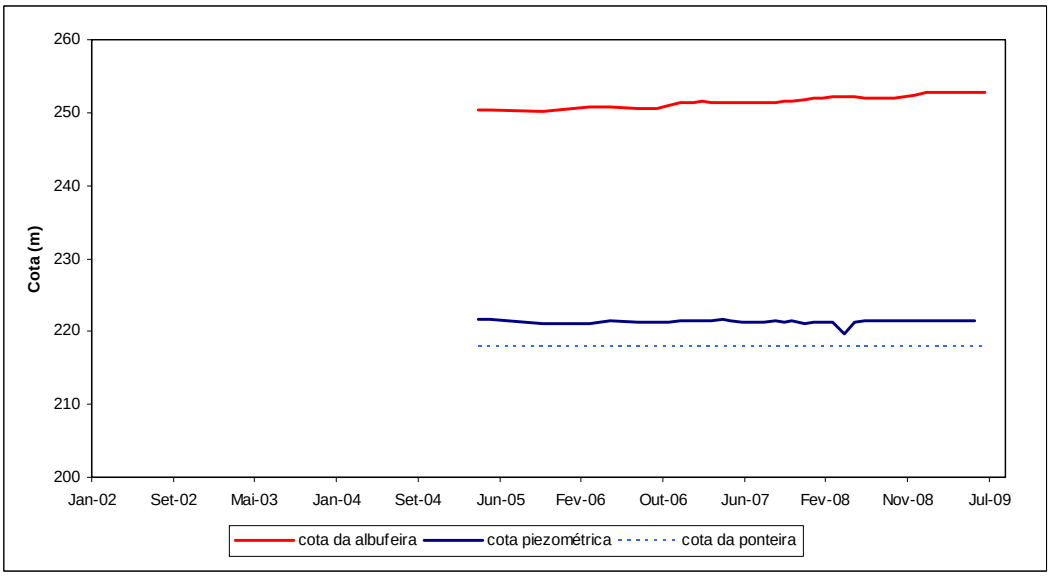


Figura 3.10 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph10

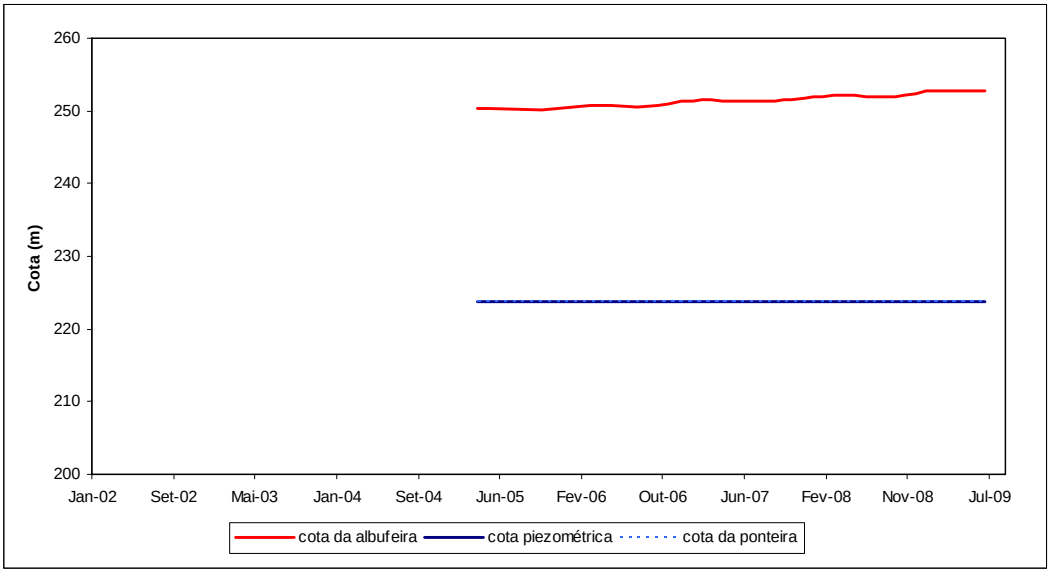


Figura 3.11 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph11

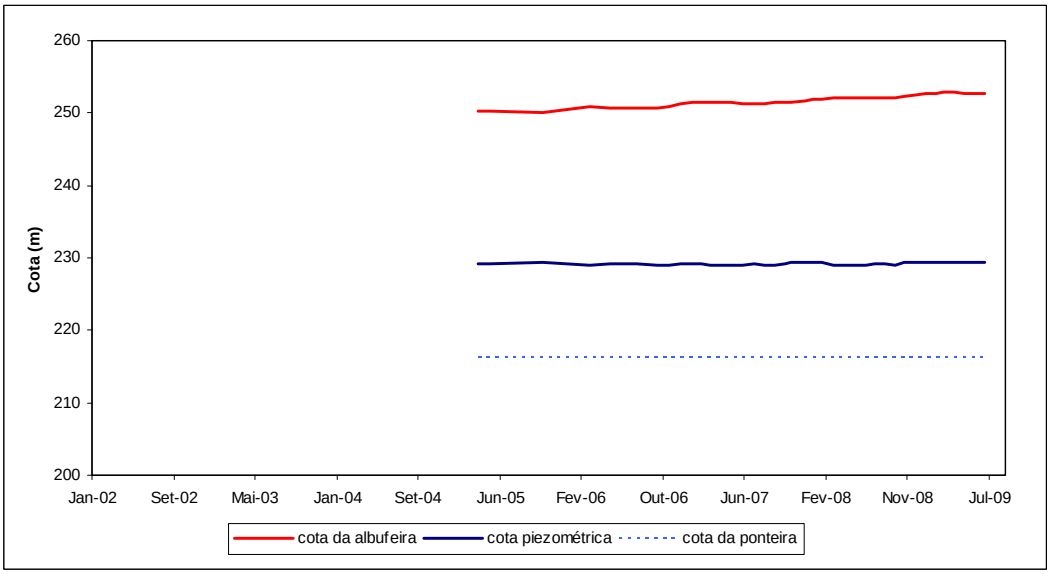


Figura 3.12 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph12

5 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO5 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

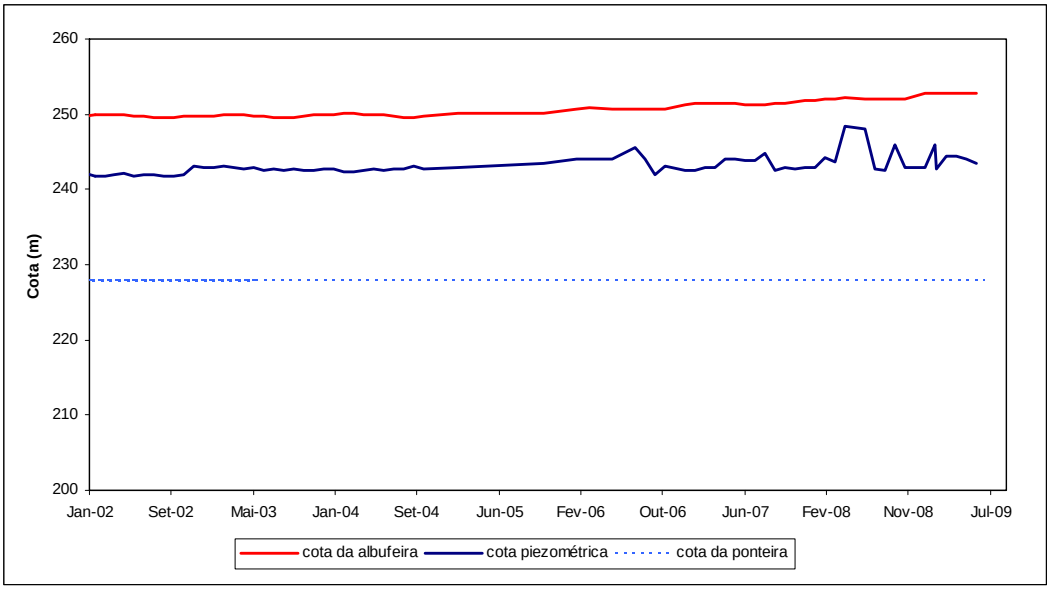


Figura 3.13 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp14

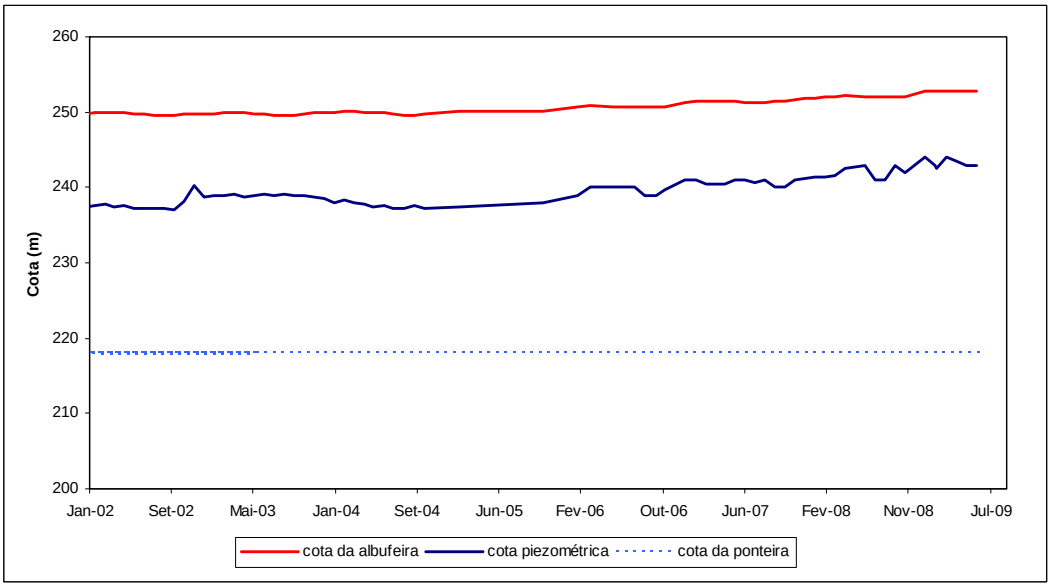


Figura 3.14 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp15

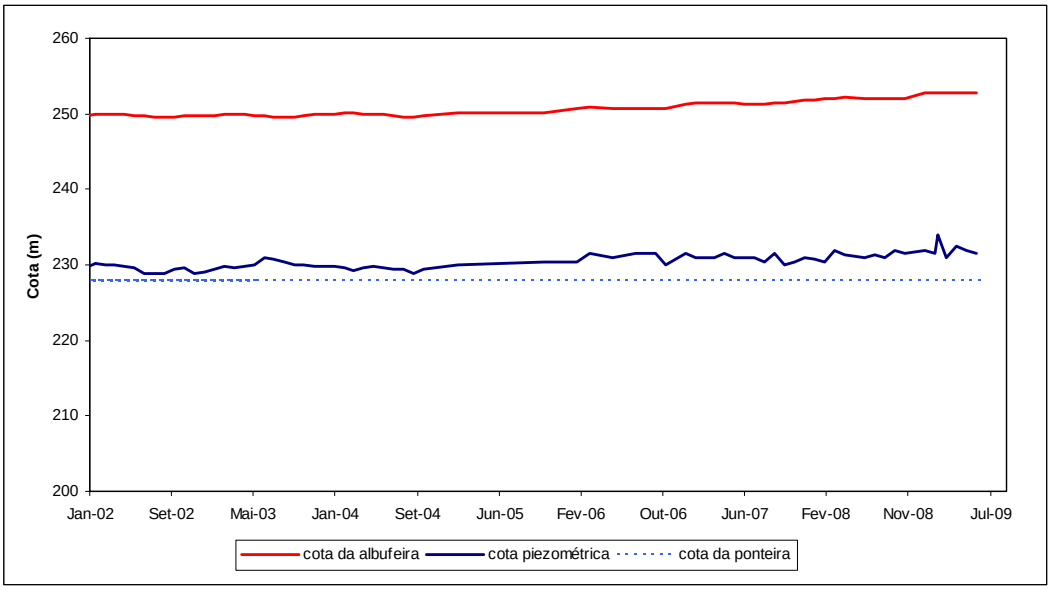


Figura 3.15 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp16

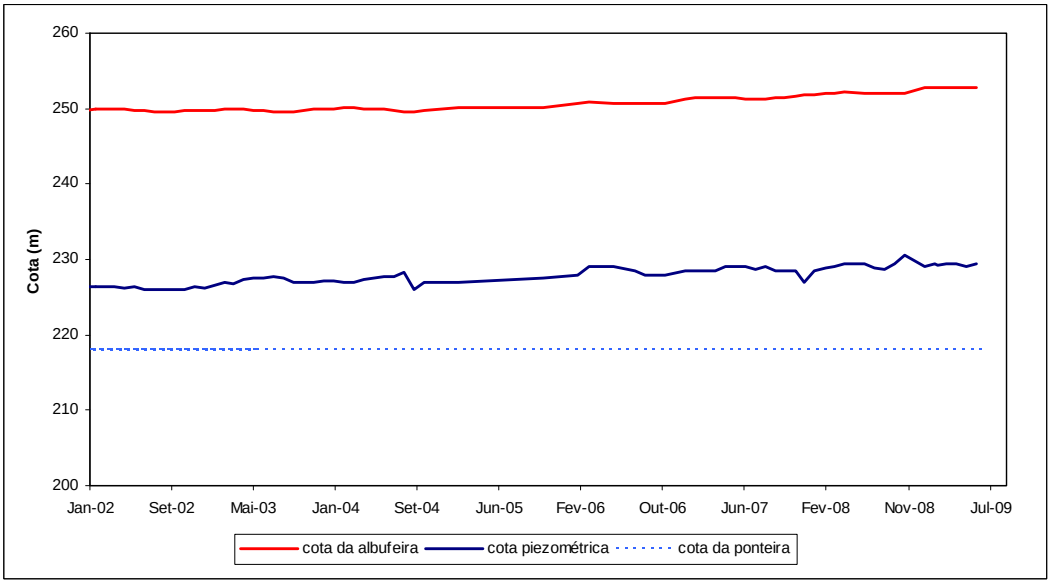


Figura 3.16 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp17

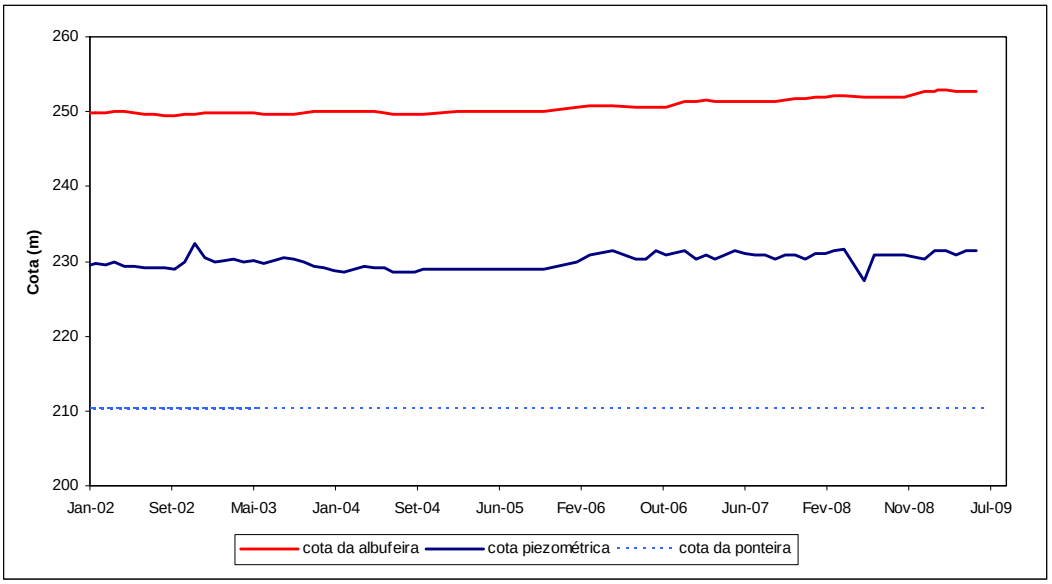


Figura 3.17 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp18

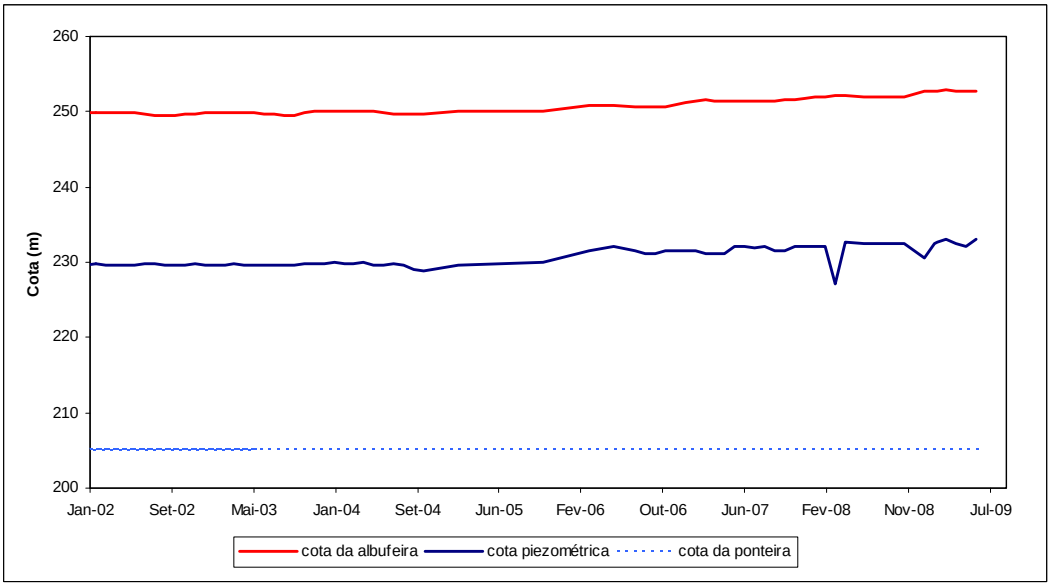


Figura 3.18 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp19

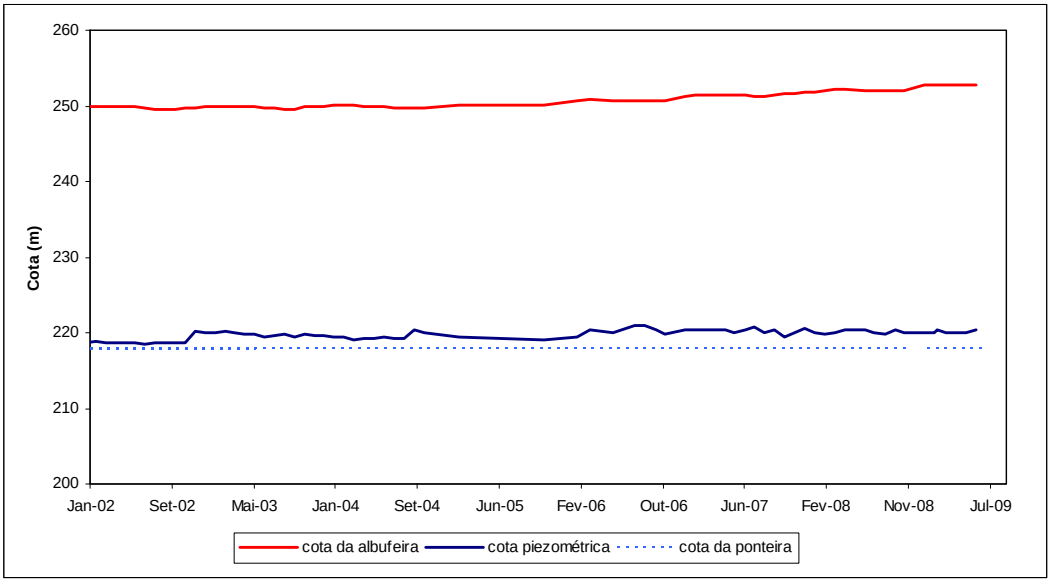


Figura 3.19 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp20

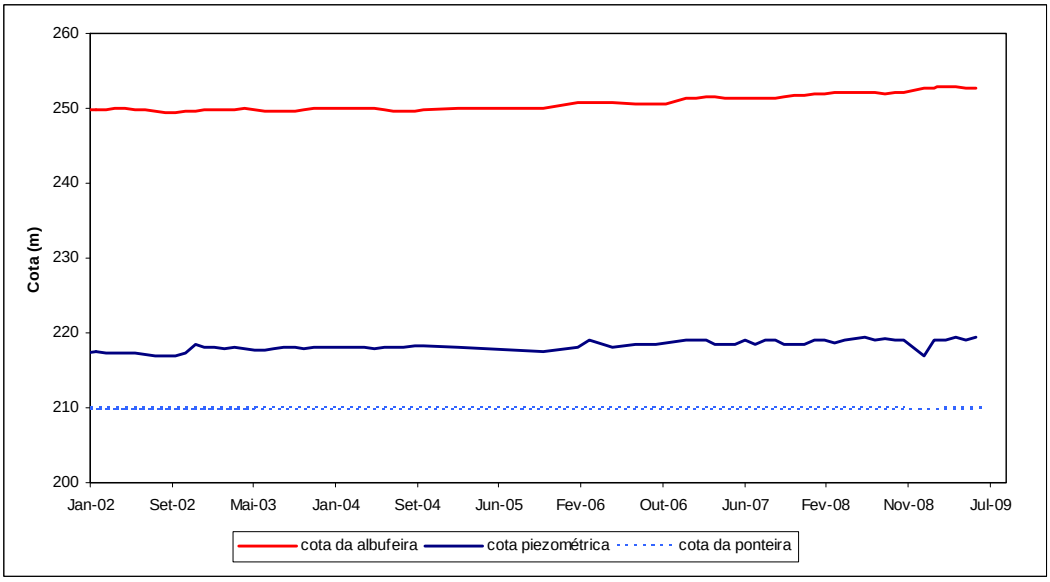


Figura 3.20 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp21

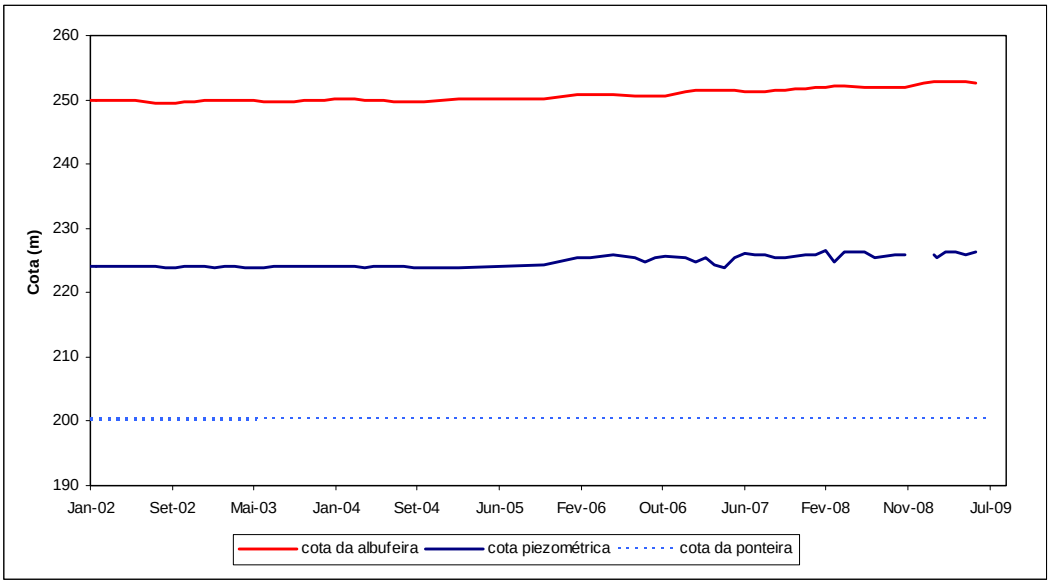


Figura 3.21 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp22

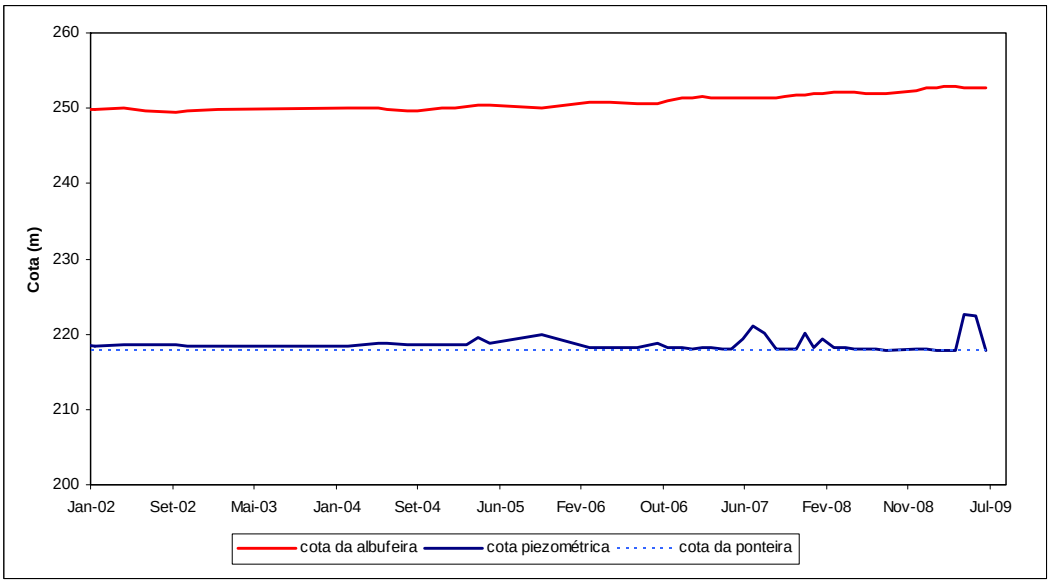


Figura 3.22 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph26

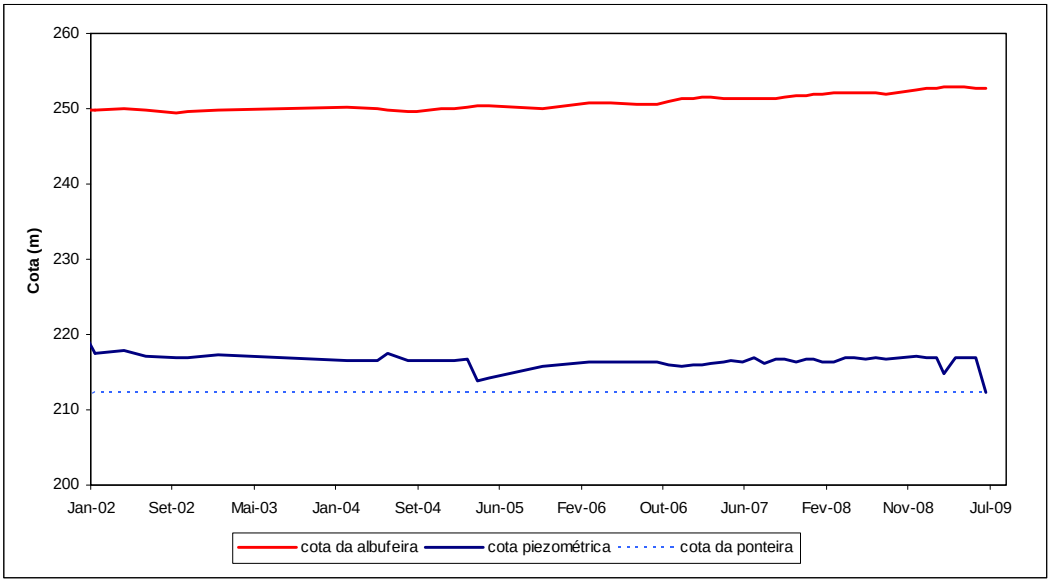


Figura 3.23 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph28

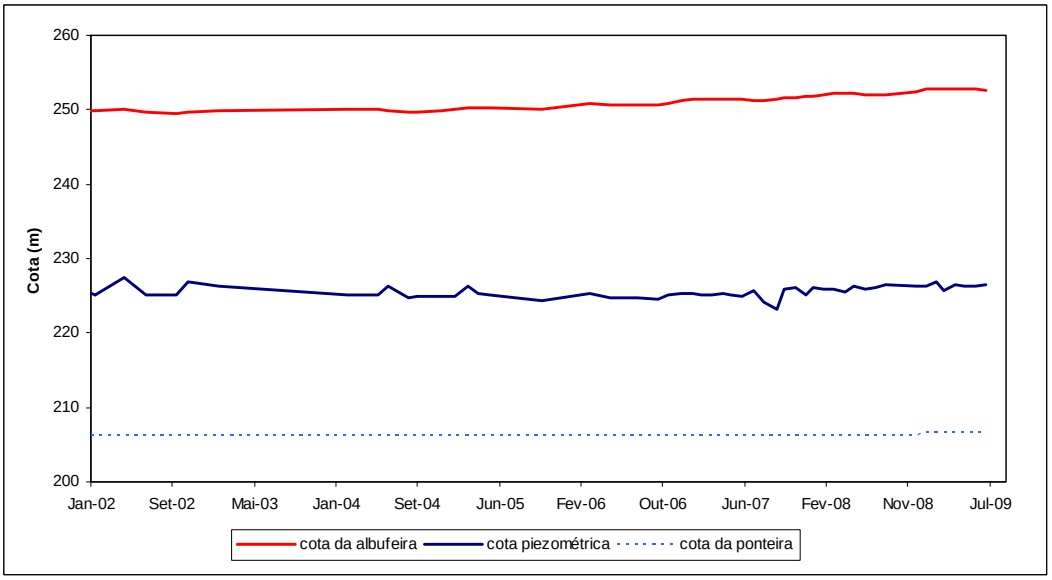


Figura 3.24 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph27

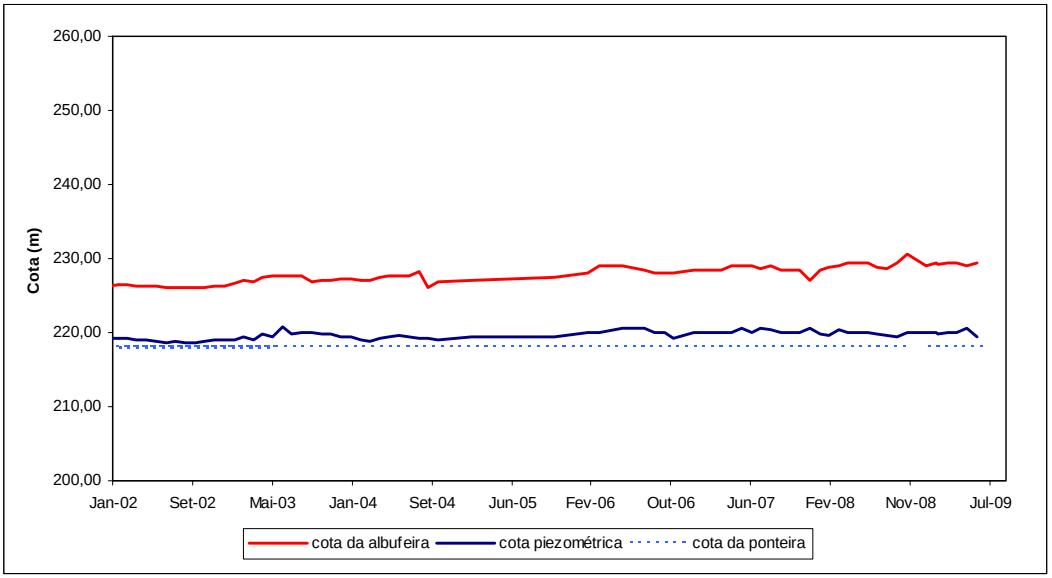


Figura 3.25 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp23

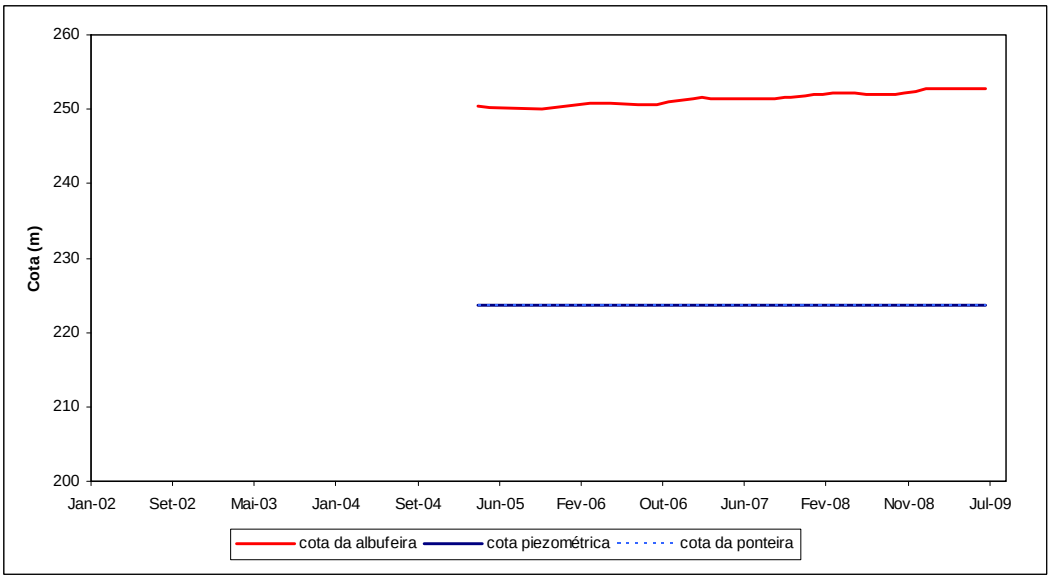


Figura 3.26 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph29

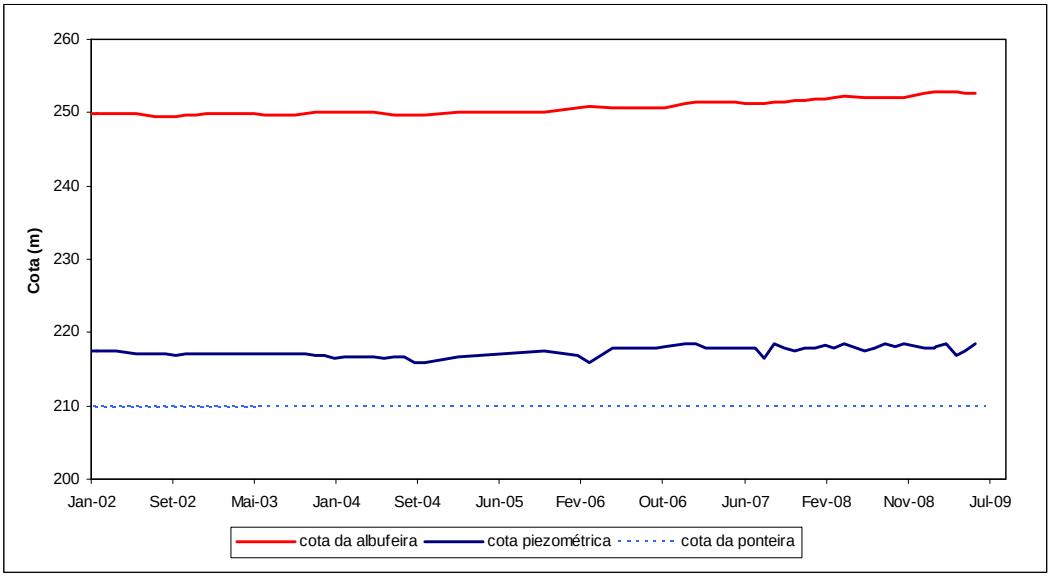


Figura 3.27 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp24

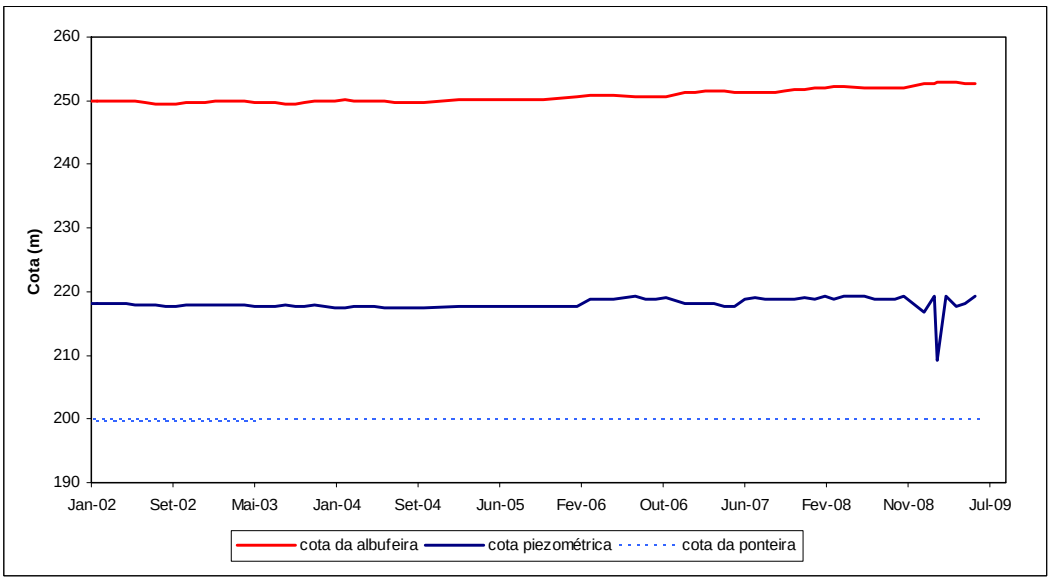


Figura 3.28 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp25

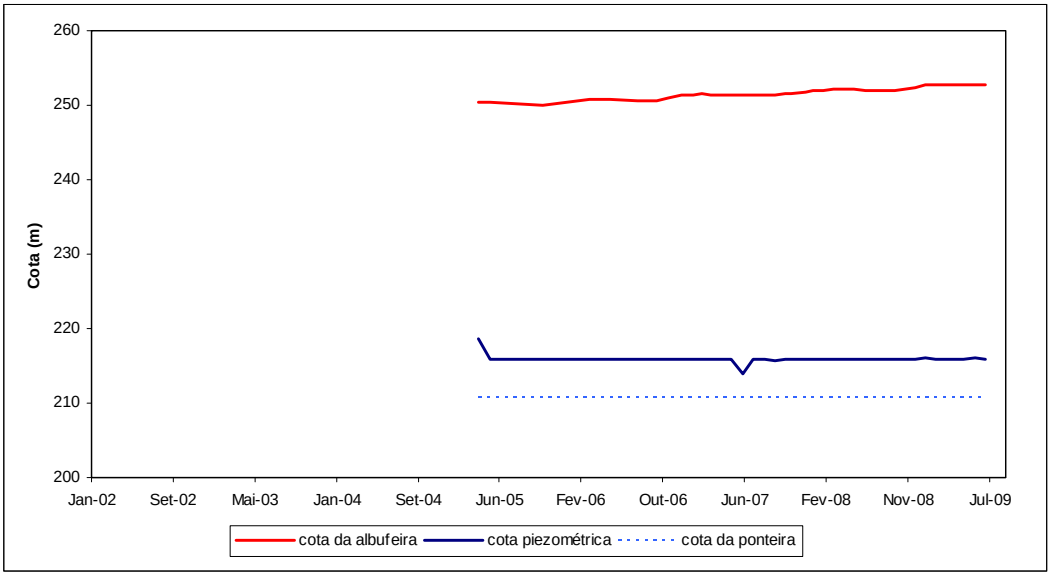


Figura 3.29 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp30

6 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO6 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

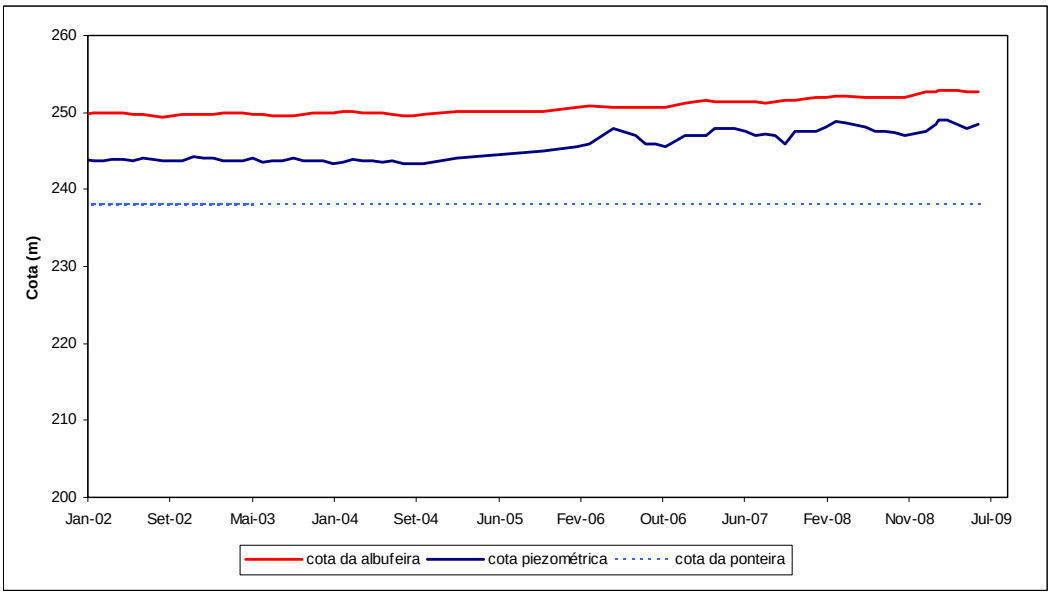


Figura 3.30 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp31

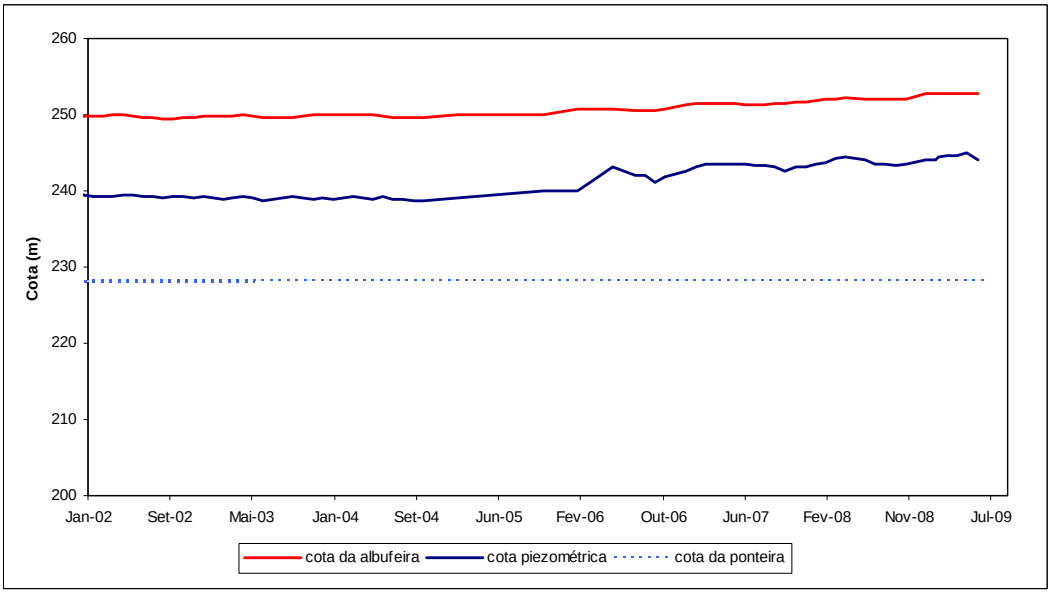


Figura 3.31 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp32

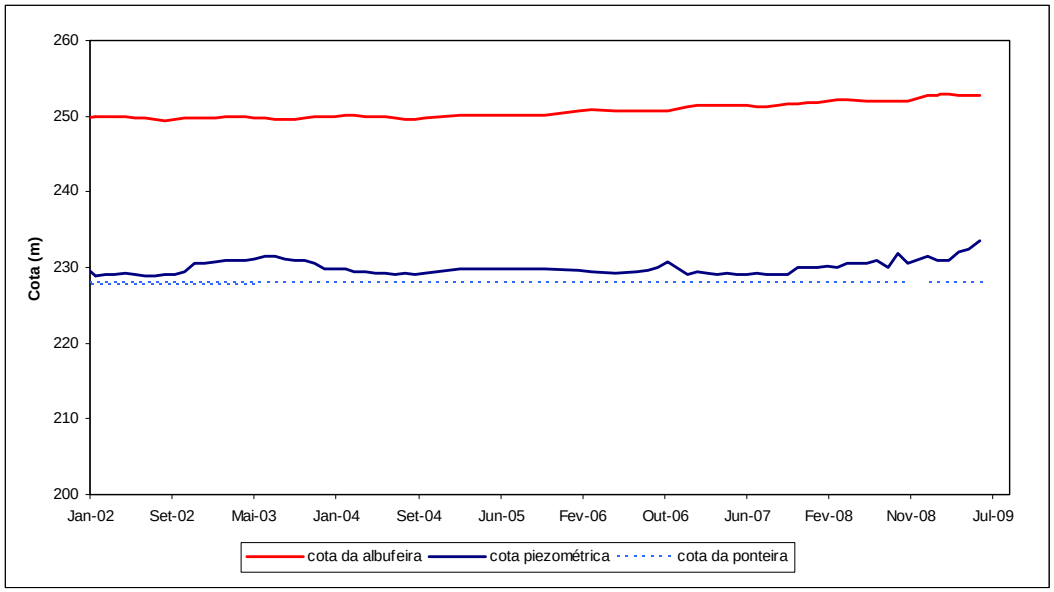


Figura 3.32 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp33

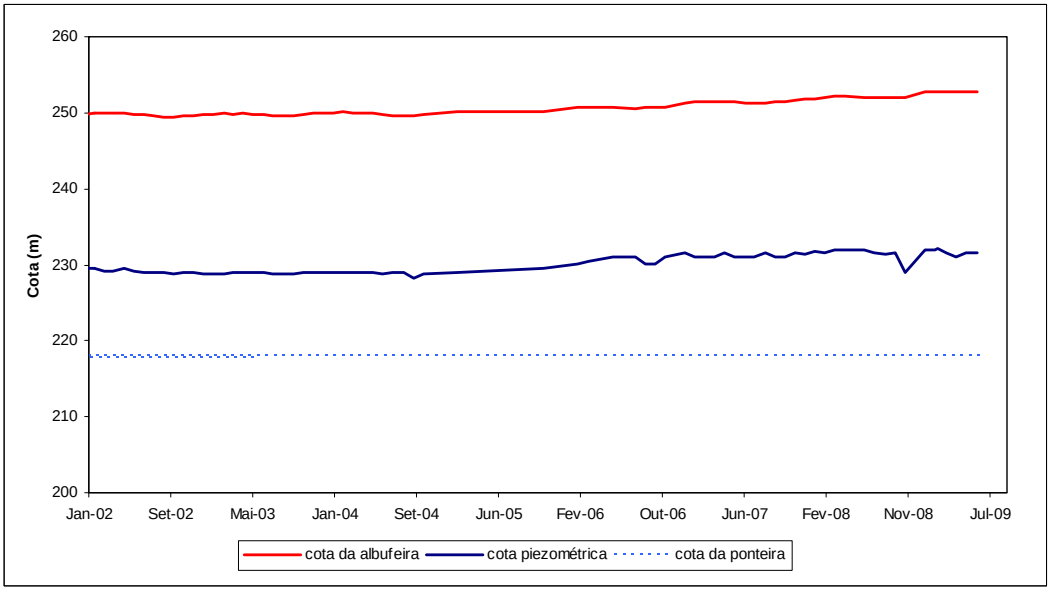


Figura 3.33 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp34

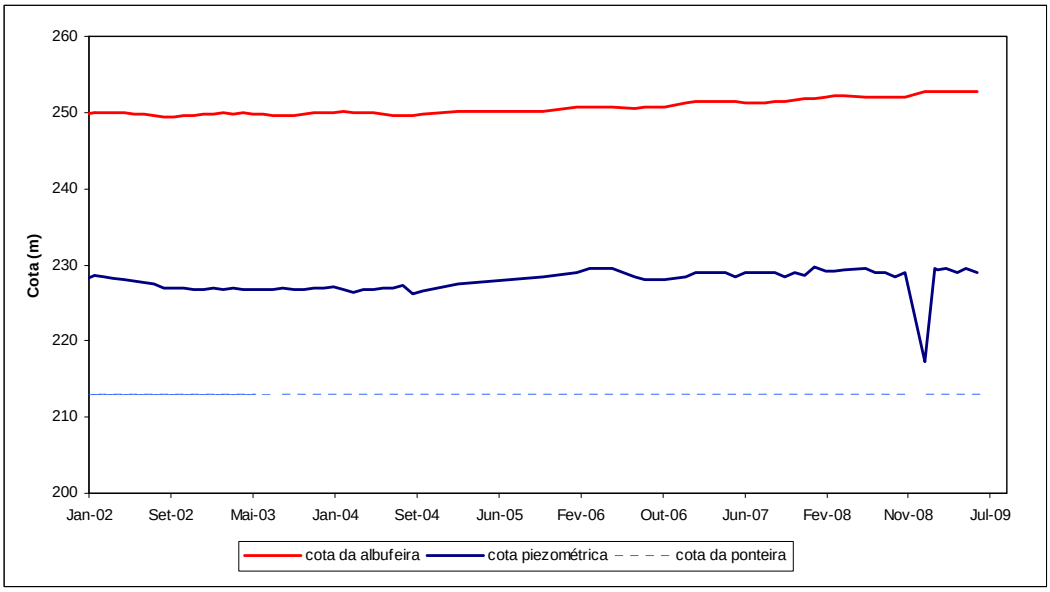


Figura 3.34 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp35

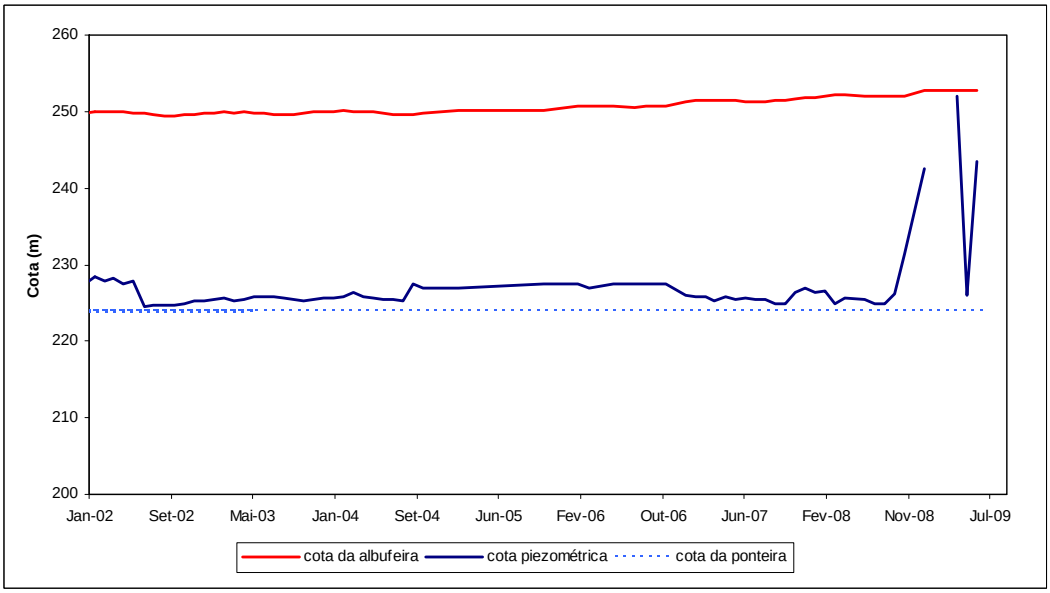


Figura 3.35 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp36

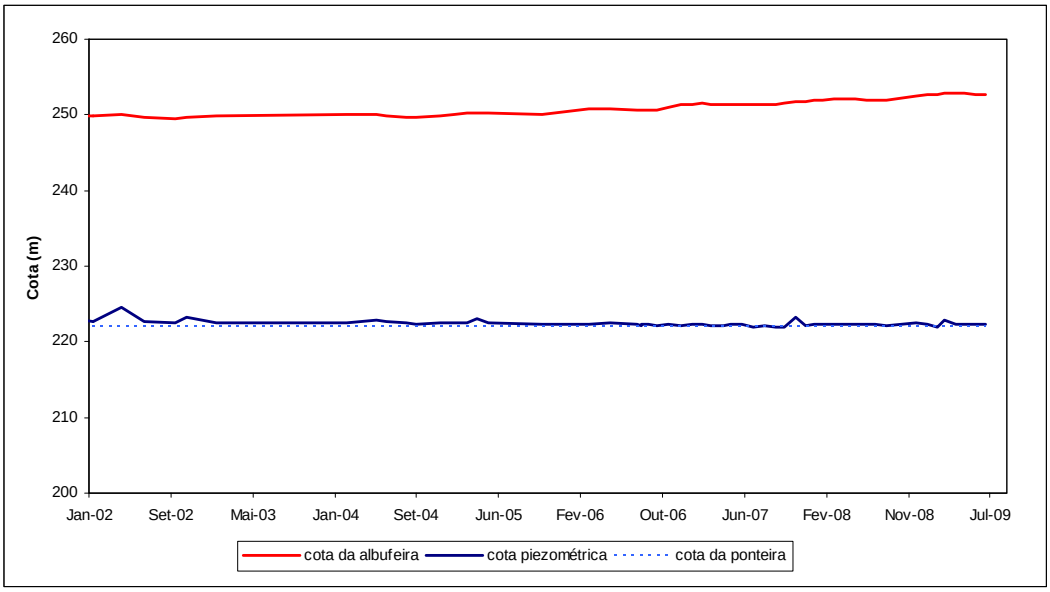


Figura 3.36 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph41

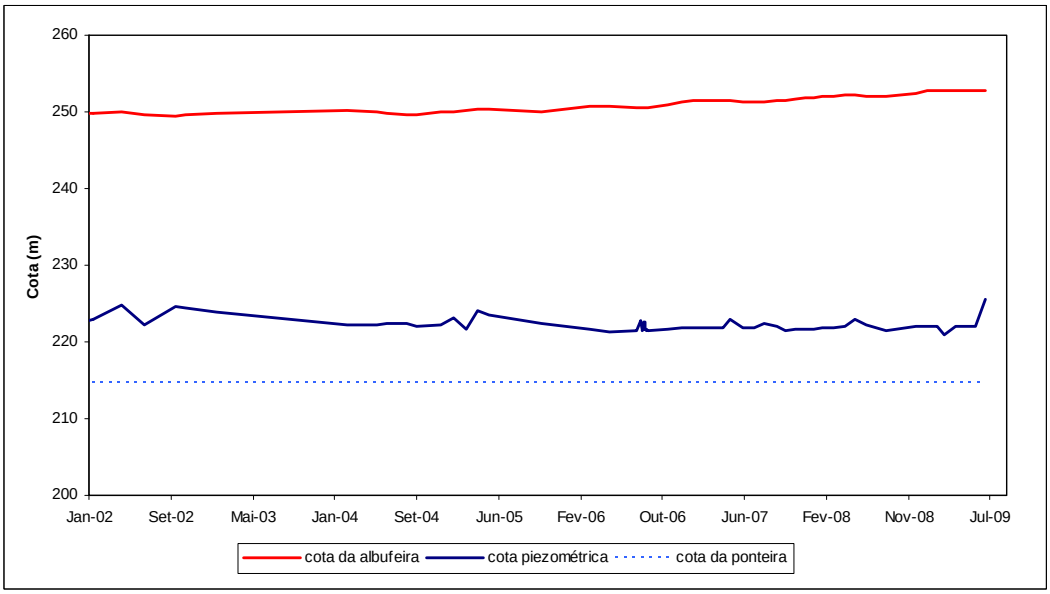


Figura 3.37 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph42

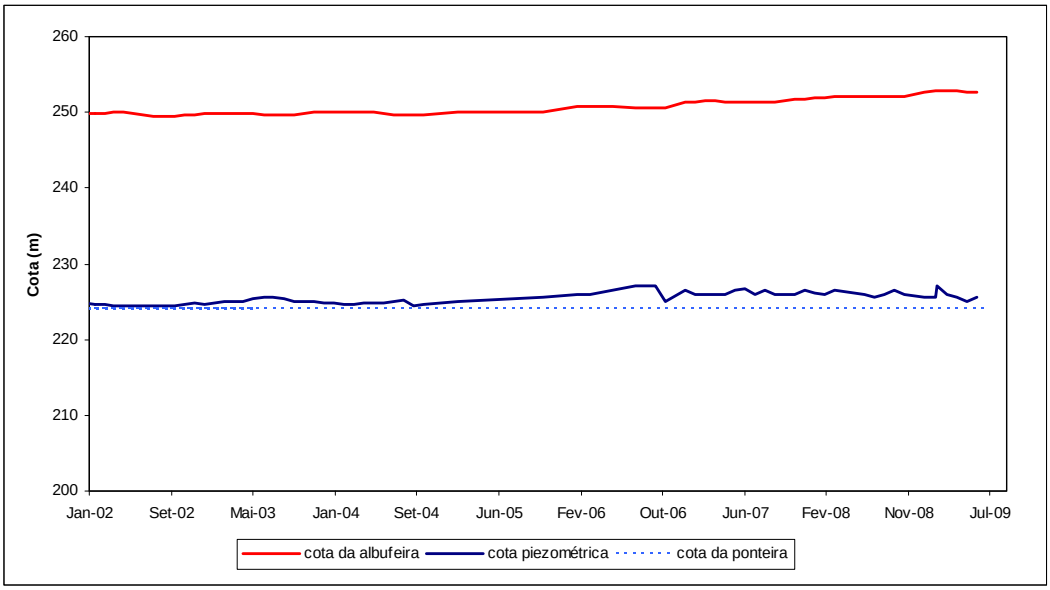


Figura 3.38 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp38

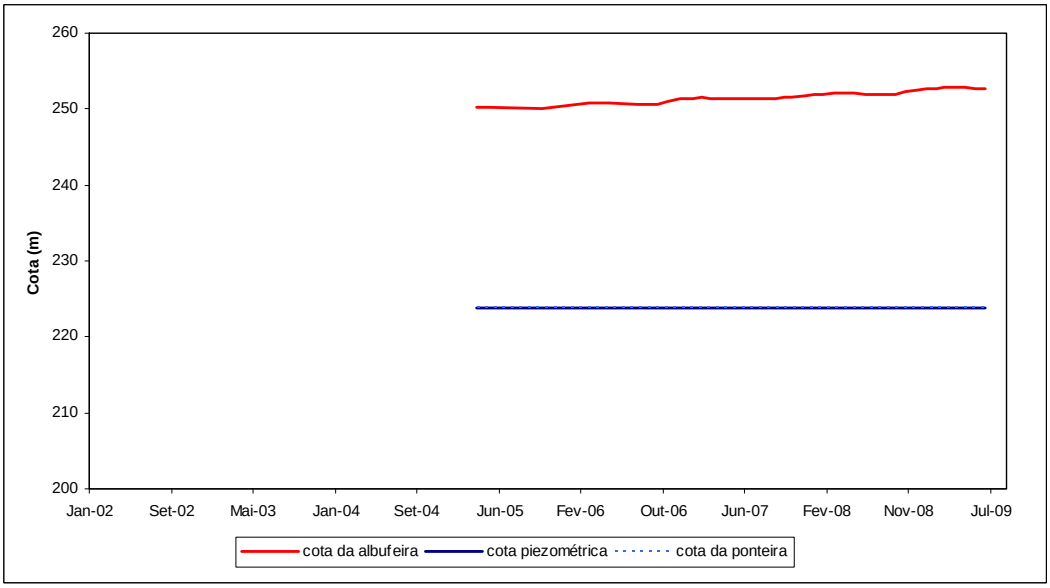


Figura 3.39 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph43

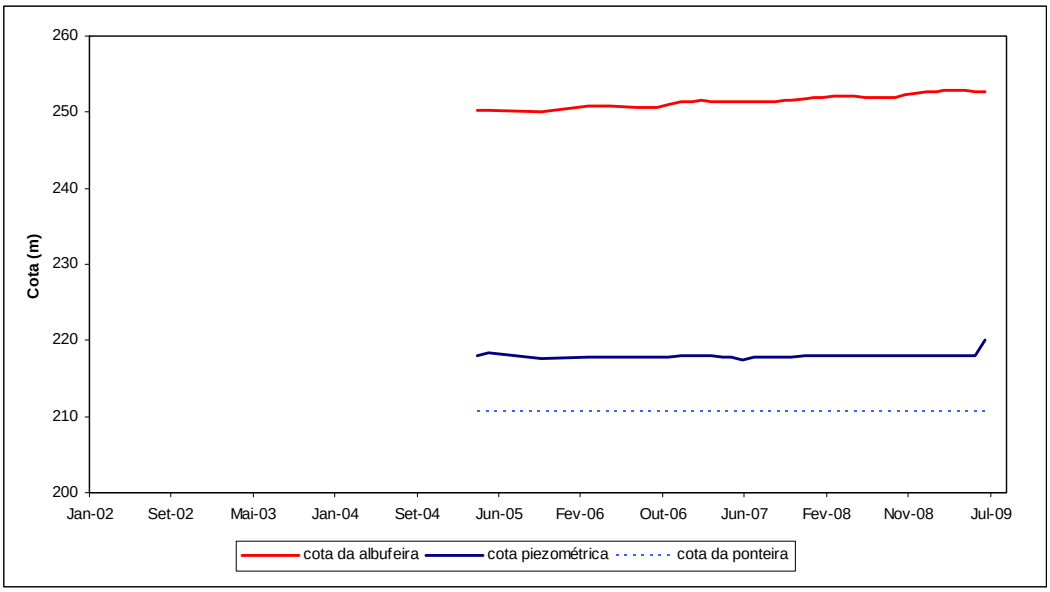


Figura 3.40 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph44

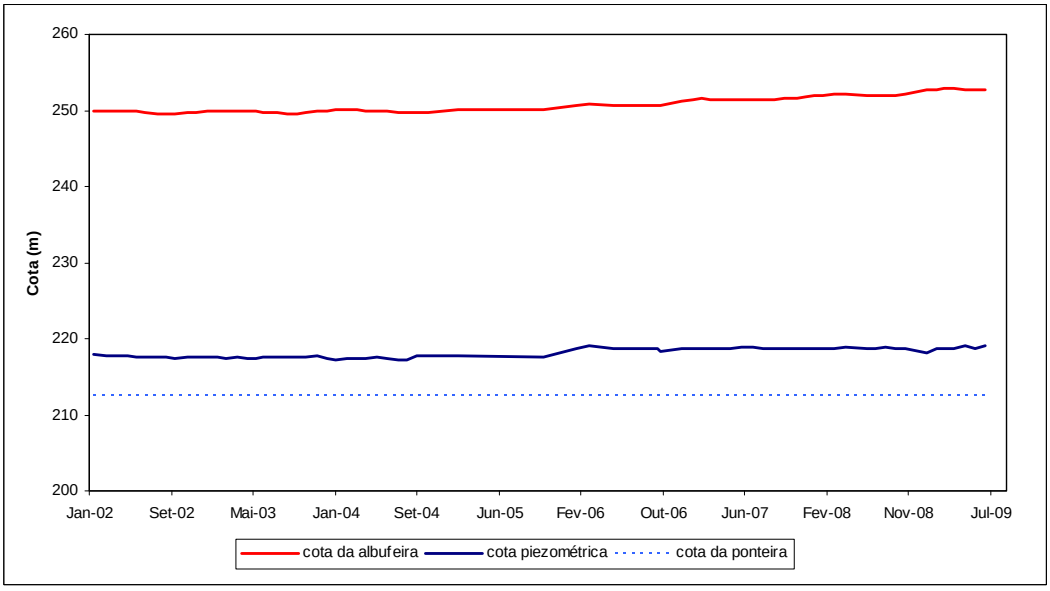


Figura 3.41 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp39

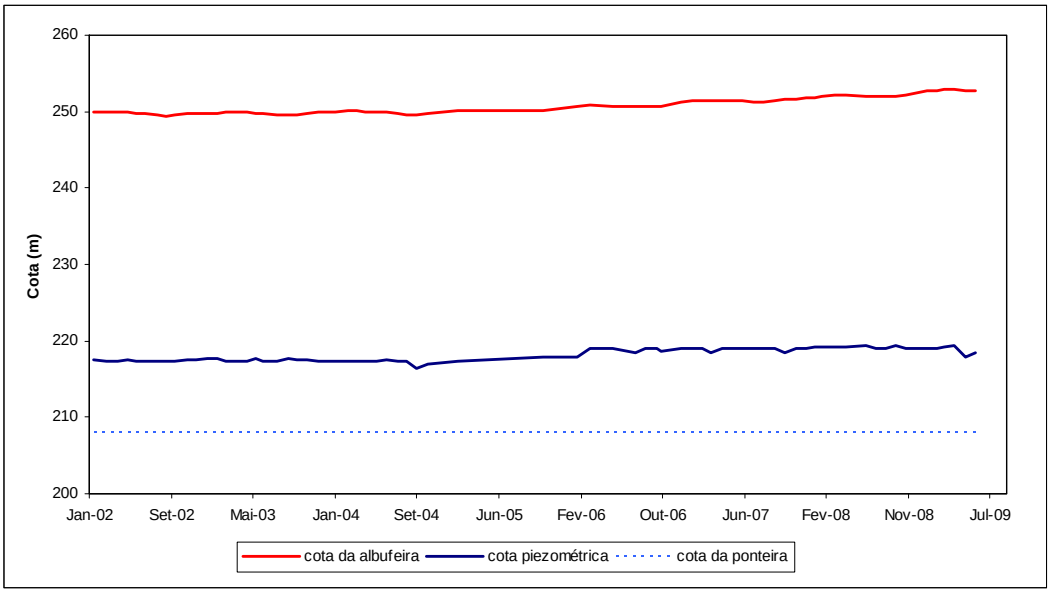


Figura 3.42 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp40

7 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO7 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

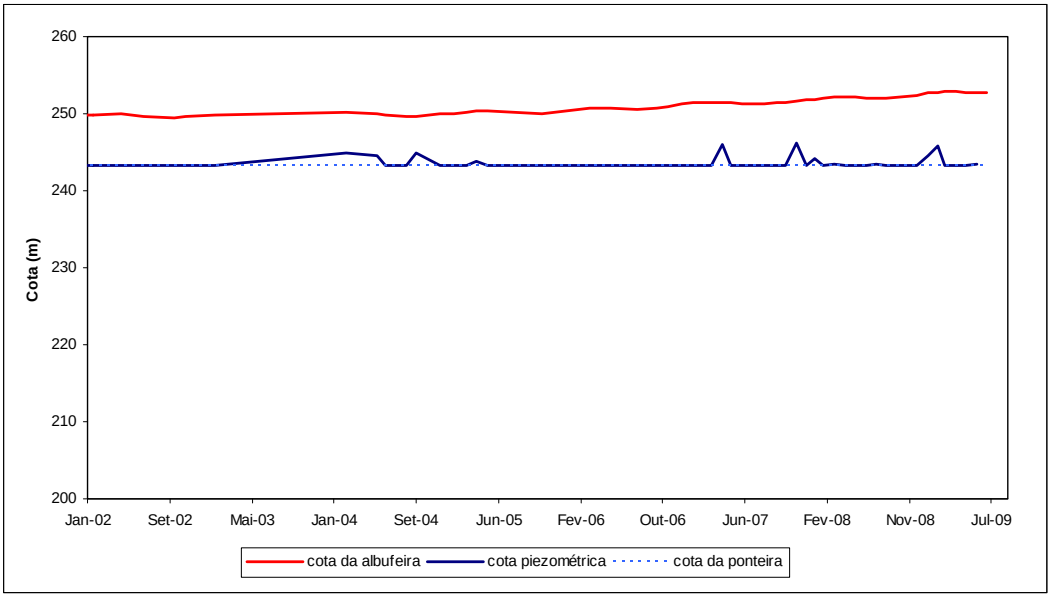


Figura 3.43 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph46

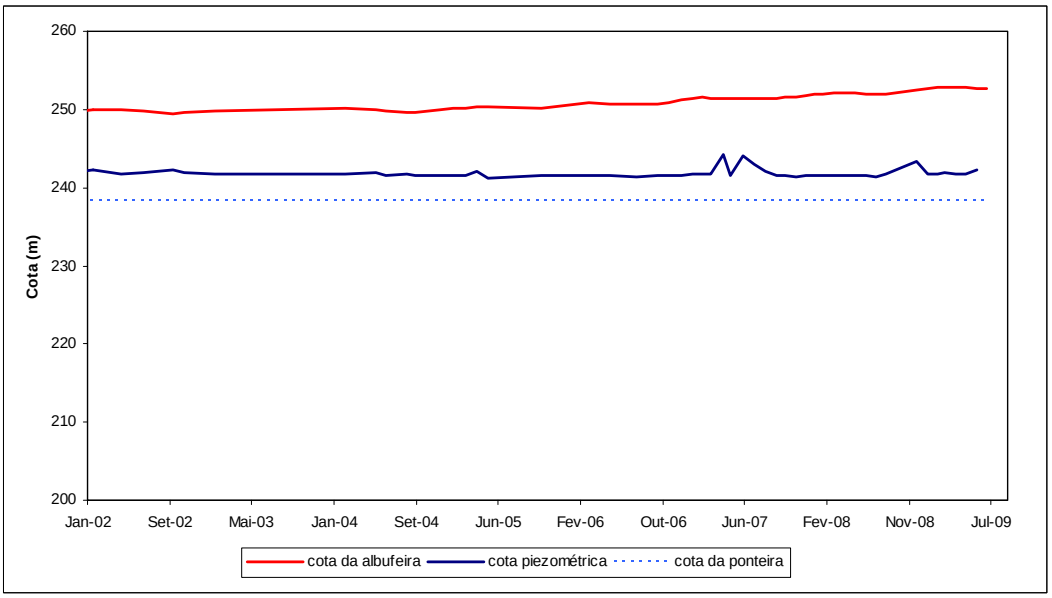


Figura 3.44 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph47

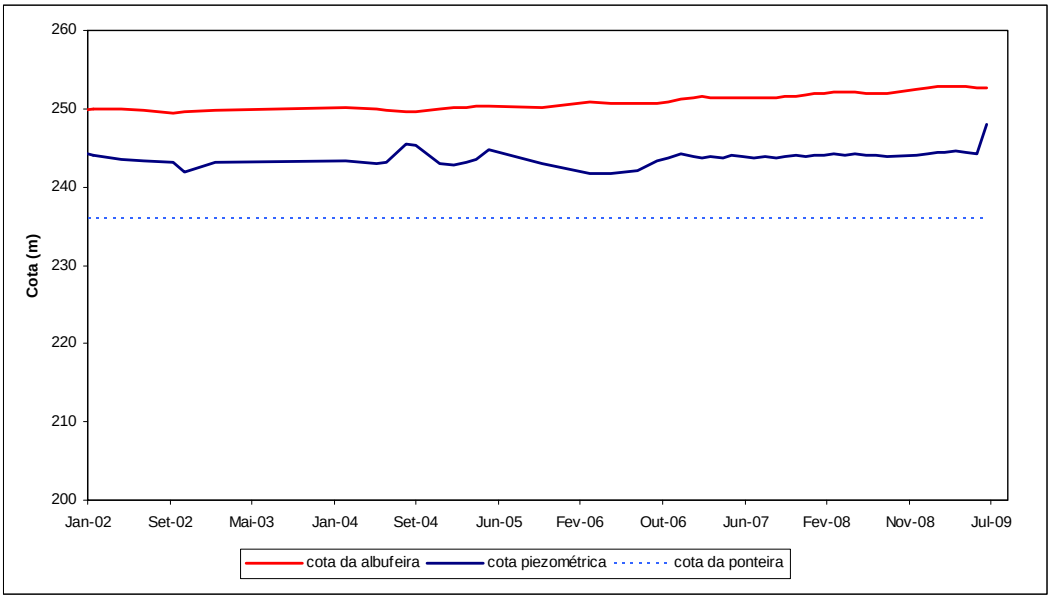


Figura 3.45 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph45

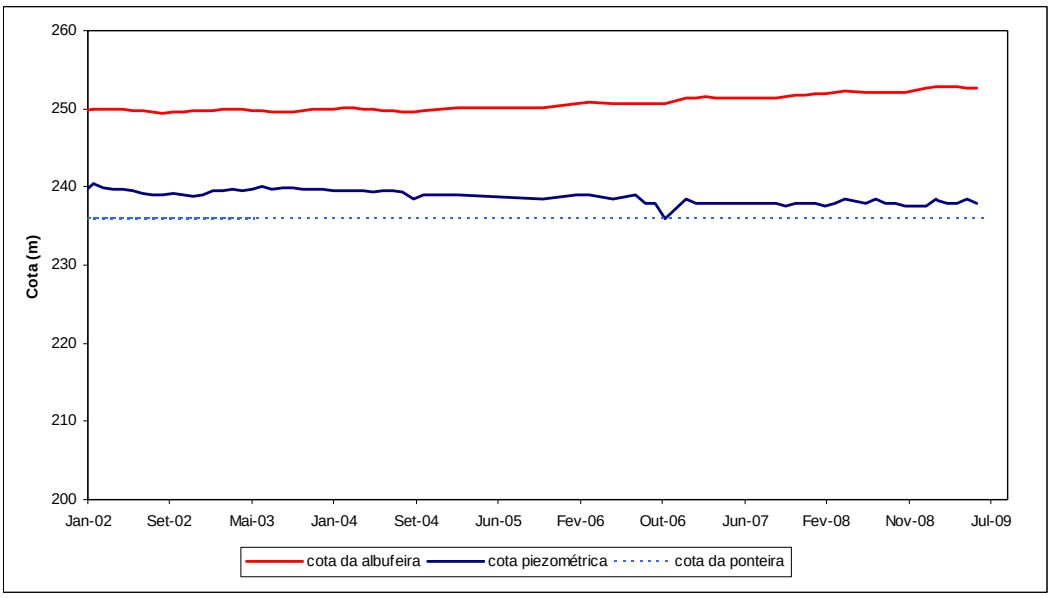


Figura 3.46 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp48

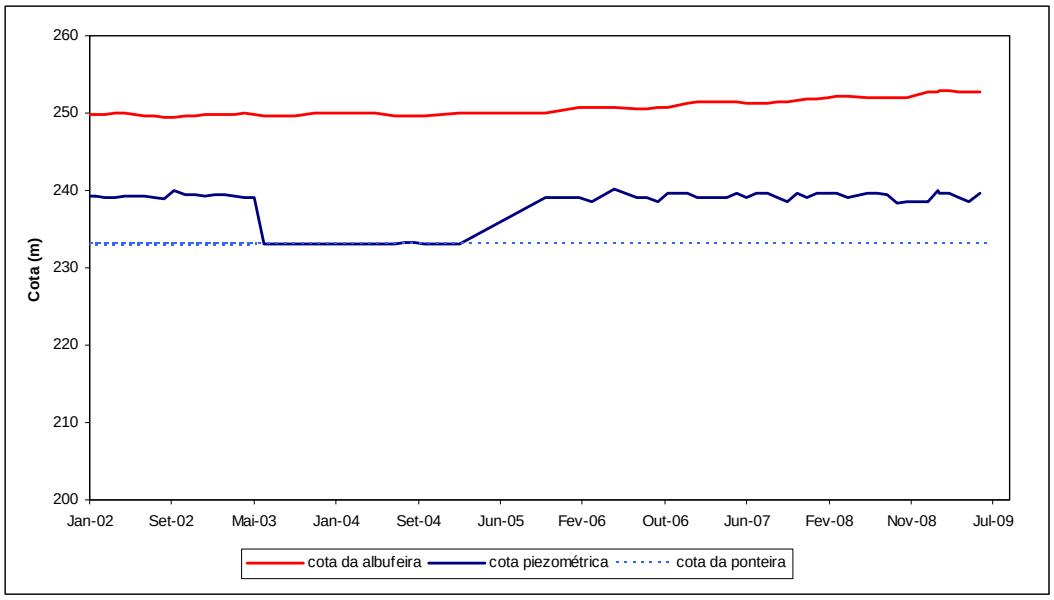


Figura 3.47 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp49

8 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO8 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

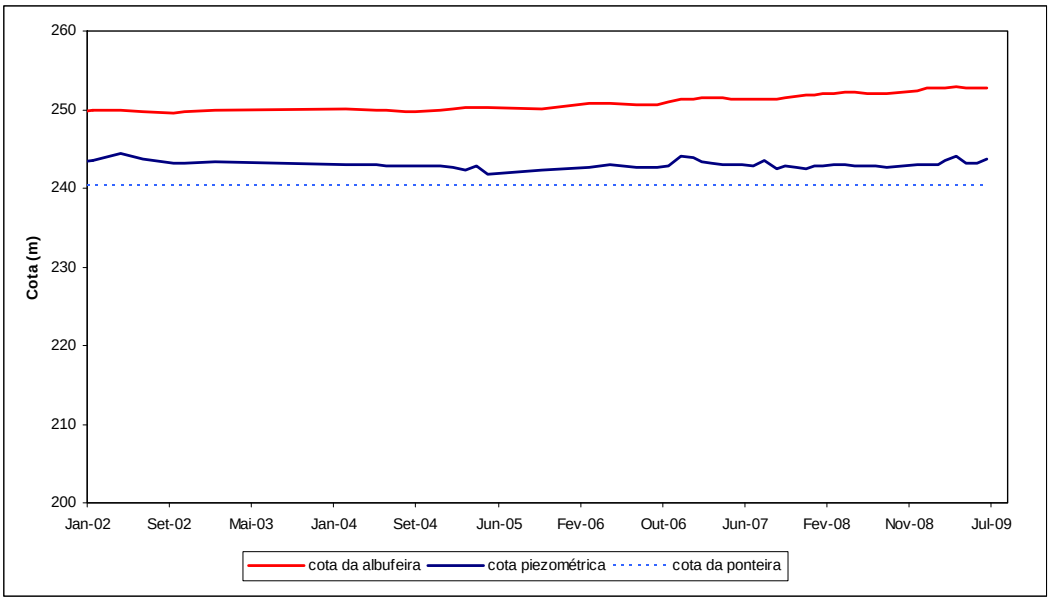


Figura 3.48 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph50

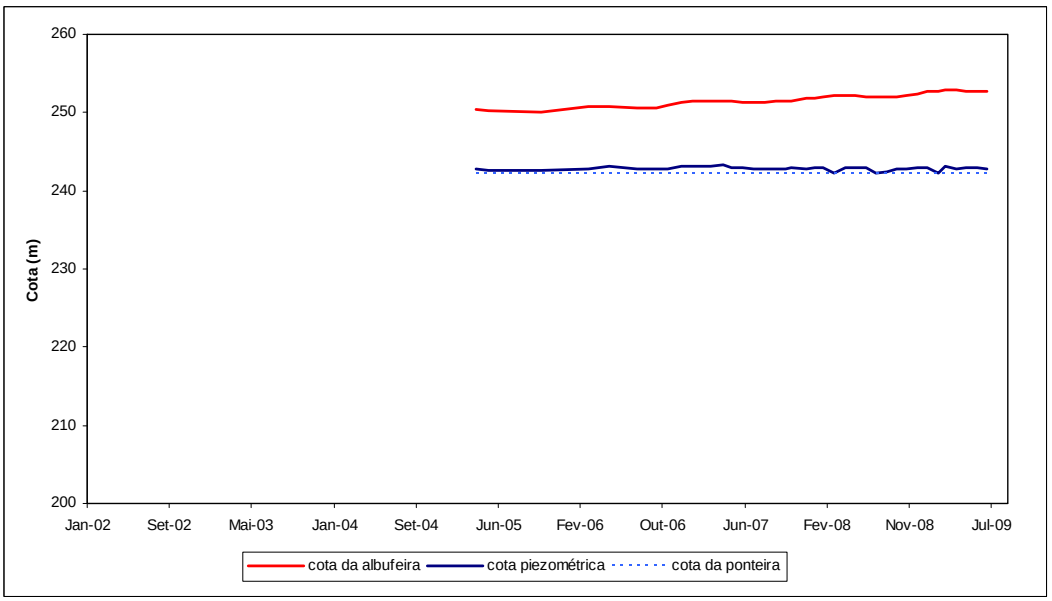


Figura 3.49 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph51

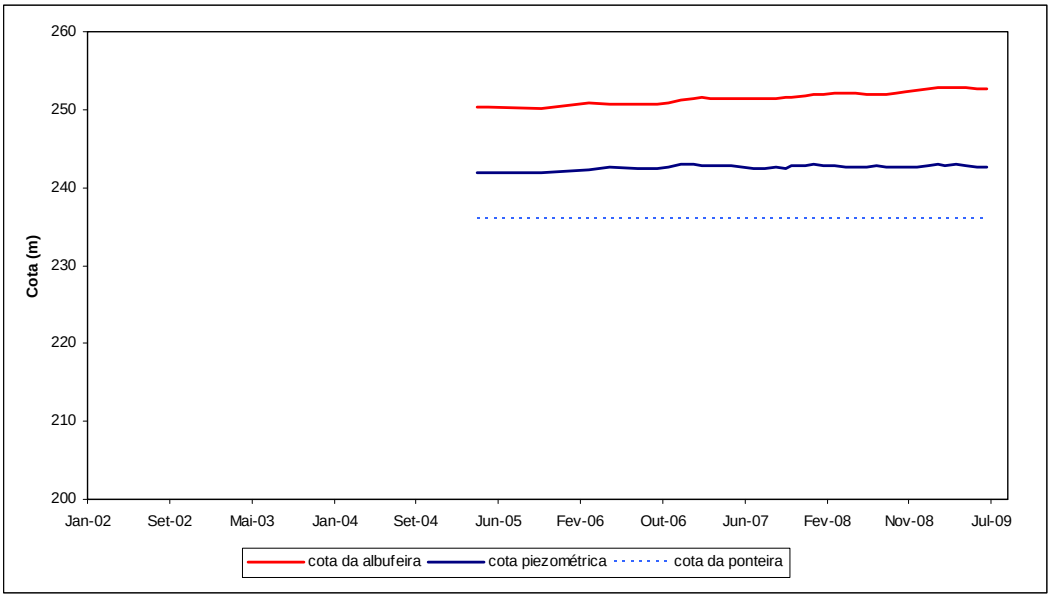


Figura 3.50 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph52

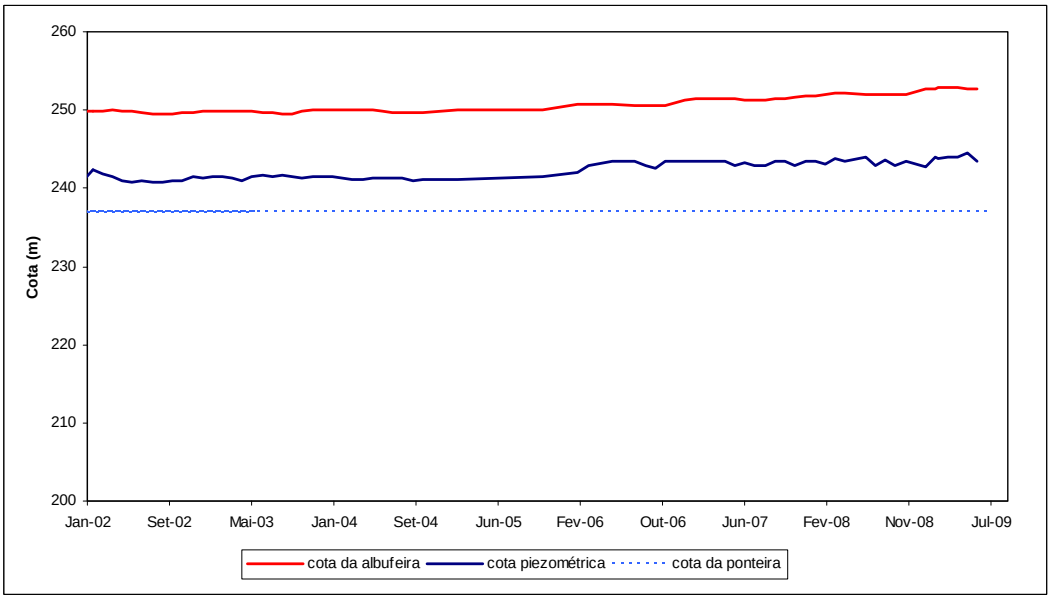


Figura 3.51 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp53

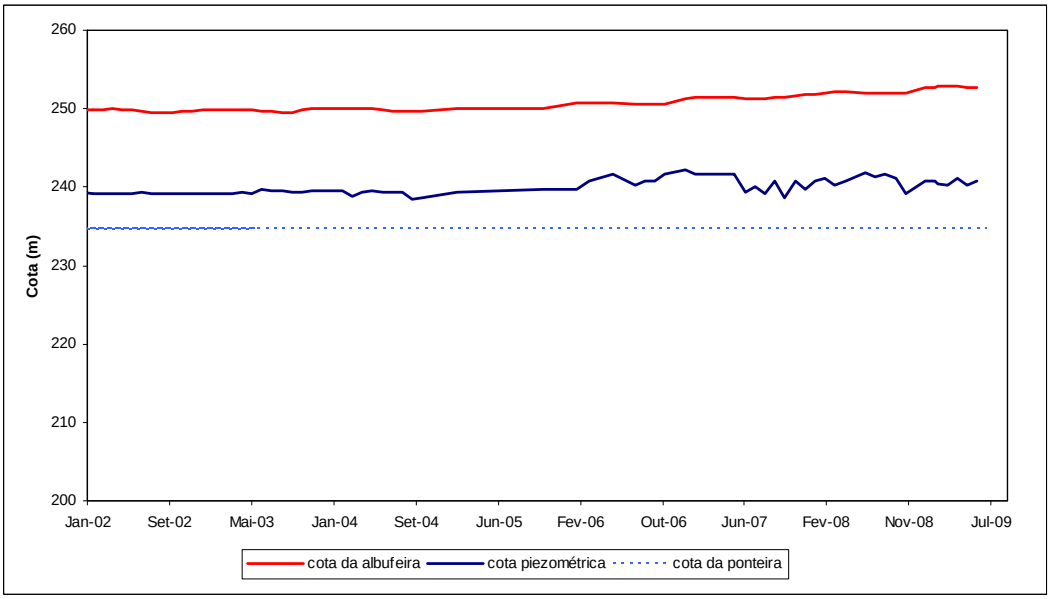


Figura 3.52 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp54

9 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO9 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

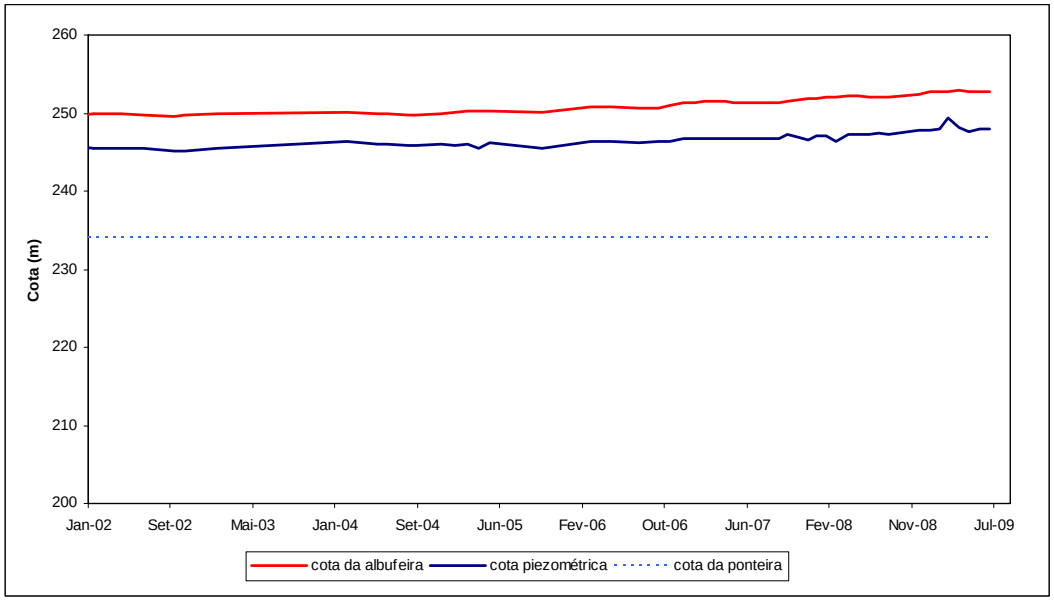


Figura 3.53 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph55

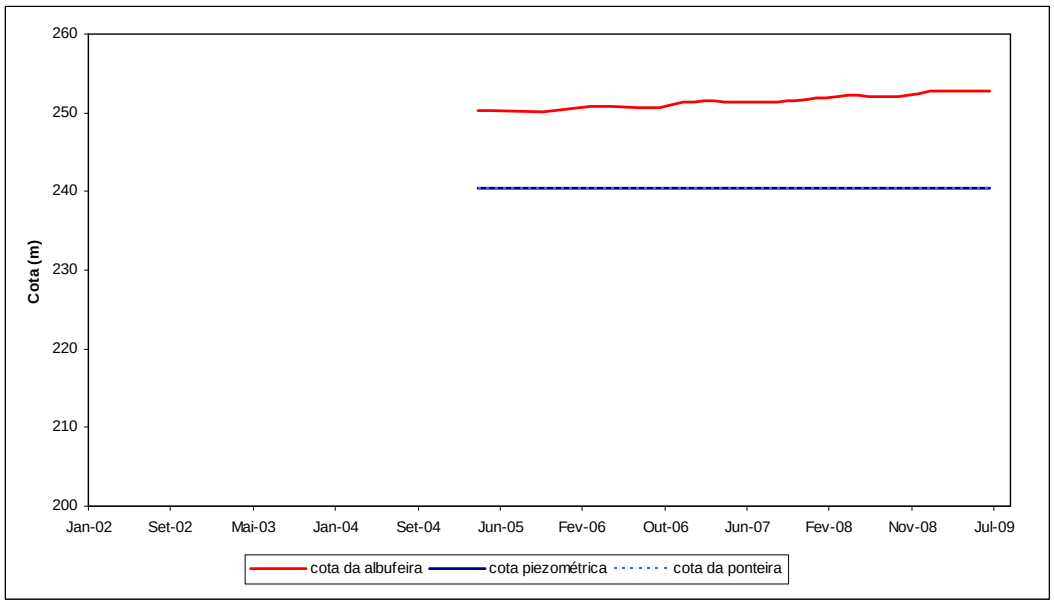


Figura 3.54 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph56

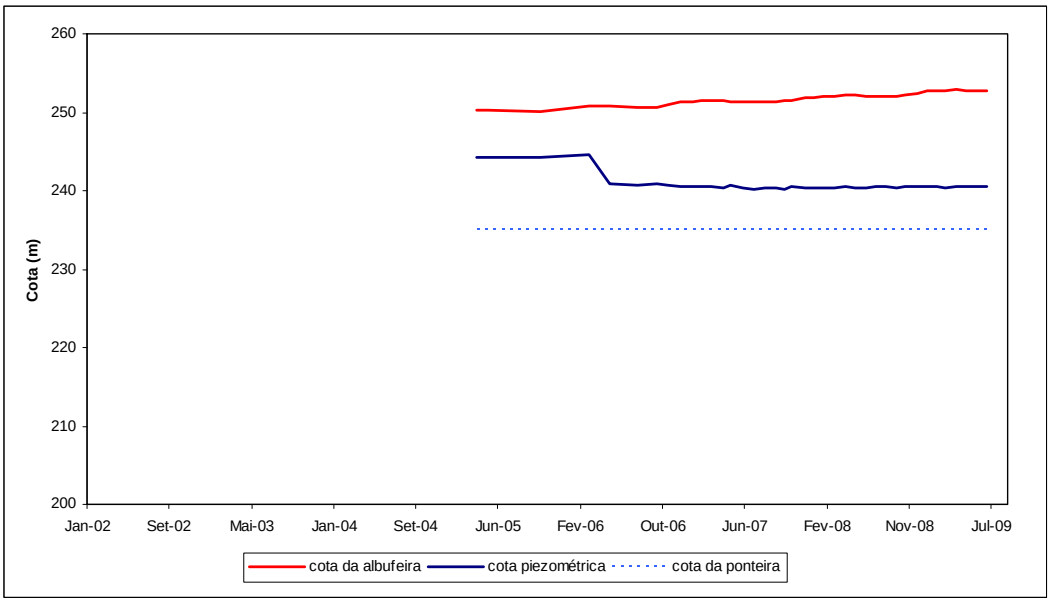


Figura 3.55 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph57

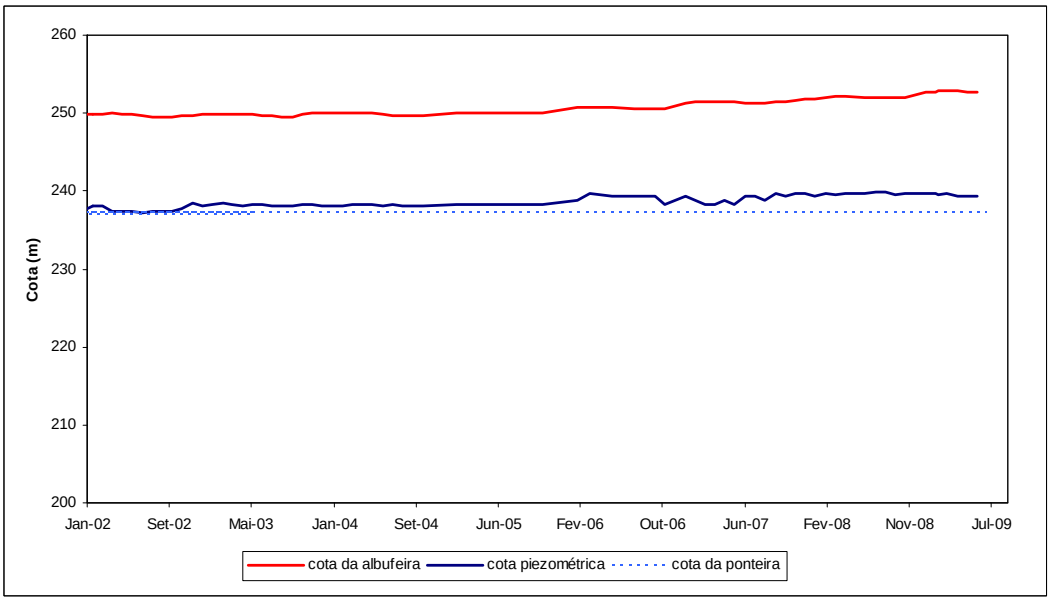


Figura 3.56 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp58

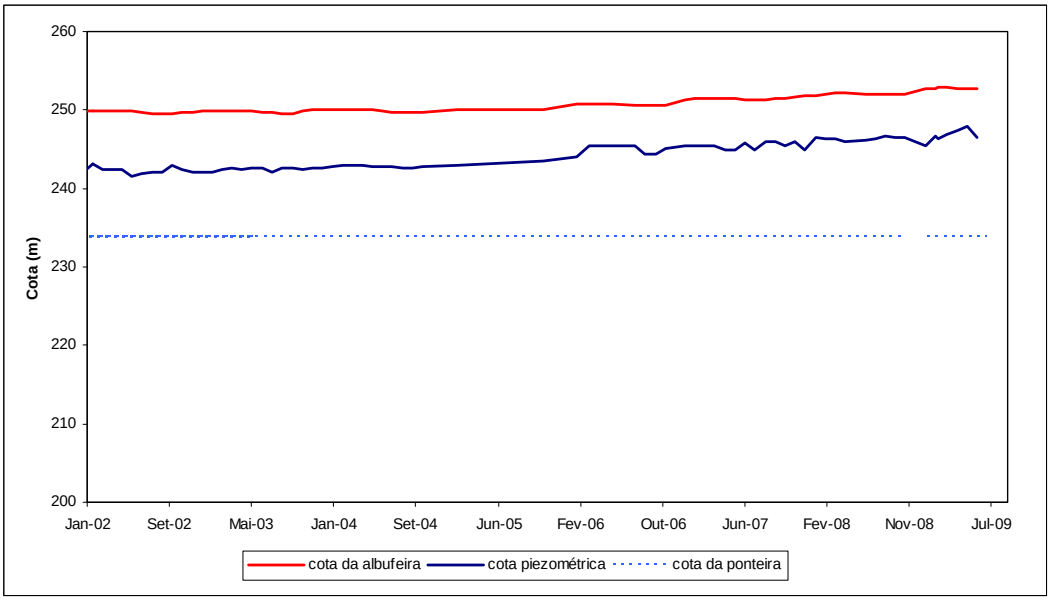


Figura 3.57 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp59

10 - PERFIL DE OBSERVAÇÃO PO10 (PIEZÓMETROS HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS)

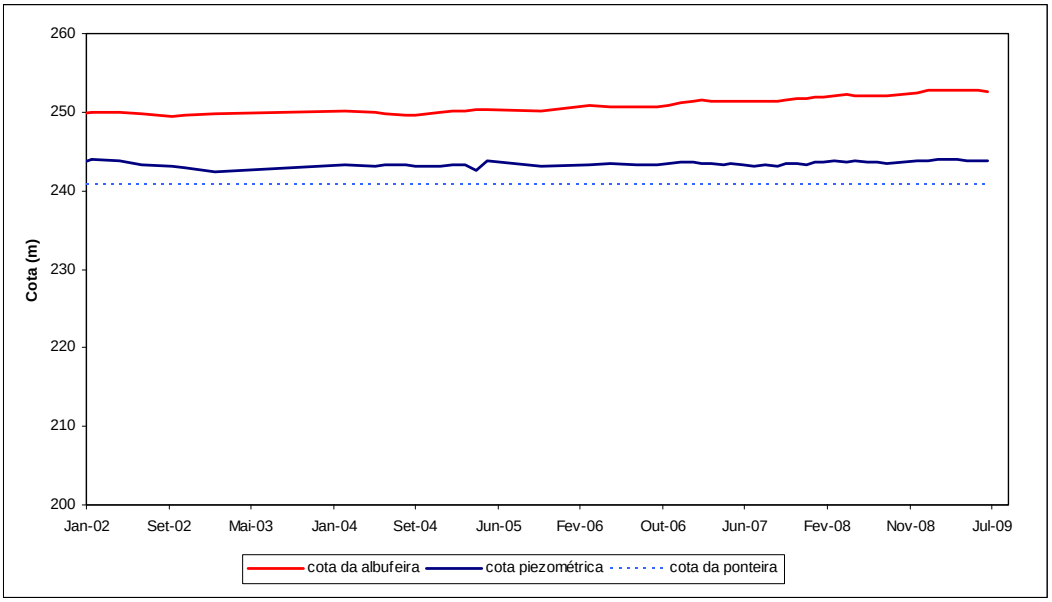


Figura 3.58 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Ph30

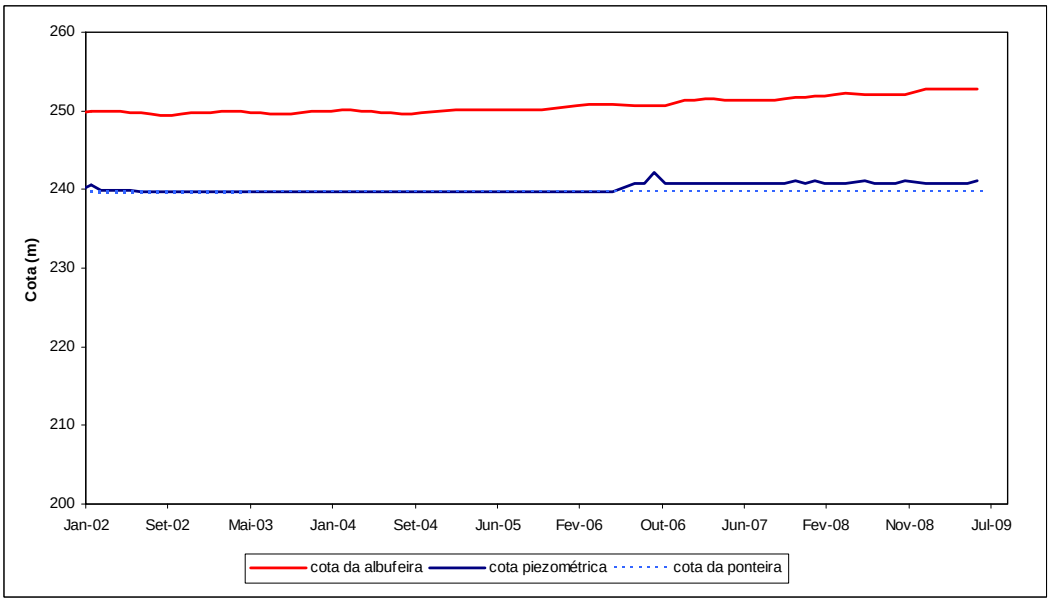


Figura 3.59 – Variação da cota piezométrica no piezómetro Pp61

11 - PIEZÓMETROS DE CONTROLO AMBIENTAL (PCL)

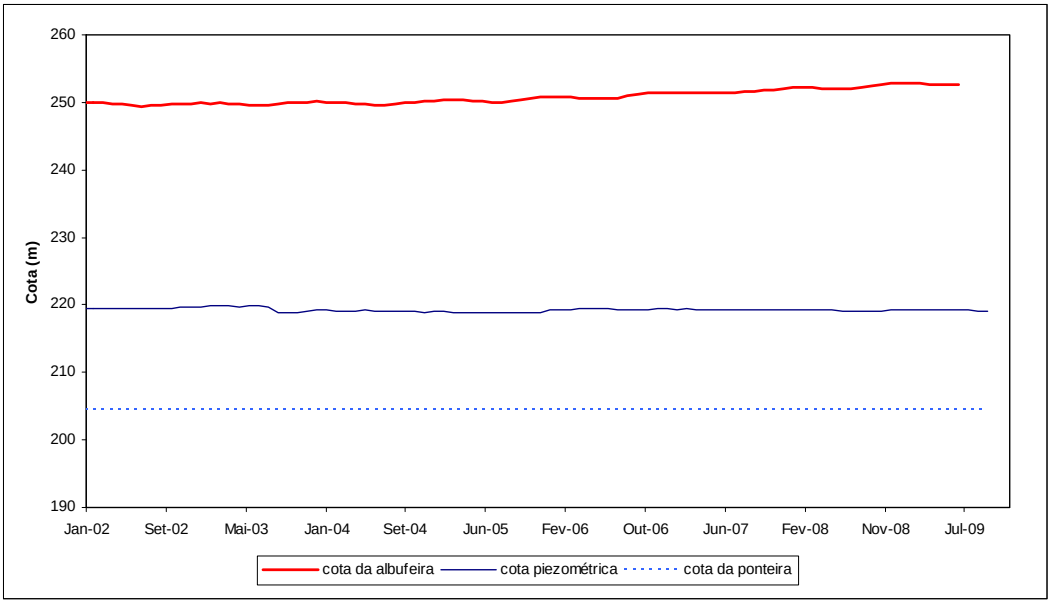


Figura 3.60 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL1 (corpo principal)

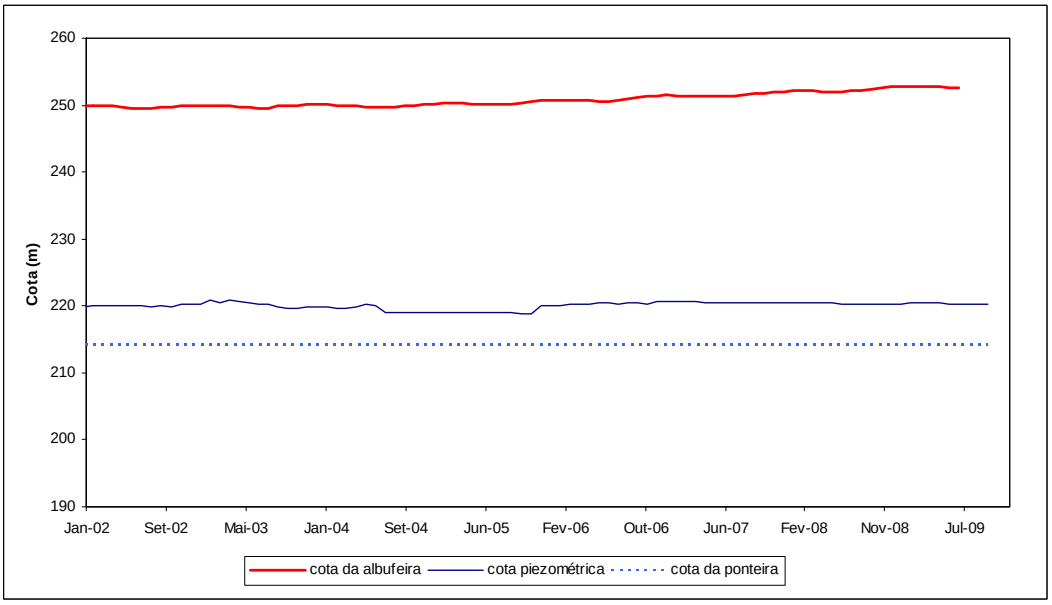


Figura 3.61 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL2 (corpo principal)

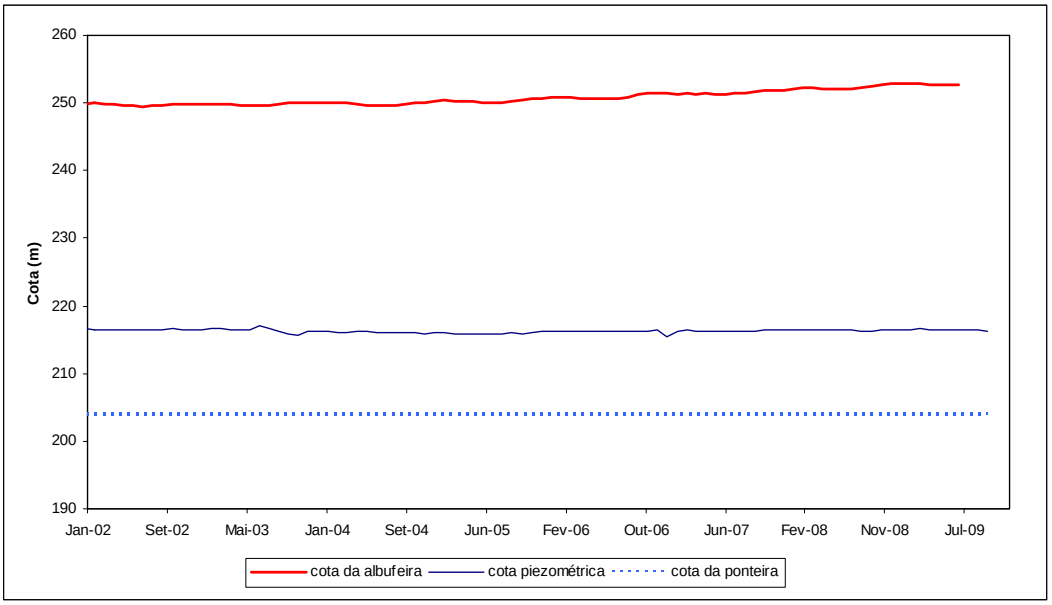


Figura 3.62 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL3 (corpo principal)

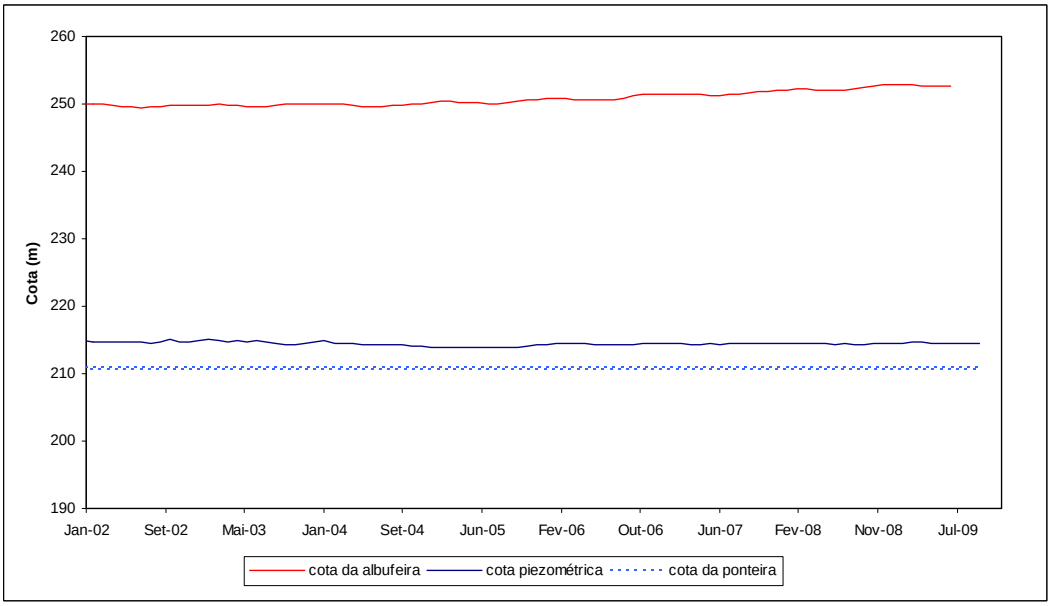


Figura 3.63 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL4 (corpo principal)

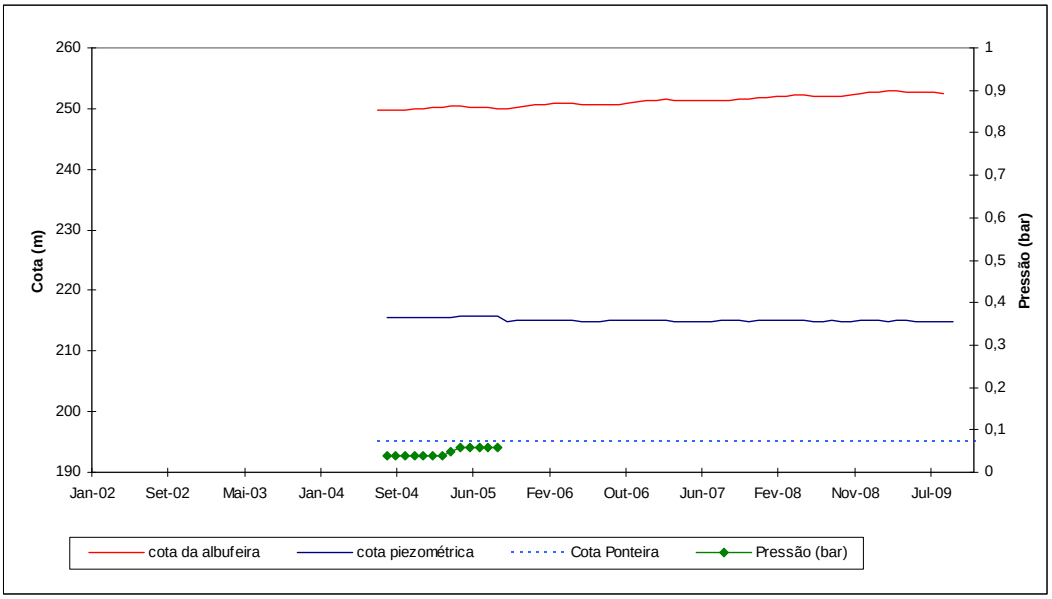


Figura 3.64 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL5 (corpo principal)

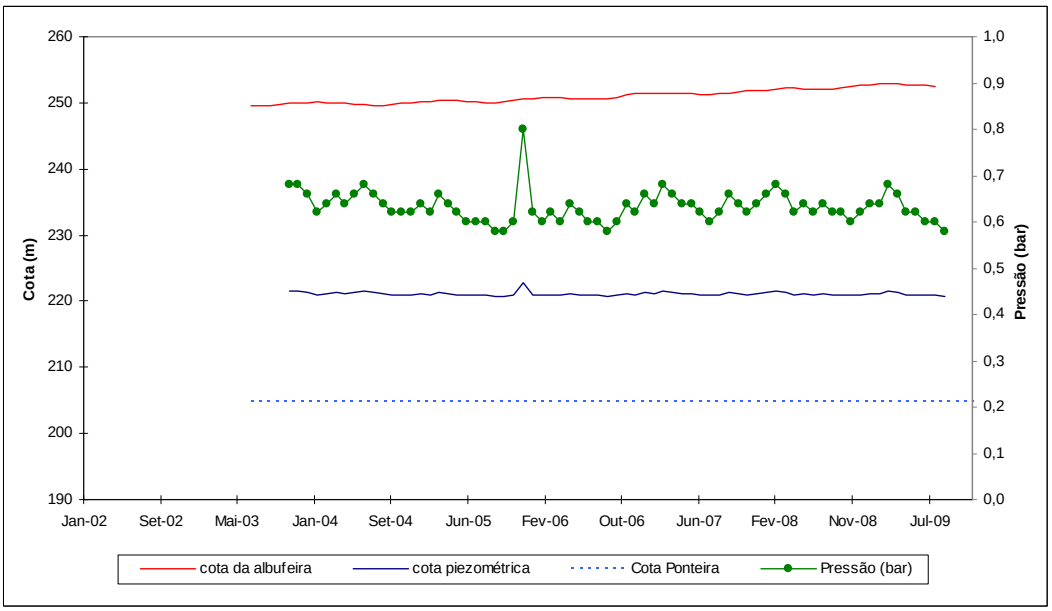


Figura 3.65 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL6 (corpo principal)

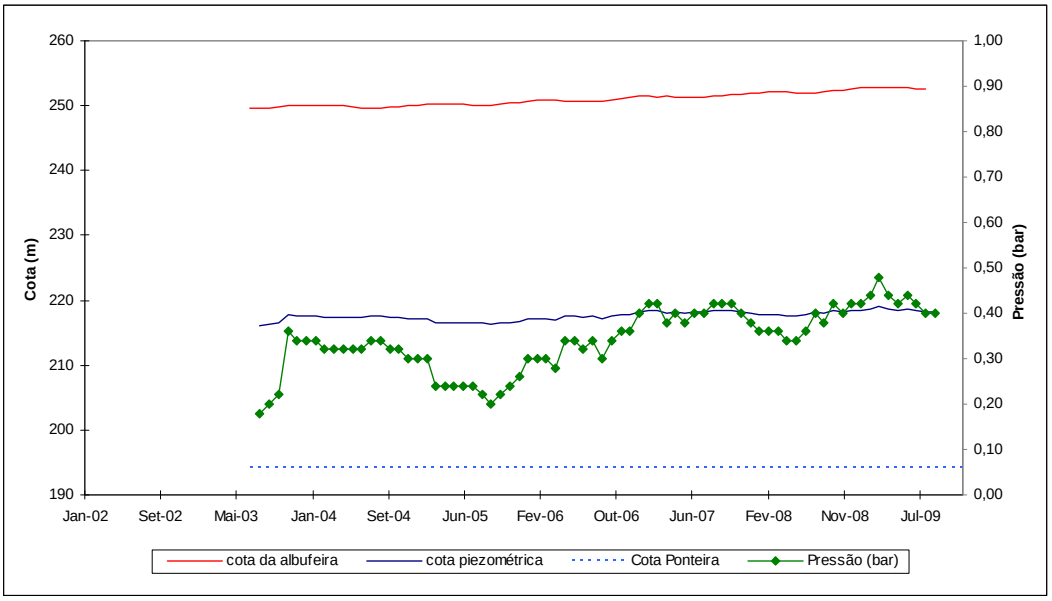


Figura 3.66 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL7 (corpo principal)

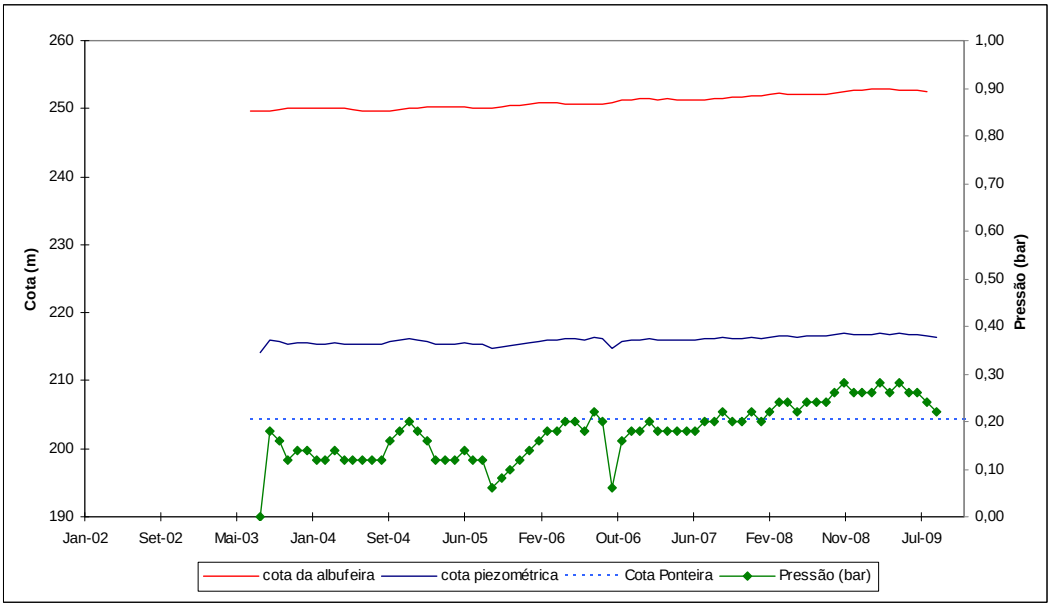


Figura 3.67 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL8 (corpo principal)

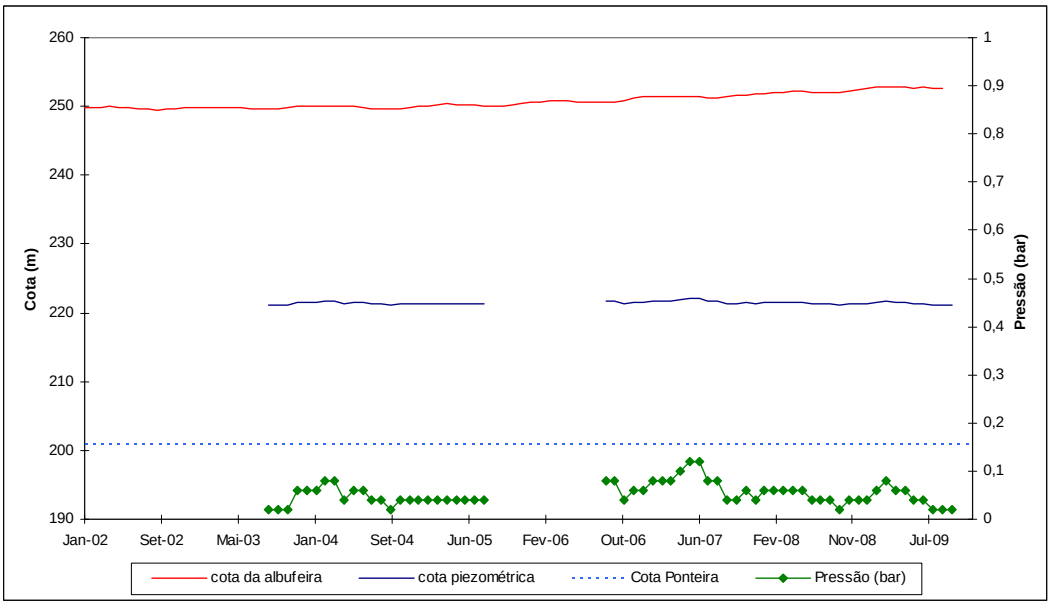


Figura 3.68 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL9 (corpo principal)

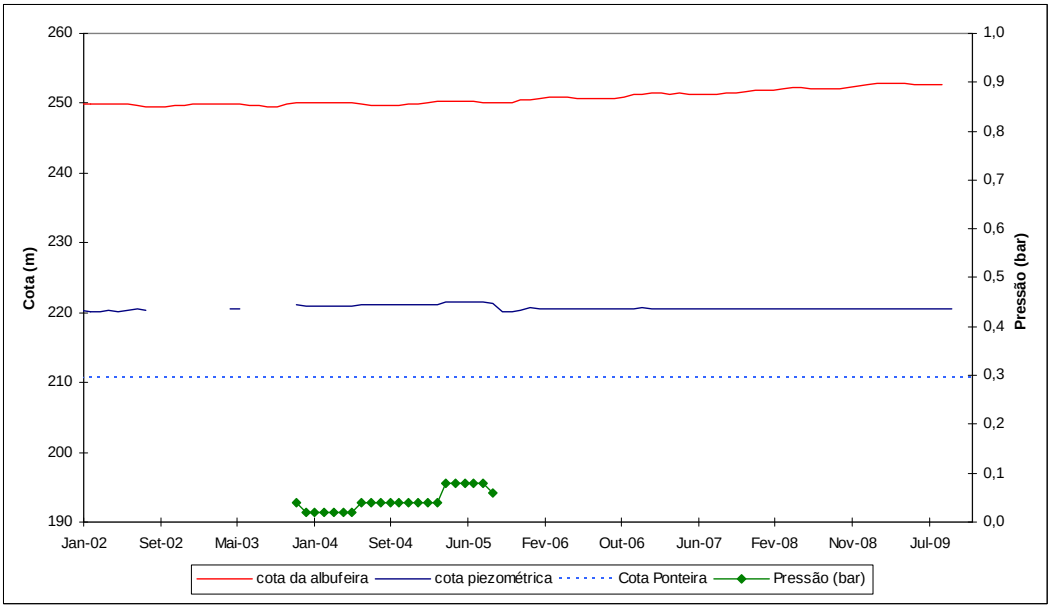


Figura 3.69 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL10 (corpo principal)

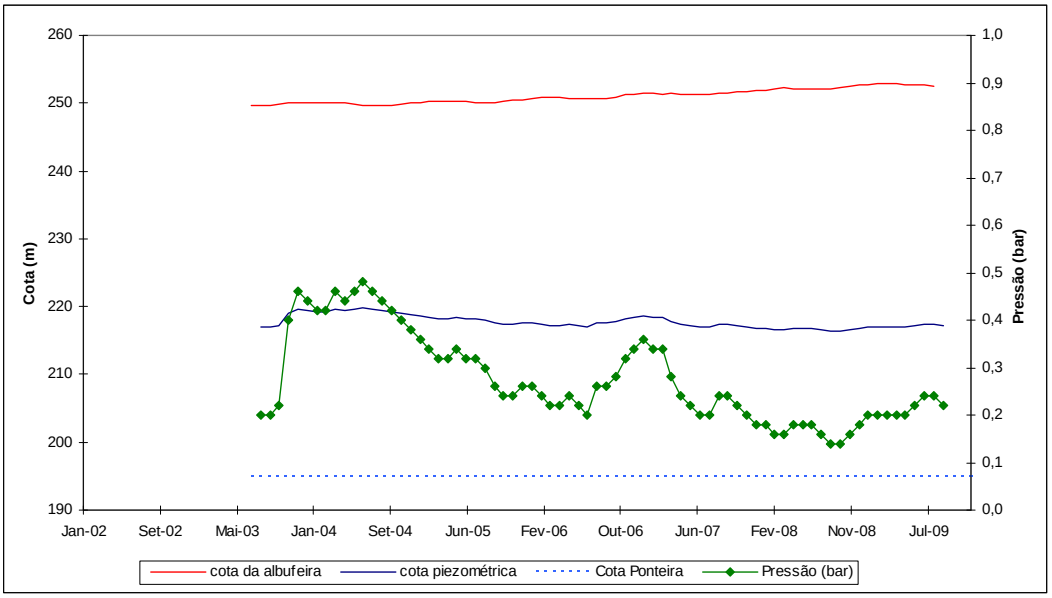


Figura 3.70 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL11 (corpo principal)

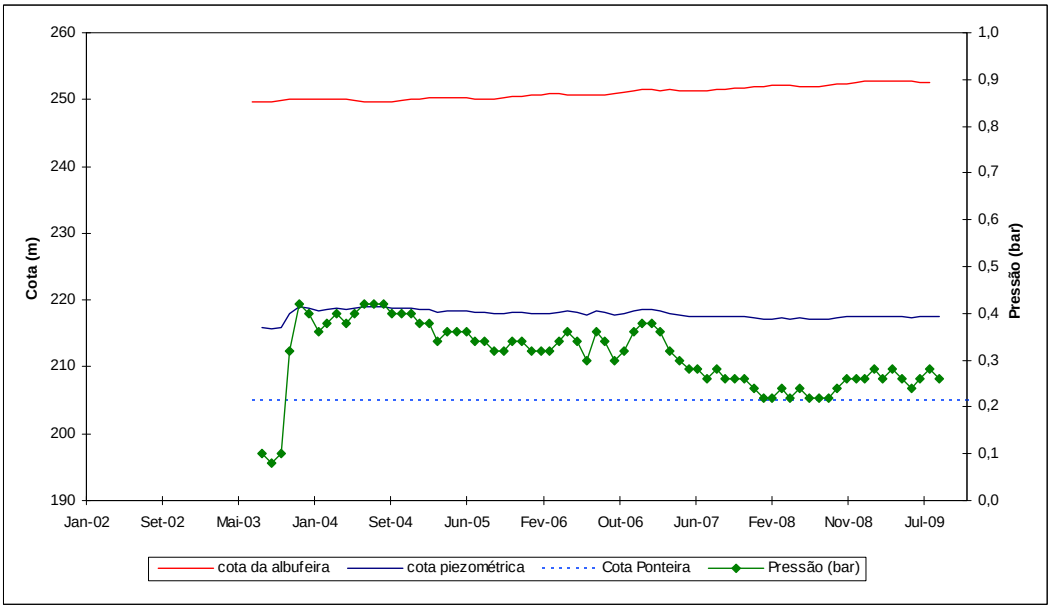


Figura 3.71 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL12 (corpo principal)

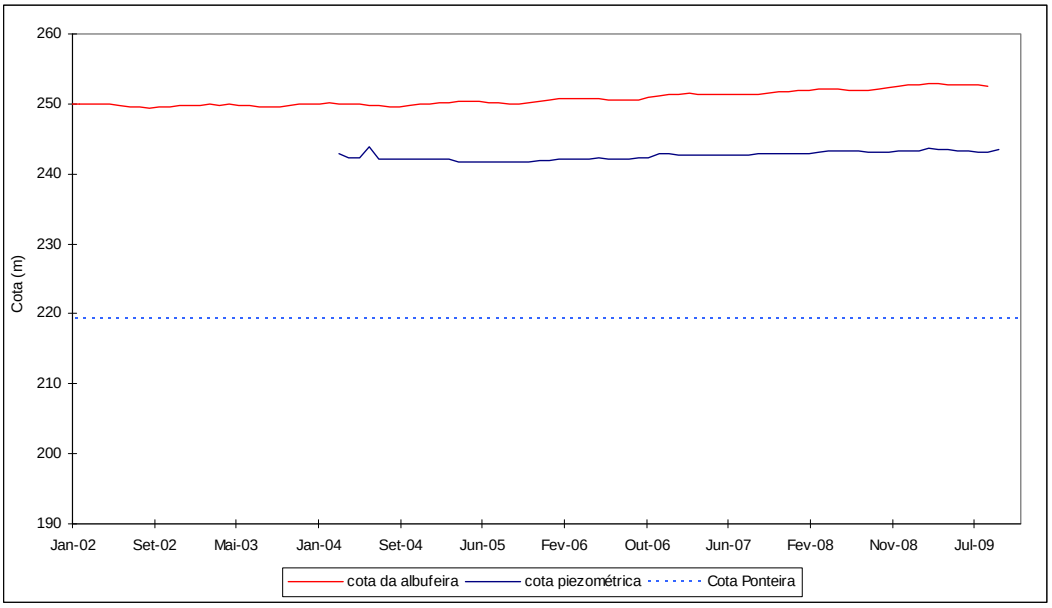


Figura 3.72 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL13 (portela ME1)

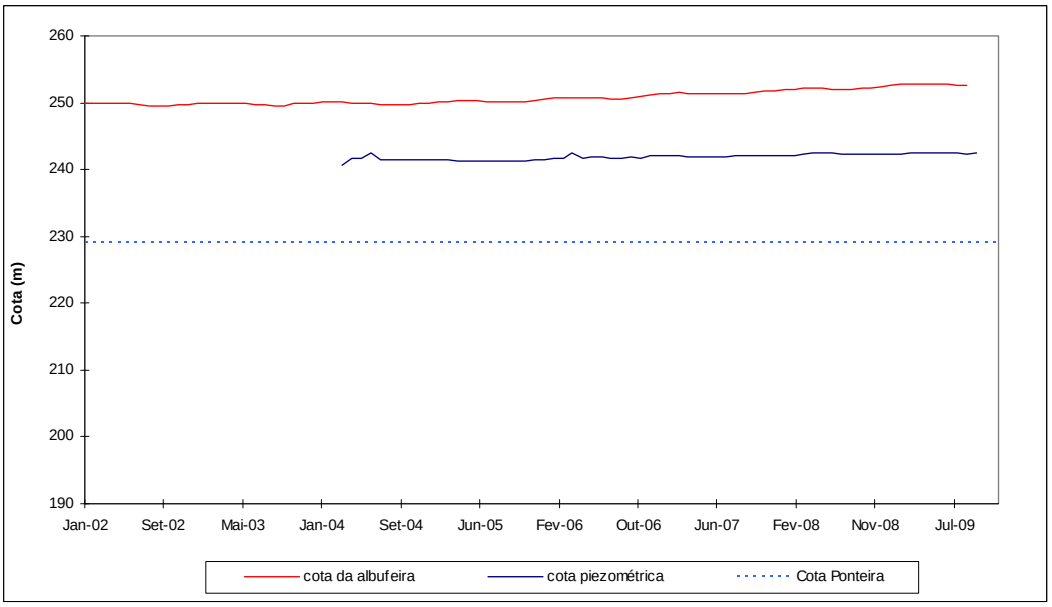


Figura 3.73 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL14 (portela ME1)

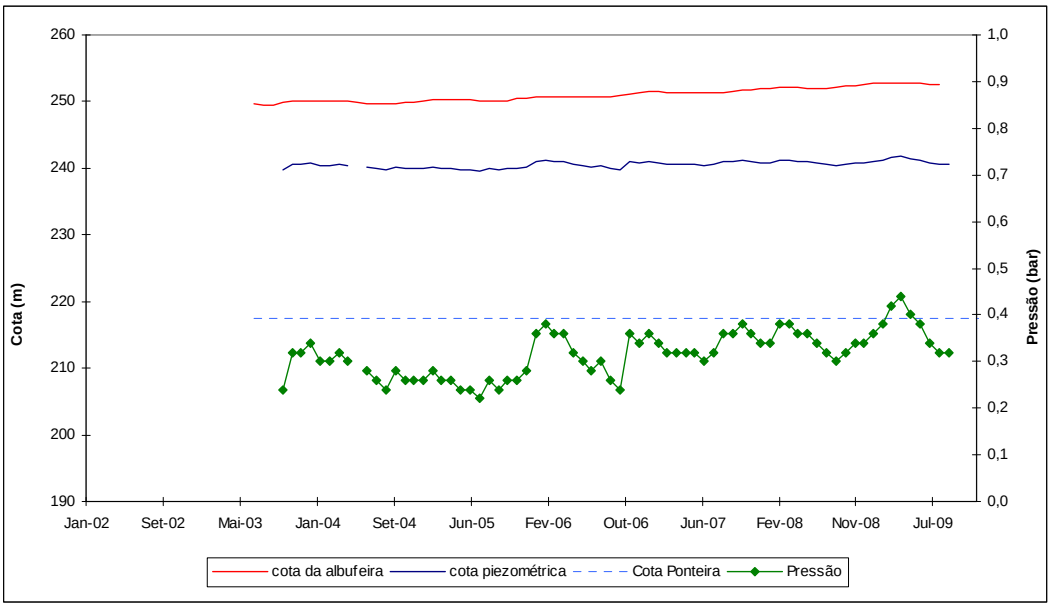


Figura 3.74 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL15 (portela ME1)

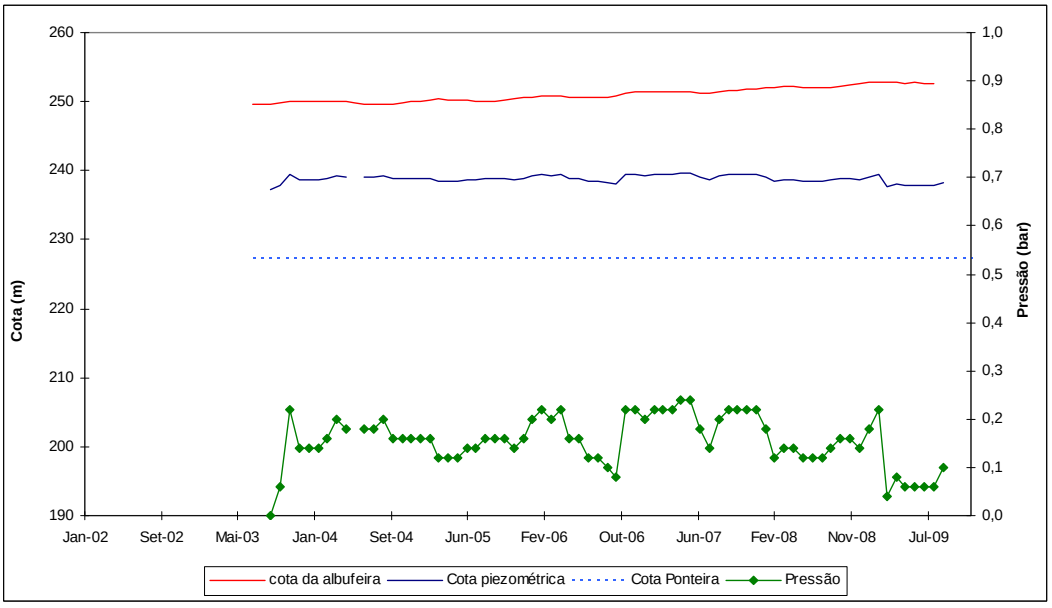


Figura 3.75 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL16 (portela ME1)

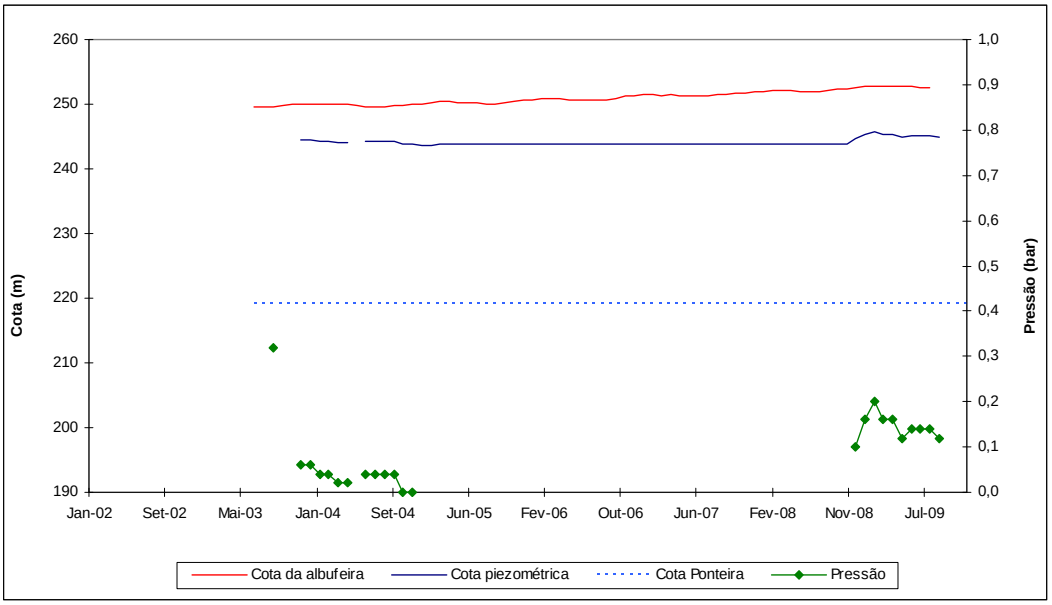


Figura 3.76 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL17 (portela ME1)

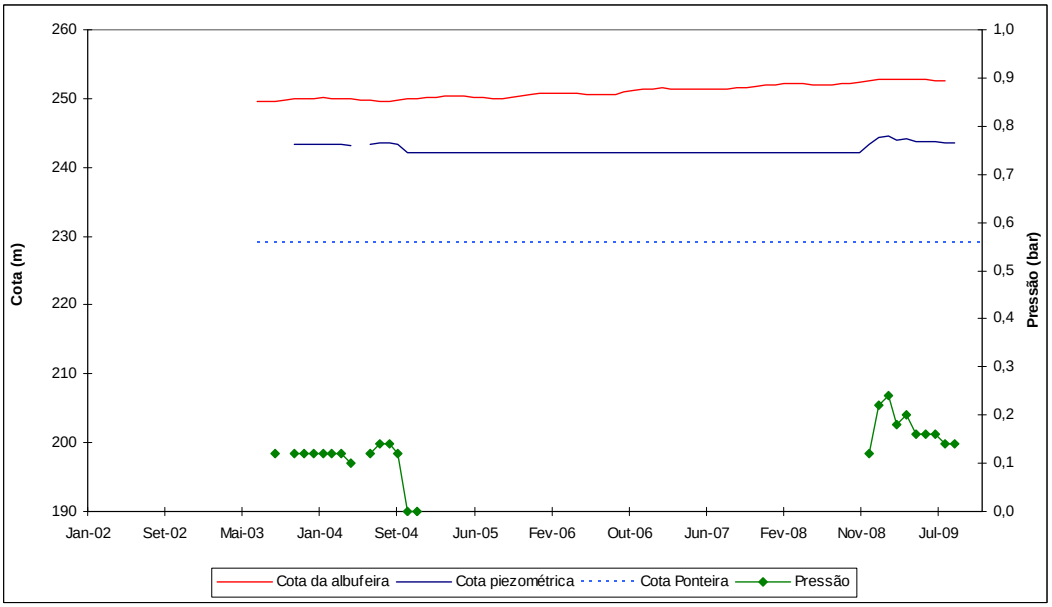


Figura 3.77 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL18 (portela ME1)

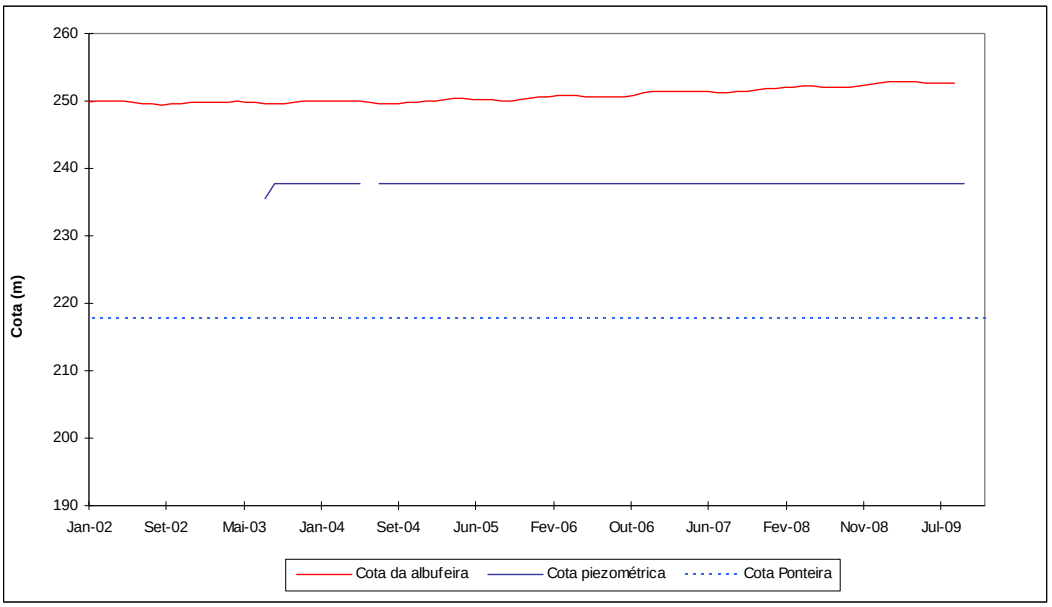


Figura 3.78 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL19 (portela ME1)

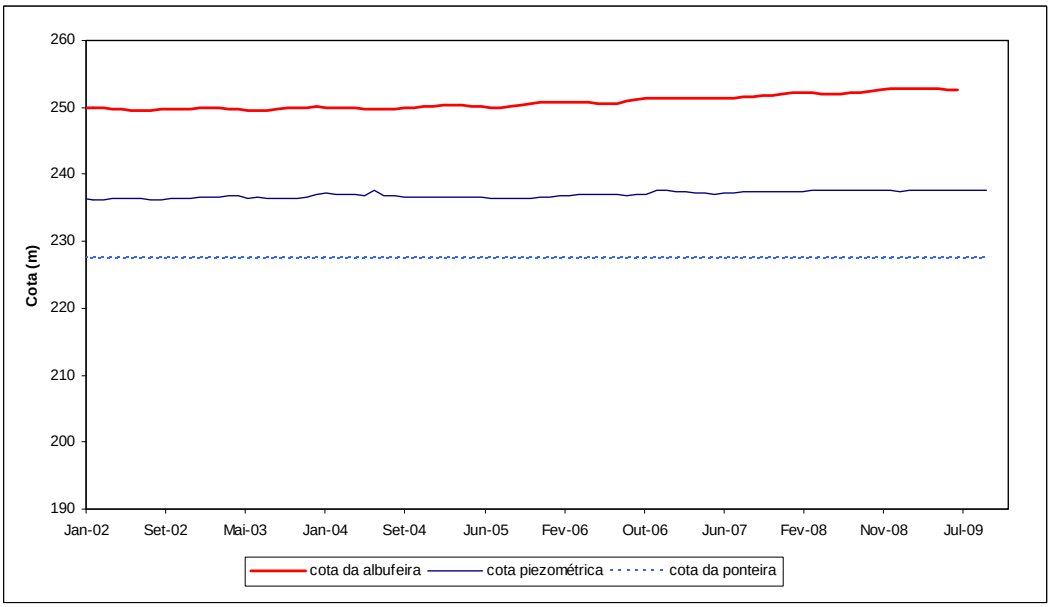


Figura 3.79 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL20 (portela ME1)

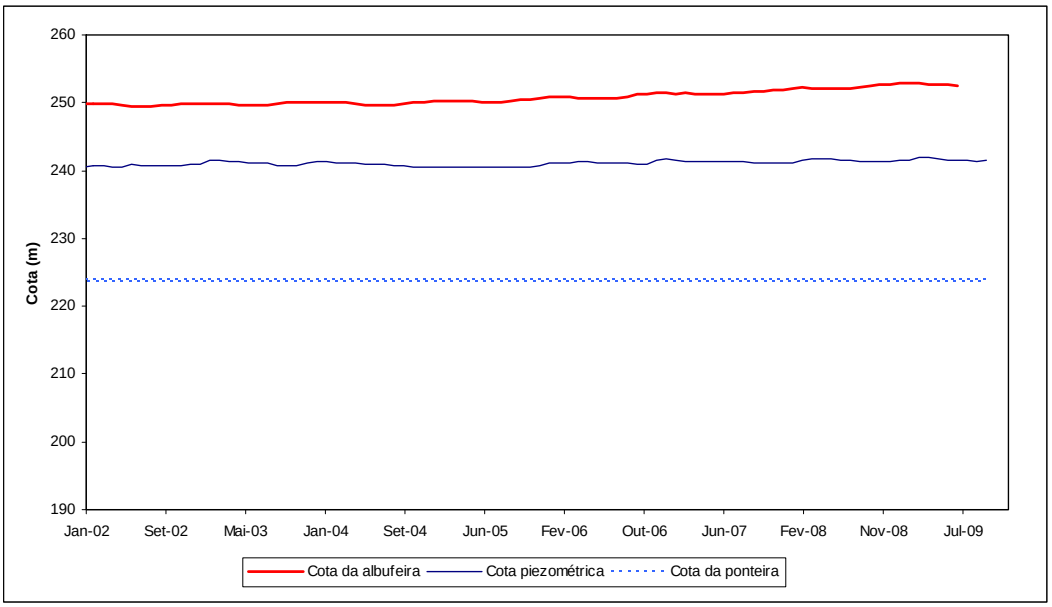


Figura 3.80 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL21 (portela ME2A)

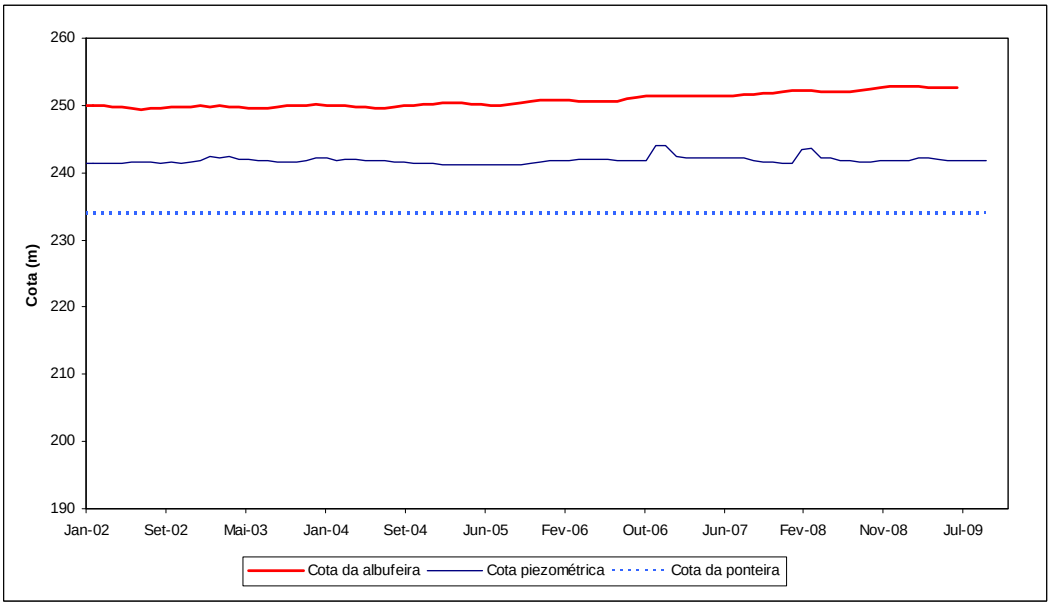


Figura 3.81 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL22 (portela ME2A)

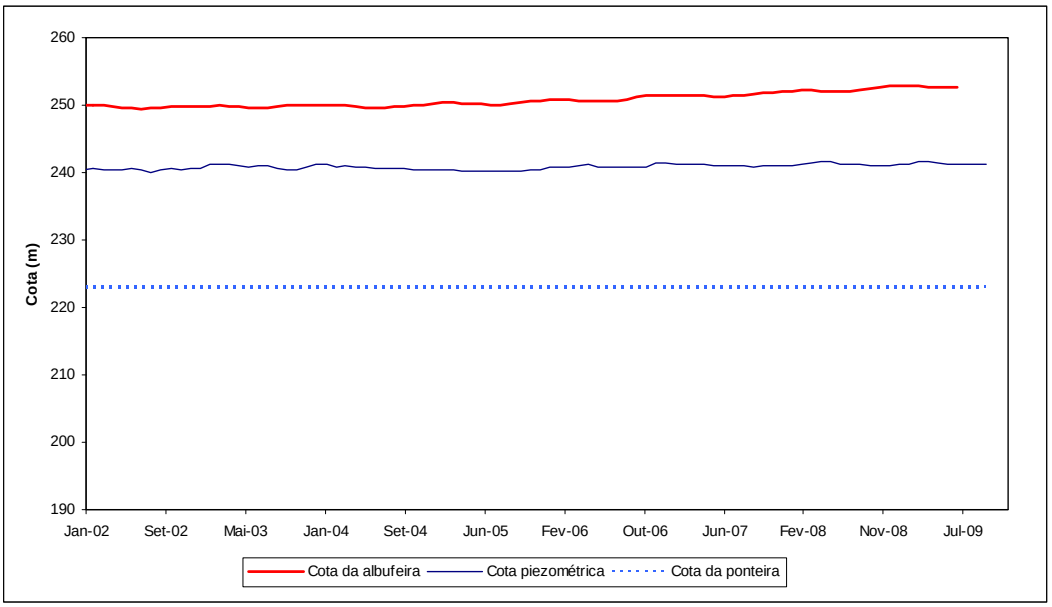


Figura 3.82 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL23 (portela ME2A)

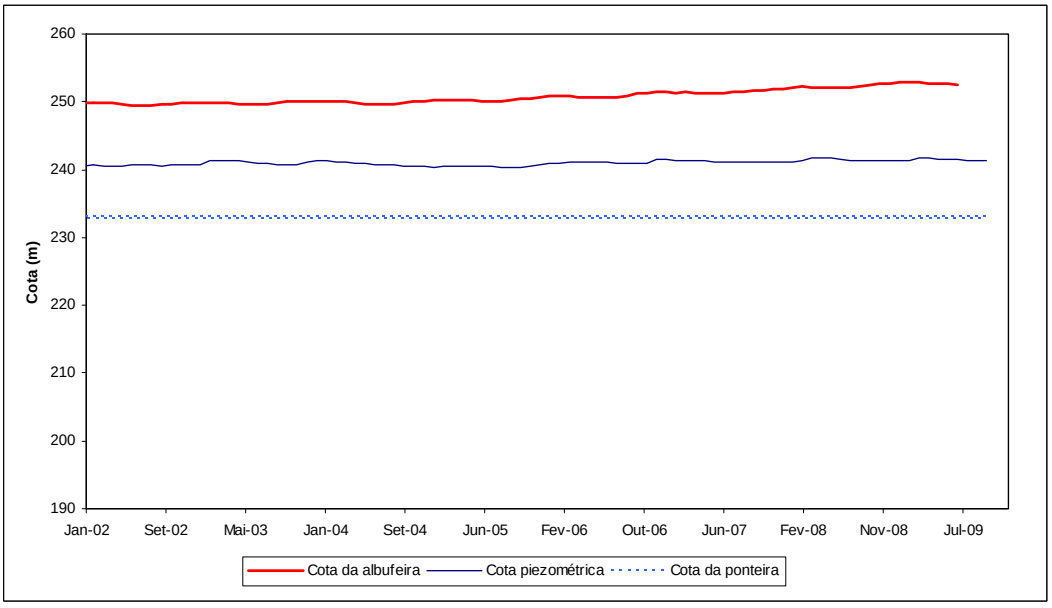


Figura 3.83 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL24 (portela ME2A)

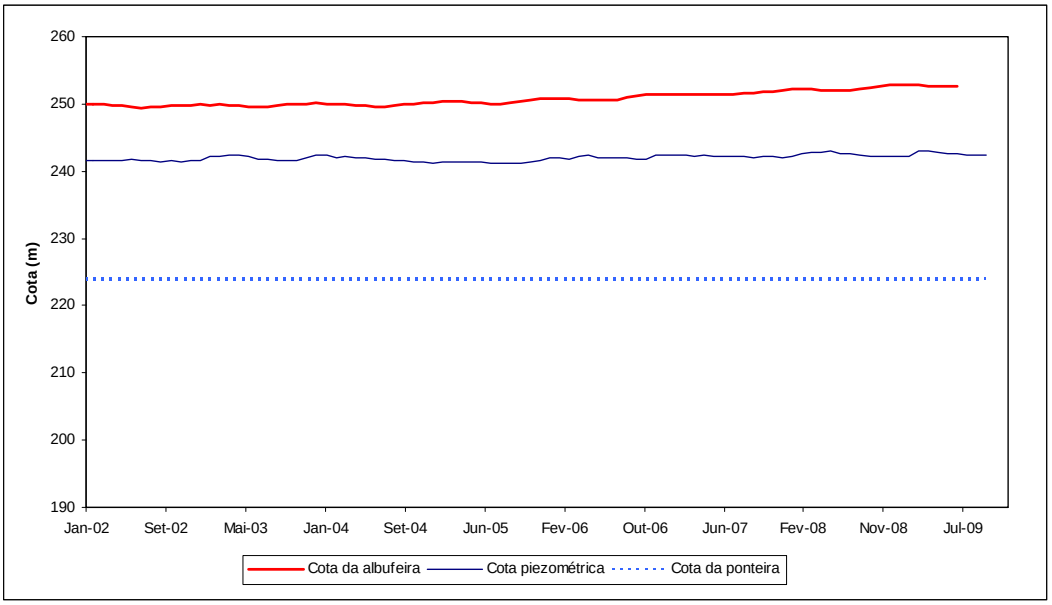


Figura 3.84 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL25 (portela ME2A)

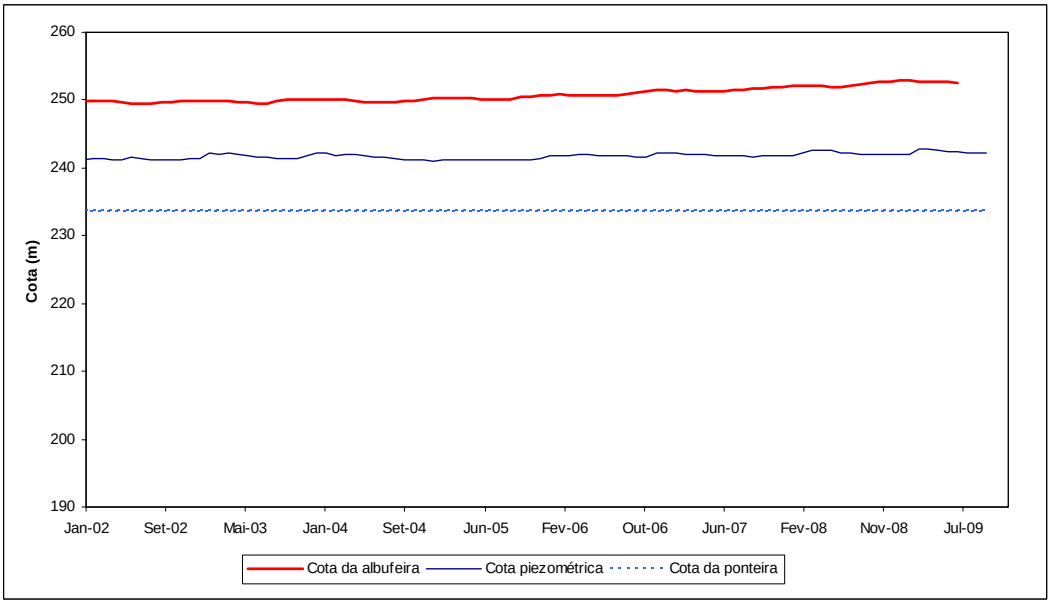


Figura 3.85 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL26 (portela ME2A)

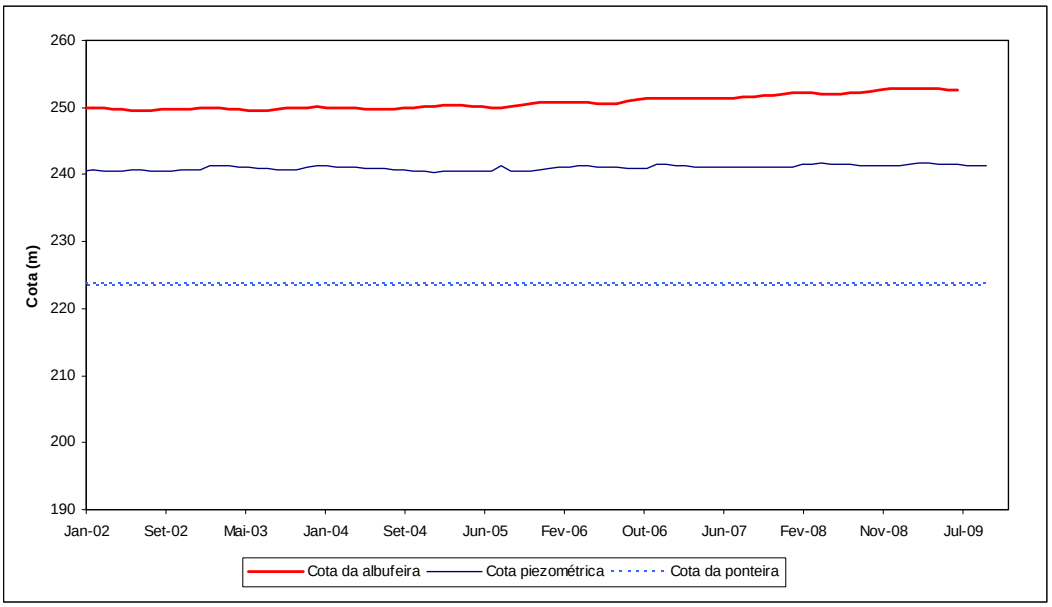


Figura 3.86 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL27 (portela ME2A)

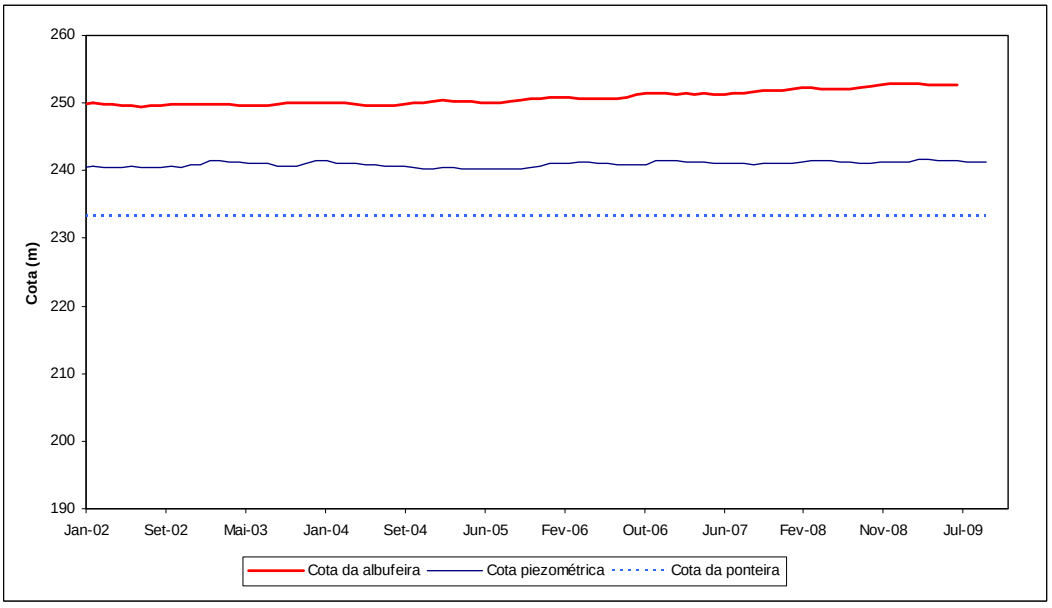


Figura 3.87 – Variação da cota piezométrica no piezómetro PCL28 (portela ME2A)

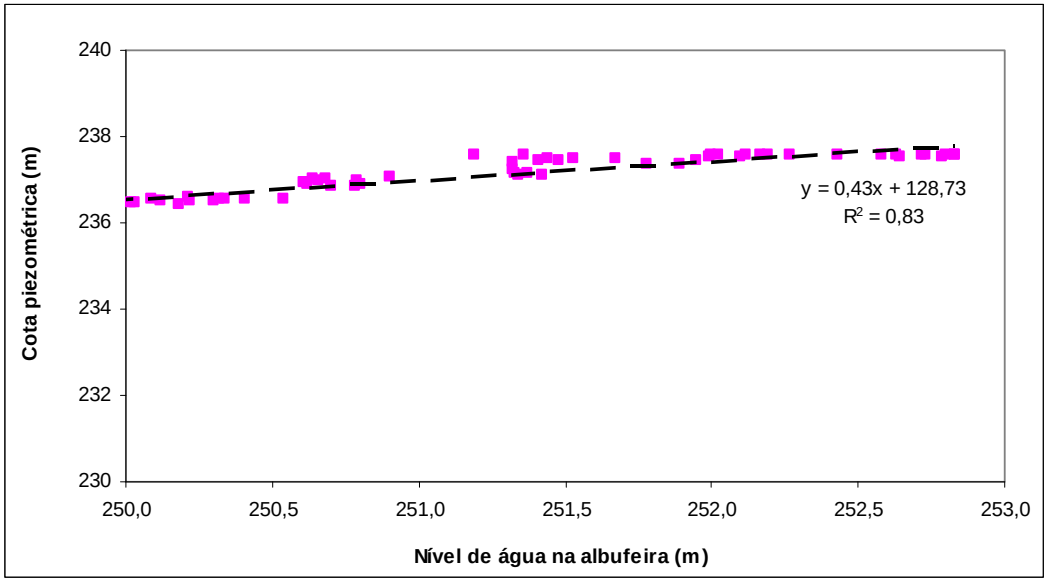


Figura 3.88 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL7 (corpo principal) e o nível de água na albufeira

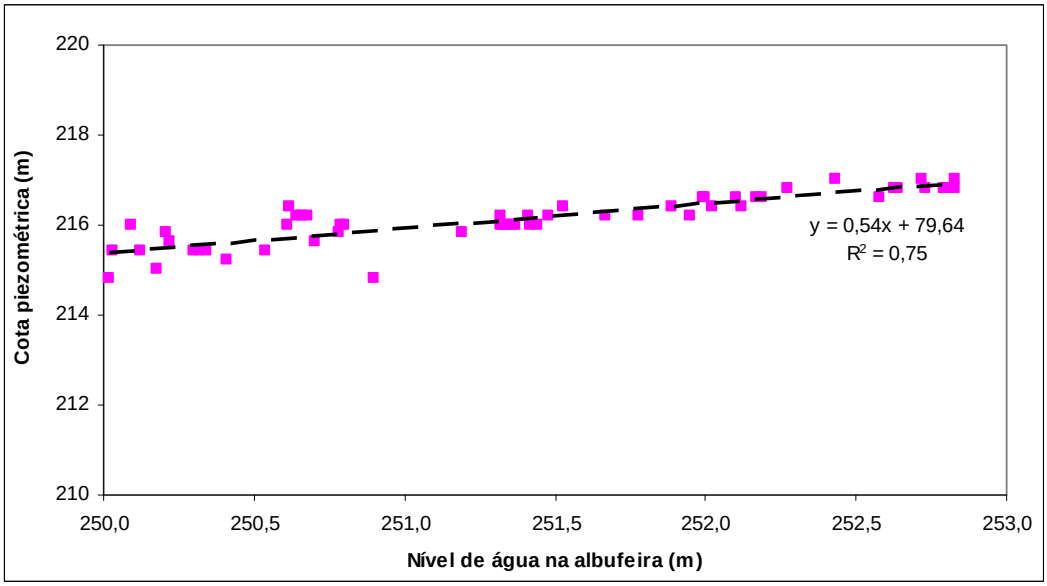


Figura 3.89 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL8 (corpo principal) e o nível de água na albufeira

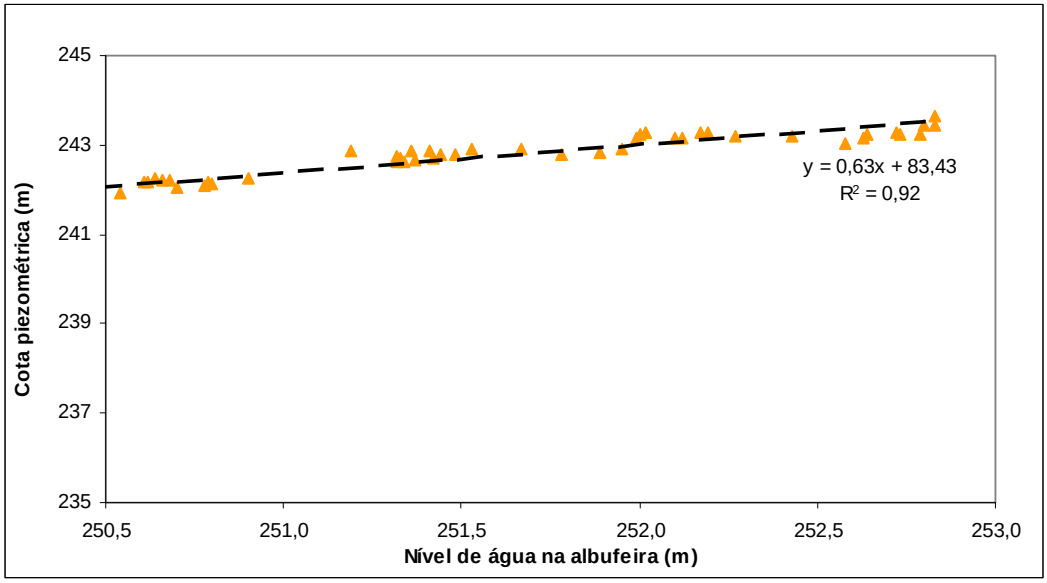


Figura 3.90 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL13 (portela ME1) e o nível de água na albufeira

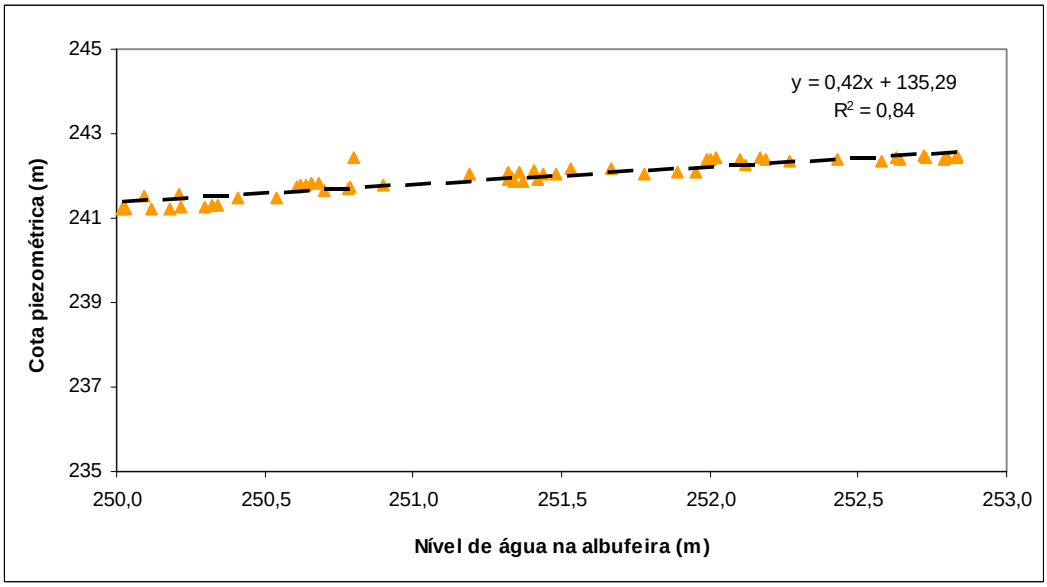


Figura 3.91 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL14 (portela ME1) e o nível de água na albufeira

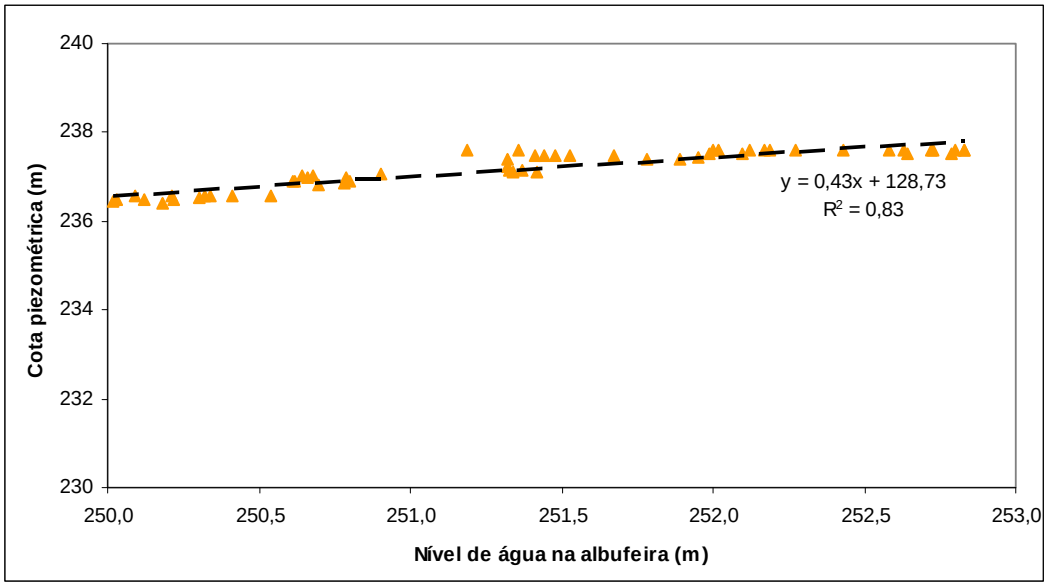


Figura 3.92 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL20 (portela ME1) e o nível de água na albufeira

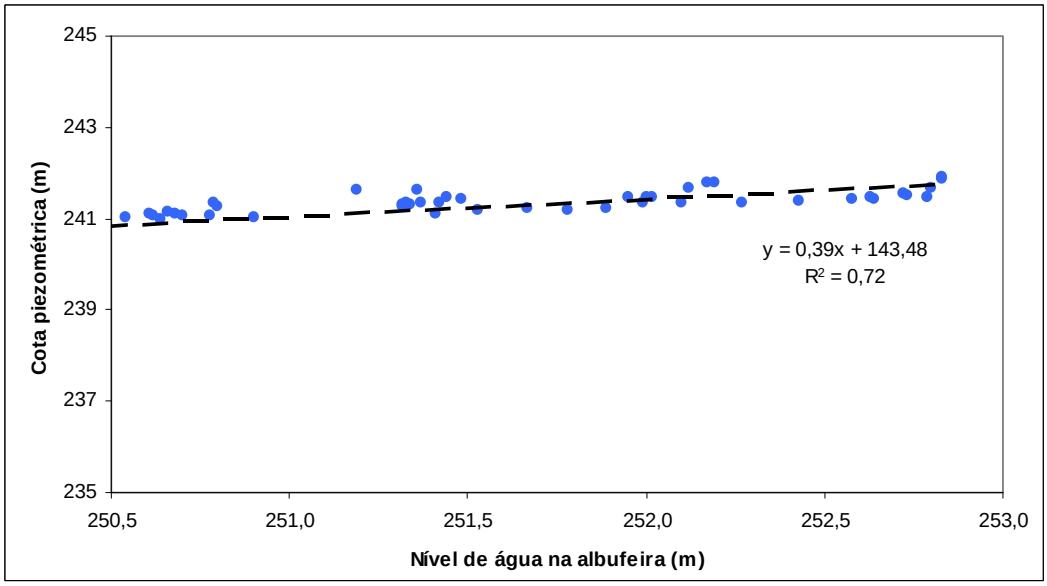


Figura 3.93 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL21 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

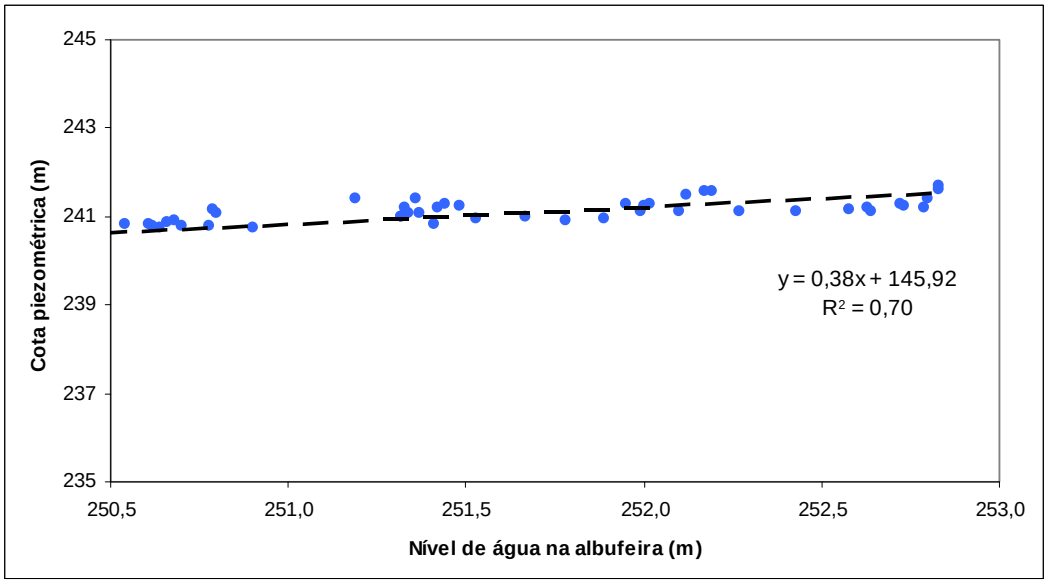


Figura 3.94 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL23 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

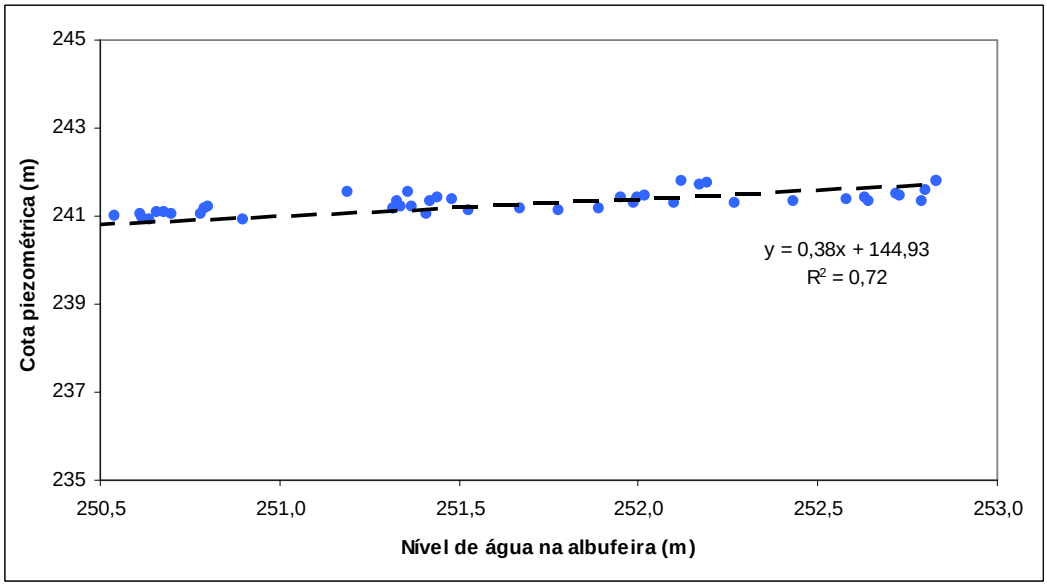


Figura 3.95 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL24 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

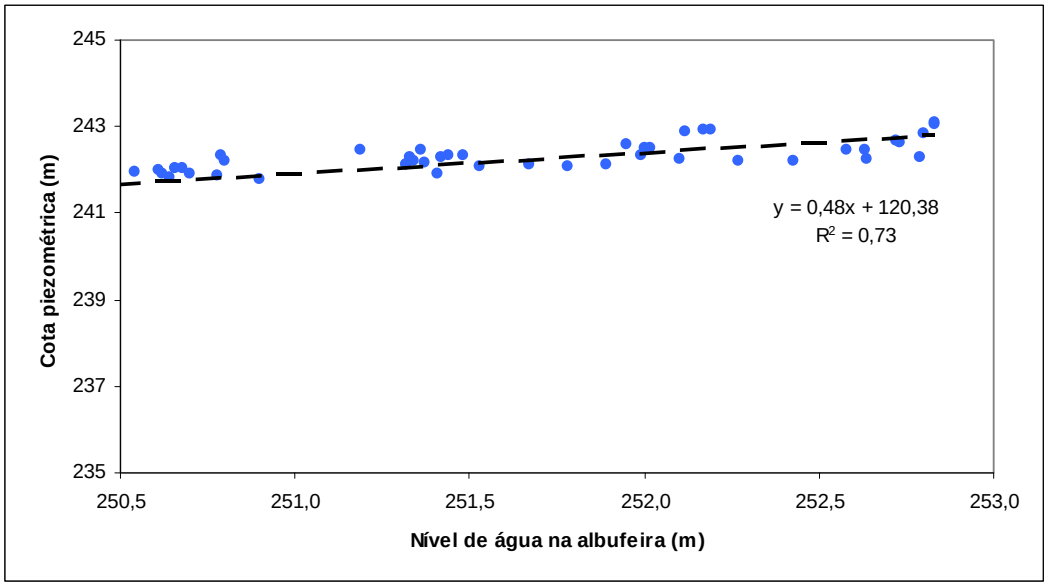


Figura 3.96 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL25 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

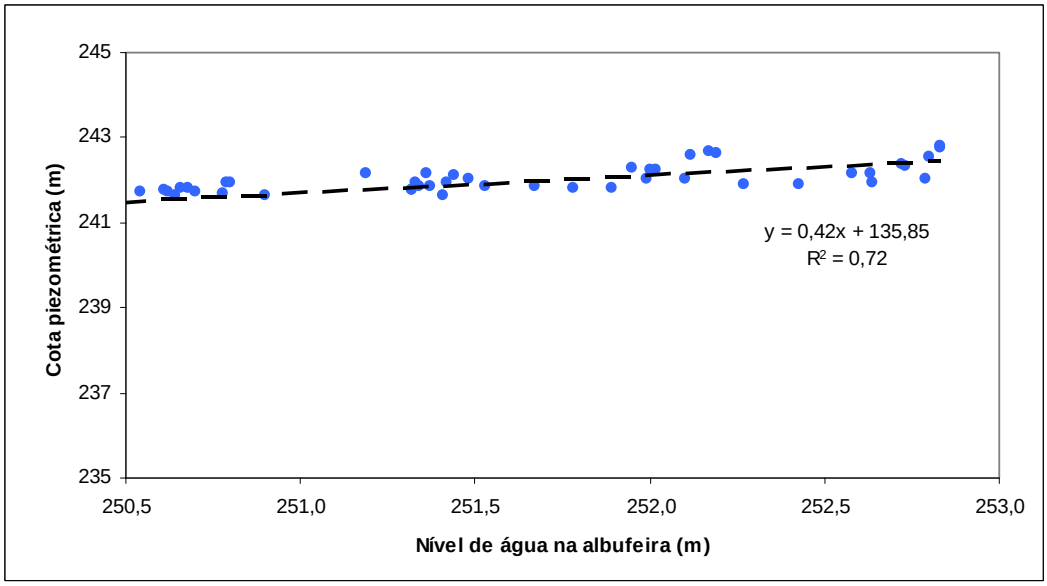


Figura 3.97 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL26 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

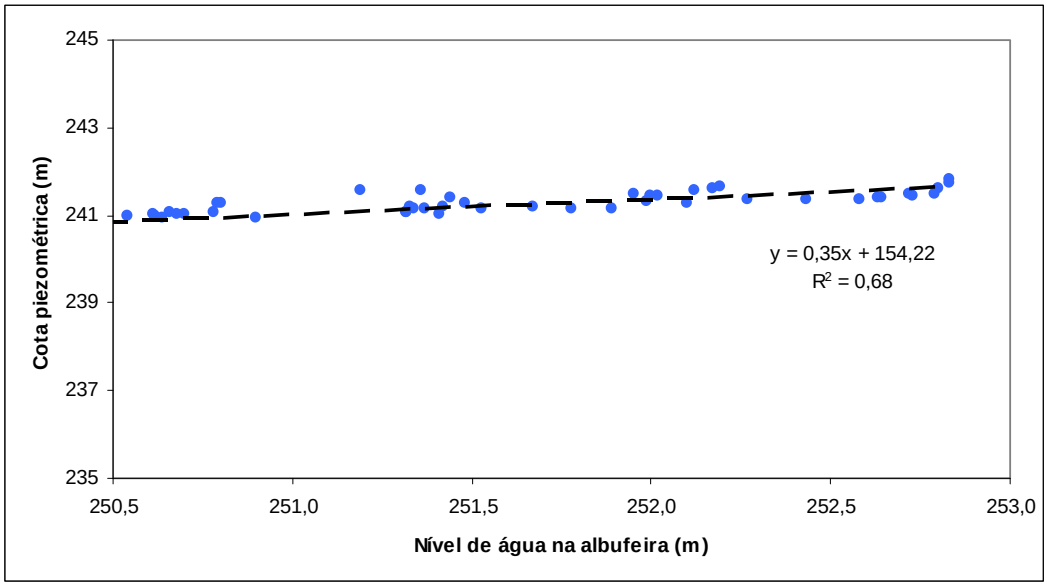


Figura 3.98 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL27 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

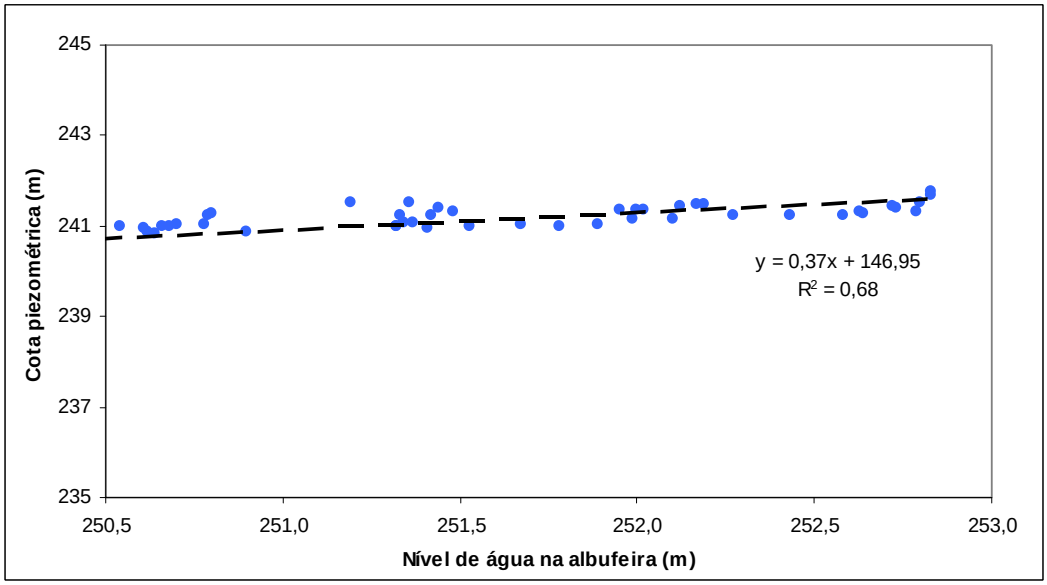


Figura 3.99 – Relação da cota piezométrica no piezómetro PCL28 (portela ME2A) e o nível de água na albufeira

CAUDAIS DE PERCOLAÇÃO

NOTAS:

- Nos gráficos seguintes representa-se a azul os caudais bombeados nos poço IBR e a vermelho a variação da cota do nível de água na albufeira;
- A linha a tracejado verde indica a estimativa dos caudais bombeados, de acordo com os modelos de cálculo do projecto de execução.

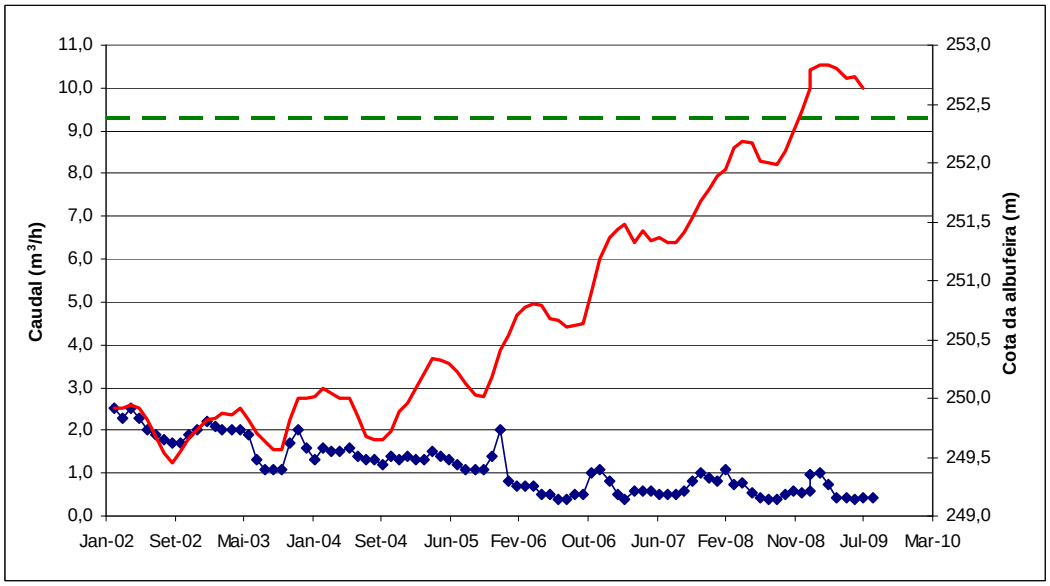


Figura 4.1 – Caudais captados no poço IBR25 (portela MD)

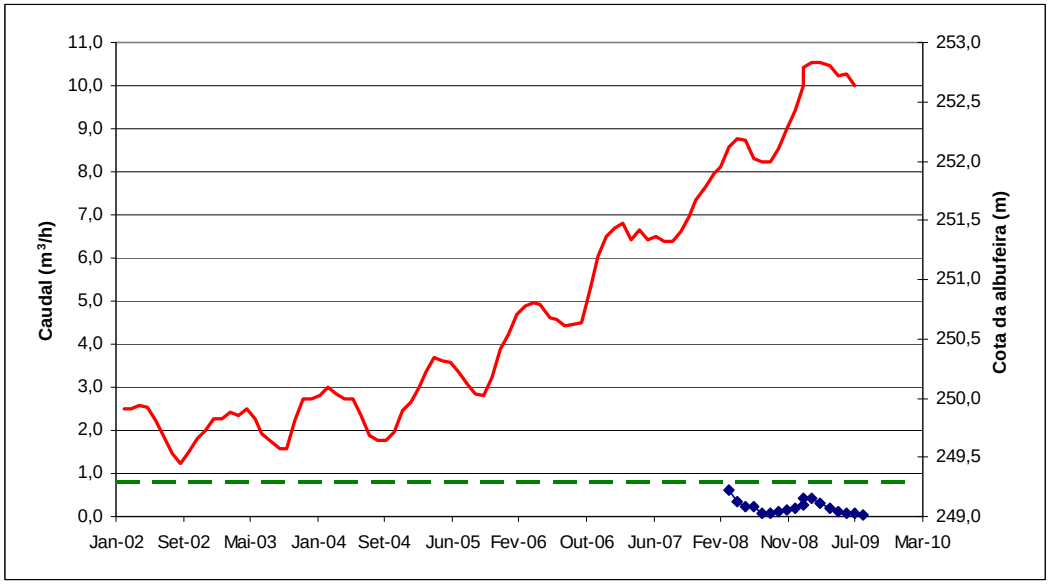


Figura 4.2 – Caudais captados no poço IBR32 (corpo principal)

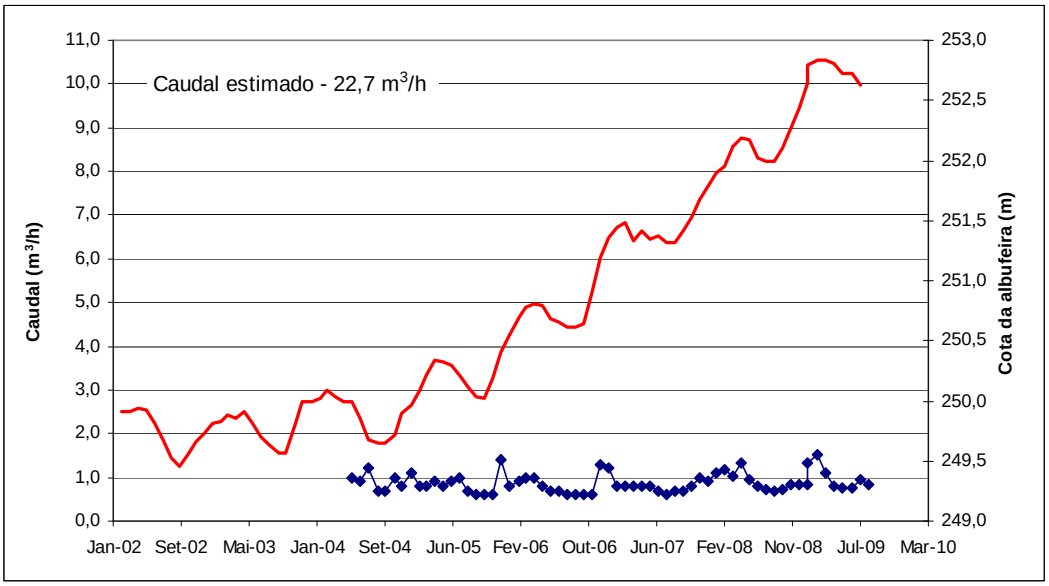


Figura 4.3 – Caudais captados no poço IBR5A (corpo principal)

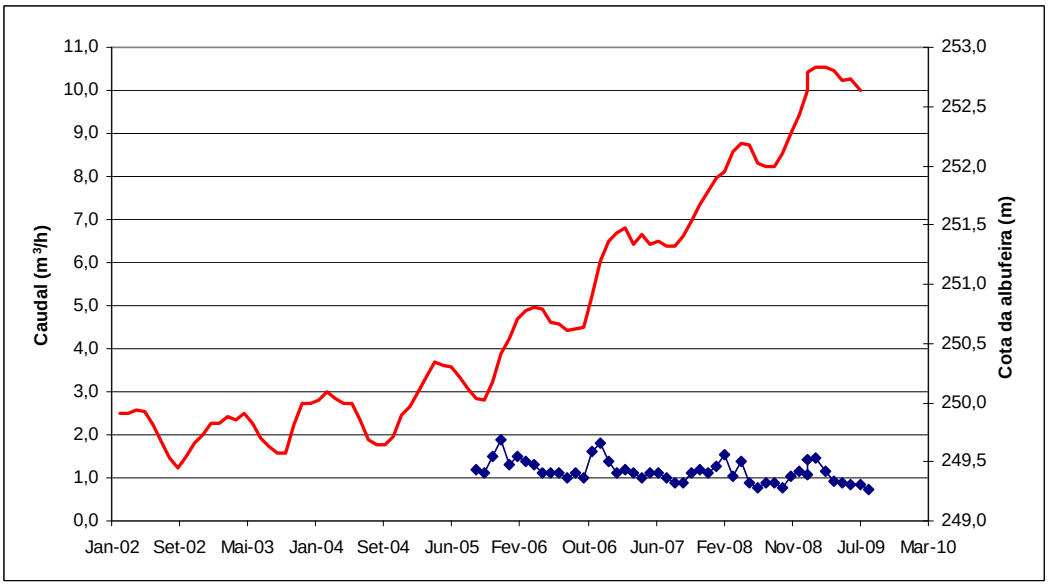


Figura 4.4 – Caudais captados no poço IBR5B (corpo principal)

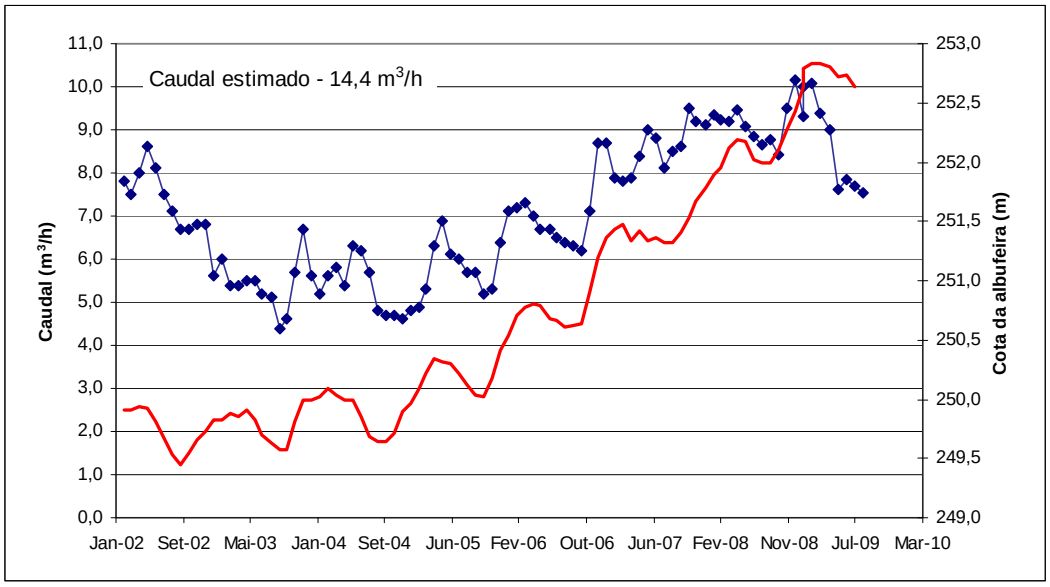


Figura 4.5 – Caudais captados no poço IBR5 (corpo principal)

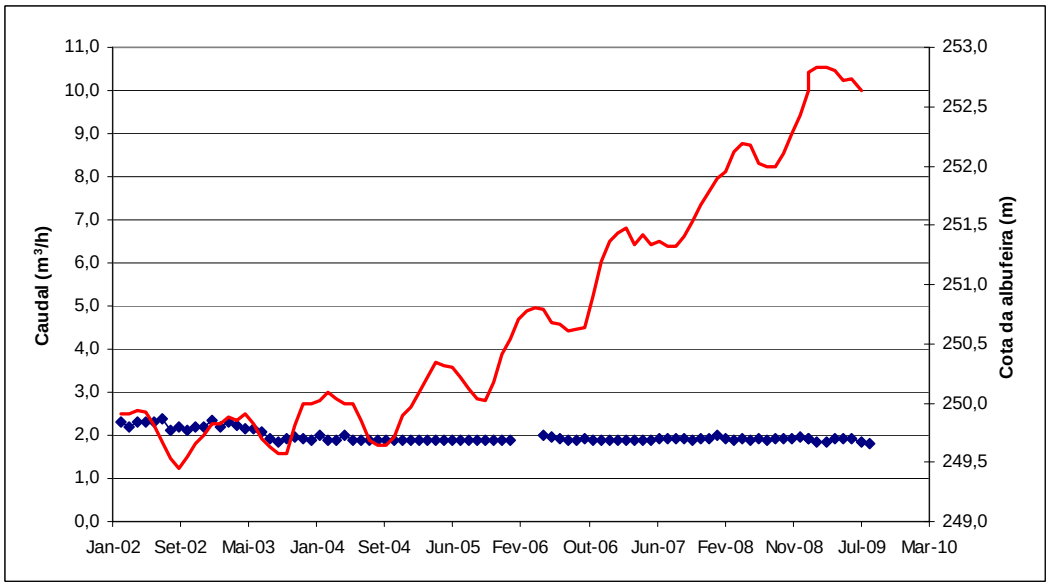


Figura 4.6 – Caudais captados no poço IBR20 (corpo principal)

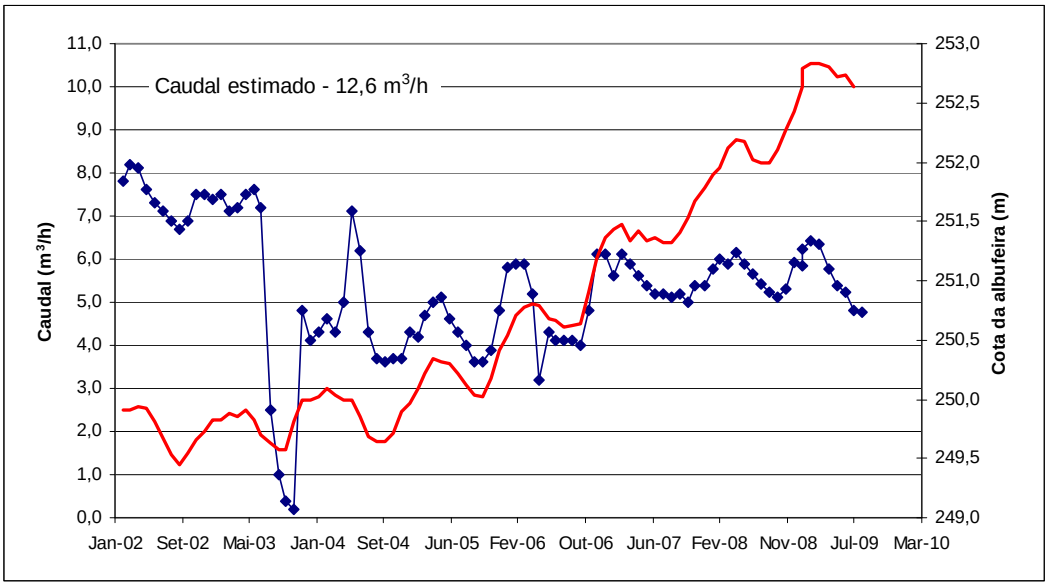


Figura 4.7 – Caudais captados no poço IBR16 (portela do corpo principal)

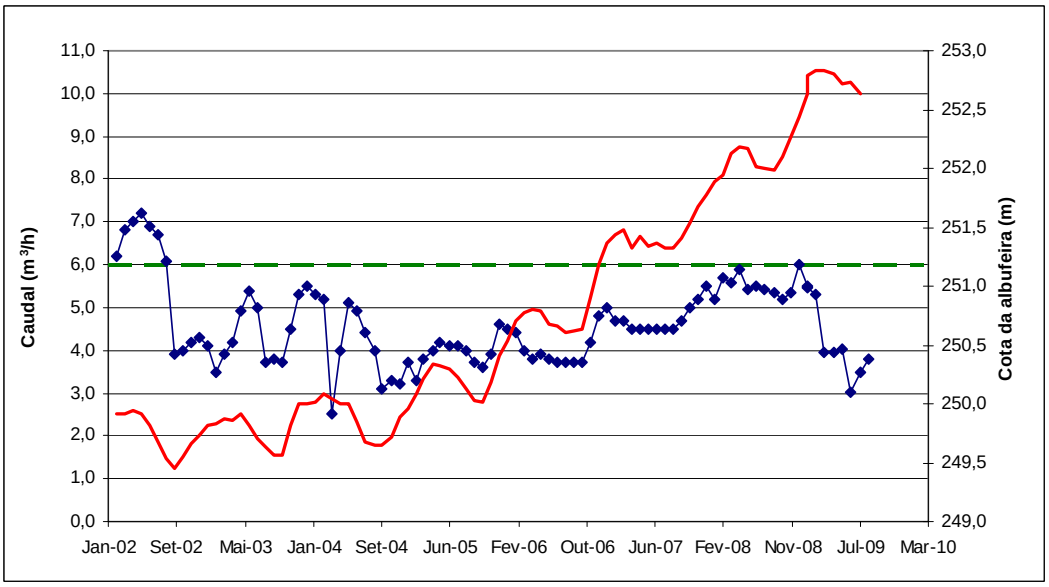


Figura 4.8 – Caudais captados no poço IBR18 (portela do corpo principal)

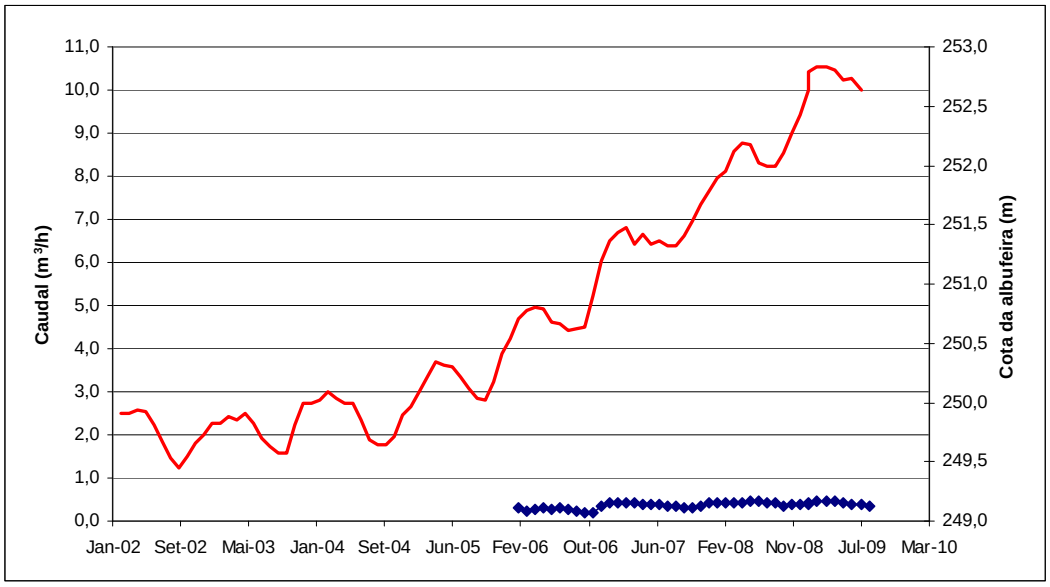


Figura 4.9 – Caudais captados no poço IBR18A (portela do corpo principal)

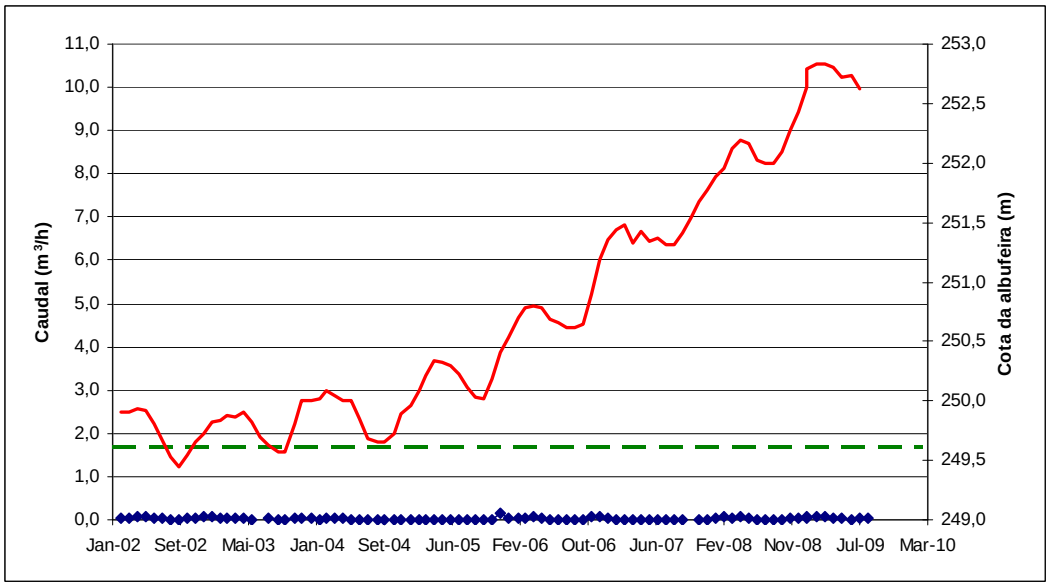


Figura 4.10 – Caudais captados no poço IBR27 (portela do corpo principal)

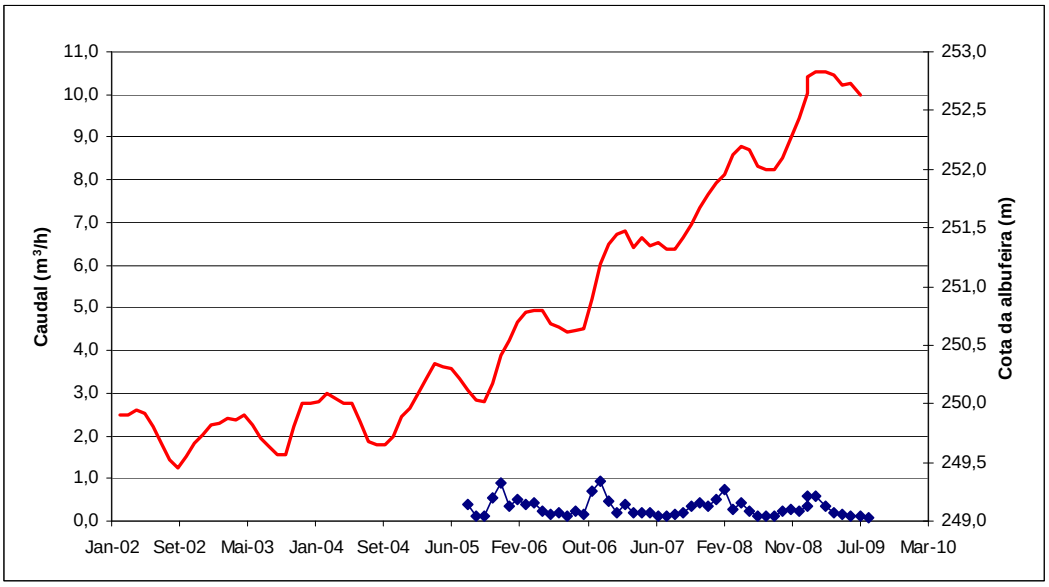


Figura 4.11 – Caudais captados no poço IBR27A (portela do corpo principal)

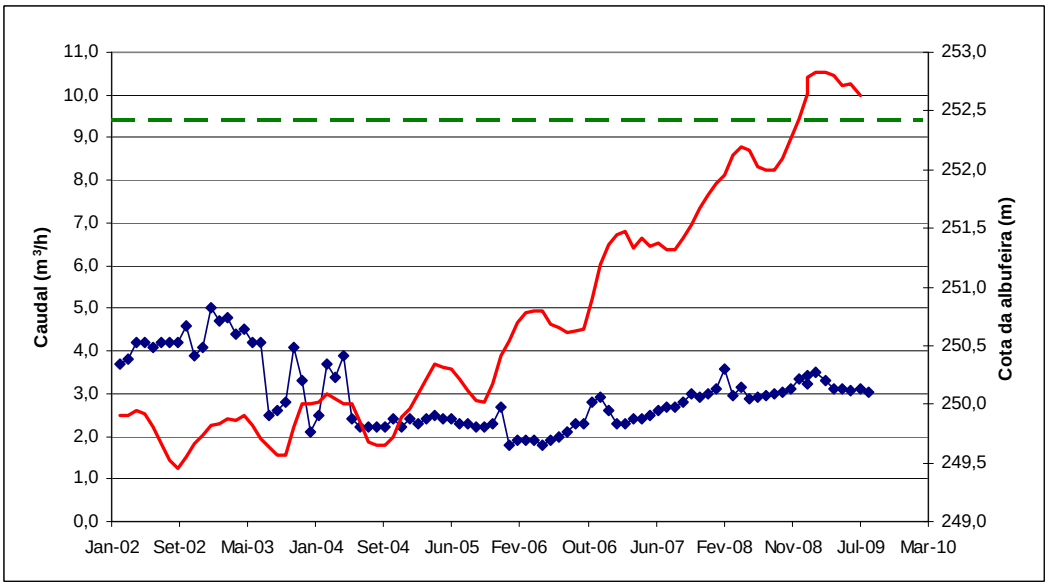


Figura 4.12 – Caudais captados no poço IBR17 (portela ME1)

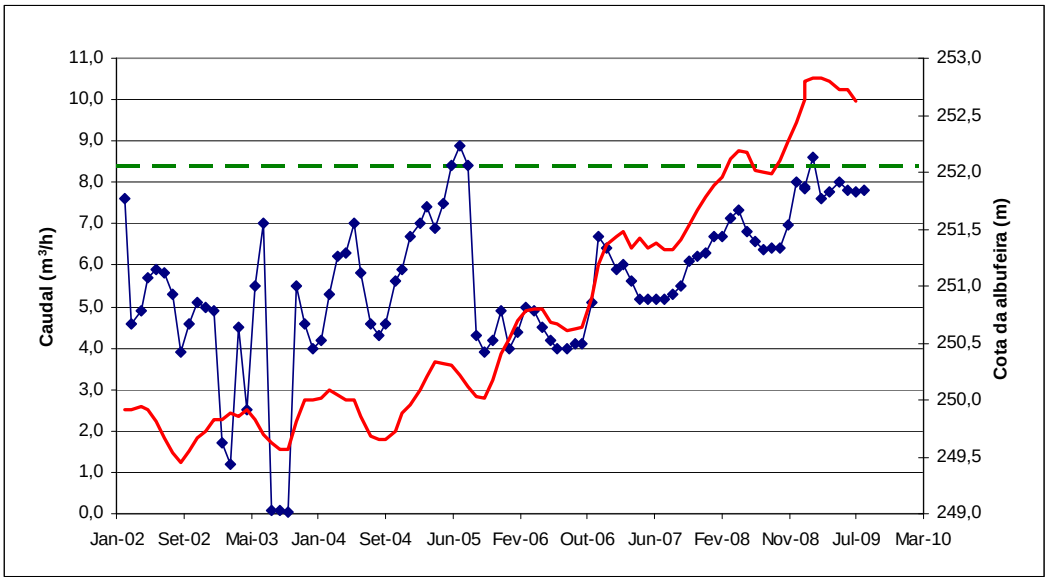


Figura 4.13 – Caudais captados no poço IBR15 (portela ME2A)

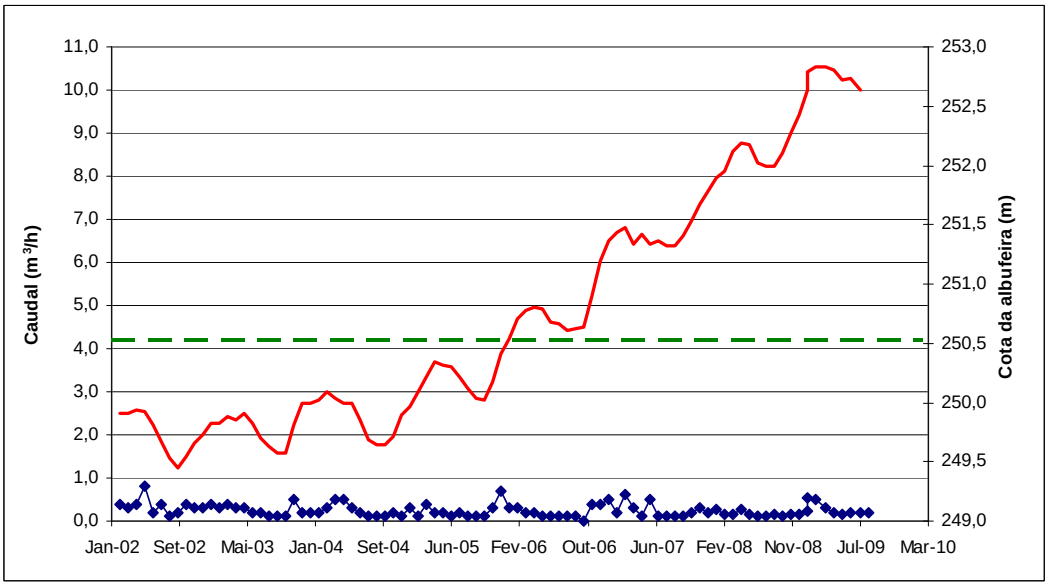


Figura 4.14 – Caudais captados no poço IBR19 (portela ME2A)

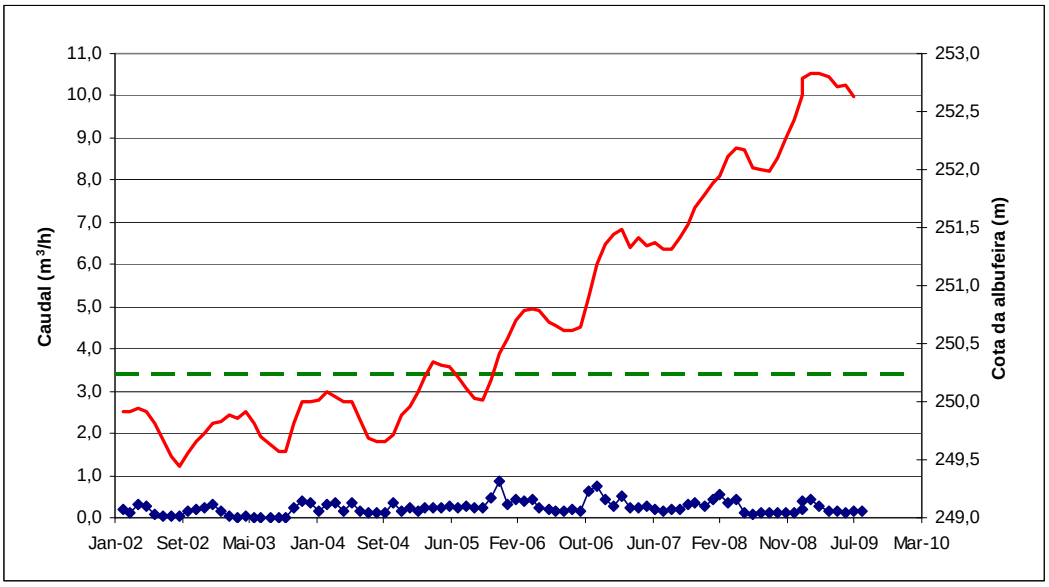


Figura 4.15 – Caudais captados no poço IBR26 (portela ME2B)

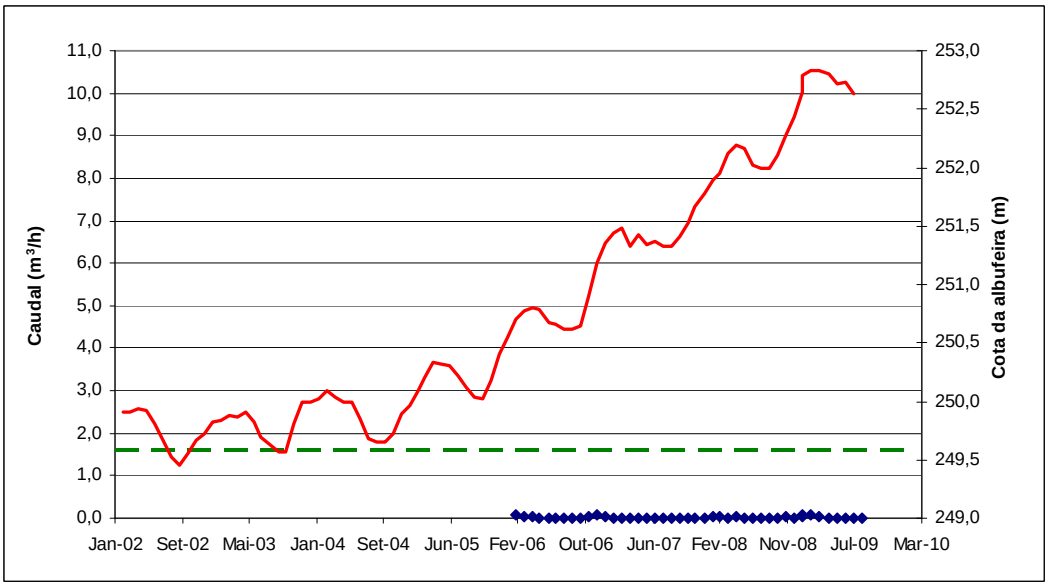


Figura 4.16 – Caudais captados no poço IBR29 (portela ME2B)

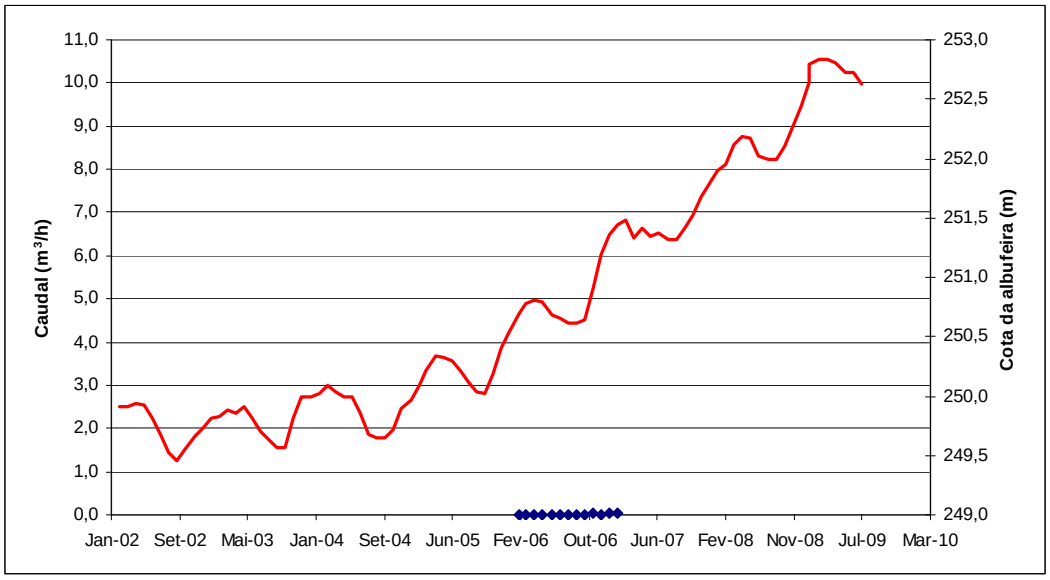


Figura 4.17 – Caudais captados no poço IBR29A (portela ME2C)

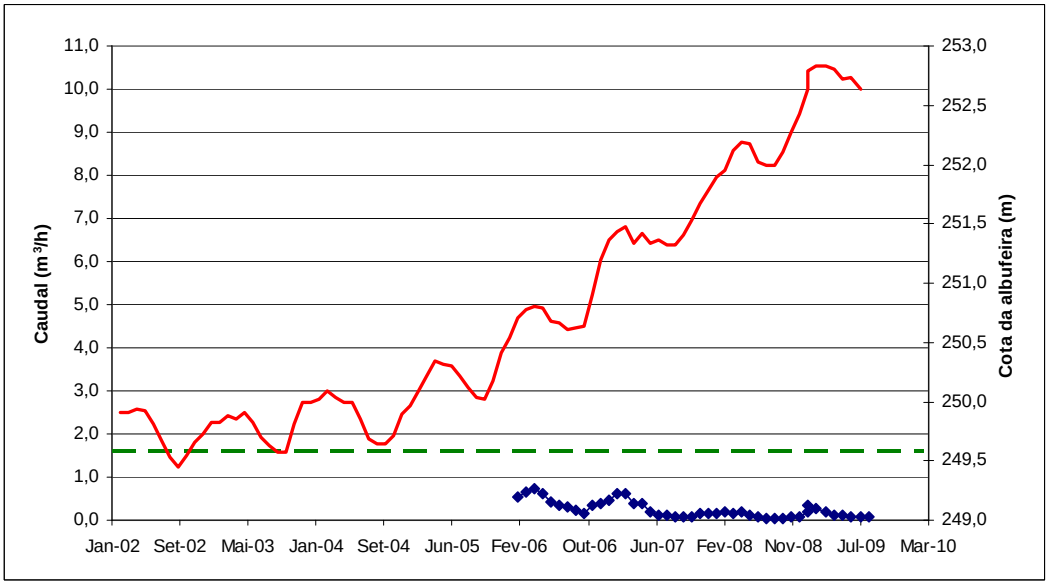


Figura 4.18 – Caudais captados no poço IBR30 (portela ME2C)

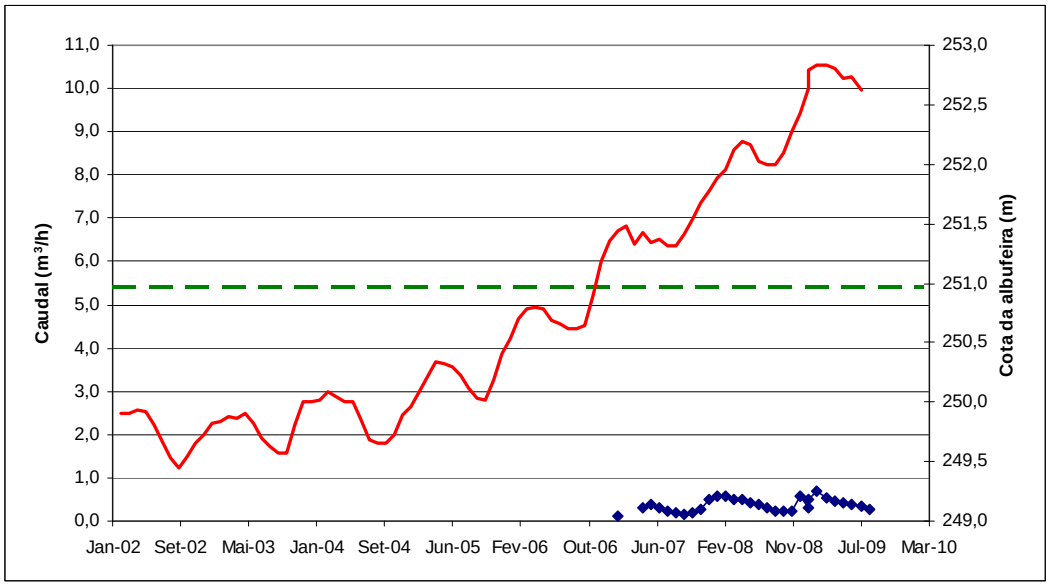


Figura 4.19 – Caudais captados no poço IBR31 (barragem do Monte Branco)

DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS - ASSENTAMENTOS

1 - PORTELA MD

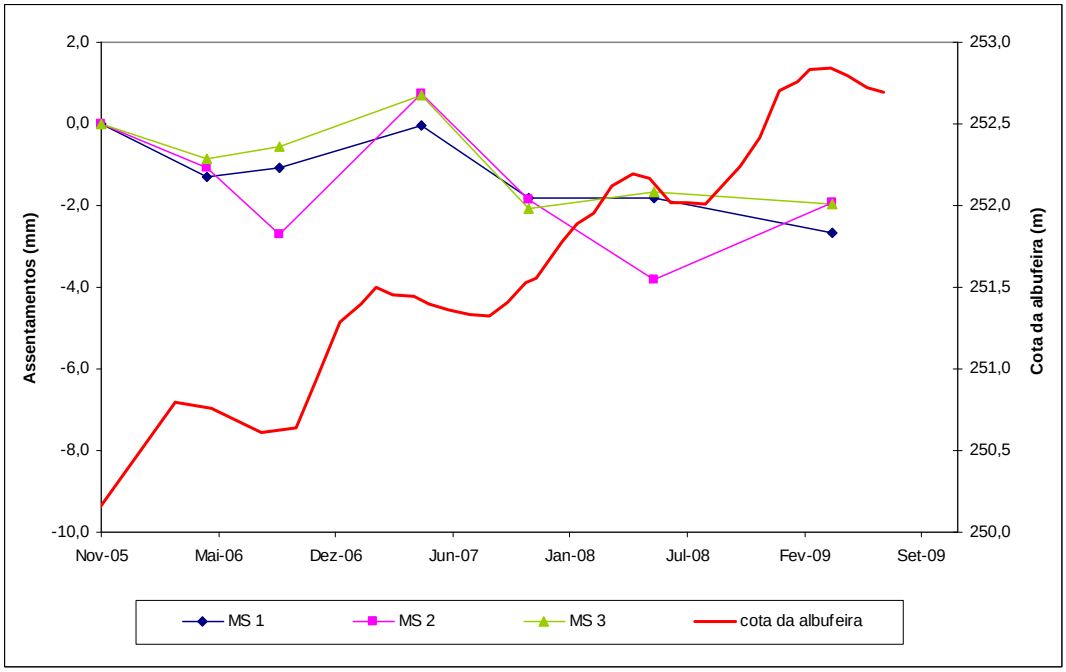


Figura 5.1 – Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na portela MD

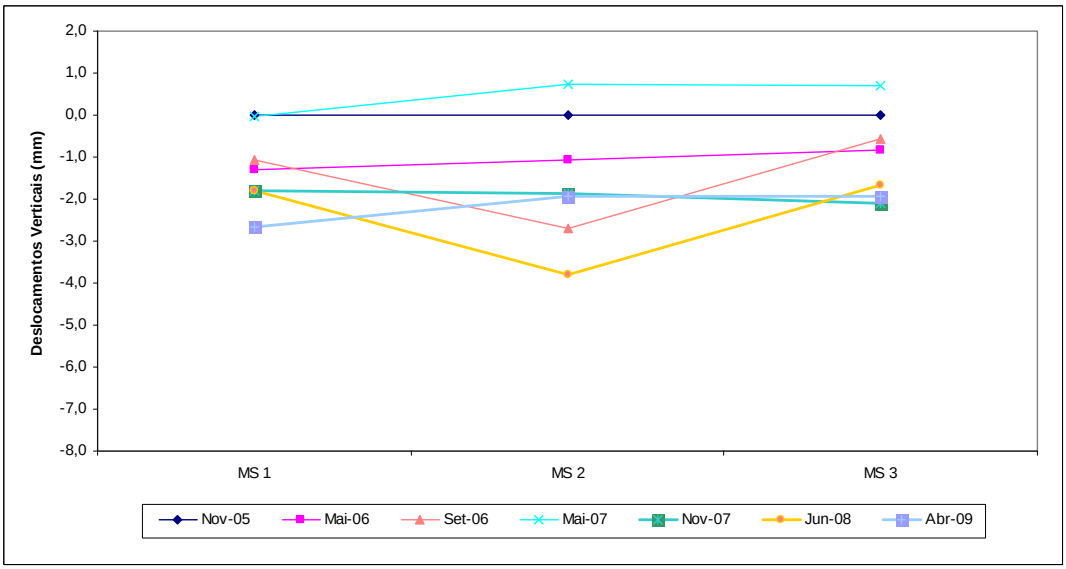


Figura 5.2 – Assentamentos no coroamento da portela MD

2 - CORPO PRINCIPAL E PORTELA DO CORPO PRINCIPAL

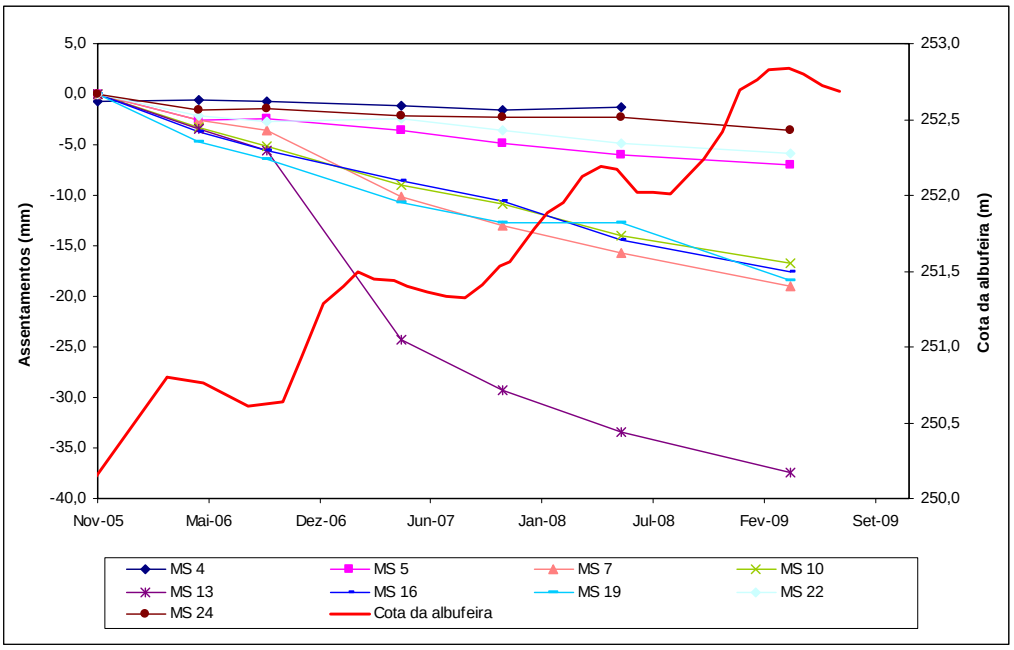


Figura 5.3 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas no coroamento do corpo principal

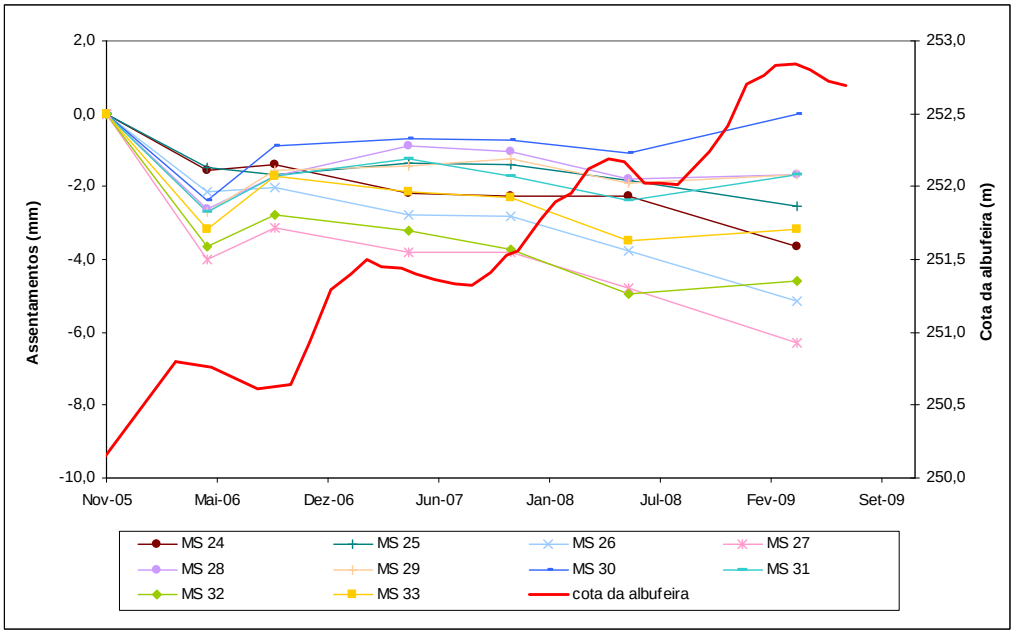


Figura 5.4 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na portela do corpo principal

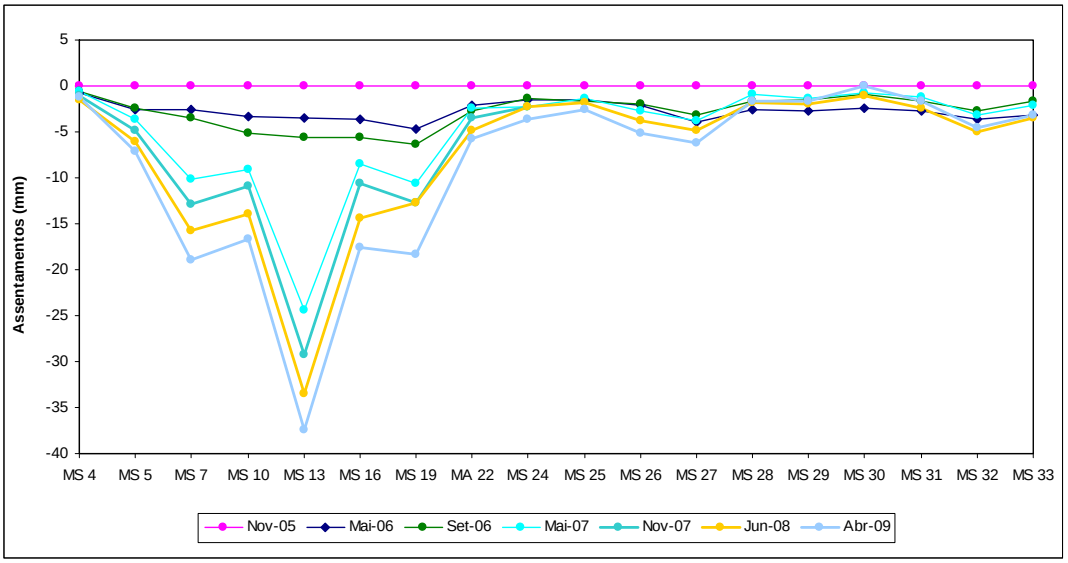


Figura 5.5 - Assentamentos no coroamento do corpo principal e da portela do corpo principal

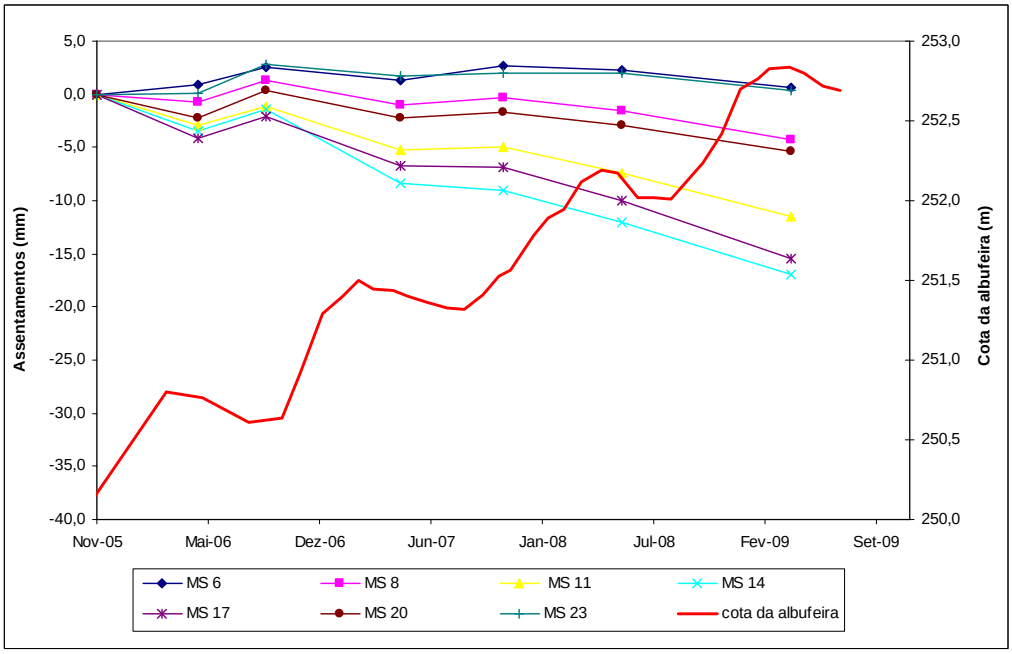


Figura 5.6 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na banqueta superior do corpo principal

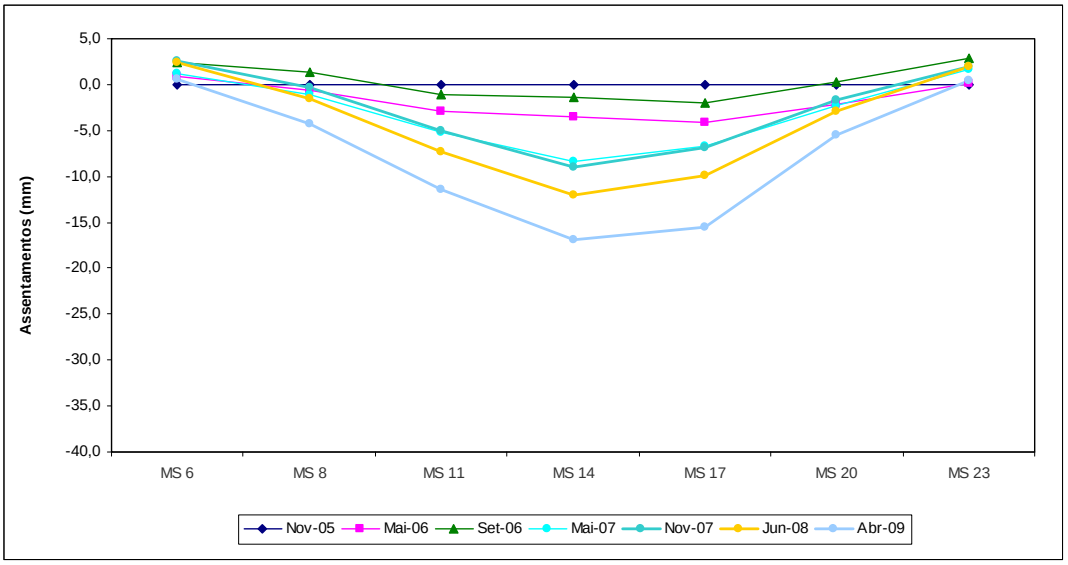


Figura 5.7 - Assentamentos na banqueta superior do corpo principal

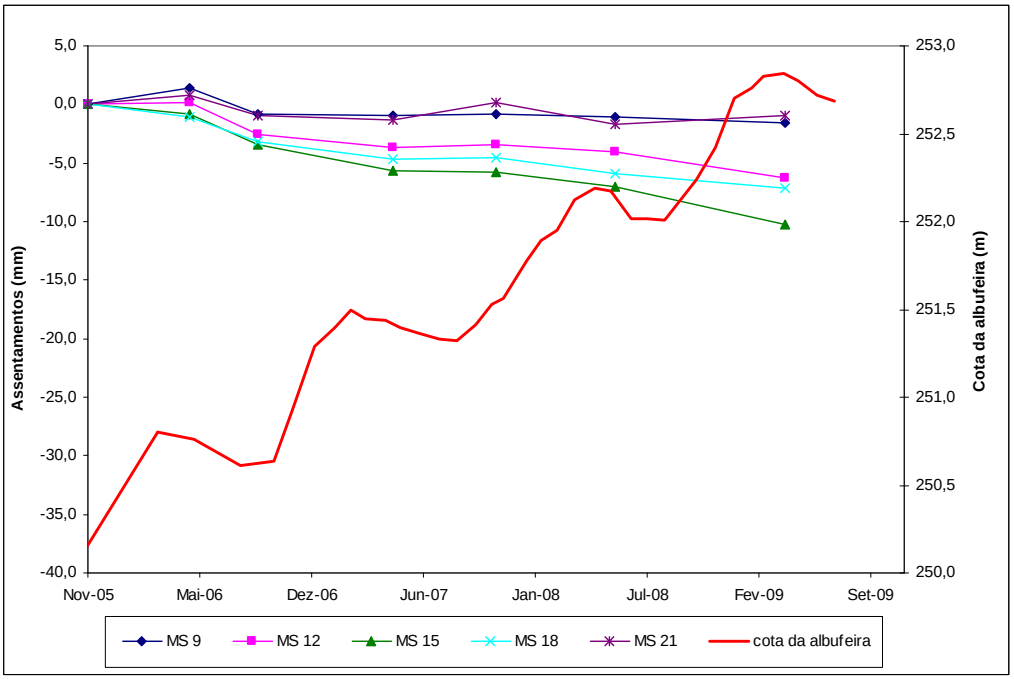


Figura 5.8 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na banqueta intermédia do corpo principal

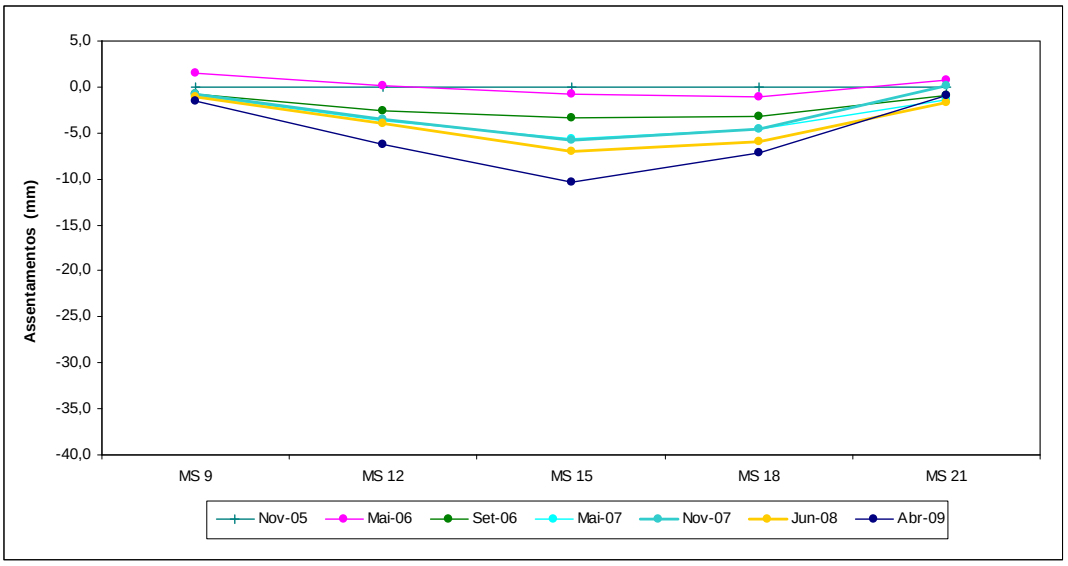


Figura 5.9 - Assentamentos na banqueta intermédia do corpo principal

3 - PORTELA ME1

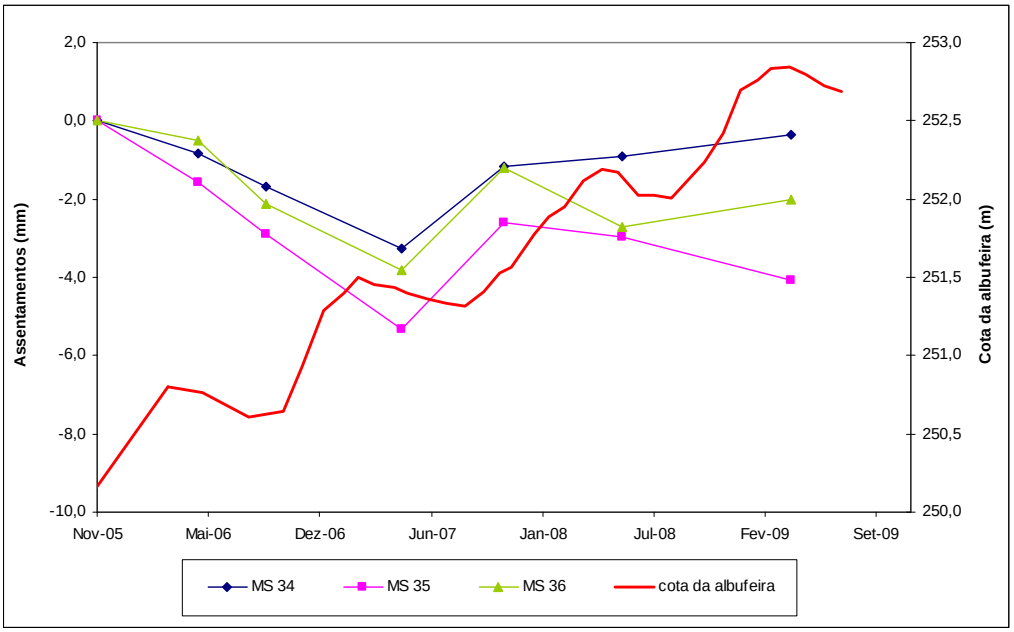


Figura 5.10 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na portela ME1

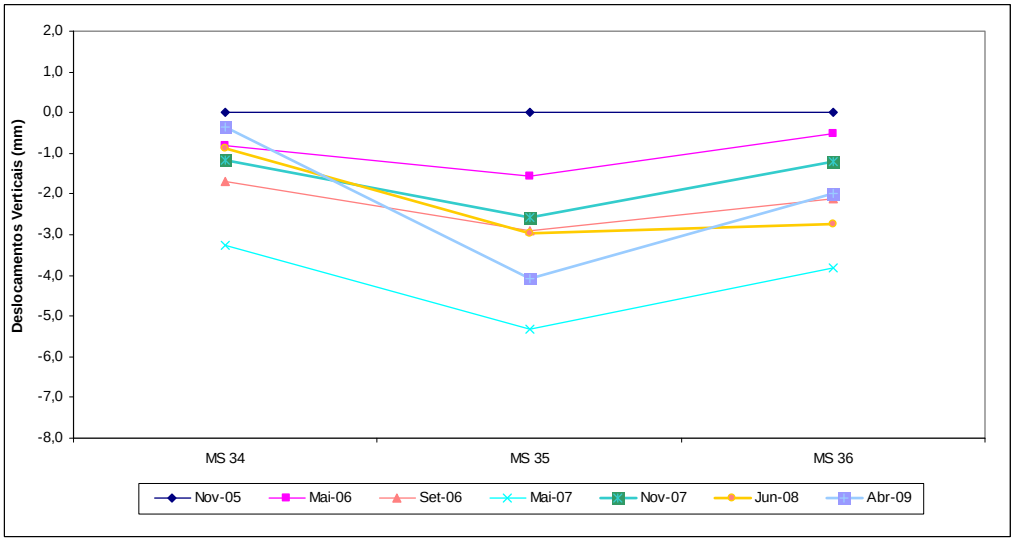


Figura 5.11 - Assentamentos no coroamento da portela ME1

4 - PORTELA ME2

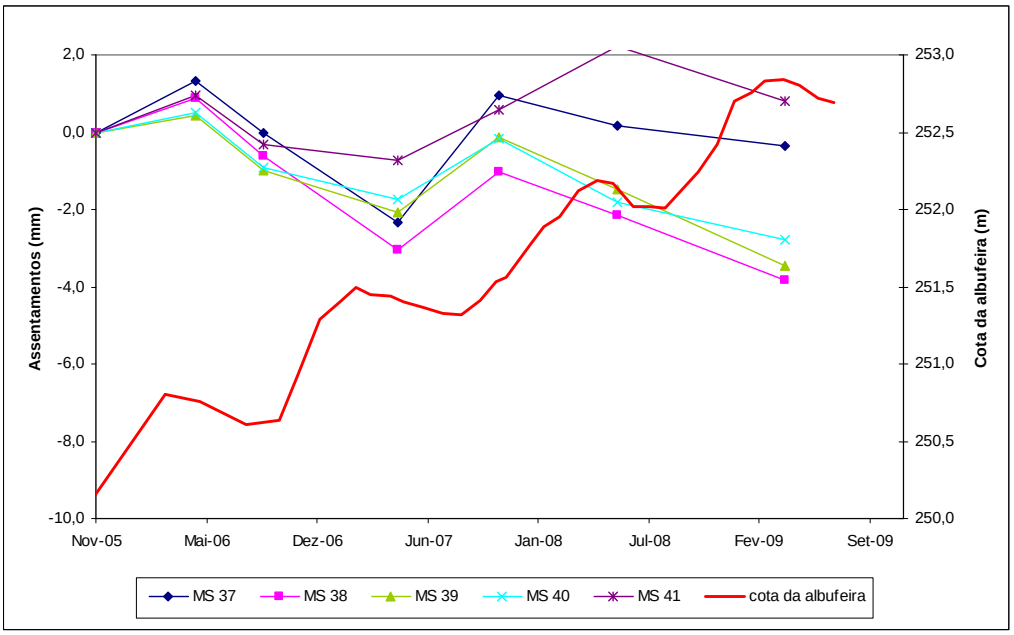


Figura 5.12 - Variação ao longo do tempo dos assentamentos nas marcas instaladas na portela ME2

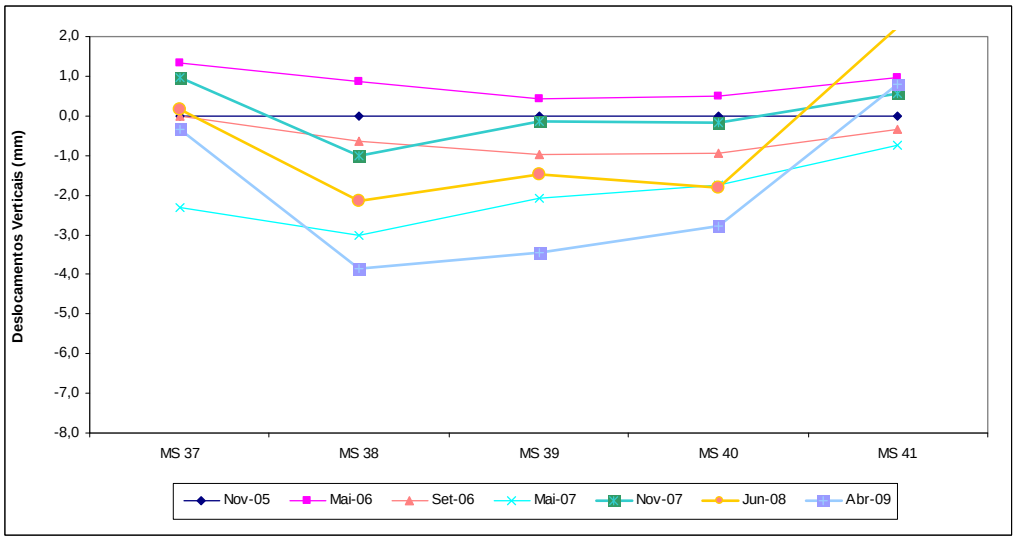


Figura 5.13 - Assentamentos no coroamento da portela ME2

DESLOCAMENTOS SUPERFICIAIS HORIZONTAIS

NOTAS:

- Os deslocamentos horizontais apresentados nos gráficos das várias zonas do aterro (Figuras 6.1, 6.3, 6.4, 6.5, 6.9 e 6.10) estão ampliados 2000 vezes; nestes gráficos a escala dos M e P está à escala real;
- Nos referidos gráficos apresenta-se uma escala gráfica correspondente a 10 mm de deslocamento horizontal;
- Nos gráficos onde se apresentam os deslocamentos superficiais de cada marca encontra-se representado a castanho o alinhamento do coroamento e com um ponto cor-de-laranja a última leitura.

1 - PORTELA MD

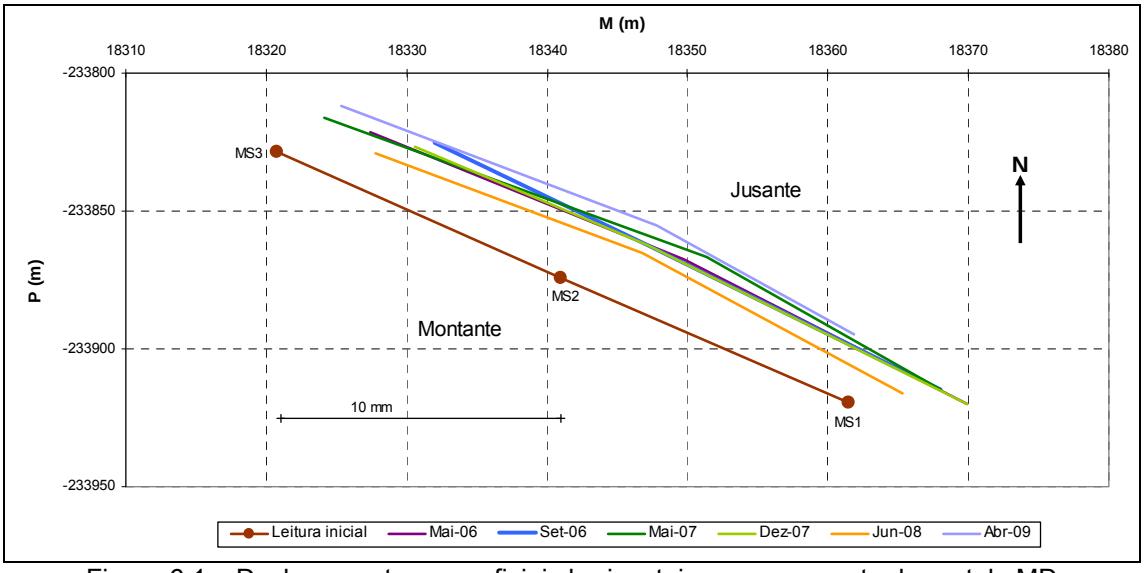


Figura 6.1 – Deslocamentos superficiais horizontais no coroamento da portela MD

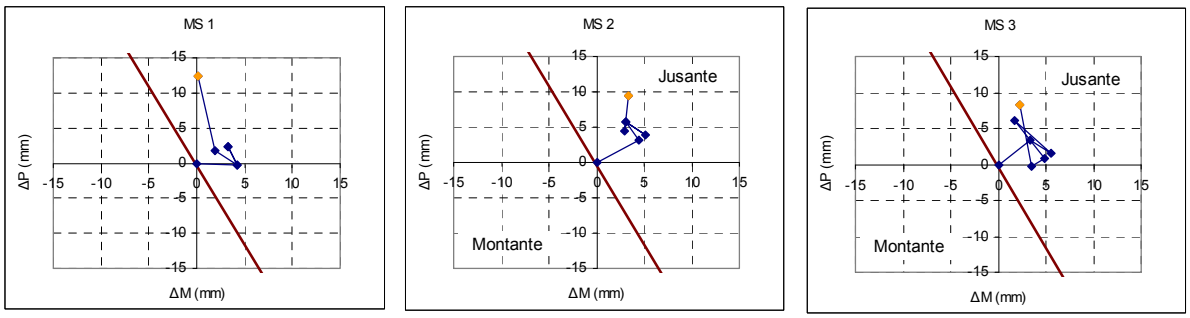


Figura 6.2 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas do coroamento da portela MD

2 - CORPO PRINCIPAL E PORTELA DO CORPO PRINCIPAL

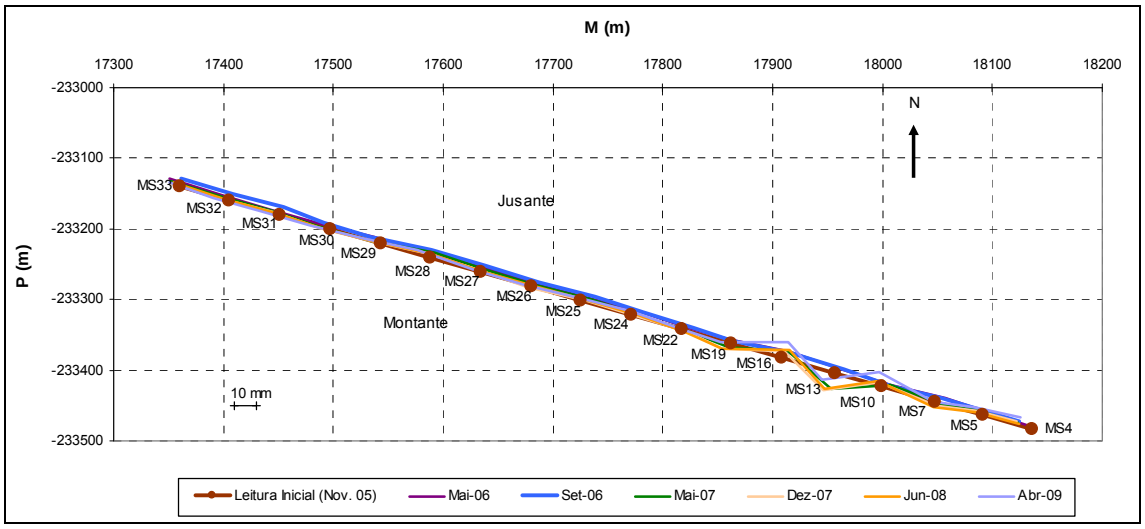


Figura 6.3 – Deslocamentos superficiais horizontais no coroamento do corpo principal e da portela do corpo principal

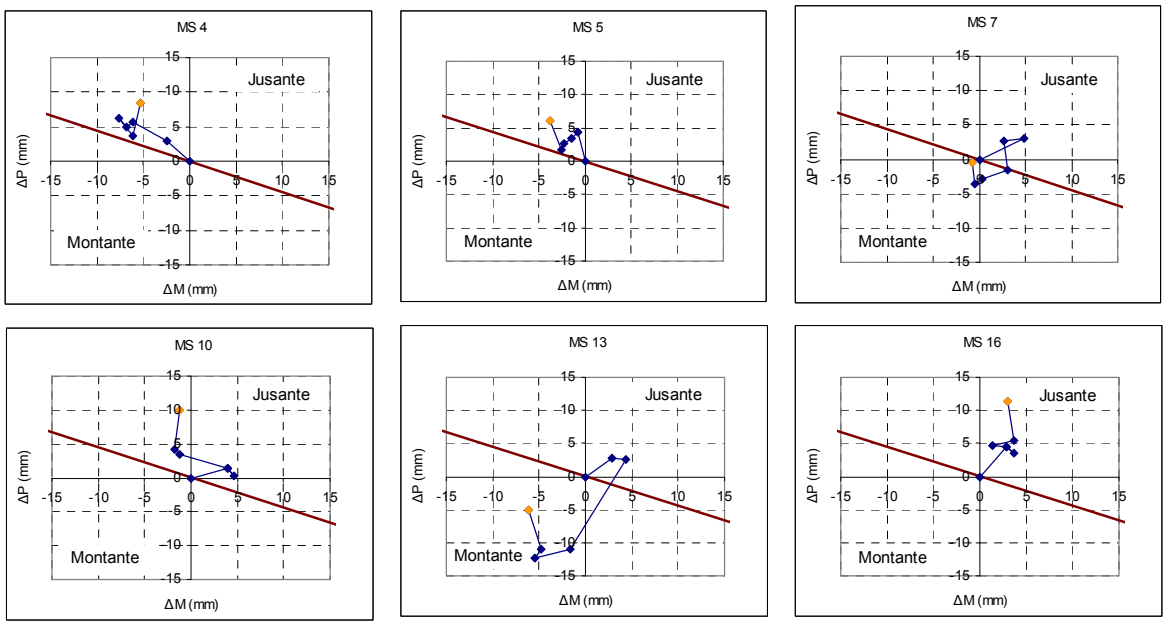


Figura 6.4 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas do coroamento do corpo principal e da portela do corpo principal

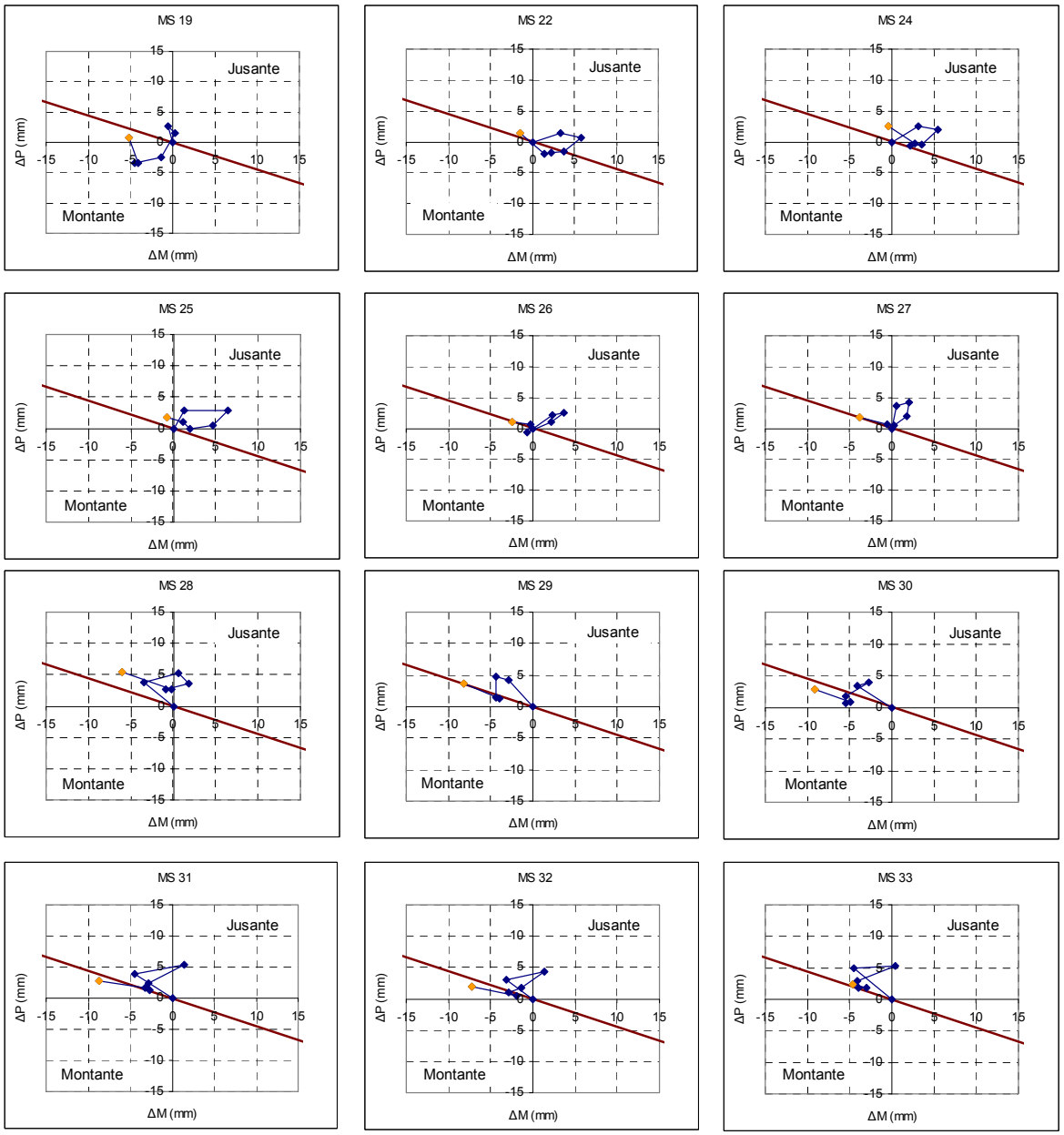


Figura 6.4 (continuação) – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas do coroamento do corpo principal e da portela do corpo principal

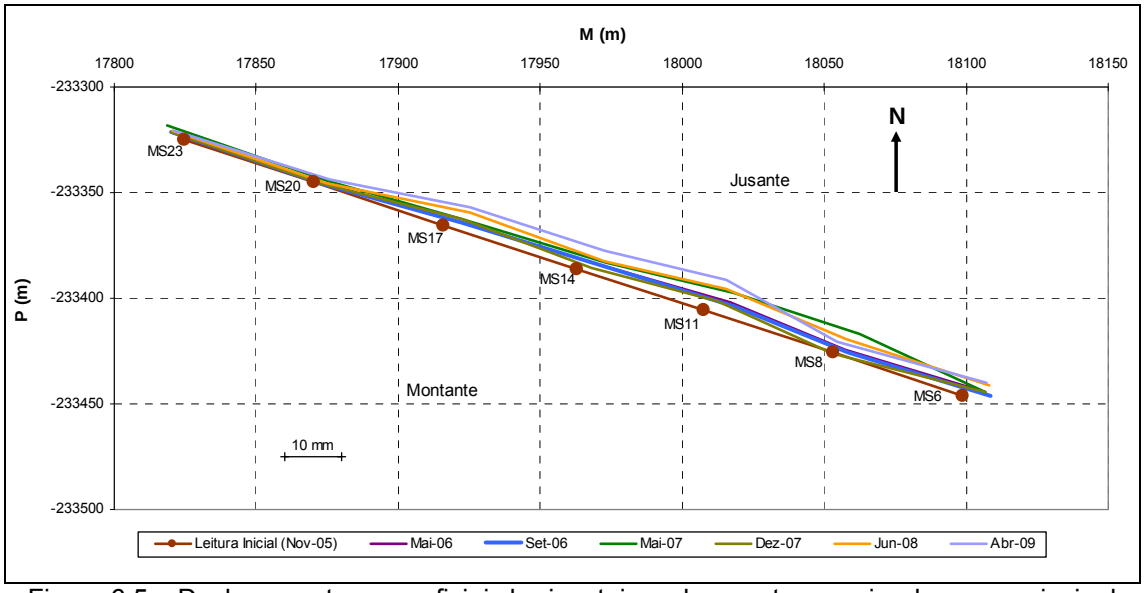


Figura 6.5 – Deslocamentos superficiais horizontais na banqueta superior do corpo principal

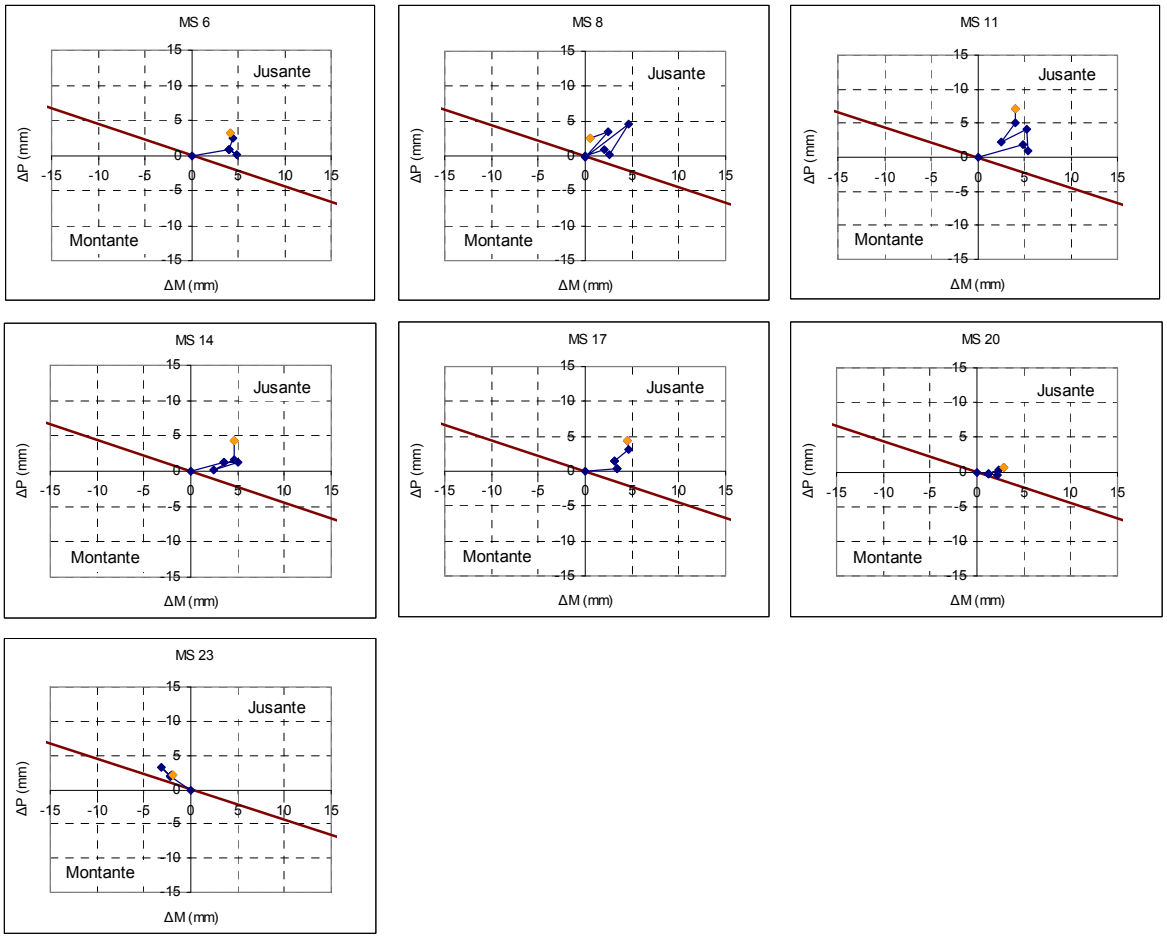


Figura 6.6 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas da banqueta superior do corpo principal

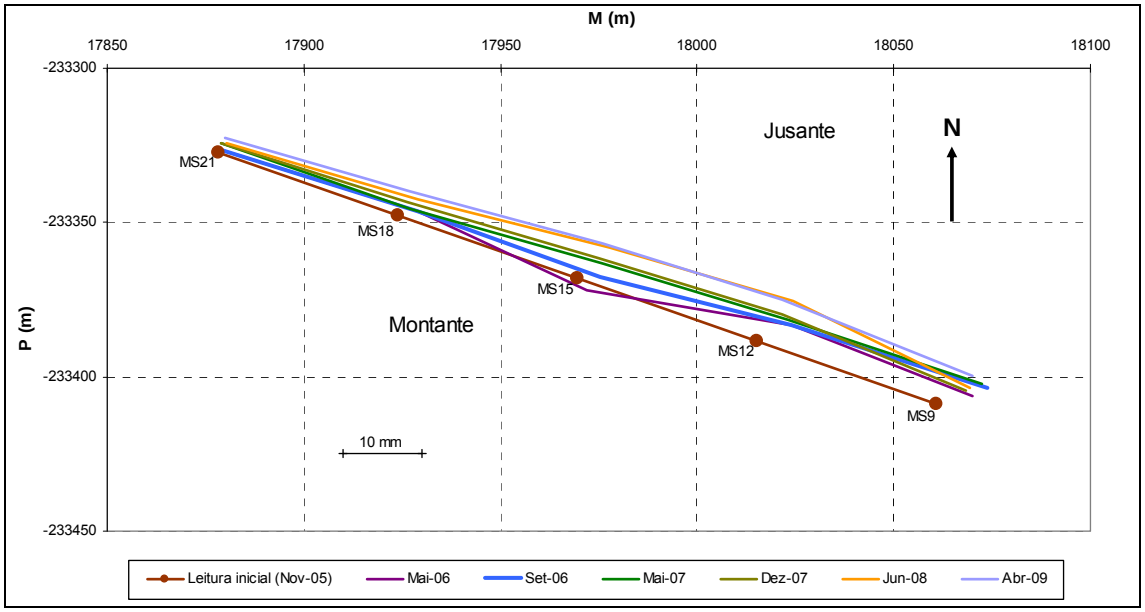


Figura 6.7 – Deslocamentos superficiais horizontais na banqueta intermédia do corpo principal

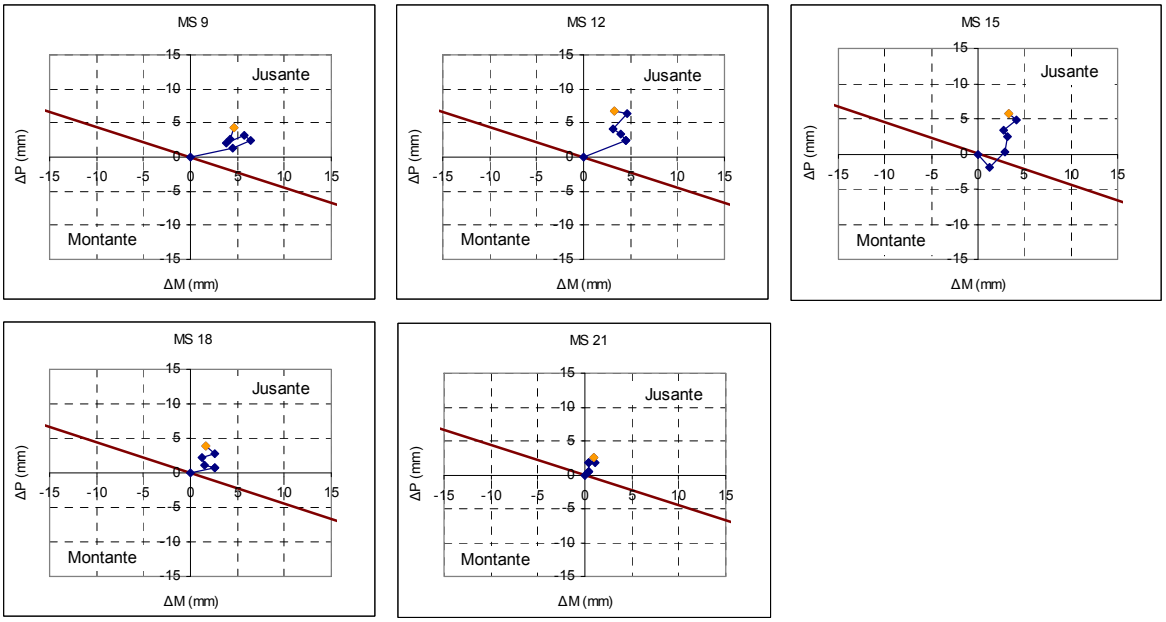


Figura 6.8 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas da banqueta intermédia do corpo principal

3 - PORTELA ME1

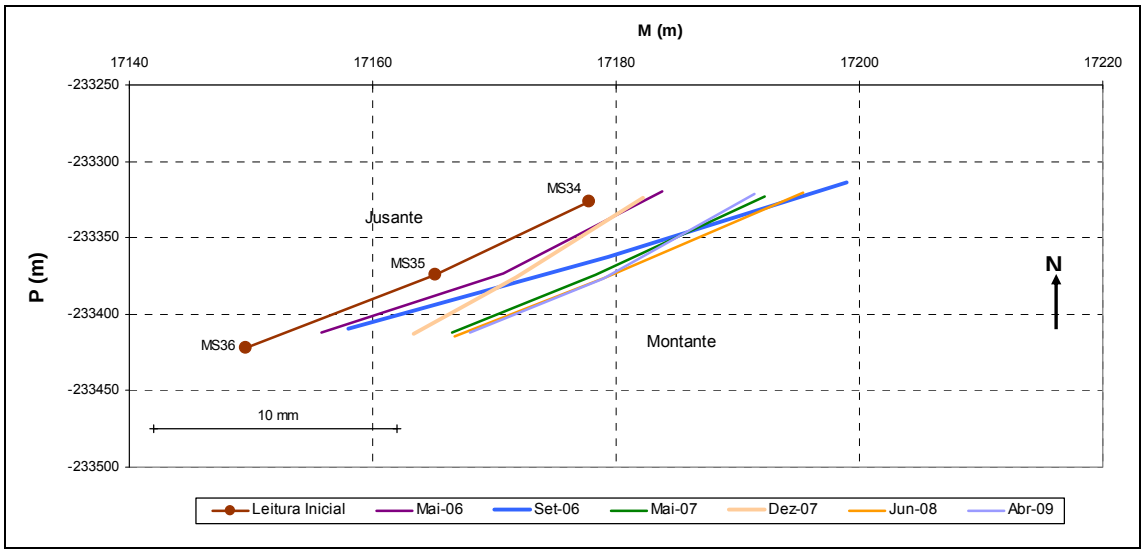


Figura 6.9 – Deslocamentos superficiais horizontais no coroamento da portela ME1

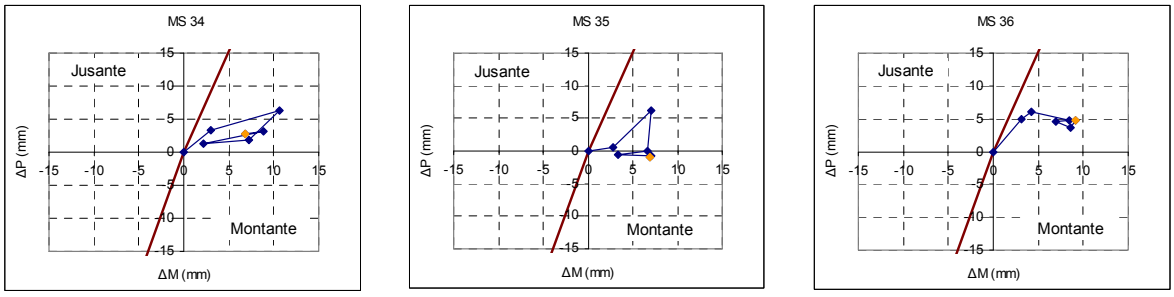


Figura 6.10 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas da portela ME1

4 - PORTELA ME2

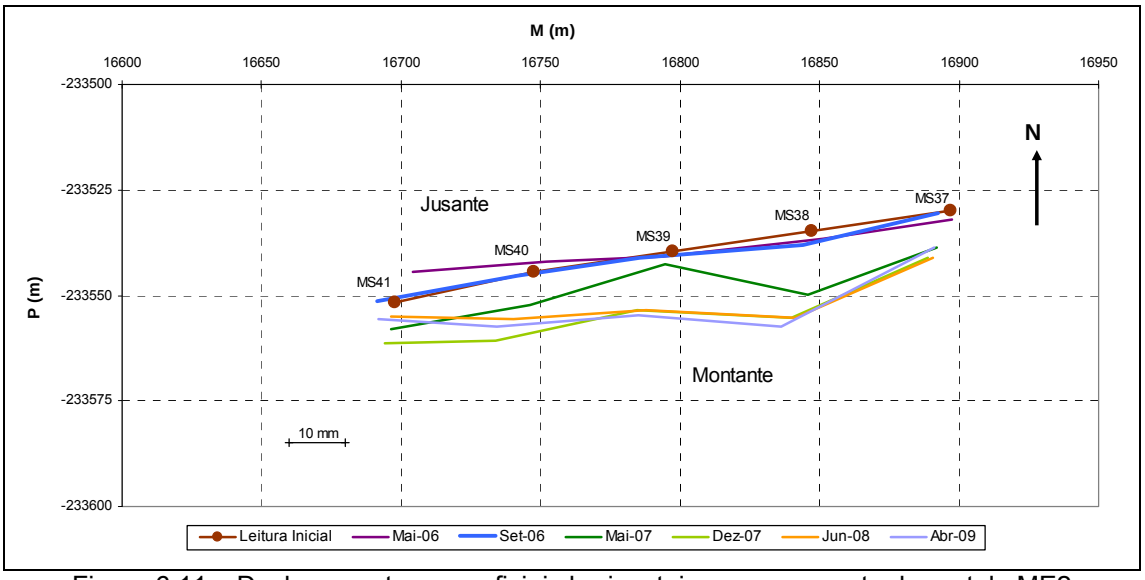


Figura 6.11 – Deslocamentos superficiais horizontais no coroamento da portela ME2

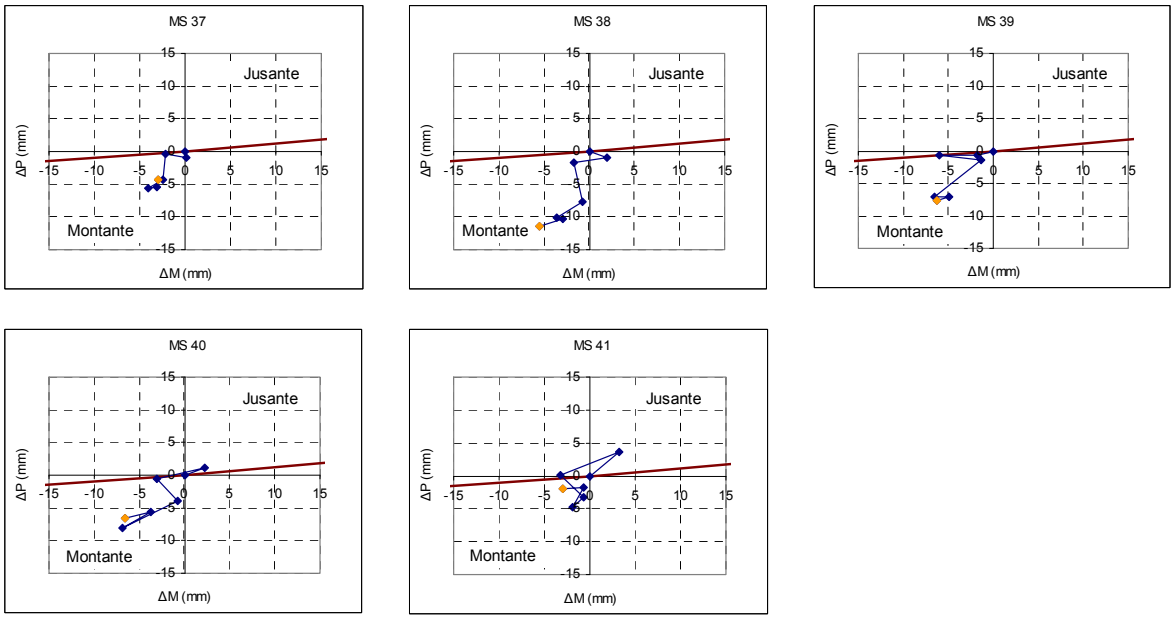


Figura 6.12 – Deslocamentos superficiais horizontais nas marcas da portela ME2

DESLOCAMENTOS INTERNOS

NOTA: Direcção A – transversal (montante-jusante); Direcção B – longitudinal

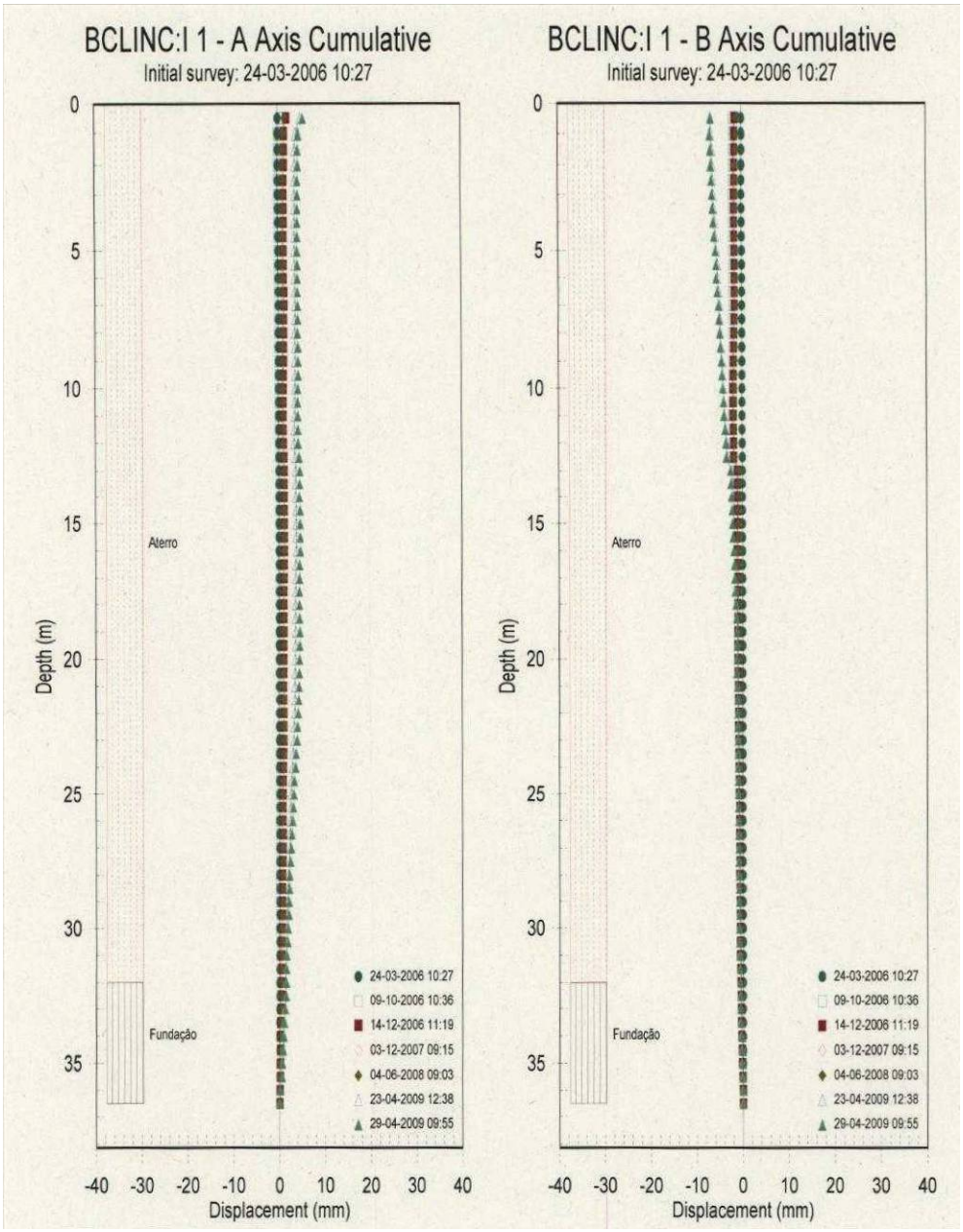


Figura 7.1 – Deslocamentos acumulados no inclinómetro I1

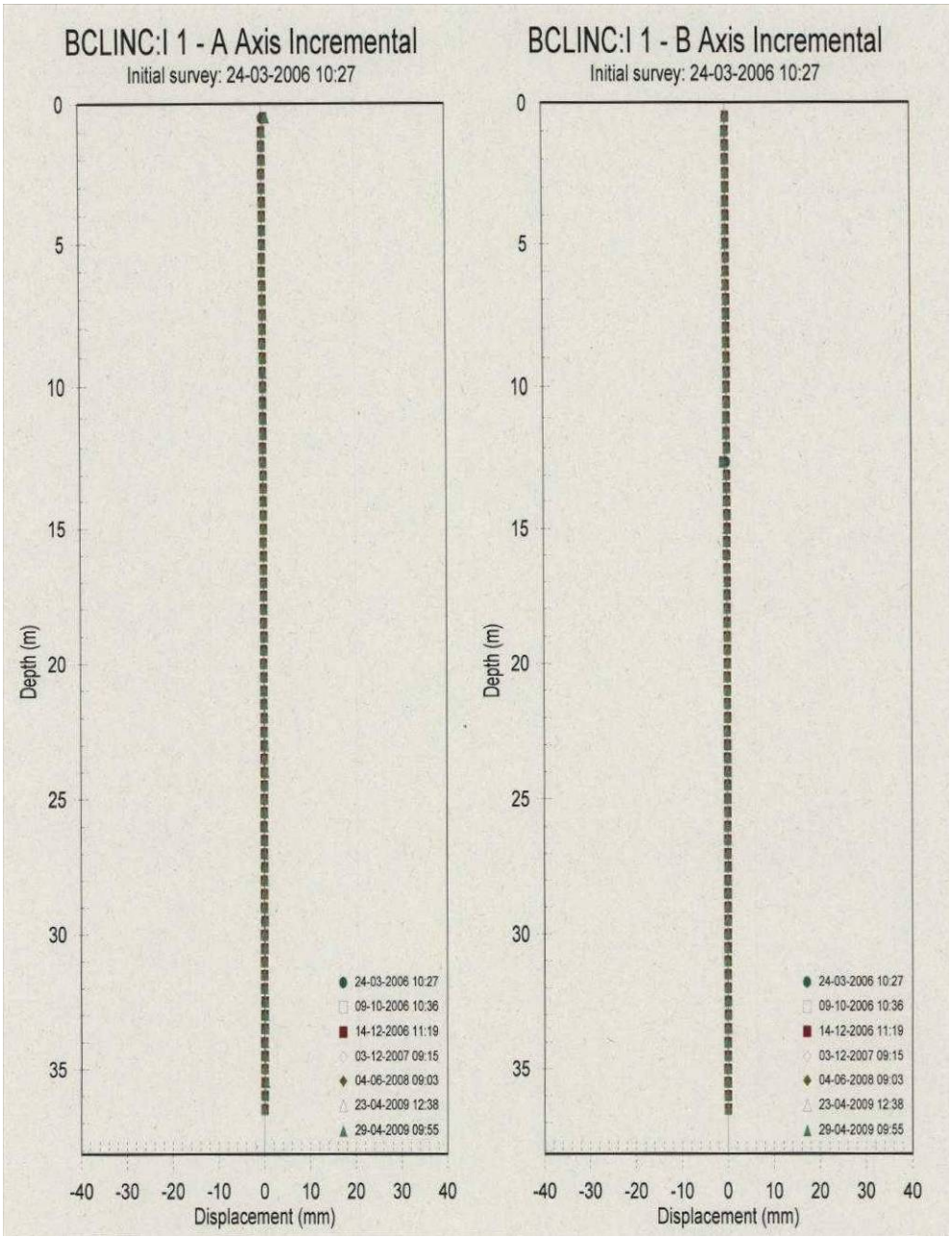


Figura 7.2 – Deslocamentos incrementais no inclinómetro I1

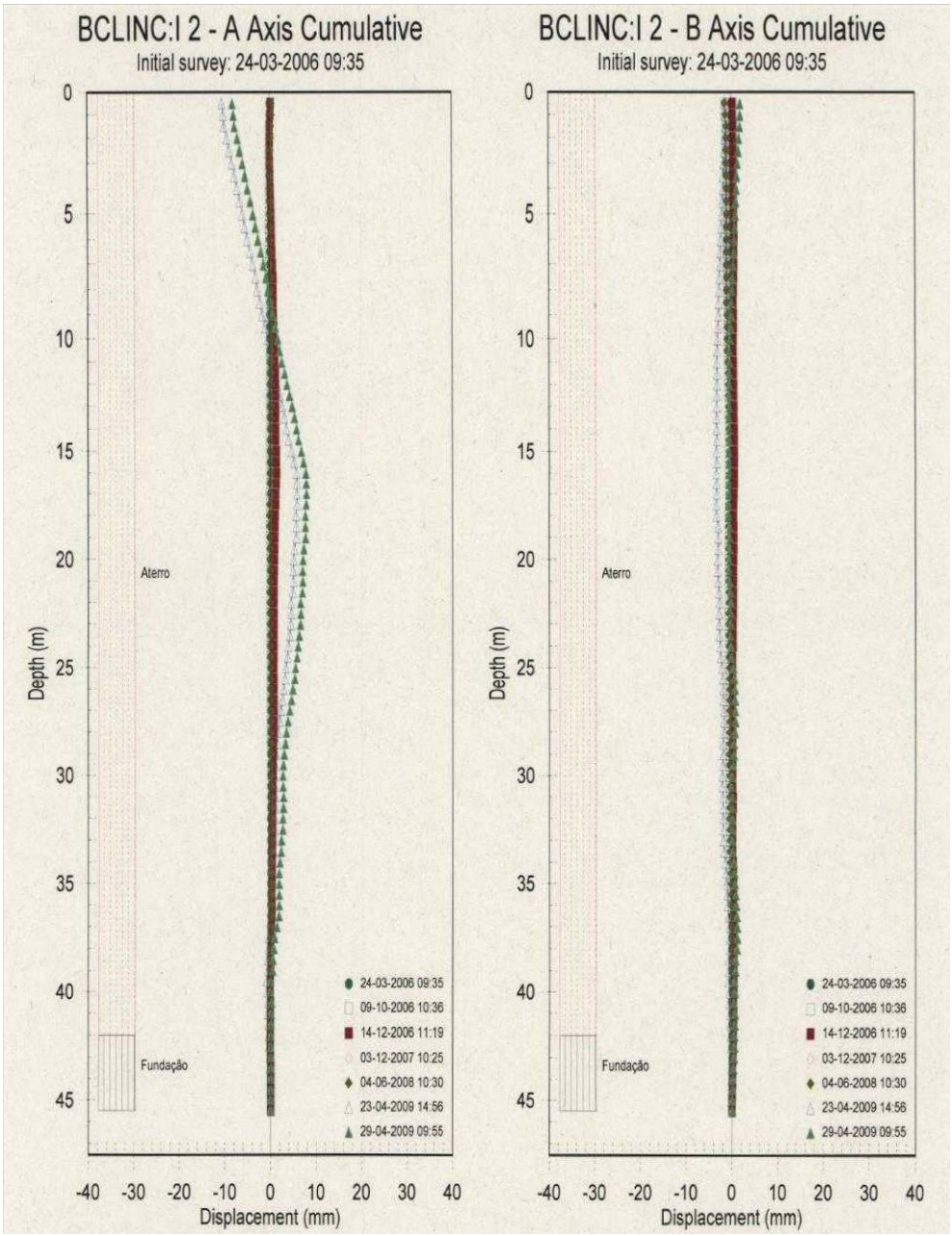


Figura 7.3 – Deslocamentos acumulados no inclinómetro I2

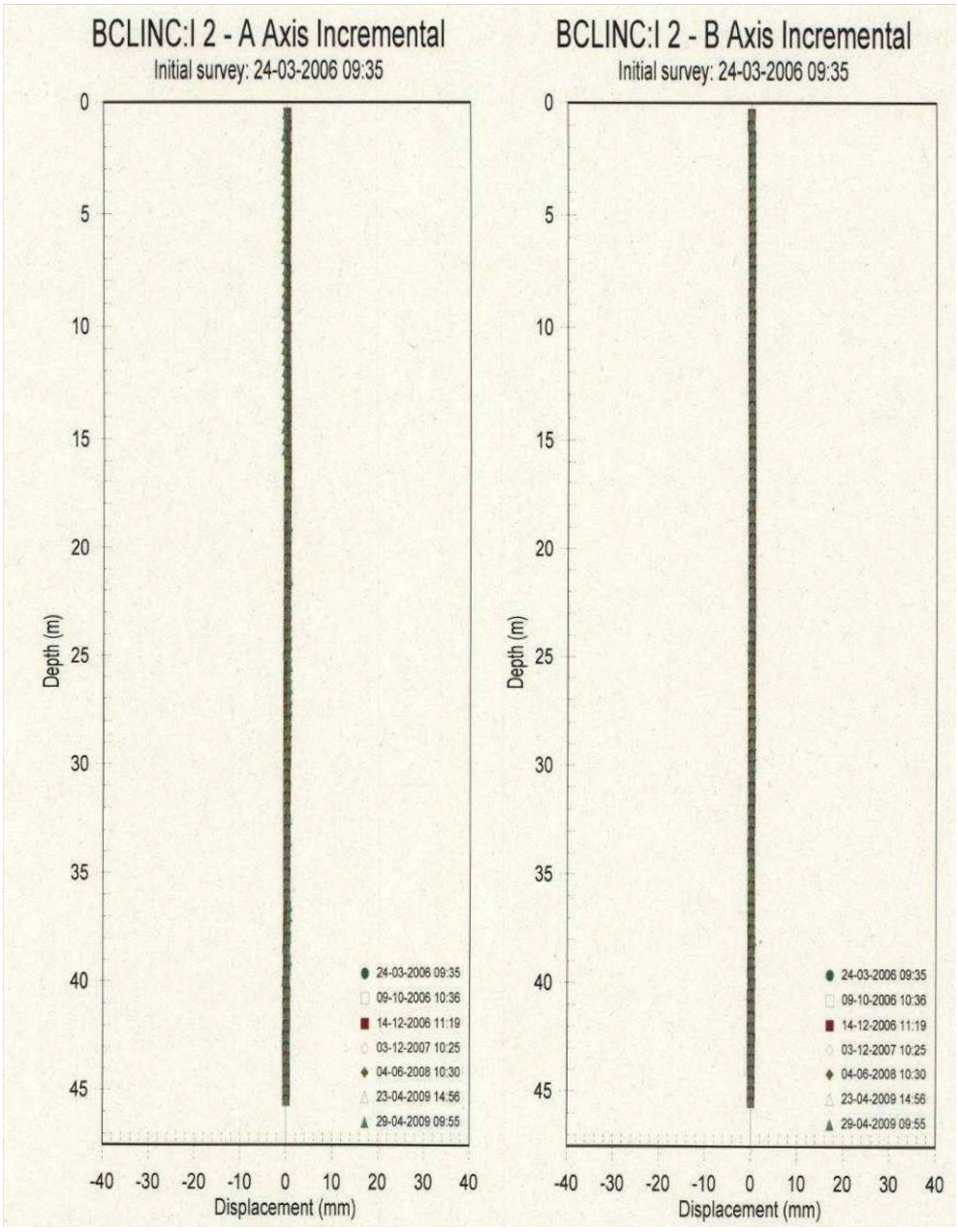


Figura 7.4 – Deslocamentos incrementais no inclinómetro I2

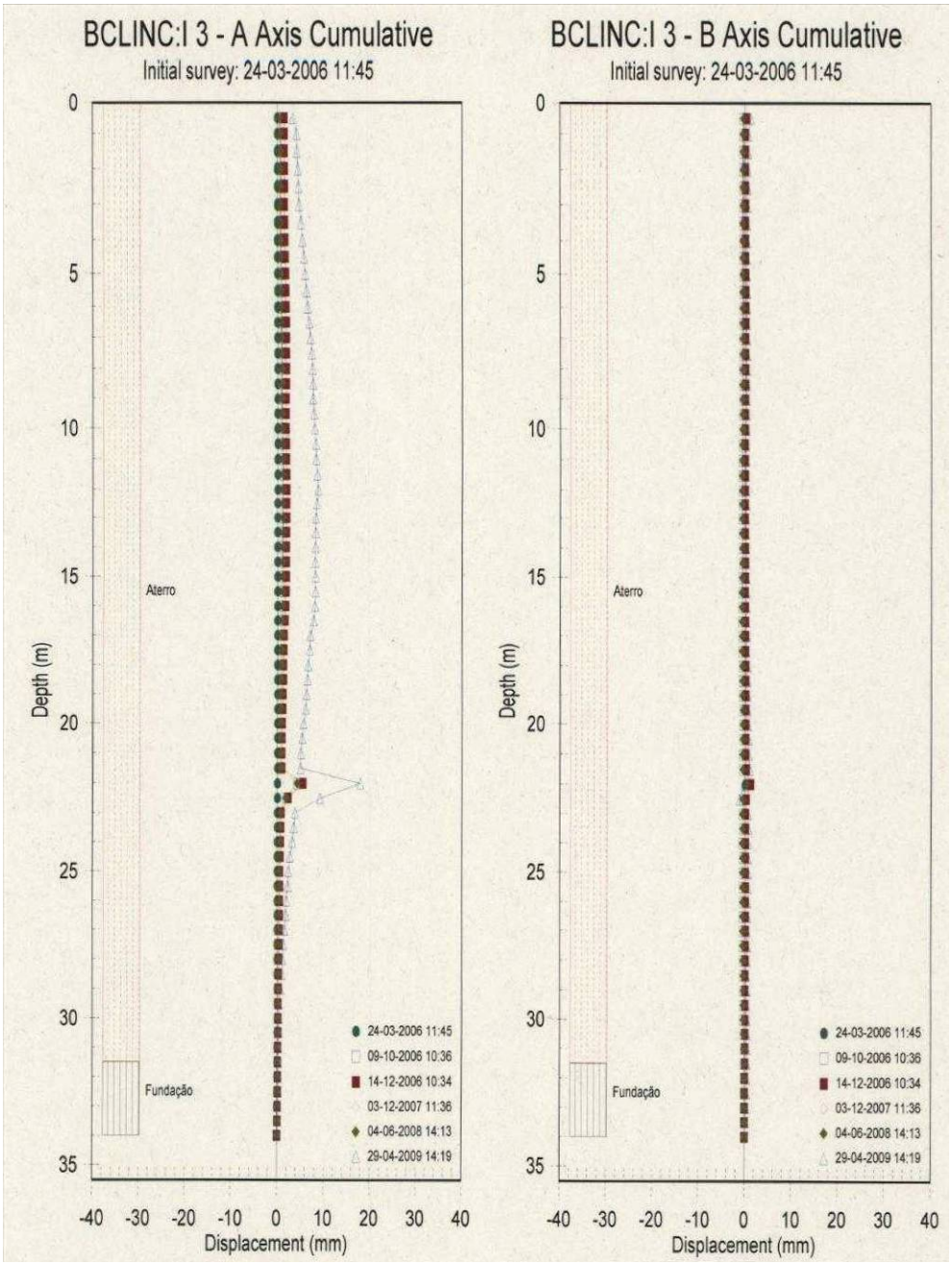


Figura 7.5 – Deslocamentos acumulados no inclinómetro I3

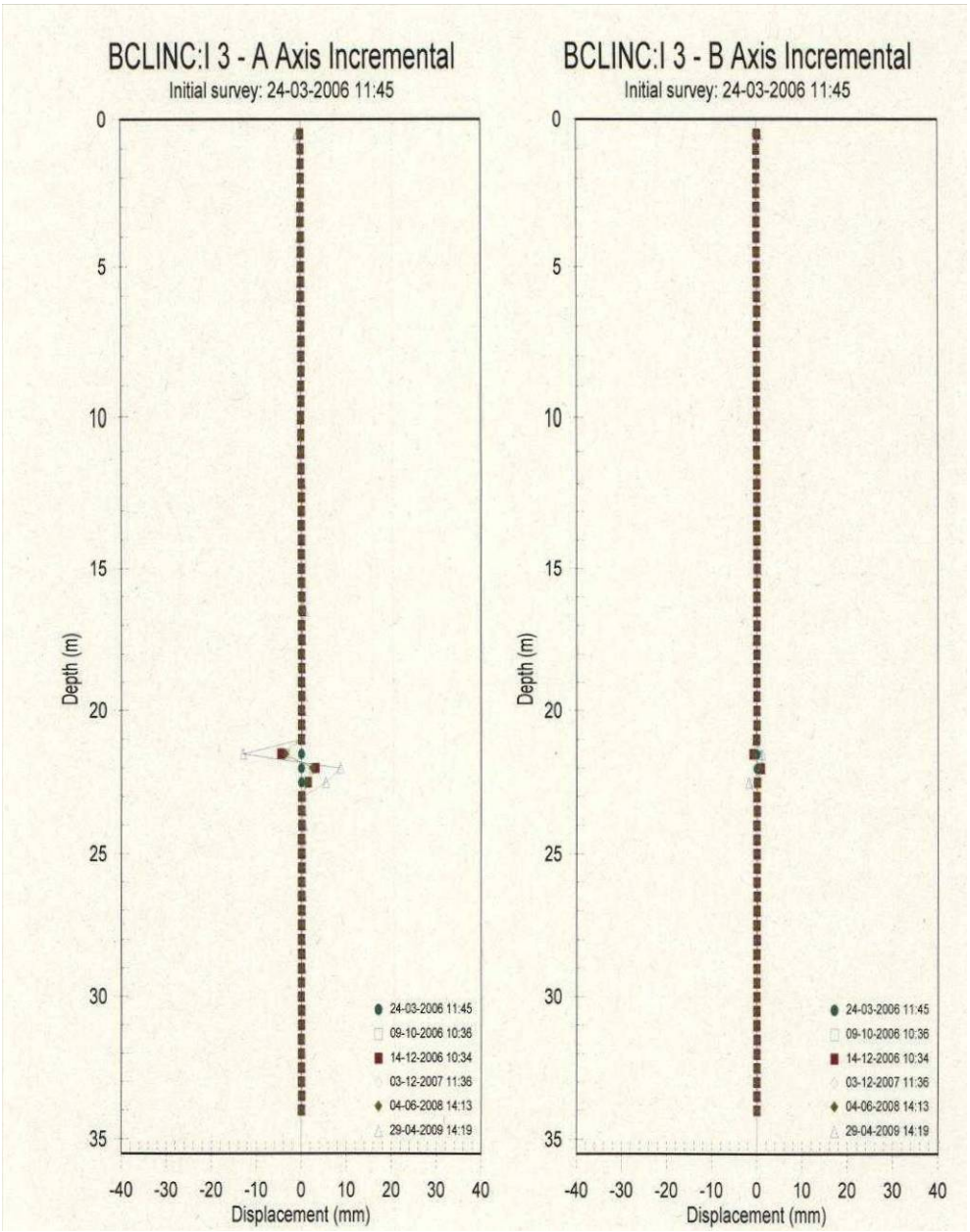


Figura 7.6 – Deslocamentos incrementais no inclinómetro I3

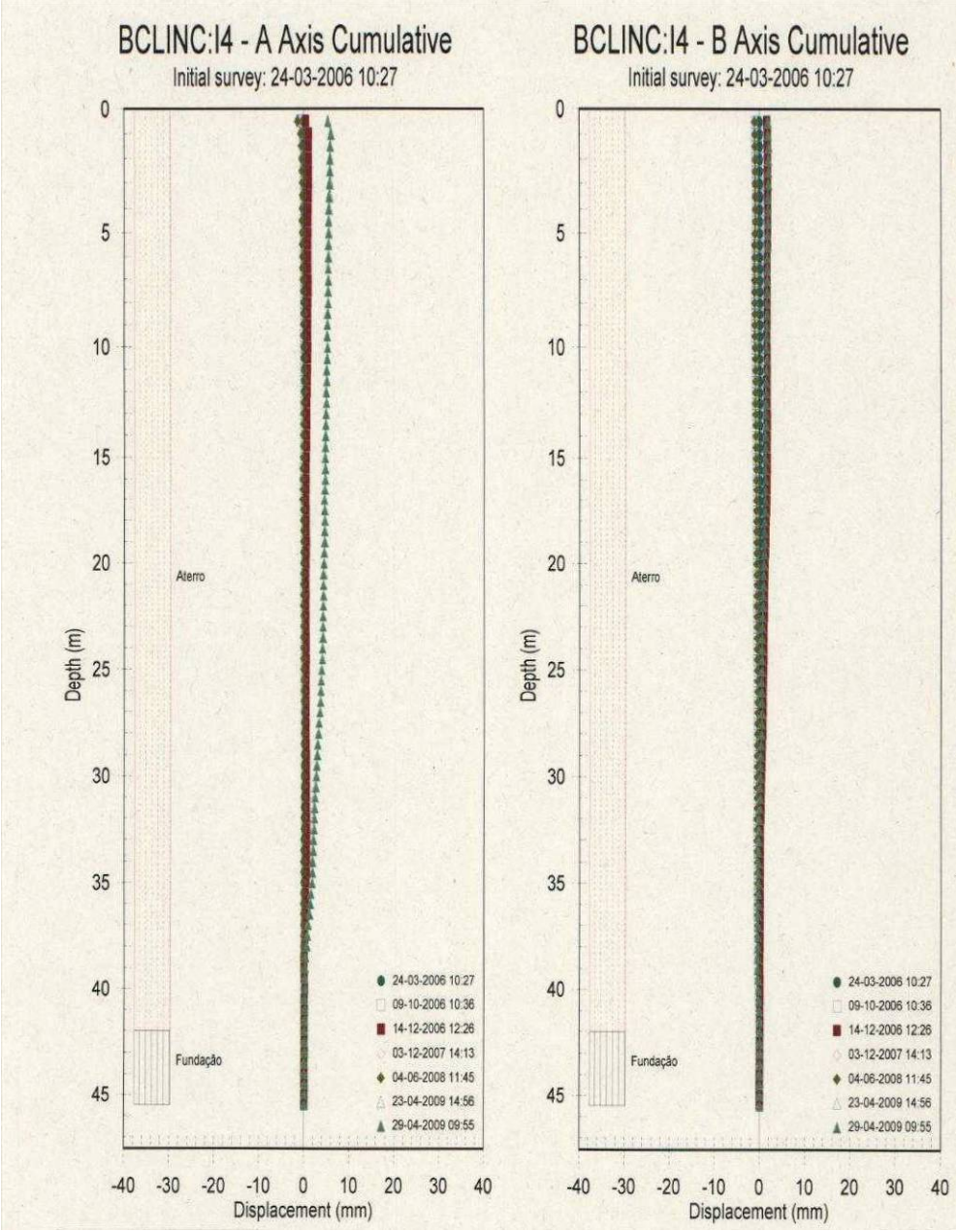


Figura 7.7 – Deslocamentos acumulados no inclinómetro I3

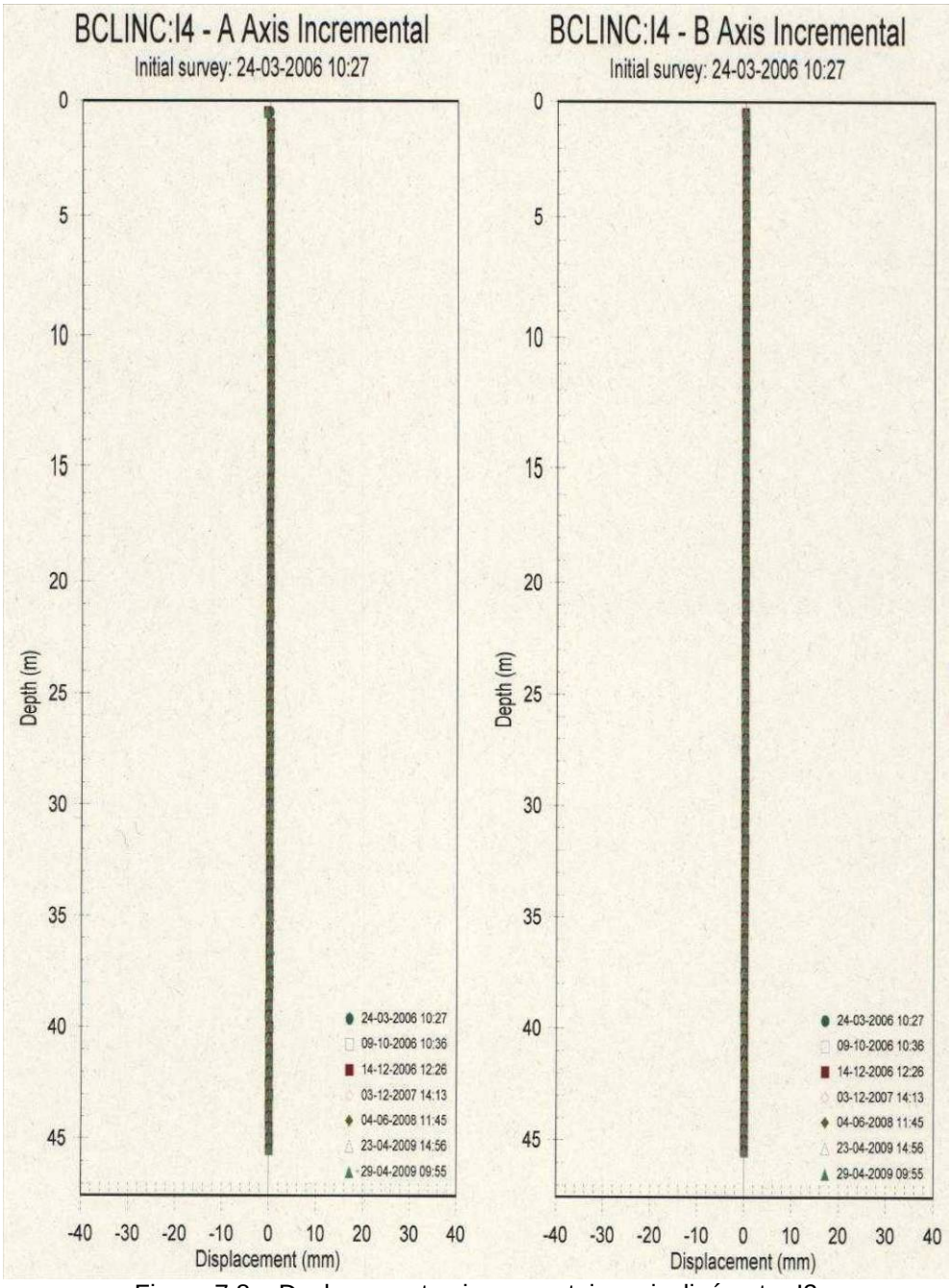
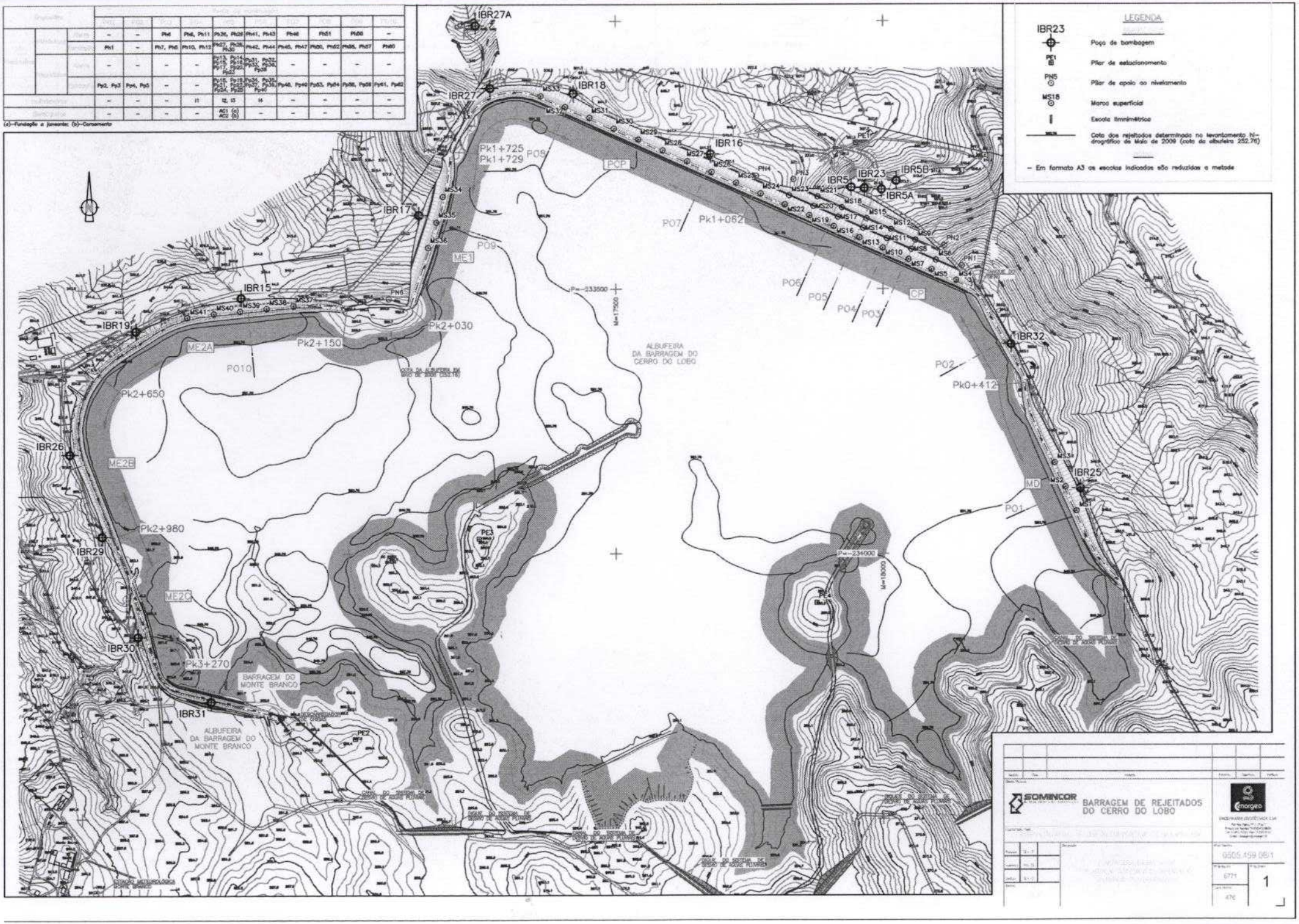


Figura 7.8 – Deslocamentos incrementais no inclinómetro I3

DESENHOS



Piezómetros	Cordas vibrantes	Tardoz	–	–	Ph6	Ph8, Ph11	Ph26, Ph28	Ph41, Ph43	Ph46	Ph51	Ph56	–
		Sondagens	Ph1	–	Ph7, Ph9	Ph10, Ph12	Ph27, Ph29, Ph30	Ph42, Ph44	Ph45, Ph47	Ph50, Ph52	Ph55, Ph57	Ph60
		Geral	–	–	–	–	Py13, Py14, Py15, Py16, Py17, Py23	Py31, Py32, Py33, Py34, Py35, Py36, Py38	–	–	–	–
		Fundo	Py2, Py3	Py4, Py5	–	–	Py18, Py19, Py21, Py24, Py25	Py37, Py39	Py40, Py42	Py53, Py54	Py58, Py59	Py61, Py62
Inclinómetros			–	–	–	I1	I2, I3	I4	–	–	–	–
Extensómetros			–	–	–	–	AC1 (a) AC2 (b)	–	–	–	–	–

(a)–Fundação a jusante; (b)–Coroamento

LEGENDA

IBR23 – Poço de bombagem

PE1 – Pilar de estacionamento

PN5 – Pilar de apoio ao nivelamento

MS18 – Marco superficial

Escala limnimétrica

Cota dos rejeitados determinada no levantamento hidrográfico de Maio de 2009 (cota da albufeira 252.76)

– Em formato A3 as escalas indicadas são reduzidas a metade

SOMINCOR

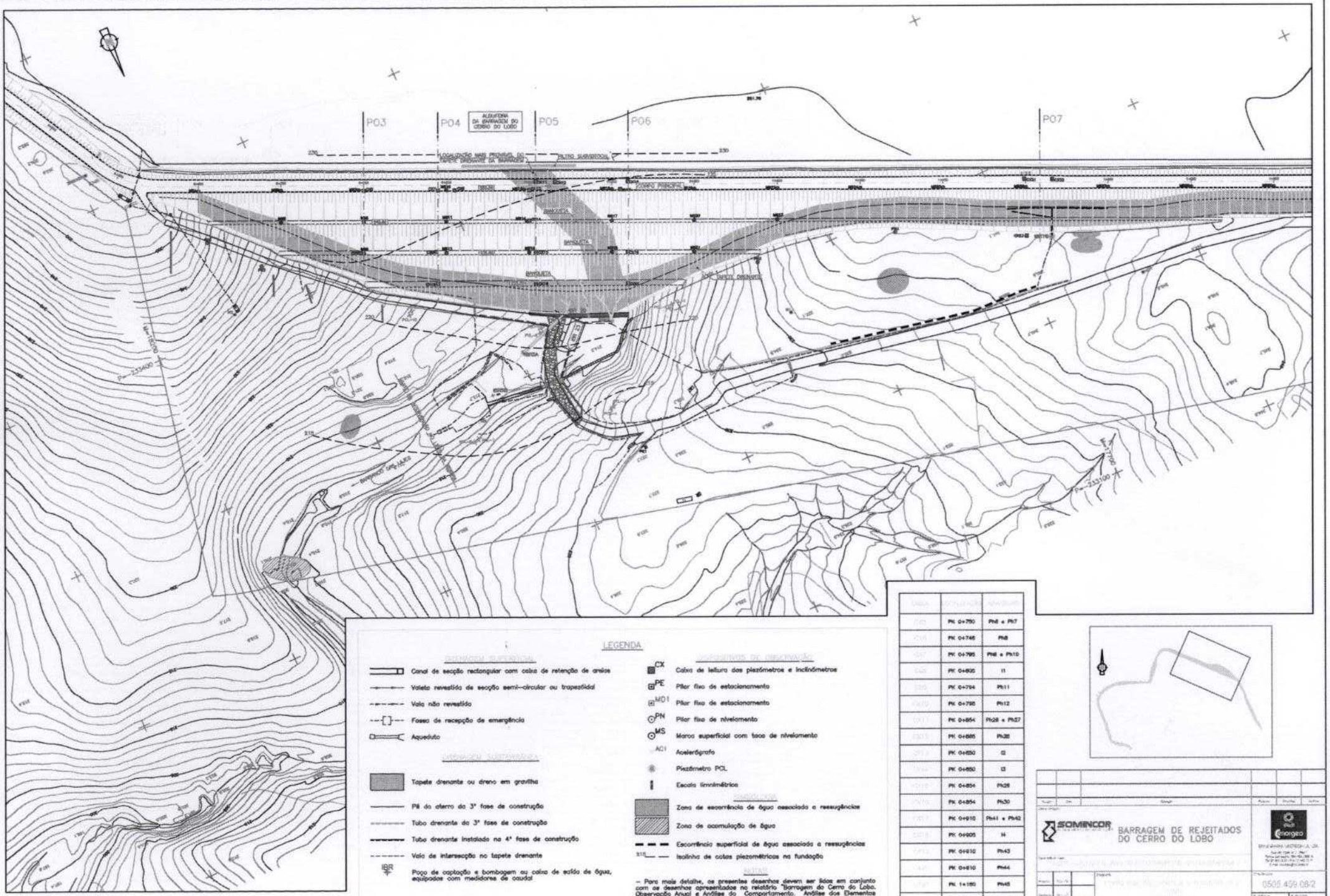
BARRAGEM DE REJEITADOS DO CERRO DO LOBO

emargeo

0505.499.08/1

6771

1



PLANTA

LEGENDA

DRENAGEM SUPERFICIAL

- Canal de secção rectangular com caixa de retenção de areias
- Valeta revestida de secção semi-circular ou trapezoidal
- Vala não revestida
- Fossa de recepção de emergência
- Aqueduto

DRENAGEM SUBTERRÂNEA

- Tapete drenante ou dreno em gravilha
- Pé do aterro da 3ª fase de construção
- Tubo drenante da 3ª fase de construção
- Tubo drenante instalado na 4ª fase de construção
- Vala de intersecção no tapete drenante
- IBR — Poço de captação e bombagem ou caixa de saída de água, equipados com medidores de caudal

INSTRUMENTAÇÃO

- CX — Caixa de leitura dos piezómetros e inclinómetros
- PE — Pilar fixo de estacionamento
- MD1 — Pilar fixo de estacionamento
- PN — Pilar fixo de nivelamento
- MS — Maros superficial com taco de nivelamento
- AC1 — Acelerógrafo
- Piezómetro PCL
- Escala limnimétrica

CONDIÇÕES

- Zona de escorrência de água associada a ressurgências
- Zona de acumulação de água
- Escorrência superficial de água associada a ressurgências
- 215 — Isolinha de cotas piezométricas na fundação

NOTAS

- Para mais detalhe, os presentes desenhos devem ser lidos em conjunto com os desenhos apresentados no relatório "Barragem do Cerro do Lobo. Observação Anual e Análise do Comportamento. Análise dos Elementos Existentes" elaborado pela Cenorgeo em Abril de 2009
- Em formato A3 as escalas indicadas são reduzidas a metade

	PK 0+750	Ph8 e Ph7
	PK 0+745	Ph8
	PK 0+795	Ph8 e Ph10
	PK 0+805	I1
	PK 0+794	Ph11
	PK 0+795	Ph12
	PK 0+854	Ph28 e Ph27
	PK 0+865	Ph28
	PK 0+850	I2
	PK 0+850	I3
	PK 0+854	Ph29
	PK 0+854	Ph30
	PK 0+910	Ph41 e Ph42
	PK 0+905	I4
	PK 0+910	Ph43
	PK 0+910	Ph44
	PK 1+150	Ph45
	PK 1+167	Ph46 e Ph47
	PK 1+150	Pp48 e Pp49

SOMINCOR

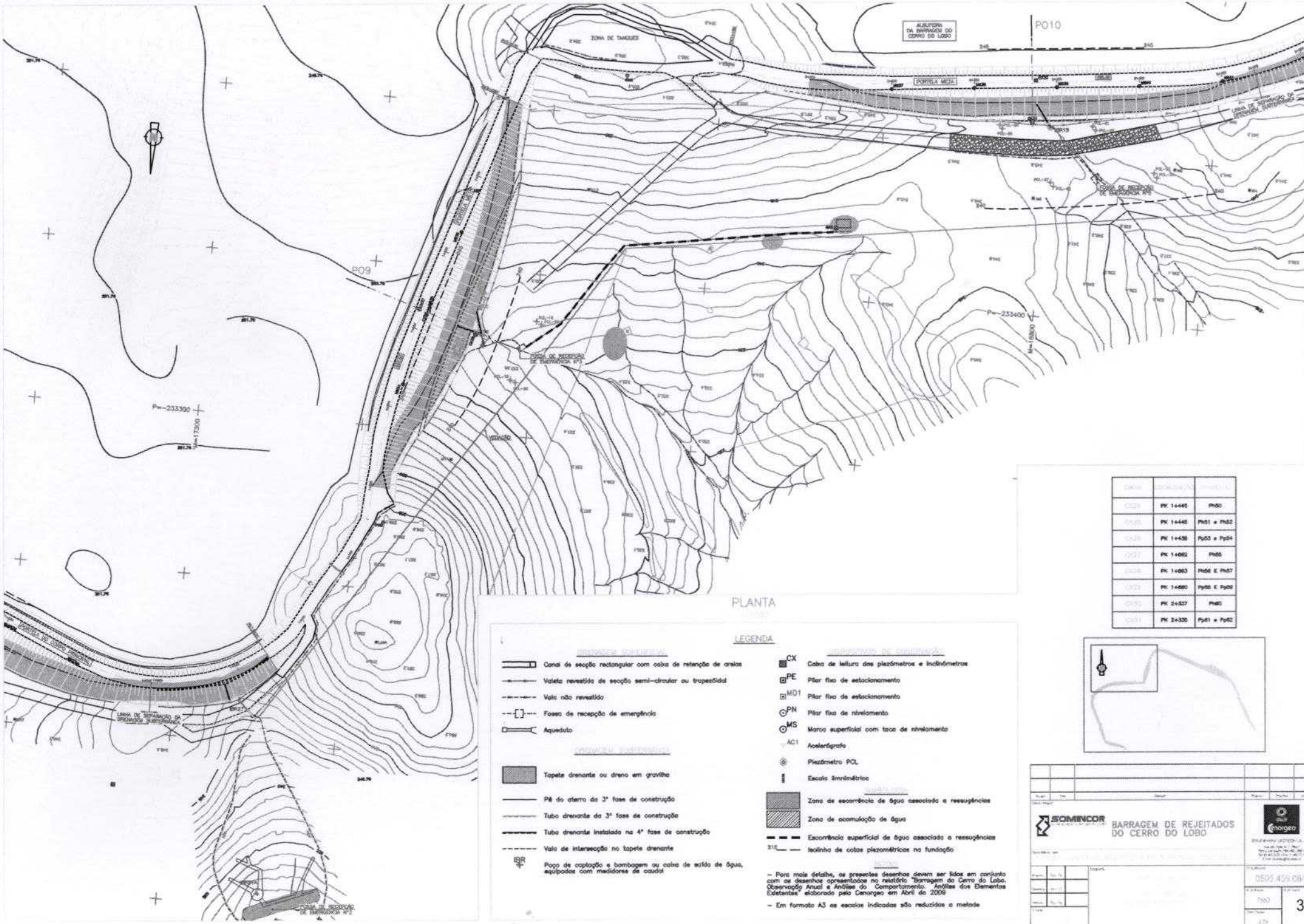
BARRAGEM DE REJEITADOS DO CERRO DO LOBO

cenorgeo

0505 409 08/2

6/12

2



CX01	PK 1+445	Ph50
CX02	PK 1+448	Ph51 e Ph52
CX03	PK 1+438	Pp53 e Pp54
CX07	PK 1+662	Ph55
CX08	PK 1+663	Ph56 E Ph57
CX09	PK 1+660	Pp58 E Pp59
CX10	PK 2+337	Ph60
CX11	PK 2+335	Pp61 e Pp62

LEGENDA

DRENAGEM SUPERFICIAL

- Canal de secção rectangular com caixa de retenção de areias
- Valeta revestida de secção semi-circular ou trapezoidal
- Vala não revestida
- Fossa de recepção de emergência
- Aqueduto

DRENAGEM SUBTERRÂNEA

- Tapete drenante ou dreno em gravilha
- Pé do aterro da 3ª fase de construção
- Tubo drenante da 3ª fase de construção
- Tubo drenante instalado na 4ª fase de construção
- Vala de intersecção no tapete drenante
- Poço de captação e bombagem ou caixa de saída de água, equipados com medidores de caudal

INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO

- CX — Caixa de leitura dos piezómetros e inclinómetros
- PE — Pilar fixo de estacionamento
- MD1 — Pilar fixo de estacionamento
- PN — Pilar fixo de nivelamento
- MS — Marca superficial com taca de nivelamento
- AC1 — Acelerógrafo
- Piezómetro PCL
- Escala limnimétrica

OUTROS

- Zona de escorrência de água associada a ressurgências
- Zona de acumulação de água
- Escorrência superficial de água associada a ressurgências
- 315 — Isolinha de cotas piezométricas na fundação

NOTAS

- Para mais detalhe, os presentes desenhos devem ser lidos em conjunto com os desenhos apresentados no relatório "Barragem do Cerro do Lobo. Observação Anual e Análise do Comportamento. Análises dos Elementos Existentes" elaborado pela Cenorgeo em Abril de 2009
- Em formato A3 as escalas indicadas são reduzidas a metade

SOMINCOR

BARRAGEM DE REJEITADOS DO CERRO DO LOBO

cenorgeo

0509.459.GB43

7560

3

476

ANEXO 2

ANEXO 2

RESERVATÓRIO DE ÓLEOS USADOS

NOVO RESERVATÓRIO PAREDE DUPLA –NOVA LOCALIZAÇÃO

SINALIZAÇÃO SEGURANÇA E CONTENÇÃO DE DERRAMES

ANEXO 3

Plano de Trabalhos Arqueológicos

Introdução

O presente plano de trabalhos visa a realização do Acompanhamento Arqueológico no Complexo Mineiro de Neves-Corvo, localizado no concelho de Almodôvar, freguesia de Senhora da Graça de Padrões e no concelho de Castro Verde, freguesia de Santa Bárbara de Padrões.

Esta intervenção advem na sequência do Estudo de Impacte Ambiental efectuado em 2007. A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida no âmbito do procedimento de Avaliação de Impactes Ambientais, definiu um conjunto de trabalhos no quadro do descritor Património Arqueológico, Arquitectónico e Etnográfico. Nesse sentido "*...Para a fase de obra, deberá ser executado o acompanhamento por arqueólogo de todos os trabalhos que impliquem revolvimento e escavação do solo até o substrato geológico, na linha das orientaçoes do Instituto da tutela do património arqueológico." (DIA – Medida número 16).*

Contudo, a SOMINCOR, S.A procedeu à desmatação de algumas áreas nas imediaçoes da Barragem de Rejeitados, sem o acompanhamento arqueológico. Assim, no âmbito do presente Plano de Trabalhos, proceder-se-á à prospecção das áreas intervencionadas, assim como ao Acompanhamento Arqueológico das actividades que impliquem a modificação actual dos solos.

Os trabalhos em epígrafe serão desenvolvidos pela empresa PROCESL.

Metodologia

O Acompanhamento Arqueológico tem como objectivo principal permitir uma intervenção atempada de salvaguarda de valores patrimoniais não identificados anteriormente e revelados pela obra.

Os trabalhos de acompanhamento arqueológico serão realizados por um técnico especializado, de forma permanente e sistemática, sempre que se realizem actividades que impliquem a modificação actual dos solos, tais como desmatação, demolições, escavação, terraplenagens, abertura de caminhos de acesso, construção de estaleiros, áreas de empréstimo e depósito de terras, entre outros.

O arqueólogo estará presente em obra desde o início dos trabalhos, de forma a acompanhar efectivamente as intervenções no solo, até atingir a rocha base, níveis arqueologicamente estéreis ou a cota máxima de afectação do projecto, nas áreas de inserção da via, bem como nas áreas de apoio à obra.

No decurso do acompanhamento será realizada a prospecção arqueológica sistemática das áreas de estaleiros, áreas de empréstimo e de depósito de inertes, novos acessos, áreas de acesso provisório e

definitivo, previamente ao início dos trabalhos de movimentação de terras. Será igualmente efectuada a prospecção arqueológica sistemática das áreas de reduzida visibilidade decorrente da vegetação existente, após as acções de desmatação, de forma a colmatar eventuais lacunas de conhecimento.

Caso sejam identificados vestígios arqueológicos, proceder-se-á à recolha dos materiais mais significativos e ao preenchimento de uma "Ficha de Acompanhamento Arqueológico" onde serão registados os seguintes elementos:

- Classificação dos materiais arqueológicos;
- Caracterização dos depósitos estratigráficos;
- Localização e descrição de estruturas.

No decurso do acompanhamento será elaborado registo diário de informações como a localização espacial, a ocupação do solo antes do empreendimento, eventuais evidências materiais de carácter arqueológico, registo estratigráfico e fotográfico do decorrer dos trabalhos e possíveis medidas de minimização. Caso não se verifique qualquer estrato arqueológico, efectuar-se-á apenas o registo fotográfico dos trabalhos e da estratigrafia apresentada após as escavações.

Durante a fase de obra proceder-se-á à realização da memória descritiva das ocorrências patrimoniais localizadas na área de incidência indirecta do projecto.

Todo o material arqueológico recolhido no âmbito de acompanhamento será referenciado com ficha e posteriormente alvo de tratamento. Este será selectivamente lavado, marcado, etiquetado, ensacado e contentorizado segundo a sua categoria. Dar-se-á especial atenção aos locais eventualmente identificados nos trabalhos de prospecção arqueológica.

Assume-se a responsabilidade de contactar o dono de obra, bem como o IGESPAR, I.P., sempre que surjam níveis arqueológicos preservados, estruturas ou materiais significativos.

Os Relatórios Mensais de Acompanhamento, por obra, apresentarão a seguinte estrutura:

- Introdução: Serão referidos os aspectos introdutórios ao trabalho desenvolvido, nomeadamente a localização administrativa do projecto e as normas legais ao que o mesmo está sujeito;
- Metodologia: Neste capítulo serão descritos de forma pormenorizada os trabalhos de campo realizados e a metodologia empregue. Será efectuada uma relação dos participantes, meios
- utilizados, e condição do sítio ou sítios intervencionados antes de iniciados os trabalhos. Serão igualmente referidas as zonas consideradas críticas e os vestígios eventualmente detectados;

- Conclusões;

- Peças Desenhadas: Incluir-se-á o esboço corográfico à escala 1:25 000 com a indicação das zonas intervencionadas. Caso sejam identificados vestígios arqueológicos, será apresentada igualmente uma planta do projecto com a implantação das estruturas descobertas;

- Elementos Fotográficos: Incluir-se-ão fotografias das áreas onde incidiu o trabalho, ilustrando as diferentes fases de trabalho e as descobertas mais significativas. Caso sejam identificados vestígios arqueológicos, serão apresentados igualmente elementos fotográficos em detalhe;

- Bibliografia referente à zona em estudo.

Se no âmbito do Acompanhamento Arqueológico forem realizadas sondagens arqueológicas ou escavações em área, os dados resultantes serão apresentados em Relatório à parte.

No final do Acompanhamento Arqueológico da Obra será apresentado um Relatório Final, elaborado de acordo com o disposto no Artigo 13º do Decreto-Lei n.º 279/99, de 15 de Julho, e o qual consistirá na compilação de toda a informação obtida no decorrer dos trabalhos efectuados.

Equipa Responsável

Os trabalhos arqueológicos a realizar no âmbito serão desenvolvidos pela Dr.ª Liliana Alfredo Pereira, Licenciada em Arqueologia e História pela Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

Alfragide, 4 de Junho de 2009

MINISTÉRIO DA CULTURA

IGESPAR
INSTITUTO DE GESTÃO DO PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO E ARQUEOLÓGICO

Exmº. Senhor
Dr.Nuno Miguel Casaca Mourinha
PROCESL, LDª.
ALFRAPARK - Estrada do Seminário
Edifício C – Piso 1
Alfragide
2614 – 523 AMADORA

Sua referência	Sua comunicação	Nossa referência	Data
		2007/1(105)	

Assunto: **Relatório Preliminar dos Trabalhos Arqueológicos (Sondagens) de Diagnóstico e Caracterização do Sítio A-de-Pires, Almodôvar.**

No âmbito das competências e atribuições deste Instituto, comunico a V.Exª. que por despacho do Sr. Subdirector do IGESPAR, IP. de 2010-01-05, foi aprovado o Relatório mencionado em epígrafe.

Com os melhores cumprimentos.

O Chefe da Divisão de

Arqueologia Preventiva e de Acompanhamento

(João Muralha)

/PC

MINISTÉRIO DA CULTURA

iges par
INSTITUTO DE GESTÃO DO PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO E ARQUEOLÓGICO

Exma. Senhora
Dra. Liliana Alfredo Pereira
Procesl Lda.
Alfrapark – Estrada do Seminário, 4
Edifício C – piso 1 Sul
Alfragide
2614-523 AMADORA

Sua referência	Sua comunicação	Nossa referência	Data
PRC-GID002-000916	04/08/2009	2007/1(105)	

Assunto: Relatório de Mensal (Junho/`09) e relatório das prospecções dos trabalhos arqueológicos realizados no âmbito da construção da futura unidade de pasta na Barragem do Cerro do Lobo – Processo de AIA nº 1714 – Mina de Neves Corvo.

No âmbito das competências e atribuições deste Instituto, e tendo em atenção a legislação em vigor, Decreto-Lei nº270/99 de 15 de Julho, com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Decreto-Lei nº287/2000, de 10 de Novembro, informo Vossa Exa. que foi aprovado o Relatório mencionado em epígrafe.
.

Com os melhores cumprimentos.

O Subdirector

(João Pedro Cunha Ribeiro)

MD-JM/-CA

SOMINCOR
Sociedade Mineira de Neves-Corvo, S.A.

DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO ARQUEOLÓGICA NO SÍTIO A-DE-PIRES (ALMODÔVAR)

RELATÓRIO PRELIMINAR

(Outubro de 2009)

PROCESL
ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL, LDA.

ÍNDICE

Pág.

1 - INTRODUÇÃO 2

2 - ANTECEDENTES 3

3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIAS 4

4 - PARECER / MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO 7

BIBLIOGRAFIA 8

ANEXOS:

ANEXO I - Registo Fotográfico

ANEXO II - Cartografia

1 - INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o relatório preliminar referente aos trabalhos arqueológicos de diagnóstico e caracterização efectuados no sítio de A-de-Pires, localizado no concelho de Almodôvar, na freguesia da Senhora da Graça de Padrões.

Os trabalhos arqueológicos são da responsabilidade da empresa PROCESL - Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda., sendo o dono de obra a empresa SOMINCOR - Sociedade Mineira de Neves-Corvo, S.A.

Os trabalhos executados encontram-se ao abrigo do Decreto-Lei n.º 107/2001 de 8 de Setembro (Lei do Património Cultural) e do Decreto-Lei n.º 270/1999 de 15 de Julho (Regulamento de trabalhos arqueológicos), com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 287/2000, de 10 de Novembro.

Os trabalhos de campo, realizados entre os dias 30 de Junho e 5 de Setembro do corrente ano, foram executados por uma equipa constituída por três arqueólogos e três trabalhadores indiferenciados, sendo que a direcção dos trabalhos esteve a cargo do Dr. Nuno Mourinha, contando ainda com a presença do Dr. Vítor Frazão e da Dra. Liliana Serrano.

Pelo presente relatório de progresso, e antecedendo a apresentação do correspondente relatório final, apresentam-se sucintamente os resultados obtidos, assim como se preconizam as medidas minimizadoras consideradas mais ajustadas para uma correcta continuidade da empreitada em causa.

2 - ANTECEDENTES

Os trabalhos arqueológicos de diagnóstico e caracterização efectuados no sítio de A-de-Pires advêm na sequência dos vestígios identificados no decorrer do Estudo de Impacte Ambiental efectuado em 2007. Assim, no referido Estudo identificou-se "*um pequeno núcleo habitacional para duas ou três famílias durante a ocupação mais recente. Relativamente à anterior ocupação apenas se observaram alguns fragmentos que indicam uma cronologia balizada em redor do período Alto Medieval*".

A Declaração de Impacte Ambiental (DIA) emitida no âmbito do procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental, definiu um conjunto de trabalhos a desenvolver em Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE). Nesse sentido "(...) *na área da ocorrência 1, deverão executar-se sondagens manuais, numa área total de, pelo menos 20 m², de caracterização do sítio arqueológico subjacente ao agregado rural. As sondagens devem localizar-se, preferencialmente, em zonas não afectadas pelas lavras do povoamento florestal*" (DIA - Medida número 19).

3 - OBJECTIVOS E METODOLOGIAS

Conforme estabelecido no Plano de Trabalhos Arqueológicos (PTA), a abordagem metodológica contemplava a abertura de uma área máxima de 36 m² para a área denominada núcleo 1, e 20 m² para o núcleo 2, tendo sido reservados ainda 10 m² para ambos os sectores no caso de necessidade de alargamento. A localização e dimensão das sondagens (quadrados de 2 × 2 m) foram definidas no local, tendo em conta a presença de estruturas, maior potencia estratigráfica e/ou maior concentração de materiais patentes à superfície dos terrenos.

Assim, após reconhecimento do local, para além do sítio arqueológico vedado e identificado como A-de-Pires, verificou-se a existência de um outro núcleo, provavelmente associado ao sítio supra referido.

O denominado núcleo 1 apresentava uma densa vegetação em toda a sua envolvente, o que dificultava quer a delimitação da sua área de ocupação e o registo preciso da sua planta / alçados, quer a implantação em pontos de interesse interpretativo das sondagens arqueológicas. Deste modo, foi efectuada a desmatação na área envolvente, recorrendo numa primeira fase a meios mecânicos e posteriormente a meios manuais, com a ajuda de três trabalhadores indiferenciados cedidos pelo dono de obra. Os trabalhos de desmatação foram completados nesta fase com trabalhos de limpeza das estruturas identificadas, assim como com a limpeza manual da área ocupada por este núcleo. Foram elaboradas fichas estratigráficas e murarias tipo de modo a facilitar o registo quer das unidades estratigráficas identificadas durante o decorrer das sondagens, quer o registo e relacionamento das unidades murarias identificadas.

Após uma primeira análise concluiu-se que este núcleo aparentava ter duas realidades distintas, pelo que se optou por criar uma subdivisão funcional através da denominação de complexos.

As sondagens foram implantadas com a ajuda da equipa de topografia do dono de obra, seguindo dados de cariz geográfico reais e devidamente orientadas a Norte, tendo para o efeito fixado-se uma grelha quadriculada de 2 × 2 m que abrangeu os dois núcleos alvo de intervenção.

Os pontos de implantação das sondagens incidiram sobre zonas onde se considerou existir uma maior potência estratigráfica, assim como em zonas que permitiriam observar as relações entre estruturas, facilitando a interpretação deste núcleo arqueológico.

Foi adoptada a metodologia de escavação por estratos naturais defendida por Barker / Harris (open area), com o registo de planos e cortes, à escala 1:20, assim como o registo fotográfico de todos os sedimentos identificados.

Nas intervenções realizadas nas 13 sondagens abertas no núcleo 1 verificou-se, de forma uniforme, a seguinte configuração estratigráfica:

(01) - Camada humosa, com alguma cerâmica de construção, principalmente telha de meia cana;

(02) - Nível estratigráfico com coloração bege clara e sedimentação argilosa, compacta, com bastante cerâmica de construção e calhaus de médio e grande calibre (interpretamos este nível como sendo nível de derrube);

(03) - Camada com coloração também bege clara, muito compacta, formando uma espécie de argamassa com calhaus de pequeno e médio calibre, com mediana ocorrência de cerâmica de construção e ocorrência rara de cerâmica comum. Esta camada, identificada com a decapagem da camada 02, foi interpretada como sendo um nível de pavimento.

A nível material foi exumado uma grande quantidade de cerâmica de construção (telha de meia cana, alguma apresentando decoração digitada), alguma cerâmica comum, fragmentos de faiança, um botão em bronze, um fragmento de escória de ferro, um fragmento informe de ferro, um fragmento do que aparenta ser um prego/cavilha em bronze e vestígios de calçado moderno em couro.

Através da análise do aparelho construtivo, das argamassas e das relações entre os elementos murários, a direcção dos trabalhos concluiu que estaria na presença de estruturas com distintas cronologias, tendo tido este núcleo, na sua opinião, uma clara diacronia ocupacional.

O núcleo 2 apresentava igualmente uma densa vegetação, tendo sido aplicada a mesma abordagem metodológica à utilizada no núcleo 1. Foram igualmente elaboradas fichas estratigráficas e murarias tipo e foi seguida a mesma metodologia de escavação por estratos naturais defendida por Barker / / Harris (open area), com o registo de planos e cortes, à escala de 1:20, assim como o registo fotográfico de todos os sedimentos.

Após uma primeira análise concluiu-se que este núcleo aparentava ter seis realidades distintas, pelo que se optou por criar uma subdivisão funcional através da denominação de complexos.

Mais uma vez a análise preliminar do aparelho construtivo, das argamassas e das relações entre os elementos murários aponta para a presença de estruturas com distintas cronologias indicando uma clara diacronia ocupacional.

A nível material foi exumada uma grande quantidade de cerâmica de construção (telha de meia cana, alguma apresentando decoração digitada), alguma cerâmica comum, fragmentos de faiança, um fragmento de cachimbo em madeira, uma agulha de bronze, uma moeda de bronze e um fragmento de um recipiente de vidro.

Nas intervenções realizadas nas 6 sondagens abertas no núcleo 2 verificou-se, de forma uniforme, a seguinte configuração estratigráfica:

(01) - Camada humosa, com alguma cerâmica de construção, principalmente telha de meia cana;

(02) - Nível estratigráfico com coloração alaranjada / bege e sedimentação argilosa, compacta, com bastante cerâmica de construção e calhaus de médio e grande calibre (interpreta-se este nível como sendo nível de derrube).

Na consequente decapagem da camada 2 detectou-se o substrato de base.

A escavação da sondagem 2 permitiu ainda identificar um forno, existindo nesta sondagem uma camada de cinza após a camada intermédia alaranjada, idêntica às exumadas nas restantes seis sondagens.

Foi ainda identificado um troço de calçada englobada nos complexos C, D e F, e nos complexos D e F foram identificadas diversas estruturas de forma circular e oval. Finalmente foi reconhecido um buraco de poste no complexo B.

Importa salientar que no momento de elaboração deste documento preliminar, quer a elaboração dos desenhos das estruturas, alçados e as suas relações, quer o estudo do material exumado e recolha de material bibliográfico complementar, se encontravam ainda em execução.

4 - PARECER / MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Face ao exposto, e tendo em atenção os resultados obtidos no sítio arqueológico A-de-Pires, considera-se estar na presença de estruturas habitacionais e funcionais de cronologia moderna/contemporânea, uma vez que os abundantes fragmentos de cerâmica de construção (telhas de meia cana na sua maioria), cerâmica doméstica comum de cronologia indeterminada e faiança exumados não permitem, neste momento, aferir uma cronologia mais recuada.

Assim, não foi possível identificar pela equipa de escavação responsável quaisquer vestígios concretos de fósseis directores de cronologia alto medieval, ao contrário do proposto no Estudo de Impacte Ambiental.

De modo a preservar a integridade dos vestígios arqueológicos intervencionados, propõe-se a acomodação de tela geotextil, sobre as estruturas arqueológicas e aterro mecânico da área acomodada com areia ou terra crivada, sendo este processo sujeito a acompanhamento arqueológico e registo fotográfico.

O Arqueólogo Responsável

Nuno Miguel Casaca Mourinha

Alfragide, 30 de Outubro de 2009

PROCESL
Engenharia Hidráulica e Ambiental, Lda.
Director de Área

Dr. Filipe Fleming

BIBLIOGRAFIA

Estudo de Impacte Ambiental do Complexo Mineiro de Neves Corvo, 2007

HARRIS, Edward C. - Principles of archaeological Stratigraphy [1979]. 2nd ed. London: Academic Press Limited, 1989

MAIA, M.; MAIA, M. (1986) - Arqueologia da área mineira de Neves - Corvo: trabalhos realizados no triénio 1982-84. Lisboa. SOMINCOR

ANEXO I

Registo Fotográfico

FOTO 1
Vista inicial dos trabalhos no denominado núcleo 1

FOTO 2
Aspecto geral dos trabalhos de intervenção arqueológica

FOTO 3

Plano final dos trabalhos no núcleo 1

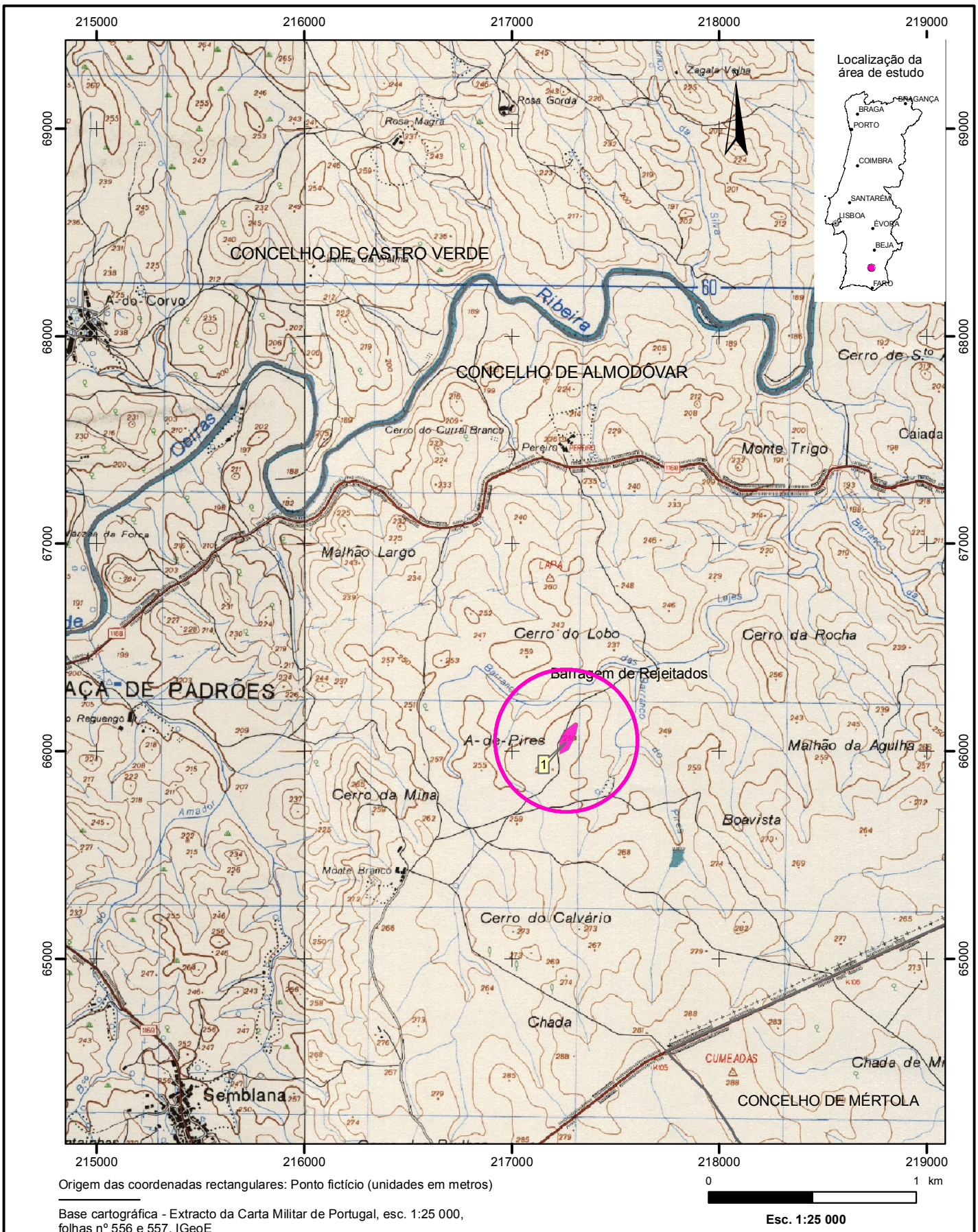
FOTO 4

Aspecto da calçada no denominado núcleo 2

FOTO 5
Aspecto do forno exumado no denominado núcleo 2

ANEXO II

Cartografia



Origem das coordenadas rectangulares: Ponto fictício (unidades em metros)

Base cartográfica - Extracto da Carta Militar de Portugal, esc. 1:25 000, folhas nº 556 e 557, IGeoE

Ocorrências:

- Pesquisa documental

Figura 1 - Ocorrência de Interesse Patrimonial

ANEXO 4

Relatório Semestral de Monitorização

Recursos Hídricos Subterrâneos

Controlo das Águas Subterrâneas

1º Semestre de 2009

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Recursos Hídricos Subterrâneos (pg. 8),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas subterrâneas, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). A monitorização é efectuada a um total de 37 piezómetros, localizados a jusante e a montante do Aterro de Rejeitados. A jusante encontram-se 14 pares junto às infra-estruturas construídas (12 no Corpo Principal, 8 na Portela ME1, 8 na Portela ME2), mais 5 entre a infra-estrutura e a Ribeira de Oeiras e 3 a montante. Foi ainda construído 1 piezómetro a jusante, na área de Monte Trigo (PCL 36).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Subterrâneas – Parâmetros a monitorizar,* da DIA referida anteriormente.

Devido ao facto de alguns dos piezómetros serem artesianos, não é possível medir o nível piezométrico pelo método indicado na DIA, pelo que nestes casos procedeu-se à medição da pressão em cada um deles.

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Análises de Campo)
Parâmetros	Pressão (bar) ou Nível piezométrico (m)

Corpo Principal

PCL	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
1	-	5,33	-	5,21	-	5,27	-	5,30	-	5,34	-	5,36
2	-	4,16	-	4,02	-	4,06	-	4,12	-	4,18	-	4,21
3	-	8,12	-	7,98	-	8,04	-	8,05	-	8,10	-	8,13
4	-	9,33	-	8,97	-	9,13	-	9,20	-	9,22	-	9,26
5	-	0,03	-	0,10	-	0,09	-	0,08	-	0,10	-	0,11
6	0,64	-	0,64	-	0,68	-	0,66	-	0,62	-	0,62	-
7	0,42	-	0,44	-	0,48	-	0,44	-	0,42	-	0,44	-
8	0,26	-	0,26	-	0,28	-	0,26	-	0,28	-	0,26	-
9	0,06	-	0,08	-	0,06	-	0,06	-	0,04	-	0,04	-
10	-	0,06	-	0,08	-	0,10	-	0,10	-	0,11	-	0,11
11	0,20	-	0,20	-	0,20	-	0,20	-	0,20	-	0,22	-
12	0,26	-	0,28	-	0,26	-	0,28	-	0,26	-	0,24	-

Portela ME1

PCL	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
13	-	1,04	-	0,24	-	0,42	-	0,44	-	0,60	-	0,63
14	-	0,45	-	0,07	-	0,05	-	0,08	-	0,04	-	0,06
15	0,36	-	0,38	-	0,42	-	0,44	-	0,40	-	0,38	-
16	0,24	-	0,22	-	0,04	-	0,08	-	0,06	-	0,06	-
17	0,16	-	0,20	-	0,16	-	0,16	-	0,12	-	0,14	-
18	0,22	-	0,24	-	0,18	-	0,20	-	0,16	-	0,16	-
19	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
20	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0

Portela ME2

PCL	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
21	-	2,47	-	2,08	-	2,02	-	2,29	-	2,41	-	2,43
22	-	2,15	-	1,67	-	1,79	-	1,90	-	2,08	-	2,12
23	-	1,84	-	1,42	-	1,37	-	1,63	-	1,75	-	1,79
24	-	1,60	-	1,14	-	1,16	-	1,34	-	1,46	-	1,47
25	-	1,64	-	0,85	-	0,88	-	1,08	-	1,28	-	1,30
26	-	1,73	-	0,96	-	0,95	-	1,18	-	1,37	-	1,39
27	-	2,14	-	1,80	-	1,88	-	2,02	-	2,13	-	2,15
28	-	2,12	-	1,65	-	1,73	-	1,90	-	2,00	-	2,03

Jusante

PCL	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
31	-	4,62	-	4,28	-	4,31	-	4,28	-	4,32	-	4,37
32	0,26	-	0,24	-	0,26	-	0,26	-	0,24	-	0,22	-
33	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
34	-	14,69	-	14,75	-	*Seco*	-	*Seco*	-	*Seco*	-	*Seco*
35	-	14,56	-	14,73	-	14,75	-	14,52	-	14,58	-	14,61
36	-	-	-	0,85	-	1,02	-	1,38	-	1,70	-	1,76

Montante

PCL	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
41	-	23,08	-	24,42	-	25,13	-	22,68	-	23,05	-	23,21
42	-	12,11	-	12,02	-	12,28	-	12,23	-	12,30	-	12,63
43	-	14,96	-	14,88	-	14,97	-	14,87	-	14,96	-	15,29

Legenda: P – Pressão (bar); h – Nível piezométrico (m).

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Corpo Principal									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 1	**1º TM**	7,7	2400	220	203	940	0,0023	<0,02	16,0
	2º TM	7,6	2400	240	204	980	0,0027	<0,02	13,0
PCL 2	**1º TM**	7,6	2110	117	217	600	0,008	0,02	20,0
	2º TM	7,6	2190	127	235	500	0,01	<0,02	19,0
PCL 3	**1º TM**	7,4	3000	270	267	1230	<0,0020	<0,02	10,0
	2º TM	7,2	3200	149	660	242	<0,0020	0,03	9,0
PCL 4	**1º TM**	7,0	3200	140	690	203	<0,0020	<0,02	14,0
	2º TM	7,8	2900	260	267	600	0,0028	0,1	11,0
PCL 5	**1º TM**	7,1	3300	370	288	1560	0,009	<0,02	9,0
	2º TM	7,1	3300	380	279	1080	0,013	<0,02	8,0
PCL 6	**1º TM**	7,0	3500	470	311	1640	<0,0020	<0,02	11,0
	2º TM	6,9	3500	520	307	1570	0,0021	<0,02	7,0
PCL 7	**1º TM**	7,1	3600	470	324	1390	<0,02	<0,02	7,0
	2º TM	7,0	3500	520	324	1320	<0,02	<0,02	5,0
PCL 8	**1º TM**	7,2	3100	330	269	1280	<0,0020	<0,02	6,0
	2º TM	7,1	3100	350	265	1000	0,0031	<0,02	3,0
PCL 9	**1º TM**	7,2	3700	470	340	1710	<0,0020	<0,02	3,0
	2º TM	7,1	3800	510	340	1700	<0,0020	<0,02	5,0
PCL 10	**1º TM**	7,2	4000	400	418	1880	<0,0020	<0,02	10,0
	2º TM	7,1	4000	440	411	1330	<0,0020	<0,02	4,0
PCL 11	**1º TM**	7,0	3900	470	368	1750	<0,0020	<0,02	6,0
	2º TM	7,3	3800	500	368	1340	<0,0020	0,04	6,0
PCL 12	**1º TM**	6,7	3900	440	371	1650	<0,0020	<0,02	4,0
	2º TM	7,0	3900	490	366	1720	<0,0020	<0,02	6,0

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Portela ME1									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 13	**1º TM**	7,4	6000	190	1040	1560	<0,0020	<0,02	10,0
	2º TM	7,6	6000	190	1050	1480	<0,0020	0,02	11,0
PCL 14	**1º TM**	7,8	7200	250	1580	1600	0,0024	<0,02	16,0
	2º TM	7,9	7500	240	1610	1780	0,0028	<0,02	24,0
PCL 15	**1º TM**	7,1	3900	310	800	760	<0,0020	<0,02	15,0
	2º TM	6.9	3900	300	760	840	<0,0020	<0,02	17,0
PCL 16	**1º TM**	7,3	4100	250	880	780	<0,0020	<0,02	17,0
	2º TM	7,1	4100	270	820	910	<0,0020	<0,02	18,0
PCL 17	**1º TM**	7,4	4800	210	1090	650	0,002	<0,02	7,0
	2º TM	7,2	4200	210	1060	680	0,002	<0,02	8,4
PCL 18	**1º TM**	7,1	5300	167	1180	910	0,0023	<0,02	12,0
	2º TM	7,0	5300	167	1150	960	0,0022	<0,02	11,0
PCL 19	**1º TM**	7,5	4600	270	970	900	0,0027	<0,02	11,0
	2º TM	7,5	4600	250	950	930	0,0039	<0,02	12,0
PCL 20	**1º TM**	7,2	5000	340	1110	1030	<0,0020	<0,02	14,0
	2º TM	7,5	5000	320	1070	1070	<0,0020	<0,02	13,0

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Portela ME2									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 21	**1º TM**	7,3	3300	290	289	1460	<0,0020	<0,02	7,0
	2º TM	6,8	3400	300	291	1500	<0,0020	<0,02	4,0
PCL 22	**1º TM**	7,4	520	50	30	147	0,004	0,06	2,0
	2º TM	7,3	460	42	28	120	0,011	0,14	3,0
PCL 23	**1º TM**	7,7	1750	137	176	470	<0,0020	<0,02	3,0
	2º TM	7,5	1790	146	177	480	<0,0020	<0,02	4,0
PCL 24	**1º TM**	7,2	2200	169	272	510	<0,0020	0,02	8,0
	2º TM	7,5	2260	184	255	610	<0,0020	<0,02	11,0
PCL 25	**1º TM**	7,6	1200	83	144	158	0,0023	<0,02	2,0
	2º TM	7,5	1200	84	146	150	0,0021	<0,02	3,0
PCL 26	**1º TM**	7,9	3200	85	353	880	<0,0020	<0,02	22,0
	2º TM	7,9	3100	83	330	960	<0,0020	<0,02	20,0
PCL 27	**1º TM**	7,4	3000	290	247	1260	<0,0020	<0,02	6,0
	2º TM	7,2	3100	300	250	1290	<0,0020	<0,02	22,0
PCL 28	**1º TM**	7,7	2900	116	306	960	<0,0020	<0,02	16,0
	2º TM	7,7	3000	122	316	970	<0,0020	<0,02	18,0

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento de ambos os limites
	Não cumprimento de um dos limites

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Jusante (entre a infra-estrutura e a Ribeira de Oeiras)									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 31	**1º TM**	7,3	2140	220	113	780	0,007	0,06	36,0
	2º TM	7,5	2090	210	113	800	0,0045	0,05	35,0
PCL 32	**1º TM**	7,0	3900	240	480	1290	<0,0020	<0,02	3,0
	2º TM	7,3	3900	240	480	1390	<0,0020	<0,02	6,9
PCL 33	**1º TM**	7,4	1020	63	118	29	<0,0020	<0,02	<2,0
	2º TM	8,1	1040	55	126	31	0,068	0,04	<2,0
PCL 34	**1º TM**	*Seco*							
	2º TM								
PCL 35	**1º TM**	7,2	1650	100	252	84	0,008	0,05	7,0
	2º TM	7,5	1640	100	253	85	0,006	0,04	7,0
PCL 36	**1º TM**	7,6	740	48	68	44	0,007	0,02	2,0
	2º TM	8,0	720	49	66	32	0,0034	<0,02	<0,2

Montante									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 41	**1º TM**	10,7	1840	28	411	83	0,008	0,21	6,0
	2º TM	7,9	1220	68	149	104	0,0029	<0,02	30,0
PCL 42	**1º TM**	8,2	2090	83	480	54	0,004	0,05	14,0
	2º TM	7,8	2060	89	470	56	<0,0020	<0,02	15,0
PCL 43	**1º TM**	7,8	1170	63	139	85	0,0047	0,04	40,0
	2º TM	10,5	1800	35	416	83	0,0047	0,02	7,0

Frequência de monitorização	Anual (A)
Período de Amostragem	**Ano de 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais), Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Corpo Principal

Parâmetros	**Oxigénio Dissolvido**	**Sódio**	**Potássio**	**Dureza Total**	**Nitritos**	**Azoto Amoniacal**	**Sólidos Suspensos Totais**	**Zinco**	**Ferro**	**Manganês Total**	**Mercúrio**	**Chumbo**
Unidades	% saturação de O_2	mg/l Na	mg/l K	mg/l $CaCO_3$	mg/l NO_2	mg/l NH_4	mg/l	mg/l Zn	mg/l Fe	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Pb
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	*30*	-	-	-	-	*4,0*	*25*	*5,0*	*1,0*	*1,0*	*0,001*	*0,05*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	-	-	-	-	-	-	-	*10,0*	*5,0*	*10,0*	-	*20,0*
PCL 1	88	180	1,3	1090	<0,02	<0,2	4,5	<0,012	<0,10	<0,0020	<0,0007	<0,05
PCL 2	63	230	0,7	700	<0,02	<0,2	45	<0,012	2,2	0,09	<0,0007	<0,05
PCL 3	43	200	1,8	1620	<0,02	<0,2	13	<0,012	<0,10	0,043	<0,0007	<0,05
PCL 4	44	300	0,6	1170	<0,02	<0,2	35	<0,012	0,28	<0,0020	<0,0007	<0,05
PCL 5	13	170	1,1	1900	0,02	<0,2	24	<0,012	5,6	2,2	<0,0007	<0,05
PCL 6	16	210	9	2300	<0,02	0,4	<2	<0,012	0,63	1,9	<0,0007	<0,05
PCL 7	16	260	14	2100	<0,02	0,7	<2	<0,012	0,16	1,2	<0,0007	<0,05
PCL 8	34	210	3,1	1610	<0,02	<0,2	<2	<0,012	0,17	0,46	<0,0007	<0,05
PCL 9	35	290	13	2000	<0,02	0,6	<2	<0,012	0,55	0,6	<0,0007	<0,05
PCL 10	19	320	0,9	2200	<0,02	<0,2	14	<0,012	<0,10	0,06	<0,0007	<0,05
PCL 11	36	310	4,1	2100	<0,02	<0,2	2	<0,012	<0,10	0,06	<0,0007	<0,05
PCL 12	15	300	3,2	2400	<0,02	<0,2	13	<0,012	<0,10	0,11	<0,0007	<0,05

Frequência de monitorização	Anual (A) (cont.)
Período de Amostragem	**Ano de 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais), Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Portela ME2

Parâmetros	**Oxigénio Dissolvido**	**Sódio**	**Potássio**	**Dureza Total**	**Nitritos**	**Azoto Amoniacal**	**Sólidos Suspensos Totais**	**Zinco**	**Ferro**	**Manganês Total**	**Mercúrio**	**Chumbo**	**Estanho**	**HAP**
Unidades	% saturação de O_2	mg/l Na	mg/l K	mg/l $CaCO_3$	mg/l NO_2	mg/l NH_4	mg/l	mg/l Zn	mg/l Fe	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Pb	µg/l Sn	µg/l
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	*30*	-	-	-	-	*4,0*	*25*	*5,0*	*1,0*	*1,0*	*0,001*	*0,05*	-	-
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	-	-	-	-	-	-	-	*10,0*	*5,0*	*10,0*	-	*20,0*	200,0	-
PCL 21	29	480	0,9	1650	<0,02	<0,2	2,1	<0,012	0,18	0,02	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 22	64	59	2,4	151	<0,02	<0,2	110	0,06	11	0,31	<0,0007	<0,05	6	<0,005
PCL 23	85	133	0,7	740	<0,02	<0,2	3,1	<0,012	<0,10	<0,020	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 24	84	170	0,8	910	<0,02	<0,2	16	<0,012	<0,10	<0,020	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 25	67	113	0,6	410	<0,02	<0,2	3,2	<0,012	<0,10	<0,020	<0,0007	<0,05	20	<0,005
PCL 26	87	520	1,9	550	<0,02	<0,2	7	<0,012	0,29	<0,020	<0,0007	<0,05	13	<0,005
PCL 27	59	190	0,8	1500	<0,02	<0,2	4,3	<0,012	0,15	0,026	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 28	83	390	0,8	860	<0,02	<0,2	15	<0,012	1	<0,020	<0,0007	<0,05	<5	<0,005

Frequência de monitorização	Anual (A) (cont.)
Período de Amostragem	**Ano de 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência da Barragem de Rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais), Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Montante														
Parâmetros	**Oxigénio Dissolvido**	**Sódio**	**Potássio**	**Dureza Total**	**Nitritos**	**Azoto Amoniacal**	**Sólidos Suspensos Totais**	**Zinco**	**Ferro**	**Manganês Total**	**Mercúrio**	**Chumbo**	**Estanho**	**HAP**
Unidades	% saturação de O_2	mg/l Na	mg/l K	mg/l $CaCO_3$	mg/l NO_2	mg/l NH_4	mg/l	mg/l Zn	mg/l Fe	mg/l Mn	mg/l Hg	mg/l Pb	µg/l Sn	µg/l
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	*30*	-	-	-	-	*4,0*	*25*	*5,0*	*1,0*	*1,0*	*0,001*	*0,05*	-	-
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)	-	-	-	-	-	-	-	*10,0*	*5,0*	*10,0*	-	*20,0*	200,0	-
PCL 41	76	124	3,6	340	<0,02	<0,2	160	0,028	5,3	0,1	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 42	57	210	1,1	560	<0,02	<0,2	14	0,018	0,39	<0,020	<0,0007	<0,05	<5	<0,005
PCL 43	76	280	71	87	0,02	1	210	0,04	5,7	0,11	<0,0007	<0,05	14	<0,005

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento de ambos os limites
	Não cumprimento de um dos limites

Relatório Semestral de Monitorização

Recursos Hídricos Subterrâneos

Controlo das Águas Subterrâneas

2º Semestre de 2009

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Recursos Hídricos Subterrâneos (pg. 8),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas subterrâneas, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). A monitorização é efectuada a um total de 37 piezómetros, localizados a jusante e a montante do Aterro de Rejeitados. A jusante encontram-se 14 pares junto às infra-estruturas construídas (12 no Corpo Principal, 8 na Portela ME1, 8 na Portela ME2), mais 5 entre a infra-estrutura e a Ribeira de Oeiras e 3 a montante. Foi ainda construído 1 piezómetro a jusante, na área de Monte Trigo (PCL 36).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Subterrâneas – Parâmetros a monitorizar,* da DIA referida anteriormente.

Devido ao facto de alguns dos piezómetros serem artesianos, não é possível medir o nível piezométrico pelo método indicado na DIA, pelo que nestes casos procedeu-se à medição da pressão em cada um deles.

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência do aterro de resíduos - rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Análises de Campo)
Parâmetros	Pressão (bar) ou Nível piezométrico (m)

Corpo Principal

PCL	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
1	-	5,33	-	5.38	-	5,4	-	5,42	-	5,44	-	5,46
2	-	4,19	-	4,26	-	4,27	-	4,30	-	4,33	-	4,37
3	-	8,09	-	8,18	-	8,21	-	8,16	-	8,20	-	8,24
4	-	9,25	-	9,30	-	9,34	-	9,30	-	9,34	-	9,40
5	-	0,13	-	0,15	-	0,18	-	0,20	-	0,21	-	0,11
6	0,60	-	0,60	-	0,58	-	0,56	-	0,54	-	0,58	-
7	0,42	-	0,40	-	0,40	-	0,40	-	0,42	-	0,44	-
8	0,26	-	0,24	-	0,22	-	0,20	-	0,22	-	0,22	-
9	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,02	-	0,02	-
10	-	0,1	-	0,12	-	0,14	-	0,15	-	0,17	-	0,09
11	0,24	-	0,24	-	0,22	-	0,20	-	0,18	-	0,20	-
12	0,26	-	0,28	-	0,26	-	0,26	-	0,26	-	0,26	-

Portela ME1

PCL	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
13	-	0,71	-	0,83	-	0,43	-	0,27	-	0,29	-	0,30
14	-	0,10	-	0,18	-	0,04	-	0,00	-	0,00	-	0,02
15	0,34	-	0,32	-	0,32	-	0,34	-	0,32	-	0,34	-
16	0,06	-	0,06	-	0,10	-	0,10	-	0,12	-	0,12	-
17	0,14	-	0,14	-	0,12	-	0,12	-	0,14	-	0,14	-
18	0,16	-	0,14	-	0,14	-	0,14	-	0,12	-	0,12	-
19	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
20	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,04

Portela ME2

PCL	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
21	-	2,48	-	2,51	-	2,49	-	2,47	-	2,45	-	2,58
22	-	2,17	-	2,23	-	2,17	-	2,13	-	2,12	-	2,14
23	-	1,86	-	1,88	-	1,79	-	1,81	-	1,79	-	1,92
24	-	1,51	-	1,57	-	1,51	-	1,50	-	1,48	-	1,65
25	-	1,47	-	1,48	-	1,44	-	1,68	-	1,69	-	1,58
26	-	1,56	-	1,60	-	1,56	-	1,66	-	1,64	-	1,65
27	-	2,23	-	2,25	-	2,19	-	2,20	-	2,23	-	2,32
28	-	2,10	-	2,19	-	2,12	-	2,16	-	2,17	-	2,23

Jusante

PCL	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
31	-	4,41	-	4,62	-	4,64	-	4,57	-	4,56	-	3,96
32	0,20	-	0,20	-	0,20	-	0,22	-	0,22	-	0,22	-
33	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00
34	-	Seco	-	Seco	-	Seco	-	Seco	-	Seco	-	14,12
35	-	14,67	-	14,70	-	14,75	-	14,88	-	14,83	-	13,96
36	-	1,87	-	1,94	-	1,97	-	1,53	-	1,54	-	1,45

Montante

PCL	Julho		Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro	
	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h	P	h
41	-	22,37	-	22,44	-	22,49	-	22,53	-	22,54	-	22,49
42	-	11,82	-	11,96	-	11,96	-	12,08	-	12,11	-	12,06
43	-	15,33	-	15,48	-	15,52	-	15,68	-	15,71	-	15,61

Legenda: P – Pressão (bar); h – Nível piezométrico (m).

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência do aterro de resíduos - rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Corpo Principal									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	-	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	-	-	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 1	**3º TM**	7,7	2400	250	202	1000	0,033	<0,02	11
	4º TM	6,8	2900	340	248	1270	<0,0020	<0,02	14
PCL 2	**3º TM**	7,7	2160	133	233	650	0,017	0,1	19
	4º TM	7,5	2110	126	219	640	0,009	<0,02	24
PCL 3	**3º TM**	7,2	3200	161	710	251	<0,0020	0,02	10
	4º TM	7,6	3000	280	271	1290	0,0025	0,02	15
PCL 4	**3º TM**	7,7	3000	280	273	1340	0,0022	<0,02	9,6
	4º TM	7,2	3100	139	650	222	<0,002	<0,02	19
PCL 5	**3º TM**	7,1	3300	370	282	1610	0,015	<0,02	5,3
	4º TM	7,1	3200	360	281	1630	0,009	<0,02	5,9
PCL 6	**3º TM**	7,0	3500	510	306	1750	0,0022	<0,02	5,2
	4º TM	7,1	3500	460	305	1650	0,002	<0,02	8,3
PCL 7	**3º TM**	7,0	3600	490	322	1750	<0,02	<0,02	5
	4º TM	7,1	3600	480	318	1740	<0,02	<0,02	6,1
PCL 8	**3º TM**	7,1	3200	340	287	1400	0,0036	<0,02	MENOR
	4º TM	7,2	3100	340	264	1320	0,0024	<0,02	8,7
PCL 9	**3º TM**	7,2	3700	540	338	1850	0,0024	<0,02	5,8
	4º TM	7,2	3600	500	312	1730	<0,0020	<0,02	5,9
PCL 10	**3º TM**	7,0	4000	440	411	1950	<0,0020	0,02	5,5
	4º TM	7,1	4000	430	402	1880	<0,0020	<0,02	4,4
PCL 11	**3º TM**	7,0	4000	510	378	1930	<0,0020	<0,02	8,3
	4º TM	7,0	3900	480	364	1850	<0,0020	<0,02	8,9
PCL 12	**3º TM**	6,8	3900	470	366	1910	<0,0020	0,02	7,3
	4º TM	6,9	3800	460	361	1830	<0,0020	<0,02	7,6

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência do aterro de resíduos - rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Portela ME1									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 13	**3º TM**	7,5	5900	179	1050	1580	<0,0020	0,02	10
	4º TM	7,3	5700	190	1030	1580	<0,0020	<0,02	9,3
PCL 14	**3º TM**	7,9	8000	270	1720	1840	0,0028	<0,02	25
	4º TM	7,8	7600	280	1650	1850	0,0035	<0,02	26
PCL 15	**3º TM**	7,0	3900	310	770	780	<0,0020	<0,02	20
	4º TM	7,0	3800	310	750	870	<0,0020	0,05	20
PCL 16	**3º TM**	7,1	4000	270	830	800	<0,0020	<0,02	21
	4º TM	7,3	3900	280	790	860	<0,0020	<0,02	21
PCL 17	**3º TM**	7,3	4600	210	1060	600	0,0022	<0,02	8,2
	4º TM	7,3	4500	220	1030	600	<0,0020	<0,02	6,7
PCL 18	**3º TM**	7,0	5200	168	1130	910	0,002	<0,02	12
	4º TM	6,9	5100	180	1110	930	0,002	<0,02	15
PCL 19	**3º TM**	7,5	4500	280	930	920	0,0016	0,02	13
	4º TM	7,5	4500	280	920	970	<0,0020	<0,02	13
PCL 20	**3º TM**	7,8	4900	340	1060	990	<0,0020	<0,02	15
	4º TM	7,1	4700	330	1030	1050	<0,0020	<0,02	15

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência do aterro de resíduos - rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Portela ME2

Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	*-*	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	*-*	*-*	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 21	**3º TM**	8,1	3300	260	298	1470	<0,0020	<0,02	3,2
	4º TM	7,2	3300	280	300	1500	<0,0020	<0,02	12
PCL 22	**3º TM**	8,1	520	27	33	139	0,0035	0,03	3,9
	4º TM	7,5	350	34	19,4	89	0,005	0,07	2,4
PCL 23	**3º TM**	7,8	1780	69	195	520	<0,0020	0,02	3
	4º TM	8,0	1730	120	191	500	<0,0020	<0,02	3,2
PCL 24	**3º TM**	7,5	2240	67	324	490	<0,0020	<0,02	13
	4º TM	7,6	2090	115	388	285	<0,0020	<0,02	14
PCL 25	**3º TM**	8,2	1170	45	164	155	0,0036	0,04	5,6
	4º TM	8,1	1200	55	175	177	0,0024	<0,02	4,6
PCL 26	**3º TM**	8,3	3100	46	329	910	<0,0020	0,02	16
	4º TM	8,1	2900	79	315	940	<0,0020	<0,02	20
PCL 27	**3º TM**	7,6	3100	260	258	1310	<0,0020	<0,02	9,4
	4º TM	7,8	3100	280	263	750	<0,0020	<0,02	8,1
PCL 28	**3º TM**	8,3	3000	86	317	1020	0,0021	<0,02	16
	4º TM	8,2	3000	119	326	1080	<0,0020	<0,02	17

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem	Piezómetros sobre influência do aterro de resíduos - rejeitados (*PCL – Piezómetros de Cerro do Lobo*)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)
Parâmetros	pH (Escala de Sorensen), Condutividade (µS/cm a 20ºC), Cloretos (mg/l Cl), Cálcio (mg/l Ca), Nitratos (mg/l NO_3), Cobre (mg/l Cu), Sulfatos (mg/l SO_4), Arsénio (mg/l As)

Jusante (entre a infra-estrutura e a ribeira de Oeiras)									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	-	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	-	-	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 31	**3º TM**	7,1	2000	200	115	640	<0,0020	<0,02	32
	4º TM	7,2	1900	230	108	1430	0,0039	0,02	32
PCL 32	**3º TM**	7,0	3900	250	470	1310	<0,0020	<0,02	6,8
	4º TM	7,3	3800	250	470	1420	<0,0020	<0,02	7,6
PCL 33	**3º TM**	7,3	1040	56	127	31	0,004	<0,02	<2,0
	4º TM	7,7	1030	67	121	31	<0,0020	<0,02	<2,0
PCL 34	**3º TM**	*Seco*							
	4º TM								
PCL 35	**3º TM**	7,0	1640	101	249	80	0,019	0,1	7,4
	4º TM	7,4	1620	101	251	83	0,0038	0,03	6,4
PCL 36	**3º TM**	7,7	690	45	64	28	0,0039	<0,02	<2,0
	4º TM	8,0	660	48	64	27	0,006	<0,02	<0,2

Montante									
Parâmetros		**pH**	**Condutividade**	**Cálcio**	**Cloretos**	**Sulfatos**	**Arsénio**	**Cobre**	**Nitratos**
Unidades		Escala Sorensen	µS/cm a 20ºC	mg/l Ca	mg/l Cl	mg/l SO_4	mg/l As	mg/l Cu	mg/l NO_3
VMA do Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*5,5 - 9*	*1000*	-	*200*	*250*	*0,10*	*1,0*	*50*
VMA do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto (ou VMR quando não há VMA)		*4,5 - 9*	-	-	*70*	*575*	*10*	*5,0*	*50*
PCL 41	**3º TM**	7,6	1280	56	174	89	<0,0020	<0,02	30
	4º TM	7,5	1200	69	182	88	0,0028	<0,02	30
PCL 42	**3º TM**	7,4	2130	85	480	57	<0,0020	<0,02	15
	4º TM	7,2	2070	100	470	54	<0,0020	<0,02	16
PCL 43	**3º TM**	10,9	2040	50	421	82	0,0036	0,02	2,8
	4º TM	11	1980	51	423	84	0,0029	<0,02	2,4

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento de ambos os limites
	Não cumprimento de um dos limites

ANEXO 5

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**Janeiro – 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

Janeiro					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	11,6	8,9	7,9	6-9
Temperatura	ºC	14,9	12,9	8,4	-
Aumento da Temperatura	ºC	2,4	1,3	0,2	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	62,0	55,0	46,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4180	3898	3660	-
Caudal médio	m^3/h	234			

Nota1 : A correcção do pH é efectuada através da adição de CO_2 . As unidades produtoras, do nosso fornecedor, em Portugal (Estarreja e Sines) têm a laboração suspensa. A unidade mais perto de Neves Corvo existente em Espanha é a de Huelva, que também têm a laboração suspensa, restando para o abastecimento à Península Ibéria as unidades de Madrid e Corunha, o abastecimento tem sido efectuado através da unidade da Corunha. Em Janeiro existiram algumas dificuldades (atrasos) no abastecimento, devido aos nevões na zona norte, aonde ficaram retidos os camiões cisterna de transporte de CO_2, pelo que se registam pontualmente valores superiores a pH 9.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Janeiro – 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		6 de Janeiro	**20 de Janeiro**	
Azoto Total	mg/l N	22,0	28,0	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	6,0	8,0	10
Cloretos	mg/l Cl	393	375	-
Nitratos	mg/l NO_3	31	40	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1580	1560	2000
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,030	1,0

Nota2 : Para a redução dos compostos azotados tem a Somincor em curso a alteração da qualidade dos explosivos na mina. Em 2009 será gradualmente reduzida a utilização de ANFO (nitrato de amónio) substituído por emulsões explosivas de baixos teores em azoto. Espera-se com esta medida reduzir as concentrações dos compostos azotados no efluente da mina tratado de forma a cumprir os VLE estabelecidos.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Janeiro – 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/Alentejo– Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Janeiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		6 de Janeiro	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	40
Carência Química de Oxigénio (CQO_5)	mg/l O_2	20	150
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	8,0	60
Arsénio Total	mg/l As	0,011	1,0
Cádmio	mg/l Cd	<0,01	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	<0,10	2,0
Manganês Total	mg/l Mn	<0,04	2,0
Mercúrio	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	-
Parâmetros	**Unidades**	Amostragem ARH/Alentejo	**VLE**
		Análise IST	
Alumínio	mg/l Al	<0,2	10
Estanho	mg/l Sn	<0,02	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

Fevereiro					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	10,7	9,1	7,2	6-9
Temperatura	ºC	16,7	15,8	14,7	-
Aumento da Temperatura	ºC	1,0	0,4	0,1	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	61,0	54,3	46,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3650	3489	3380	-
Caudal médio	m^3/h	310			

Nota1 : A correcção do pH é efectuada através da adição de CO_2 . Em Fevereiro até ao dia 13 existiram algumas dificuldades (atrasos) no abastecimento, pelas mesmas razões reportadas em Janeiro pelo que se registam pontualmente valores superiores a pH 9.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Fevereiro				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		3 de Fevereiro	**17 de Fevereiro**	
Azoto Total	mg/l N	17,0	15,0	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	5,0	4,0	10
Cloretos	mg/l Cl	354	322	-
Nitratos	mg/l NO_3	26	20	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1520	1470	2000
Cobre Total	mg/l Cu	0,040	<0,02	1,0

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/A – Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Fevereiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		3 de Fevereiro	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	3	40
Carência Química de Oxigénio (CQO_5)	mg/l O_2	14	150
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	5,7	60
Arsénio Total	mg/l As	0,014	1,0
Cádmio	mg/l Cd	<0,01	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	0,120	2,0
Manganês Total	mg/l Mn	<0,04	2,0
Mercúrio	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	-
Parâmetros	**Unidades**	Amostragem ARH/Alentejo	**VLE**
		Análise IST	
Alumínio	mg/l Al	<0,2	10
Estanho	mg/l Sn	<0,02	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

Março					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	9,0	7,7	6,5	6-9
Temperatura	ºC	21,1	18,4	16,4	-
Aumento da Temperatura	ºC	2,3	1,2	0,2	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	61,0	55,1	45,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3430	3330	3210	-
Caudal médio	m^3/h	299			

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Março				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		3 de Março	**17 de Março**	
Azoto Total	mg/l N	19,0	19,0	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	6,0	6,0	10
Cloretos	mg/l Cl	305	309	-
Nitratos	mg/l NO_3	26	23	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1350	1470	2000
Cobre Total	mg/l Cu	0,090	0,030	1,0

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/A – Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Março			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		3 de Março	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	40
Carência Química de Oxigénio (CQO_5)	mg/l O_2	13	150
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	9,0	60
Arsénio Total	mg/l As	0,034	1,0
Cádmio	mg/l Cd	<0,01	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	<0,10	2,0
Manganês Total	mg/l Mn	0,100	2,0
Mercúrio	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l Zn	0,036	-
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		30 de Março	
Alumínio	mg/l Al	0,2	10
Estanho	mg/l Sn	<0,005	-

Frequência de monitorização	Trimestral (M)
Período de Amostragem	**1º Trimestre - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório ARH/A – Santo André

1º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		16 de Fevereiro	
Fenóis	mg/l C_6H_5OH	0,0067	0,5
Fósforo Total	mg/l P	0,09	10
Sulfuretos	mg/l S	<0,1	1,0

Frequência de monitorização	Anual (A)
Período de Amostragem	**2008**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório da Agência Portuguesa do Ambiente (Análises Laboratoriais)

Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		10 de Dezembro *(Actualização de resultados)*	
Fosfato de Tributilo	mg/l	0,006	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

Abril					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	8,9	8,0	7,7	6-9
Temperatura	ºC	20,6	18,4	16,8	-
Aumento da Temperatura	ºC	2,9	1,4	0,7	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	60,0	59,2	51,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3430	3242	3060	-
Caudal médio	m^3/h	229			

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Abril				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		1 de Abril	**16 de Abril**	
Azoto Total	mg/l N	16,0	19,0	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	4,0	5,0	10
Cloretos	mg/l Cl	313	298	-
Nitratos	mg/l NO_3	23	28	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1510	1210	2000
Cobre Total	mg/l Cu	0,030	0,040	1,0

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/A – Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Abril			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		7 de Abril	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	40
Carência Química de Oxigénio (CQO_5)	mg/l O_2	17	150
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	11,0	60
Arsénio Total	mg/l As	0,045	1,0
Cádmio	mg/l Cd	<0,01	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	0,11	2,0
Manganês Total	mg/l Mn	0,044	2,0
Mercúrio	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l Zn	0,016	-
Parâmetros	**Unidades**	Amostragem ARH/Alentejo	**VLE**
		Análise IST	
Alumínio	mg/l Al	[1]	10
Estanho	mg/l Sn	[1]	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

[1] Parâmetros em análise por entidade externa, serão fornecidos os resultados logo que possível.

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

Maio					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	8,9	8,2	7,7	6-9
Temperatura	ºC	23,2	21,6	19,9	-
Aumento da Temperatura	ºC	2,9	2,0	0,7	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	59,0	56,0	48,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3430	3272	2970	-
Caudal médio	m^3/h	199			

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Maio				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		5 de Maio	**19 de Maio**	
Azoto Total	mg/l N	19,0	23,0	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	5,0	6,0	10
Cloretos	mg/l Cl	309	346	-
Nitratos	mg/l NO_3	27	34	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1100	1290	2000
Cobre Total	mg/l Cu	0,030	0,030	1,0

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/A – Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Maio			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		5 de Maio	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	40
Carência Química de Oxigénio (CQO_5)	mg/l O_2	18	150
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	4,8	60
Arsénio Total	mg/l As	0,025	1,0
Cádmio	mg/l Cd	<0,01	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	<0,10	2,0
Manganês Total	mg/l Mn	0,037	2,0
Mercúrio	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	-
Parâmetros	**Unidades**	Amostragem ARH	**VLE**
		Análise IST	
Alumínio	mg/l Al	[1]	10
Estanho	mg/l Sn	[1]	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

[1] Parâmetros em análise por entidade externa, serão fornecidos os resultados logo que possível.

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**1 a 8 de Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

1 a 8 de Junho					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	9,9	8.9	7,7	6-9
Temperatura	ºC	26,3	24,1	20,5	-
Aumento da Temperatura	ºC	1,8	1,5	1,1	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	59,0	49,5	44,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3550	3436	3340	-
Caudal médio	m^3/h	134			

Descarga suspensa a partir de 8 de Junho. O efluente passou a ser bombeado para a Aterro de Rejeitados.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**1 a 8 de Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1 a 8 de Junho				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VLE**
		2 de Junho	**Sem descarga**	
Azoto Total	mg/l N	25,0	--	15
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	7,0	--	10
Cloretos	mg/l Cl	358	--	-
Nitratos	mg/l NO_3	37	--	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1350	--	2000
Cobre Total	mg/l Cu	0,025	--	1,0

Descarga suspensa a partir de 8 de Junho. O efluente passou a ser bombado para a Aterro de Rejeitados.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**1 a 8 de Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR, Laboratório ARH/A – Santo André e Laboratório do Instituto Superior Técnico (Análises Laboratoriais)

Descarga suspensa a partir de 8 de Junho. O efluente passou a ser bombado para a Aterro de Rejeitados.

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Actualização de Resultados

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado, à Autoridade de AIA (APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Efluente Industrial Tratado (EIT). Este efluente é proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

É neste relatório efectuada a actualização da informação enviada mensalmente, reportando-se os resultados referentes ao controlo de metais, e às rotinas trimestral (2º trimestre) e anual, efectuadas em Maio.

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Amostragem / Análise	Amostragem Laboratório ARH/A – Santo André e Análise Laboratório do Instituto Superior Técnico

Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem de Abril 2009**	**VLE**
Alumínio	mg/l Al	<0,2	10
Estanho	mg/l Sn	<0,02	-
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem de Maio 2009**	**VLE**
Alumínio	mg/l Al	<0,2	10
Estanho	mg/l Sn	<0,02	-

Frequência de monitorização	Trimestral (M)
Período de Amostragem	**2º Trimestre 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Amostragem e Análise	Laboratório ARH/A – Santo André

2º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem de Maio**	**VLE**
Fenóis	mg/l C_6H_5OH	0,0011	0,5
Fósforo Total	mg/l P	0,07	10
Sulfuretos	mg/l S	<0,1	1,0

Frequência de monitorização	Anual (A)
Período de Amostragem	**2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade Amostragem / Análise	Amostragem Laboratório ARH/A – Santo André e Análise Laboratório do Instituto Superior Técnico

Parâmetros	Unidades	Amostragem de Maio	VLE
Antimónio	mg/l Sb	<0,04	-
Bário	mg/l Ba	0,07	-
Berílio	mg/l Be	<0,4	-
Boro	mg/l B	0,08	-
Cobalto	mg/l Co	<0,2	-
Molibdénio	mg/l Mo	0,10	-
Prata	mg/l Ag	<0,05	-
Selénio Total	mg/l Se	0,06	-
Tálio	mg/l Tl	2	-
Titânio	mg/l Ti	<0,1	-
Vanádio	mg/l V	<0,02	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Relatório Mensal de Monitorização

Efluente Industrial Tratado

Controlo das Águas Residuais descarregadas após tratamento, no ponto EH_1

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais (pg. 11),* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental n.º 1714), é exigido o envio dos dados de monitorização efectuada às águas superficiais, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente). Neste relatório a monitorização é realizada no local onde é efectuada a descarga do Efluente Industrial Tratado (EIT), efluente este proveniente da Estação de Tratamento de Água da Mina (ETAM).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no efluente industrial tratado*, da DIA referida anteriormente.

Utilizou-se como referência os Valores Limites de Emissão (VLE) especificados na Licença Ambiental n.º 19/2008, de 3 de Março.

SAÍDA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL – PONTO EH1

Frequência de monitorização	Contínua / Diária (C/D)
Período de Amostragem	**21 a 31 de Dezembro - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Amostrador em Contínuo)

21 a 31 de Dezembro					
Parâmetros	**Unidades**	**Máximo**	**Média**	**Mínimo**	**VLE**
pH	Escala Sorensen	11,0	8,9	8,6	6-9
Temperatura	ºC	19,5	17,7	14,6	-
Aumento da Temperatura	ºC	1,1	0,2	0,0	Aumento de 3ºC
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	61,0	58,1	49,0	-
Condutividade	µS/cm a 20ºC	5650	4139	3260	-
Caudal médio	m^3/h	184			

Período de Amostragem	**21 a 31 de Dezembro - 2009**
Locais de Amostragem	Saída da Estação de Tratamento de Água Residual (ETAM) – Ponto EH1
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

21 a 31 de Dezembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VLE**
		28 de Dezembro	
pH	Escala Sorensen	8,7	6-9
CQO	mg/l O_2	20	150
CBO_5	mg/l O_2	<3	40
Azoto Kjeldhal	mg/l N	3.3	-
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	3	10
Azoto Total	mg/l N	14	15
Cloretos	mg/l Cl	395	-
Nitratos	mg/l NO_3	25	50
Sulfatos	mg/l SO_4	1810	2000
Nitritos	mg/l NO_2	5,3	5,0
Sólidos Suspensos Totais	mg/l	12	60
Cobre Total	mg/l Cu	0,20	1,0
Cádmio Total	mg/l Cd	<0,010	0,2
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	1,0
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	2,0
Zinco Total	mg/l	0,40	-
Arsénio Total	mg/l As	0,032	1,0
Mercúrio Total	mg/l Hg	<0,0007	0,05
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08	2,0
Ferro Total	mg/l Fe	0,27	2.0
Manganês Total	mg/l Mn	0,66	2,0

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

ANEXO 6

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Janeiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Janeiro	560,1

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Janeiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		6 de Janeiro	**20 de Janeiro**
pH	Escala Sorensen	10,0	9,3
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4200	4100
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	51	80
Sulfatos	mg/l SO_4	2050	2000
Cloretos	mg/l Cl	214	324
Cobre Total	mg/l Cu	0,03	0,04

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Janeiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		6 de Janeiro
Cálcio	mg/l Ca	690
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	2,7
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	60
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	30
Arsénio Total	mg/l As	0,0440
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Fevereiro	677,2

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Fevereiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		3 de Fevereiro	**17 de Fevereiro**
pH	Escala Sorensen	8,1	6,6
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4000	4000
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	66	23
Sulfatos	mg/l SO_4	1820	1850
Cloretos	mg/l Cl	345	337
Cobre Total	mg/l Cu	0,11	0,02

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Fevereiro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Fevereiro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		3 de Fevereiro
Cálcio	mg/l Ca	690
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	4,9
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	21
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,0480
Zinco Total	mg/l Zn	0,09

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Março	657,3

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Março			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		3 de Março	**17 de Março**
pH	Escala Sorensen	7,8	6,9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3900	4000
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	66	86
Sulfatos	mg/l SO_4	1870	2080
Cloretos	mg/l Cl	316	324
Cobre Total	mg/l Cu	0,16	0,07

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Março - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Março		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		3 de Março
Cálcio	mg/l Ca	660
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	20
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	16
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	3
Arsénio Total	mg/l As	0,08
Zinco Total	mg/l Zn	0,14

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Trimestre - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1º Trimestre		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		6 de Janeiro
Nitratos	mg/l NO_3	<2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	0,5
Azoto Kjeldhal	mg/l N	1,9
Carbonatos	mg/l $CaCO_3$	35,9
Alcalinidade	mg/l HCO_3	40,3
Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	1800
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	3700

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Abril	663,4

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Abril			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		7 de Abril	**21 de Abril**
pH	Escala Sorensen	7,2	6,3
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4200	4300
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	59	64
Sulfatos	mg/l SO_4	2210	2250
Cloretos	mg/l Cl	334	330
Cobre Total	mg/l Cu	0,03	0,04

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Abril - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Abril		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		7 de Abril
Cálcio	mg/l Ca	750
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	10
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	21
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3
Arsénio Total	mg/l As	0,08
Zinco Total	mg/l Zn	0,038

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Maio	554

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Maio			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		5 de Maio	**19 de Maio**
pH	Escala Sorensen	8,9	8,3
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4300	4400
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	75	71
Sulfatos	mg/l SO_4	2090	2350
Cloretos	mg/l Cl	337	349
Cobre Total	mg/l Cu	0,05	0,05

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Maio - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Maio		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		5 de Maio
Cálcio	mg/l Ca	860
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	22
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	4
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,0680
Zinco Total	mg/l Zn	0,06

Frequência de monitorização	Anual (A)
Período de Amostragem	**2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		7 de Abril
Cádmio Total	mg/l Cd	<0,010
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05
Crómio Total	mg/l Cr	<0,08
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03
Mercúrio Total	mg/l Hg	0,0008
Manganês Total	mg/l Mn	0,06

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Junho	560

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Junho			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		2 de Junho	**16 de Junho**
pH	Escala Sorensen	7,9	7,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4600	4600
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	54	8
Sulfatos	mg/l SO_4	2510	2490
Cloretos	mg/l Cl	359	370
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,02

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Junho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Junho		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		2 de Junho
Cálcio	mg/l Ca	880
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	7
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	27
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,0690
Zinco Total	mg/l Zn	0,0240

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**2º Trimestre - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

2º Trimestre		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		7 de Abril
Nitratos	mg/l NO_3	8
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	0,2
Azoto Kjeldhal	mg/l N	1,4
Carbonatos	mg/l $CaCO_3$	0
Alcalinidade	mg/l HCO_3	14,8
Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	1900
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	3800

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Julho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Julho	560,4

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Julho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Julho			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		7 de Julho	**21 de Julho**
pH	Escala Sorensen	9,7	7,9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4700	4800
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	65	34
Sulfatos	mg/l SO_4	2440	2430
Cloretos	mg/l Cl	397	421
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,02

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Julho - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Julho		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		7 de Julho
Cálcio	mg/l Ca	850
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	13
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	18
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	6
Arsénio Total	mg/l As	0,0730
Zinco Total	mg/l Zn	0,0250

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Agosto - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Agosto	652,9

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Agosto - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Agosto			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		4 de Agosto	**18 de Agosto**
pH	Escala Sorensen	8,5	10,10
Condutividade	µS/cm a 20ºC	5000	5000
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	55	21
Sulfatos	mg/l SO_4	2430	2570
Cloretos	mg/l Cl	450	480
Cobre Total	mg/l Cu	0,03	0,02

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Agosto - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Agosto		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		4 de Agosto
Cálcio	mg/l Ca	860
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	9
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	27
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	3
Arsénio Total	mg/l As	0,10
Zinco Total	mg/l Zn	0,0250

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Setembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Setembro	707,2

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Setembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Setembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		1 de Setembro	**15 de Setembro**
pH	Escala Sorensen	7,8	10,40
Condutividade	µS/cm a 20ºC	5200	5100
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	1	34
Sulfatos	mg/l SO_4	2570	2540
Cloretos	mg/l Cl	490	490
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,07

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Setembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Setembro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		1 de Setembro
Cálcio	mg/l Ca	880
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	13
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	4
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,15
Zinco Total	mg/l Zn	0,0230

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**3º Trimestre - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

3º Trimestre		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		7 de Julho
Nitratos	mg/l NO_3	5,2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	0,4
Azoto Kjeldhal	mg/l N	2,7
Carbonatos	mg/l $CaCO_3$	28,50
Alcalinidade	mg/l HCO_3	32,30
Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	2100
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	4200

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Outubro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Outubro	677,8

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Outubro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Outubro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		6 de Outubro	**20 de Outubro**
pH	Escala Sorensen	7,2	9,5
Condutividade	µS/cm a 20ºC	5100	5000
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	28	57
Sulfatos	mg/l SO_4	2500	2350
Cloretos	mg/l Cl	500	480
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,03

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Outubro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Outubro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		6 de Outubro
Cálcio	mg/l Ca	850
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	14
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	30
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,11
Zinco Total	mg/l Zn	0,04

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado da Barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado da Barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Novembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Novembro	678,8

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Novembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Novembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		3 de Novembro	**17 de Novembro**
pH	Escala Sorensen	8,2	7,4
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4900	5000
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	50	0
Sulfatos	mg/l SO_4	2450	2490
Cloretos	mg/l Cl	470	460
Cobre Total	mg/l Cu	0,05	0,03

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Novembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Novembro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		3 de Novembro
Cálcio	mg/l Ca	810
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	8
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	24
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	4
Arsénio Total	mg/l As	0,09
Zinco Total	mg/l Zn	0,04

Relatório Mensal de Monitorização

Recirculado do Aterro de Resíduos - barragem dos Rejeitados

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade mensal, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente ao Recirculado do Aterro de Resíduos - barragem dos Rejeitados.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Contínua (C)
Período de Amostragem	**Dezembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade do Controlo	Departamento de Barragens e Águas

	Caudal (m^3/h)
Dezembro	618,3

Frequência de monitorização	Quinzenal (Q)
Período de Amostragem	**Dezembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Dezembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	
		2 de Dezembro	**15 de Dezembro**
pH	Escala Sorensen	9,7	6,6
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4900	4800
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	75	6
Sulfatos	mg/l SO_4	2460	2460
Cloretos	mg/l Cl	460	440
Cobre Total	mg/l Cu	0,06	0,05

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**Dezembro - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Dezembro		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		2 de Dezembro
Cálcio	mg/l Ca	840
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	11
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	46
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	20
Arsénio Total	mg/l As	0,12
Zinco Total	mg/l Zn	0,048

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**4º Trimestre - 2009**
Locais de Amostragem	Bombagem de Recirculação
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

4º Trimestre		
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**
		6 de Outubro
Nitratos	mg/l NO_3	10
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	0,4
Azoto Kjeldhal	mg/l N	1,6
Carbonatos	mg/l $CaCO_3$	0,0
Alcalinidade	mg/l HCO_3	9,8
Dureza Total	mg/l $CaCO_3$	2100
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	4600

Relatório Semestral de Monitorização

Águas Superficiais

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) (pg. 11) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade semestral, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente à qualidade das águas superficiais. Os locais de monitorização são barranco das Lajes (afluente da ribeira de Oeiras onde se localiza o aterro de Rejeitados), ribeira de Oeiras (que recebe a descarga do efluente industrial tratado), e rio Guadiana (próximo da foz da Ribeira de Oeiras).

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		6 de Janeiro	
pH	Escala Sorensen	7,5	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3800	-
Cloretos	mg/l Cl	366	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1740	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,04	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	93	50
Fevereiro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		3 de Fevereiro	
pH	Escala Sorensen	7,6	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3100	-
Cloretos	mg/l Cl	285	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1320	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,34	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	97	50
Março			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		3 de Março	
pH	Escala Sorensen	7,2	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	1080	-
Cloretos	mg/l Cl	78	250
Sulfatos	mg/l SO_4	410	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,80	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	95	50
Abril			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		7 de Abril	
pH	Escala Sorensen	7,6	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3800	-
Cloretos	mg/l Cl	339	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1730	250
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	76	50

Frequência de monitorização	Mensal (M) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Maio			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		5 de Maio	
pH	Escala Sorensen	7,6	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3800	-
Cloretos	mg/l Cl	347	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1560	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	79	50
Junho			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		2 de Junho	
pH	Escala Sorensen	7,9	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4000	-
Cloretos	mg/l Cl	363	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1830	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,04	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	69	50

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Trimestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		3 de Fevereiro	
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	5,1	25
Nitratos	mg/l NO_3	7	-
Arsénio Total	mg/l As	<0,0020	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,48	1,0
Cálcio	mg/l Ca	310	-

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**2º Trimestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

2º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		5 de Maio	
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	8	25
Nitratos	mg/l NO_3	6	-
Arsénio Total	mg/l As	<0,0020	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,0190	1,0
Cálcio	mg/l Ca	430	-

Frequência de monitorização	Anual (A)
Período de Amostragem	**2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		5 de Maio	
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	11	-
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	6
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	1
Azoto Kjeldahl	mg/l N	<0,4	2
Ferro Total	mg/l Fe	0,41	-
Manganês Total	mg/l Mn	0,90	-
Cádmio Total	mg/l Cd	<0,010	0,01
Chumbo Total	mg/l Pb	<0,05	0,05
Crómio Total	mg/l Cr	<0,05	0,05
Mercúrio Total	mg/l Hg	<0,0007	0,001
Níquel Total	mg/l Ni	<0,03	0,05

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIBEIRA DE OEIRAS**	Horta da Reveza (ponto a montante da descarga), Malhão Largo, Monte Queimado e Ponte para Penilhos
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Análises de Campo) e Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		13 de Janeiro				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Temperatura	ºC	7,2	8,2	7,9	8,0	30º
pH	Escala Sorensen	7,7	7,6	7,5	7,7	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	500	1730	1510	1040	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	111	80	99	112	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	25
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	<3	<3	<3	6
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	6	9	12	19	-
Azoto Kjeldhal	mg/l N	<0,4	2,8	1,8	0,4	2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	3,0	1,4	<0,2	1
Nitritos	mg/l NO_2	<0,02	1,810	1,12	0,170	0,03
Amoníaco não ionizado	mg/l NH_3	<0,009	0,018	0,007	<0,009	0,025
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Cobre Solúvel	mg/l Cu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,112
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	0,015	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	70	174	157	118	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	15,0	11,0	5,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	64	670	470	276	250

Fevereiro						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		10 de Fevereiro				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Temperatura	ºC	12,1	11,9	12,1	12,3	30º
pH	Escala Sorensen	7,7	8,0	7,4	7,6	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	257	550	550	410	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	100	101	95	104	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	25
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	<3	<3	<3	6
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	7	8	10	11	-
Azoto Kjeldhal	mg/l N	<0,4	0,8	0,6	0,5	2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	0,3	0,2	<0,2	1
Nitritos	mg/l NO_2	<0,02	0,30	0,22	0,08	0,03
Amoníaco não ionizado	mg/l NH_3	<0,009	0,008	0,001	<0,009	0,025
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Cobre Solúvel	mg/l Cu	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,112
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	34	55	56	45	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	4,0	5,0	3,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	29	129	135	88	250

Frequência de monitorização	Mensal (M) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIBEIRA DE OEIRAS**	Horta da Reveza (ponto a montante da descarga), Malhão Largo, Monte Queimado e Ponte para Penilhos
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Análises de Campo) e Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Março						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		10 de Março				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Temperatura	ºC	14,4	14,7	14,6	14,8	30º
pH	Escala Sorensen	7,8	7,3	7,3	7,6	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	330	910	880	610	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	114	78	91	100	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	25
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	<3	<3	<3	6
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	7	9	10	11	-
Azoto Kjeldhal	mg/l N	<0,4	0,6	0,5	0,5	2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	1
Nitritos	mg/l NO_2	<0,02	0,41	0,07	0,03	0,03
Amoníaco não ionizado	mg/l NH_3	<0,009	0,002	<0,009	<0,009	0,025
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,1
Cobre Solúvel	mg/l Cu	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,112
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	0,021	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	42	86	82	61	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	8,0	8,0	4,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	34	251	231	138	250

Abril						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		14 de Abril				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Temperatura	ºC	14,6	17,5	16,8	16,6	30º
pH	Escala Sorensen	7,8	7,1	7,7	8,0	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	650	3400	3100	2060	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	92	75	110	117	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	3,7	14	10	8	25
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	<3	<3	4	6
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	10	21	25	20	-
Azoto Kjeldhal	mg/l N	<0,4	0,9	0,8	1,0	2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	1
Nitritos	mg/l NO_2	<0,02	2,50	0,53	0,01	0,03
Amoníaco não ionizado	mg/l NH_3	<0,009	0,002	<0,009	<0,009	0,025
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,1
Cobre Solúvel	mg/l Cu	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	0,112
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	0,02	0,02	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	73	307	288	194	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	0,07	0,08	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	23,0	25,0	10,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	74	1480	1350	750	250

Frequência de monitorização	Mensal (M) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIBEIRA DE OEIRAS**	Horta da Reveza (ponto a montante da descarga), Malhão Largo, Monte Queimado e Ponte para Penilhos
Responsabilidade da Análise	Operador de Ambiente (Análises de Campo) e Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Maio						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		12 de Maio				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Temperatura	ºC	19,1	20,3	19,9	21,1	30º
pH	Escala Sorensen	8,4	7,4	7,5	7,8	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	730	3200	3200	2800	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	99	57	92	102	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	3,1	7,0	11	4,5	25
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	3	<3	<3	<3	6
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	12	13	14	14	-
Azoto Kjeldhal	mg/l N	0,4	2,7	0,6	0,8	2
Azoto Amoniacal	mg/l NH_4	<0,2	2,0	<0,2	0,2	1
Nitritos	mg/l NO_2	<0,02	4,80	0,14	0,02	0,03
Amoníaco não ionizado	mg/l NH_3	<0,009	0,025	<0,009	0,009	0,025
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,05	<0,02	<0,02	0,1
Cobre Solúvel	mg/l Cu	<0,02	0,02	0,02	<0,02	0,112
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	0,022	0,016	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	88	319	319	264	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	44,0	29,0	3,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	66	1240	1050	1070	250
Junho						
A descarga do efluente industrial tratado foi suspensa a partir de 8 de Junho. O efluente passou a ser bombeado para a Barragem de Rejeitados.						

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIBEIRA DE OEIRAS**	Horta da Reveza (ponto a montante da descarga), Malhão Largo, Monte Queimado e Ponte para Penilhos
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1º Trimestre						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		10 de Fevereiro				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Arsénio Total	mg/l As	<0,0020	<0,0020	<0,0020	<0,0020	0,05
Ferro Total	mg/l Fe	<0,10	0,13	0,12	0,16	-
Mercúrio Total	mg/l Hg	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,001
2º Trimestre						
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**				**VMA/VMR**
		12 de Maio				
		Horta da Reveza *(montante)*	Malhão Largo	Monte Queimado	Ponte para Penilhos	
Arsénio Total	mg/l As	<0,0020	0,015	0,0026	<0,0020	0,05
Ferro Total	mg/l Fe	<0,10	0,34	0,20	0,10	-
Mercúrio Total	mg/l Hg	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,001

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem RIBEIRA DE OEIRAS	Monte do Pereiro, Monte da Caiada, Água Santa Morena
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1º Trimestre					
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem 10 de Fevereiro**			**VMA/VMR**
		Monte do Pereiro	Monte da Caiada	Água Santa Morena	
pH	Escala Sorensen	7,4	7,4	7,6	6,0 – 9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	500	510	390	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	92	94	105	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	25
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	8	9	11	-
Azoto Kjeldahl	mg/l N	0,6	0,5	0,5	2
Cobre Total	mg/l Cu	0,09	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,046	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	51	56	44	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	4	5	3	-
Sulfatos	mg/l SO_4	109	111	74	250
2º Trimestre					
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem 12 de Maio**			**VMA/VMR**
		Monte do Pereiro	Monte da Caiada	Água Santa Morena	
pH	Escala Sorensen	7,3	7,6	7,7	6,0 – 9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3200	3300	1780	-
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	83	66	73	50
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	6,00	5,50	2,10	25
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	12	13	9	-
Azoto Kjeldahl	mg/l N	0,90	0,90	0,40	2
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,02	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	316	323	200	250
Fosfatos	mg/l PO_4	<0,06	<0,06	<0,06	0,4
Nitratos	mg/l NO_3	41	21	2	-
Sulfatos	mg/l SO_4	1180	1280	550	250

Frequência de monitorização	Semestral (SM)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIBEIRA DE OEIRAS**	Monte do Pereiro, Monte da Caiada, Água Santa Morena
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

1º Semestre					
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**			**VMA/VMR**
		12 de Maio			
		Monte do Pereiro	Monte da Caiada	Água Santa Morena	
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO_5)	mg/l O_2	<3	<3	<3	6
Azoto Amoniacal	mg/l N	0,5	0,20	<0,2	1
Arsénio Total	mg/l As	0,008	<0,0020	<0,0020	0,05
Ferro Total	mg/l Fe	0,10	0,13	<0,10	-
Mercúrio Total	mg/l Hg	<0,0007	<0,0007	<0,0007	0,001

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIO GUADIANA**	Azenhas (ponto a montante da confluência da Ribeira de Oeiras com o Rio Guadiana) e Convento (ponto a jusante da confluência da Ribeira de Oeiras com o Rio Guadiana)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Janeiro				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VMA/VMR**
		13 de Janeiro		
		Azenhas	Convento	
pH	Escala Sorensen	7,6	7,8	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	540	570	-
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	14	13	-
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	64,0	68,0	250
Nitratos	mg/l NO_3	3,0	3,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	40,0	52,0	250
Fevereiro				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VMA/VMR**
		10 de Fevereiro		
		Azenhas	Convento	
pH	Escala Sorensen	7,8	7,7	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	510	510	-
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	17	19	-
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	64,0	64,0	250
Nitratos	mg/l NO_3	4,0	4,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	36,0	35,0	250
Março				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VMA/VMR**
		10 de Março		
		Azenhas	Convento	
pH	Escala Sorensen	7,6	7,7	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	500	520	-
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	15	16	-
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	72,0	74,0	250
Nitratos	mg/l NO_3	5,0	5,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	32,0	35,0	250

Frequência de monitorização	Mensal (M) (cont.)
Período de Amostragem	**1º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **RIO GUADIANA**	Azenhas (ponto a montante da confluência da Ribeira de Oeiras com o Rio Guadiana) e Convento (ponto a jusante da confluência da Ribeira de Oeiras com o Rio Guadiana)
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Abril				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VMA/VMR**
		14 de Abril		
		Azenhas	Convento	
pH	Escala Sorensen	7,9	8,1	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	510	500	-
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	19	20	-
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	57,0	57,0	250
Nitratos	mg/l NO_3	3,0	3,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	40,0	33,0	250
Maio				
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**		**VMA/VMR**
		12 de Maio		
		Azenhas	Convento	
pH	Escala Sorensen	8,1	8,2	6,0-9,0
Condutividade	µS/cm a 20ºC	530	540	-
Carência Química de Oxigénio (CQO)	mg/l O_2	16	16	-
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	<0,02	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	<0,012	<0,012	1,0
Cloretos	mg/l Cl	61,0	62,0	250
Nitratos	mg/l NO_3	<2,0	2,0	-
Sulfatos	mg/l SO_4	38,0	40,0	250
Junho				
A descarga do efluente industrial tratado foi suspensa a partir de 8 de Junho. O efluente passou a ser bombeado para a Barragem de Rejeitados.				

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

Relatório Semestral de Monitorização

Águas Superficiais

2º Semestre 2009

De acordo com o *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais,* da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) (pg. 11) do projecto "Mina Neves-Corvo" (processo de Avaliação de Impacte Ambiental nº 1714), é exigido o envio de um relatório de monitorização simplificado com periodicidade semestral, à Autoridade de AIA (neste caso é a APA – Agência Portuguesa do Ambiente), referente à qualidade das águas superficiais. Os locais de monitorização são barranco das Lajes (afluente da ribeira de Oeiras onde se localiza o aterro de Rejeitados), ribeira de Oeiras (que recebe a descarga do efluente industrial tratado), e rio Guadiana (próximo da foz da Ribeira de Oeiras).

Apenas são reportados os dados referentes ao barranco das Lajes, tendo em consideração que a descarga do efluente foi suspensa no dia 6 de Junho 2009.

As análises a efectuar e a reportar são as especificadas no *Ponto B. Planos de Monitorização – Qualidade das Águas Superficiais – Parâmetros a monitorizar no recirculado da Barragem de Rejeitados*, da DIA referida anteriormente.

Frequência de monitorização	Mensal (M)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAJES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Julho			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		7 de Julho	
pH	Escala Sorensen	8,0	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4000	-
Cloretos	mg/l Cl	376	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1800	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,04	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	73	50
Agosto			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		7 de Agosto	
pH	Escala Sorensen	7,6	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4200	-
Cloretos	mg/l Cl	400	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1850	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	80	50
Setembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		1 de Setembro	
pH	Escala Sorensen	7,9	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4200	-
Cloretos	mg/l Cl	395	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1860	250
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	64	50
Outubro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		6 de Outubro	
pH	Escala Sorensen	7,4	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4000	-
Cloretos	mg/l Cl	393	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1760	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,03	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	64	50

Frequência de monitorização	Mensal (M) (cont.)
Período de Amostragem	**2º Semestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAGES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

Novembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		3 de Novembro	
pH	Escala Sorensen	7,8	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	4100	-
Cloretos	mg/l Cl	398	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1840	250
Cobre Total	mg/l Cu	0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	66	50
Dezembro			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		2 de Dezembro	
pH	Escala Sorensen	7,8	6-9
Condutividade	µS/cm a 20ºC	3900	-
Cloretos	mg/l Cl	371	250
Sulfatos	mg/l SO_4	1780	250
Cobre Total	mg/l Cu	<0,02	0,1
Oxigénio Dissolvido	% saturação de O_2	87	50

Frequência de monitorização	Trimestral (TM)
Período de Amostragem	**3º Trimestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAJES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

3º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		4 de Agosto	
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	9	25
Nitratos	mg/l NO_3	6,20	-
Arsénio Total	mg/l As	0,0030	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,0160	1,0
Cálcio	mg/l Ca	490	-

Frequência de monitorização	Trimestral (TM) (cont.)
Período de Amostragem	**4º Trimestre 2009**
Locais de Amostragem **BARRANCO DAS LAJES**	IBR 22
Responsabilidade da Análise	Laboratório SOMINCOR (Análises Laboratoriais)

4º Trimestre			
Parâmetros	**Unidades**	**Amostragem**	**VMA/VMR**
		3 de Novembro	
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/l	10	25
Nitratos	mg/l NO_3	6,90	-
Arsénio Total	mg/l As	0,0024	0,1
Zinco Total	mg/l Zn	0,0210	1,0
Cálcio	mg/l Ca	460	-

Legenda de não conformidades:

	Não cumprimento do VLE

ANEXO 7

Relatório produzido em Março-Maio de 2009 para a SOMINCOR no âmbito do protocolo estabelecido com o IMAR – CIC.

Relatório nº 54. Inverno de 2009

Biomonitorização da Ribeira de Oeiras

macroinvertebrados aquáticos

Ana Gonçalves, Ana Faustino, Ana Lírio, Dinis Maurício, Luís Moreira, Verónica Ferreira e Manuel Graça

IMAR – Instituto do Mar
Departamento de Zoologia,
Universidade de Coimbra
3004-517 Coimbra - Portugal

Índice

Abreviaturas / Glossário 3

Water Quality Map ... 4

Resumo ... 5

Summary ... 6

Secção 1: Qualidade Ecológica da Ribeira de Oeiras ... 7

1.1 Introdução ... 7

1.2 Resultados e Discussão ... 7

1.2.1 Síntese da informação físico-química ... 7

1.2.2 Síntese da informação biológica ... 8

1.2.3 Índices Bióticos IBO e IPtIs ... 9

1.2.4 Análises aglomerativas e multidimensionais ... 10

1.2.5 Espécies-chave na Ribeira de Oeiras; análise SIMPER e "Bubble plots" de taxa ... 10

1.2.6 MDS biológica com "Bubble plots" de parâmetros físico-químicos ... 11

1.2.7 MDS de parâmetros químicos com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras ... 11

1.3 Conclusões e Recomendações ... 11

1.4 Figuras ... 13

1.5 Tabelas ... 20

Secção 2: Metodologias ... 25

2.1 Amostragem de macroinvertebrados ... 25

2.2 Índices Bióticos ... 26

2.2.1 Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) ... 26

2.2.2 Invertebrate Portuguese Índex, South (IPtIs) ... 28

2.3 Análise Multivariada ... 29

Abreviaturas / Glossário

Análise aglomerativa: técnica de análise multivariada que permite visualizar as relações de similaridade entre amostras através de um dendograma.

ANOSIM: ANalysis Of SIMilarity; análise que permite comparar, em termos de significância estatística, grupos de amostras definidos em termos de (dis)similaridade pelas análises multivariadas.

Biomonitorização: programa de estudo continuado, no espaço e no tempo, de um ecossistema com base em parâmetros bióticos.

ETAM: Estação de Tratamento das Águas da Mina.

IBO: Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras.

Indicador biológico: parâmetro baseado em comunidades bióticas que fornece informação acerca da qualidade ambiental dos ecossistemas.

Índice biótico: expressão numérica resultante da presença de organismos aquáticos (*e.g.* macroinvertebrados) com diferentes graus de sensibilidade à poluição e da diversidade expressa em termos de riqueza taxonómica.

IPtIs: "Invertebrate Portuguese Índex, South"; é um índice desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal, para a avaliação da qualidade biológica dos rios com base nas comunidades de macroinvertebrados. Este índice é específico para o sul de Portugal.

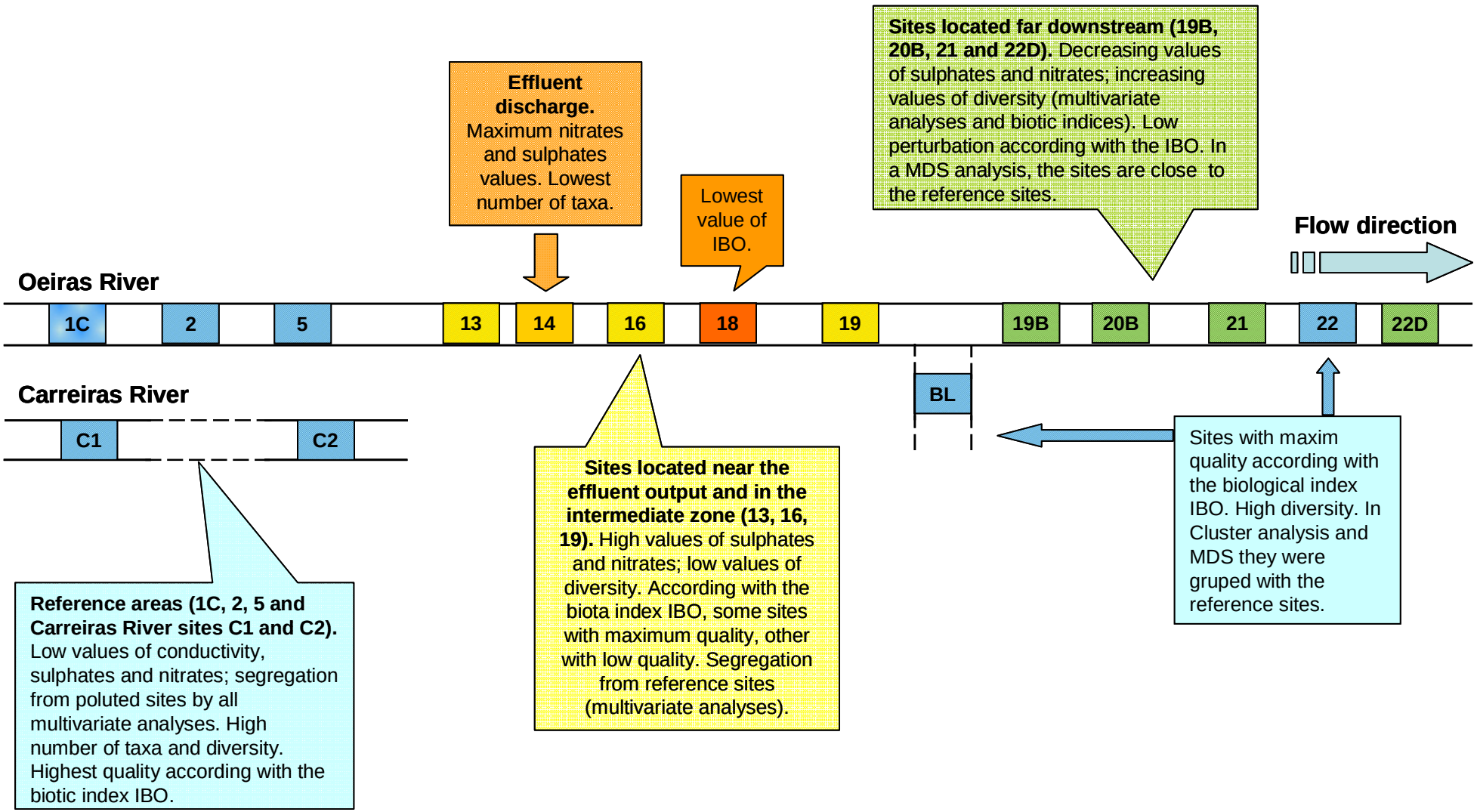
MacroInvertebrado (MI): invertebrado visível a olho nu.

MDS: Non-metric Multi-Dimensional Scaling; técnica de ordenação de amostras num espaço bi(multi)-dimensional.

SIMPER: "SIMilarity PERcentages - species contributions"; análise multivariada que avalia a similaridade de um conjunto de locais em termos taxonómicos e a dissimilaridade entre esse conjunto e outro. Indica ainda quais os taxa mais representativos de cada grupo e os que mais contribuem para a diferença entre eles.

Taxon / Taxa (plural): Grupo taxonómico (*e.g.* espécie, género, família).

Water Quality Map
Changes in biological and chemical quality along Oeiras River
(Winter, 2009)



Resumo

1. As águas da ribeira de Oeiras registam um aumento significativo nos teores de nitratos e sulfatos a jusante da mina.

2. A montante da mina a qualidade biológica das águas é boa, como o indicam a presença de taxa sensíveis (Nemouridae, Capniidae e Perlodidae) e consequentemente os elevados valores dos índices bióticos

3. A qualidade biológica da Ribeira de Oeiras diminui logo a jusante da mina, onde se verificam os valores mais baixos de número de taxa, baixa diversidade, desaparecimento de taxa sensíveis e baixo valor dos índices bióticos (excepto local 16). Estes locais estão segregados dos de referência em análises multivariadas de dados biológicos, indicando uma composição faunística diferenciada.

4. A recuperação é rápida e os locais BL/IBR22, 20B, 21 e 22 não são biologicamente distinguíveis dos locais de referência. A partir de 19B podemos dizer que há uma recuperação biológica quase parcial. Quimicamente as águas nunca recuperam ao valor dos locais de referência.

5. As chuvas ocorridas durante as amostragens podem ter contribuído para o arrastamento de invertebrados, o que explicaria os baixos valores observados em Carreiras 1 e os altos observados no local 16. No entanto, a qualidade elevada observada em BL não pode ser explicada por este efeito visto encontrar-se num tributário.

Summary

1. The waters from the Oeiras stream have a significant increase in nitrates and sulphates below the Neves-Corvo mina.

2. Above the mine the biological quality of the water is good, according with the presence of sensitive *taxa* (Nemouridae, Capniidae e Perlodidae) and therefore, high values of the biotic indices.

3. The biological quality of the waters decrease below the mine as can be judged by a decrease in the number of *taxa*, elimination of sensitive *taxa* and low values of the biotic indices (except 16). These sites were segregated from reference sites by multivariate (cluster and MDS) analysis, indicating a differentiated invertebrate community.

4. The recovery is fast and sites 22 and BL are not distinguishable (biologically) from reference sites. From 19B a partial recovery can be assumed. However, from the chemical point of view, there is not a complete recovery of the stream.

5. The rains during sampling were likely to affect the results, causing drift from reference to tested sites. However, it may not be the only explanation since the site BL, located in a tributary also had very high water quality.

Secção 1

Qualidade Ecológica da Ribeira de Oeiras

As comunidades de macroinvertebrados como bioindicadores

1.1 Introdução

Neste relatório avalia-se a qualidade biológica das águas da Ribeira de Oeiras e Carreiras com base nas comunidades de macroinvertebrados amostrados no Inverno de 2009, tendo por base colheitas feitas entre 3 e 5 de Março. Todo o processo de amostragem e tratamento de dados foi feito de acordo com as normas do Instituto Nacional da Água – INAG e a Directiva Quadro da Água (Lei da Água - nº 58/2005 de 29 de Dezembro e Decreto-Lei nº 77/2006 de 30 de Março). Uma descrição detalhada das metodologias está explícita na Secção 2.

1.2 Resultados e Discussão

1.2.1 Síntese da informação físico-química

No período a que correspondem as amostragens a Ribeira de Oeiras apresentava elevado fluxo superficial de água ao longo de toda a sua extensão. A falta de parâmetros físico-químicos para muitos locais não permite uma avaliação rigorosa das alterações espaciais ao longo da Ribeira de Oeiras.

Os parâmetros temperatura e CQO não diferiram significativamente acima e abaixo da mina (temperatura, t_0,195, = 16, p = 0,848; CQO, Mann-Whitney U test = 32, n = 13, p = 0,724). Os valores para o cobre foram rigorosamente os mesmos (0,02 mg / l). Os valores para estes parâmetros encontram-se dentro dos níveis normais registados em anos anteriores na mesma altura do ano.

A jusante da mina, os valores de nitratos e sulfatos foram respectivamente quatro a dez vezes superiores aos registados a montante (Tabela 1.1; t = 4,290, n = 13, p = 0,001 para os

nitratos e Mann-Whitney U = 15, n=13, p = 0,002 para os sulfatos). No entanto, enquanto que os valores de nitratos tendem a convergir para os valores obtidos a montante já no último local de amostragem, os de sulfatos mantêm-se muito elevados.

Para este período de amostragem faltaram dados sobre a condutividade. No entanto, no local 5 (onde esse parâmetro foi medido) a condutividade foi cerca de 10 vezes superiores aos encontrados no mesmo local em igual período do ano passado.

Os dados ambientais disponíveis para a maioria dos locais (sulfatos, nitratos, Cu e CQO) foram normalizados e sujeitos a uma Análise de Componentes Principais (PCA, Primer) com o objectivo de determinar quantitativamente se, para os parâmetros abióticos globais os locais a montante e a jusante diferiam e para determinar padrões de recuperação.

Observa-se que os locais referência (Fig. 1.1, grupo A) se diferenciam de todos os outros locais situados a jusante da descarga do efluente e que isso se deve principalmente às diferenças nos teores de sulfato. O local 14 é o que apresenta o valor máximo de concentração de sulfatos. Os últimos locais ao longo da ribeira (21, 22 e 22D) situarem-se no espaço bidimensional, numa posição intermédia entre os mais poluídos e os de referência, formam um grupo coeso (grupo B), demonstrando uma tendência para a recuperação do sistema com o aumento da distância ao ponto de descarga.

Resumidamente, podemos afirmar que as águas da Ribeira de Oeiras nos locais amostrados a jusante da mina apresentavam uma qualidade química inferior aos locais de referência.

1.2.2 Síntese da informação biológica

Neste período de Inverno foram amostrados 4320 invertebrados, classificados em 81 grupos taxonómicos (Tabelas 1.2 e 1.3).

O número de indivíduos nos diferentes locais amostrados foi normalmente reduzido, bem como a variabilidade entre locais (Fig. 1.2). O local C2 registou um número particularmente elevado de invertebrados, relativamente a todos os outros locais.

Em termos globais, os macroinvertebrados mais abundantes foram os plecópteros *Capnia sp.* (20%) e *Nemoura sp*. (10%), os dípteros Orthocladiinae (9%) e Simuliidae (7%) e os efemerópteros *Caenis luctuosa* (5%) (Tabela 1.3).

O número total de *taxa* de invertebrados foi significativamente superior nos locais de referência do que nos restantes (Fig. 1.3; t= 2,936, n= 16, p = 0,011). O mesmo se aplica à diversidade H' (médias = 4,3 vs. 3,4, t= 2,617, n= 16, p = 0,020), mas não à diversidade 1-λ (Mann Withney U = 54, n=16, p=0,207). (Tabela 1.2).

Os *taxa Capnia sp.*, *Nemoura sp*. e Perlodidae (indicadores de boa qualidade) foram mais abundantes nos locais de referência, enquanto os *taxa* Orthocladiinae e Simuliidae foram mais abundantes nos locais situados a jusante.

1.2.3. Índices Bióticos IBO e IPtIs

O Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) revelou qualidade máxima para a maioria dos locais de referência e para os locais BL/IBR22, 20B, 21 e 22. De acordo com o mesmo índice, os restantes locais teriam poluição moderada (14, BL) ou forte (18), o que pode indicar que a fraca qualidade ambiental deste local não é consequência directa da descarga da ETAM. Estes valores elevados de qualidade de águas podem estar relacionados com o incremento de caudal verificado na ribeira de Oeiras na altura das amostragens.

Segundo o IPtIs (Invertebrate Portuguese Índex, South), desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal, o valor do índice é estabelecido em função do número de famílias e nível de tolerância das mesmas e da situação em locais de referência. Assim, o índice revelou uma qualidade razoável a medíocre para os locais de referência e razoável a mau para os locais a jusante do lançamento do efluente. Verifica-se uma ligeira recuperação da qualidade biológica com o aumento da distância ao local de descarga (fig. 1.5).

Em relação ao índice IBO, as classes de qualidade obtidas para a maioria dos locais amostrados foram agora superiores às verificadas no Inverno passado (cerca de duas classes, em média). No entanto, pelo IPtIs, as classes de qualidade obtidas para todos os locais amostrados tenderam a ser inferiores às verificadas em igual período do ano passado (cerca de uma classe, em média), o que poderá dever-se ao arrastamento de alguns invertebrados pertencentes a *taxa* indicadores para jusante pela elevada corrente existente em ambas as ribeiras.

1.2.4. Análises aglomerativas e multidimensionais

Com o fim de conhecer se os locais de referência diferiam dos localizados a jusante da descarga da mina, foram aplicadas as seguintes análises multivariadas: Multidimensional Scaling (MDS, Primer 6), Análise aglomerativa / dendograma (método de UPGMA, Primer 6) com transformação dos dados por log (x+1) de modo a reduzir diferenças numéricas entra *taxa* muito e pouco abundantes.

Na análise aglomerativa dos dados biológicos (fig. 1.7) também se podem observar 3 grupos de locais bem diferenciados. O primeiro inclui os locais de referência e o BL/BR22 e o 22, que são dois locais situados a jusante da descarga da ETAM (grupo A). O segundo inclui os locais localizados imediatamente a seguir ao ponto de descarga da ETAM (Grupo B). O terceiro grupo corresponde aos locais mais afastados da mina (grupo C). O local 18 apresenta uma comunidade biológica significativamente diferente de todos os outros locais, a montante e a jusante do ponto de descarga da ETAM; este local foi classificado como o pior pelo IBO. O local C1 também se encontra isolado e já se tinha manifestado como diferente dos outros locais referência pelo reduzido número de *taxa*.

A MDS dos mesmos dados biológicos (fig. 1.6) mostra que os 3 grupos anteriores se encontram pouco individualizados, sugerindo mais um "continuo" de condições do que grandes diferenças entre grupos, como o demonstra o alto valor de stress (ANOSIM, R global=0,149; p=0,138), e por tal motivo, um certo nível de recuperação dos locais impactados situados mais a jusante da descarga do efluente.

1.2.5. Espécies-chave na Ribeira de Oeiras; análise SIMPER e Bubble plots de *taxa*

De acordo com a análise de SIMPER (Similarity/distance percentages, species/variable contributions, Primer 6), os *taxa* mais característicos dos locais de referência são principalmente Baetidae, *Nemoura* sp., *Micronecta* sp., Simuliidae e *Capnia* sp. (Tabela 1.4). Baetidae Simuliidae e Orthocladinae foram os mais característicos dos locais a jusante da mina. Ambos os grupos (referência e localizados a jusante da mina) são pouco coesos em termos de semelhança de comunidades de invertebrados (37,46% e 32,52% respectivamente de similaridade média), apresentando assim uma elevada variabilidade. Ainda assim, os dois grupos são

também muito diferentes, apresentando um valor de dissimilaridade entre eles elevado (69,85%). A análise de SIMPER mostrou ainda que para alguns *taxa* essa influência foi mais importante. A listagem dos *taxa* que mais contribuíram para a diferença entre os locais de referência e impactados mostra que algumas espécies sensíveis como Nemoura sp., *Capnia sp.* se encontram principalmente nos locais referência, estando praticamente ausentes ou representados por um número mais reduzido nos locais a jusante do efluente (fig. 1.8).

1.2.6 MDS com "Bubble-plots" de parâmetros físico-químicos

Os "Bubble-plots" (fig. 1.9) permitem sobrepor os valores dos parâmetros físico-químicos no diagrama de ordenação MDS obtido com base nos dados ambientais. Neste caso pode-se observar que os valores de concentrações de nitratos e sulfatos são consideravelmente maiores nos locais impactados em comparação com os locais de referência (grupo A) indicando uma má qualidade ecológica das águas naqueles locais. No entanto, as concentrações de CQO e de Cobre são semelhantes entre os locais de referência e impactados.

1.2.7 MDS de parâmetros químicos com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras

Através da análise MDS dos parâmetros químicos com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras e Carreiras através de "Bubble-plots" (fig. 1.10) demonstra que essas espécies mais sensíveis se encontram relacionadas com baixos valores de nitratos e sulfatos, encontrando-se por isso em maiores quantidades nos locais de referência e praticamente ausentes nos restantes locais influenciados pela descarga da ETAM.

1.3 Conclusões

A Ribeira de Oeiras apresentou uma qualidade ecológica geral elevada para o período de Fevereiro de 2009 e comparativamente maior do que a verificada no mesmo período do ano anterior.

A qualidade elevada é dada pelos valores elevados do índice biótico IBO, pela similaridade biológica entre locais de referência e

os mais afastados (de acordo com a análise multivariada MDS e análise aglomerativa)

Os locais situados a jusante da mina continuam a ter menos *taxa* e uma diversidade menor. Os parâmetros químicos que mais aumentam com a descarga do efluente são os sulfatos e nitratos.

1.4 Figuras

Os locais referência diferenciam-se de todos os outros locais situados a jusante da descarga do efluente relativamente aos teores de sulfato. Entre os locais impactados, os locais 21, 22 e 22D formam um grupo intermédio (grupo B), com concentrações intermédias de sulfatos.

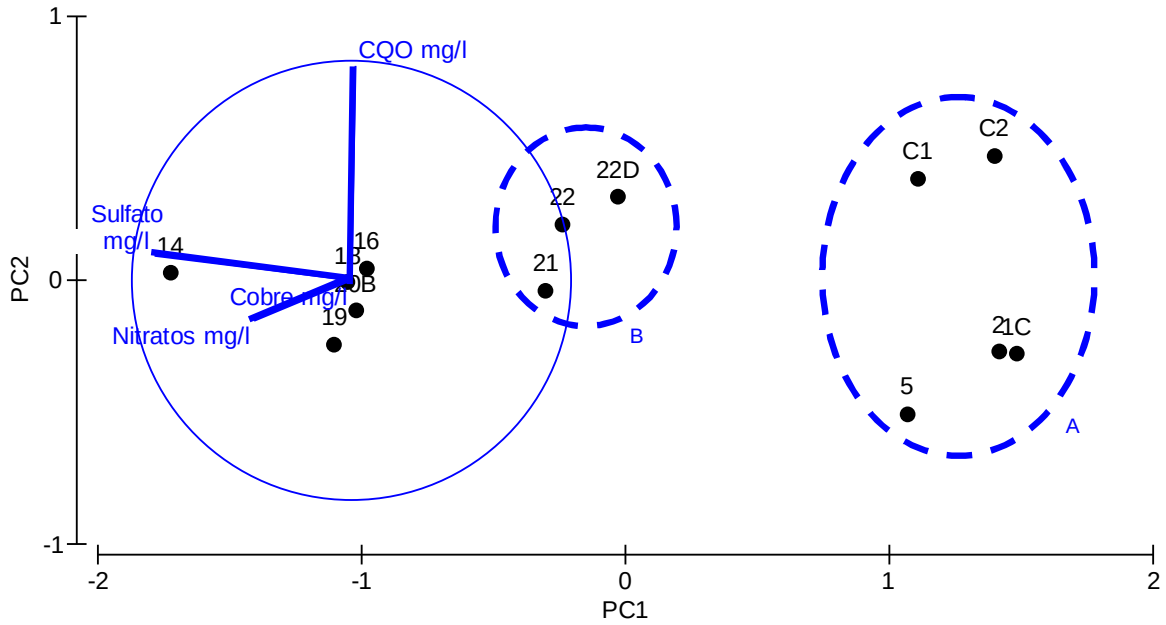


Figura 1.1 – Análise de componentes principais (PCA) relativa aos parâmetros físico-químicos analisados (sulfatos, nitratos, CQO e Cu total) nos locais amostrados nas ribeiras de Oeiras e Carreiras (Fevereiro de 2009).

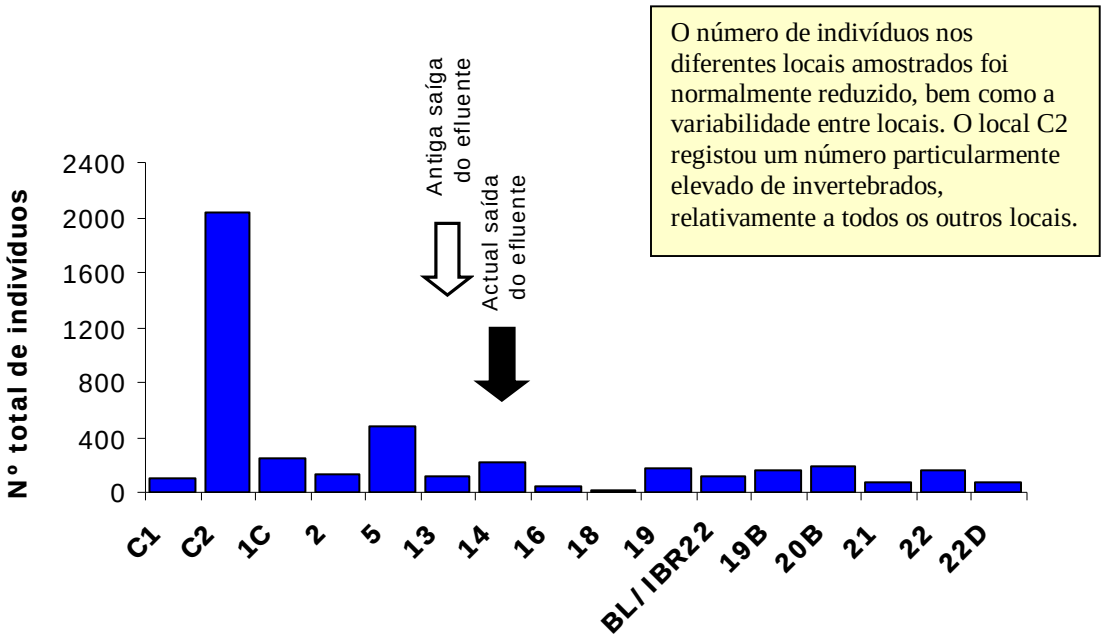


Figura 1.2 – Número de macroinvertebrados recolhidos nos locais de amostragem das ribeiras de Oeiras e Carreiras (Fevereiro de 2009).

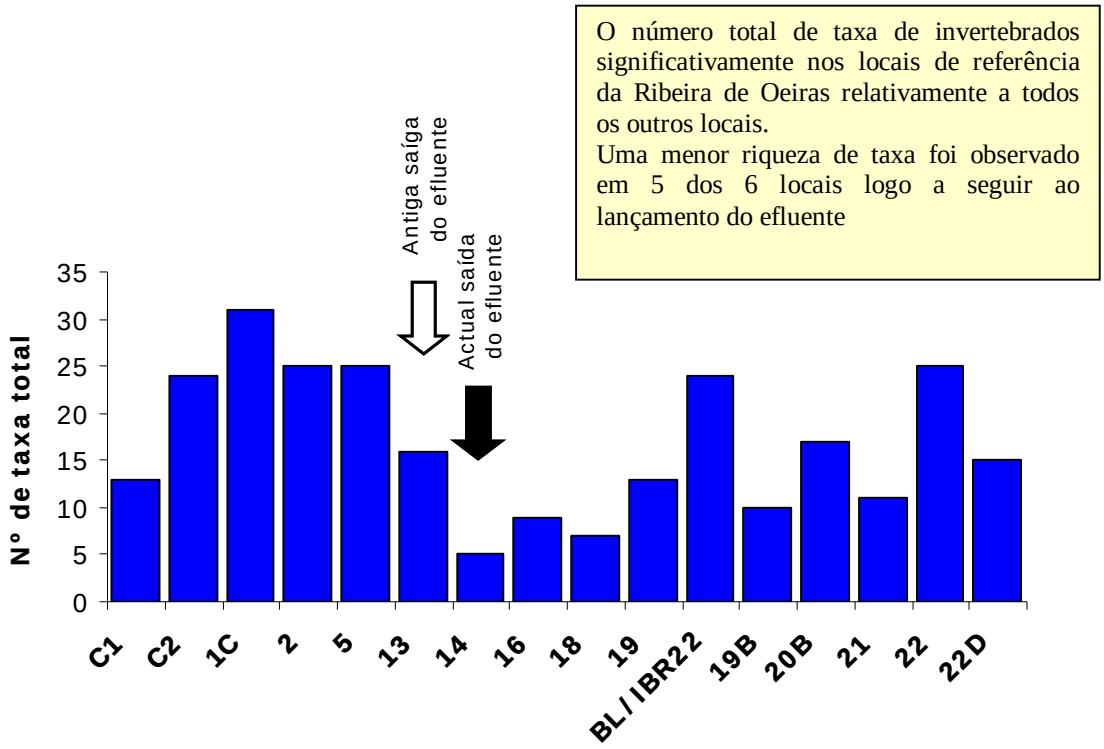


Figura 1.3 – Número total de *taxa* de macroinvertebrados recolhidas nos locais de amostragem das Ribeiras de Carreiras e Oeiras (Fevereiro de 2009).

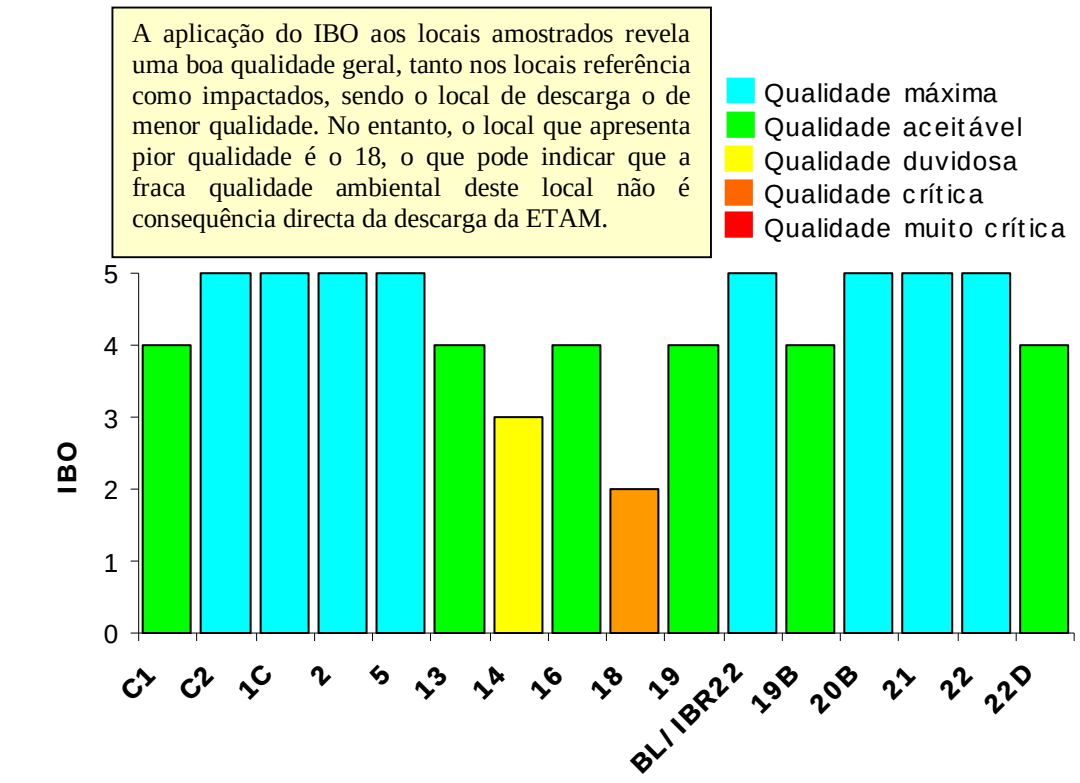


Figura 1.4 – Qualidade biológica das águas das Ribeiras de Carreiras e Oeiras segundo o índice biótico IBO (Fevereiro de 2009).

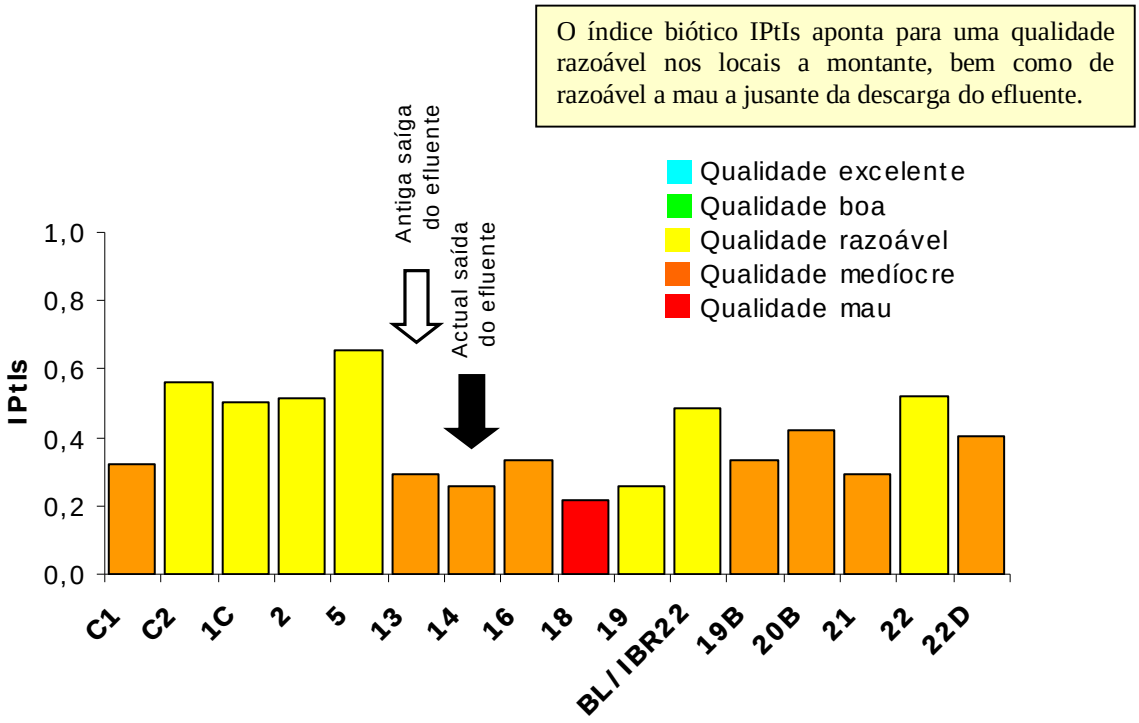
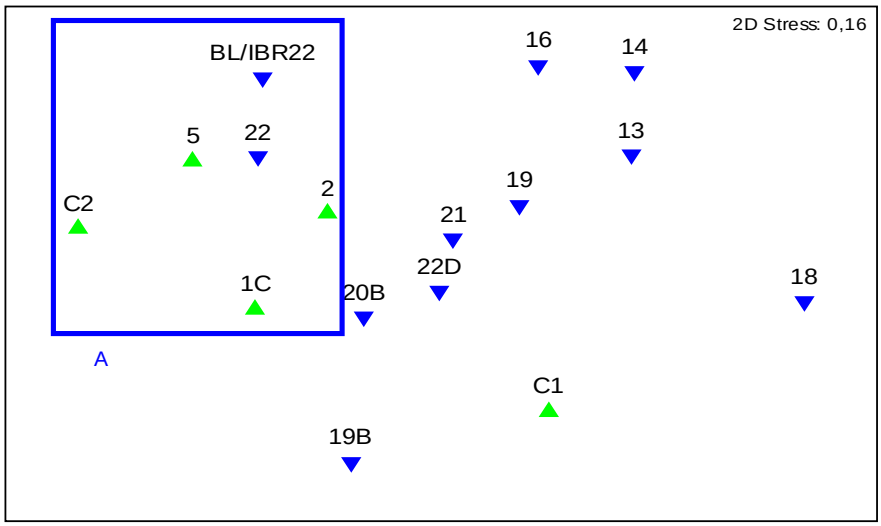


Figura 1.5 - Qualidade biológica das águas das Ribeiras de Carreiras e Oeiras de acordo segundo o índice biótico IPtIs (Fevereiro de 2009).



A análise MDS (2D) dos dados biológicos agrupou a maior parte dos locais de referência com alguns dos locais situados mais a jusante da ETAM (grupo A) e segregou os locais situados mais próximo da mesma de todos os outros.

Figura 1.6 – Imagem resultante da análise MDS das comunidades biológicas de todos os locais amostrados nas ribeiras de Oeiras e Carreiras (coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; transformação por log (x+1)) das amostras de macroinvertebrados (Fevereiro de 2009).

A análise aglomerativa dos dados biológicos segregou a maioria dos locais de referência (grupo A) dos locais situados mais a jusante da ETAM (grupo C). O local 18 apresenta uma comunidade biológica significativamente diferente de todos os outros locais. Os locais a jusante da descarga e situados mais próximo da mesma formam igualmente um grupo distinto de todos os outros relativamente à comunidade biológica (grupo B).

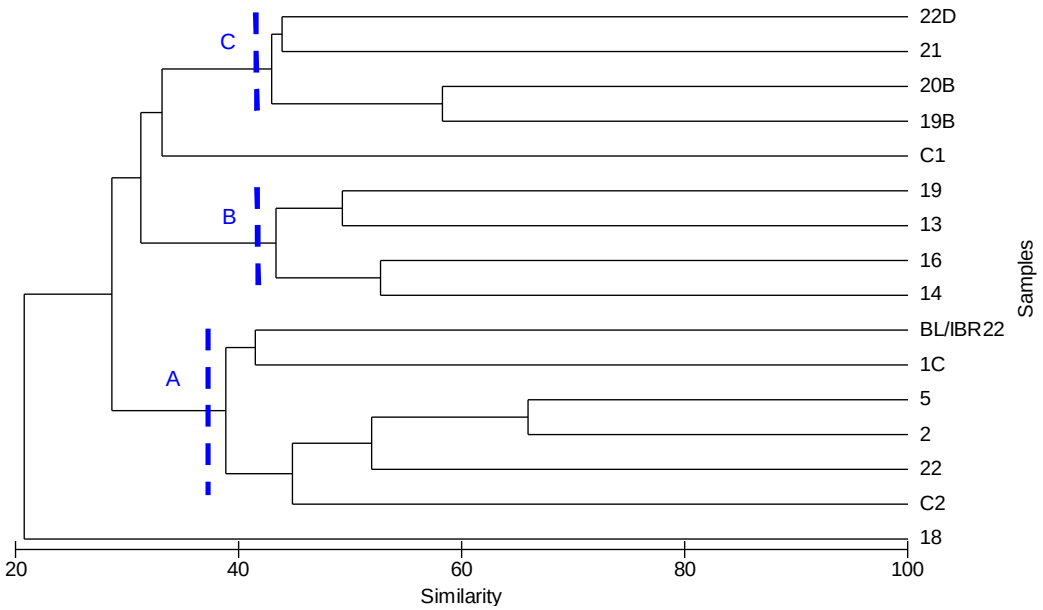
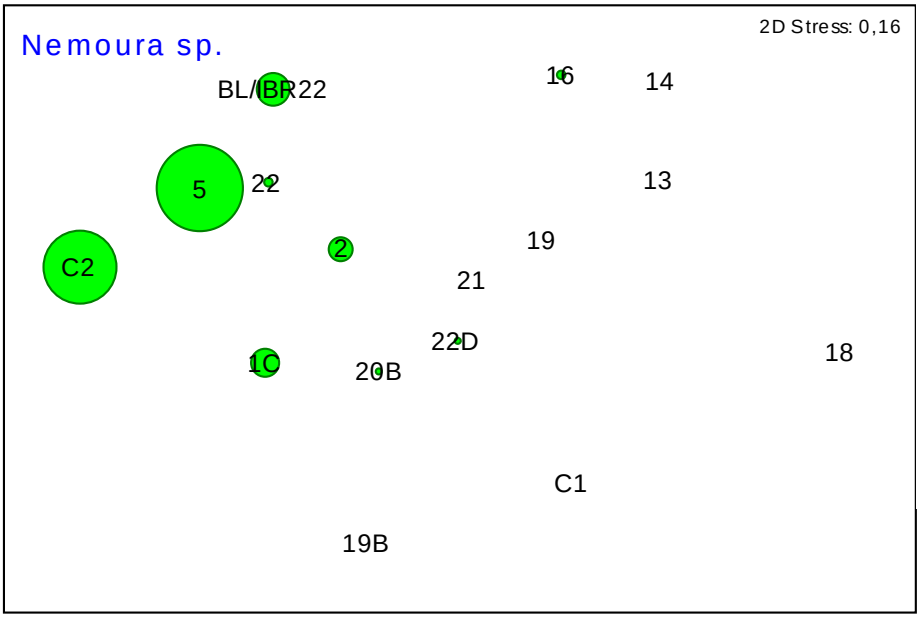
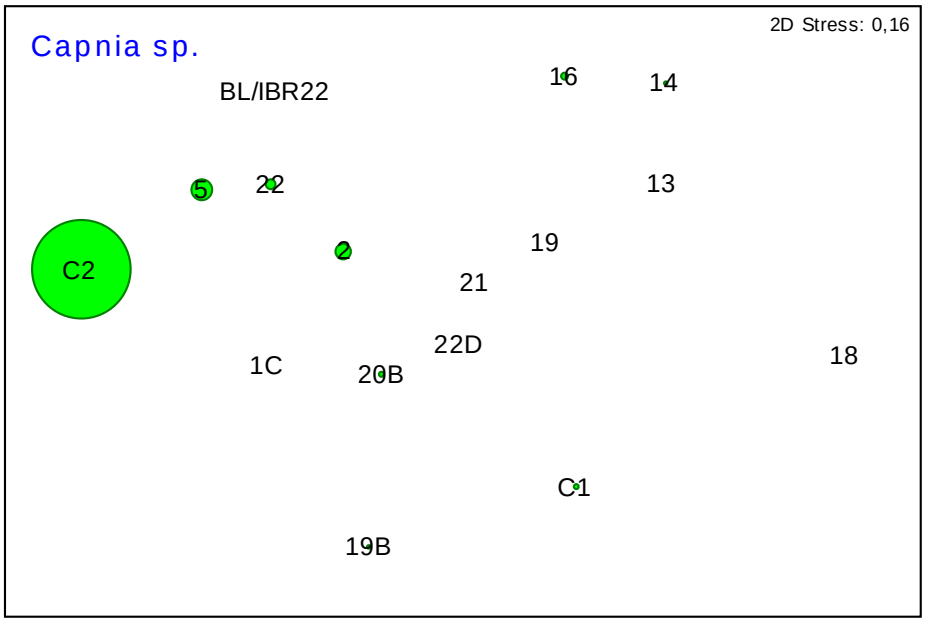


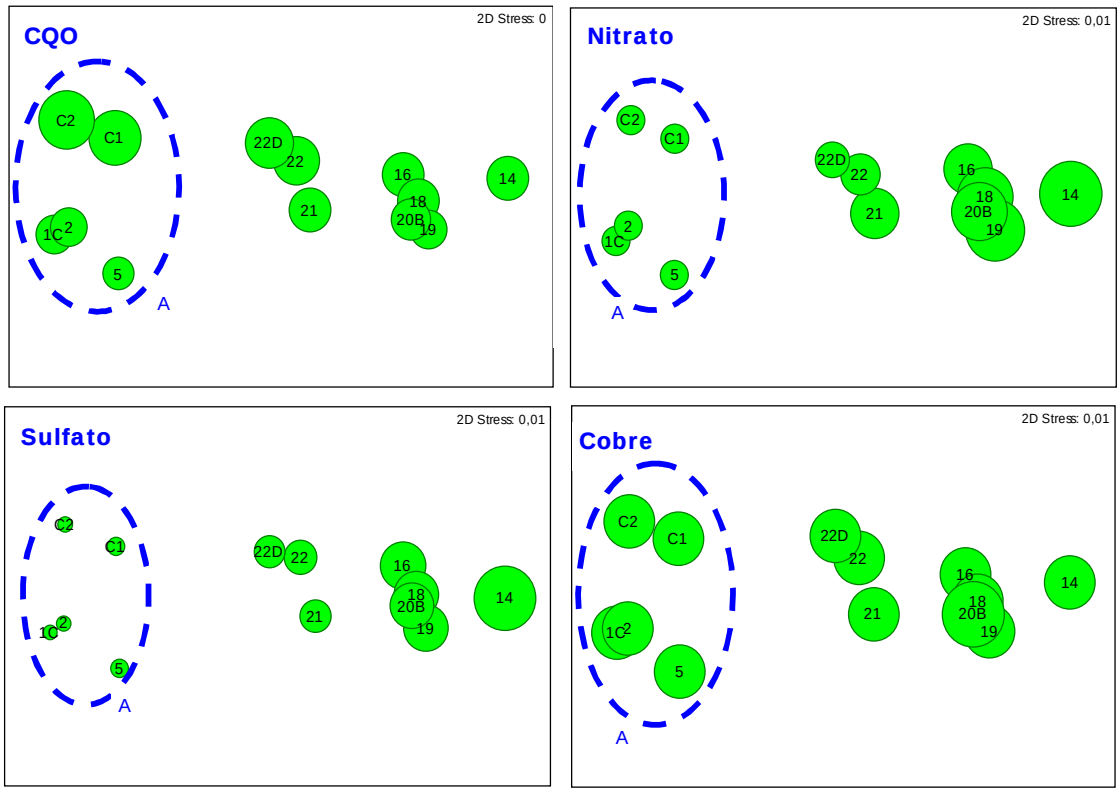
Figura 1.7 – Análise aglomerativa (Group Average: coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; transformação por log (x+1)) das amostras de macroinvertebrados (Fevereiro de 2009).





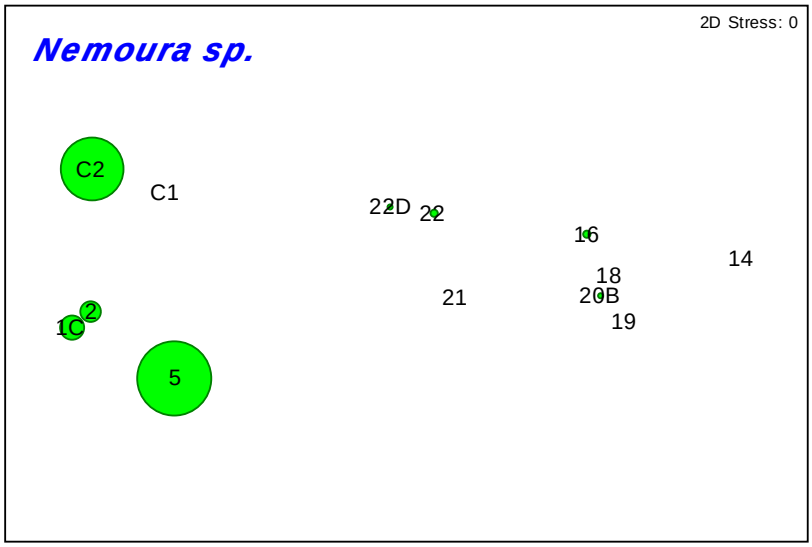
Algumas espécies sensíveis como *Nemoura sp.* e *Capnia sp.* encontram-se principalmente nos locais referência, estando praticamente ausentes nos locais a jusante do efluente.

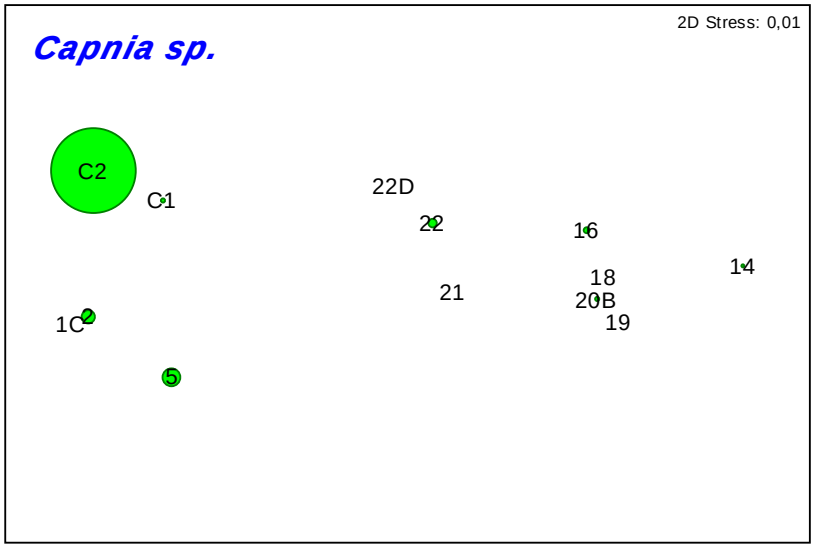
Figura 1.8 – Análises MDS com base nas comunidades de macroinvertebrados com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras, obtidas pela análise de SIMPER. O tamanho dos círculos ("Bubble plots") é proporcional à densidade.



As concentrações de nitratos e sulfatos foram significativamente maiores nos locais a jusante do que nos situados a montante da mina (grupo A), pelo que poderão ser responsáveis pela sua segregação em termos faunísticos na análise multidimensional. No entanto, as concentrações de CQO e de Cobre são semelhantes entre os locais de referência e impactados.

Figura 1.9 – Análises MDS com base nos dados ambientais com sobreposição da quantidade relativa dos parâmetros físico-químicos medidos para os mesmos locais nas ribeiras de Oeiras e Carreiras. O tamanho dos círculos ("Bubble plots") é proporcional ao valor do parâmetro correspondente. O grupo A delimita os locais de referência.





A densidade populacional de espécies mais sensíveis como *Nemoura sp.* e *Capnia sp.* encontra-se positivamente relacionadas com baixos valores de nitratos e sulfatos, encontrando-se por isso em maiores quantidades nos locais de referência e praticamente ausentes nos restantes locais influenciados pela descarga da ETAM.

Figura 1.10 – Análises MDS com base nos parâmetros químicos com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras, obtidas pela análise de SIMPER para os mesmos locais nas ribeiras de Oeiras e Carreiras. O tamanho dos círculos ("Bubble plots") é proporcional à densidade.

1.5 Tabelas

Tabela 1.1 - Parâmetros físico-químicos (Fevereiro de 2009). Valores expressos em mg/L excepto temperatura (ºC), oxigénio (%), pH e condutividade (µS/cm).

	C1	C2	1C	2	5	13	14	16	18	19	BL/IBR22	19B	20B	21	22	22D
Temperatura (°C) *	11,8	13,2	11,7	12,1	12,4	11,8	12,2	12,2	12,5	12,1	12,3	12,8	12	12	12,3	13,1
pH *					7,8				7,3	7,3					7,6	
Conductividade (µS/cm) *					3300				9100	8800					6100	
O_2 (%) *					114				78	91					100	
CQO mg/l	14	16	7	7	5		9	9	9	7			8	9	11	12
Nitratos mg/l	2	2	2	2	2		10	6	8	9			8	6	4	3
Sulfatos mg/l	39	28	25	27	40		490	267	256	256			246	125	138	122
Cobre mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02	0,02			0,03	0,02	0,02	0,02

parâmetros não considerados nas análises multivariadas

Os parâmetros temperatura, pH, CQO e concentração de cobre não variaram significativamente entre locais de referência e locais situados a jusante da mina.
As concentrações de sulfatos e nitratos foram consideravelmente superiores nos locais situados a jusante da descarga do efluente relativamente aos locais de referência. Os valores destes três parâmetros tendem a diminuir gradualmente para jusante da ETAM.

Tabela 1.2 – Número total de macroinvertebrados (N), número total de *taxa* (T), número de famílias (F), Índice Shannon (base 2, H'), o complementar do índice de Simpson (1-λ'), índice biótico IPtIs e classe de qualidade do IBO para 16 locais na área da Ribeira de Oeiras (Fevereiro de 2009).

	C1	C2	1C	2	5	13	14	16	18	19	BL/IBR22	19B	20B	21	22	22D
N	108	2040	243	129	473	119	212	37	11	172	110	163	187	74	166	76
T	13	24	31	25	25	16	5	9	7	13	24	10	17	11	25	15
F	12	21	22	19	23	11	4	9	7	11	20	9	15	10	20	14
1-l'	0,94	0,96	0,98	0,98	0,96	0,95	0,78	0,95	1,01	0,93	0,98	0,88	0,95	0,93	0,97	0,95
H'	3,47	4,47	4,71	4,49	4,39	3,72	2,03	3,08	2,77	3,37	4,40	2,85	3,81	3,24	4,36	3,66
IBO	4	5	5	5	5	4	3	4	2	4	5	4	5	5	5	4
IptIs	0,32	0,56	0,51	0,51	0,65	0,29	0,26	0,33	0,22	0,26	0,49	0,34	0,42	0,29	0,52	0,40

Tabela 1.3 - Macroinvertebrados recolhidos nos locais de estudo situados nas ribeiras de Oeiras e de Carreiras (Fevereiro de 2009).

	C1	C2	1C	2	5	13	14	16	18	19	BL/ IBR22	19B	20B	21	22	22D
Mollusca																
Bithynia tentaculata															1	
Ancylus fluviatilis		28			1						1	1			1	
Lymnaeidae	2															
Lymnae truncatula														1		
Physa sp.			2		2											
Curbicula sp.		6														
Oligochaeta																
Erpobdella odoculata					1									1		
Lumbricidae	5	17		4	4						1		1	1		1
Lumbriculidae	3			4	53						2				1	
Naydidae																1
Tubificidae			44	2	6			2		3	3				3	
Acarina																
Hydracarina		6	15	1	1	1			1	2						
Crustacea																
Atyaephyra desmarestii			6	2	1							65	56	8		
Procambarus clarkii											2					
Ostracoda											2		1			
Collembola										1						
Ephemeroptera																
Ephemeroptera		6														
Baetidae	4	28	46	8	8	12		3	2	7	11	71	15	2	35	28
Caenis sp.		89	17	6	9					24		2	6	13	32	20
Ecdyonurus sp.				1	5										1	
Plecoptera																
Plecoptera		10														
Capnia sp.	2	810		20	36		1	4				1	2		8	
Leuctridae					2											
Nemoura sp.		149	22	16	208			2			30		1		2	1
Perlodidae		154		16	48							1	4	28		1
Diura bicaudata		17													40	
Odonata																
Boyeria irene			3								2					
Coenagrion sp.			3			1			1	1						
Cordulegaster sp.		6	3	1		2					1					
Platycnemis sp.					2								1			
Heteroptera																
Corixinae sp.						4										
Microneta sp.	75	204	20	3		1				6	2	19	22		1	5
Hydrometridae	1								1							
Hydrometra sp.																1
Notonectidae			2						2							
Velia sp.											2					
Coleoptera																
Dryops sp.	2															1
Dytiscidae						3		3								
Agabus sp. 1			3	3							6		1		3	
Agabus sp. 2			2			1				1						

Bidessus sp.																2
Copelatus sp.													2			
Dytiscus sp. (ad.)						1										
Hyphydrus sp.															1	
Laccophilus sp. (ad.)			1													
Lacophilus sp. 2											1					
Lacophilus sp.1											1					
Porhydrus sp.			1								2					
Elmidae													1			
Macronichus sp.															1	
Normandia sp. (ad.)	1															
Oulimnius sp.		44		3	14										7	
Gyrinus sp.			1			5										
Haliplus sp.				2												
Peltodytes sp.			1													
Hydraena sp.			2					1								
Limnebius sp.															1	
Hydrochus sp.											1					
Hydrophilidae	8		1	1											1	
Anacaena sp.		17									2					
Coelostoma sp. (ad.)												1			2	
Helochares sp. (ad.)			1			1										
Laccobicus sp. (ad.)				1												
Limnosunus sp. (ad.)			1													
Cyphon sp.			17										46			
Trichoptera																
Ecnomidae		6														
Hydroptila sp.		6			22						2					
Athripsodes sp.		11														
Diptera																
Diptera						10										
Ceratopogonidae sp.1	1	22		5	5	26	6	3		1	1		5	1	4	3
Ceratopogonidae sp. 2			5													
Ceratopogonidae sp. 3			1													
Sf. Chironomini			3	3	5											6
Sf. Orthocladiinae	2		6	3	5	47	195	15	2	87		1	18	3	1	3
Sf. Tanypodinae		39	5	5	1						10				9	
Sf. Tanytarsini			7	2		3	6			36	12	1	5	8	1	
Fisuliidae										1						
Limoniidae		105	1	1	18						9				3	1
Rhagionidae		6			1											
Simuliidae	2	254	1	16	15	1	4	4	2	2	4			8	6	2
Tipulidae															1	
Nº de indivíduos total	108	2040	243	129	473	119	212	37	11	172	110	163	187	74	166	76

Foram recolhidos mais de 4000 macroinvertebrados distribuídos por 81 unidades taxonómicas. Os grupos taxonómicos mais abundantes foram os *Micronecta, Nemoura* sp., *Capnia sp.* e Simulidae.

Tabela 1.4 - Análise SIMPER. Listagem por ordem decrescente de contribuição, contrib.% (até um máximo de 90% de contribuição cumulativa, cum.%) dos *taxa* que mais contribuem para a semelhança dos locais do grupo de referência (Tabela A) e dos locais a jusante do efluente (impactados) (Tabela B). A Tabela C apresenta a lista dos *taxa* que mais contribuem para a diferença entre os dois grupos.

Tabela 1.4.A
Grupo de referência
Similaridade média: 37,46

Taxa	Abundância média	Contrib. (%)	Cum. (%)
Baetidae	2,64	11,88	11,88
Nemoura sp.	3,26	9,63	21,51
Microneta sp.	2,82	8,66	30,17
Simuliidae	2,59	8,11	38,28
Capnia sp.	2,89	7,1	45,38
Caenis sp.	2,33	6,53	51,91
Lumbricidae	1,58	6,03	57,94
Sf. Orthocladiinae	1,24	5,33	63,27
Perlodidae	2,35	4,54	67,81
Ceratopogonidae sp.1	1,48	4,15	71,96
Sf. Tanypodinae	1,59	3,67	75,63
Lumbriculidae	1,4	3,32	78,96
Limoniidae	1,8	2,98	81,94
Hydracarina	1,22	2,58	84,52
Oulimnius sp.	1,58	2,54	87,06
Sf. Chironomini	0,91	2,4	89,46
Tubificidae	1,37	2,35	91,81

Tabela 1.4.B
Grupo de locais impactados
Similaridade média: 32,52

Taxa	Abundância média	Contrib. (%)	Cum. (%)
Baetidae	2,25	21,05	21,05
Sf. Orthocladiinae	2,24	20,45	41,5
Simuliidae	1,18	12,57	54,07
Ceratopogonidae sp.1	1,23	9,67	63,74
Sf. Tanytarsini	1,35	8,93	72,68
Caenis sp.	1,4	7,23	79,91
Microneta sp.	1,12	5,59	85,5
Capnia sp.	0,57	2,36	87,85
Atyaephyra desmarestii	0,95	2,18	90,04

Tabela 1.4.C
Grupos de referência e de locais impactados
Dissimilaridade média: = 69,85

	Abundância média			
Taxa	**Grupo de locais de referência**	**Grupo de locais impactados**	**Contrib. (%)**	**Cum. (%)**
Nemoura sp.	3,26	0,64	5,8	5,8
Microneta sp.	2,82	1,12	5,49	11,3
Capnia sp.	2,89	0,57	5,05	16,34
Perlodidae	2,35	0,58	4,43	20,77
Caenis sp.	2,33	1,4	3,85	24,62
Sf. Orthocladiinae	1,24	2,24	3,63	28,25
Simuliidae	2,59	1,18	3,38	31,63
Lumbriculidae	1,4	0,16	3,34	34,98
Lumbricidae	1,58	0,25	3,27	38,24
Limoniidae	1,8	0,4	3,12	41,37
Sf. Tanypodinae	1,59	0,43	2,96	44,33
Baetidae	2,64	2,25	2,91	47,24
Atyaephyra desmarestii	0,75	0,95	2,9	50,14
Oulimnius sp.	1,58	0,19	2,88	53,02
Tubificidae	1,37	0,48	2,82	55,84
Sf. Tanytarsini	0,64	1,35	2,81	58,64
Ceratopogonidae sp.1	1,48	1,23	2,44	61,08
Hydrophilidae	0,72	0,06	2,24	63,32
Hydracarina	1,22	0,23	2,18	65,5
Sf. Chironomini	0,91	0,18	2,03	67,53
Hydroptila sp.	1,02	0,1	1,88	69,42
Cyphon sp.	0,58	0,35	1,68	71,1
Cordulegaster sp.	0,81	0,16	1,48	72,58
Agabus sp. 1	0,55	0,37	1,47	74,05
Ancylus fluviatilis	0,81	0,19	1,38	75,43
Diura bicaudata	0,58	0,34	1,3	76,74
Ecdyonurus sp.	0,5	0,06	1,09	77,83
Anacaena sp.	0,58	0,1	0,95	78,78
Physa sp.	0,44	0	0,89	79,67
Dryops sp.	0,22	0,06	0,88	80,56
Coenagrion sp.	0,28	0,19	0,88	81,43
Lymnaeidae	0,22	0	0,83	82,26
Rhagionidae	0,53	0	0,83	83,09
Ceratopogonidae sp.2	0,36	0	0,73	83,82
Athripsodes sp.	0,5	0	0,7	84,52
Boyeria irene	0,28	0,1	0,69	85,21
Plecoptera	0,48	0	0,68	85,89
Notonectidae	0,22	0,1	0,66	86,54
Agabus sp. 2	0,22	0,13	0,63	87,17
Dytiscidae	0	0,25	0,61	87,78
Gyrinus sp.	0,14	0,16	0,59	88,36
Hydrometridae	0,14	0,06	0,58	88,94
Hydraena sp.	0,22	0,06	0,56	89,5
Ephemeroptera	0,39	0	0,55	90,05

Ambos os grupos (referência e perturbados) são pouco coesos em termos de semelhança de comunidades de invertebrados (37,46% e 32,52%, respectivamente). Ainda assim, os dois grupos são também muito diferentes, apresentando um valor de dissimilaridade entre eles elevado (69,85%).
Os taxa que mais contribuem para a diferença entre os dois grupos de locais (>5%) são Nemoura sp. e Capnia sp..

Esta secção é comum a todos os relatórios. Alterações nas metodologias previamente descritas estão assinaladas com uma cor diferente.

Secção

2

Metodologias

2.1 Amostragem de macroinvertebrados

O plano de biomonitorização da Ribeira de Oeiras consiste na avaliação da qualidade biológica das águas com base nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos.

A vantagem do uso de invertebrados aquáticos nos programas de biomonitorização foi já indicada em relatórios anteriores: devido ao seu ciclo de vida relativamente longo e necessidades específicas de determinadas condições, a presença ou ausência de determinados taxa, assim como alterações na estrutura das comunidades são um indicador das condições ambientais prevalecentes. Pretende-se assim, com base em métodos biológicos, determinar se o lançamento do efluente da ETAM na Ribeira de Oeiras causa algum impacte considerável nas condições ambientais e qual a sua intensidade e extensão.

No sentido de avaliar o impacto provocado pela emissão do efluente da ETAM foram definidos vários locais de amostragem ao longo das Ribeira de Oeiras e de Carreiras. Como locais de referência foram estabelecidos três locais na Ribeira de Oeiras, situados a montante do ponto de descarga do efluente: 1C (Monte da Ossada), 2 (Monte de Bentes) e 5 (Horta da Reveza) e dois locais na Ribeira de Carreiras: C1 (localizado mais a montante) e C2 (situado a jusante já perto da confluência com o Rio Guadiana). A jusante do ponto de descarga do efluente foram estabelecidos dez locais de amostragem: 13 (antigo ponto de saída do efluente), 14 (saída do efluente), 16 (Vertedor da ribeira), 18 (Malhão Largo), 19 (Monte do Pereiro), 19B (Monte Queimado), 20B (Monte da Caiada), 21 (Monte Velho), 22 (Ponte de Penilhos) e posteriormente o local 22D (Fonte Santa).

A Ribeira de Oeiras apresenta uma grande heterogeneidade de habitats: zonas de corrente, pegos profundos, substratos arenosos e pedregosos, com e sem vegetação emergente. Esta

heterogeneidade dificulta uma amostragem quantitativa. Por esse motivo, optou-se por utilizar um método semi-quantitativo que consiste na utilização de uma rede de mão (abertura padrão de 30x30cm, 0,5mm de malha) pelo processo de "kick-and-sweep sampling". Esta metodologia consiste na remoção do substrato com o pé e imediata passagem da rede e/ou arrastamento pela vegetação numa extensão de *ca* 1m. Em cada local de amostragem são feitas 6 recolhas distribuídas proporcionalmente pelos principais macrohabitats (substrato pedregoso e/ou arenoso, vegetação submersa, zonas de água corrente, zonas de remanso) com o objectivo de maximizar a informação biológica. Estas sub-unidades de amostragem constituem uma amostra cumulativa e são colocadas em sacos de plástico devidamente etiquetados, transportadas numa mala térmica com gelo para o laboratório onde se procede à triagem imediata dos organismos e à sua conservação em álcool a 70% para posterior identificação.

Como indicadores de qualidade das águas são utilizados vários parâmetros biológicos, como o número total de organismos por local, número de *taxa* (como medida de diversidade), índices bióticos, percentagem de organismos intolerantes de acordo com o IBO e IPtIs, percentagem de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera: organismos tidos como intolerantes) e métodos de análise multivariada.

2.2 Índices Bióticos

Estes índices são expressões numéricas baseadas na resposta ecofisiológica da comunidade a determinadas condições ambientais. No seu cálculo é considerada a presença/ausência de organismos-chave indicadores de diferentes graus de tolerância/intolerância a determinadas condições físico-químicas. Também pode ser tida em conta a abundância de indivíduos de alguns grupos taxonómicos considerados importantes indicadores. Em alguns casos, a diversidade da comunidade é também tida em consideração.

2.2.1 Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO)

O IBO foi desenvolvido especificamente para as condições da Ribeira de Oeiras tendo em conta a informação previamente obtida com base nas comunidades de macroinvertebrados e nas análises físico-químicas (para mais detalhes ver relatório interno "Índice Biótico para a Avaliação da Qualidade da água da Ribeira de Oeiras", Janeiro de 1995).

A determinação da qualidade da água com base neste índice é feita com base na presença/ausência de organismos indicadores tendo em conta as condições hidrológicas dominantes (período de seca e período com fluxo superficial de água).

Posteriormente procedeu-se a uma melhoria do índice, de forma a ter em conta a riqueza taxonómica (tal como no caso do índice biótico de Trent e derivados: IBB, IBG). Esta melhoria consistiu no cálculo do número de *taxa* médio - em cada um dos períodos hidrológicos - para os locais de referência e para os locais situados a jusante do ponto de descarga do efluente (14 – 22D). Estes valores serviram de base para o estabelecimento dos intervalos de unidades sistemáticas, tal como são apresentadas nas tabelas de cálculo do índice (Tabelas 4.I e 4.II). Foram utilizados os dados de 1994 a 1997.

Cálculo do Índice

Para calcular o índice biótico, os macroinvertebrados são identificados até ao género (excepto os dípteros que são identificados até ao nível da família), ou simplesmente pela sua presença (*e.g.* Hydracarina, Oligochaeta). O número de unidades sistemáticas é então contabilizado (classes de anelídeos e moluscos, famílias de insectos e presença de Hydracarina e crustáceos). O índice é determinado de acordo com uma tabela de duas entradas, que apresenta duas formas - uma para o período em que há corrente (Tabela 4.I) e outra para o período em que não há corrente (Tabela 4.II).

Nas tabelas, o primeiro passo consiste em verificar quais os *taxa* indicadores presentes na amostra (1ª linha da primeira coluna das tabelas). Se a amostra não apresenta nenhum dos *taxa* indicadores, passa-se sucessivamente à linha seguinte até se encontrar um *taxon* indicador (ou nenhum *taxon*). O passo seguinte consiste em passar para as colunas do lado direito e cruzar a informação relativa aos *taxa* indicadores com a abundância de unidades sistemáticas. Obtém-se assim o valor do índice. Para efeitos de cálculo do índice, um organismo só se considera como presente quando representado por mais de 4 indivíduos.

Nas tabelas, os *taxa* indicadores estão colocados de cima para baixo, por ordem crescente de tolerância à poluição. O índice varia entre 1 e 5 indicando assim 5 classes de qualidade de águas:

Valor 5: qualidade de água máxima; poluição inexistente.

Valor 4: qualidade de água aceitável; poluição ligeira provável.

Valor 3: qualidade de água duvidosa; poluição moderada.

Valor 2: qualidade de água crítica; poluição forte.

Valor 1: qualidade de água muito crítica; poluição muito forte.

Tabela 2.1 – Índice para a Ribeira de Oeiras de acordo com os *taxa* indicadores presentes e o número de unidades sistemáticas – **Período lótico ou de águas correntes.**

***Taxa* indicadores**	**Unidades sistemáticas (U.S.)**				
	+10	**8-10**	**5-7**	**2-4**	**0-1**
Ecdyonurus, *Ephemerella*, Leptophlebiidae, Plecoptera, *Oulimnius*	5	4	4	3	2
Bithynia, Hydracarina, *Atyaephyra*, Baetidae, *Caenis*, *Platycnemis* ou Trichoptera	4	4	3	2	1
Physa, Coenagrionidae ou Libellulidae	4	3	3	2	1
Berosus, Culicidae ou Chironomidae vermelhos (principalmente *Chironomus*) ou ausência de invertebrados	3	3	2	2	1

Tabela 2.2 – Índice para a Ribeira de Oeiras de acordo com os *taxa* indicadores presentes e o número de unidades sistemáticas – **Período lêntico ou de seca.**

***Taxa* indicadores**	**Unidades sistemáticas (U.S.)**				
	+8	**7-8**	**5-6**	**2-4**	**1-0**
Leptophlebiidae	5	4	4	3	2
Atyaephyra, *Oulimnius* ou Trichoptera com casulo	4	4	3	2	1
Bithynia, Hydracarina, Baetidae, *Caenis*, *Platycnemis*, Trichoptera sem casulo, Simuliidae ou Outros Diptera (excepto Culicidae e Chironomidae vermelhos)	4	3	3	2	1
Physa, Coenagrionidae, Libellulidae, Aeshnidae, Heteroptera (excepto *Micronecta*) Coleoptera (excepto Haliplidae e *Oulimnius*), Culicidae ou Chironomidae vermelhos (principalmente *Chironomus*) ou ausência de invertebrados	3	3	2	2	1

2.2.2 Invertebrate Portuguese Index, South (IPtIs)

O IPtIs (Invertebrate Portuguese Índex, South) foi desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal. O valor do índice é determinado em função do número de famílias e nível de tolerância das mesmas e da situação em locais de referência e calcula-se da seguinte maneira:

IPtIs = 0.4*(nº total de famílias/mediana de referência) + 0.2*(IASTP-2/mediana de referência) + 0.2*(EPT/mediana de referência) + 0.2*(log (sel. EPTCD+1)/mediana de referência),

Sendo EPT o número de famílias dos taxa Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, IASPT = (IBMWP/nº famílias) e Sel. EPTCD o número de Chloroperlidae, Nemouridae, Leuctridae, Leptophlebidae, Ephemerellidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Elmidae, Dryopidae e Athericidae.

O IPtIs foi aplicado a todos os locais das ribeiras de Oeiras e Carreiras aplicando as classes de qualidade relativas ao tipo S1<100 (Sul 1 com bacia de drenagem inferior a 100 km^2). Os valores do índice variam entre 0 e 1. As classes de qualidade consideradas são:

Qualidade excelente: valor superior a 0.97

Qualidade boa: valor entre 0.72 e 0.97

Qualidade razoável: valor entre 0.48 e 0.72

Qualidade medíocre: valor entre 0.24 e 0.48

Qualidade má: valor inferior a 0.24

2.3 Análise Multivariada

O processo de tratamento de dados, em termos de métodos de análise multivariada, foi modificado com a introdução de novas técnicas consideradas como estatisticamente robustas e eficientes na detecção de efeitos ambientais. O tratamento de dados terá agora por base o programa PRIMER 6 para Windows.

As questões mais relevantes no contexto do presente programa de biomonitorização são: (1) A descarga do efluente da ETAM afecta as comunidades bióticas da Ribeira de Oeiras? (2) Se a resposta à questão anterior é sim, qual a intensidade da perturbação? e (3) Qual a extensão da referida perturbação?

Para responder a estas questões, o trabalho assenta na metodologia geral resumida na fig. 2.1 e que consiste no seguinte:

1. Os macroinvertebrados são amostrados, segundo a metodologia padrão tradicional descrita atrás. As amostragens biológicas são acompanhadas por determinações *in situ* de parâmetros físico-químicos, como a temperatura e o oxigénio

dissolvido usando medidores de campo e a recolha de amostras de água para posterior análise laboratorial.

2. Os macroinvertebrados são identificados nos laboratórios do Departamento de Zoologia da Universidade de Coimbra / IMAR, enquanto que as amostras de água são analisadas no laboratório químico da SOMINCOR. O processo de identificação taxonómica tem-se mantido constante, com a preocupação de identificar os exemplares, sempre que possível até ao género. A identificação até ao nível de espécie (1) tornaria muito caro o programa de biomonitorização, (2) é dificultada pela falta de especialistas e bibliografia adequada e (3) não implicaria uma melhoria significativa da informação sobre a alteração nas condições ambientais.

3. São produzidas matrizes de (1) locais de amostragem vs. número e tipo de invertebrados amostrados e (2) locais de amostragem vs. parâmetros ambientais.

4. É calculado o valor do Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) para cada amostra biológica, que classifica numa escala de 1 a 5 a qualidade ecológica da água (ver atrás). Foi decidido abandonar a aplicação do índice BMWP' dado ter sido demonstrado repetidas vezes ser inadequado para a Ribeira de Oeiras e muito provavelmente para qualquer outro rio de características marcadamente mediterrânicas.

5. No Inverno de 2008 introduziu-se a aplicação do IPtIs (Invertebrate Portuguese Index, South) por ser o índice adoptado para esta região de Portugal no âmbito da Directiva Quadro da Água Europeia.

6. Frequentemente, alterações na qualidade ambiental repercutem-se em alterações na diversidade das comunidades bióticas. A diversidade será medida pelo Complementar do Índice de Simpson (1-λ') e pelo índice de Shannon (procedimento DIVERSE).

7. A matriz biológica é reduzida por eliminação de *taxa* com carácter esporádico. Este passo é necessário uma vez que, quando número de indivíduos de uma espécie é naturalmente baixo, a probabilidade de os amostrar depende mais do acaso do que das condições ambientais prevalecentes. Estes *taxa* podem assim distorcer as relações de similaridade.

8. Os dados de abundância são transformados para retirar peso às espécies caracterizadas por ocorrência em grandes números. O significado ecológico de ter 1000 ou 800 indivíduos (diferença = 200) é muito menor do que ter 0 ou 50 (diferença = 50). Este passo é particularmente importante quando as amostras não são

rigorosamente quantitativas. Duas das transformações possíveis são: √√(x) ou, a aqui utilizada, log (x+1).

9. Os locais de amostragem são comparados por relações de similaridade da sua fauna utilizando o Índice de Bray-Curtis. A similaridade quantifica a semelhança faunística entre locais e varia entre 0 (sem espécies em comum) e 100 (idêntica composição faunística).

10. As relações de similaridade são analisadas por análise aglomerativa (procedimento CLUSTER). Esta técnica permite agrupar locais semelhantes do ponto de vista faunístico. Do ponto de vista ambiental, a técnica permite detectar alterações na comunidade biótica em resposta a alterações ambientais.

11. As relações de similaridade são também analisadas por "non-metric Multidimensional Scaling" (MDS). Este método de ordenação permite colocar as amostras num diagrama bi- ou tri-dimensional de modo que a ordem de dissimilaridade (= inverso da similaridade = distância) entre amostras coincida com a (dis)similaridade da matriz obtida no passo 8. O sucesso deste processo é indicado pelo coeficiente de "stress". Valores inferiores a 0.05 são indicadores de uma representação bi-dimensional excelente, sem distorção. Valores de stress < 0.1 correspondem a uma boa ordenação. Nestes dois casos, uma representação tridimensional não forneceria nenhuma informação adicional em relação à dada pelo diagrama a 2 dimensões. Valores menores que 0.2 são indicadores de uma potencial representação em duas dimensões. Valores > 0.3 indicam que os pontos estão arbitrariamente distribuídos no espaço bi-dimensional, i.e., os agrupamentos são obtidos pelo acaso.

12. A consistência dos grupos obtidos com base na técnica de ordenação MDS deve ser testada de modo a determinar se os grupos são formados ao acaso ou porque efectivamente reflectem uma diferença entre as amostras. Tecnicamente, interessa investigar se a variância entre amostras dos mesmos grupos é menor ou igual à variância entre amostras de diferentes grupos (em termos de similaridade). Isto pode ser feito por permutações (n=1000) utilizando o procedimento ANOSIM.

13. Outra forma de avaliar a consistência faunística entre dois grupos de invertebrados é a técnica de SIMPER (Similarity/distance percentages, species/variable contributions, Primer 6). Este processo calcula a similaridade média entre os locais do mesmo grupo e a dissimilaridade média entre os grupos considerados. Outra característica interessante deste procedimento é a obtenção de uma listagem dos taxa mais característicos de cada conjunto de

locais e a listagem dos taxa que mais contribuem para a diferença entre grupos.

14. A sobreposição de Bubble plots à MDS de dados biológicos permite a determinação dos taxa mais relevantes (como por exemplo os mais sensíveis) e a visualização das suas abundâncias relativas em todos os locais.

15. Os valores dos parâmetros físico-químicos são transformados de modo a poderem ser tratados estatisticamente. Regra geral, estes dados tem uma distribuição não normal. A sua normalização é geralmente conseguida por uma transformação $x' = \log_{10}(x+1)$ ou $x' = \sqrt{\sqrt{x}}$. No nosso caso, só os dados com distribuição não normal serão transformados.

16. Por outro lado, os parâmetros ambientais diferem muito nas suas unidades. Por exemplo, o pH pode variar de 7 a 8 (uma unidade) enquanto que a condutividade pode variar de 200 a 1500 μS/cm (1300 unidades). Para serem tratados estatisticamente os dados ambientais tem de ser padronizados de modo a serem colocados numa mesma escala. Isto é feito por subtracção do valor médio de cada parâmetro ao valor da amostra; o valor resultante é então dividido pelo desvio padrão do total de amostras. O resultado é o de obter valores para cada padrão com uma variação entre –2 e +2 e uma média de zero.

14. É produzida uma matriz de dissimilaridade (= distância) entre pares de locais, de acordo com as diferenças nos parâmetros físico-químico. Para tal é utilizada a Distância Euclidiana Normalizada. Aqui é utilizada o procedimento SIMILARITY. Tal como no caso da matriz de dados biológicos, os locais com um ambiente químico e físico idêntico tem uma similaridade de 100% (ou 1), o que corresponde a uma distância num espaço bidimensional de 0 (dissimilaridade = 1 – similaridade).

15. Tal como no caso dos dados biológicos, as relações de similaridade entre locais de amostragem são sujeitas a uma análise aglomerativa, tendo por base os parâmetros ambientais.

16. Os valores de distância entre locais com base nos parâmetros ambientais são também expressos num diagrama bidimensional por MDS. Deste modo é possível comparar se a informação biológica e ambiental são coincidentes.

17. Tal como no caso da MDS dos dados biológicos, a consistência dos grupos obtidos por MDS dos parâmetros ambientais pode ser medida por ANOSIM.

18. Em alternativa pode ser seguindo o método de Análise de Componentes Principais (PCA), baseado na distância Euclidiana, e

que resulta graficamente na distribuição das amostras por um gráfico de dois eixos (x,y) onde se podem observar as distâncias das amostras em relação à origem e onde se podem observar os gradientes fisico-químicos mais importantes que determinam a sua posição nos eixos através de sistema de setas.

19. O passo seguinte será perguntar de que modo a que os dados ambientais podem explicar a matriz de dados biológicos. Isto é feito por comparação da ordenação biológica com a dos dados químicos (correlação entre as duas matrizes de (dis)similaridade para o conjunto dos dados ambientais e para as combinações possíveis com 1, 2, 3 e n dados ambientais. Quais os dados ambientais que por si só ou em conjunto explicam o padrão biológico observado? Este passo é precedido de uma operação que elimina os dados ambientais autocorrelacionados pois não trazem qualquer informação nova e, pelo contrário, tendem a introduzir "ruído" na matriz de parâmetros ambientais. Por exemplo, suponhamos que se despeja um efluente que contém unicamente cloreto de sódio. Os valores de cloreto, sódio e condutividade estarão fortemente correlacionados pelo que só um destes parâmetros deverá ser utilizado nas análises estatísticas seguintes. O processo aqui descrito é feito pelo procedimento BIOENV.

20. O passo seguinte é comparar de novo a matriz de similaridade de dados biológicos com versões reduzidas da tabela de *taxa* de modo a saber quais são aqueles que mais contribuem para os padrões estruturais da comunidade observados. O procedimento utilizado é BVSTEP. Este processo permite determinar *taxa* indicadores de condições ambientais.

21. Outra forma de relacionar os dados biológicos com os ambientais consiste em usar novamente o procedimento "Bubble-plots" para a quantidade relativa dos valores dos parâmetros ambientais seleccionados mas desta vez aplicá-lo à ordenação MDS dos parâmetros biológicos.

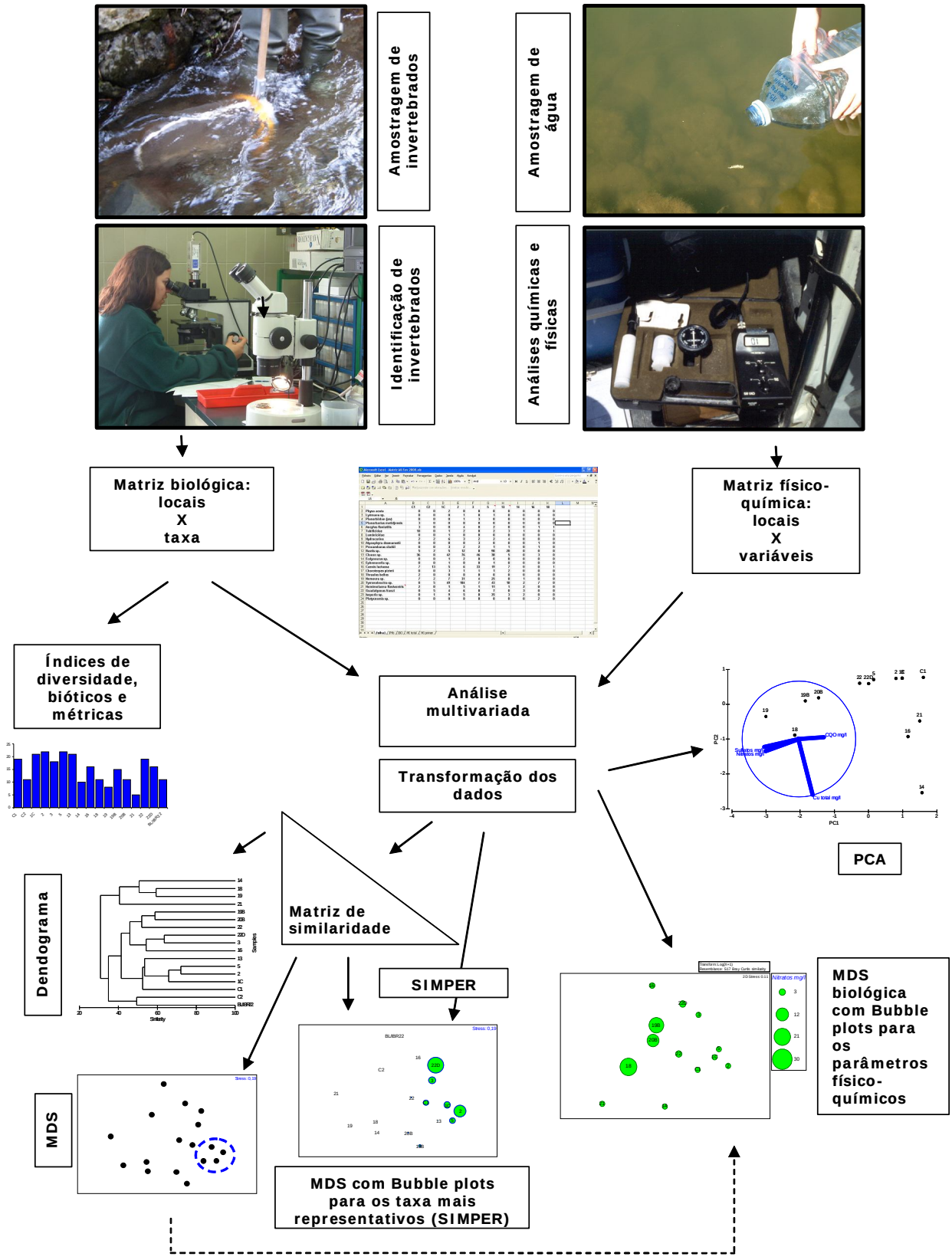


Figura 2.1 – Resumo da metodologia de amostragem e tratamento dos dados biológicos e físico-químicos.

Relatório produzido em Outubro - Dezembro de 2009 para a SOMINCOR no âmbito do protocolo estabelecido com o IMAR – CIC.

Relatório nº 58. Outono de 2009

Biomonitorização da Ribeira de Oeiras

macroinvertebrados aquáticos

Manuel Graça, com a colaboração de:
Ana Gonçalves, Manuela Abelho, Ana Lírio, João Rosa
Verónica Ferreira e Maria João Feio

IMAR – Instituto do Mar
Departamento de Ciências da Vida,
Universidade de Coimbra

Índice

Abreviaturas / Glossário 3

Water Quality Map ... 4

Resumo ... 5

Summary ... 6

Secção 1: Qualidade Ecológica da Ribeira de Oeiras ... 7

1.1 Introdução ... 7

1.2 Resultados e Discussão ... 7

1.2.1 Síntese da informação físico-química ... 7

1.2.2 Síntese da informação biológica ... 9

1.2.3 Índices Bióticos IBO e IPtIs ... 9

1.2.4 Análises aglomerativas e multidimensionais ... 9

1.2.5 Espécies-chave na Ribeira de Oeiras; análise SIMPER e "Bubble plots" de taxa ... 10

1.3 Conclusões e Recomendações ... 11

1.4 Tabelas ... 12

1.5 Figuras ... 18

Secção 2: Metodologias ... 25

2.1 Amostragem de macroinvertebrados ... 25

2.2 Índices Bióticos ... 26

2.2.1 Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) ... 26

2.2.2 Invertebrate Portuguese Índex, South (IPtIs) ... 28

2.3 Análise Multivariada ... 29

Abreviaturas / Glossário

Análise aglomerativa: técnica de análise multivariada que permite visualizar as relações de similaridade entre amostras através de um dendograma.

ANOSIM: ANalysis Of SIMilarity; análise que permite comparar, em termos de significância estatística, grupos de amostras definidos em termos de (dis)similaridade pelas análises multivariadas.

Biomonitorização: programa de estudo continuado, no espaço e no tempo, de um ecossistema com base em parâmetros bióticos.

ETAM: Estação de Tratamento das Águas da Mina.

IBO: Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras.

Indicador biológico: parâmetro baseado em comunidades bióticas que fornece informação acerca da qualidade ambiental dos ecossistemas.

Índice biótico: expressão numérica resultante da presença de organismos aquáticos (*e.g.* macroinvertebrados) com diferentes graus de sensibilidade à poluição e da diversidade expressa em termos de riqueza taxonómica.

IPtIs: "Invertebrate Portuguese Índex, South"; é um índice desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal, para a avaliação da qualidade biológica dos rios com base nas comunidades de macroinvertebrados. Este índice é específico para o sul de Portugal.

MacroInvertebrado (MI): invertebrado visível a olho nu.

MDS: Non-metric Multi-Dimensional Scaling; técnica de ordenação de amostras num espaço bi(multi)-dimensional.

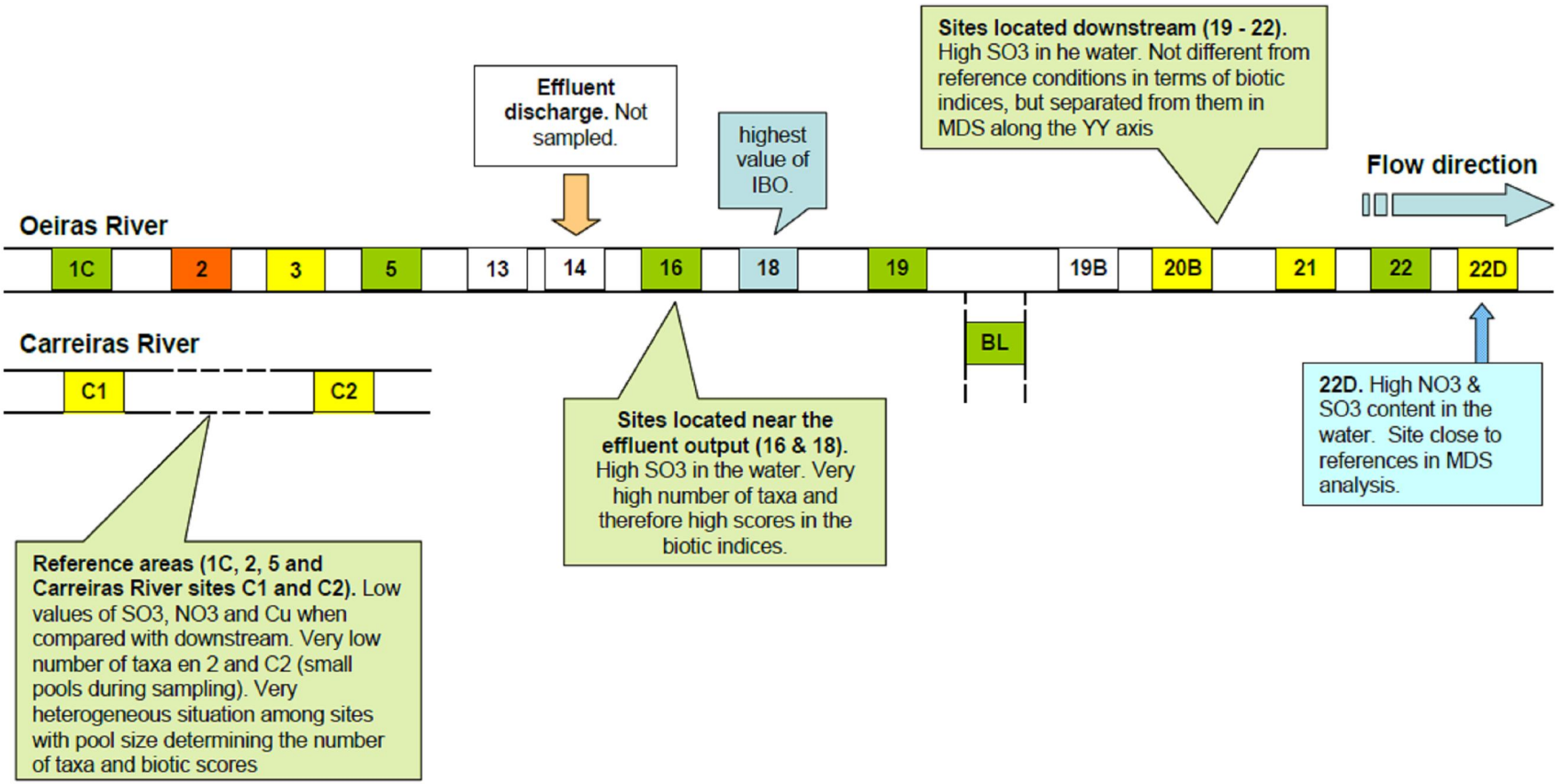
SIMPER: "SIMilarity PERcentages - species contributions"; análise multivariada que avalia a similaridade de um conjunto de locais em termos taxonómicos e a dissimilaridade entre esse conjunto e outro. Indica ainda quais os taxa mais representativos de cada grupo e os que mais contribuem para a diferença entre eles.

Taxon / Taxa(plural): Grupo taxonómico (*e.g.* espécie, género, família).

Water Quality Map

Changes in biological and chemical quality along Oeiras River

(Autumn, 2009)



Resumo

1. Para o período em que foram feitas as amostragens, as águas da ribeira de Oeiras registam um aumento nos teores de sulfatos a jusante da mina. Os nitratos foram elevados só nas secções mais a jusante da mina. As condições foram, em geral menos acentuadas do que em 2008.

2. A diferença biológica entre os locais de referência e os situados a jusante da mina é inexistente, de acordo com a aplicação de índices bióticos. No entanto, os índices bióticos indicam uma qualidade má ao longo de toda a ribeira, incluindo locais situados a montante.

3. A aplicação de análise multivariada, mais concretamente ordenação e classificação denotou uma segregação ténue entre os dois conjuntos de locais. No entanto, a diferença foi mensurável por MDS.

4. As chuvas ocorridas um mês antes das amostragens devem ter contribuído para uma melhoria das condições na Ribeira de Oeiras. No entanto, mesmo após as chuvas torrenciais, os locais a jusante são diferentes biologicamente dos locais a montante, pelo que a recuperação da ribeira poderá ser um processo longo que necessitará de mais eventos deste tipo para eliminar do rio os elementos perturbadores (química da água e partículas finas).

Summary

1. During the sampling period of October 2009, the sulphate content of the Oeiras river increased downstream of the mine. Nitrate levels were only high in the far most location of the stream, whereas copper content was comparatively high in the sites very close to the mine.

2. According to the biotic indices, the entire river is in bad quality category, with no differences across sites.

3. Multivariate analysis revealed a very weak difference the between reference and sites located downstream of the mina. The difference in weak, but measurable along the Y axis of the MDS ordination.

4. The strong rains occurred 1 month before sampling can be responsible for the increase in the biotic conditions of the downstream sites. However, they were not enough to eliminate the chemical differences in terms of sulphates, nitrates and Cupper content. Indeed, the rains did not change the cupper content in the water, comparatively to previous years. The results suggest that recovery of the river can be a slow process in which more rainy events will be needed to clean the river from the chemical and physical perturbations.

Secção 1

Qualidade Ecológica da Ribeira de Oeiras

As comunidades de macroinvertebrados como bioindicadores

1.1 Introdução

De acordo com o plano de biomonitorização para 2009, as amostragens correspondentes ao verão deveriam ter sido feitas no fim da estação, de forma a coincidir com o caudal mínimo das ribeiras locais. As amostragens foram iniciadas na semana de 13 a 17 de Setembro. No entanto, a ocorrência de uma chuvada forte na madrugada de 15 de Setembro impediu a conclusão das amostragens. As mesmas só foram repetidas nos dias 25 a 27 de Outubro.

Dada a diferença nas datas de amostragens e nas condições hidrológicas, os dados dificilmente poderão ser comparáveis com os dos períodos anteriores, mas servem para conhecer como pode a ribeira eventualmente recuperar após um evento de chuvas torrenciais.

Todo o processo de amostragem e tratamento de dados (secção 2) foi feito de acordo com as normas do Instituto Nacional da Água – INAG e a Directiva Quadro da Água (Lei da Água - nº 58/2005 de 29 de Dezembro e Decreto-Lei nº 77/2006 de 30 de Março).

1.2 Resultados e Discussão

1.2.1 Síntese da informação físico-química

As amostragens foram feitas cerca de 4 semanas após uma enchente na ribeira. Seria plausível que a enchente tivesse arrastado consigo muitos dos sedimentos acumulados ao longo de muitos meses e que tenha feito o "reset" das condições a que poderíamos chamar normais. Os valores de CQO não foram muito diferentes a montante e a jusante e não variaram de forma

consistente entre anos (Tabela 1.1). Para os nitratos, os sulfatos e o cobre, há 3 situações distintas.

No caso dos nitratos, os valores só foram altos nos locais mais afastados, o que poderia ser interpretado como um efeito de diluição menor nesses locais, ou transporte de nutrientes para esses locais. Este resultado contrasta com o de 2008 em que havia logo uma subida do nutriente no local 16. É de notar que os valores de nitratos no local 22D foram idênticos para os 2 anos, mesmo com os eventos hidrológicos recentes.

Os valores de sulfatos aumentaram para jusante, como em anos anteriores, mas os valores foram 5 vezes mais baixos este ano nos locais próximos da mina. Nos locais mais afastados os valores até foram maiores este ano, o que faz supor transporte de material para este local.

Finalmente, os valores de cobre foram, em termos absolutos, superiores nos locais 16 e 18, em comparação com os restantes locais. Esta situação não se tem alterado com o tempo já que é os valores são muito semelhantes aos que têm vindo a ser verificados.

Em conclusão, tudo parece indicar que, mesmo após uma chuvada forte, as condições químicas não conseguem voltar a uma situação normal, embora melhorem grandemente em alguns parâmetros (como os sulfatos) e se mantenham outros (o cobre). Estes dados parecem indicar que a recuperação da ribeira após a interrupção do lançamento do efluente possa ser lenta.

Os dados ambientais disponíveis (sulfatos, nitratos, Cu e CQO) foram normalizados e sujeitos a uma Análise de Componentes Principais (PCA, Primer) com o objectivo de determinar quantitativamente se há segregação dos locais a montante e jusante. Tal como nos anos anteriores, os sulfatos diferenciam os locais de referência dos restantes locais (Fig. 1.1).

A ordenação dos locais pela técnica MDS (ver secção de metodologias) mostra que os locais de referência e os localizados a jusante da mina se segregam ao longo do eixo dos X (Fig. 1.2). A sobreposição dos parâmetros químicos na ordenação, evidencia que são os sulfatos que mais diferenciam, do ponto de vista químico, os 2 conjuntos de locais.

Resumidamente, as águas da Ribeira de Oeiras nos locais amostrados a jusante da mina apresentavam uma qualidade química inferior aos locais de referência.

1.2.2 Síntese da informação biológica

Foram capturados cerca de 4700 indivíduos, dos quais, aproximadamente 3000 só em 3 locais a jusante da mina: 19, BL e 20B (Tabelas 1.2 e 1.3). O número total de unidades taxonómicas foi de 67, tendo variado entre 5 (local 2) e 25 (local 18). Este mesmo local foi o que apresentou uma maior diversidade de invertebrados (Fig. 1.3 e 1.4).

Para a alta diversidade no local 18 contribuiu a presença de Heterópteros. Pela primeira vez apareceram plecópteros no local 19.

1.2.3. Índices Bióticos IBO e IPtIs

De acordo com o Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) os locais a montante e jusante parecem não diferir em termos de qualidade das águas, tendo os locais em geral uma qualidade boa a aceitável (Fig. 1.5). Já o índice IPtIs (Invertebrate Portuguese Índex, South - desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal, revelou qualidade razoável (Fig. 1.6)

Os índices indicam assim qualidades medianas ao longo de todos os locais na Ribeira de Oeiras, sem distinção entre grupos de locais.

1.2.4. Análises aglomerativas e multidimensionais

Com o objectivo de verificar se os locais de referência diferiam dos localizados a jusante da descarga da mina, em termos de tipos de organismos, procedeu-se a uma "Multidimensional Scaling (MDS, Primer 6)", seguida de uma análise aglomerativa / dendograma (método de UPGMA, Primer 6) com transformação dos dados por log (x+1), de modo a reduzir diferenças numéricas entra *taxa* muito e pouco abundantes.

De acordo com a MDS (fig. 1.7), os locais de referência e os localizados a jusante da mina estão segregados (excepto o local 22D). A probabilidade de diferenças entre os locais de referência e os localizados a jusante da mina foi de P=0,051, logo, marginalmente não diferentes (SIMPER). A análise aglomerativa (fig. 1.8) não evidencia grandes diferenças entre locais, embora os de referência tendam a ficar localizados num dos lados do gráfico.

1.2.5. Espécies-chave na Ribeira de Oeiras; análise SIMPER e Bubble plots de *taxa*

A análise SIMPER (SIMilarity PERcentages) permite avaliar a semelhança entre conjuntos de locais em termos taxonómicos, e identificar os taxa que mais contribuem para essa semelhança. Simultaneamente identifica os taxa que mais contribuem para a dissimilaridade de locais. Em termos de biomonitorização, estes dados permitem-nos inferir sobre os efeitos de focos poluidores sobre as comunidades.

No contexto deste relatório, comparámos os locais de referência (R. Oeiras e Carreiras) com os situados a jusante da mina (Tabela 1.4). De acordo com esta análise, 64% da semelhança entre locais de referência é dada pela presença de 3 taxa, Chironomini, Lumbriculidae e *Caenis luctuosa*. Estes organismos são consumidores de partículas finas de matéria orgânica acumulada nos sedimentos, o que denota a dependência energética das comunidades relativamente a esta fonte de alimento. Junto com o lagostim Procambarus *clarkii* e o camarão de rio *Atyaephyra desmarestii*, que são consumidores generalistas, a contribuição total deste 5 taxa foi de 76%.

Já nos locais localizados a jusante da mina, Chironomini e *Caenis luctuosa* contribuem com 38% para a semelhança intra-grupo. Se considerarmos ainda a *Atyaephira desnaresti* chegaremos aos 47%.

Ambos os grupos (referência e localizados a jusante da mina) são pouco coesos em termos de semelhança de comunidades de invertebrados (33% e 26% respectivamente de similaridade média), apresentando assim uma elevada variabilidade. Ainda assim, os dois grupos são também muito diferentes, apresentando um valor de dissimilaridade entre eles elevado (74%).

O Camarão de rio *Atyaephyra desmaresti* aparece tanto na tabela de organismos importantes nos locais de referência como nos localizados a jusante da mina (Tabela 1.4). Ao sobrepor as abundâncias desta espécie sobre a ordenação MDS (Fig. 1.9) entendemos que o camarão ocorreu principalmente nos locais 19 a 22, mas também nos locais de referência 1C, C1, 2 e 5. Esta é uma espécie que vive associada a vegetação aquática pelo que as condições nos locais 19 a 22, não sendo desvantajosas do ponto de vista químico, são mesmo vantajosas do ponto de vista estrutural (presença de plantas aquáticas). O mesmo acontece com o efemeróptero *Pseudocentroptilum sp.* que ocorre em locais de referência (1C e 5), no local 18 e no Barranco das Lajes.

Sobre a ordenação MDS de dados ambientais (Fig. 1.2) foi projectada a abundância de alguns taxa indicadores (Figura 1.10). A presença de taxa indicadores tanto do lado direito dos gráficos (locais situados a jusante da mina) como no lado esquerdo (referência) é um indicador de que há condições favoráveis acima e abaixo da ribeira e que a sua ausência / abundância pode estar relacionada com questões físicas dos locais (granulometria, corrente, profundidade, presença de plantas aquáticas, entre outras razões).

1.3 Conclusões e recomendações

A Ribeira de Oeiras apresentou uma qualidade ecológica geral baixa, se avaliada por índices bióticos.

A análise aglomerativa (MDS) continua a segregar os locais de referência dos locais a jusante da mina, mas a diferença foi ténue, quando comparada com os anos anteriores.

A chuva intensa que se fez sentir cerca de 1 mês antes das amostragens foi a causa provável da diminuição das diferenças entre os 2 conjuntos de locais. No entanto, mesmo com uma intensidade elevada, a chuva não foi suficiente para desfazer as diferenças biológicas e químicas acima e abaixo da mina.

1.4 Tabelas

Tabela 1.1 - Parâmetros físico-químicos em Outubro de 2009 (em cima) e Setembro de 2008 (em baixo). Os valores de Novembro de 2004 também se encontram representados. Valores expressos em mg/L excepto a Carência Química de oxigénio (mg/l).

2009	C1	C2	1C	2	3	5	16	18	19	20B	21	22	22D
CQO mg/l O_2	38	39	26	80	47	12	12	34	25	33	33	30	29
Nitratos mg/l	2	2,7	2	2	2,6	2	2	2	2	2	2	3,1	6,4
Sulfatos mg/l	17,2	106	30	13,4	47	34	610	361	390	300	420	990	520
Cobre mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

2008	C1	C2	1C	2	3	5	16	18	19	20B	21	22	22D
CQO mg/l O_2	40	50	54	30	25	18	26	41	24	34	16	40	50
Nitratos mg/l	2	6	2	2	2	2	9	7	6	7	23	2	6
Sulfatos mg/l	29	49	23	16,6	12,1	2370	2930	2540	1640	1680	4400	29	49
Cobre mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

2004												
Cobre	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05	0.04	0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	

Carreiras Oeiras, montante Oeiras, jusante

Em 2009 só os sulfatos e o cobre aumentaram para jusante da mina. Enquanto o cobre só muito localmente foi elevado, os sulfatos foram sempre elevados para jusante. Os nitratos só nos locais finais é que foram elevados

Tabela 1.2 – Número total de macroinvertebrados (N), número total de *taxa* (T), número de famílias (F), Índice Shannon (base 2, H'), o complementar do índice de Simpson (1-λ'), índice biótico IPtIs e classe de qualidade do IBO para 16 locais na área da Ribeira de Oeiras (Outubro de 2009).

	C1	C2	1C	2	3	5	16	18	19	BL	20B	21	22	22D
N	156	108	113	312	427	119	251	258	1096	896	909	138	173	50
T	19	6	18	6	17	15	14	25	18	21	13	12	14	13
F	15	6	15	5	15	15	11	18	16	18	12	10	12	10
1-λ	0,96	0,86	0,96	0,80	0,94	0,95	0,94	0,97	0,95	0,95	0,91	0,93	0,94	0,96
H'	3,94	2,45	3,96	2,26	3,76	3,69	3,58	4,46	3,95	4,09	3,30	3,31	3,63	3,54
IBO	3	3	4	2	3	4	4	5	4	4	3	3	4	3
IPTIs	0,44	0,25	0,44	0,19	0,38	0,40	0,43	0,44	0,54	0,41	0,39	0,39	0,46	0,36

Carreiras Oeiras, montante Oeiras, jusante

Em 2009 todos os parâmetros biológicos relativos a números de taxa, diversidade e índices bióticos foram semelhante a montante e jusante da mina

Tabela 1.3 - Macroinvertebrados recolhidos nos locais de estudo situados nas ribeiras de Oeiras e de Carreiras (Fevereiro de 2009).

	C1	C2	1C	2	3	5	16	18	19	BL	20B	21	22	22D
Bivalvia														
Corbicula sp.														5
Mollusca														
Ferrissia sp.										1				
Ancylus fluviatilis				3										
Oligochaeta				2									5	
Naididae	1								7	37				
Tubificidae					4	16				37				
Lumbricidae			1								1			1
Lumbriculidae	11		2		30	11				142				2
Hirudinea														
Erpobdella sp.						1							2	
Helobdella sp.												1		
Glossiphoniidae		35							2					
Acarina														
Hydracarina	13	28	1											2
Crustacea														
Atyaephyra desmarestii	1		2	4		5			6		17	30	29	1
Procambarus clarkii	3			6	2	3	1			2				
Daphnia	9		10			4				22				
Ostracoda					2		5	8		175				
Copepoda	16		1		1	5	2	5		7				
Collembola					1									
Ephemeroptera														
Baetidae		22							23		25		40	
Cloeon sp.	4													
Pseudocentroptilum sp.			10		5	11		24		42		1		1
Caenidae									37					
Caenis luctuosa	1		12	2	1	6		3	110		5	1	42	4
Caenis sp.		5												
Choroterpes picteti			1											
Plecoptera														
Perlodidae									25					
Odonata									168					
Odonata (juv.)			2											
Zygoptera (juv.)								17						
Anisoptera (juv.)								9						
Cordulogaster sp.									100			2		
Platycnemis sp.	1						7	16				8		2
Coenagrion/Ischnura sp.	1										3	4	10	
Coenagrion sp.								24						
Nehalennia speciosa								2						
Libellulidae (juv.)					20					1				
Libellula sp.								1						
Sympectrum sp.	3													
Orthretum sp.	1						18	2						
Gomphidae (juv.)											1		2	
Boyeria irene							9		15				2	

Heteroptera														
Hydrometra sp.			1					1						
Micronecta sp.			8				29	25	15			17		
Notonecta sp.					1									
Pleidae		1												
Gerris sp.								5	1					
Naucoris sp.	1													
Corixidae (juv.)					8					7				
Corixa sp.							2							
Coleoptera														
Gyrinus sp. (L)					2			16						
Haliplus lineatocollis (ad)						1				1				
sF Hydroporinae (L)										15				
Stictotarsus sp.							1							
Rhantus sp. (L)						1								
Melademа sp. (L)					3					2				
sF Dytiscinae (ad)										1				
Helochares sp. (ad)								1						
Berosus sp. (ad)					2		13	1		2				
Berosus sp. (L)							5							
Dryops sp. (L)														1
Oulimnius sp. (ad)						2		3					21	6
Orectochilus sp.									25		1			
Hygrobius sp.											1			
Laccophilus (ad)	1		1											
Stelnemis caniculata (ad)														2
Dysticidae									2					
Trichoptera														
Ecnomidae									1					
Diptera														
Limoniidae													1	
Simuliidae										16	559	39	6	
Tanpypodinae	1		5					5						2
Orthocladiinae	1		3					4	73		7	4	4	
Chironomini	81	17	28	295	333	51	10	17	483	196	279	34	7	3
Tantytarsini	6		14		1			3		7		4		20
Ceratopogonidae									3					
Tabanidae								1						
Rhagionidae/Dolichopodidae												1		
Dixidae						1								
Psychodidade										1				
Anophelinae								12						
Culicinae			11		11	1	148	53		182	2			
Lepidoptera							1							
Nº de indivíduos total	156	108	113	312	427	119	251	258	1096	896	909	138	173	50
	C1	**C2**	**1C**	**2**	**3**	**5**	**16**	**18**	**19**	**BL**	**20B**	**21**	**22**	**22D**

Foram recolhidos cerca de 4700 macroinvertebrados distribuídos por 67 unidades taxonómicas. Os grupos taxonómicos mais abundantes foram os dípteros Chironomini, Simulidae e Culicidae.

Tabela 1.4 - Análise SIMPER. Listagem por ordem decrescente de contribuição, contrib.% (até um máximo de 90% de contribuição cumulativa, cum.%) dos *taxa* que mais contribuem para a semelhança dos locais localizados a montante da mina (Tabela A) e dos locais a jusante da mesma (Tabela B). A Tabela C apresenta a lista dos *taxa* que mais contribuem para a diferença entre os dois grupos.

Tabela 1.4.A: taxa que mais contribuem para a semelhança dos locais de referência
Similaridade média: 32,86

Taxa	Abundância média	Contrib. (%)	Cum. (%)
Chironomini	4,35	48,77	48,77
Lumbriculidae	1,58	7,90	56,66
Caenis luctuosa	1,17	7,60	64,26
Procambarus clarkii	0,97	6,58	70,84
Atyaephyra desmarestii	0,87	5,36	76,20
Pseudocentroptilum sp.	1,11	4,40	80,59
Daphnia	1,05	4,10	84,70
Copepoda	1,00	3,89	88,58
Hydracarina	1,12	3,60	92,18

Estes organismos podem-se considerar representativos dos locais de referência

Tabela 1.4.B: taxa que mais contribuem para a semelhança dos locais a usante da mina
Similaridade média: 25,55

Taxa	Abundância média	Contrib. (%)	Cum. (%)
Chironomini	3,68	28,89	28,89
Caenis luctuosa	1,74	9,09	37,98
Atyaephyra desmarestii	1,55	8,47	46,45
Simuliidae	1,85	6,65	53,11
Micronecta sp.	1,54	6,64	59,75
Orthocladiinae	1,40	6,60	66,35
Culicinae	1,91	5,52	71,87
Tanytarsini	1,01	4,08	75,95
Platycnemis sp.	1,03	3,99	79,94
Baetidae	1,27	3,73	83,67
Pseudocentroptilum sp.	1,05	2,47	86,14
Coenagrion/Ischnura sp.	0,67	2,29	88,43
Oulimnius sp. (ad)	0,80	2,27	90,71

Estes organismos podem-se considerar representativos dos locais a jusante da mina. A baixa similaridade média é um indicador de baixa semelhança entre locais

Tabela 1.4.C: Organismos que diferenciam os dois grupos de locais. Ou seja: são representativos especialmente dos locais de referência ou só dos locais a jusante da mina.
Dissimilaridade média: = 73,81

Taxa	Abundância média			
	Grupo de locais de referência	Grupo de locais impactados	Contrib%	Cum.%
Simuliidae	0,00	1,85	4,75	4,75
Chironomini	4,35	3,68	4,60	9,35
Culicinae	0,94	1,91	4,58	13,93
Lumbriculidae	1,58	0,76	3,93	17,86
Atyaephyra desmarestii	0,87	1,55	3,69	21,55
Micronecta sp.	0,37	1,54	3,67	25,22
Baetidae	0,52	1,27	3,46	28,67
Caenis luctuosa	1,17	1,74	3,45	32,12
Pseudocentroptilum sp.	1,11	1,05	3,23	35,34
Tanytarsini	0,89	1,01	3,03	38,38
Orthocladiinae	0,35	1,40	3,01	41,39
Hydracarina	1,12	0,14	2,92	44,30
Daphnia	1,05	0,39	2,64	46,95
Platycnemis sp.	0,12	1,03	2,45	49,39
Copepoda	1,00	0,62	2,43	51,82
Ostracoda	0,18	1,14	2,41	54,23
Procambarus clarkii	0,97	0,22	2,30	56,53
Oulimnius sp. (ad)	0,18	0,80	2,28	58,82
Tubificidae	0,74	0,45	2,20	61,02
Coenagrion/Ischnura sp.	0,12	0,67	1,90	62,92
Glossiphoniidae	0,60	0,14	1,87	64,79
Boyeria irene	0,00	0,77	1,75	66,54
Odonata	0,18	0,64	1,48	68,03
Cordulogaster sp.	0,00	0,71	1,45	69,48
Berosus sp. (ad)	0,18	0,55	1,45	70,94
Naididae	0,12	0,71	1,44	72,38
Tanypodinae	0,41	0,36	1,42	73,79
Orthretum sp.	0,12	0,51	1,38	75,17
Libellulidae (juv.)	0,51	0,09	1,21	76,39
Corixidae (juv.)	0,37	0,26	1,12	77,51
Oligochaeta	0,18	0,22	1,00	78,51
Gyrinus sp. (L)	0,18	0,35	0,99	79,50
Orectochilus sp.	0,00	0,49	0,96	80,46
Caenis sp.	0,30	0,00	0,86	81,32
Caenidae	0,00	0,45	0,82	82,13
Corbicula sp.	0,00	0,22	0,78	82,91
Coenagrion sp.	0,00	0,40	0,76	83,67

Perlodidae	0,00	0,41	0,73	84,41
Ancylus fluviatilis	0,23	0,00	0,71	85,11
Zygoptera (juv.)	0,00	0,36	0,68	85,79
Melademа sp. (L)	0,23	0,14	0,67	86,47
Lumbricidae	0,12	0,17	0,63	87,10
sF Hydroporinae (L)	0,00	0,35	0,62	87,72
Anophelinae	0,00	0,32	0,61	88,32
Cloeon sp.	0,27	0,00	0,60	88,93
Berosus sp. (L)	0,00	0,22	0,60	89,52
Gomphidae (juv.)	0,00	0,22	0,59	90,11

Ambos os grupos (montante e jusante) foram pouco coesos em termos de semelhança de comunidades de invertebrados (33% e 26%, respectivamente); estes estão entre os valores mais baixos registados em amostragens anteriores. Ainda assim, os dois grupos são também muito diferentes, apresentando um valor de dissimilaridade entre eles elevado (74%).

1.5 Figuras

Os locais referência diferenciam-se de todos os outros locais situados a jusante da descarga do efluente relativamente aos teores de sulfato.

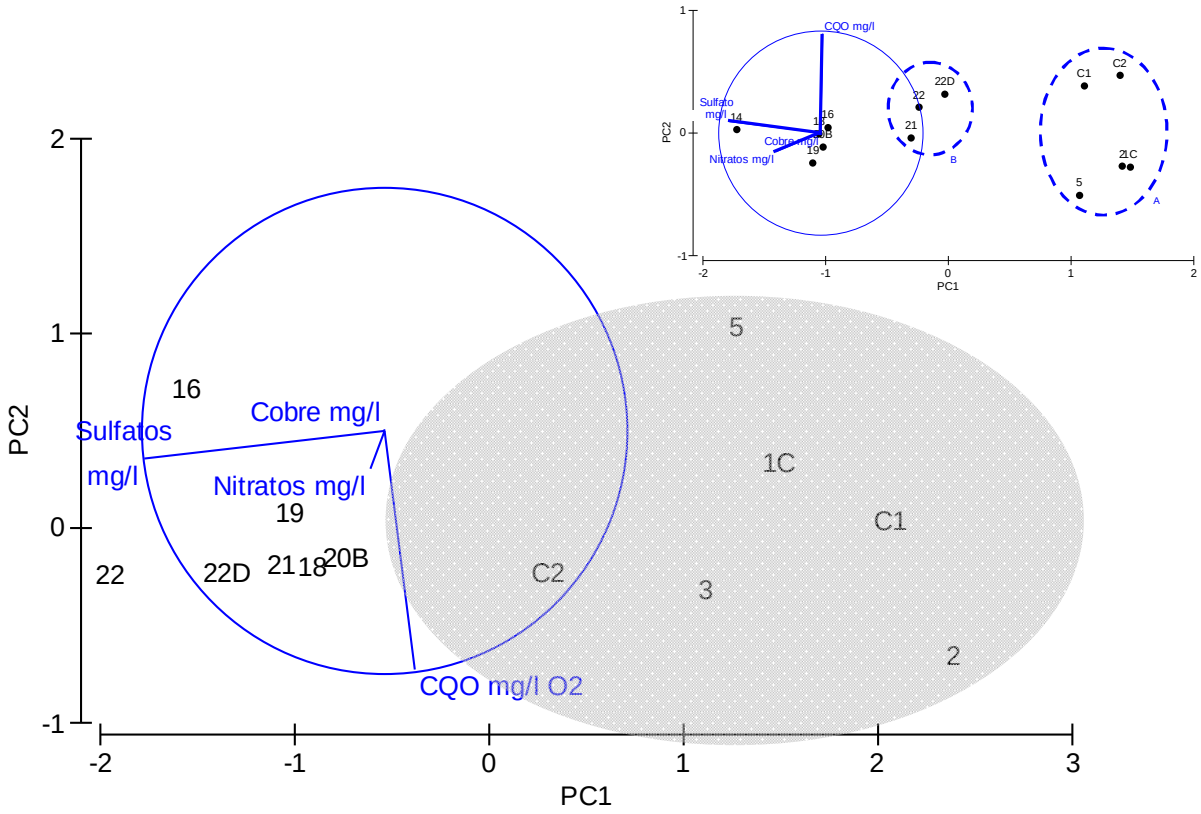
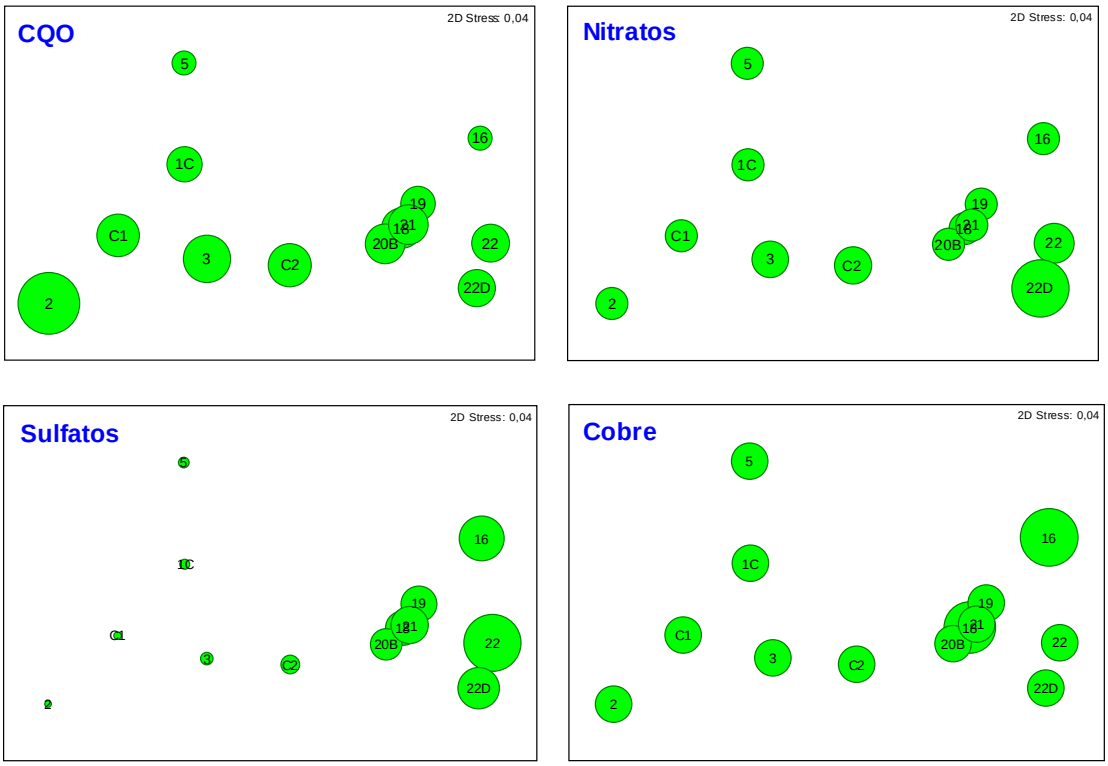


Figura 1.1 – Análise de componentes principais (PCA) relativa aos parâmetros físico-químicos analisados (sulfatos, nitratos, CQO e Cu total) nos locais amostrados nas ribeiras de Oeiras e Carreiras (Outubro de 2009). Em cinzento os locais de referência. No painel superior direito a situação em 2008.



Os sulfatos foram quantitativamente mais importantes a diferenciar os locais de referência dos restantes.

Figura 1.2 – Análises MDS com base nos dados ambientais com sobreposição da quantidade relativa dos parâmetros físico-químicos medidos para os mesmos locais nas ribeiras de Oeiras e Carreiras. O tamanho dos círculos (“Bubble plots”) é proporcional ao valor do parâmetro correspondente.

Os locais 19, BL e 20B foram os que tiveram mais indivíduos. Os locais a montante e jusante não parecem diferir no número de taxa

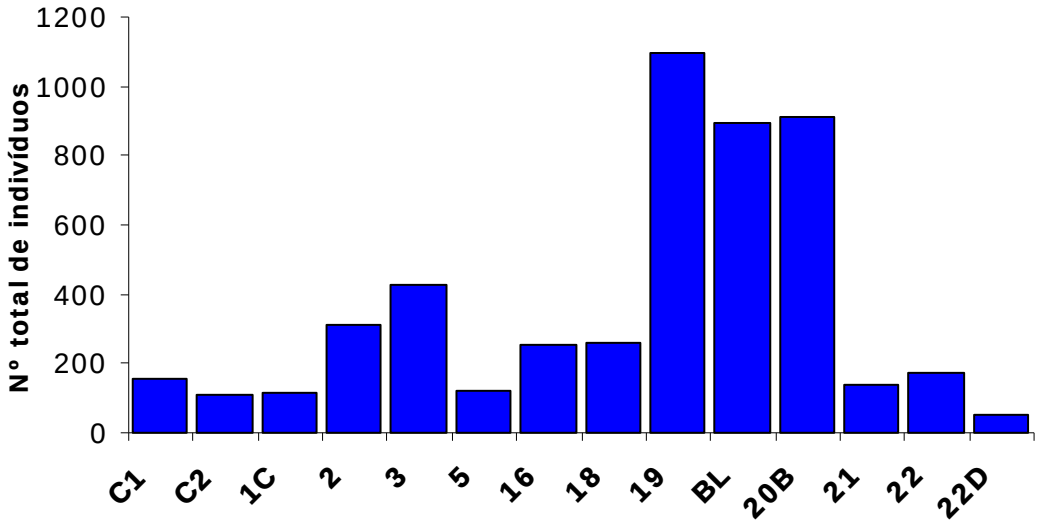


Figura 1.3 – Número de macroinvertebrados recolhidos nos locais de amostragem das ribeiras de Oeiras e Carreiras (Outubro de 2009).

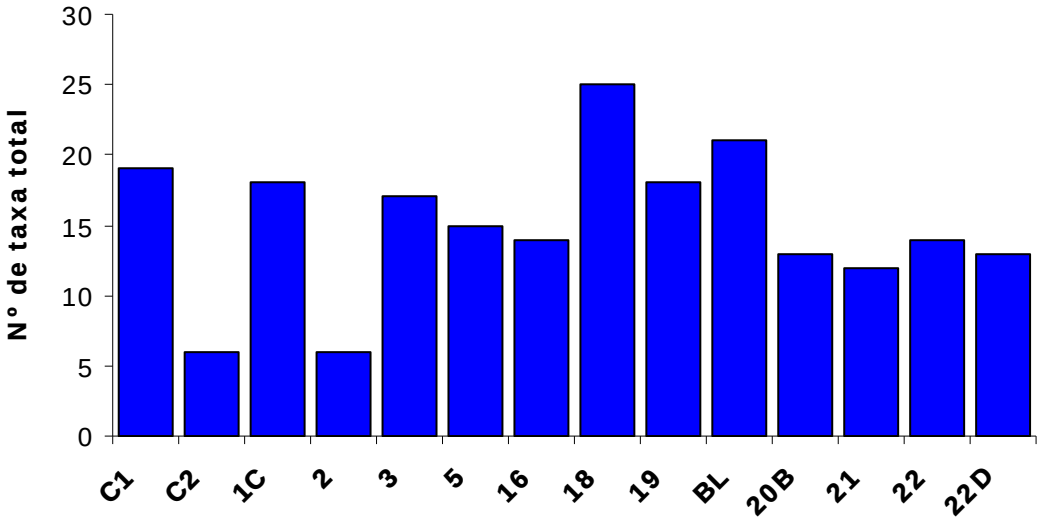


Figura 1.4 – Número total de *taxa* de macroinvertebrados recolhidas nos locais de amostragem das Ribeiras de Carreiras e Oeiras (Outubro de 2009).

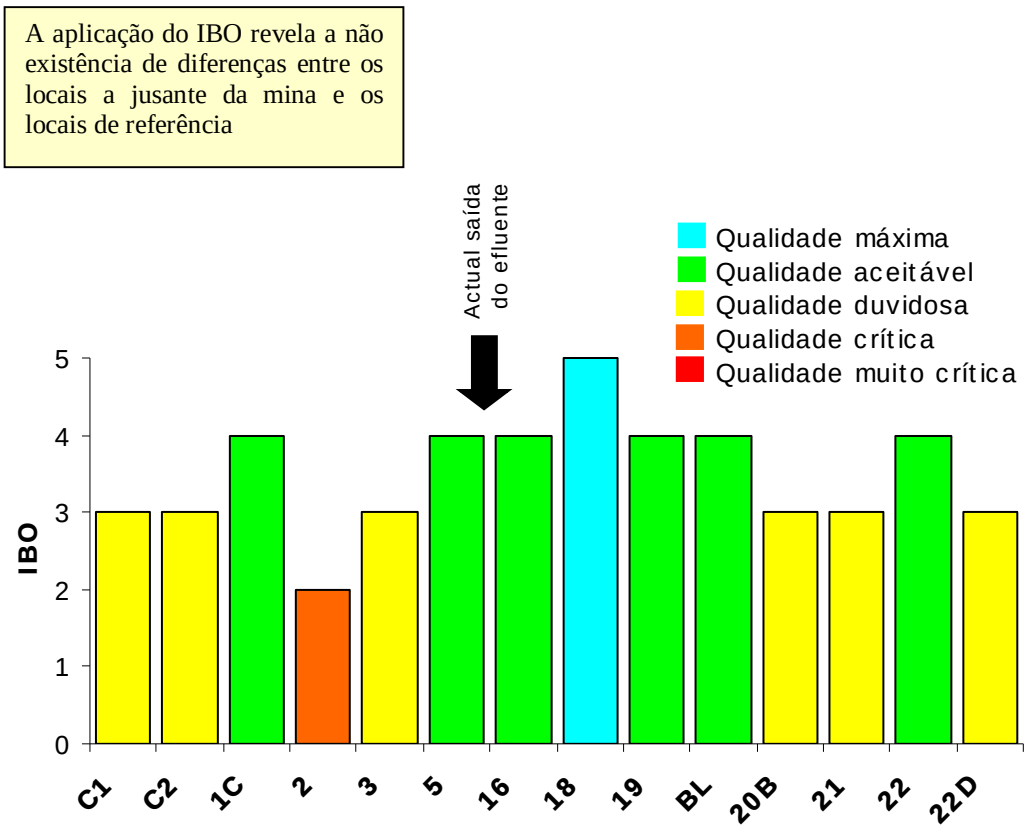


Figura 1.5 – Qualidade biológica das águas das Ribeiras de Carreiras e Oeiras segundo o índice biótico IBO (Outubro de 2009).

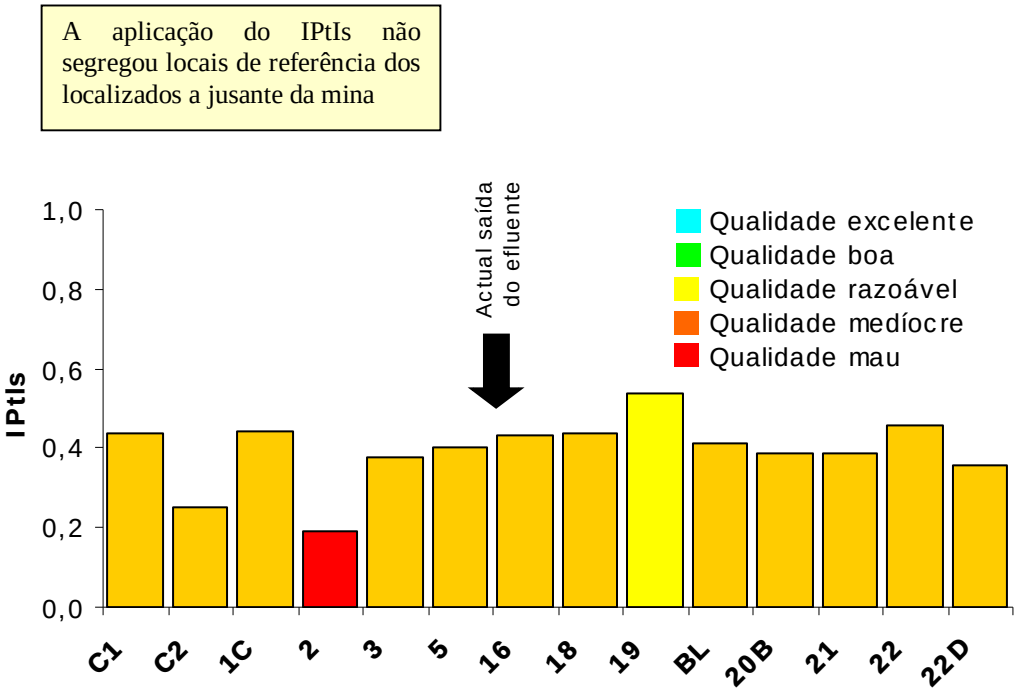


Figura 1.6 - Qualidade biológica das águas das Ribeiras de Carreiras e Oeiras de acordo segundo o índice biótico IPtIs (Outubro de 2009).

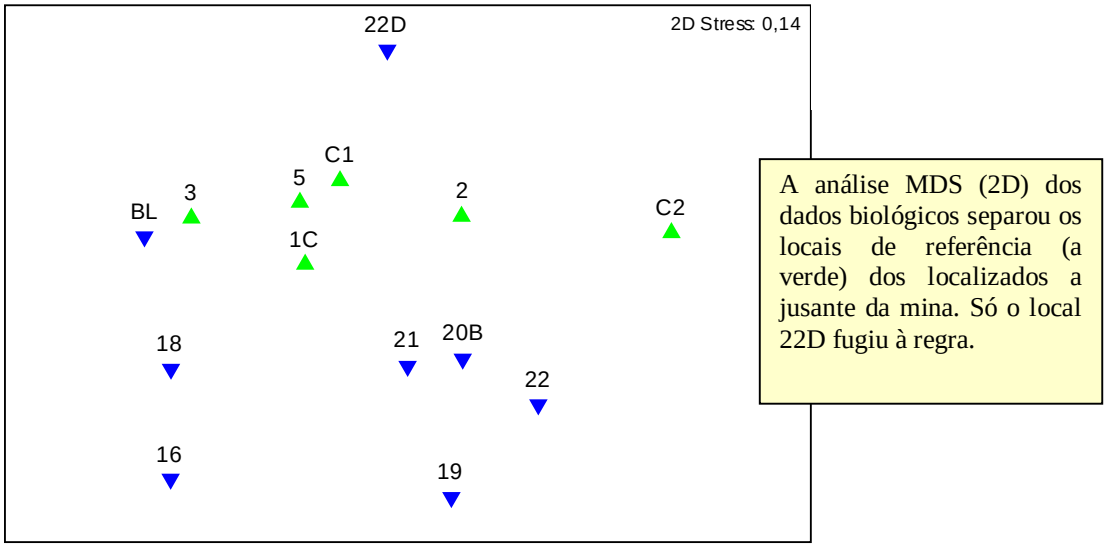


Figura 1.7 – Imagem resultante da análise MDS das comunidades biológicas de todos os locais amostrados nas ribeiras de Oeiras e Carreiras (coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; transformação por log (x+1)) das amostras de macroinvertebrados (Outubro de 2009).

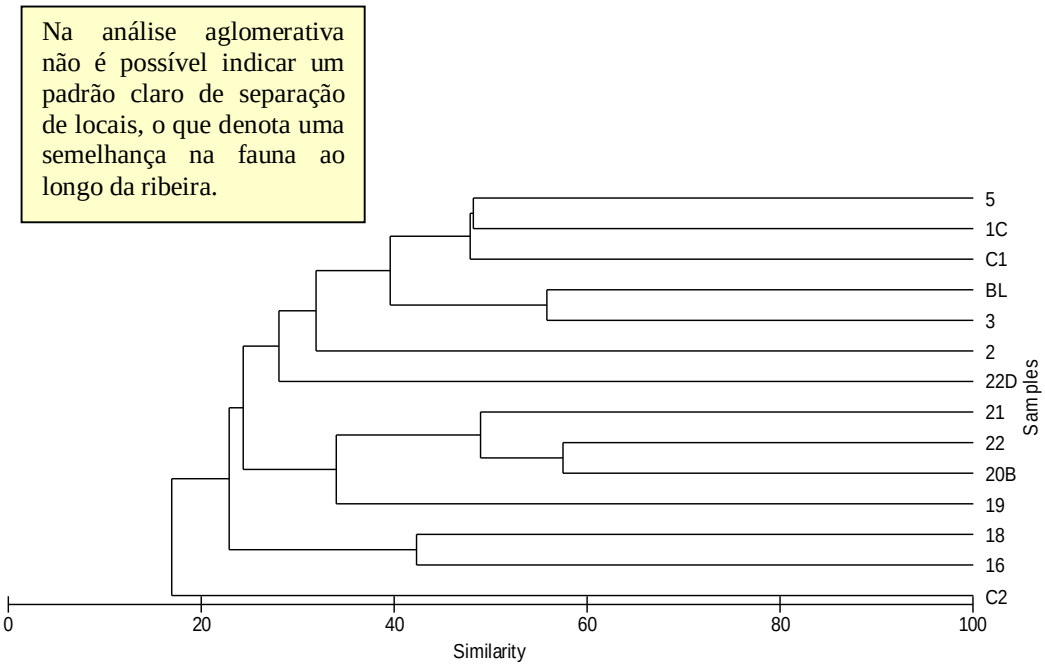
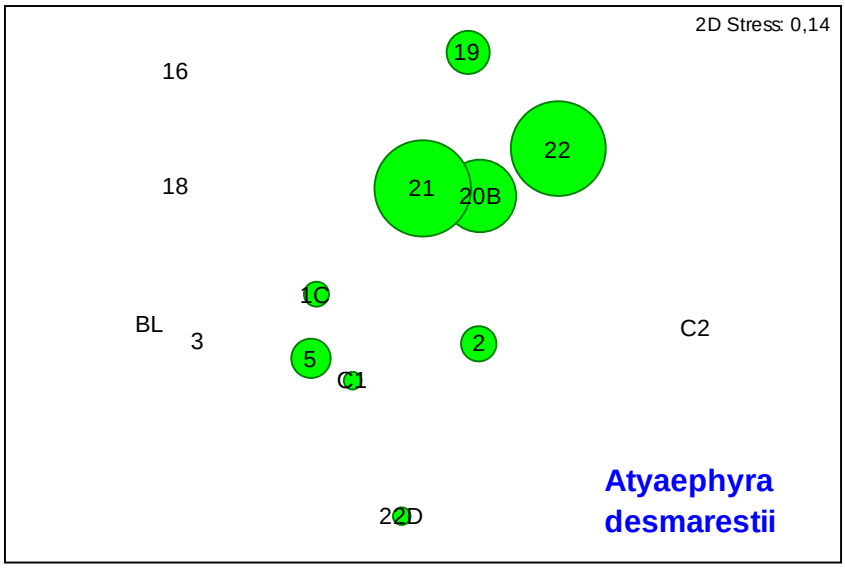
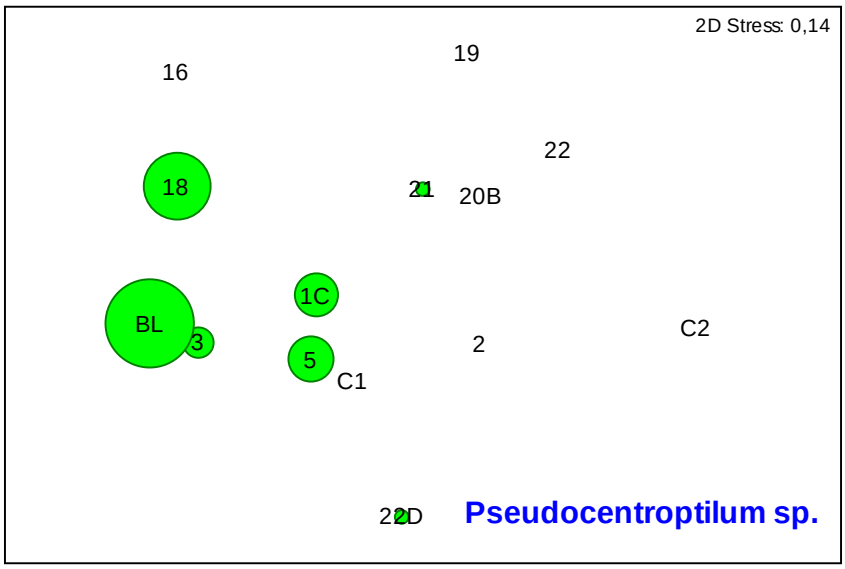


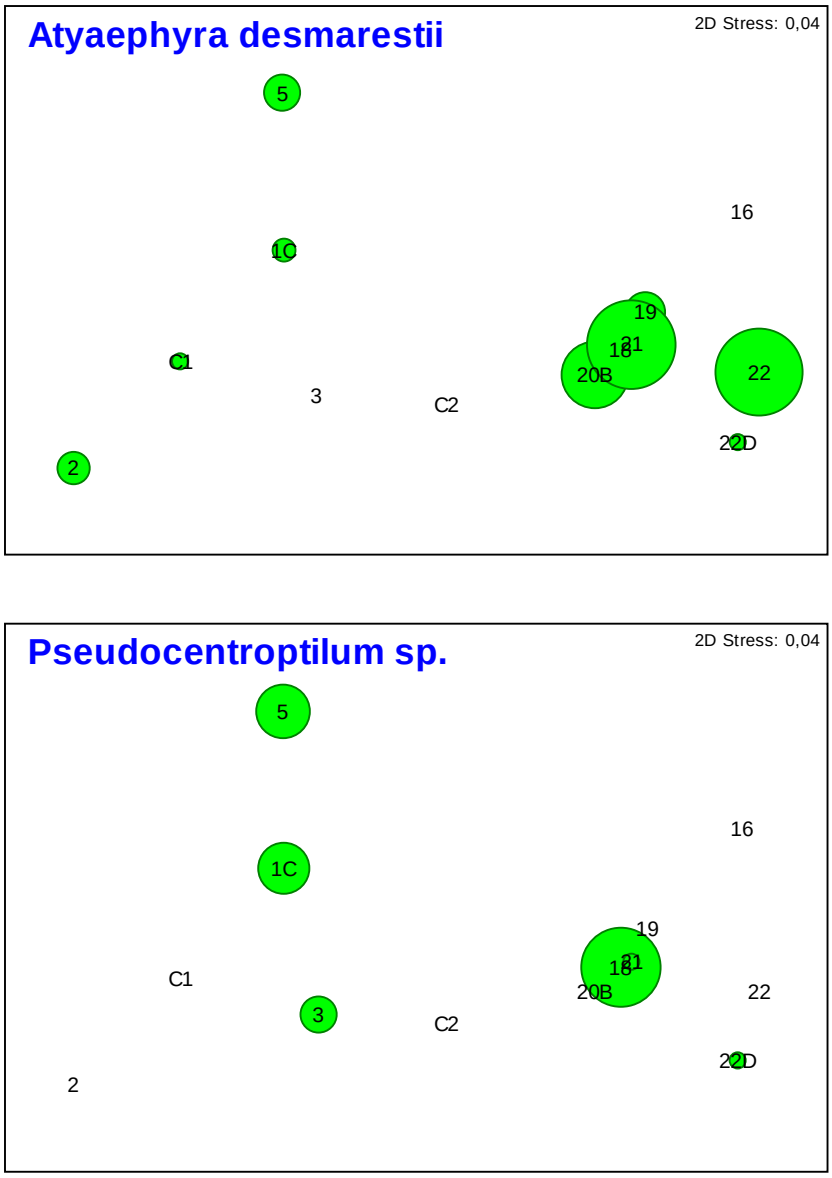
Figura 1.8 – Análise aglomerativa (Group Average: coeficiente de similaridade de Bray-Curtis; transformação por log (x+1)) das amostras de macroinvertebrados (Outubro de 2009).





Muitos taxa indicadores encontraram-se tanto acima como abaixo da mina

Figura 1.9 – Análises MDS com base nas comunidades de macroinvertebrados com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras, obtidas pela análise de SIMPER. O tamanho dos círculos ("Bubble plots") é proporcional à densidade.



Muitos taxa indicadores encontraram-se tanto acima como abaixo da mina

Figura 1.10 – Análises MDS com base nos parâmetros químicos com sobreposição da quantidade relativa dos invertebrados mais representativos da ribeira de Oeiras, obtidas pela análise de SIMPER para os mesmos locais nas ribeiras de Oeiras e Carreiras. O tamanho dos círculos ("Bubble plots") é proporcional à densidade.

Esta secção é comum a todos os relatórios. Alterações nas metodologias previamente descritas estão assinaladas com uma cor diferente.

Secção

2

Metodologias

2.1 Amostragem de macroinvertebrados

O plano de biomonitorização da Ribeira de Oeiras consiste na avaliação da qualidade biológica das águas com base nas comunidades de macroinvertebrados aquáticos.

A vantagem do uso de invertebrados aquáticos nos programas de biomonitorização foi já indicada em relatórios anteriores: devido ao seu ciclo de vida relativamente longo e necessidades específicas de determinadas condições, a presença ou ausência de determinados taxa, assim como alterações na estrutura das comunidades são um indicador das condições ambientais prevalecentes. Pretende-se assim, com base em métodos biológicos, determinar se o lançamento do efluente da ETAM na Ribeira de Oeiras causa algum impacte considerável nas condições ambientais e qual a sua intensidade e extensão.

No sentido de avaliar o impacto provocado pela emissão do efluente da ETAM foram definidos vários locais de amostragem ao longo das Ribeira de Oeiras e de Carreiras. Como locais de referência foram estabelecidos três locais na Ribeira de Oeiras, situados a montante do ponto de descarga do efluente: 1C (Monte da Ossada), 2 (Monte de Bentes) e 5 (Horta da Reveza) e dois locais na Ribeira de Carreiras: C1 (localizado mais a montante) e C2 (situado a jusante já perto da confluência com o Rio Guadiana). A jusante do ponto de descarga do efluente foram estabelecidos dez locais de amostragem: 13 (antigo ponto de saída do efluente), 14 (saída do efluente), 16 (Vertedor da ribeira), 18 (Malhão Largo), 19 (Monte do Pereiro), 19B (Monte Queimado), 20B (Monte da Caiada), 21 (Monte Velho), 22 (Ponte de Penilhos) e posteriormente o local 22D (Fonte Santa).

A Ribeira de Oeiras apresenta uma grande heterogeneidade de habitats: zonas de corrente, pegos profundos, substratos arenosos e pedregosos, com e sem vegetação emergente. Esta

heterogeneidade dificulta uma amostragem quantitativa. Por esse motivo, optou-se por utilizar um método semi-quantitativo que consiste na utilização de uma rede de mão (abertura padrão de 30x30cm, 0,5mm de malha) pelo processo de "kick-and-sweep sampling". Esta metodologia consiste na remoção do substrato com o pé e imediata passagem da rede e/ou arrastamento pela vegetação numa extensão de *ca* 1m. Em cada local de amostragem são feitas 6 recolhas distribuídas proporcionalmente pelos principais macrohabitats (substrato pedregoso e/ou arenoso, vegetação submersa, zonas de água corrente, zonas de remanso) com o objectivo de maximizar a informação biológica. Estas sub-unidades de amostragem constituem uma amostra cumulativa e são colocadas em sacos de plástico devidamente etiquetados, transportadas numa mala térmica com gelo para o laboratório onde se procede à triagem imediata dos organismos e à sua conservação em álcool a 70% para posterior identificação.

Como indicadores de qualidade das águas são utilizados vários parâmetros biológicos, como o número total de organismos por local, número de *taxa* (como medida de diversidade), índices bióticos, percentagem de organismos intolerantes de acordo com o IBO e IPtIs, percentagem de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera: organismos tidos como intolerantes) e métodos de análise multivariada.

2.2 Índices Bióticos

Estes índices são expressões numéricas baseadas na resposta ecofisiológica da comunidade a determinadas condições ambientais. No seu cálculo é considerada a presença/ausência de organismos-chave indicadores de diferentes graus de tolerância/intolerância a determinadas condições físico-químicas. Também pode ser tida em conta a abundância de indivíduos de alguns grupos taxonómicos considerados importantes indicadores. Em alguns casos, a diversidade da comunidade é também tida em consideração.

2.2.1 Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO)

O IBO foi desenvolvido especificamente para as condições da Ribeira de Oeiras tendo em conta a informação previamente obtida com base nas comunidades de macroinvertebrados e nas análises físico-químicas (para mais detalhes ver relatório interno "Índice Biótico para a Avaliação da Qualidade da água da Ribeira de Oeiras", Janeiro de 1995).

A determinação da qualidade da água com base neste índice é feita com base na presença/ausência de organismos indicadores tendo em conta as condições hidrológicas dominantes (período de seca e período com fluxo superficial de água).

Posteriormente procedeu-se a uma melhoria do índice, de forma a ter em conta a riqueza taxonómica (tal como no caso do índice biótico de Trent e derivados: IBB, IBG). Esta melhoria consistiu no cálculo do número de *taxa* médio - em cada um dos períodos hidrológicos - para os locais de referência e para os locais situados a jusante do ponto de descarga do efluente (14 – 22D). Estes valores serviram de base para o estabelecimento dos intervalos de unidades sistemáticas, tal como são apresentadas nas tabelas de cálculo do índice (Tabelas 4.I e 4.II). Foram utilizados os dados de 1994 a 1997.

Cálculo do Índice

Para calcular o índice biótico, os macroinvertebrados são identificados até ao género (excepto os dípteros que são identificados até ao nível da família), ou simplesmente pela sua presença (*e.g.* Hydracarina, Oligochaeta). O número de unidades sistemáticas é então contabilizado (classes de anelídeos e moluscos, famílias de insectos e presença de Hydracarina e crustáceos). O índice é determinado de acordo com uma tabela de duas entradas, que apresenta duas formas - uma para o período em que há corrente (Tabela 4.I) e outra para o período em que não há corrente (Tabela 4.II).

Nas tabelas, o primeiro passo consiste em verificar quais os *taxa* indicadores presentes na amostra (1ª linha da primeira coluna das tabelas). Se a amostra não apresenta nenhum dos *taxa* indicadores, passa-se sucessivamente à linha seguinte até se encontrar um *taxon* indicador (ou nenhum *taxon*). O passo seguinte consiste em passar para as colunas do lado direito e cruzar a informação relativa aos *taxa* indicadores com a abundância de unidades sistemáticas. Obtém-se assim o valor do índice. Para efeitos de cálculo do índice, um organismo só se considera como presente quando representado por mais de 4 indivíduos.

Nas tabelas, os *taxa* indicadores estão colocados de cima para baixo, por ordem crescente de tolerância à poluição. O índice varia entre 1 e 5 indicando assim 5 classes de qualidade de águas:

Valor 5: qualidade de água máxima; poluição inexistente.

Valor 4: qualidade de água aceitável; poluição ligeira provável.

Valor 3: qualidade de água duvidosa; poluição moderada.

Valor 2: qualidade de água crítica; poluição forte.

Valor 1: qualidade de água muito crítica; poluição muito forte.

Tabela 2.1 – Índice para a Ribeira de Oeiras de acordo com os *taxa* indicadores presentes e o número de unidades sistemáticas – **Período lótico ou de águas correntes.**

***Taxa* indicadores**	**Unidades sistemáticas (U.S.)**				
	+10	**8-10**	**5-7**	**2-4**	**0-1**
Ecdyonurus, *Ephemerella*, Leptophlebiidae, Plecoptera, *Oulimnius*	5	4	4	3	2
Bithynia, Hydracarina, *Atyaephyra*, Baetidae, *Caenis*, *Platycnemis* ou Trichoptera	4	4	3	2	1
Physa, Coenagrionidae ou Libellulidae	4	3	3	2	1
Berosus, Culicidae ou Chironomidae vermelhos (principalmente *Chironomus*) ou ausência de invertebrados	3	3	2	2	1

Tabela 2.2 – Índice para a Ribeira de Oeiras de acordo com os *taxa* indicadores presentes e o número de unidades sistemáticas – **Período lêntico ou de seca.**

***Taxa* indicadores**	**Unidades sistemáticas (U.S.)**				
	+8	**7-8**	**5-6**	**2-4**	**1-0**
Leptophlebiidae	5	4	4	3	2
Atyaephyra, *Oulimnius* ou Trichoptera com casulo	4	4	3	2	1
Bithynia, Hydracarina, Baetidae, *Caenis*, *Platycnemis*, Trichoptera sem casulo, Simuliidae ou Outros Diptera (excepto Culicidae e Chironomidae vermelhos)	4	3	3	2	1
Physa, Coenagrionidae, Libellulidae, Aeshnidae, Heteroptera (excepto *Micronecta*) Coleoptera (excepto Haliplidae e *Oulimnius*), Culicidae ou Chironomidae vermelhos (principalmente *Chironomus*) ou ausência de invertebrados	3	3	2	2	1

2.2.2 Invertebrate Portuguese Index, South (IPtIs)

O IPtIs (Invertebrate Portuguese Índex, South) foi desenvolvido no âmbito da introdução da Directiva Quadro da Água em Portugal. O valor do índice é determinado em função do número de famílias e nível de tolerância das mesmas e da situação em locais de referência e calcula-se da seguinte maneira:

IPtIs = 0.4*(nº total de famílias/mediana de referência) + 0.2*(IASTP-2/mediana de referência) + 0.2*(EPT/mediana de referência) + 0.2*(log (sel. EPTCD+1)/mediana de referência),

Sendo EPT o número de famílias dos taxa Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, IASPT = (IBMWP/nº famílias) e Sel. EPTCD o número de Chloroperlidae, Nemouridae, Leuctridae, Leptophlebidae, Ephemerellidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Psychomyiidae, Sericostomatidae, Elmidae, Dryopidae e Athericidae.

O IPtIs foi aplicado a todos os locais das ribeiras de Oeiras e Carreiras aplicando as classes de qualidade relativas ao tipo S1<100 (Sul 1 com bacia de drenagem inferior a 100 km^2). Os valores do índice variam entre 0 e 1. As classes de qualidade consideradas são:

Qualidade excelente: valor superior a 0.97

Qualidade boa: valor entre 0.72 e 0.97

Qualidade razoável: valor entre 0.48 e 0.72

Qualidade medíocre: valor entre 0.24 e 0.48

Qualidade má: valor inferior a 0.24

2.3 Análise Multivariada

O processo de tratamento de dados, em termos de métodos de análise multivariada, foi modificado com a introdução de novas técnicas consideradas como estatisticamente robustas e eficientes na detecção de efeitos ambientais. O tratamento de dados terá agora por base o programa PRIMER 6 para Windows.

As questões mais relevantes no contexto do presente programa de biomonitorização são: (1) A descarga do efluente da ETAM afecta as comunidades bióticas da Ribeira de Oeiras? (2) Se a resposta à questão anterior é sim, qual a intensidade da perturbação? e (3) Qual a extensão da referida perturbação?

Para responder a estas questões, o trabalho assenta na metodologia geral resumida na fig. 2.1 e que consiste no seguinte:

1. Os macroinvertebrados são amostrados, segundo a metodologia padrão tradicional descrita atrás. As amostragens biológicas são acompanhadas por determinações *in situ* de parâmetros físico-químicos, como a temperatura e o oxigénio

dissolvido usando medidores de campo e a recolha de amostras de água para posterior análise laboratorial.

2. Os macroinvertebrados são identificados nos laboratórios do Departamento de Zoologia da Universidade de Coimbra / IMAR, enquanto que as amostras de água são analisadas no laboratório químico da SOMINCOR. O processo de identificação taxonómica tem-se mantido constante, com a preocupação de identificar os exemplares, sempre que possível até ao género. A identificação até ao nível de espécie (1) tornaria muito caro o programa de biomonitorização, (2) é dificultada pela falta de especialistas e bibliografia adequada e (3) não implicaria uma melhoria significativa da informação sobre a alteração nas condições ambientais.

3. São produzidas matrizes de (1) locais de amostragem vs. número e tipo de invertebrados amostrados e (2) locais de amostragem vs. parâmetros ambientais.

4. É calculado o valor do Índice Biótico para a Ribeira de Oeiras (IBO) para cada amostra biológica, que classifica numa escala de 1 a 5 a qualidade ecológica da água (ver atrás). Foi decidido abandonar a aplicação do índice BMWP' dado ter sido demonstrado repetidas vezes ser inadequado para a Ribeira de Oeiras e muito provavelmente para qualquer outro rio de características marcadamente mediterrânicas.

5. No Inverno de 2008 introduziu-se a aplicação do IPtIs (Invertebrate Portuguese Index, South) por ser o índice adoptado para esta região de Portugal no âmbito da Directiva Quadro da Água Europeia.

6. Frequentemente, alterações na qualidade ambiental repercutem-se em alterações na diversidade das comunidades bióticas. A diversidade será medida pelo Complementar do Índice de Simpson (1-λ') e pelo índice de Shannon (procedimento DIVERSE).

7. A matriz biológica é reduzida por eliminação de *taxa* com carácter esporádico. Este passo é necessário uma vez que, quando número de indivíduos de uma espécie é naturalmente baixo, a probabilidade de os amostrar depende mais do acaso do que das condições ambientais prevalecentes. Estes *taxa* podem assim distorcer as relações de similaridade.

8. Os dados de abundância são transformados para retirar peso às espécies caracterizadas por ocorrência em grandes números. O significado ecológico de ter 1000 ou 800 indivíduos (diferença = 200) é muito menor do que ter 0 ou 50 (diferença = 50). Este passo é particularmente importante quando as amostras não são

rigorosamente quantitativas. Duas das transformações possíveis são: √√(x) ou, a aqui utilizada, log (x+1).

9. Os locais de amostragem são comparados por relações de similaridade da sua fauna utilizando o Índice de Bray-Curtis. A similaridade quantifica a semelhança faunística entre locais e varia entre 0 (sem espécies em comum) e 100 (idêntica composição faunística).

10. As relações de similaridade são analisadas por análise aglomerativa (procedimento CLUSTER). Esta técnica permite agrupar locais semelhantes do ponto de vista faunístico. Do ponto de vista ambiental, a técnica permite detectar alterações na comunidade biótica em resposta a alterações ambientais.

11. As relações de similaridade são também analisadas por "non-metric Multidimensional Scaling" (MDS). Este método de ordenação permite colocar as amostras num diagrama bi- ou tri-dimensional de modo que a ordem de dissimilaridade (= inverso da similaridade = distância) entre amostras coincida com a (dis)similaridade da matriz obtida no passo 8. O sucesso deste processo é indicado pelo coeficiente de "stress". Valores inferiores a 0.05 são indicadores de uma representação bi-dimensional excelente, sem distorção. Valores de stress < 0.1 correspondem a uma boa ordenação. Nestes dois casos, uma representação tridimensional não forneceria nenhuma informação adicional em relação à dada pelo diagrama a 2 dimensões. Valores menores que 0.2 são indicadores de uma potencial representação em duas dimensões. Valores > 0.3 indicam que os pontos estão arbitrariamente distribuídos no espaço bi-dimensional, i.e., os agrupamentos são obtidos pelo acaso.

12. A consistência dos grupos obtidos com base na técnica de ordenação MDS deve ser testada de modo a determinar se os grupos são formados ao acaso ou porque efectivamente reflectem uma diferença entre as amostras. Tecnicamente, interessa investigar se a variância entre amostras dos mesmos grupos é menor ou igual à variância entre amostras de diferentes grupos (em termos de similaridade). Isto pode ser feito por permutações (n=1000) utilizando o procedimento ANOSIM.

13. Outra forma de avaliar a consistência faunística entre dois grupos de invertebrados é a técnica de SIMPER (Similarity/distance percentages, species/variable contributions, Primer 6). Este processo calcula a similaridade média entre os locais do mesmo grupo e a dissimilaridade média entre os grupos considerados. Outra característica interessante deste procedimento é a obtenção de uma listagem dos taxa mais característicos de cada conjunto de

locais e a listagem dos taxa que mais contribuem para a diferença entre grupos.

14. A sobreposição de Bubble plots à MDS de dados biológicos permite a determinação dos taxa mais relevantes (como por exemplo os mais sensíveis) e a visualização das suas abundâncias relativas em todos os locais.

15. Os valores dos parâmetros físico-químicos são transformados de modo a poderem ser tratados estatisticamente. Regra geral, estes dados tem uma distribuição não normal. A sua normalização é geralmente conseguida por uma transformação $x' = \log_{10}(x+1)$ ou $x' = \sqrt{\sqrt{x}}$. No nosso caso, só os dados com distribuição não normal serão transformados.

16. Por outro lado, os parâmetros ambientais diferem muito nas suas unidades. Por exemplo, o pH pode variar de 7 a 8 (uma unidade) enquanto que a condutividade pode variar de 200 a 1500 μS/cm (1300 unidades). Para serem tratados estatisticamente os dados ambientais tem de ser padronizados de modo a serem colocados numa mesma escala. Isto é feito por subtracção do valor médio de cada parâmetro ao valor da amostra; o valor resultante é então dividido pelo desvio padrão do total de amostras. O resultado é o de obter valores para cada padrão com uma variação entre –2 e +2 e uma média de zero.

14. É produzida uma matriz de dissimilaridade (= distância) entre pares de locais, de acordo com as diferenças nos parâmetros físico-químico. Para tal é utilizada a Distância Euclidiana Normalizada. Aqui é utilizada o procedimento SIMILARITY. Tal como no caso da matriz de dados biológicos, os locais com um ambiente químico e físico idêntico tem uma similaridade de 100% (ou 1), o que corresponde a uma distância num espaço bidimensional de 0 (dissimilaridade = 1 – similaridade).

15. Tal como no caso dos dados biológicos, as relações de similaridade entre locais de amostragem são sujeitas a uma análise aglomerativa, tendo por base os parâmetros ambientais.

16. Os valores de distância entre locais com base nos parâmetros ambientais são também expressos num diagrama bidimensional por MDS. Deste modo é possível comparar se a informação biológica e ambiental são coincidentes.

17. Tal como no caso da MDS dos dados biológicos, a consistência dos grupos obtidos por MDS dos parâmetros ambientais pode ser medida por ANOSIM.

18. Em alternativa pode ser seguindo o método de Análise de Componentes Principais (PCA), baseado na distância Euclidiana, e

que resulta graficamente na distribuição das amostras por um gráfico de dois eixos (x,y) onde se podem observar as distâncias das amostras em relação à origem e onde se podem observar os gradientes fisico-químicos mais importantes que determinam a sua posição nos eixos através de sistema de setas.

19. O passo seguinte será perguntar de que modo a que os dados ambientais podem explicar a matriz de dados biológicos. Isto é feito por comparação da ordenação biológica com a dos dados químicos (correlação entre as duas matrizes de (dis)similaridade para o conjunto dos dados ambientais e para as combinações possíveis com 1, 2, 3 e n dados ambientais. Quais os dados ambientais que por si só ou em conjunto explicam o padrão biológico observado? Este passo é precedido de uma operação que elimina os dados ambientais autocorrelacionados pois não trazem qualquer informação nova e, pelo contrário, tendem a introduzir "ruído" na matriz de parâmetros ambientais. Por exemplo, suponhamos que se despeja um efluente que contém unicamente cloreto de sódio. Os valores de cloreto, sódio e condutividade estarão fortemente correlacionados pelo que só um destes parâmetros deverá ser utilizado nas análises estatísticas seguintes. O processo aqui descrito é feito pelo procedimento BIOENV.

20. O passo seguinte é comparar de novo a matriz de similaridade de dados biológicos com versões reduzidas da tabela de *taxa* de modo a saber quais são aqueles que mais contribuem para os padrões estruturais da comunidade observados. O procedimento utilizado é BVSTEP. Este processo permite determinar *taxa* indicadores de condições ambientais.

21. Outra forma de relacionar os dados biológicos com os ambientais consiste em usar novamente o procedimento "Bubble-plots" para a quantidade relativa dos valores dos parâmetros ambientais seleccionados mas desta vez aplicá-lo à ordenação MDS dos parâmetros biológicos.

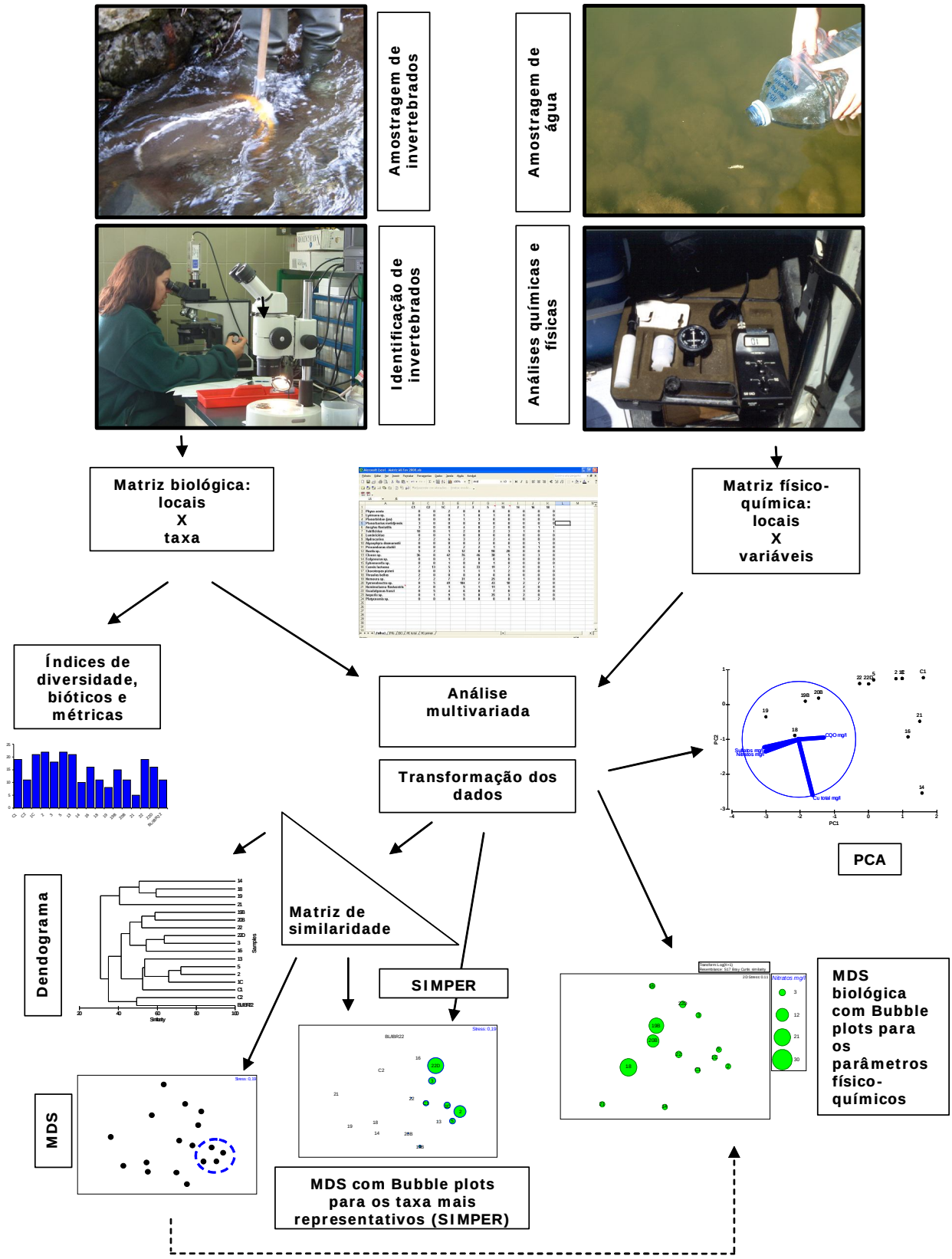


Figura 2.1 – Resumo da metodologia de amostragem e tratamento dos dados biológicos e físico-químicos.

ANEXO 8

Relatório elaborado para a SOMINCOR no âmbito do protocolo estabelecido com o IMAR-CIC.

Relatório nº 56. Abril 2009

Biomonitorização da Ribeira de Oeiras

Vegetação aquática e testes *in situ* com *Myriophyllum spicatum*

Maria João Feio, Paulo Rosa, Mafalda Gama & Manuel Graça

IMAR – Instituto do Mar e Departamento de Zoologia
Universidade de Coimbra - 3004-517 Coimbra
Portugal

JUNHO 2009

Índice

Resumo 3
Summary 4

Secção 1 – Avaliação da qualidade ecológica com base na vegetação aquática da Ribeira de Oeiras 5
1.1. Introdução 5
1.2. Resultados e Discussão 6
1.3. Conclusões e recomendações 8
1.4. Figuras 10
1.5. Tabelas 15

Secção 2 – Testes de desenvolvimento radicular *in situ* com *M. spicatum* 24
2.1. Introdução 24
2.2. Resultados e Discussão 24
2.3. Conclusões 25
2.4. Tabelas 28

Secção 3 – Metodologias 30
3.1. Vegetação aquática 30
3.2. Análise estatística da Vegetação aquática 30
3.3. Testes *in situ* com *Myriophyllum spicatum* 34

Secção 4 – Referências 36

Secção 5 – Anexos (publicações relevantes) 40

Resumo

Os padrões de qualidade química da água da ribeira de Oeiras deste ano são muito semelhantes aos de Fevereiro do ano anterior: há diferenças entre os locais situados a montante do 14 (ponto de descarga) e os locais situados a partir deste ponto, sendo a qualidade dos primeiros superior em cerca de 10 a 20x para alguns parâmetros como os nitratos, sulfatos e conductividade. O cobre apresenta níveis mais elevados nos locais 14-18, ou seja, os mais próximos da descarga, recuperando depois até aos valores de referência mais para jusante.

Relativamente à composição florística, a mudança de metodologia, para a adoptada pelo Instituto da Água, resultou num aumento para quase o dobro das espécies identificadas, principalmente no que respeita às terrestres, mantendo-se semelhante o número de espécies associadas ao meio aquático (75 espécies hidrófitas, higrófitas e helófitas e 90 espécies terrestres). As espécies verdadeiramente aquáticas reflectiram a diferença na qualidade química da água: os locais com maior cobertura e maior número de espécies foram o 2 e o C1 (referência) enquanto que os locais com pior cobertura e menor diversidade foram os 14, 18, 20B e 21. A análise multivariada confirmou existirem diferenças significativas na composição florística entre dois grandes grupos de locais: a montante do local 14 (descarga) e a a jusante da descarga, o que está de acordo com os dados físico-químicos. As espécies mais relevantes, responsáveis pela diferença entre montante e jusante foram as Charophyta (hidrófita) e as espécies *Baldellia ranunculoides* (helófita), *Myriophyllum alterniflorum*, *Isoetes velatum* e *Glyceria sp.* (hidrófitas) (mais abundantes nos locais a montante); o *Juncus acutus* (higrófita) (mais abundante nos perturbados). A evolução da vegetação ao longo dos últimos anos, parecia evidenciar alguma recuperação, gradual, dos pontos a jusante do 14, mais evidente nos locais mais distantes (como já seria de esperar), o que parece não suceder este ano.

Os testes “in situ” com *M. spicatum* mostraram uma grande variabilidade nos resultados mas, consistentemente com os anos anteriores, tudo aponta para uma estimulação no crescimento das plantas nos locais a jusante e uma diminuição de tamanho a montante. Estes resultados são consistentes com os dos anos anteriores e podem ser causados pela presença de nitratos nas águas que saem da ETAM.

Globalmente, ficou demonstrada uma perturbação a partir do local 14. Recomendamos uma pesquisa sobre bioacumulação de metais em briófitas ou otras hidrófitas e propomos a substituição de *M. spicatum* por *M. alterniflorum* por, aparentemente, esta segunda espécie ser mais sensível. A literatura em anexo mostra também que as plantas aquáticas podem acumular metais.

Summary

The patterns of chemical quality of Ribeira de S. João were this year very similar to those of last year in February: there were large chemical differences between the sites located upstream of site 14 (ETAM) and the sites located downstream. Values of some parameters were 10 to 20 times higher downstream than upstream (nitrates, sulphates and conductivity). Copper concentrations were particularly high at sites 14 to 18 but recover to reference levels in downstream sites.

The change of methodology for the plant analysis to the one adopted by the Instituto da Água, resulted in an increase (to almost the double) of the taxa identified in the previous year, mainly due to the number of terrestrial species. However, the number of species associated with the aquatic environment remained almost the same (75 hidrophytes, higrophites and helophytes species and 90 terrestrial species). The truly aquatic species clearly reflected the differences in the chemical quality of the sites: the sites with a larged cover and with a higher number of species were sites 2 and C1 while those with lower cover and reduced diversity were sites 14, 18, 20B e 21. The multivariate analysis revealled significative differences between two groups of sites: those located upstream site 14 (ETAM) and those located downstream. The most relevant taxa contributing to this difference were: Charophyta (hidrophyte), *Baldellia ranunculoides* (helophyte), *Myriophyllum alterniflorum*, *Isoetes velatum* and *Glyceria sp.* (hydrophytes) (more abundante in upstream sites); and *Juncus acutus* (higrophyte) (more abundant in disturbed sites). The evolution of the vegetation throughout the last years seemed to evidence some gradual recovery downstream of 14, that is most evident in the places most distant (as already it would be expected). This does not seem the case this year.

The results of “in situ” tests with *M. spicatum* had a high variability and plants didi not form roots. However, as in previous years, there was na estimulation in growht in plants exposed to waters from dowstream of ETAM, which has been explained by stimulation by nutrients in the water.

According to the present results we recomment that the emission of the efluent only when the stream discharge is higher, in order to allow the dilution of the chemical substances and reduce the negative effects on the flora.

Globally, it was shown a perturbation from site 14 onwards. We recomend further studies on bioaccumulation of heavy metals using briophytes or other hydrophyes. We also propose the replacement of *M. spicatum* by *M. alterniflorum* which seems more sensitive. Literature in the annex shows that macrophytes are able to ccumulate heavy metals.

Secção 1

Avaliação da qualidade ecológica com base na vegetação aquática da Ribeira de Oeiras

1.1. Introdução

Nesta secção é apresentado o resultado da avaliação da qualidade ecológica da Ribeira de Oeiras com base na informação relativa à vegetação aquática recolhida na Primavera de 2009 (1-4 de Abril). As metodologias utilizadas este ano (Secção 3) foram diferentes das descritas em relatórios anteriores já que se pretendeu seguir a metodologia de campo definida para o elemento macrófitas pelo Instituto da Água (INAG I.P. 2008) no âmbito da integração da Directiva Quadro da Água em Portugal (Comissão Europeia 2000).

Seguindo este método, analisou-se a cobertura/abundância das espécies terrestres, higrófitas, hidrófitas e helófitas encontradas no canal e nas margens em 15 locais, sendo dois na ribeira de Carreiras e os restantes na ribeira de Oeiras. Foi recolhida informação de campo complementar à lista de espécies, de acordo com as regras do INAG e usando as fichas de campo do manual do INAG. Para a análise estatística consideraram-se unicamente as espécies do canal (higrófitas, hidrófitas e helófitas) já que deverão ser estas as mais afectadas pela qualidade química da água da ribeira.

Foram ainda feitas análises físico-químicas à água dos locais C1, C2, 1C, 2, 3, 5, 6, 14, 16, 18, 19, 20B, 21 e 22. Na maioria dos locais foram medidos os parâmetros: concentrações de sulfatos, nitratos, fosfatos, N Kjeldahl, N amoniacal, carência química de oxigénio (CQO), zinco e cobre (em laboratório) e temperatura, pH, condutividade e oxigénio dissolvido (no campo). No entanto nem todos os parâmetros foram analisados em todos os locais pelo que análise estatística foi limitada aos locais com séries de dados mais completas: 5, 14, 18, 19, 20B, 22.

1.2. Resultados e Discussão

1.2.1. Aspectos gerais

1.2.1.1. Síntese das características físico-químicas

Os valores obtidos este ano são muito semelhantes aos de Fevereiro do ano anterior. São evidentes as diferenças entre os locais situados a montante do 14 (descarga) e os locais situados a partir deste ponto (Tabela 1.1). Essas diferenças são especialmente relevantes ao nível dos nitratos, sulfatos e conductividade, que podem ser de 10 a 20x superiores nos locais a jusante. O cobre apresenta níveis mais elevados nos locais 14-18, ou seja, os mais próximos da descarga, recuperando depois até aos valores de referência mais para jusante.

1.2.1.2. Síntese da informação biológica

Nesta campanha foram identificadas 75 espécies de plantas aquáticas nas ribeiras de Oeiras e de Carreiras, e 90 espécies terrestres, associadas ao meio aquático (margens, taludes), o que perfaz um total muito superior (mais do dobro) das espécies identificadas em anos anteriores nas ribeiras de Oeiras e Carreiras. Esta diferença deve-se unicamente à mudança de metodologia, que passou a seguir de perto o manual publicado pelo Insitituto da Água (INAG, I.P. 2008).

Os locais da ribeira de Carreiras foram os que apresentaram maior cobertura total e número de espécies de todos os locais analisados. Na ribeira de Oeiras os locais 21 e 18 foram aqueles onde se registou maior cobertura vegetal e abundância total de espécies, enquanto que nos locais 6 e 16 a cobertura e número total de espécies foram os mais baixos, respectivamente. No entanto, relativamente às espécies verdadeiramente aquáticas a situação foi diferente e reflectiu a melhor qualidade química da água nos locais a montante da descarga: os locais com maior cobertura e maior número de espécies foram o 2 e o C1 enquanto que os locais com pior cobertura e menor diversidade específica foram os 14, 18, 20B e 21.

1.2.2. Análise multivariada

1.2.2.1. Análises aglomerativas, MDS e ANOSIM

As análises de ordenação (MDS; Figura 1.2) e classificação hierárquica (Cluster; Figura 1.3) mostraram uma diferença nas comunidades entre os locais situados a montante (referência) e os locais situados a jusante da descarga (não-referência). Esta diferença é estatisticamente significativa (análise ANOSIM; R global = 0.442, $p < 0.001$), embora a variabilidade dentro dos grupos seja elevada. Uma observação importante para este

conjunto de dados é que, ao contrário do que acontecia nos anos anteriores, em que locais a montante e jusante da mina estavam claramente separados na ordenação MDS, este ano, a distribuição é mais difusa.

O local C2 na parte baixa da ribeira de Carreiras (e portanto não afectado pelas actividades mineiras) aparece no cluster como mais semelhante aos locais de jusante na ribeira de Oeiras. Esta semelhança com o grupo não-referência não foi confirmada pela análise multidimensional que o coloca mais ou menos isolado, pelo que se optou por continuar a incluí-lo no grupo de referência nas restantes análises. Provavelmente este local, por se localizar mais a jusante, na ribeira de Carreiras, apresenta algumas semelhanças morfológicas com os locais mas a jusante na ribeira de Oeiras e não propriamente uma semelhança na deterioração da qualidade da água. A Briophyta e a *Pulicaria paludosa,* são particularmente abundantes neste local e há outras plantas que só ocorrem aqui, como é o caso de *Lemanea*, *Spiranthes aestivalis* e *Salix atrocinerea*. Finalmente, alguns taxa, existem só no local C2 e num dos locais mais a jusante (22) tal como *Arundo donax* ou, como é o caso de *Flueggea tinctoria,* só têm índices de abundância/ cobertura muito elevados, no local C2 e nos locais a jusante (18 e 22D). Tratando-se de espécies arbustivas associadas sobretudo às margens, é pouco espectável que as alterações estatísticas causadas por elas se possam correlacionar com a qualidade da água, sendo mais provável que dependam das características das margens.

A nossa análise revela ainda uma semelhança entre o local 13 e o local 14, que vem contrariar as perspectivas de recuperação do primeiro. Efectivamente as semelhanças são evidentes tanto na presença como na ausência de espécies, especialmente ao nível das higrófitas, tendo sido registados 13 taxa em cada um dos locais. No entanto, a qualidade da água do local 14 é pior, já que não regista nenhum higrófito. Os resultados podem ser explicados pela rotura da canalização no local 13 e da qual resulta alguma descarga.

1.2.2.2. Análise de SIMPER e “Bubble-plots”

A dissimilaridade média (Bray-Curtis) entre as comunidades dos dois grupos de locais referidos em 1.2.2.1 (montante *versus* Jusante) é de 49%, enquanto que a similariade dentro do grupo de referência é de 56% e dentro do grupo de locais a jusante é de 59% (análise SIMPER; Tabela 1.4). Este ano, as espécies com maior diferença de abundância (contribuição para a diferença superior a 2.5%) entre os locais referência e os locais não-referência foram *Baldellia ranunculoides*, *Calitriche stagnalis*, *Lythrum hyssopifolia*, *Schoenoplectus lacustris*, *Myosotis welwitschii,* algas filamentosas (mais abundantes a montante) e *Typha dominguensis*, mais abundante a jusante, nos locais impactados. Em comum com a lista dos que mais contribuíram para a dissimilaridade do

ano anterior só encontrámos *Myosotis welwitshii* e *Calitriche* sendo os restantes taxa diferentes, provavelmente porque no ano anterior se discriminaram pela análise multidimensional e Cluster três grupos em vez de unicamente dois.

As análises de SIMPER e bubble-plots (aplicados à MDS; Figura 1.4) evidenciaram algumas espécies responsáveis pela diferença entre montante e jusante: as Charophyta (hidrófita) e as espécies *Baldellia ranunculoides* (helófita), *Myriophyllum alterniflorum*, *Isoetes velatum* e *Glyceria sp.* (hidrófitas) são mais abundantes nos locais referência; enquanto que *Juncus acutus* (higrófita) é mais abundante nos perturbados, talvez, também, devido à morfologia natural das margens. Explicações mais detalhadas de cada um destes *taxa* encontram-se na Figura 1.4.

1.2.2.3. Principal Component Analysis (PCA)

Para a PCA físico-quimica utilizaram-se dados de um único local de referência, o local da descarga e 4 locais a jusante desta, já que os dados disponíveis para os outros locais eram insuficientes para a sua análise. A PCA (Figura 1.5) revelou que o local de referência se distinguia dos restantes pela sua temperatura, e concentração de nitratos, sulfatos, conductividade e cobre total. Os locais 19 e 18 distinguem-se ainda dos outros pela concentração elevada de nitratos e baixa oxigenação da água.

1.3. Conclusões e recomendações

Podemos resumir as conclusões deste estudo em vários pontos:

1. A metodologia seguida este ano, de acordo com os protocolos de implementação da Directiva Quadro da Água em Portugal, resultou num grande alargamento (duplicação) do número de espécies registadas na área de estudo das ribeiras de Oeiras e Carreiras, uma vez que se passou a incluir também as espécies terrestres do leito e taludes. O número de espécies mais directamente relacionadas com a água do rio (hidrófitas, higrófitas e helófitas) foi, no entanto, semelhante ao verificado em anos anteriores (75 espécies).

2. O grupo de espécies vegetais que mais contribuiu para a discriminação entre locais de referência e locais a jusante do efluente foi o grupo das hidrófitas, espécies verdadeiramente aquáticas, que variou entre as zero espécies (cobertura/abundância = 0) no local 14 e as 7 espécies (somatório das coberturas/abundâncias = 19) no local 2.

3. Tal como anteriormente, as análises multivariadas realizadas com base na informação relativa às comunidades de vegetação aquática mostraram diferenças significativas entre locais de referência e locais situados a jusante do local de lançamento do efluente e indicam ainda que o local 14 continua a ser um local fortemente alterado. Deve ser, por isso, dada atenção especial a este local no sentido de melhorar a sua qualidade química de forma a permitir a sua recolonização por espécies vegetais típicas da ribeira de Oeiras e presentes mais a montante.

4. Há algumas evidências nos dados, e reveladas pelas análises de SIMPER e MDS-bubble plots, de que os locais a jusante do lançamento do efluente apresentam alguns sinais de melhoria dos índices em relação aos mais próximos desse local, embora, talvez devido à mudança de metodologia, não se tenha este ano revelado um grupo individualizado desses locais.

5. Recomenda-se que se continue a utilizar no futuro esta metodologia, até porque, brevemente, poderá vir a ser aplicado a estes dados um índice nacional para macrófitas, o que permitirá a classificação do estado ecológico da ribeira, através de um sistema de 5 classes, previsto pela Directiva Quadro da Água.

6. No futuro a informação ambiental recolhida por gravação de voz em cada local (anexo em CD) deverá, ainda, ser convertida em dados a ser utilizados em análise estatística e que trarão mais informação relevante para a definição de estratégias de melhoramento da qualidade ecológica da ribeira de Oeiras.

1.4. Figuras

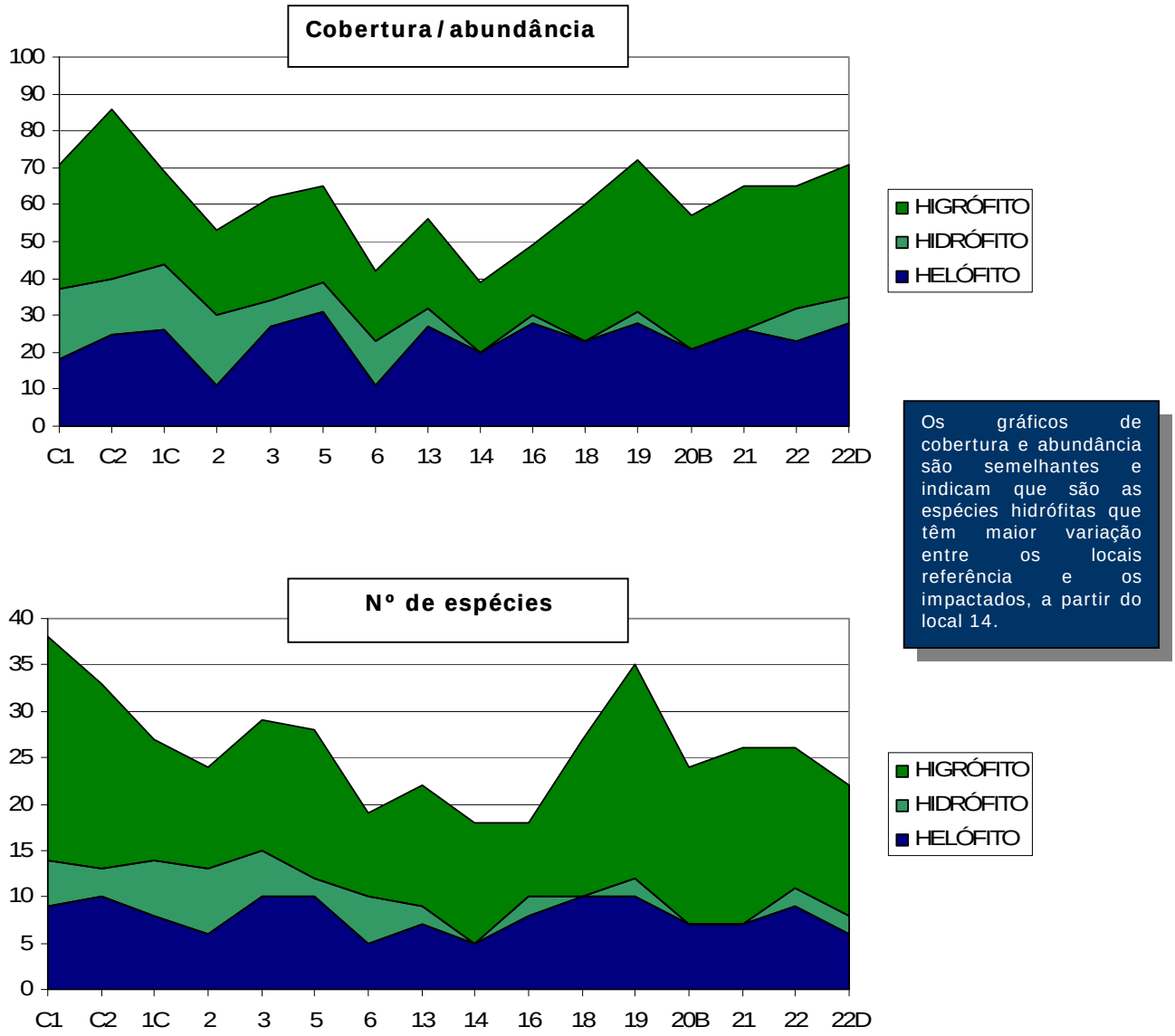


Figura 1.1 – Cobertura/abundância de macrófitas e número de espécies higrófitas, hidrófitas e helófitas identificadas nos locais de estudo das ribeiras de Oeiras e de Carreiras (Abril 2009).

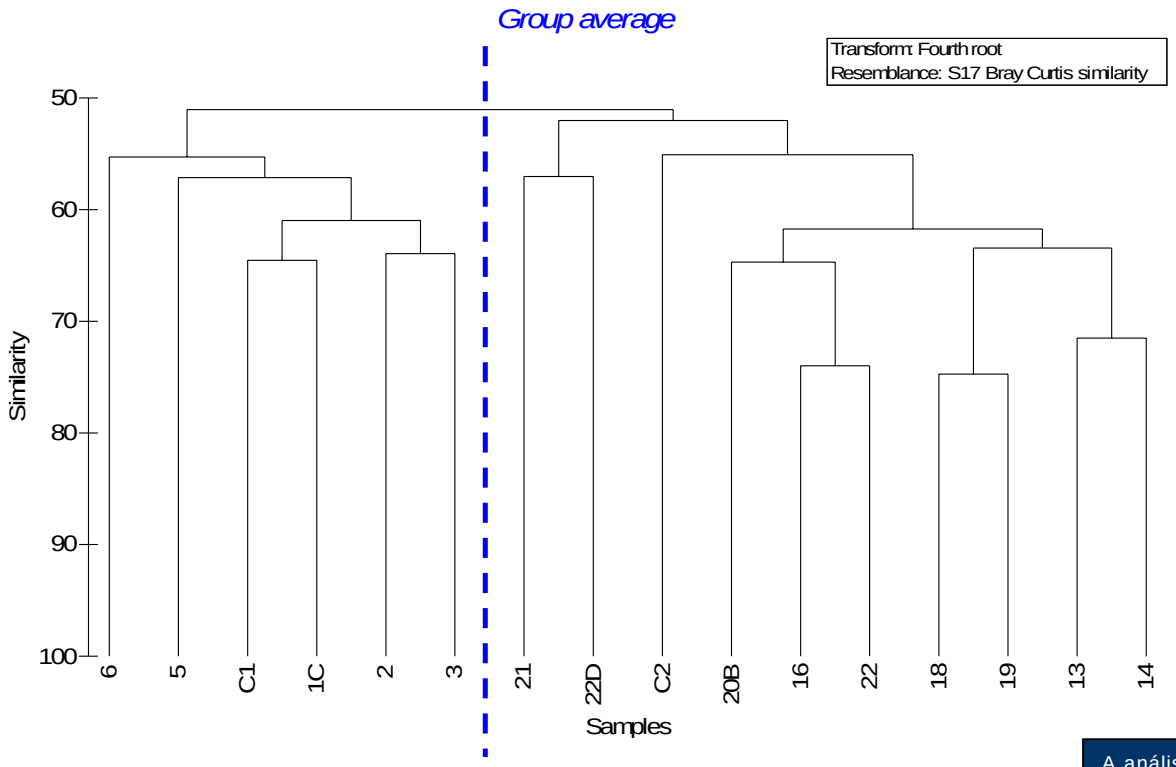


Figura 1.2 - Análise aglomerativa dos valores de similaridade obtidos com base nas comunidades de vegetação aquática (Abril, 2009).

A análise conjunta da MDS e do Cluster revela uma segregação entre os locais referência, a montante da descarga (com excepção do 13) dos locais situados mais a jusante.

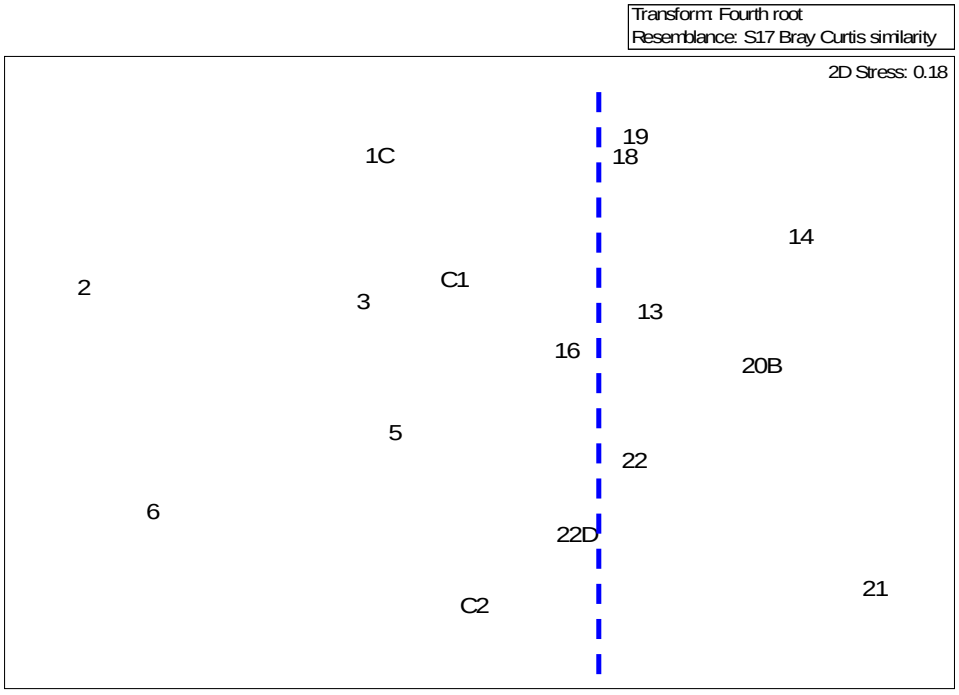
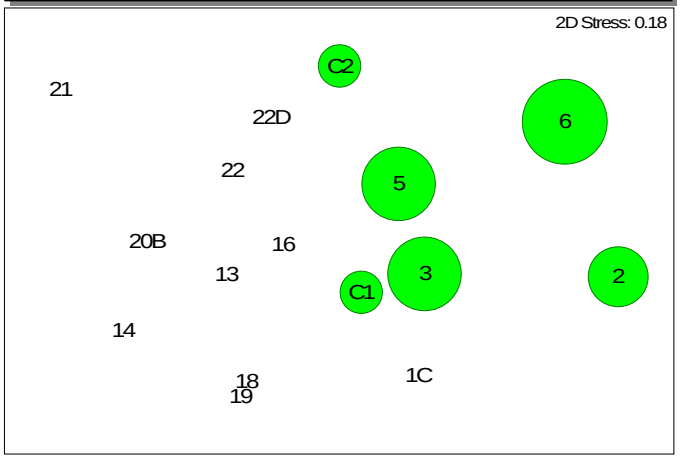


Figura 1.3 - Análise MDS dos valores de similaridade entre locais de estudo com base na vegetação aquática (Abril, 2009).

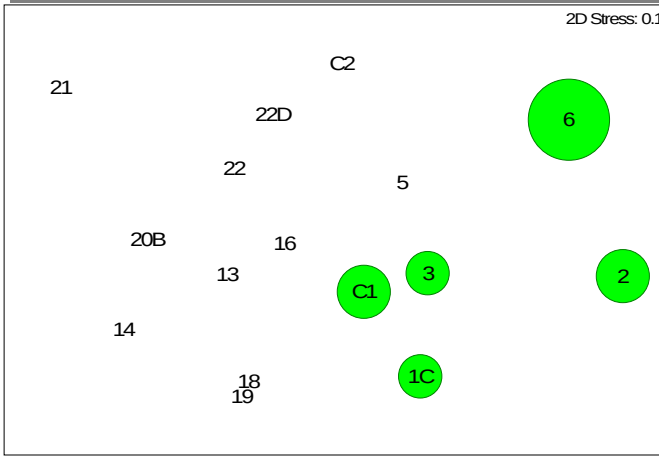
Baldellia ranunculoides

Espécie sensível, presente só em locais de referência, o que já acontecia em anos anteriores.



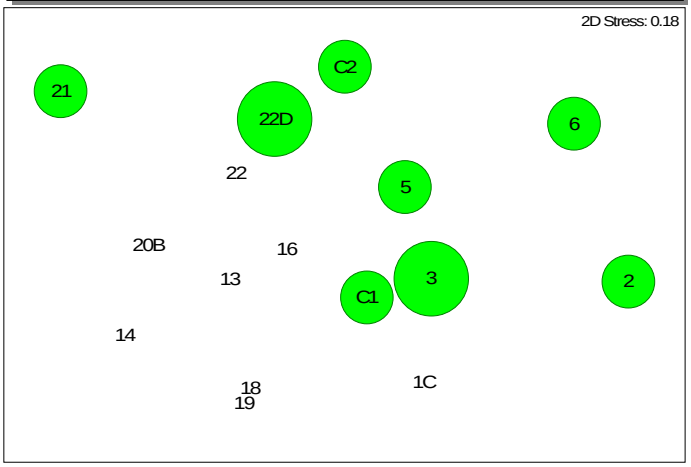
Charophyta

Grupo só presente em locais de referência. Em anos anteriores surgia também mais a jusante.



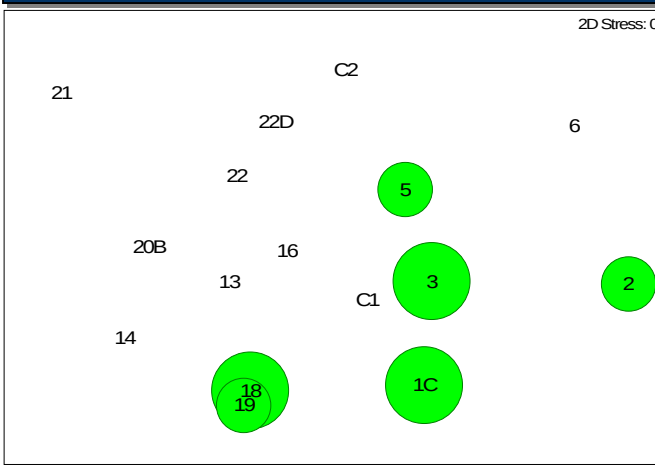
Lythrum hyssopifolia

Espécie que surge nos locais referência mas também nos situados mais a jusante. Mantém a situação de anos anteriores.



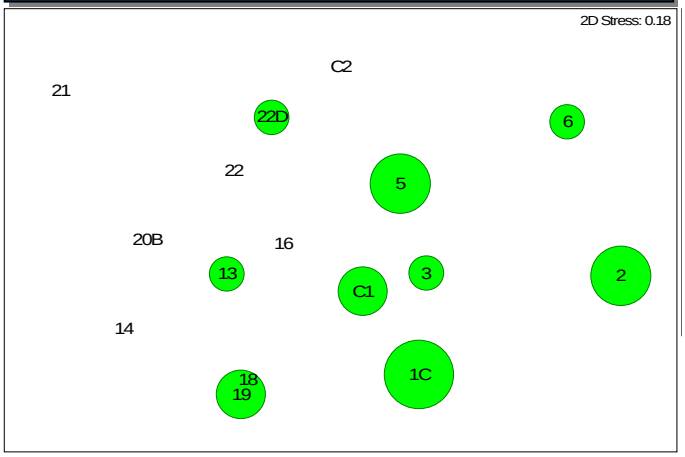
Alisma lanceolatum

Surge essencialmente em locais de referência mas também em dois locais a jusante, o que não acontecia antes.



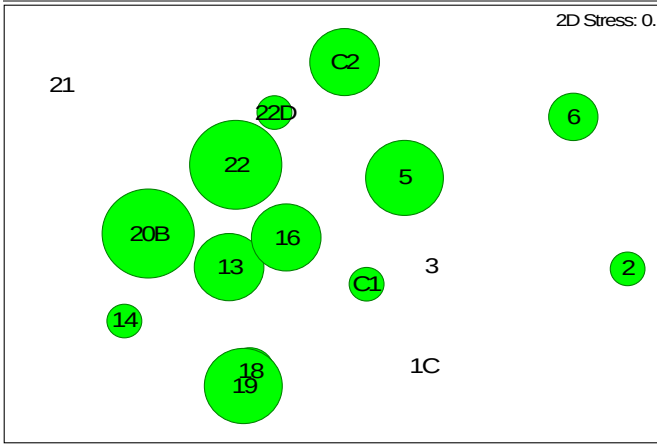
Calitriche stagnalis

Surge essencialmente em locais referência mas também nos locais 18, 19 e 22D bem como no 13. O facto de apresentar folhas flutuantes pode facilitar a sua dispersão.



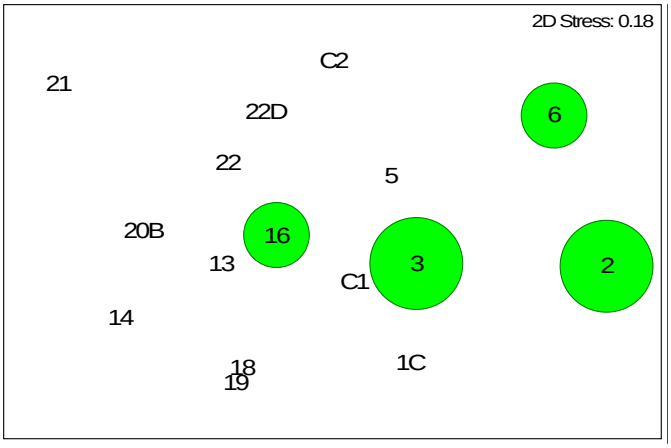
Paspalum paspalodes

Esta espécie, pouco sensível e invasora, surge essencialmente em locais degradados mas também em alguns locais referência.



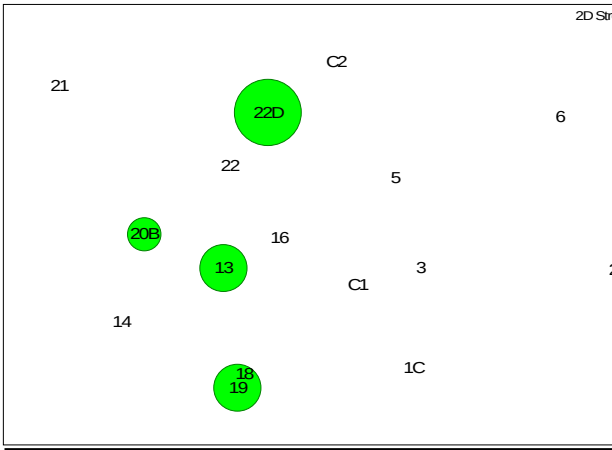
Lythrum borysthenicum

Aparece essencialmente em locais referência mas também no local 16; a sua distribuição parece mais associada a preferência por condições lênticas.



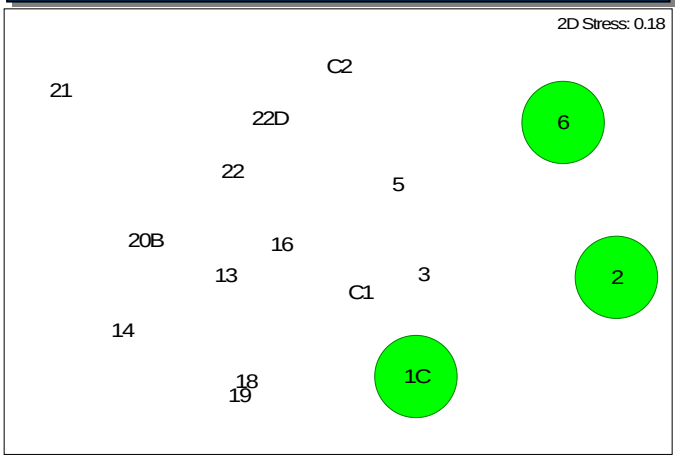
Juncus acutus

Esta espécie tolerante aparece essencialmente em locais perturbados.



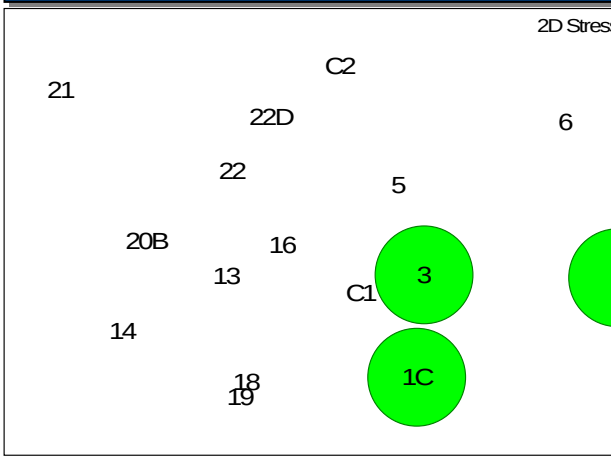
Myriophyllum alterniflorum

Esta espécie é sensível à contaminação da água e aparece exclusivamente nos locais referência.



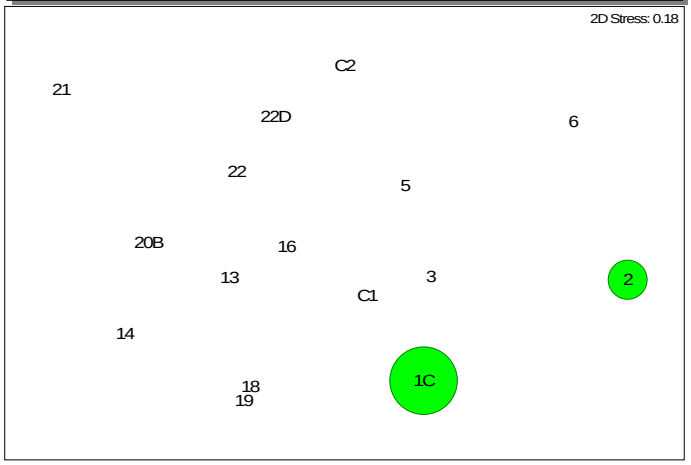
Isoetes velatum

Esta espécie rara é sensível à contaminação da água mas tem também preferência por sedimento fino daí que não tenha sido encontrada em todos os locais referência.



Glyceria sp.

Esta gramínia apareceu só em dois locais referência mas a sua presença não foi registada em anos anteriores. A sua evolução futura deverá ser tida em atenção.



Ranunculus penicillatus

Esta espécie é generalista, surgindo em muitos locais, em seja em geral mais abundante em locais referência e locais situados mais longe da descarga, para jusante. Noutros ar denotava ser uma espécie relativamente sensível à qualida da água.

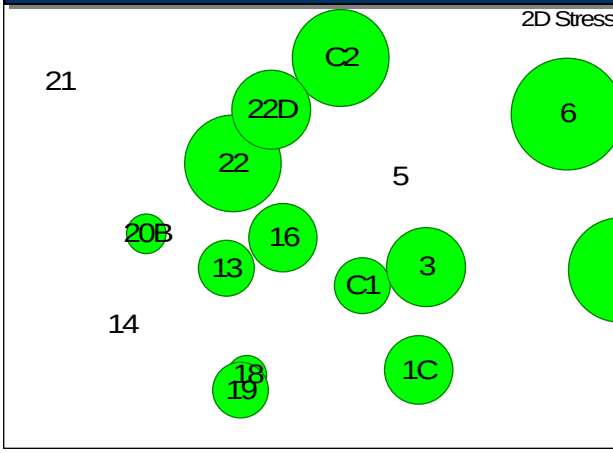
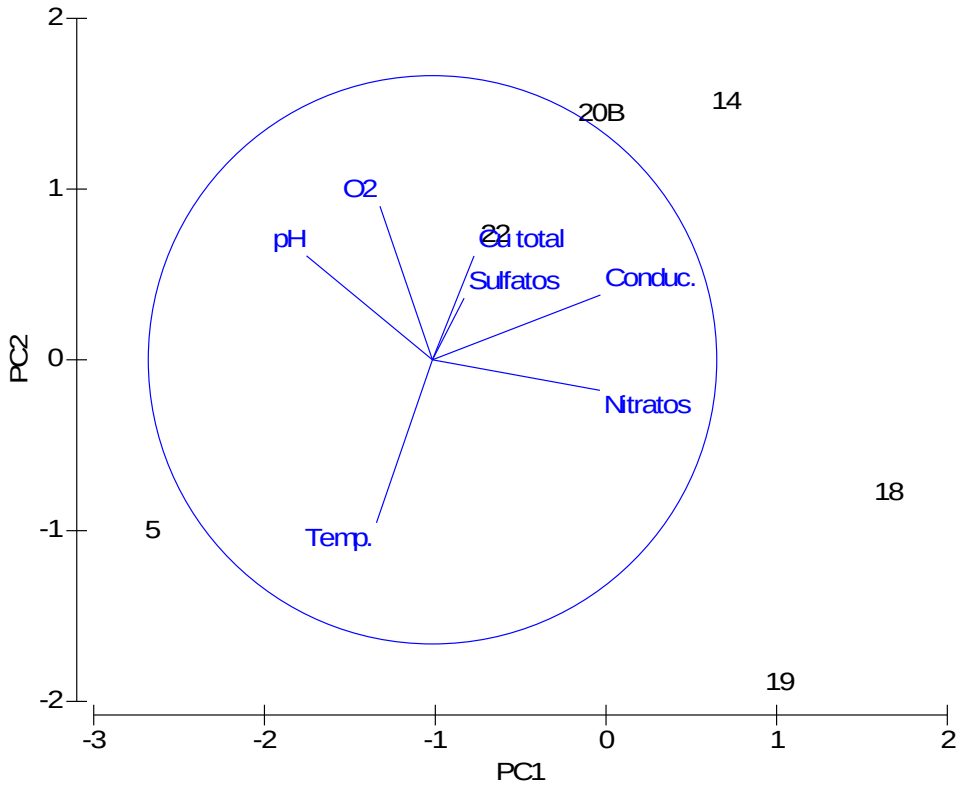


Figura 1.4 – "Bubble Plots" obtidos com base na ordenação MDS (similaridade de Bray-Curtis; transformação por raíz quarta) para 12 espécies que traduzem o gradiente de degradação dos locais amostrados. Os círculos a verde são proporcionais aos valores abundância das espécies (Abril 2009).



A PCA revela
local de re
analisado é
diferente dos r
locais em ter
características
químicas da
distinguido-se
outros princip
pela sua tempe
concentração
nitratos,
conductividade
total. Os locais
distinguem-se
dos outros
concentração
de nitratos e
oxigenação da á

Figura 1.5 – Principal Component Analysis (PCA) com dados normalizados, para os locais 5, 14, 18,19, 20B e 22 (Abril 2009).

1.5. Tabelas

Tabela 1.1 – Parâmetros físico-químicos medidos e fornecidos pela SOMINCOR para locais de estudo das ribeiras de Oeiras e Carreiras entre 1 e 14 de Abril de 2009. Valores expressos em mg/L, excepto temperarura (temp.; ºC), pH, condutividade (conduc.; µS/cm) e O_2 (% saturação). SST refere-se aos sólidos suspensos totais, CQO à carência química de oxigénio e CBO_5 à carência biológica de oxigénio. O sombreado amarelo indica os dados utilizados na Análise de Componentes Principais (Principal Component Analysis - PCA).

	pH	O_2	Conduc.	Temp.	CQO	CBO5	Nitratos	Nitritos	N-NH4	Sulfatos	Cu total	SST	Azoto kjedahl	Zn total	Cloretos	Fosfatos
C1	-	-	-	-	-	-	<2	-	-	50	<0.02	-	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	16	-	<2	-	-	29	<0.02	-	-	-	-	-
1C	-	-	-	-	7	-	<2	-	-	31	<0.02	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	7	-	<2	-	-	29	<0.02	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	5	-	<2	-	-	59	<0.02	-	-	-	-	-
5	7.7	59	590	17.5	10	<3	<2	<0.02	<0.2	74	<0.02	3.7	<0.4	<0.012	73	<0.06
6	7.8	58	550	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	7.7	60	2830	16.2	18	-	20	-	-	1440	0.03	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	21	-	19	-	-	1450	0.02	-	-	-	-	-
18	7.2	56	2670	16.3	21	<3	26	2.5	4	1480	0.02	14	0.9	0.02	307	<0.06
19	7.3	56	2710	18.0	18	-	26	-	-	1440	<0.02	-	-	-	-	-
20B	7.6	69	2840	16.3	20	-	19	-	-	1190	<0.02	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	19	-	-	1020	-	-	-	-	-	-
22	7.4	64	2020	16.6	-	-	3	-	-	4300	<0.02	-	-	-	-	-
22D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Os valores obtidos este ano são muito semelhantes aos do perído de Inverno-Primavera do ano anterior (Fevereiro). São evidentes as diferenças entre os locais situados a montante do 14, descarga e os locais situados a partir deste ponto. Essas diferenças são especialmente relevantes ao nível dos nitrados, sulfatos e conductividade, que podem ser de 10 a 20x superiores nos locais a jusante. O cobre apresenta níveis mais elevados nos locais 14-18, ou seja, os mais próximos da descarga, recuperando depois até aos valores de referência mais para jusante.

Tabela 1.2 – Cobertura e número de espécies total, espécies higrófitas, hidrófitas, helófitas e terrestres nos locais de estudo das ribeiras de Oeiras e Carreiras (Abril 2009).

	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22	22D
total cobertura	107	119	79	71	67	68	44	82	75	49	94	87	75	95	75	90
total espécies	69	62	37	41	35	32	22	48	50	19	56	51	41	56	35	34
cobertura de terrestres	36	33	10	18	5	3	2	26	36	0	34	15	18	30	10	19
cobertura helófitas	18	25	26	11	27	31	11	27	20	28	23	28	21	26	23	28
cobertura de hidrófitas	19	15	18	19	7	8	12	5	0	2	0	3	0	0	9	7
cobertura de higrófitas	34	46	25	23	28	26	19	24	19	19	37	41	36	39	33	36
nº de espécies terrestres	30	28	9	16	5	3	2	25	31	0	28	15	16	29	8	11
nº de espécies helófitas	9	10	8	6	10	10	5	7	5	8	10	10	7	7	9	6
nº de espécies hidrófitas	5	3	6	7	5	2	5	2	0	2	0	2	0	0	2	2
nº de espécies higrófitas	24	20	13	11	14	16	9	13	13	8	17	23	17	19	15	14

As espécies terrestres e as higrófitas foram os grupos com maior abundância e cobertura. As hidrófitas foram as espécies menos abundantes mas aquelas que mais variaram entre locais referência e locais a jusante do efluente. A cobertura total e o número total de espécies é bastante variável ao longo da ribeira de Oeiras mas reflete a qualidade ecológica do local.

Tabela 1.3 – Plantas aquática identificadas nos locais em estudo das ribeiras de Oeiras e de Carreiras (Maio, 2008). Ecol = Ecologia; HID = espécie hidrófita, HIG= higrófita, HEL = espécie helófita e TER= espécie terrestre; Classes de abundância de 0 = ausente a 9 = cobertura >75%.

TAXA	ECOLOGIA	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22
Alisma lanceolatum With.	HEL	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Apium nodiflorum (L.) Lag.	HEL	*0*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0
Baldellia ranunculoides (L.) Parl.	HEL	1	1	0	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus longus L.	HEL	2	4	3	3	5	1	1	3	2	3	3	2	2	3	4
Cyperus eragostris Lam.	HEL	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Eleocharis palustris (L.) Roemer & Schultes	HEL	2	4	3	3	5	5	4	4	2	4	3	3	4	4	4
Lycopus europaeus L.	HEL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lythrum salicaria L.	HEL	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	6	2
Marsillea batardae Launert	HEL	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mentha aquatica L.	HEL	2	2	3	1	2	3	1	1	0	3	2	0	1	4	2
Oenanthe crocata L.	HEL	3	4	1	1	2	0	0	3	3	3	2	3	8	3	1
Scirpoides holoschoenus (L.) Soják	HEL	2	4	4	0	2	2	1	8	7	4	2	2	2	4	3
Schoenoplectus lacustris (L.) Palla	HEL	3	0	8	0	0	7	0	0	0	2	3	4	1	0	0
Typha dominguen-sis (Pers.) Steudel	HEL	1	0	2	0	3	7	0	7	6	8	3	7	0	2	4
Veronica anagallis-aquatica L.	HEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0
Algas filamentosas	HID	6	6	7	8	0	5	2	4	0	1	0	0	0	0	8
Briophyta	HID	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calitriche stagnalis	HID	2	0	4	3	1	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0
Glyceria sp.	HID	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoetes velatum A.Braun subsp. velatum	HID	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lemanea sp.	HID	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lythrum borysthenicum (Schrank) Litv.	HID	0	0	0	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Myriophyllum alterniflorum DC.	HID	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum spicatum L.	HID	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamogeton pusillus L.	HID	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Allium nigrum L.	HIG	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
Anogramma leptophylla (L.)Link	HIG	1	1	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Aster squamatus (Spreng.) Hieron.	HIG	1	3	0	0	3	2	0	1	1	2	2	1	1	0	2

TAXA	ECOLOGIA	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22
Cardamine parviflora L. cf.	HIG	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex sp.	HIG	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium parviflorum Schreb.	HIG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Galium sp.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hepática (Marchantia??)	HIG	2	1	2	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0
Illecebrum verticillatum L.	HIG	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus acutus L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0
Juncus effusus L.	HIG	3	0	0	0	0	3	0	3	2	0	0	2	0	2	0
Juncus inflexus L.	HIG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus sp. (dos pequenos- apenas c folhas)	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Juncus pygmaeus Rich.	HIG	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lotus pedunculatus Cav.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lythrum hyssopifolia L.	HIG	1	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Lythrum junceum Banks & Sol.	HIG	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Mentha suaveolens Ehrh.	HIG	3	0	2	0	2	1	1	2	3	2	3	3	2	4	2
Myosotis welwitschii Boiss. & Reut.	HIG	1	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Paspalum paspalodes (Michx) Thell.	HIG	1	4	0	1	0	5	2	4	1	4	2	5	7	0	7
Poa annua L.	HIG	1	1	3	0	2	1	3	2	3	2	0	1	3	3	3
Poa trivialis L. cf.	HIG	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	5	0	0
Polypogon monspeliensis (L.) Desf.	HIG	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Pulicaria paludosa Link	HIG	1	4	0	2	3	1	1	2	1	2	2	1	1	0	2
Ranunculus bulbosus L. subsp. aleae (Willk.) Rouy & Fouc. Var. adscendens (Brot.) Pinto da Silva	HIG	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	3	0	0
Ranunculus ficaria L.	HIG	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus muricatus L.	HIG	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Ranunculus penicillatus (Dumort) Bab. var. penicillatus	HIG	2	6	3	7	4	0	8	2	0	3	1	2	1	0	6
Ranunculus trilobus Desf.	HIG	2	2	1	2	2	3	1	0	1	0	1	3	1	1	0
Rumex conglomeratus Murray	HIG	2	2	2	2	2	1	0	2	2	3	2	2	3	2	2
Samolus valerandi L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
*Saponaria officinalis*L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Scirpus cernuus Vahl	HIG	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scrophularia auriculata L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0
Scrophularia canina L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0

TAXA	ECOLOGIA	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22
Verbena officinalis L.	HIG	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Narcissus jonquilla L.	HIG	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
Arundo donax L.	HIG	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fraxinus angustifolia Vahl.	HIG	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nerium Oleander L.	HIG	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	8	3	3	3	1
Rubus ulmifolius Schott	HIG	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	3	2	0	3	0
Salix alba L.	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Salix atro-cinerea Brot.	HIG	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tamarix africana Poiret	HIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Flueggea tinctoria (L.) G. L. Webster	HIG	1	4	1	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1
Allium ampeloprasum L.	TER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Allium sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anagallis arvensis L.	TER	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Chamomilla recutita (L.) Rauschert	TER	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Anthemis sp.	TER	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Arctium minus Bernh.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Asparagus aphyllus L.	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asphodelus ramosus L.	TER	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atriplex sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Avena barbata Link	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bellis annua L.	TER	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Beta vulgaris L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
Blackstonia perfoliata (L.) Hudson	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Briza minor L.	TER	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bromus sp.	TER	0	0	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0
Calendula arvensis L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Carduus sp.	TER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Centranthus calcitrapae (L.) Dufr.	TER	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0
Cerastium glomeratum Thuill.	TER	1	2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
Cerastium diffusum Pers. cf.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0
Cistus monspeliensis L:	TER	2	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Coleostephus myconis (L.) Reichenb.	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coniza albida Sprengel	TER	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Crepis sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cytisus striatus (Hill) Rothm.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipcadi serotinum (L.) Medik.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

TAXA	ECOLOGIA	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22
Echium plantagineum L.	TER	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Erodium botrys (Cav.) Bertol	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	TER	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Euphorbia exigua L.	TER	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ficus carica L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Foeniculum vulgare Mill.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
Fumaria officinalis L. subsp. officinalis	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Galium aparine L.	TER	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	2	1	1	1	0
Geranium dissectum L.	TER	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Geranium molle L.	TER	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Geranium robertianum L.	TER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geranium rotundifolium L.	TER	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
Gynandriris sisyrinchium (L.) Parl.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Hirschfeldia incana (L.) Lagr.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Lathyrus sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Leontodon sp.	TER	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linaria spartea (L.) Willd.	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Logfia minima (Sm.) Dumort	TER	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medicago arabica (L.) Huds.	TER	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
Medicago minima (L.) L.	TER	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Myrtus communis L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Narcissus bulbocodium L.	TER	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0
Ornithogalum orthophyllum Ten.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Oxalis corniculata L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oxalis pes-caprae L.	TER	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piptatherum miliaceum (L.) Coss.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pistacia lentiscus L:	TER	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plantago bellardii All. subsp. bellardii	TER	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Plantago coronopus L.	TER	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Plantago lanceolata L.	TER	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
Plantago serraria L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae diversas impossíveis de distinguir pelas folhas	TER	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Polycarpon tetraphyllum (L.) L. subsp. tetraphyllum	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum aviculare L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0

TAXA	ECOLOGIA	C1	C2	1C	2	3	5	6	13	14	16	18	19	20B	21	22
Quercus rotundifolia Lam.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Raphanus raphanistrum L.	TER	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0
Romulea bulbocodium (L.) Sebast. & Mauri	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rosa sp.	TER	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0
Rumex bucephalophorus L. subsp. gallicus (Steinh.) Rchb.f.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Rumex obtusifolius L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Rumex scutatus L. subsp. induratus (Boiss. & Reut.) Nyman	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sanguisorba minor Scop. subsp. balearica (Bourg. Ex Nyman) Muñoz Garm. & C.Navarro	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scorpiurus muricatus L.	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sherardia arvensis L.	TER	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
Selaginella denticulata (L.) Spring	TER	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Senecio vulgaris L.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Silene gallica L.	TER	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Sonchus asper (L.) Hill	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Sonchus oleraceus L.	TER	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Spergularia arvensis L..	TER	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Stachys arvensis (L.) L.	TER	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stellaria media (L.) Vill.	TER	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Tolpis barbata (L.) Gaertner	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torilis arvensis (Huds.) Link	TER	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	1	1	0
Trifolium sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Urospermum picroides (L.) Scop. ex F. W. Schmidt	TER	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urtica urens L.	TER	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Vicia sativa L. subsp. sativa	TER	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
Vulpia sp.	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tabela 1.4 – Resultados da análise de SIMPER. Lista dos taxa que contribuem para a dissimilaridade entre os locais de referência e locais situados do local 13 para jusante, por ordem decrescente de contribuição. A dissimilariade média de Bray-Curtis entre grupos foi de 49%. Resultados apresentados até à percentagem cumulativa de 90%. Av.Abund indica a abundância média no grupo, Contrib% a percentagem de contribuição do taxa para diferença entre grupos e Cum.% a percentagem cumulativa.

Species	Av.Abund	Av.Abund	Contrib%	Cum.%
Baldellia ranunculoides	1.03	0	3.76	3.76
Charophyta	0.95	0	3.51	7.27
Algas filamentosas	1.3	0.63	3.23	10.5
Typha dominguensis	0.73	1.34	2.99	13.5
Calitriche stagnalis	1.03	0.35	2.92	16.41
Lythrum hyssopifolia	0.88	0.24	2.66	19.07
Schoenoplectus lacustris	0.66	0.55	2.65	21.72
Myosotis welwitschii	0.76	0.28	2.51	24.23
Lythrum salicaria	0.5	0.62	2.43	26.66
Ranunculus penicillatus	1.26	0.96	2.25	28.91
Alisma lanceolatum	0.63	0.24	2.2	31.11
Paspalum paspalodes	0.87	1.2	2.19	33.3
Aster squamatus	0.69	0.84	2.18	35.48
Ranunculus trilobus	1.15	0.59	2.18	37.65
Juncus effusus	0.38	0.54	2.17	39.82
Hepática	0.48	0.58	2.05	41.87
Oenanthe crocata	0.85	1.31	2	43.88
Ranunculus bulbosus	0.43	0.5	1.95	45.83
Lythrum borysthenicum	0.48	0.11	1.89	47.72
Anogramma leptophylla	0.46	0.44	1.86	49.58
Juncus acutus	0	0.53	1.85	51.43
Narcissus jonquilla	0.43	0.47	1.82	53.25
Cyperus eragostris	0.43	0.35	1.77	55.01
Mentha suaveolens	0.81	1.27	1.7	56.71
Myriophyllum alterniflorum	0.43	0	1.68	58.39
Poa trivialis	0.17	0.41	1.66	60.06
Ranunculus muricatus	0.43	0.22	1.61	61.67
Allium nigrum	0.14	0.44	1.59	63.26
Isoetes velatum	0.43	0	1.57	64.83
Carex sp.	0.46	0	1.51	66.34
Scirpoides holoschoenus	1.06	1.4	1.48	67.83
Poa annua	0.97	1.09	1.39	69.22
Mentha aquatica	1.17	0.94	1.35	70.57
Pulicaria paludosa	0.99	1.01	1.35	71.92
Scrophularia auriculata	0	0.35	1.32	73.24

Lythrum junceum	0.29	0.22	1.31	74.55
Cardamine hirsuta	0	0.35	1.26	75.81
Polypogon monspeliensis	0.29	0.11	1.24	77.05
Glyceria sp.	0.33	0	1.23	78.29
Apium nodiflorum	0	0.35	1.2	79.49
Briophyta	0.37	0	1.17	80.66
Scirpus cernuus	0.31	0	1.08	81.74
Marsillea batardae	0.31	0	1.07	82.81
Ranunculus ficaria	0.29	0	0.96	83.77
Rumex conglomeratus	0.99	1.2	0.96	84.73
Arundo donax	0.2	0.11	0.95	85.69
Eleocharis palustris	1.38	1.21	0.89	86.57
Samolus valerandi	0	0.26	0.87	87.44
Scrophularia canina	0	0.24	0.87	88.31
Veronica anagallis-aquatica	0	0.27	0.87	89.18
Verbena officinalis	0.14	0.11	0.84	90.02

Secção 2

Testes de desenvolvimento radicular *in situ* com *Myriophyllum spicatum*

2.1. Introdução

Os testes *in situ* com a macrófita *M. spicatum* têm sido utilizados para avaliar as condições ecológicas da ribeira de Oeiras. Embora a prioridade tenha sido utilizar exemplares nativos da Ribeira de Oeiras, nos últimos anos só na Ribeira de Carreiras (C1) é que se têm encontrado exemplares em número suficiente para a realização das experiências.

Os exemplares usados este ano foram também recolhidos no ponto C1 e colocados na ribeira, entre os dias 2 e 3 de Abril, tendo sido recolhidos 21 dias depois. O comprimento dos ápices de *M. spicatum* foi de 9 cm.

2.2. Resultados e Discussão

As perdas por herbivorias este ano foram muito grandes, atingindo a maioria dos exemplares colocados na Horta da Revesa e Monte da Ossada. Não é também de descartar a eventual perda de exemplares em alguns sacos, pois verificou-se que estes não estavam devidamente fechados. Num dos locais os sacos não foram encontrados.

O crescimento foi negativo (diminuição de tamanho) em todos os pontos de referência, mas positivo em todos os locais a jusante da mina (Tabela 2.1). Embora a variabilidade seja grande e muitos exemplares tenham sido perdidos (daí a não aplicação de métodos estatísticos), os dados parecem sugerir que:

(1) As condições de crescimento dos exemplares nos sacos não são boas.

(2) As condições negativas são, de alguma forma, compensadas nos locais a jusante da mina.

A explicação para estes resultados pode estar ligada aos altos teores de nitratos nas águas. No entanto, não podemos ir além destas especulações dados os resultados atípicos.

A formação de radículas foi este ano quase inexistentes. Com efeito, só 3 exemplares, entre os 50 recolhidos, é que apresentaram desenvolvimento radicular (Tabelas 2.2 e 2.3)

2.3. Conclusões

Os resultados dos testes de crescimento e desenvolvimento radicular com *M. spicatum* tiveram uma grande variabilidade, houve muitas perdas de exemplares e não houve desenvolvimento de radículas.

Em testes anteriores houve estimulação nos locais 19 – 20B, pelo que, mesmo com uma grande variabilidade e perdas, os dados continuam a ser consistentes.

As perdas e herbivoria não são satisfatórias pelo que serão tomadas medidas para que no próximo ano estas sejam minimizadas padronizando o mais possível a profundidade a que as amostras são colocadas, fechar mais os sacos para não ter perdas de exemplares e substituir a Horta da Revesa por outro local de referência de forma a não voltar a ter as elevadas perdas por herbivoria.

Dada a presença de *M. alterniflorum* no antigo local 1A e em outros locais de referência, é possível que esta espécie seja mais sensível do que *M. spicatum.* Propomo-nos realizar testes com esta espécie no próximo ano, esperando uma menor variabilidade e herbivoria.

2. 4. Tabelas

Tabela 2.1. Crescimento em cm de secções apicais de 9 cm de comprimento de *M. spicatum* implantadas em 7 locais na Ribeira de Oeiras durante 3 semanas. Espaços em branco indicam plantas perdidas

crescimento	Monte Ossada	Monte de Bentes	Horta da Ravessa	Horta do Pereiro	Malhão Largo	Ponte de Penilhos	Barranco das lages
1		0.4		1	6	8	-0.1
2	-4.5	-5		2	0	2	0
3		-2		1.1	2	1.8	1.2
4	0	0		0.2	2.2	0.9	-0.1
5	1	1		-0.3	4	5.7	
6		1.4		0.2	3	7	
7		2.2		1.2	4	-0.3	
8	-1.5	-4.3		0.6	3	1	
9	-5	-6.7		1.2	7		
10		1	-2	0.1	3	1.2	
média	-2	-1.2	-2	0.7	3.42	3.0	0.25

Tabela 2.2. Formação de radículas em segmentos de *M. spicatum* implantadas em 7 locais na Ribeira de Oeiras durante 3 semanas. Espaços em branco indicam plantas perdidas

nº radículas	Monte Ossada	Monte de Bentes	Horta da Ravessa	Horta do Pereiro	Malhão Largo	Ponte de Penilhos	Barranco das lages
1		0		0	0	0	0
2	0	0		0	0	0	0
3		0		0	0	0	0
4	1	0		0	0	0	0
5	1	0		0	0	0	0
6		0		1	0	0	
7		0		0	0	0	
8	0	0		0	0	0	
9	0	0		0	0		
10		0	0	0	0	0	
média	0.4	0	0	0.1	0	0	0

Tabela 2.2. comprimento total de radículas em segmentos de *M. spicatum* implantados em 7 locais na Ribeira de Oeiras durante 3 semanas. Espaços em branco indicam plantas perdidas

comprimento das raízes	Monte Ossada	Monte de Bentes	Horta da Ravessa	Horta do Pereiro	Malhão Largo	Ponte de Penilhos	Barranco das lages
1		0		0	0	0	0
2	0	0		0	0	0	0
3		0		0	0	0	0
4	0.5	0		0	0	0	0
5	0.6	0		0	0	0	0
6		0		1.2	0	0	
7		0		0	0	0	
8	0	0		0	0	0	
9	0	0		0	0		
10		0	0	0	0	0	
média	0.22	0	0	0.12	0	0	0

Secção 3

Metodologia

3.1. Vegetação Aquática

Desde 2001, altura em que teve início a monitorização utilizando macrófitas aquáticas, que tem vindo a ser desenvolvida uma metodologia adaptada às condições específicas da ribeira de Oeiras, dos locais estudados e dos objectivos do estudo. No entanto, no presente ano, no sentido de corresponder à Directiva Quadro da Água a ser transposta para a legislação nacional, adoptámos a metodologia descrita no "Protocolo de Amostragem e Análise para os Macrófitos", do manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a directiva Quadro da Água (INAG, I.P. 2008). Apesar desta metodologia poder não ser tão eficaz na monitorização da ribeira de Oeiras, já que não foi especificamente desenvolvida para a área de estudo, a sua implementação permitirá a comparação do estado ecológico da Ribeira de Oeiras com outros locais, a sua categorização no quadro ecológico nacional e a aplicação futura do índice ecológico que deverá brevemente ser adoptado em Portugal para a monitorização ecológica dos rios com base em macrófitas.

Seguindo a metodologia adoptada, o comprimento de troço a amostrar foi de cerca de 100 metros, que deve ser suficiente para reflectir a diversidade das espécies existentes. O inventário inicia-se com a localização do início de cada troço de amostragem. A ficha de campo (Anexo I do protocolo do INAG) foi preenchida em cada local tendo as informações dela constantes sido gravadas em ficheiros de som. Esta ficha inclui 8 secções: (A) identificação do local de amostragem, (B) caracterização do troço de amostragem, (C) características do canal, (D) características das margens, (E) características da vegetação, (F) fotografias e observações gerais, (G) inventário florístico (lista de espécies e grau de cobertura de cada espécie no troço) e (H) esboço esquemático do troço de amostragem (que não foi efectuado).

Em cada inventário foi despendida entre uma e duas horas, o tempo suficiente para assegurar que todas as espécies presentes fossem detectadas. O inventário florístico baseia-se na percentagem de cobertura de cada espécie na área do troço de amostragem. Todas as espécies que ocorrem no canal e nas margens foram inventariadas, até à linha que corresponde à extrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias anuais, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Em sítios de pouca profundidade, o inventário é feito em ziguezague através do canal, de jusante para montante, de forma a não perturbar os habitats já inventariados. Quando não é possível percorrer a pé o troço ou partes dele, o inventário foi feito da margem. Todas as espécies desconhecidas ou de duvidosa identificação no campo foram trazidas para laboratório ou fotografadas. Foram tiradas fotografias do troço, da vegetação no seu todo e de espécies que se destacam pela importância ou outras razões.

Efectuaram-se inventários florísticos integrais, ou seja, a lista total de espécies encontradas na área total do rio incluindo o canal e as margens, na área designada antes por corredor fluvial. O inventário de campo é baseado na percentagem de cobertura de cada espécie no total da área amostrada. Para a atribuição da área/cobertura superficial de cada espécie no troço, em percentagem, imaginam-se as plantas de dada espécie todas empurradas para a extremidade do troço e a área que tal ocuparia. Esta percentagem é convertida numa escala semi-quantitativa, de 0 (ausente) a 9 graus (>75%),que consta do Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Tabela com a escala de cobertura superficial das macrófitas no troço de amostragem.

Escala	Descritor
0	Ausente
1	<0.1%
2	0.1-1%
3	1-2.5%
4	2.5-5%
5	5-10%
6	10-25%
7	25-50%
8	50-75%
9	>75%

O conhecimento que já temos da flora local permite-nos identificar *in loco* a maioria das espécies inventariadas. Para a identificação das espécies vasculares desconhecidas ou confirmação das duvidosas, recorreu-se aos trabalhos de Tutin et al. (1980; 1993),

Talavera et al. (1999), Franco (1971, 1984), Franco e Rocha Afonso (1994, 1998, 2003), Castroviejo et al. (1986, 1990, 1993a, 1993b, 1997a, 1997b), Aedo et al. (2000), Muñoz-Garmendia e Navarro (1998), Nieto-Feliner et al. (2003) e Paiva et al. (2002). A nomenclatura utilizada está de acordo com a Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, seguida da consulta da Flora de Portugal, e finalmente, caso necessário, de literatura científica especializada. Sempre que possível, as plantas foram identificadas ao nível da espécie ou mesmo infra-específico, utilizando-se níveis taxonómicos superiores apenas no caso de não existirem elementos suficientes para a identificação.

A vegetação aquática foi caracterizada em 16 locais: 2 situados na Ribeira de Carreiras – C1 (Carreiras montante) e C2 (Carreiras jusante) e 14 situados na Ribeira de Oeiras – 1C (Monte da Ossada), 2 (Monte de Bentes), 3 (Ponte da Camacha), 5 (Horta da Reveza), 6 (Ponte de Neves), 13 (saída antiga do efluente); 14 (saída actual do efluente), 16 (Vertedor da ribeira), 18 (Malhão Largo), 19 (Monte do Pereiro), 20B (Monte da Caiada), 21 (Monte Velho), 22 (Ponte de Penilhos), 22D (Fonte Santa). Na Tabela 3.2 apresentam-se as coordenadas geográficas de alguns dos locais estudados.

Tabela 3.2 – Coordenadas geográficas (GPS Garmin 12) dos locais situados nas ribeiras de Carreiras e de Oeiras.

Local	Ribeira	Latitude N	Longitude W	Altitude (m)
C1	Carreiras	37º31'15.8''	7º55'35.3''	251
C2	Carreiras	37º36'39.3''	7º41'01.8''	66
1C	Oeiras	37º31'00.2''	8º00'32.2''	241
2	Oeiras	37º31'39.2''	8º00'11.3''	238
3	Oeiras	37º32'31.8''	7º59'36.7''	220
5	Oeiras	37º33'32.7''	7º59'31.6''	220-217
6	Oeiras	37º33'56.8''	7º58'41.7''	217
14	Oeiras	37º34'17.1''	7º57'38.1''	206
16	Oeiras	37º34'32.7''	7º57'18.4''	205
18	Oeiras	37º34'12.2''	7º57'09.1''	202
19	Oeiras	37º34'41.4''	7º56'36.9''	200
20B	Oeiras	37º35'07.6''	7º54'10.9''	175
21	Oeiras	37º36'16.5''	7º51'34.0''	151
22	Oeiras	37º37'30''	7º48'35.4''	123
22D	Oeiras	37º38'28.1''	7º44'48.2''	91

3.2 Análise estatística da vegetação Aquática

Os dados de abundância foram colocados numa matriz de locais vs. *taxa*. As relações de similaridade entre locais de amostragem foram quantificadas por aplicação do Índice de Bray-Curtis depois de aplicada uma transformação de raiz quarta aos dados. A matriz simétrica de similaridade resultante foi sujeita a uma análise aglomerativa (método de associação média) pelo procedimento CLUSTER, de modo a visualizar semelhanças/diferenças entre locais. Seguidamente foi utilizada a análise multidimensional (MDS) que permite a ordenação dos dados num espaço bidimensional. Foi ainda utilizada a rotina SIMPER para determinar as espécies que mais contribuíram para a diferença entre os grupos de locais observados nas análises CLUSTER e MDS. Finalmente realizou-se

um teste estatístico à similaridade entre os grupos observados através da análise de ANOSIM.

Na análise da qualidade química da água foi aplicada a Distância Euclidiana Normalizada e posteriormente realizada uma Principal Components Analysis (PCA) para aqueles locais onde a série de dados era mais alargada.

Todas as análises descritas utilizaram o programa PRIMER versão 6 para Windows. Para mais detalhes ver a Secção 2 de relatórios prévios referentes à avaliação da qualidade ecológica com base nos macroinvertebrados aquáticos (*e.g.* Relatórios nº 41, 47).

3.3. Testes *in situ* com *Myriophyllum spicatum*

Os exemplares de *M. spicatum* foram recolhidos novamente no local C1 (Ribeiras de Carreiras). As secções apicais desta macrófita foram implantadas no próprio local de recolha, noutros locais de referência e em locais situados a jusante da mina.

Foi quantificado o desenvolvimento radicular, o número de radículas e o crescimento total das plantas em 10 réplicas (sacos com segmentos apicais de *M. spicatum)*.

O teste teve a duração de 21 dias. Este período tem-se revelado o ideal para a duração do teste, desde que não ocorram condições severas de seca. Nesse caso o tempo de exposição terá de ser reduzido para o mínimo necessário (de acordo com testes previamente realizados e informação bibliográfica) e que poderá ser de somente 14 dias, de modo a diminuir a probabilidade de perda de informação devido à forte redução do caudal das ribeiras de Oeiras e de Carreiras na época em que são realizados os testes.

Nos testes foram utilizados segmentos apicais de *M. spicatum* com 9 cm e sem radícula. Estes segmentos foram colocados em sacos de rede com malha de 5 mm. Em cada local foram colocados 10 sacos em dois grupos de 5, unidos entre si por uma corda cuja extremidade foi atada a uma barra de ferro fixada na margem da ribeira ou a troncos e raízes de árvores e arbustos existentes nas proximidades.

No final do teste, os sacos com os segmentos de *M. spicatum* foram recolhidos e no laboratório procedeu-se à medição do comprimento das radículas de cada segmento de planta.

Referências
4

Aedo C., Castroviejo S., Herrero A., Romero-Zarco C., Salgueiro F.J. e Velayos M. (eds.) 2000. Flora Iberica, Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas, Baleares, vol. VII(II). Leguminosae (partim) Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Brummit R.K. e Powell C.E. 1992. Authors of plant names. Royal Botanic Gardens – Kew.

Castroviejo S., Aedo C., Cirujano S., Laínz M., Montserrat P., Morales R., Muñoz-Garmendia F., Navarro C., Paiva J. e Soriano C. (eds.). 1993a. Flora Iberica: Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares, vol. III. Platanaceae-Plumbaginaceae (partim)-Capparaceae, Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid, Spain.

Castroviejo S., Aedo C., Benedí C., Laínz M., Muñoz-Garmedia F., Nieto-Feliner G. e Paiva J. (eds.). 1997a. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. VIII. Haloragaceae-Euphorbiaceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Castroviejo S., Aedo C., Gómez Campo C., Laínz M., Monserrat P., Morales R., Muñoz-Garmedia F., Nieto-Feliner G., Rico E., Talavera S. e Villar L. (eds.) 1993b. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. IV. Cruciferae-Monotropaceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Castroviejo S., Laínz M., López-González G., Monserrat P., Muñoz-Garmedia F., Paiva J. e Villar L. (eds.). 1986. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. I. Lycopodiaceae-Papaveraceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Castroviejo S., Laínz M., López-González G., Monserrat P., Muñoz-Garmedia F., Paiva J. e Villar L. (eds.). 1990. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. II. Platanaceae-Plumbagianceae (partim), Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Castroviejo S., Aedo C., Laínz M., Morales R., Muñoz-Garmedia F., Nieto-Feliner G. e Paiva J. (eds.) 1997b. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. V. Ebenaceae-Saxifragaceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Comissão Europeia. 2000. Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Concelho de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um Quadro de Acção Comunitária no Domínio da Politica da Água. Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 22 Dezembro de 2000. L 327, p.1-72.

EN14184. 2003. Water Quality – Guidance for the surveying of aquatic macrophytes in running waters. Comité Européen de Normalisation (CEN). EN 14996. 2006. Water quality- Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment.Comité Européen de Normalisation (CEN).

Ferreira M.T. e Moreira I. 1999. River plants from an Iberian basin and environmental factors influencing their distribution. Hydrobiologia 415: 101-107.

Franco J.A. (ed.) 1971. Nova Flora de Portugal (Continente e Açores), vol. I Lycopodiaceae-Umbelliferae. Author Edition, Lisboa.

Franco J.A. (ed.) 1984. Nova Flora de Portugal (Continente e Açores), vol. II. Clethraceae-Compositae. Author Edition. Lisboa.

Franco J.A. e Rocha-Afonso M.L. 1994. Nova Flora de Portugal (Continente e Açores), vol. III(I). Alismataceae-Iridaceae. Escolar Editora. Lisboa.

Franco J.A. e Rocha-Afonso M.L. 1998. Nova Flora de Portugal (Continente e Açores), vol. III(II). Gramineae. Escolar Editora. Lisboa.

Franco J.A. e Rocha Afonso, M.L. 2003. Nova Flora de Portugal Continente e Açores), vol. III(III). Juncaceae-Orchidaceae. Escolar Editora. Lisboa.

INAG, I.P.2008. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a directiva Quadro da Água Protocolo de amostragem e análise para os macrófitos. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

Muñoz-Garmendia F. e Navarro C. (eds.). 1998. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. VI. Rosaceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Nieto-Feliner G., Jury S.L. e Herrero A. (eds.). 2003. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. X. Araliaceae-Umbelliferae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

NP EN ISO 5667-2. 1996. Qualidade da Água – Amostragem.Parte2: Guia geral das técnicas de amostragem. Instituto Português de Qualidade.

Paiva J., Sales F., Hedge I.C., Aedo, C., Aldasoro, J.J., Castroviejo S., Herrero A. e Velayos M. (eds.). 2002. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. XIV. Myoporaceae-Campanulaceae. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Talavera S., Aedo C., Castroviejo S., Romero Zarco C., Saez L., Salgueiro F.J., e Velayos M. (eds.). 1999. Flora Iberica: Plantas vasculares de la Península Iberica e Islas Baleares, vol. VII(I) Leguminosae (partim), Ebenaceae-Saxifragaceae, Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid, Spain.

Anexos

4

Os artigos seguintes mostram que as plantas aquáticas podem acumular metais pesados e assim serem usadas para aferir sobre a qualidade do ambiente

Faz parte deste relatório um CD com a versão electrónica do mesmo, as gravações de voz da caracterização ambiental constante na ficha de campo e os dados em formato SIG/GIS.

Arch. Environ. Contam. Toxicol. 53, 198–206 (2007)
DOI: 10.1007/s00244-006-0059-6

ARCHIVES OF
Environmental
Contamination
and Toxicology
© 2007 Springer Science+Business Media, LLC

Heavy Metals in Aquatic Macrophytes from Two Small Rivers Polluted by Urban, Agricultural and Textile Industry Sewages SW Poland

A. Samecka-Cymerman,[1] A. J. Kempers[2]

[1] Department of Ecology and Nature Protection, Wroclaw University, ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wroclaw, Poland
[2] Department of Environmental Sciences, Radboud University Nijmegen, Toernooiveld, 6525 ED, Nijmegen, The Netherlands

Received: 23 March 2006/Accepted: 16 January 2007

Abstract. This article presents the results from a study of the comparison of 2 lowland rivers: the Olobok and the Pilawa in southwest Poland polluted by urban, agricultural, and textile industry sewages. pH and concentrations of Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Zn, nitrate, nitrite, ammonia, phosphate, and sulfate were measured in water samples and concentrations of Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, Ni, P, Pb, S, and Zn were measured in stream bottom sediments and in the aquatic macrophytes *Elodea canadensis*, *Callitriche verna*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton natans*, and *Ceratophyllum demersum* from the river Olobok and *Elodea canadensis*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton crispus*, and *Veronica beccabunga* from the river Pilawa. The matrix of concentrations of 16 elements in 27 plant samples of 7 species from 15 sampling sites of 2 rivers and concentrations of 15 elements and pH in water samples and 16 elements and pH in bottom sediment samples of these sites was submitted to numerical classification, which revealed that sampling sites from the rivers were differentiated by the value of factor 1 of principal component analysis (PCA), which was related to the pH of water, Ca, Cu, Mg, Mn, and Ni in water and Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Na, Ni, P, and S in bottom sediments. More polluted parts of both rivers were differentiated from less polluted parts by the value of factor 2 of PCA, which was related to Pb, Zn, and sulfates in water and Ca and Zn in bottom sediments. Macrophytes from the Olobok and Pilawa rivers were differentiated by the value of factor 1, which was related to Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Ni, N, Na, Pb, and S. Groups of macrophytes of more and less polluted parts of both rivers differed by the value of factor 2, which was related to P, K, and Mn. Downstream of the sewage outputs in both rivers, a significantly increased level of pollution occurs with elements correlated with factor 1: Among others were Cu and Cr, typical for the textile industry along the river Pilawa, and among others were Mn and Ni, typical for the urban and agricultural activities in the river Olobok.

Correspondence to: A. Samecka-Cymerman; *email:* sameckaa@biol.uni.wroc.pl

Key words: Ca—K—Mg—N—Na—P—S—Heavy metal—Biomonitoring—Elodea Canadensis—Callitriche verna—Ceratophyllum demersum—Polygonum amphibium—Potamogeton sp.—Veronica beccabunga

The pollution of aquatic ecosystems is of great ecological concern (Mountouris *et al.* 2002). The ecological status of many rivers is strongly affected by human activities and different types of pollution might cause environmental risk for an aquatic environment (Náběková *et al.* 2004). Heavy metals and much of the industrial pollutants cannot be degraded and, therefore, accumulate in water, soil, bottom sediments, and living organisms. The main processes by which heavy metals are removed from the aquatic environment are physical, biological, and biochemical and take place in water, biota, and suspended solids (Miretzky *et al.* 2004). Aquatic plants take up metals from the environment and contribute to the accumulation of metals in the trophic chains (Miretzky *et al.* 2004). The final metal concentration in aquatic plants is usually significantly larger than in the surrounding water. Of interest is the role of aquatic plants in their use as a biological filter for polluted waters, as a biomonitor of environmental metal levels (Miretzky *et al.* 2004; Nimis *et al.* 2002), and as an important indicator of water quality in rivers (Nieder *et al.* 2004). Aquatic macrophytes play also a crucial role in the nutrient dynamics of streams. However, the relationship between aquatic macrophytes and the trophic status of rivers is a complex one, partly because of the effects of a wide range of environmental variables and partly because submerged, rooted macrophytes can absorb nutrients from the river sediments and/or the water column.

This article presents the results from a study of the comparison of two lowland rivers: the Olobok and the Pilawa in southwest Poland. This article further explores the spatial variability of the chemical characteristics of water and sediment and their relationship with aquatic macrophytes (Clarke and Wharton 2001). Both rivers are contaminated by sources of different origin. The river Pilawa is polluted by sewages of textile industry and the river Olobok is polluted by sewages of

BIOACCUMULATION, DETECTION AND ANALYSES OF HEAVY METAL POLLUTION IN SULTAN MARSH AND ITS ENVIRONMENT

AHMET AKSOY*, DILEK DEMİREZEN and FATIH DUMAN
Erciyes University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, 38039 Kayseri, Turkey
*(*author for correspondence, e-mail: aksoy@erciyes.edu.tr, Tel: (90.352) 4374901-33063; Fax: (90.9352) 4374933)*

(Received 5 September 2003; accepted 28 February 2005)

Abstract. Sultan Marsh is one of the largest and most important wetlands in Turkey, Middle East and Europe, embodying saline and fresh water ecosystems, which provide a shelter for 426 bird species. The area has begun to contribute much to the tourism of Kayseri state and its environs. However, the sites in the vicinity of the sewerage – sludge and fertilizer plants are highly damaged due to pollution. As such, studies on the heavy metal status of water, sediment and plants were investigated. *Phragmites australis, Ranunculus sphaerosphermus* plants and samples of sediments were taken from 13 different stations of this Marsh. All sampling sites in the study area basin were generally more or less polluted when compared with the control sites. Cr concentrations in the roots of the plants were higher than in the sediment. The tissues of *Phragmites australis* accumulated heavy metals more than those of *Ranunculus sphaerosphermus*. The heavy metal accumulation in different parts of plants followed the sequence: root > stem > leaf. Both plants can be used as biological indicators while determining environmental pressures; however, *Phragmites australis* proved more appropriate for such studies.

Keywords: Sultan Marsh, heavy metal, pollution, hydrophytes

1. Introduction

Water has been used much as a recipient of toxic and solid waste from domestic, industrial, and agricultural runoffs. High concentrations of heavy metals in the plants, sediment and water clearly demonstrate pollution by heavy metals.

Aquatic plants are used in water quality studies to monitor heavy metals and other pollutants present in sediment and water. Aquatic macrophytes accumulate pollutants at a higher level than their surroundings do (Zurayk *et al.*, 2001). The reason for using hydrophytes that can be describe a kind of plants that is living in aquatic environment as biological monitors is that they show a selective absorption of certain ions as well as their inactive nature (Henjny *et al.*, 1986; Sawidis *et al.*, 1995). These plants vary in their capacity to accumulate heavy metals. *Eichornia crassipes* was shown to accumulate substantial amounts of Hg, Pb, Ni and Cd (Wolverton and Mc Donald, 1978). *Ceratophyllum demersum* accumulates Fe, Zn, Ni, and Sr too. Heavy metal concentration in the parts of aquatic plants such as roots stems and leaves show a variety (Dinka, 1986). Sultan Marsh was been taken

 © Springer 2005

Environ Monit Assess (2008) 141:49–58
DOI 10.1007/s10661-007-9877-x

Concentrations of heavy metals and aquatic macrophytes of Govind Ballabh Pant Sagar an anthropogenic lake affected by coal mining effluent

Virendra Kumar Mishra · Alka Rani Upadhyay · Sudhir Kumar Pandey · B. D. Tripathi

Received: 13 December 2006 / Accepted: 3 July 2007 / Published online: 4 August 2007
© Springer Science + Business Media B.V. 2007

Abstract Five heavy metals Cu, Cd, Mn, Pb and Hg were found in high concentration from three sampling sites located in Asia's largest anthropogenic lake Govind Ballabh Pant GBP Sagar. Concentrations of these heavy metals were measured in Water, bottom sediment and in different parts of the aquatic macrophytes collected from the reservoir. Plants collected from the lake were *Eichhornia crassipes*, *Azolla pinnata*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*, *Potamogeton pectinatus*, *Marsilea quadrifolia*, *Pistia stratiotes*, *Ipomea aquqtica*, *Potamogeton crispus*, *Hydrilla verticillata* and *Aponogeton natans*. These plants have shown the high concentrations of Cu, Cd, Mn, Pb and Hg in their different parts due to bioaccumulation. In general plant roots exhibited higher concentrations of heavy metals than corresponding sediments. A comparison between different morphological tissues of the sampled plants reveled the metal concentration in following order roots > leaves. Analyses of bottom sediment indicated the higher concentrations of Cd, Mn, Cu and Pb. Strong positive correlations were obtained between the metals in water and in plants as well as between metal in sediment and in plants. Indicating the potential of these plants for pollution monitoring of these metals.

V. K. Mishra (✉) · A. R. Upadhyay · S. K. Pandey · B. D. Tripathi
Pollution Ecology Research Laboratory,
Centre of Advanced study in Botany,
Banaras Hindu Unversity, Varanasi 221005, India
e-mail: virendra78@rediffmail.com

Keywords Coal mines · Heavy metals · Aquatic macrophytes · Sediment

Introduction

Present investigation was carried out in Govind Ballabh Pant (GBP) Sagar, one of the Asia's largest man-made reservoirs. The reservoir receives huge amount of effluent from ten different open cast coal mines located in the region. Process of coal mining involves discharge of huge amount of water on the surface to facilitate the mining operation. This effluent from coal mines contains high load of TSS, TDS, nutrients and heavy metals (Mishra et al. 2007). The surrounding water resources get affected when this effluent is discharged into the aquatic eco-system of the area which is maintaining the living being, flora and fauna (Chakraborty et al. 2000). Seepage of water from overburden dumps and coal seams along with discharge of industrial effluents from the work-shop, the mineral dressing and handling plant and domestic effluents from the residential areas are the major factors responsible for water pollution with-in the surrounding areas of the coal mines (Dhar et al. 1986; Herlhy et al. 1990). Coal mining effluent contains high amounts of TSS, TDS, nutrients and heavy metals. Heavy metals are the problematic fraction of the coal mining discharges and have a detrimental effect on the

Cent. Eur. J. Biol. • 3(3) • 2008 • 285–294
DOI: 10.2478/s11535-008-0017-6

VERSITA

Central European Journal of **Biology**

Heavy metal accumulation of Danube river aquatic plants – indication of chemical contamination

Research Article

Slobodanka Pajević*, Milan Borišev, Srđan Rončević, Dragana Vukov, Ružica Igić

Department of Biology and Ecology,
Faculty of Natural Sciences,
21 000 Novi Sad, Serbia

Received 2 November 2007; Accepted 14 February 2008

Abstract: In this paper, the ecological status of a section of the Danube River flowing through Serbia from Bezdan to Djerdap was evalutated. Using the chemical composition of water, sediment samples from the littoral zone and dominant aquatic macrophytes, the level of chemical pollution was ascertained. Chemical analyses of the water and sediment indicated that the tributaries flowing into the Danube significantly influenced the chemical load of the water and as a direct consequence, the sediment. The concentration of heavy metals including Cu, Mn and Cd found in plants of the *Potamogeton* genus, further indicated significant chemical pollution, establishing a clear link between the chemical composition of plant tissues and the chemical composition of water and sediment. This paper therefore describes how the chemical composition of aquatic plants can be used as a reliable indicator for heavy metal pollution of aquatic ecosystems.

Keywords: *Macrophytes • The Danube River • Potamogeton sp. • Bioindication • Heavy metals*

© Versita Warsaw and Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

1. Introduction

Macrophytes are important in the biological monitoring of aquatic ecosystems, as changes in the composition of the aquatic vegetation are considered a reliable biological indicator of the quality of water [1-3]. Seasonal dynamics of macrophyte associations, as well as the distribution according to structure (species number, population density), represent important indicators of general ecological circumstances which are dominant in aquatic ecosystems [4,5]. Pollution of aquatic ecosystems may also be estimated based on the accumulation rate of nutrients and heavy metals. Many studies had researched the use of macrophytes as indicators of metals bioaccumulation [6-8]. However, while macrophytes are useful biomonitors, the bioconcentration of metals in macrophytes may be the result of the exposure to metals in both water and/or sediments, making it difficult to directly compare between the concentrations measured in plants and in the environment (*i.e.*, water or sediments).

Chemical, biochemical, and biophysical mechanisms of uptake and accumulation of heavy metals into various aquatics plants and also, the effect of accumulated metals persistent in plant metabolism have been widely studied [9-11]. Most macrophytes which are primarily submersed and floating, have the ability to tolerate moderately high levels of heavy metal contamination by forming chelates (by binding metal ions to organic molecules) and by subcellular compartmentation. In such aquatic plants, phytochelatines and metalothionines are the main cytoplasmic chelators of heavy metals [12]. In addition, the increased activity of metabolic pathways giving rise to glutathione and organic acids which act as intracellular ligands of metals and organic acids, is important for growth in water and/or sediment contaminated with heavy metals [13].

While macrophytes accumulate and filter out chemical elements from the surrounding environment, the physical presence of macrophytes in water systems increases the stability of sediment, and, reduces eutrophication. In addition, macrophytes are involved in bioremediation due to their high tolerance to metals and the affect on ion solubility through the release of O_2 from their roots [14]. Consequently, macrophytic vegetation may be used in purification of natural aquatic resources,

* *E-mail: pajevics@ib.ns.ac.yu*

SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT 392 (2008) 22–29

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

www.elsevier.com/locate/scitotenv

Bioaccumulation of heavy metals by the aquatic plants *Potamogeton pectinatus* L. and *Potamogeton malaianus* Miq. and their potential use for contamination indicators and in wastewater treatment

Kejian Peng[a,b], *Chunling Luo*[c], *Laiqing Lou*[a], *Xiangdong Li*[c], *Zhenguo Shen*[a,*]

[a] *College of Life Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China*
[b] *Hunan Research Academy of Environmental Sciences, Changsha 410004, China*
[c] *Department of Civil and Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 23 April 2007
Received in revised form
27 November 2007
Accepted 27 November 2007

Keywords:
Potamogeton pectinatus L.
Potamogeton malaianus Miq.
Heavy metals
Contaminated water
Sediment
Wastewater treatment

ABSTRACT

The concentrations of heavy metals in the leaves of two aquatic plants *Potamogeton pectinatus* L. and *Potamogeton malaianus* Miq., and the corresponding water and sediment samples from the Donghe River in Jishou City of Hunan Province, China were studied to investigate metal contamination from the intensive industrial activities in the surrounding area. Results showed that the concentrations of heavy metals in the sediments, especially Cd, Mn and Pb, were much higher than the eco-toxic threshold values developed by the U. S. Environmental Protection Agency. Between the two plant species, *P. pectinatus* showed the higher capacity in metal accumulation. The highest concentrations of Cd, Pb, Cu, Zn and Mn were found in the leaves of *P. pectinatus*, reaching 596, 318, 62.4, 6590 and 16,000 mg kg^{-1} (DW), respectively. Significantly positive relationships were observed among the concentrations of Zn, Cu and Mn in the leaves of both aquatic plants and those in water, indicating the potential use of the two plants for pollution monitoring of these metals. In addition, a laboratory experiment was conducted to investigate the ability of *P. pectinatus* and *P. malaianus* to remove heavy metals from contaminated river water. The average removal efficiencies by *P. pectinatus* and *P. malaianus* for Cd, Pb, Mn, Zn and Cu from the spiked Donghe River water were 92%, 79%, 86%, 67% and 70%, respectively. The results indicated that *P. pectinatus* and *P. malaianus* had high capabilities to remove heavy metals directly from the contaminated water. The potential use of these plants in wastewater treatment is worth further exploration.

© 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Pollution of the environment with toxic metals has been attracting considerable public attention over the past few decades. One of the major sources of heavy metal pollution is the mining and smelting of metalliferous ores (Li and Thornton, 2001). Besides the contamination from the weathering and leaching processes of mine tailings, untreated mine drainage also contributes large amounts of heavy metals to nearby streams and rivers. Heavy metals released into aquatic systems are generally bound to particulate matter, which eventually settle down and become incorporated into sediments. Surface sediment therefore is the most important reservoir or sink of metals and other pollutants in aquatic

* *Corresponding author*. Tel.: 86 25 84396391; fax: 86 25 84396542.
E-mail address: zgshen@njau.edu.cn (Z. Shen).

0048-9697/$ – see front matter © 2007 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.scitotenv.2007.11.032

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
Science of the Total Environment 373 (2007) 564–571
Science of the Total Environment
www.elsevier.com/locate/scitotenv

Myriophyllum alterniflorum DC., biomonitor of metal pollution and water quality. Sorption/accumulation capacities and photosynthetic pigments composition changes after copper and cadmium exposure

Nadine Ngayila [a,b], Jean-Philippe Basly [a,b,*], Anne-Hélène Lejeune [a,b], Michel Botineau [a,b], Michel Baudu [a]

[a] *Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Université de Limoges, 123 Avenue Albert Thomas, F-87060 Limoges, France*
[b] *Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, 2 rue du docteur Marcland, F-87035 Limoges, France*

Received 21 July 2006; received in revised form 22 November 2006; accepted 28 November 2006
Available online 9 January 2007

Abstract

Watermilfoil genus *Myriophyllum* could be used in ecological surveys as in-situ biomonitors of metal pollution and water quality due to its ability to accumulate chemicals. The copper and cadmium sorption characteristics of *Myriophyllum alterniflorum* have been investigated. The Langmuir and Freundlich isotherms were used to model the metal sorption isotherms and the monolayer sorption capacities, as obtained by the Langmuir isotherm, were determined to be 13.9 mg/g and 11.1 mg/g for Cu^{2+} and Cd^{2+} respectively. Results have been compared with previous works on watermilfoils and are in accordance with those obtained on *Myriophyllum spicatum*. The sorption of the two metals was time-dependent and the kinetics fitted the pseudo-second-order equation well. The data were discussed in terms of ionic radii and HSAB concept. The phytotoxic effects assessed by classical (i.e. changes in biomass, node length) and photosynthetic pigments content endpoints have been investigated using chemometric techniques leading to an effect of cadmium onto photosynthetic pigments.
© 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.

Keywords: Biomonitor; Metal pollution; *Myriophyllum alterniflorum*; Sorption; Photosynthetic pigments; Chemometric analysis

1. Introduction

Biomonitoring, in the general sense, may be defined as the use of organisms and biomaterials to obtain informations on certain characteristics of the biosphere. The relevant information in biomonitoring (e.g., using plants or animals) is commonly deduced either from changes in the behavior of the monitor organism (species composition and/or richness, physiological and/or ecological performance, morphology) or from the concentrations of specific substances in the monitor tissues (Szczepaniak and Biziuk, 2003).

Aquatic plants are represented by a variety of algal and macrophytic species that occur in many types of habitats and their use in water quality assessment has been a common practice for years as *in-situ* biomonitors (Lewis, 1995; Mohan and Hosetti, 1999; Ferrat et al., 2003). Among the aquatic macrophytes, watermilfoil genus *Myriophyllum* (Lewis, 1995) could be used in

* Corresponding author. Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement, Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, France. Tel./fax: +33 555 43 58 98.
E-mail address: jean-philippe.basly@unilim.fr (J.-P. Basly).

0048-9697/$ - see front matter © 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.
doi:10.1016/j.scitotenv.2006.11.038

ECOLOGICAL INDICATORS 9 (2009) 307–312

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind

Myriophyllum alterniflorum DC. Effect of low concentrations of copper and cadmium on somatic and photosynthetic endpoints: A chemometric approach

Nadine Ngayila [b], *Michel Botineau* [b], *Michel Baudu* [b], *Jean-Philippe Basly* [a,*]

[a] *Université de Limoges, Faculté de Pharmacie, Laboratoire de Chimie Analytique 2 rue du docteur Marcland, 87025 Limoges, France*
[b] *Université de Limoges, IFR 145 GEIST, EA 1068-Goupement de Recherche Eau Sol Environnement (GRESE) 123 Avenue Albert Thomas, 87060 Limoges, France*

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25 October 2007
Received in revised form
12 February 2008
Accepted 9 May 2008

Keywords:
Copper
Cadmium
Myriophyllum alterniflorum
Plant growth
Photosynthetic pigments
Chemometric analysis

ABSTRACT

Aquatic plants can be a sensitive and cost effective route to understanding the effects of contaminants and assessing ecosystem health. Among the aquatic macrophytes, water-milfoil genus *Myriophyllum* could be used in ecological surveys as in situ biomonitors of water quality due to its ability to concentrate pollutants in their tissues and reflect the environmental pollution. The objectives of the present study were to evaluate the phytotoxicity of two heavy metals, Cu (essential micronutrient) and Cd (non-essential metal) alone or in mixture at realistic (low) concentration levels to a common European water-milfoil, *Myriophyllum alterniflorum*. ANOVA Kruskall–Wallis data indicate that effect of pH and mixture on copper or cadmium amounts in plants was statistically non significant. Correlation between variables was assessed using Spearman's rank order correlation. The main correlations were between: (i) time and node length, (ii) fresh mass and dry mass, (iii) chlorophyll A and carotenoids, and (iv) copper and cadmium in the mixture study. In addition to the Spearman correlations, data were analysed using the factor analysis. High positive loadings of mass (fresh weight and dry weight) along the factor 1 axis and high loadings (positive for copper and cadmium treatment, negative for the mixture) of plant growth (time, node length) along the factor 2 axis are evident. In conclusion, statistical estimate of the data revealed no strong significant relationships between the treatment (copper and cadmium in *M. alterniflorum*) and the somatic or photosynthetic endpoints studied. This lack of significant results could be explained by the low metal concentrations tested and this study failed to reproduce our first conclusions about the correlation between cadmium, chlorophyll A and carotenoids.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The research of biomarkers improves our understanding of toxic actions and exposure assessment and biomonitoring, in the general sense, may be defined as the use of organisms and biomaterials to obtain informations on certain characteristics of the biosphere. The relevant information in biomonitoring (e.g., using plants or animals) is commonly deduced either from changes in the behavior of the monitor organism (species composition and/or richness, physiological and/or ecological performance, morphology) or from the concentrations of specific substances in the monitor tissues (Szczepaniak and

* *Corresponding author*. Tel.: +33 555 43 58 98; fax: +33 555 43 58 98.
E-mail address: jean-philippe.basly@unilim.fr (J.-P. Basly).
1470-160X/$ – see front matter © 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.
doi:10.1016/j.ecolind.2008.05.006

ASSESSING THE REMOVAL EFFICIENCY OF Zn, Cu, Fe AND Pb IN A TREATMENT WETLAND USING SELECTIVE SEQUENTIAL EXTRACTION: A CASE STUDY

CATHERINE CHAGUÉ-GOFF
National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd, PO Box 8602, Christchurch, New Zealand
(e-mail: c.chague-goff@niwa.co.nz; Tel: +643348 8987, Fax: +64 3 348 5548)

(Received 13 August 2002; accepted 16 August 2004)

Abstract. The accumulation and speciation of Zn, Cu, Fe and Pb in the sediments of an artificial surface-flow wetland used to treat domestic wastewater near Christchurch, New Zealand, were examined. Water metal concentrations and total suspended solid (TSS) content were determined at the inflow and outflow both in winter and summer, and metal concentrations were analysed in shoots and roots of selected plants. Water and sediment data suggest that the wetland is acting as a sink for Zn, Cu and Pb, while Fe uptake is minimal and the wetland appears to be releasing Fe in the winter. Metal concentrations in the most mobile fractions (exchangeable and bound to carbonates) are negligible. Cu is mostly associated with the organic/sulphide phase, whereas Zn and Pb show a strong affinity for hydroxides and organics/sulphides. A large fraction of all metals is also present in the residual phase, and is therefore unlikely to be released into the overlying water. Metal concentrations are below the low trigger values of the ANZECC sediment quality guidelines, except for Pb near the inflow. However, results of sequential extraction suggest that a significant proportion of Pb occurs in the detrital phase and is therefore not bio-available. Metal concentrations were higher in the roots than in the shoots of both *Juncus* sp. and *Lythrum hyssopifolia.* This study shows that, although metal concentrations are low, TSS and metals, except Fe, are effectively removed by the wetland system. The low removal rate of Fe is possibly due to the young age of the wetland and low loading rates.

Keywords: copper, iron, lead, metal removal, plant uptake, speciation, wastewater treatment wetland, zinc

1. Introduction

Wetlands are increasingly being used for the treatment of wastewater, because of their ability to process waste material in a cost-effective way and to efficiently remove a range of contaminants, including BODs, nutrients, trace organics and metals (e.g. Kadlec and Knight, 1996). However, many studies assessing the efficiency of wetlands for the removal of metals usually only consider the total metal concentration at the input and output, and little is known about the fate and removal processes of metals in wetland sediments. The distribution of metals among various chemical phases determines their mobility, bio-availability and toxicity. Metals in wetland sediments may be loosely bound to exchangeable sites, associated with carbonates, bound to Fe- and Mn-hydroxides, fixed by organic matter and sulphides, adsorbed onto mineral phases or even form specific minerals (e.g. Gambrell, 1994). There

Water, Air, and Soil Pollution **160:** 161–179, 2005.
© 2005 *Springer. Printed in the Netherlands.*

World J Microbiol Biotechnol (2007) 23:1115–1120
DOI 10.1007/s11274-006-9341-z

ORIGINAL PAPER

Removal of heavy metals from aqueous solution by common freshwater filamentous algae

Alpana Singh · S. K. Mehta · J. P. Gaur

Received: 2 October 2006 / Accepted: 12 December 2006 / Published online: 7 January 2007
© Springer Science+Business Media B.V. 2007

Abstract Non-living (dried) biomass of five common filamentous algae belonging to Chlorophyta and Cyanophyta (Cyanobacteria) were screened for their metal ion sorption and removal efficiency in a batch system. A considerably higher magnitude of sorption of Pb^{2+} and Cu^{2+} by all the tested algae suggests the prevalence of Pb^{2+}- and Cu^{2+}-binding ligands in them. The Langmuir isotherm could more appropriately describe metal sorption by the test algae than the Freundlich isotherm. A 1 g l^{-1} biomass concentration of *Pithophora odeogonia* and *Spirogyra neglecta*, respectively removed 97 and 89% Pb^{2+}in 30 min from a solution containing 5 mg l^{-1} initial concentration of Pb^{2+}. Metal ion removal by the test algae decreased with increase in metal concentration in the solution. *S. neglecta* could remove >70% Pb^{2+} even from a solution containing 75 mg Pb^{2+} l^{-1}. *S. neglecta* and *P. oedogonia* could remove more than 75% of Pb^{2+} and Cu^{2+} from a multimetal solution, and therefore have tremendous potential for removing $Pb^{2+}$and Cu^{2+} from wastewaters containing several metal ions simultaneously. Other test algae, namely, *Hydrodictyon reticulatum, Cladophora calliceima* and *Aulosira fertilissima* were relatively less efficient in removing metal ions from solution.

Keywords Biosorption · Heavy metal · Filamentous algae · Freundlich isotherm · Langmuir isotherm · Metal removal

A. Singh · S. K. Mehta · J. P. Gaur (✉)
Laboratory of Algal Biology, Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi 221 05, India
e-mail: gaurjp@yahoo.co.in

Introduction

Some algae show remarkable capability to adsorb metal ions from aqueous solution, and this has opened up the possibility of their use in treatment of metalliferous wastewaters (Mehta and Gaur 2005). Algae have often displayed better metal ion removal efficiency and economic feasibility than commercial ion-exchangers. For example, *Sargassum natans* and *Ascophyllum nodosum* outperformed ion exchange resins in sequestering Au^{2+} and Co^{2+}, respectively, from solution (Kuyucak nad Volesky 1988). The efficiency of commercial resins often decreases at lower metal concentrations in wastewaters (Eccles 1999), whereas algal biosorbents retain high metal sorption efficiency even at very low levels of metals in the solution (Volesky and Holan 1995).

Earlier biosorption studies have been carried out with unicellular and other microalgae (see Ahluwalia and Goyal 2006) as they have a large surface area for binding of metal ions. However, the high cost of harvesting them from natural sources or from cultivation ponds is a major hurdle in their industrial application. Therefore, large-sized algae are better suited for the purpose than unicellular algae. Seaweeds can efficiently remove heavy metal ions and radionuclides from aqueous solutions (see Mehta and Gaur 2005). However, using them for metal removal in areas away from the sea coast may not be economically feasible. The potential of filamentous algae in removing metal ions from solution remains largely unexplored, except for a few reports (Aksu et al. 1996; Özer et al. 2000; Nuhoglu et al. 2002; Mohapatra and Gupta 2005).

The prime objective of the present work has been to search for suitable freshwater filamentous algae that

Environ Monit Assess (2008) 144:469–481
DOI 10.1007/s10661-007-0010-y

Screening and identification of early warning algal species for metal contamination in fresh water bodies polluted from point and non-point sources

U. N. Rai · Smita Dubey · O. P. Shukla · S. Dwivedi · R. D. Tripathi

Received: 30 November 2006 / Accepted: 26 September 2007 / Published online: 11 December 2007
© Springer Science + Business Media B.V. 2007

Abstract The water bodies of Lucknow, Unnao and Kanpur (U.P.), India polluted through various point and non point sources were found to be either eutrophic or oligotrophic in nature. These water bodies supported a great number of algal diversity, which varied seasonally depending upon the physico-chemical properties of water. Further, the water bodies polluted through non point sources supports diverse algal species, while the water bodies polluted through point sources supports growth of tolerant blue green algae. High biomass producing algal species growing in these water bodies have accumulated significant amount of metals in their tissues. Maximum amount of Fe was found accumulated by species of *Oedogonium* sp. II (20,523.00 μg g^{-1} dw) and *Spirogyra* sp. I (4,520.00 μg g^{-1} dw), while maximum Chromium (Cr) was found accumulated in *Phormedium bohneri* (2,109.00 μg g^{-1} dw) followed by *Oscillatoria nigra* (1,957.88 μg g^{-1} dw) and *Oedogonium* sp. I (156.00 μg g^{-1} dw) and Ni in *Ulothrix* sp. (495.00 μg g^{-1} dw). Results showed that some of these forms growing in polluted environment and accumulating high amounts of toxic metals may be used as bioindicator species, however, their performance in metal contaminated water under different ecological niche is to be ascertained.

Keywords Bioindicator · Algal diversity · Toxic metals · Seasonal variation

U. N. Rai (✉) · S. Dubey · O. P. Shukla · S. Dwivedi · R. D. Tripathi
Ecotoxicology and Bioremediation Group, National Botanical Research Institute, Lucknow 226 001, India
e-mail: rai_un@rediffmail.com

Introduction

Study of phytoplankton ecology in relation to physico-chemical characteristics of water is on the forefront of developing and applying a new generation of indicator to predict environmental stresses and ecological changes. Use of such organism offers a great promise in ensuring their success as qualitative and quantitative indicator suitable for a wide variety of pollutants. There are a number of reports that one, more or algal assemblage could be used as organism indicative of water quality (Mohapatra and Mohanty 1992). However, the condition is quiet contradictory under both polluted and unpolluted water bodies while unpolluted water bodies supports great deal of algal diversity, polluted water support just a few tolerant organisms with one or two being the dominant form. Some of the forms thriving under these conditions have been found to accumulate significantly high quantity of metals or pollutants and have been used for depollution of water bodies through their removal from the system (Radway et al. 2001). Our studies have shown that different groups of algae growing on tannery effluent exhibited

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
Bioresource Technology 98 (2007) 3622–3629
BIORESOURCE TECHNOLOGY

Copper(II) and lead(II) sorption from aqueous solution by non-living *Spirogyra neglecta*

Alpana Singh, Dhananjay Kumar, J.P. Gaur *

Laboratory of Algal Biology, Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi 221 005, India

Received 16 September 2006; received in revised form 16 November 2006; accepted 18 November 2006
Available online 12 January 200711 January 2007

Abstract

Dried biomass of *Spirogyra neglecta* rapidly sorbed the test metals and the process became saturated in 10–20 min. Maximum sorption of Pb(II) [116.1 mg g^{-1}] and Cu(II) [115.3 mg g^{-1}] occurred at 0.1 g l^{-1} biomass and 100 mg l^{-1} metal concentration in the solution. Sorption of Cu(II) and Pb(II) occurred optimally at pH 4.5 and 5.0, respectively. Lead(II) and Cu(II) sorption were lesser from binary metal solution than from single metal solution. Lead(II) more severely inhibited Cu(II) sorption than vice versa thus reflecting greater affinity of Pb(II) for the biomass. NaOH pretreatment slightly enhanced the metal removal ability of the biomass. During repeated sorption/desorption cycles, Pb(II) and Cu(II) sorption decreased by 11% and 27%, respectively, at the end of the fifth cycle due inter alia to 10–15% loss of biomass. Nevertheless, *Spirogyra* appears to be a good sorbent for removing metals Cu(II) and Pb(II) from wastewaters.
© 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: *Spirogyra*; Copper; Lead; Binary system; Sorption/desorption cycle

1. Introduction

It is essential to remove heavy metals from wastewaters so that their disposal into waterbodies does not cause toxicity to inhabiting biota. The conventional methods of metal removal from wastewater, such as, precipitation, adsorption, ion exchange, etc., are expensive and may not work well at low concentrations of metals (Ahluwalia and Goyal, 2006). Therefore, it is imperative to search for cheaper and efficient alternatives. In this context, diverse kinds of biomass have shown remarkable ability in sorbing metal ions, and hence have great potential for their use in removal of metal ions from wastewaters. Bacteria, fungi, algae and higher plants have been tested for their ability to remove heavy metals from aqueous solution (Gadd and White, 1985; Volesky and Holan, 1995; Kratochvil and Volesky, 1998; Aksu, 1998; Mehta and Gaur, 2005; Ahluwalia and Goyal, 2006). Among algae, seaweeds and unicellular forms have received most of the attention of earlier researchers (see Mehta and Gaur, 2005). Although seaweeds have great potential due to their immense ability to sorb metal ions, they can be used only in coastal areas where cheap biomass is readily available. Unicellular algae too sorb a great deal of metal ions due to their large surface area, but it is difficult to separate them after metal sorption and this prohibits their commercial application. This problem can be overcome if filamentous algae are used because they can be easily harvested after metal sorption. Unfortunately, filamentous algae have not thoroughly studied in so far as their metal sorbing ability is concerned.

A few reports are available showing tremendous ability of filamentous algae in sorbing metal ions from aqueous medium (see Nuhoglu et al., 2002; Bishnoi et al., 2004, 2005; Gupta et al., 2006). However, these reports do not satisfactorily define conditions for maximizing metal sorption by these organisms. Similarly, conditions suitable for desorbing heavy metals from metal loaded-biomass have also not been adequately described for many algae tested so far.

* Corresponding author. Tel.: +91 542 2307147x342.
E-mail address: jpgaur@bhu.ac.in (J.P. Gaur).

0960-8524/$ - see front matter © 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.
doi:10.1016/j.biortech.2006.11.041

Faz parte deste relatório um CD com a versão electrónica do mesmo, as gravações de voz da caracterização ambiental constante na ficha de campo e os dados em formato SIG/GIS.

ANEXO 9

Relatório elaborado para a SOMINCOR no âmbito do protocolo estabelecido com o IMAR-CIC.

Relatório nº 55. Abril, 2009

Elementos de Hidromorfologia na Ribeira de Oeiras

ANÁLISES FEITAS NO ÂMBITO DA DECLARAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Maria João Feio, Mafalda Gama e Manuel Graça
IMAR - Instituto do Mar e
Departamento de Zoologia
Universidade de Coimbra - 3004-517 Coimbra
Portugal

Abril, 2009

Índice

Resumo 3

Summary 4

Parte I. Elementos de Hidromorfologia na Ribeira de Oeiras 6

1.1. Introdução 6

1.2. Métodos 8

1.3. Resultados e Discussão 11

1.4. Conclusões e Recomendações 19

1.5. Referências 20

Parte II. Fichas de campo e fotografias dos locais 21

Resumo

A técnica de *River Habitat Survey* (RHS) foi utilizada na ribeira de Oeiras e no Barranco das Lages, de modo a caracterizar e avaliar a situação de Inverno-Primavera, durante a qual existe fluxo superficial de água. Dado que o RHS se foca não só em aspectos de morfologia mas também hidrológicos, os resultados da presente avaliação foram bastante diferentes da realizada em Outubro de 2008, durante a qual o rio tinha um caudal muito reduzido e intermitente. Isto reflectiu-se nos valores do HQA que foram em média 1.5 vezes superiores aos de Outubro, já que o facto de haver água corrente e leva também ao aumento da diversidade de tipos de corrente a um aumento da pontuação dos sub-índices relacionados com a hidrologia e também com a vegetação e até com a existência de elementos associadas ao canal como os *side-bars* e *point-bars* (bancos de areia). As alterações na qualidade dos locais mais relevantes devem-se à presença de estruturas longitudinais, como açudes e pontes (pontos 3, 22, 16, 14, 22D), à degradação dos corredores ripícolas (por exemplo nos pontos 5, 14, 18, 19) e também ao uso de solo à volta dos pontos (principalmente a partir do local 14). No ponto 14 há uma clara perda de qualidade hidromorfológica, evidenciada por uma combinação de elevada artificialização (HMS elevado) com baixa qualidade de habitats (HQA baixo). Noutros locais verifica-se uma fraca qualidade dos habitats mas um nível de modificação mais baixo (por exemplo 18, 5) não sendo a situação global tão grave. Mais uma vez recomenda-se como

medidas de mitigação a restauração da vegetação ripícola e margens bem como medidas que melhorem a conectividade fluvial.

Summary

The *River Habitat Survey* (RHS) technique was used in Oeiras stream and in Barranco das Lages, to characterize and assess the Winter-Spring situation, during which there is an almost continuous superficial water flow. Since the RHS is not only focused in morphology but also in hydrological aspects, the results of the present survey were different from those of October's survey when the flux was intermittent and the stream dry in many spot-checks. This was reflected in the HQA scores that were in average 1.5 superior to those of October, because the absence of flowing water is also reflected in the diversity of flow types, presence of vegetation or existence of other channel features such as the presence of side-bars or channel bars, which are accounted by various sub-indices. The most relevant changes in the quality of the sites are due to the presence of transversal structures such as bridges or dams (sites 3, 22, 16, 14, 22D), the degradation of riparian corridors (site 5, 14, 18, 19) and also in the land use around sites (mainly from site 14 to downstream). Site 14 shows low hydromorphological quality through the combination of a high modification by artificial elements (high HMS score) and a low habitat quality (low HQA). At other sites the habitat quality is also low but compensated by a lower modification score (e.g., 18, 5). In view of our results, we recommend mitigation measures aiming the restoration of the

banks vegetation and surroundings and also the improvement of fluvial connectivity.

Parte I

Elementos de Hidromorfologia na Ribeira de Oeiras

1.1. Introdução

A Directiva Quadro da Água exige, para além da monitorização das comunidades, que seja feita a avaliação dos elementos hidromorfológicos de suporte das mesmas (*Directive* 2000/60/EC, 2000). O estudo hidromorfológico dos rios consiste na análise de diversas características morfológicas do canal e margens bem como da hidrologia dos locais. A análise destas características é importante na medida em que as comunidades aquáticas, tanto invertebrados como peixes, algas ou plantas estão adaptadas ao ambiente que as rodeia e quaisquer alterações, dependendo da intensidade e frequência, levam também a alterações da composição taxonómica e/ou abundâncias das comunidades.

Para além disso a modificação das características hidromorfológicas de um rio tem necessariamente consequências ao nível paisagístico. A caracterização hidromorfológica dos rios e avaliação da sua qualidade pode ser feita *River Habitat Survey*. O carácter detalhado desta análise pode assim ser útil na análise de medidas de mitigação dos impactos ecológicos e na recuperação paisagística dos sistemas estudados.

O método seleccionado a caracterização hidromorfológica da ribeira de Oeiras é uma adaptação do *River Habitat Survey*, desenvolvido na Grã-Bretanha pela *Environment Agency* (EA. 2003; Fox *et al*., 1998, Raven *et al*., 1997, 2000). Este método foca-se em aspectos como a ocupação do solo nas margens e taludes dos rios, a existência de bancos de areia no canal, a cobertura por macrófitas ou algas, o tipo de substrato (exemplo na Figura 1), a complexidade da vegetação ripícola, o tipo corrente existente e alterações morfológicas

Figura 1. Exemplo de dois tipos de substrato encontrados nos leitos dos rios, informação esta que deve ser registada na ficha do RHS.

A partir dos elementos registados nas fichas podem-se calcular diversos índices de qualidade tal como: o índice global *Habitat Quality Assessment* (HQA) que pretende quantificar o grau de alteração do meio fluvial e ribeirinho; o índice de modificação do habitat *(Habitat Modification Index*), que reflecte a avaliação do grau de artificialização do canal em termos de impacto de estruturas ou intervenções transversais e longitudinais (por exemplo pontes ou açudes, Figura 2); e ainda diversos índices focados em características mais específicos como o substrato ou a vegetação.

Figura 2. Exemplo de dois tipos de estruturas transversais que se podem encontrar nos rios.

1.2. Métodos

Durante o mês de Abril de 2009 (Primavera) procedeu-se à caracterização hidromorfológica de 13 locais na ribeira de Oeiras através do *River Habitat Survey* (Figura 3).

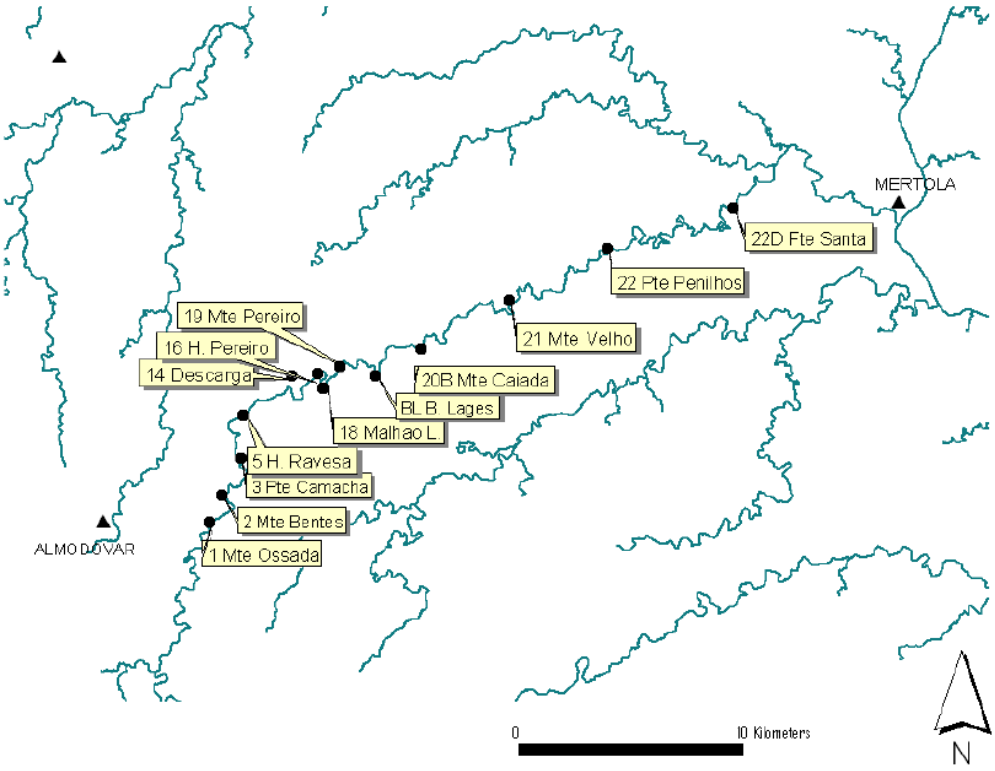


Figura 3. Mapa dos locais onde se realizou a caracterização hidromorfológica por RHS na ribeira de Oeiras, Outubro 2008.

Em cada local foram seleccionados troços de 500m nos locais de amostragem. Nestes foram analisados detalhadamente 10 transeptos, a cada 50m e registadas diversas características, constantes da ficha de campo (ver fichas na Parte II), tais como, a ocupação do solo nas margens e taludes, a existência de bancos de areia no canal, a cobertura por macrófitas ou algas, o tipo de substrato, o tipo de corrente. Para além disto foi feita uma análise global dos 500m (*sweep-up*) com o registo da vegetação das margens, formas do canal, alterações morfológicas, largura do rio, entre outras. O protocolo seguido foi o "River habitat survey in Britain and Ireland - Field Survey Guidance Manual: 2003 version E.A. 2003).

A partir dos dados recolhidos foram calculados pelos dados obtidos os índices: HMC (*Habitat Modification Class*), HMS (*Habitat Modification score*), HQA (*Habitat Quality Assessment*), HQA *flow type* (tipo de corrente), HQA *channel substrate* (substrato do canal), HQA *channel features* (características do canal), HQA *bank features* (características dos taludes), HQA *bank vegetation structure* (estrutura da vegetação dos taludes), HQA *channel vegetation* (vegetação do canal), HQA *land use* (uso do solo) e HQA *trees* (árvores, corredor ripícola). Exceptuando o HMC os restantes índices são apresentados sob a forma de pontuações (scores) e podem servir para comparar locais relativamente aos vários aspectos. O HMS (*Habitat Modification Score*) e o HMC (Habitat Modification Class) indicam o grau de artificialização do canal em termos de impacto de estruturas ou intervenções transversais e longitudinais (como barragens,

açudes, reforços das margens, reseccionamento do canal) que podem afectar os habitats fluviais (alternância de pools e riffles, disposição de pedras, existência de macrófitas, raízes submersas, entre outros) e consequentemente a sua disponibilidade para as comunidades biológicas. Em condições de referência varia entre 0 e 2.

O HQA (*Habitat Quality Assessment*) pretende quantificar o grau de alteração do meio fluvial e ribeirinho. É apresentado sob a forma de uma pontuação (score), correspondendo uma pontuação mais alta a um melhor estado ecológico. Os restantes índices são sub-índices do HQA e referem-se a aspectos específicos como a qualidade da vegetação ripícola, do substrato ou outros.

De modo a analisar estatisticamente os resultados e de modo a determinar semelhanças entre os locais no que respeita a alterações hidromorfológicas, procedeu-se à análise estatística multivariada dos resultados dos índices calculados. Para esta análise foram seleccionados só os índices específicos (e.g., HQA *trees*, HQA *channel substrate*) e o HMS já que o HQA já é uma medida sintética dos vários índices e o HMC utiliza classes. Aplicou-se em primeiro lugar a distância Euclidiana para a obtenção da matriz de similaridade e de seguida procedeu-se à ordenação dos locais por *Multidimensional Scaling* (MDS; Primer 6). Realizou-se ainda uma classificação através do processo da análise de Cluster (UPGMA, *group average linkage*; Primer 6).

Foram ainda realizadas algumas análises gráficas de forma a comparar a qualidade hidromorfológica dos vários locais e ainda os resultados dos índices na situação de seca (Outubro de 2008) com a situação de água corrente (Abril de 2009).

1.3. Resultados e Discussão

Em todos os locais foi possível fazer o *River Habitat Survey* completo (fichas de campo e fotografias na Parte II). O caudal da ribeira de Oeiras encontrava-se elevado em quase todos os locais embora tivessem sido encontradas ainda algumas zonas sem água, que alternavam no entanto com zonas profundas. Estas situações traduzem a artificialidade de alguns pontos, já que se devem essencialmente à presença de pequenos açudes que retêm a água a montante e impedem a sua circulação para jusante, mesmo durante o inverno, início da Primavera.

Os valores absolutos do índice gobal *Habitat Quality Assessment* variaram nesta monitorização entre 30 - pior qualidade (local 18, Malhão Largo) e 56 - melhor qualidade (local 2, Monte de Bentes) e o índice global *Habitat Modification Score* variou entre 0 (Horta da Ravessa) e 500 (local 22, Ponte de Penilhos). Alguns casos particulares destacam-se pelos seus elevados ou baixos valores dos índices globais. O local Monte de Bentes (2) é particularmente bem pontuado (HQA), principalmente devido à boa condição do corredor ripícola e naturalidade do canal verificadas para montante do acesso ao local. Já as pontuações mais elevadas do HMS (pontos 22D, 22, 3) reflectem a presença de grandes pontes e o impacto

causado pela sua implantação nas margens (Tabela 1, Figura 4). Já o local 14 continua a evidenciar fortes sinais de degradação, com um baixo HQA e elevado HMS, que reflectem essencialmente a alterações a nível do substrato (menor diversidade de tipos de substrato), canalização do rio com modificação das margens, cortes da vegetação ripária, uso do solo, e presença de estruturas transversais. Noutros locais verifica-se uma fraca qualidade dos habitats mas um nível de modificação mais baixo (por exemplo 18, 5) não sendo a situação global tão grave.

Embora não sejam muito evidentes nos gráficos (Figura 4) há algumas diferenças globais entre os locais localizados a montante e a jusante da mina, sendo os valores médios do HQA superiores nos locais referência (47±7) aos locais a jusante da descarga da ETAM (40±6).

A análise multidimensional (MDS; Figura 5) e o cluster (Figura 6) mostram também que, em situação de água corrente, há semelhanças nos locais situados a jusante da descarga da ETAM em termos de qualidade hidromorfológica (locais 16, 22D, 21, 19 e 20B) e nos locais 3, 1C e 5 situados a montante.

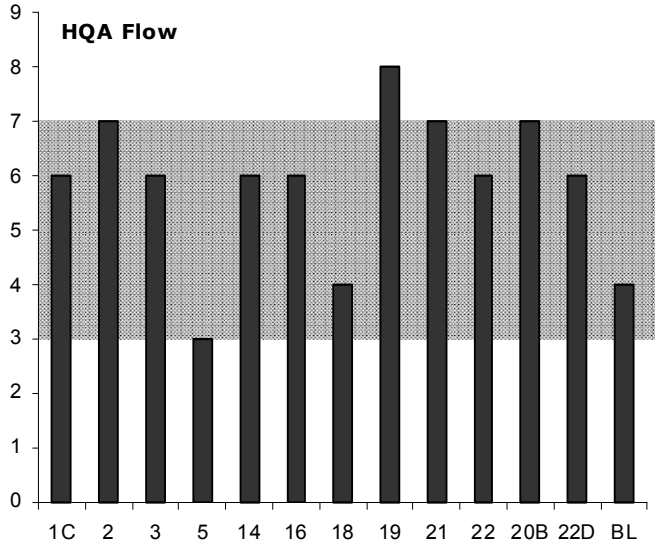
Observa-se ainda nas análises multivariadas, que os locais BL e 18 são também semelhantes em termos de pontuações de alguns sub-índices embora isto não signifique que os locais são semelhantes nas suas características mas sim no tipo de degradação: em ambos os casos encontrou-se ao longo do troço uma grande uniformidade do substrato do canal e elementos das margens e canal.

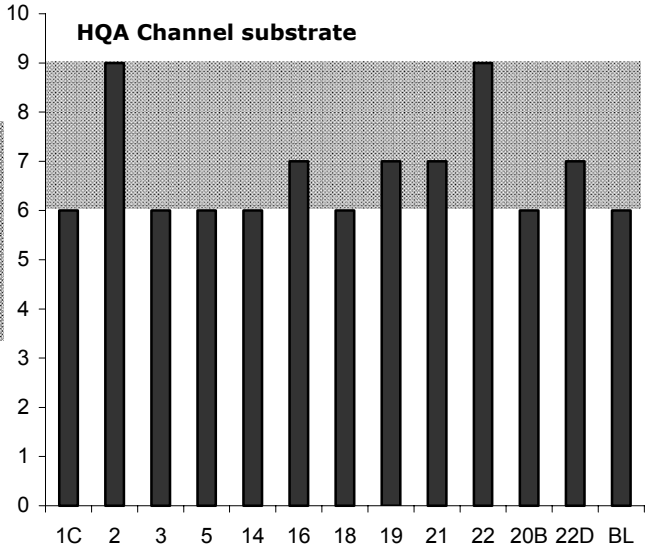
Os locais 22 e 14 apresentaram características que os diferenciaram de todos os restantes aparecendo assim isolados na MDS. O primeiro caso diferencia-se bastante dos restantes pelo elevado valor de HQA *Bank features* (que está relacionado com por exemplo a existência de taludes artificiais) enquanto que o segundo se distingue essencialmente pelo baixo valor do HQA *Bank vegetation structure* (relacionado com o corte de vegetação ripária).

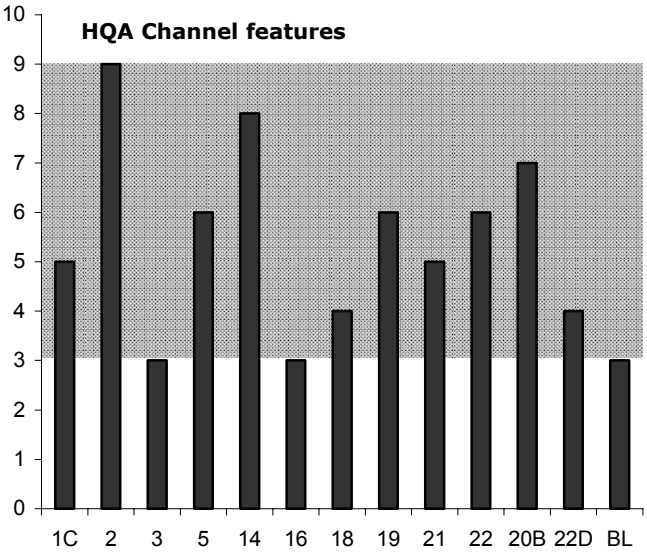
A presença de água corrente em todos os locais modificou bastante as pontuações atribuídas aos locais, sendo em geral superiores à da situação de seca (Outubro; exemplos na Figura 7). Modificaram-se também as posições relativas dos locais em relação à situação anterior já que agora a interacção entre a presença entre estruturas modificadoras do canal e margens (pontes, muros, açudes) e a hidrologia resultam em situações muito diferentes entre os vários pontos. Assim, onde antes encontrávamos um canal seco, agora podemos encontrar uma pequena albufeira que resulta da presença de um açude ou bancos de areia com vegetação nas margens ou no canal (*vegetated side bar* e *vegetated mid-channel bar*) onde não há represamento artificial. Estes elementos reflectem-se imediatamente na pontuação dos índices parciais e globais (exemplo, HQA *channel features* ou HMS). Assim, enquanto que em Outubro o índice global HQA variou entre os 19 e os 23 pontos (para um máximo de 30 na ribeira de Oeiras), agora a situação melhorou e o índice HQA variou entre 30 (local 18) e 56 (local 2; Figura 7).

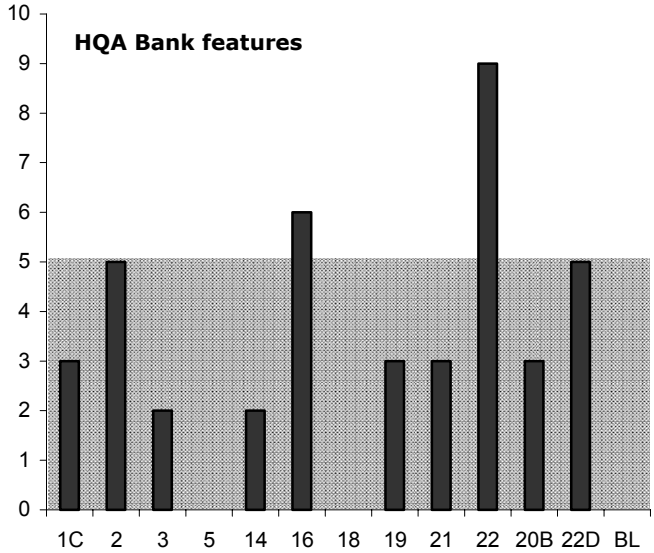
Tabela 1. Resultado dos índices calculados a partir da aplicação do *River Habitat Survey* a cada local.

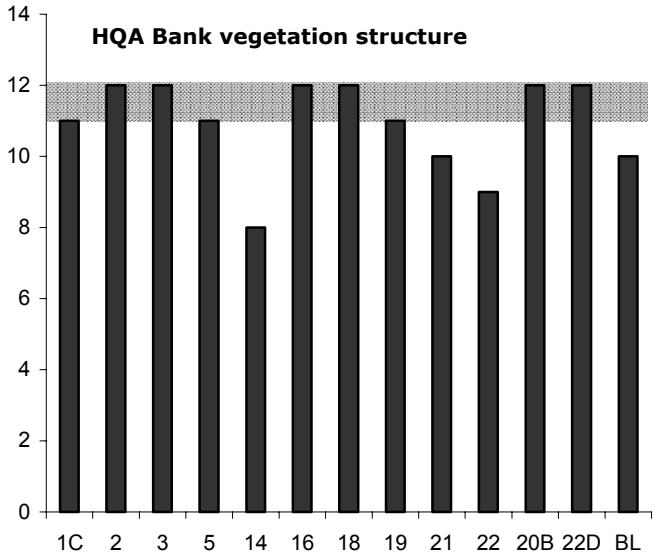
Código do local	Nome do local	HQA *Flow*	HQA *Channel substrate*	HQA *Channel fetures*	HQA *Bank features*	HQA *Bank vegetation structure*	HQA *Channel vegetation*	HQA *Land Use*	HQA *Trees associated features*	*Special features*	HQA *score*	HMS *score*	HMC
1C	**Monte da Ossada**	6	6	5	3	11	7	8	2	0	**48**	**100**	**2**
2	**Monte de Bentes**	7	9	9	5	12	4	4	6	0	**56**	**100**	**2**
3	**Ponte da Camacha**	6	6	3	2	12	3	9	5	0	**46**	**200**	**3**
5	**Horta da Ravesa**	3	6	6	0	11	2	9	2	0	**39**	**0**	**1**
14	**Descarga**	6	6	8	2	8	4	0	2	0	**36**	**170**	**2**
16	**Horta do Pereiro**	6	7	3	6	12	3	2	4	1	**44**	**190**	**2**
18	**Malhão Largo**	4	6	4	0	12	2	0	2	0	**30**	**0**	**1**
19	**Monte do Pereiro**	8	7	6	3	11	4	1	2	2	**44**	**0**	**1**
21	**Monte Velho**	7	7	5	3	10	2	1	6	1	**42**	**50**	**2**
22	**Ponte de Penilhos**	6	9	6	9	9	3	0	2	1	**45**	**500**	**4**
20B	**Monte da Caiada**	7	6	7	3	12	3	0	7	1	**46**	**50**	**2**
22D	**Fonte Santa**	6	7	4	5	12	3	1	4	0	**42**	**265**	**3**
BL	**Barranco das Lages**	4	6	3	0	10	5	1	2	2	**33**	**60**	**2**

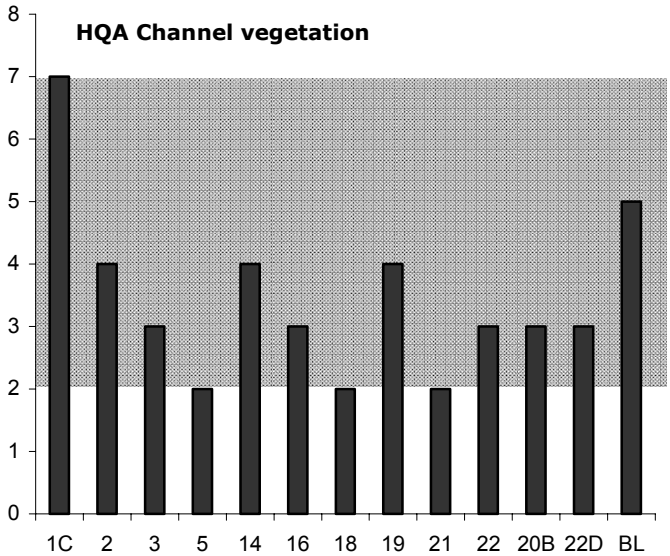

HQA Flow
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL

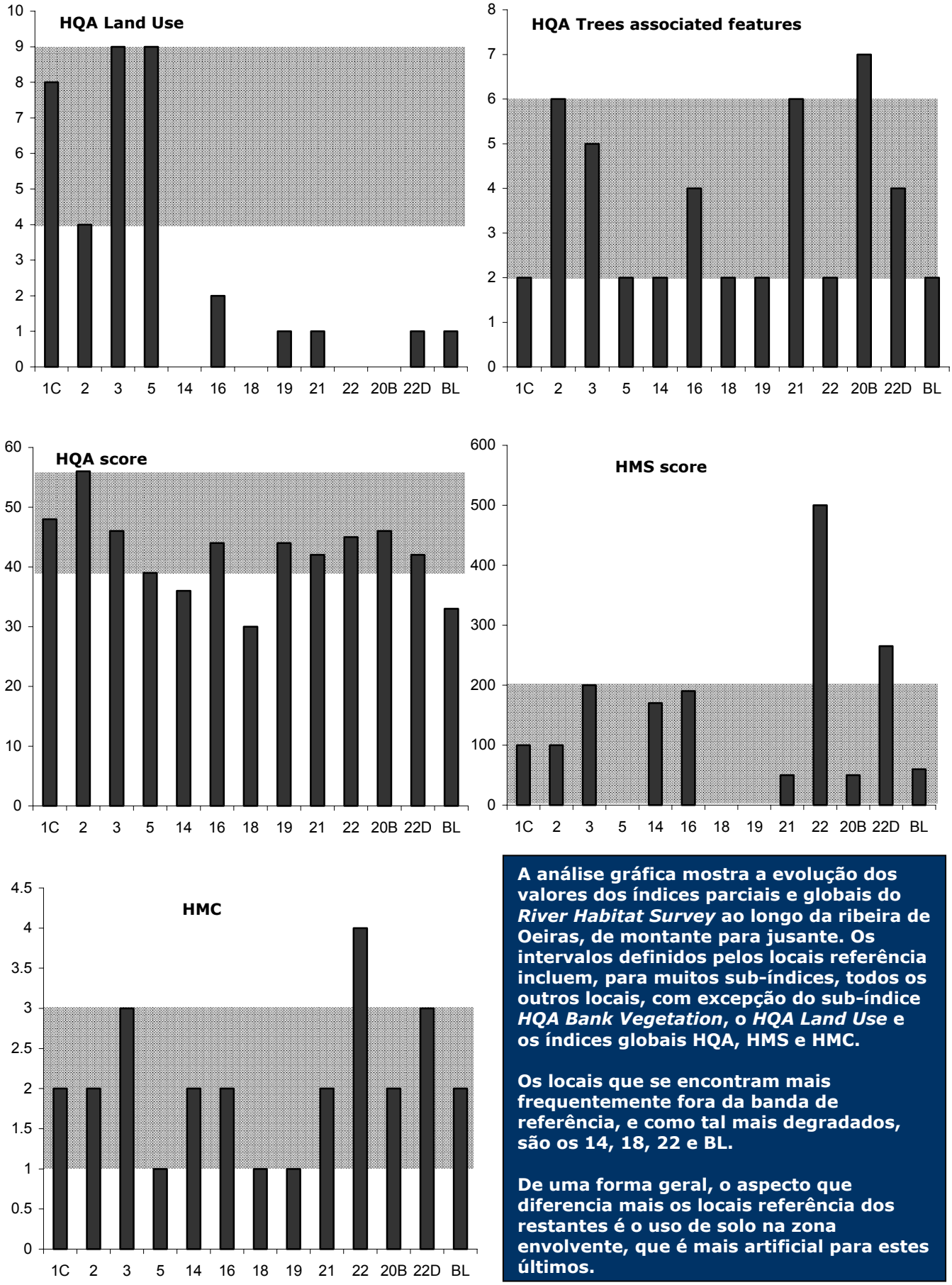

HQA Channel substrate
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL


HQA Channel features
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL


HQA Bank features
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL


HQA Bank vegetation structure
0 2 4 6 8 10 12 14
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL


HQA Channel vegetation
0 1 2 3 4 5 6 7 8
1C 2 3 5 14 16 18 19 21 22 20B 22D BL



A análise gráfica mostra a evolução dos valores dos índices parciais e globais do *River Habitat Survey* ao longo da ribeira de Oeiras, de montante para jusante. Os intervalos definidos pelos locais referência incluem, para muitos sub-índices, todos os outros locais, com excepção do sub-índice *HQA Bank Vegetation*, o *HQA Land Use* e os índices globais HQA, HMS e HMC.

Os locais que se encontram mais frequentemente fora da banda de referência, e como tal mais degradados, são os 14, 18, 22 e BL.

De uma forma geral, o aspecto que diferencia mais os locais referência dos restantes é o uso de solo na zona envolvente, que é mais artificial para estes últimos.

Figura 4. Comparação entre os vários locais amostrados das pontuações atribuídas por cada sub-índice. O sombreado define o intervalo de valores obtidos para os locais referência (1C a 5).

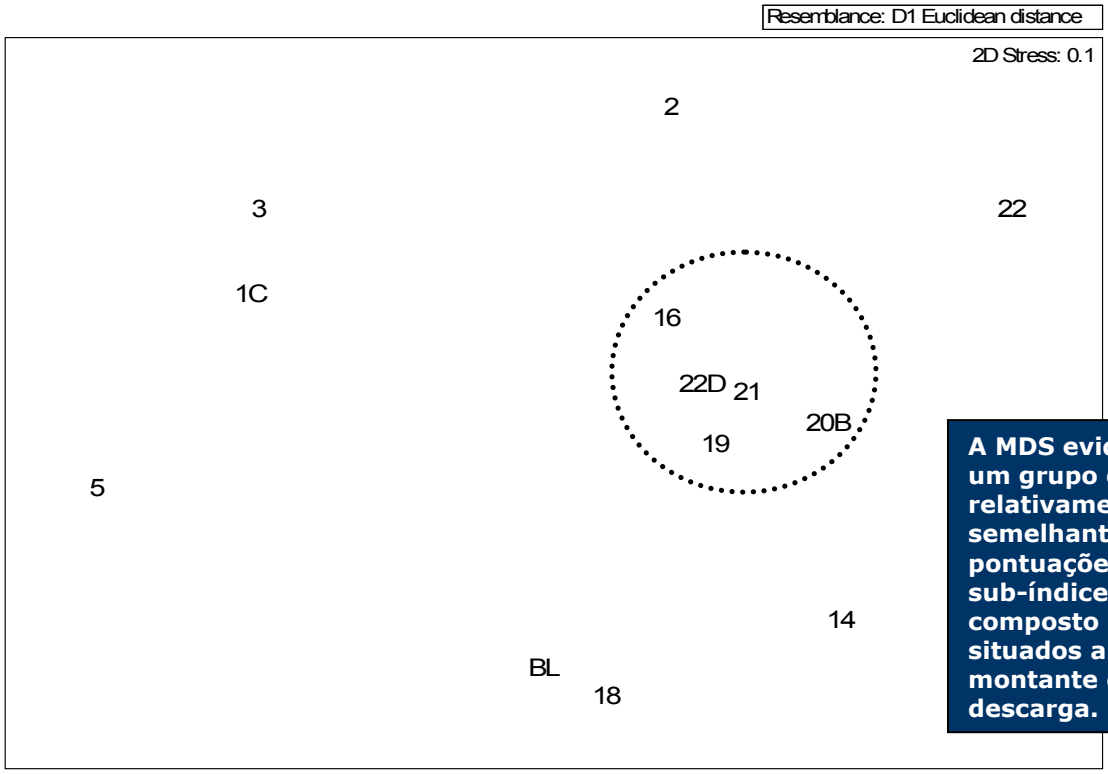


Figura 5. Análise multidimensional (MDS) dos índices específicos do RHS para todos os troços analisados.

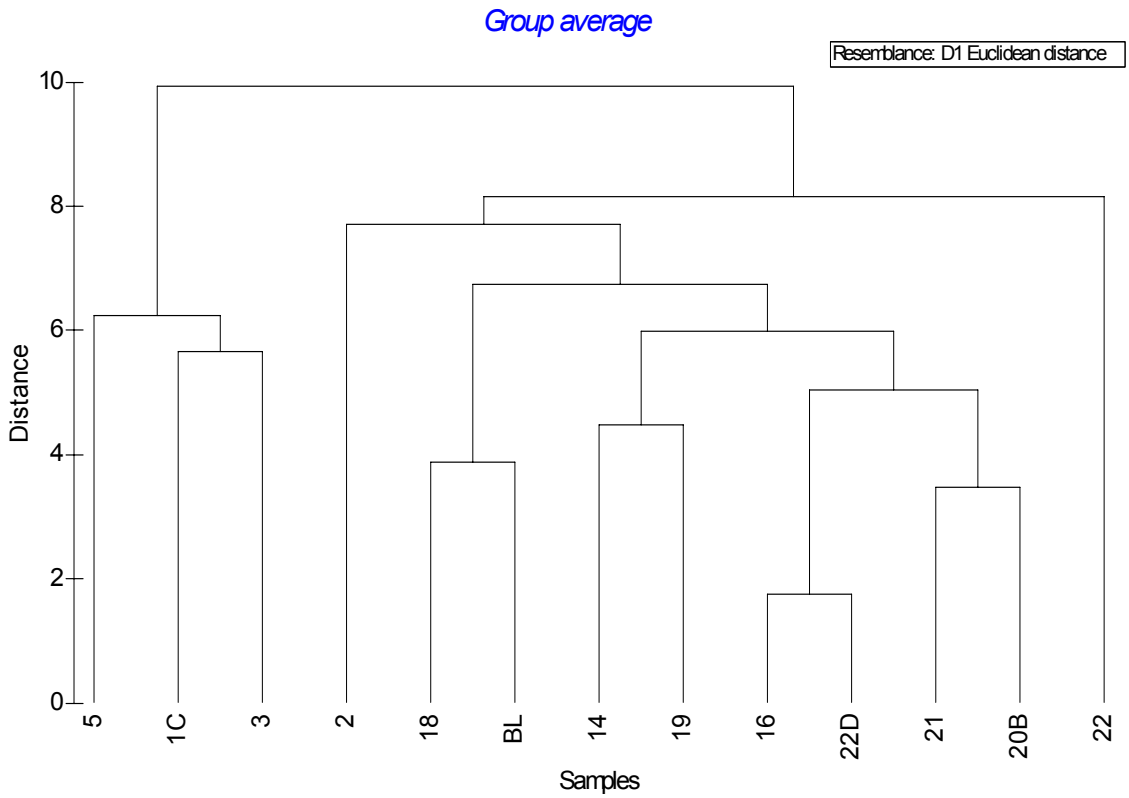


Figura 6. Análise de cluster dos índices específicos do RHS para todos os troços analisados.

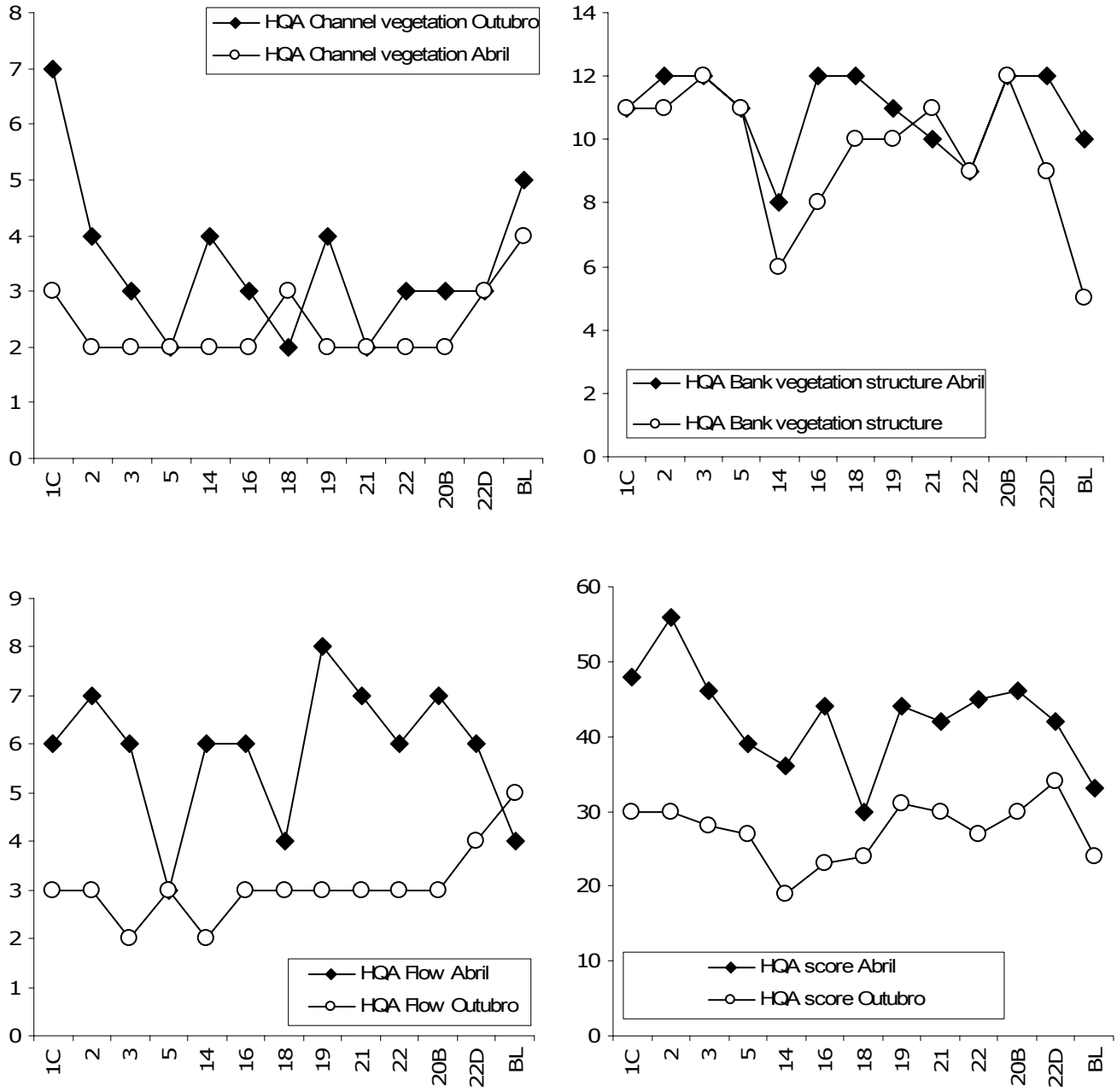


Figura 7. Comparação entre os valores dos índices que mais evidenciam a diferença entre a situação de Outubro de 2009 e a de Abril de 2009.

O sub-índice *HQA Channel Vegetation* mostra que em geral observou-se uma a maior diversidade de vegetação aquática (canal) e nos taludes em Abril, relativamente a Outubro.

Também a variedade de tipos de corrente foi maior em Abril, já que em Outubro em grande parte dos spot-checks não havia água ou não havia água corrente.

No geral, a presença de água permitiu um *score* global do HQA bastante superior em Abril.

1.4. Conclusões e Recomendações

Tal como anteriormente referido a técnica de *River Habitat Survey* evidenciou alterações hidromorfológicas relevantes no troço estudado na ribeira de Oeiras que podem ter mais ou menos impacto sobre as comunidades aquáticas dependendo da sua natureza e das especificidades das comunidades. As alterações mais relevantes devem-se a existência de estruturas transversais de alguma dimensão tal como pontes recentes e os acessos às mesmas, presença de açudes mais ou menos antigos que limitam ou impedem o fluxo de água para jusante das mesmas e levam a alterações nas características do sistema a montante, passando-se de uma situação lótica para uma situação quase lêntica, e à redução da diversidade de micro-habitats (como bancos de areia e tufos de macrófitas), mesmo em épocas de caudal mais elevado, como é o caso. Para além disso, o corte da vegetação do corredor ripícola e o uso de solo nas margens encontra-se também bastante alterado em alguns locais, tais como os situados mais próximos da Mina de Neves Corvo como o ponto 14, descarga da ETAM. É sobre estes últimos aspectos que será mais fácil incidir e efectuar medidas de mitigação: vegetação das margens e canal, diversidade de habitats e presença de açudes. Estas medidas trariam melhorias paisagísticas imediatas e potenciariam o aumento da diversidade de várias comunidades, como os invertebrados, plantas aquáticas e até peixes, aves e anfíbios.

1.5. Referências

Alves, M.H., Bernardo J.M., Cortes R.V., Feio M.J., Ferreira J., Ferreira M.T., Figueiredo H., Formigo N., Ilhéu M., Morais M., Pádua J., Pinto P. & Rafael T. 2006. Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da Directiva Quadro da Água. Proceedings do 8º Congresso da Água. APRH, Figueira da Foz, Portugal, 13-17 Março.

DQA (Directive 2000/60/EC) 2000. Water Framework Directive of the European Parliament and the Council, of 23 October 2000, establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L327: 1–72.

E.A. (Environmental Agency). 2003. River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003 version. Environmental Agency. U.K.

Fox, P.J.A., Naura, M. and Scarlett, P. 1998. An account of the derivation and testing of a standard field method, River Habitat Survey. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 8: 455–475.

Raven, P. et al. 2000. Using river habitat survey for environmental assessment and catchment planning in the U.K., Hydrobiologia 422: 359-367

Raven, P.J., Fox, P.J.A., Everard, M., Holmes, N.T.H. and Dawson, F.H. 1997. River Habitat Survey: a new system for classifying rivers according to their habitat quality. in Boon, PJ and Howell, D.L. (Eds). Freshwater Quality: Defining the indefinable? The Stationery Office, Edinburgh, 215 – 234.

Parte II

Fichas de campo e fotografias dos locais

1C-Monte da Ossada - Novembro

1C-Monte da Ossada - Abril

2-Monte dos Bentes - Novembro

2-Monte dos Bentes - Abril

3-Ponte da Camacha – Novembro

3-Ponte da Camacha - Abril

5-Horta da Ravesa - Novembro

5-Horta da Ravesa - Abril

14-Descarga da ETAM - Novembro

14-Descarga da ETAM - Abril

16-Horta do Pereiro - Novembro

16-Horta do Pereiro - Abril

18-Malhão Largo - Novembro

18-Malhão Largo - Abril

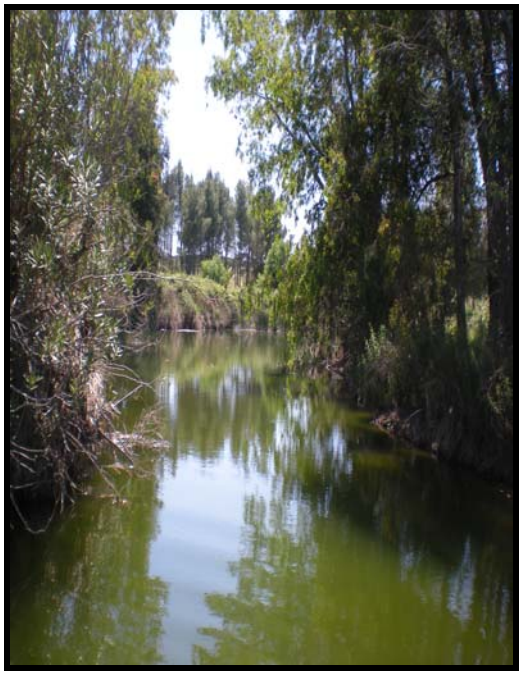
19-Monte do Pereiro - Novembro

19-Monte do Pereiro - Abril

BL-Barranco das Lages - Novembro

BL-Barranco das Lages - Abril

20B-Monte da Caiada - Novembro



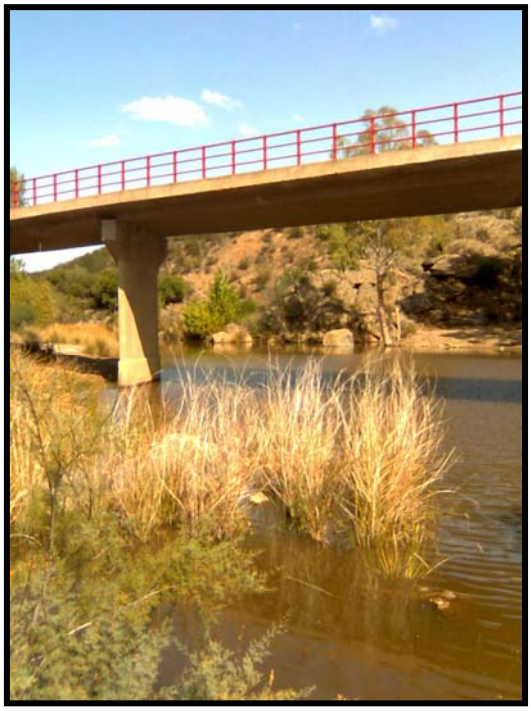
20B-Monte da Caiada - Abril

21-Monte Velho - Novembro

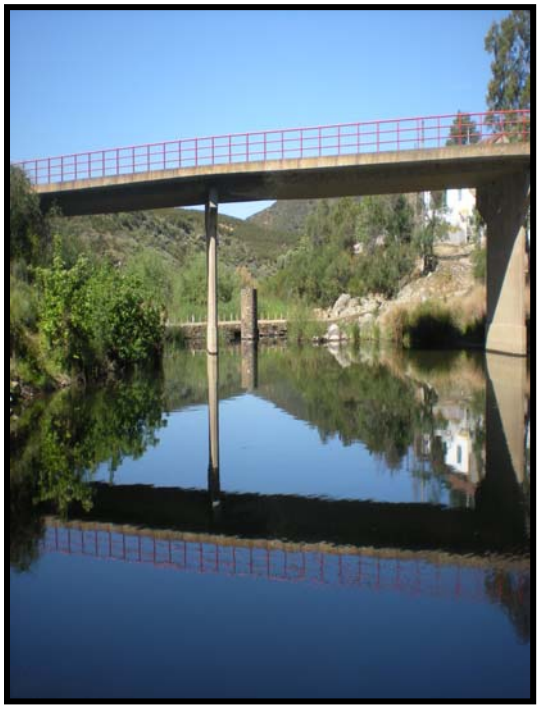
21-Monte Velho - Abril

22-Ponte de Penilhos - Novembro

22-Ponte de Penilhos - Abril

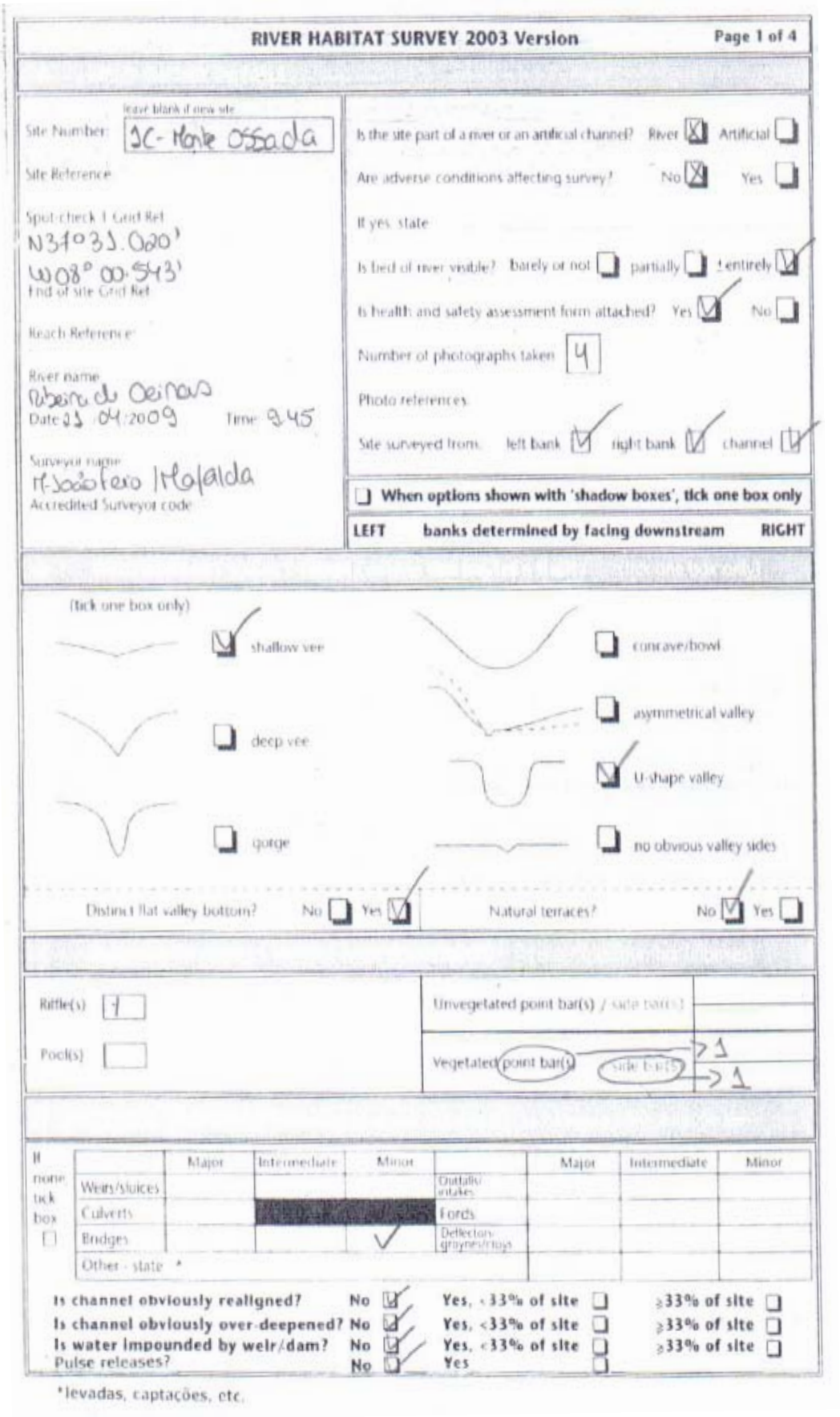


22D-Fonte Santa - Novembro



22D-Fonte Santa - Abril

Local 1. Monte da Ossada



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number (leave blank if new site): JC- Monte Ossada
Site Reference:
Spot check 1 Grid Ref: N37°33.020' W08° 00.543'
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Ribeira de Oeiras
Date: 23/04/2009 Time: 9:45
Surveyor name: M. Socorro Rosa / Helena Rosalda
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River [X] Artificial [ ]
Are adverse conditions affecting survey? No [X] Yes [ ]
If yes, state:
Is bed of river visible? Barely or not [ ] partially [ ] ± entirely [✓]
Is health and safety assessment form attached? Yes [✓] No [ ]
Number of photographs taken: 4
Photo references:
Site surveyed from: left bank [✓] right bank [✓] channel [✓]

When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

- [✓] shallow vee
- [ ] deep vee
- [ ] gorge
- [ ] concave/bowl
- [ ] asymmetrical valley
- [✓] U-shape valley
- [ ] no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No [ ] Yes [✓]
Natural terraces? No [✓] Yes [ ]

Riffle(s): 1
Pool(s):
Unvegetated point bar(s) / side bar(s):
Vegetated point bar(s) / side bar(s): > 1 / > 1

If none tick box [ ]

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges			✓	Deflectors/ groynes/cross			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]
Is channel obviously over-deepened? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]
Is water impounded by weir/dam? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]
Pulse releases? No [ ] Yes [ ]

*levadas, captações, etc.

SITE REF 1C | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at downstream end [X] of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT BANK											
Material NV, BL, BO, CO, GS, EA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	EA	BE	BE	BE	BD	GS	GS	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
					DUNB?						
Channel substrate DOMINN	CO	GP	CO	CO	BO	CO	BO	BE	CO	CO	
NV, BE, BO, FO, GP, SA, SI, CL, PE, EA, AB Subdominant	BO	SI	SA	SA	SI	BO	BO	BO	SA	SA	
Flow type DOMINN	NP	NP	NP	SH	SH	NP	SH	NP	SH	NP	
NV, FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR Subdominant	—	—	—	—	—	—	NP	—	—	—	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, BO, VR, MB, VB, MI, TR	NO	NO	NO	VB	RO	NO	RO	NO	NO	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT BANK											
Material NV, BL, BO, CO, GS, EA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	EA	EA	SA	EA	EA	EA	GS	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	VS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP		BL	SH	BL	BL	BL	BL	BL	BL	SH	SH
LEFT BANKTOP (structure within 1m)	B/E/S/C/NV	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure)	B/E/S/C/NV	S	U	B	B	U	U	S	U	S	U
RIGHT BANK FACE (structure)	B/E/S/C/NV	U	U	U	S	S	S	S	S	S	U
RIGHT BANKTOP (structure within 1m)	B/E/S/C/NV	U	U	U	S	S	S	S	S	S	S
LAND-USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP		BP	BP	BP	RD	SH	SA	SH	SH	SA	SH

VEGETATION

None (✓) or Not Visible (NV)											
Liverwort/moss/lichens								V			
Emergent broad leaved herbs										✓	
Emergent reed/sedge/rushes/grass/horsetails		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)		✓				✓	✓	✓	✓		✓
Free-floating											
Amphibious											
Submerged broad leaved											
Submerged linear leaved											
Submerged fine leaved											
Filamentous algae		✓						✓			

Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF. 1C | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

LAND USE 500m

	L	R		L	R
(MN)/ Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	X	X	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		✓
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES (Use sketches & tick as appropriate)

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ___ (m)
margem direita ___ (m)

BANK OR CHANNEL AND BANK FEATURES (tick one box per feature)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☑	☑
Regularly spaced, single	☐	☑
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☑	☐	☐
*Overhanging boughs	☑	☐	☐
*Exposed bankside roots	☑	☐	☐
*Underwater tree roots	☑	☐	☐
Fallen trees	☑	☐	☐
Large woody debris	☑	☐	☐

CHANNEL FEATURES (tick one box per feature) Second Exam it - 1 ✓

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☑	☐	☐
Chute flow	☑	☐	☐
Broken standing waves	☑	☐	☐
Unbroken standing waves	☑	☐	☐
Rippled flow	☐	☑	☐
*Upwelling	☑	☐	☐
Smooth flow	☐	☐	☑
No perceptible flow	☐	☐	☑
dry	☑	☐	☐
Marginal deadwater	☐	☑	☐
Eroding cliff(s)	☑	☐	☐
Stable cliff(s)	☑	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	☑	☐
Exposed boulders	☐	☑	☐
Vegetated bedrock/boulders	☑	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☑	☐
Mature island(s)	☑	☐	☐
Unvegetated side bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated side bar(s)	☐	☑	☐
Unvegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated point bar(s)	☑	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	☑	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☑	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☑	☐	

SITE REF. 1 C | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** | Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	~1m	Bankfull width (m)	14+	Banktop height (m)	~1m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	N	Water width (m)	14+	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	N
Embanked height (m)		Water depth (m)	~50cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) | % wetted channel ☐ ~90%

None	☐	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☑	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☐ Yes ☑

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None	☑	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia	☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? ☐

Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2? ☐

Have you completed column 11 of section G (and F if appropriate) on page 2? ☐

Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? ☐

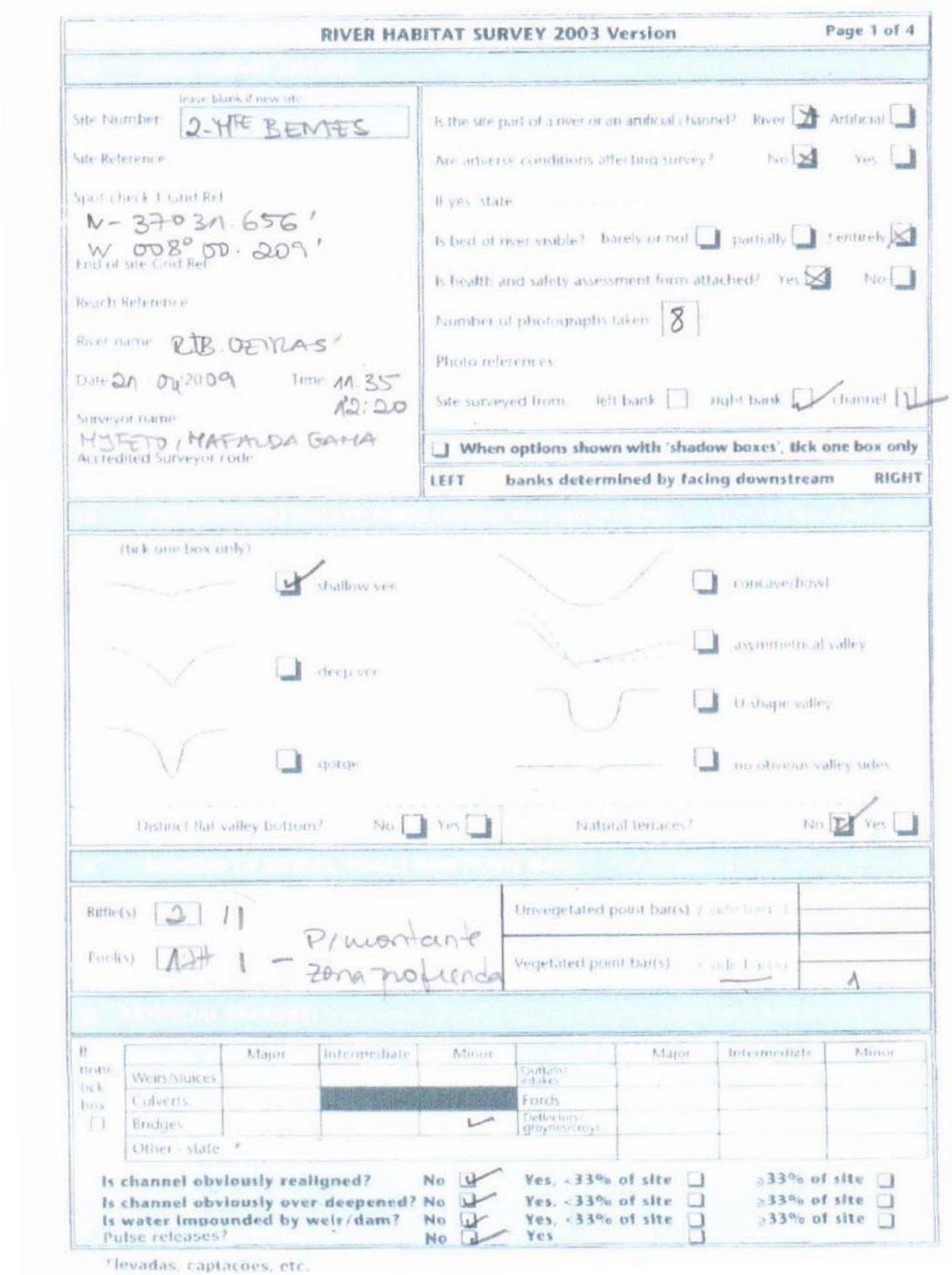
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? ☐

Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)? ☐

Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? ☐

Trecho marcado na carta militar? ☐

Local 2. Monte de Bentes



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: 2-MTE BENTES (leave blank if new site)

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: N- 37° 31. 656'
W 008° 00. 209'

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: RIB. OEIRAS

Date: 21/04/2009 Time: 11.35 / 12:20

Surveyor name: MYRETO, MAFALDA GAMA

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River [X] Artificial [ ]

Are adverse conditions affecting survey? No [X] Yes [ ]

If yes state:

Is bed of river visible? barely or not [ ] partially [ ] entirely [X]

Is health and safety assessment form attached? Yes [X] No [ ]

Number of photographs taken: 8

Photo references:

Site surveyed from: left bank [ ] right bank [✓] channel [✓]

When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

[✓] shallow vee

[ ] deep vee

[ ] gorge

[ ] concave/bowl

[ ] asymmetrical valley

[ ] U-shape valley

[ ] no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No [ ] Yes [ ]

Natural terraces? No [X] Yes [ ]

Riffle(s): 2 11

Pool(s): 1 – P/montante zona profunda

Unvegetated point bar(s):

Vegetated point bar(s): 1

If none tick box [ ]

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges			✓	Deflectors/ groynes/croys			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Is channel obviously over-deepened? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Is water impounded by weir/dam? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Pulse releases? No [✓] Yes [ ]

*levadas, captaçoes, etc.

SITE REF 2 Mt Benles | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at downstream end ☑ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NR	VP	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR — Dominant	CO	CO	CO	BO	SI	SI	SI	SI	BE	BE	
Sub-dominant	BO	CO	BO	SA	CO	CO	CO	CO	NV	NV	
Flow type NV, FP, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DB — Dominant	RP	RP	RP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	SH	
Sub-dominant	NP	RP	NP	NP	—	—	—	—	—	—	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VB, MB, VB, MI, TR	RO	RO	BO	MI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—		—	—	—	—	—	—	—	
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	FA	FA	CO	CO	FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NR	VS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

← Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >10% of whole site

Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN EU

LAND-USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	BL	BL	BL	RP	RP	RP	RP	BL	BL	BL
LEFT BANKTOP (structure within 1m) — Bank/Cliff/Wall	S	S	S	S	S	C	S	S	C	C
LEFT BANK FACE (structure) — Bank/Cliff/Wall	S	S	V	V	V	S	S	S	C	S
RIGHT BANK FACE (structure) — Bank/Cliff/Wall	S	S	V	S	S	V	V	V	V	V
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) — Bank/Cliff/Wall	S	S	V	S	V	V	V	V	S	V
LAND-USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	BL	BL	IG	IG	SH	SH	SH	SH	BL	SH

None (✓) or Not Visible (NV)						✓	✓	✓	✓	✓
Liverwort/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs			✓							
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails				✓						
Floating leaved (rooted)	✓	✓	✓	✓	✓					
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine-leaved										
Filamentous algae	✓	✓								

Use end column for overall assessment over 50m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF 2 Tk Bentes **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** Page 3 of 4

LANDUSE WITHIN 50m OF BANKTOP (tick ✓ (present) or E (≥33% bankside))

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)		✓	Rough/unimproved grassland/pasture (RP)	✓	✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)	✓		Not visible (NV)		

BANK PROFILES (tick ✓ (present) or E (≥33% bankside))

Natural/unmodified	L	R	Artificial/modified	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ___ (m) ≥ 5m
margem direita ___ (m)

EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES (record even if <1%)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☐	✓
Regularly spaced, single	✓	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	✓	☐
*Overhanging boughs	☐	✓	☐
*Exposed bankside roots	☐	✓	☐
*Underwater tree roots	☐	✓	☐
Fallen trees	✓	☐	☐
Large woody debris	✓	☐	☐

EXTENT OF CHANNEL AND BANK FEATURES (tick one box for each feature) (record even if <1%)

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	✓	☐	☐
Chute flow	✓	☐	☐
Broken standing waves	✓	☐	☐
Unbroken standing waves	✓	☐	☐
Rippled flow	☐	✓	☐
*Upwelling	✓	☐	☐
Smooth flow	☐	✓	☐
No perceptible flow	☐	☐	✓
dry	✓	☐	☐
Marginal deadwater	☐	✓	☐
Eroding cliff(s)	✓	☐	☐
Stable cliff(s)	✓	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	✓	☐
Exposed boulders	☐	✓	☐
Vegetated bedrock/boulders	✓	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☐	☐
Mature island(s)	☐	✓	☐
Unvegetated side bar(s)	☐	✓	☐
Vegetated side bar(s)	✓	☐	☐
Unvegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated point bar(s)	✓	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	✓	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	✓	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	✓	☐	

SITE REF. 2 - Rio Beatos **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** Page 4 of 4

L CHANNEL DIMENSIONS (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	+ 1m	Bankfull width (m)	20 m	Banktop height (m)	1 m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	+ 18m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)	—	Water depth (m)	70 cm	Embanked height (m)	—

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) % wetted channel ☐ 90%

M FEATURES OF SPECIAL INTEREST Use Y or E (> 33% length) *record even if <1%

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

N CHOKED CHANNEL (tick one box)

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

O NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES Use Y or E (> 33% length) *record even if <1%

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☑	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐

P OVERALL CHARACTERISTICS (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha-das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

Q ALDERS (tick one box in each of the two categories) *record Alders if >1%

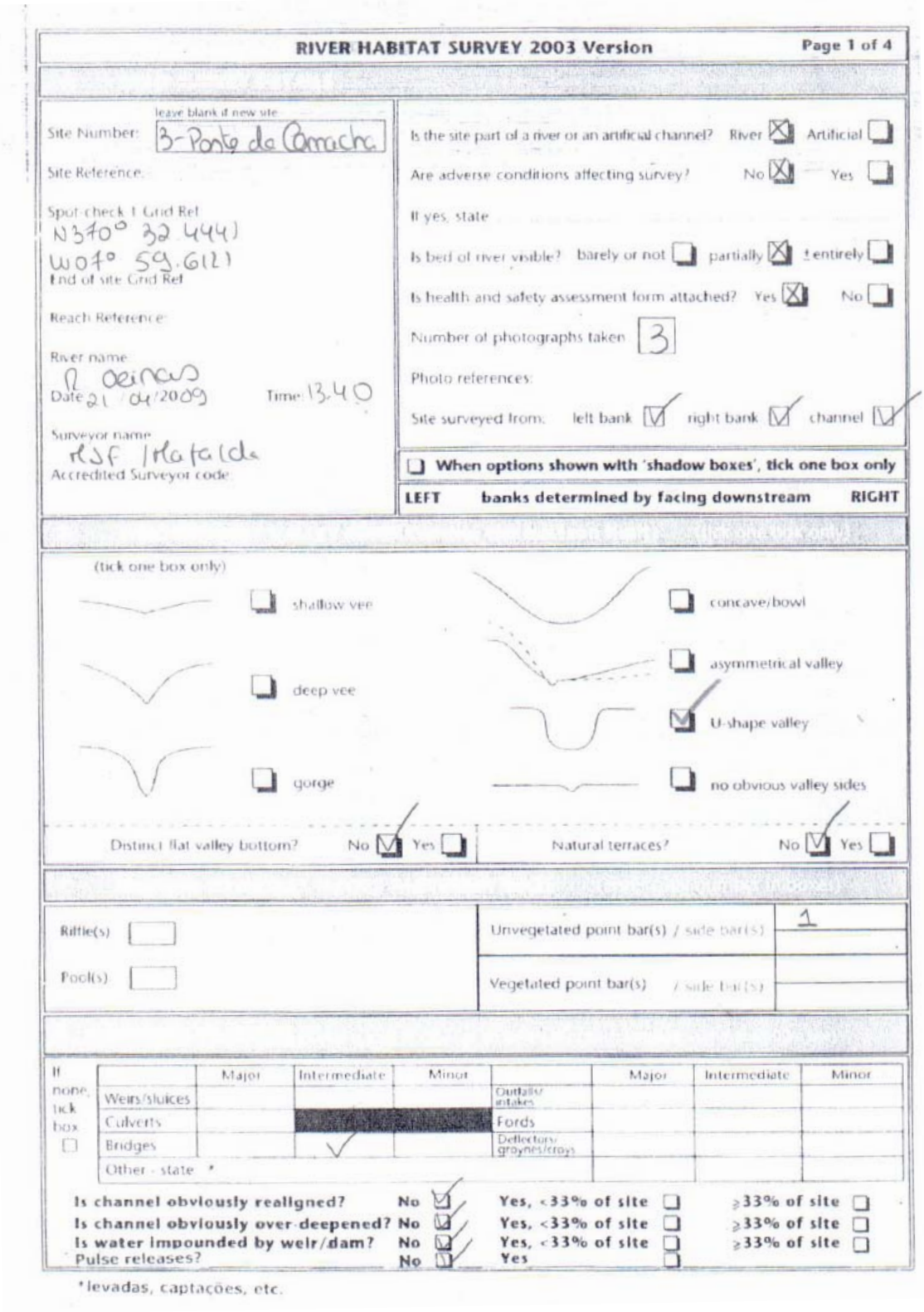
*Alders? None	Present	Extensive	*Diseased Alders? None	Present	Extensive
☑	☐	☐	☑	☐	☐

R FIELD SURVEY QUALITY CONTROL (✓ boxes to confirm checks)

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and F if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at the downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐

Troço marcado na carta militar? ☐

Local 3. Ponte da Camacha



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) 3-Ponte da Camacha

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: N37° 32 444 W07° 59.612

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: R. Oeiras

Date: 21/04/2009 Time: 13.40

Surveyor name: RJF / Natalda

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River [X] Artificial [ ]

Are adverse conditions affecting survey? No [X] Yes [ ]

If yes, state:

Is bed of river visible? barely or not [ ] partially [X] ± entirely [ ]

Is health and safety assessment form attached? Yes [X] No [ ]

Number of photographs taken: 3

Photo references:

Site surveyed from: left bank [✓] right bank [✓] channel [✓]

[ ] When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

- [ ] shallow vee
- [ ] deep vee
- [ ] gorge
- [ ] concave/bowl
- [ ] asymmetrical valley
- [✓] U-shape valley
- [ ] no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No [✓] Yes [ ]

Natural terraces? No [✓] Yes [ ]

Riffle(s)	[ ]	Unvegetated point bar(s) / side bar(s)	1
Pool(s)	[ ]	Vegetated point bar(s) / side bar(s)	

If none, tick box [ ]

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges		✓		Deflectors/ groynes/crays			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Is channel obviously over-deepened? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Is water impounded by weir/dam? No [✓] Yes, <33% of site [ ] ≥33% of site [ ]

Pulse releases? No [ ] Yes [ ]

*levadas, captações, etc.

SITE REF Pte Cameche | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot check 1 is at ☒ upstream end ☐ downstream end of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT											
Material NV, BL, BO, CO, GS, LA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	VS	NO	
Channel substrate (Dominant / Subdominant) NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AB	BO / BO	CO / BO	CO / SA	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / SI	
Flow type (Dominant / Subdominant) NV, FF, CH, BW, UW, CF, BP, UP, SM, NP, DR	SM / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	NO	GB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NB	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV, BL, BO, CO, GS, LA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	PB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	BL	BL	BL	BL	SH	SH	BL	BL	BL	BL
LEFT BANKTOP (structure within 1m) NVS, NO, AV	V	S	S	S	U	U	U	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure) NVS, NO, AV	U	S	S	S	U	U	U	U	U	S
RIGHT BANK FACE (structure) NVS, NO, AV	V	S	S	C	U	S	U	S	S	S
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) NVS, NO, AV	S	C	S	C	S	C	S	C	S	S
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	SH	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	B

None (✓) or Not Visible (NV)										
Unattached submerged plants										
Emergent broad leaved herbs	✓	✓		✓						
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails			✓		✓	✓		✓	✓	✓
Floating leaved broadleaf									✓	
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae	✓	✓							✓	

Use end columns for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF Pte Carnoch | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot check 1 is at ☒ upstream end ☐ downstream end of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT											
Material NV, BL, BO, CO, CS, LA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	VS	NO	
Channel substrate (Dominant / Subdominant) NV, BM, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AS	BO / BO	CO / BO	CO / SA	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / SI	
Flow type (Dominant / Subdominant) NV, FF, CH, BW, UW, CF, BP, UP, SM, NP, DR	SM / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	NO	GB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NB	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV, BL, BO, CO, CS, LA, PS, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	PB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	BL	BL	BL	BL	SH	SH	BL	BL	BL	BL
LEFT BANKTOP (structure within 1m)	U	S	S	S	U	U	U	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure)	U	S	S	S	U	U	U	U	U	S
RIGHT BANK FACE (structure)	U	S	S	C	U	S	U	S	S	S
RIGHT BANKTOP (structure within 1m)	S	C	S	C	S	C	S	C	S	S
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	SH	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	B

Note (✓) or Not Visible (NV)										
Emergent broad leaved herbs	✓	✓		✓						
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails			✓		✓	✓		✓	✓	✓
Floating leaved broadleaf									✓	
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae	✓	✓							✓	

Use end columns for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF. Pte Carocha **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	≈1,5m	Bankfull width (m)	≈20m	Banktop height (m)	≈2,5
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y	Water width (m)	≈ 20m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y
Embanked height (m)		Water depth (m)	≈1m	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☑ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) % wetted channel ☐ ≈ 95%

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

	bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐ ☐	*Fredeschantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☐ ☑	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

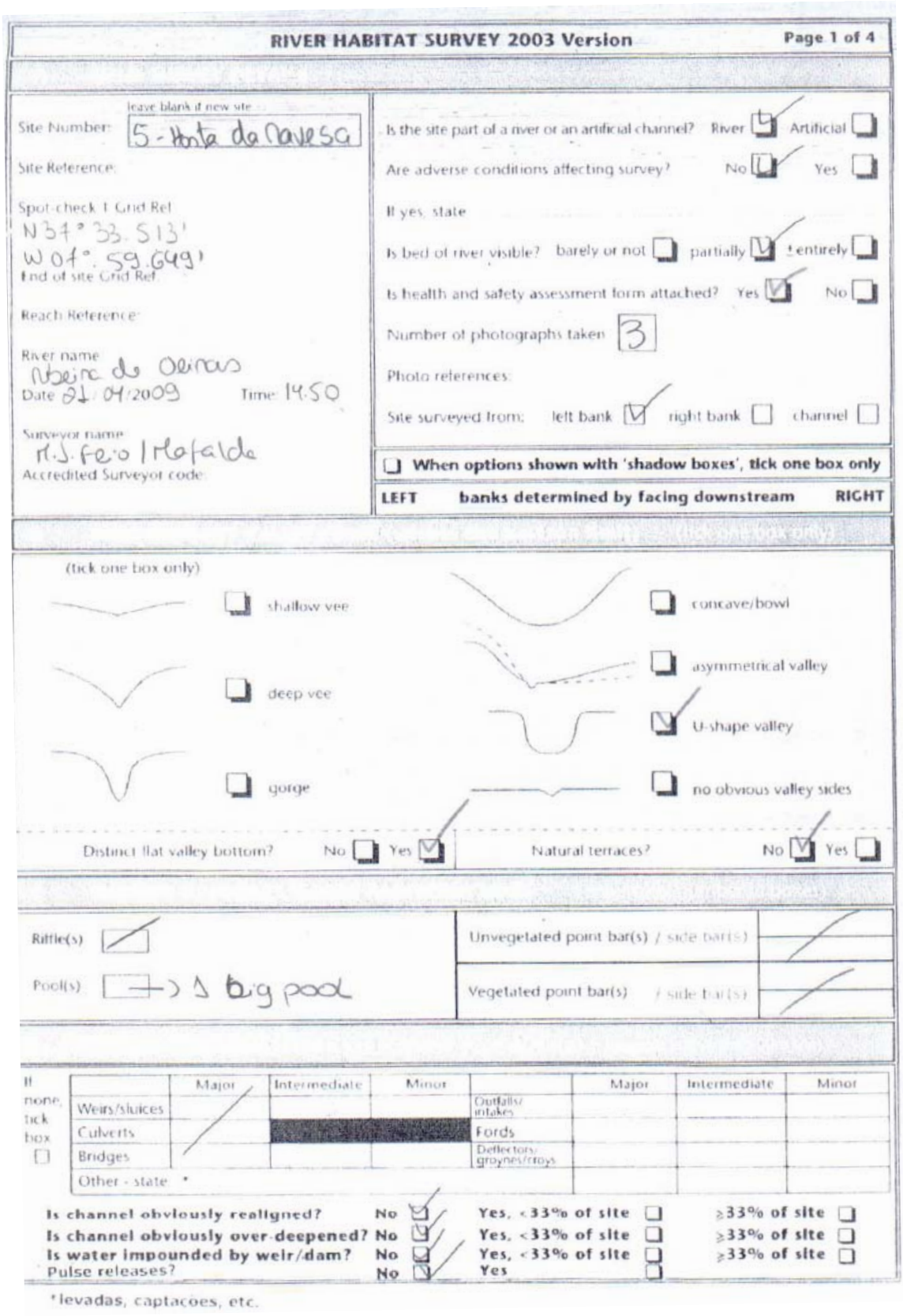
Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐

Troço marcado na carta militar? ☐

Local 5. Horta da Ravesa



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: 5 - Horta da Ravesa (leave blank if new site)
Site Reference:
Spot-check 1 Grid Ref: N37° 33.513' W01° 59.649'
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Ribeira de Oleiros
Date: 01/04/2009 Time: 14:50
Surveyor name: R.J. Feio | Rafalda
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐
Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐
If yes, state:
Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☑ entirely ☐
Is health and safety assessment form attached? Yes ☑ No ☐
Number of photographs taken: 3
Photo references:
Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☐ channel ☐

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only
LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee
☐ deep vee
☐ gorge
☐ concave/bowl
☐ asymmetrical valley
☑ U-shape valley
☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☐ Yes ☑
Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s) ☑
Pool(s) → big pool
Unvegetated point bar(s) / side bar(s) ☑
Vegetated point bar(s) / side bar(s) ☑

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges	☑			Deflectors/ groynes/ cross vanes			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captacoes, etc.

SITE REF Hta Ponesc | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at — downstream end ☑ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT BANK											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL FC SP WP GA BR RK TD FA BI	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	BO	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate (Dominant / Subdominant) NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR	Si / CO	Si / CO	Si / CO	Si / CO	Si / BO	Si / BO	Si / BO	BE / SI	CO / Si	BO / CO	
Flow type (Dominant / Subdominant) NV, FF, CH, BW, UW, CB, RP, UP, SM, NP, OB	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	
Channel modification(s) NA, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VB, MB, VB, MI, TR	NO	NO	NO	NO	RO	RO	NO	NO	MI	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT BANK											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL FC SP WP GA BR RK TD FA BI	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	VP	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
LEFT BANKTOP (structure within 1m) BARS/CLIFF/NV	B	B	S	S	S	S	S	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure) BARS/CLIFF/NV	V	V	S	S	V	V	V	S	V	V
RIGHT BANK FACE (structure) BARS/CLIFF/NV	S	S	S	S	S	S	V	S	S	V
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) BARS/CLIFF/NV	S	S	S	S	S	S	V	S	S	S
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	FA	BL	BL

None (✓) or Not Visible (NV)										✓	
Liverworts/mosses/lichens											
Emergent broad leaved herbs											
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Floating leaved (rooted)											
Free floating											
Amphibious											
Submerged broad leaved											
Submerged linear leaved											
Submerged fine leaved											
Filamentous algae										✓	

Use end columns for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓ E or NV)

SITE REF. Htc Caves G | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)		✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut		✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)	✓		Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	✓	✓
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	✓	☐	☐
*Overhanging boughs	✓	☐	☐
*Exposed bankside roots	✓	☐	☐
*Underwater tree roots	✓	☐	☐
Fallen trees	✓	☐	☐
Large woody debris	✓	☐	☐

FLOW TYPES AND BANK FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)		None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	✓	☐	☐	Exposed bedrock	☐	✓	☐
Chute flow	✓	☐	☐	Exposed boulders	☐	✓	☐
Broken standing waves	✓	☐	☐	Vegetated bedrock/boulders	✓	☐	☐
Unbroken standing waves	✓	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Rippled flow	✓	☐	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☐	✓	☐
*Upwelling	✓	☐	☐	Mature island(s)	✓	☐	☐
Smooth flow	✓	☐	☐	Unvegetated side bar(s)	✓	☐	☐
No perceptible flow	☐	☐	✓	Vegetated side bar(s)	✓	☐	☐
dry	✓	☐	☐	Unvegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Marginal deadwater	✓	☐	☐	Vegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Eroding cliff(s)	✓	☐	☐	*Unvegetated silt deposit(s)	✓	☐	☐
Stable cliff(s)	✓	☐	☐	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	✓	☐	
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	✓	☐	

SITE REF. HTG DOURO5G

RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	≥2	Bankfull width (m)	13 m	Banktop height (m)	≥2,5
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	10 m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	50 cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☑ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state) % wetted channel ☐ 95%

None	☒	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☒ Yes ☐

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Fraxinus angustifolia*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☒	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

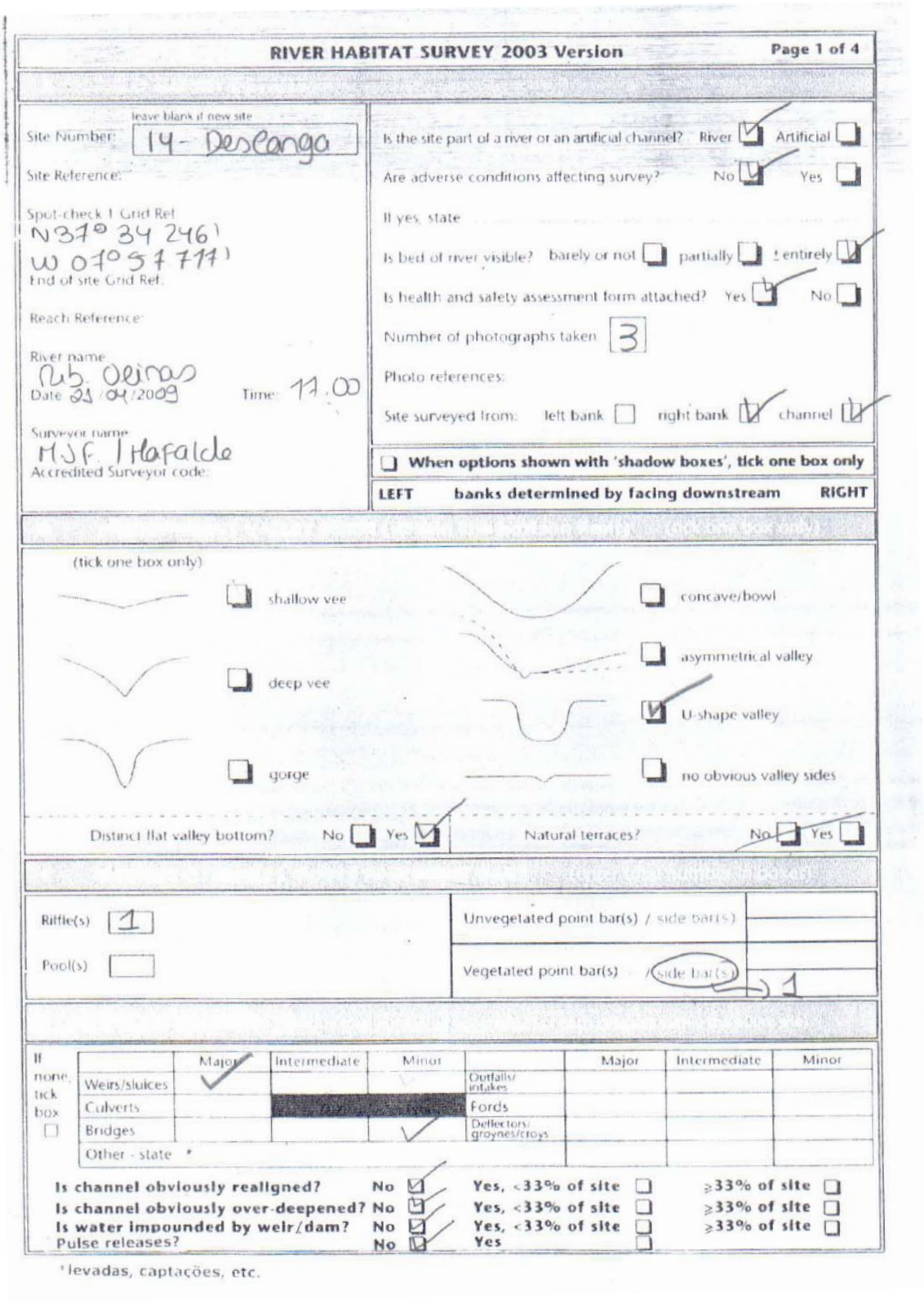
Animals: lontra - guarda-rios - melro-de água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água lobos

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☒ Present ☐ Extensive ☐ *Diseased Alders? None ☒ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐
Troço marcado na carta militar?	☐

Local 14. Descarga da ETAM



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) 14- Descarga

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: N37° 34 246' W 07° 57 711'

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: Rib. Oeiras

Date: 21/04/2009 Time: 11.00

Surveyor name: M.J.F. Hafalde

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐

Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐

If yes, state

Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☐ ± entirely ☑

Is health and safety assessment form attached? Yes ☑ No ☐

Number of photographs taken: 3

Photo references:

Site surveyed from: left bank ☐ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee

☐ deep vee

☐ gorge

☐ concave/bowl

☐ asymmetrical valley

☑ U-shape valley

☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☐ Yes ☑

Natural terraces? No ☐ Yes ☐

Riffle(s): 1

Pool(s):

Unvegetated point bar(s) / side bar(s):

Vegetated point bar(s) / side bar(s): 1

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices	✓			Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges			✓	Deflectors/ groynes/croys			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF 14- Descanga | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot check 1 is at ☒ upstream downstream end ☐ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL FC SP WP GA BR RR TD FA BI	BO	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR NO RS RI PC(B) BM EM	EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV NO EC SC PB VP SB VS NB	NO	NO	NO	VP	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate (Dominant)	SA	CO	SA	CO	SA	SA	CO	SA	SA	SA	
NV BE BO CO GP SA SI CL PE FA AR (Subdominant)	CO	SA	CO	BO	BO	CO	GP	CO	CO	CO	
Flow type (Dominant)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	SM	SM	NP	SM	
NV FR CH BW UW CF RF UP SM NP DR (Subdominant)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Channel modification(s) NR NO CV RS RI DA FO	RU	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV NO EB RD VB MB VB MI TR	RD	NO	NO	NO	NO	NO	MI	MI	MI	VB	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL FC SP WP GA BR RR TD FA BI	BO	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR NO RS RI PC(B) BM EM	EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV NO EC SC PB VP SB VS NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SM, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	SU	SU	SH	SH	SH	SA	RP	RP	SH	RP
LEFT BANKTOP (structure within 1m) BAR/SC/INV	B	B	S	S	S	S	V	V	S	V
LEFT BANK FACE (structure) BAR/SC/INV	V	V	V	V	V	S	S	S	S	V
RIGHT BANK FACE (structure) BAR/SC/INV	V	S	V	V	V	V	V	V	V	V
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) BAR/SC/INV	B	B	B	V	V	V	V	V	V	V
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	SU	SU	SU	SH	RP	RP	RP	RP	RP	RP

None (✓) or Not Visible (NV)										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs										
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)	✓									
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae										

Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use C, F or NV)

SITE REF. 14 Dexang | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓		Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)	✓	✓
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES (tick one box per bank)

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle			Reinforced - toe only		
Composite	✓		Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☑	☑
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	☐	☐
*Overhanging boughs	☑	☐	☐
*Exposed bankside roots	☑	☐	☐
*Underwater tree roots	☑	☐	☐
Fallen trees	☑	☐	☐
Large woody debris	☑	☐	☐

CHANNEL TYPE AND FLOW CHARACTERISTICS (tick one box per feature) (Record overall site)

	None	Present	E (≥33%)		None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☑	☐	☐	Exposed bedrock	☐	☑	☐
Chute flow	☑	☐	☐	Exposed boulders	☐	☑	☐
Broken standing waves	☑	☐	☐	Vegetated bedrock/boulders	☑	☐	☐
Unbroken standing waves	☑	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
Rippled flow	☐	☑	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
*Upwelling	☑	☐	☐	Mature island(s)	☐	☑	☐
Smooth flow	☐	☑	☐	Unvegetated side bar(s)	☑	☐	☐
No perceptible flow	☐	☐	☑	Vegetated side bar(s)	☐	☑	☐
dry	☑	☐	☐	Unvegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Marginal deadwater	☑	☐	☐	Vegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Eroding cliff(s)	☑	☐	☐	*Unvegetated silt deposit(s)	☑	☐	☐
Stable cliff(s)	☑	☐	☐	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☑	☐	
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☑	☐	

SITE REF. M Deroang | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** | Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	1,5m	Bankfull width (m)	12D	Banktop height (m)	3m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	± 2D	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	40cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state) | % wetted channel ☐ NOD 4m

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None	☑ *Ailanthus altissima*	☐	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia	☐ *Eucalyptus sp.*	☐	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

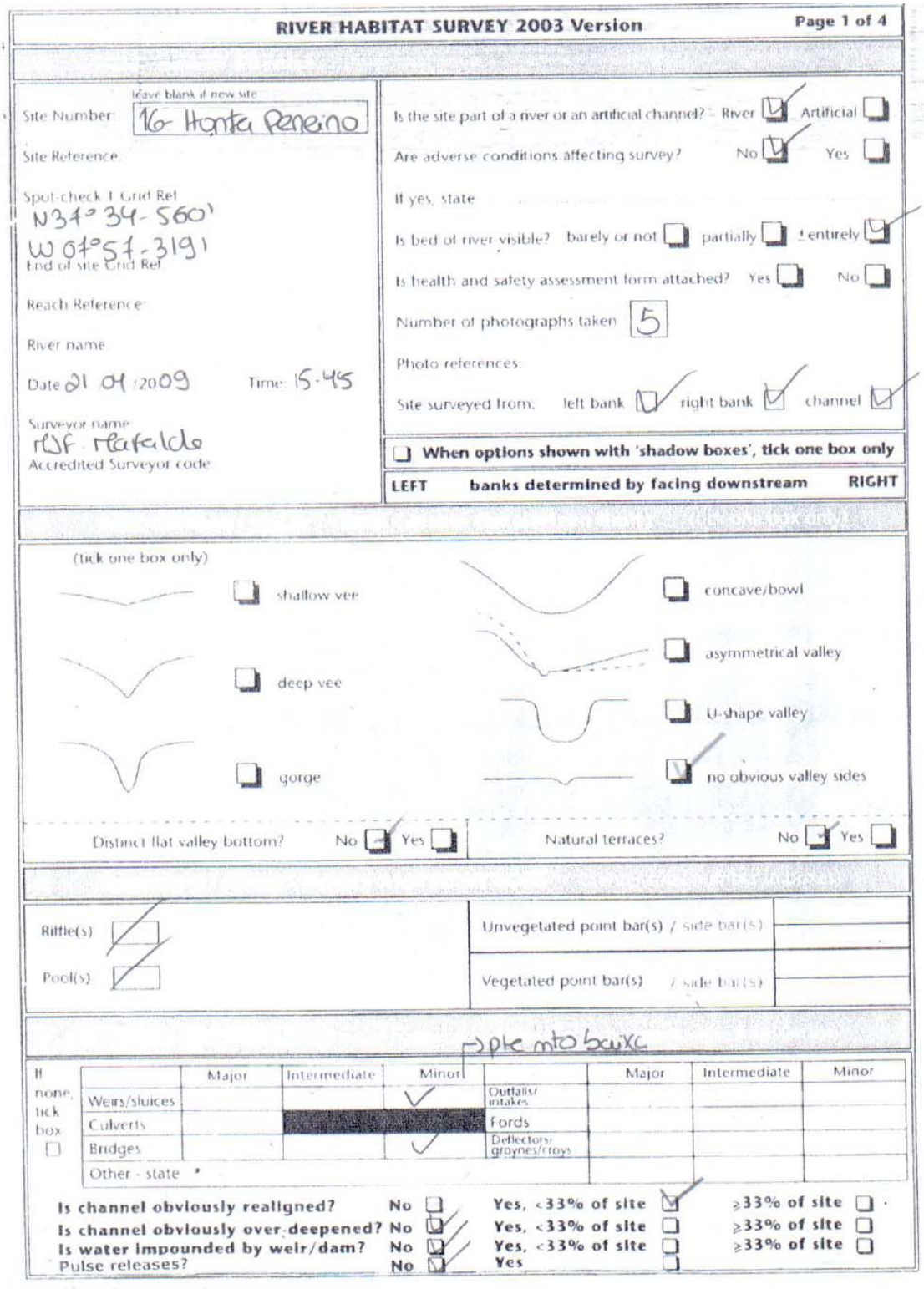
Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at - downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐
Troço marcado na carta militar?	☐

Local 16. Horta do Pereiro



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) 16 Horta Pereiro

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: N37°34-560' W 07°57-3191

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name:

Date 21 04 /2009 Time: 15-45

Surveyor name: RJF Rafaldo

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐

Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐

If yes, state:

Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☐ entirely ☑

Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐

Number of photographs taken: 5

Photo references:

Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee

☐ deep vee

☐ gorge

☐ concave/bowl

☐ asymmetrical valley

☐ U-shape valley

☑ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☑ Yes ☐

Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s) ☑

Pool(s) ☑

Unvegetated point bar(s) / side bar(s):

Vegetated point bar(s) / side bar(s):

→pte mto baixo

If none, tick box ☐		Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
	Weirs/sluices			✓	Outfalls/ intakes			
	Culverts				Fords			
	Bridges			✓	Deflectors/ groynes/croys			
	Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☐ Yes, <33% of site ☑ ≥33% of site ☐

Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF: Hte Peneimo | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot check 1 is at upstream ✓ / downstream end ☐ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL CC SP WP GA BR RS TD FA BI	CO	GR	GS	FA	FA	BE	BE	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	VP	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate Dominant / Sub-dominant — NV, BL, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AS	CO / GP	GP / CO	SA / CO	CO / SA	CO / SA	CO / BE	CO / SA	SA / CO	SA / CO	CO / SA	
Flow type Dominant / Sub-dominant — NV, FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DB	NP / —	NP / —	SH / —	SH / —	SH / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, ED	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	NO	NO	NO	NO	NO	EB	RO	NO	EB	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL CC SP WP GA BR RS TD FA BI	CC	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	VP	NO	NO	VS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANK TOP	SH	CA	SH	SH	SH	SH	SH	BL	BL	BL
LEFT BANK TOP (Structure within 1m) BANK/C/NV	U	U	S	S	S	S	S	S	S	U
LEFT BANK FACE (Structure) BANK/C/NV	U	U	U	S	S	U	U	S	S	S
RIGHT BANK FACE (Structure) BANK/C/NV	U	U	S	S	S	S	S	S	S	S
RIGHT BANK TOP (Structure within 1m) BANK/C/NV	U	U	S	S	S	S	S	S	U	U
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANK TOP	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	BP	BP

None (✓) or Not Visible (NV)										
Liverworts/mosses/lichens				✓						
Emergent broad leaved herbs										
Emergent reedy/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine-leaved										
Filamentous algae										

Use end column for overall assessment over 500m including types not occurring in spot checks (use ✓, F or NV)

SITE REF. Ita Penedo

RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)		✓	Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)	✓	
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES

Natural/unmodified	L	R	Artificial/modified	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA

Largura margem esquerda ____ (m)

margem direita ____ (m)

PRESENCE OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

TREES (tick one box per bank)	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	✓	✓
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	✓	☐
*Overhanging boughs	✓	☐	☐
*Exposed bankside roots	☐	✓	☐
*Underwater tree roots	☐	✓	☐
Fallen trees	✓	☐	☐
Large woody debris	☐	☐	☐

PRESENCE OF CHANNEL AND BANK FEATURES (tick one box for each feature) Record every 1 km

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	✓	☐	☐
Chute flow	✓	☐	☐
Broken standing waves	✓	☐	☐
Unbroken standing waves	✓	☐	☐
Rippled flow	☐	✓	☐
*Upwelling	✓	☐	☐
Smooth flow	☐	☐	✓
No perceptible flow	☐	☐	✓
dry	✓	☐	☐
Marginal deadwater	☐	☐	☐
Eroding cliff(s)	✓	☐	☐
Stable cliff(s)	☐	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	✓	☐
Exposed boulders	☐	✓	☐
Vegetated bedrock/boulders	✓	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	☐	✓	☐
Mature island(s)	✓	☐	☐
Unvegetated side bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated side bar(s)	☐	✓	☐
Unvegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated point bar(s)	✓	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	✓	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	✓	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	✓	☐	

SITE REF. RO 16 | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	30 cm	Bankfull width (m)	15 m	Banktop height (m)	20 cm
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	2 cm	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	10 cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☒ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state)

None	☒	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

N CHOKED CHANNEL (tick one box)

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☐ Yes ☐

O NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES Use ✓ or E (>33% length) record even if <1%

	bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☒					
*Giant hogweed	☐	☐	*Himalayan balsam	☐	☐
*Japanese knotweed	☐	☐	*Other (state).....	☐	☐

P OVERALL CHARACTERISTICS (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies tons

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

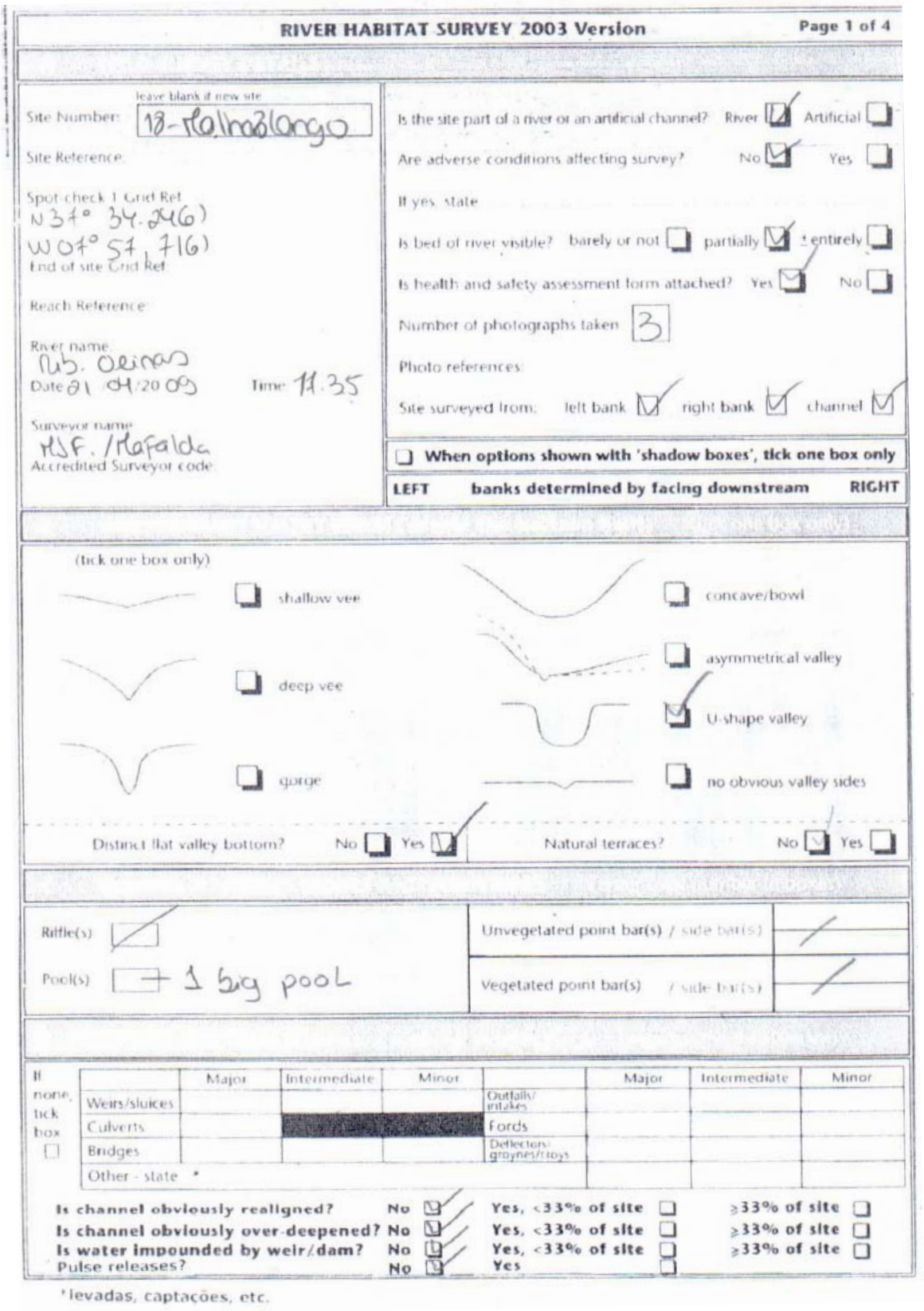
Q ALDERS (tick one box in each of the two categories) record even if <1%

*Alders? None	☒	Present	☐	Extensive	☐	*Diseased Alders? None ☐	Present ☐	Extensive ☐

R FIELD SURVEY QUALITY CONTROL (✓ boxes to confirm checks)

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at the upstream or downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐

Local 18. Malhão Largo



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: 18-Malhaolargo (leave blank if new site)
Site Reference:
Spot-check 1 Grid Ref: N37° 34.246) W07° 57.716)
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Rib. Oeiras
Date 21/04/2009 Time: 11.35
Surveyor name: MSF./Rafalda
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐
Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐
If yes, state:
Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☑ ± entirely ☐
Is health and safety assessment form attached? Yes ☑ No ☐
Number of photographs taken: 3
Photo references:
Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only
LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee
☐ deep vee
☐ gorge
☐ concave/bowl
☐ asymmetrical valley
☑ U-shape valley
☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☐ Yes ☑
Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s): ☑
Pool(s): ☐ + 1 big pool
Unvegetated point bar(s) / side bar(s): /
Vegetated point bar(s) / side bar(s): /

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges				Deflectors/ groynes/rio̲s			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF: Ribeirão Longo | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at downstream end ☐ of site (tick one box) ↑ downstream

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	5	6	7	8	9 GPS	10	3	2	1 GPS
LEFT										
Material NV, BL, BO, CO, GA, LA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Channel substrate NV, BR, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR — Dominant / Sub-dominant	NV / Si	NV / Si ?	BE / —	NV / ?	NV / —	BE / —	BE / —	NV / —	Si / CO	Si / —
Flow type NV, FF, CH, BW, UW, CB, RP, UP, SM, NP, DR — Dominant / Sub-dominant	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VB, MB, VB, MI, TR	NO	NO	NO	NO	NO	EB	EB	NO	NO	NO
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RIGHT										
Material NV, BL, BO, CO, GA, FA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	FA	BE	FA	FA	BE	BE	BE	FA	FA	FA
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	SH	SH	SH	SH	RP	RP	RP	SH	SH	SH
LEFT BANKTOP (structure within 1m) BR/RS/CW	S	S	V	V	V	V	V	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure) BR/RS/CW	S	S	S	V	V	V	V	S	S	S
RIGHT BANK FACE (structure) BR/RS/CW	S	V	B	S	S	V	S	S	V	V
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) BR/RS/CW	S	S	S	S	S	S	S	S	V	B
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	SU	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SU	SU

Estrada

None (✓) or Not Visible (NV)										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs										
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae										

Use grid column for overall assessment over 500m, including type not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF. Kalhúolang

RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP

LAND USE

	L	R		L	R
(MN)/ Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)	✓	
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		✓
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES (tick one box per bank)

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut	✓		Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)	✓	✓	Reinforced - top only		
Gentle			Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPICOLA

Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

TREES (tick one box per bank)	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	✓	✓
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	✓	☐
*Overhanging boughs	✓	☐	☐
*Exposed bankside roots	✓	☐	☐
*Underwater tree roots	✓	☐	☐
Fallen trees	✓	☐	☐
Large woody debris	✓	☐	☐

EXTENT OF CHANNEL AND BANK FEATURES (tick one box for each feature) (record even if <5%)

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	✓	☐	☐
Chute flow	✓	☐	☐
Broken standing waves	✓	☐	☐
Unbroken standing waves	✓	☐	☐
Rippled flow	✓	☐	☐
*Upwelling	✓	☐	☐
Smooth flow	☐	✓	☐
No perceptible flow	☐	☐	✓
dry	✓	☐	☐
Marginal deadwater	✓	☐	☐
Eroding cliff(s)	✓	☐	☐
Stable cliff(s)	✓	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	✓	☐
Exposed boulders	☐	✓	☐
Vegetated bedrock/boulders	✓	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Mature island(s)	✓	☐	☐
Unvegetated side bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated side bar(s)	✓	☐	☐
Unvegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Vegetated point bar(s)	✓	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	✓	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	✓	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	✓	☐	

SITE REF. Palma Carga

RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	2m	Bankfull width (m)	+15m	Banktop height (m)	3m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y	Water width (m)	15	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y
Embanked height (m)		Water depth (m)	1	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state) | % wetted channel ☒ 100

FEATURES

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

CHANNEL CHANGE

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐ Sometimes

BANK NUISANCE PLANT SPECIES (Record up to 5 in each column)

	bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☑	*Ailanthus altissima* ☐	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.* ☐	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐

INFLUENCES (Record up to 5 in each column)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

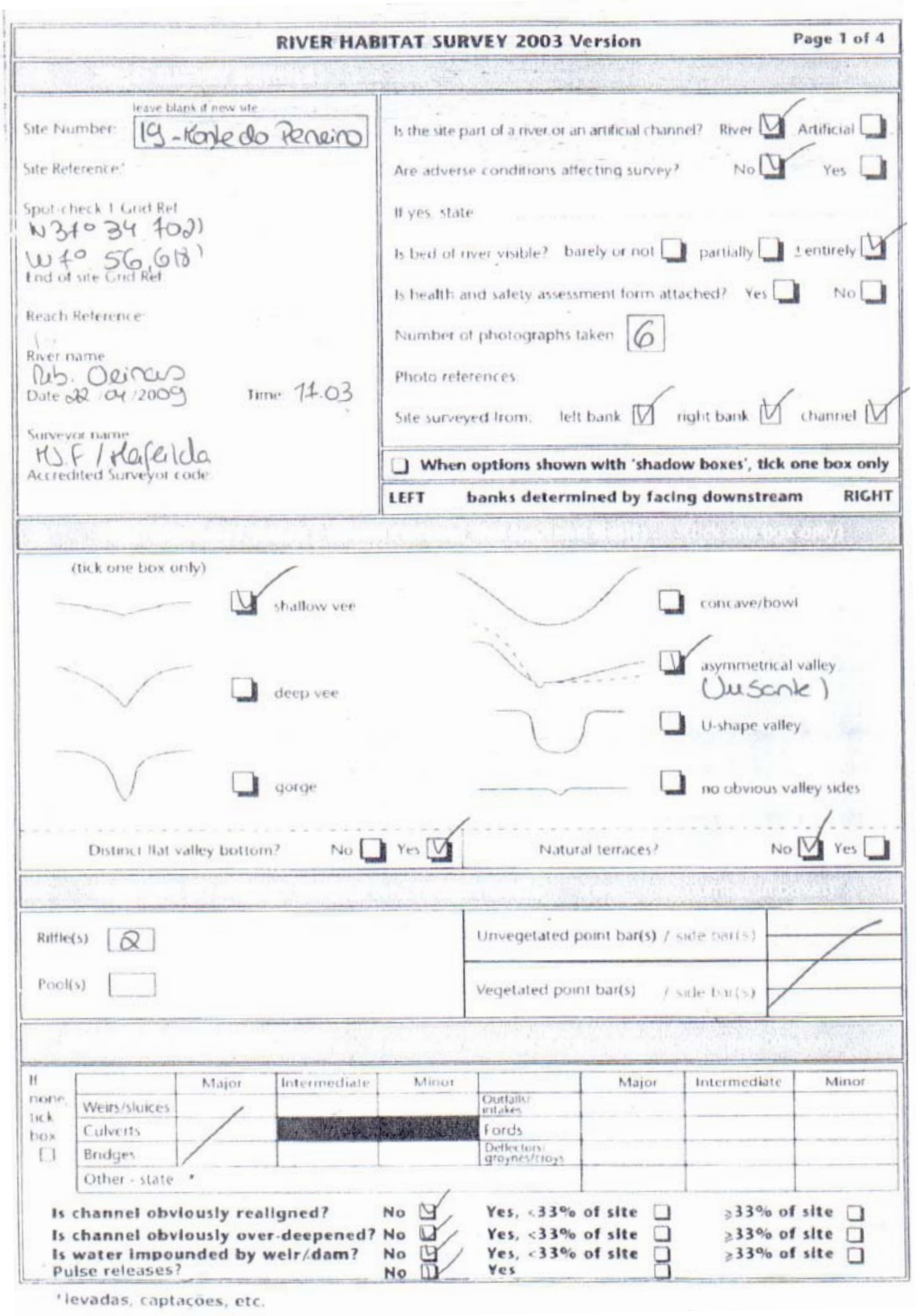
ALDERS

*Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

SURVEY QUALITY CONTROL

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐
Troço marcado na carta militar?	☐

Local 19. Monte do Pereiro



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: 19 - Monte do Pereiro (leave blank if new site)
Site Reference:
Spot-check 1 Grid Ref: N 37° 34 702 / W 7° 56 618
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Rib. Oeiras
Date: 22/04/2009 Time: 11.03
Surveyor name: H.J.F / Rafaela
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐
Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐
If yes, state:
Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☐ ± entirely ☑
Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐
Number of photographs taken: 6
Photo references:
Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only
LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

- ☑ shallow vee
- ☐ deep vee
- ☐ gorge
- ☐ concave/bowl
- ☑ asymmetrical valley (Um sanke)
- ☐ U-shape valley
- ☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☐ Yes ☑
Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s): 2
Pool(s):
Unvegetated point bar(s) / side bar(s):
Vegetated point bar(s) / side bar(s):

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges	✓			Deflectors/ groynes/trbys			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Pulse releases? No ☐ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF: Ale do Pereiro | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot check 1 is at: X upstream end ☐ downstream end of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL EC SP WP GA BR RR TD FA BE	BE	FA	FA	FA	FA	BE	FA	FA	FA	BE	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, SM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	VP	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate Dominant / Subdominant — NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR	BO GP	BE —	BE —	BE —	BE —	BO CO	BO SA	CO SI	BE BO	BO CO	
Flow type Dominant / Subdominant — NV, PF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR	RP —	SM NP	SM NP	NP —	RP —	NP —	NP —	NP DR	NP DR	DR NP	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	VB	EB	EB	EB	EB	NO	NO	NO	NO	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL EC SP WP GA BR RR TD FA BE	BE	BE	BO	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, SM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

↑ Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL	BL
LEFT BANKTOP (structure within 1m) NO/S/C/NV	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LEFT BANK FACE (structure) NO/S/C/NV	U	U	U	U	S	S	S	S	U	U
RIGHT BANK FACE (structure) NO/S/C/NV	U	U	U	U	S	S	S	S	U	U
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) NO/S/C/NV	U	U	U	S	U	U	S	S	S	U
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	RP	SH	SH	SH	SH	SH	BL	SH	SH	RP

None (✓ for Not Visible (NV))										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs	✓	✓	✓	✓		✓	✓			
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae										

Use end column for overall assessment over 500m: any listing types not occurring in spot-checks (use ✓ if NV)

SITE REF. Mt Pleasant

RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP

	L	R		L	R
MN)/ Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES (tick one box per bank)

Natural/unmodified	L	R	Artificial/modified	L	R
Vertical/undercut	✓		Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

POINT OF [illegible] AND [illegible] (tick one box per bank)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☑	☑
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	☐	☐
*Overhanging boughs	☐	☐	☐
*Exposed bankside roots	☐	☐	☐
*Underwater tree roots	☐	☐	☐
Fallen trees	☐	☐	☐
Large woody debris	☐	☐	☐

[illegible] CHANNEL AND BANK [illegible] (tick one box for each feature) [illegible] record even if <5%

	None	Present	E (≥33%)		None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☑	☐	☐	Exposed bedrock	☐	☑	☐
Chute flow	☑	☐	☐	Exposed boulders	☐	☑	☐
Broken standing waves	☑	☐	☐	Vegetated bedrock/boulders	☑	☐	☐
Unbroken standing waves	☑	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
Rippled flow	☐	☑	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☑	☐
*Upwelling	☑	☐	☐	Mature island(s)	☑	☐	☐
Smooth flow	☐	☑	☐	Unvegetated side bar(s)	☑	☐	☐
No perceptible flow	☐	☑	☐	Vegetated side bar(s)	☑	☐	☐
dry	☑	☐	☐	Unvegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Marginal deadwater	☐	☑	☐	Vegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Eroding cliff(s)	☑	☐	☐	*Unvegetated silt deposit(s)	☑	☐	☐
Stable cliff(s)	☑	☐	☐	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☑	☐	
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☑	☐	

SITE REF. MK Peneiro

RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	50cm	Bankfull width (m)	~20 m	Banktop height (m)	50 cm
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)		Water width (m)	~2 m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	
Embanked height (m)		Water depth (m)	~50 cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state) % wetted channel ☐

None	☐	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☐ Yes ☐

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None	☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Fraxinus pennsylvanica*	☐	☐	☐
Acácia	☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: fontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - lebelinhas - toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐ *Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? ☐

Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2? ☐

Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2? ☐

Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? ☐

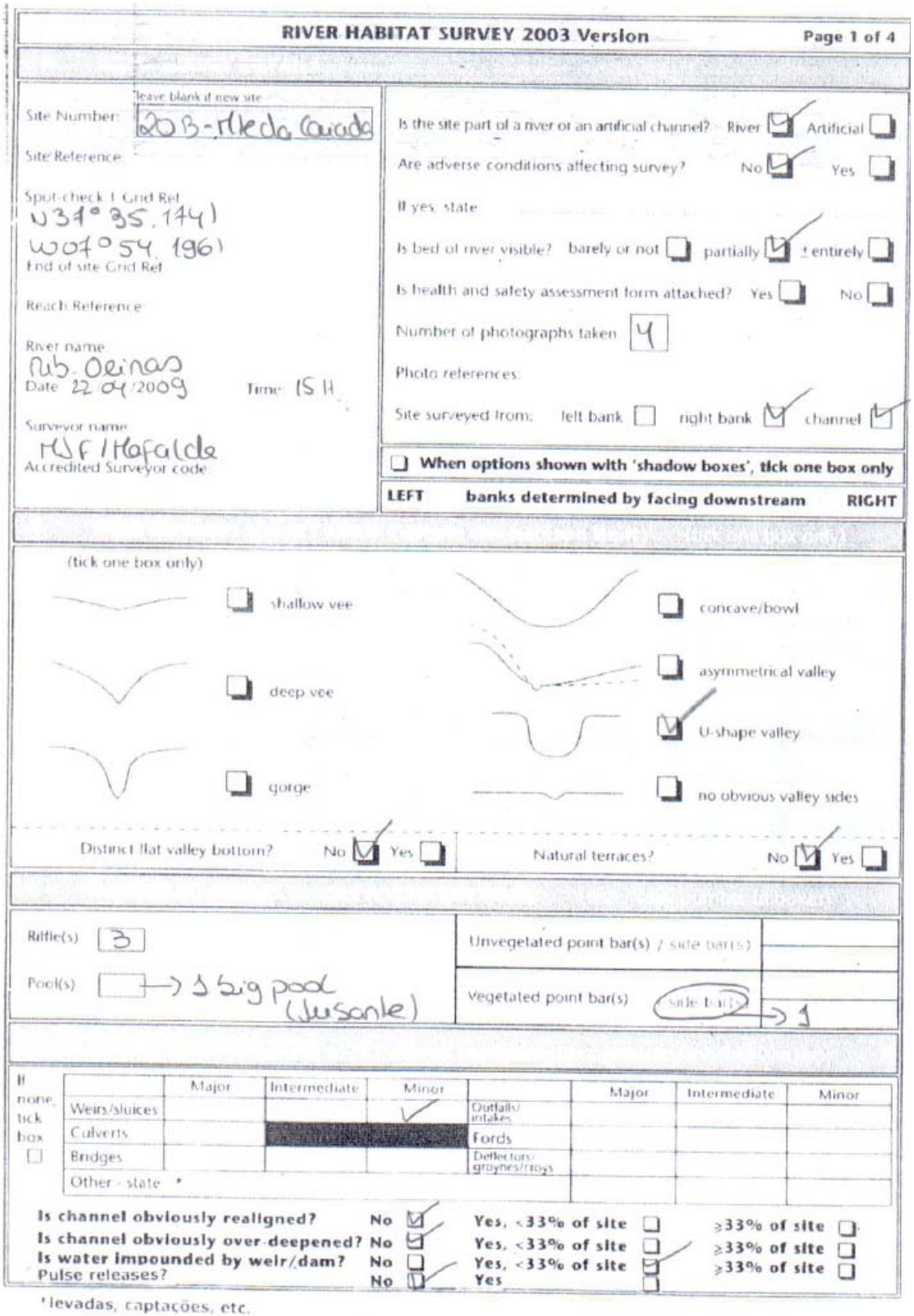
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? ☐

Have you stated whether spot-check 1 is at downstream end of the site (top of page 2)? ☐

Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? ☐

Troço marcado na carta militar? ☐

Local 20B. Monte da Caiada



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) 20B - Monte da Caiada

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: U37°35.174 W007°54.196

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: Rib. Oeiras

Date: 22/04/2009 Time: 15 H

Surveyor name: MJF / Hafalda

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐

Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐

If yes, state:

Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☑ entirely ☐

Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐

Number of photographs taken: 4

Photo references:

Site surveyed from: left bank ☐ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee

☐ deep vee

☐ gorge

☐ concave/bowl

☐ asymmetrical valley

☑ U-shape valley

☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☑ Yes ☐

Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s): 3

Pool(s): → 1 big pool (Jusante)

Unvegetated point bar(s) / side bar(s):

Vegetated point bar(s): side bar(s) → 1

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices			✓	Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges				Deflectors/ groynes/ rtoys			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is water impounded by weir/dam? No ☐ Yes, <33% of site ☑ ≥33% of site ☐

Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF Mk Ouda | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at ☒ mid reach ☐ downstream end ☐ of site (tick one box)

↕ 20 m ↕ ← access → 5 yds

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT	1	2	10	3	4	5	6	7	8	9	
Material NV, BL, BO, CO, CS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, BS, TD, FA, AR	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), RM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	VS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate (Dominant / Subdominant) NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR	NV / SA?	NV / SA?	CO / SA	CO / SA	CO / CO	CO / CO	BE / CO	BE / BO	BE / BO	CO / SI	
Flow type (Dominant / Subdominant) NV, FF, CH, BW, UW, CE, RP, UP, SM, NP, DB	NP / —	NP / —	RP / —	NP / —	SM / —	RP / NP	RP / —	SM / SM	SM / —	RP / SM	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, BO, VB, MB, VB, MI, TR	NO	NO	NO	NO	NI	NO	EB	NO	EB	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV, BL, BO, CO, CS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, BS, TD, FA, AR	EA	EA	EA	EA	SA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), RM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	SH	SH	SH	BL	RP	BL	SH	SH	SH	SH
LEFT BANKTOP (structure within 1m) BO/S/C/NV	C	C	S	C	V	S	S	C	S	V
LEFT BANK FACE (structure) BO/S/C/NV	C	S	S	B	S	S	S	S	S	V
RIGHT BANK FACE (structure) BO/S/C/NV	C	C	S	S	V	S	S	S	S	S
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) BO/S/C/NV	C	C	S	C	S	S	S	C	S	C
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	BL	BL	SH	BL	RP	BL	SH	SH	SH	SH

None (✓ For Not Visible (NV))										
Ivy/woody/grasses/lichens							✓	✓		
Emergent broad leaved herbs										
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Floating leaved (rooted)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae								✓	✓	

Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓ if NV) →

SITE REF. Mte Covada | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)	✓	✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		✓
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)		✓	Not visible (NV)		

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ___ (m) ±3m
margem direita ___ (m) p/ margem

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☐	☐
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	☐	☐
*Overhanging boughs	☐	☐	☐
*Exposed bankside roots	☐	☐	☐
*Underwater tree roots	☐	☐	☐
Fallen trees	☐	☐	☐
Large woody debris	☐	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☐	☐	☐
Chute flow	☐	☐	☐
Broken standing waves	☐	☐	☐
Unbroken standing waves	☐	☐	☐
Rippled flow	☐	☐	☐
*Upwelling	☐	☐	☐
Smooth flow	☐	☐	☐
No perceptible flow	☐	☐	☐
dry	☐	☐	☐
Marginal deadwater	☐	☐	☐
Eroding cliff(s)	☐	☐	☐
Stable cliff(s)	☐	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	☐	☐
Exposed boulders	☐	☐	☐
Vegetated bedrock/boulders	☐	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	☐	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☐	☐
Mature island(s)	☐	☐	☐
Unvegetated side bar(s)	☐	☐	☐
Vegetated side bar(s)	☐	☐	☐
Unvegetated point bar(s)	☐	☐	☐
Vegetated point bar(s)	☐	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	☐	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☐	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☐	☐	

SITE REF. Ribeira da Caveira

RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	n/m	Bankfull width (m)	20 m	Banktop height (m)	n/m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y	Water width (m)	6 m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	y
Embanked height (m)		Water depth (m)	0,5 (x)	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☑ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (State) % wetted channel ☐ Rápido / mistura 60% / fusos

None	☐	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☑	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☑	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☐ Present ☑ Extensive ☐ *Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? ☐

Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2? ☐

Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2? ☐

Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? ☐

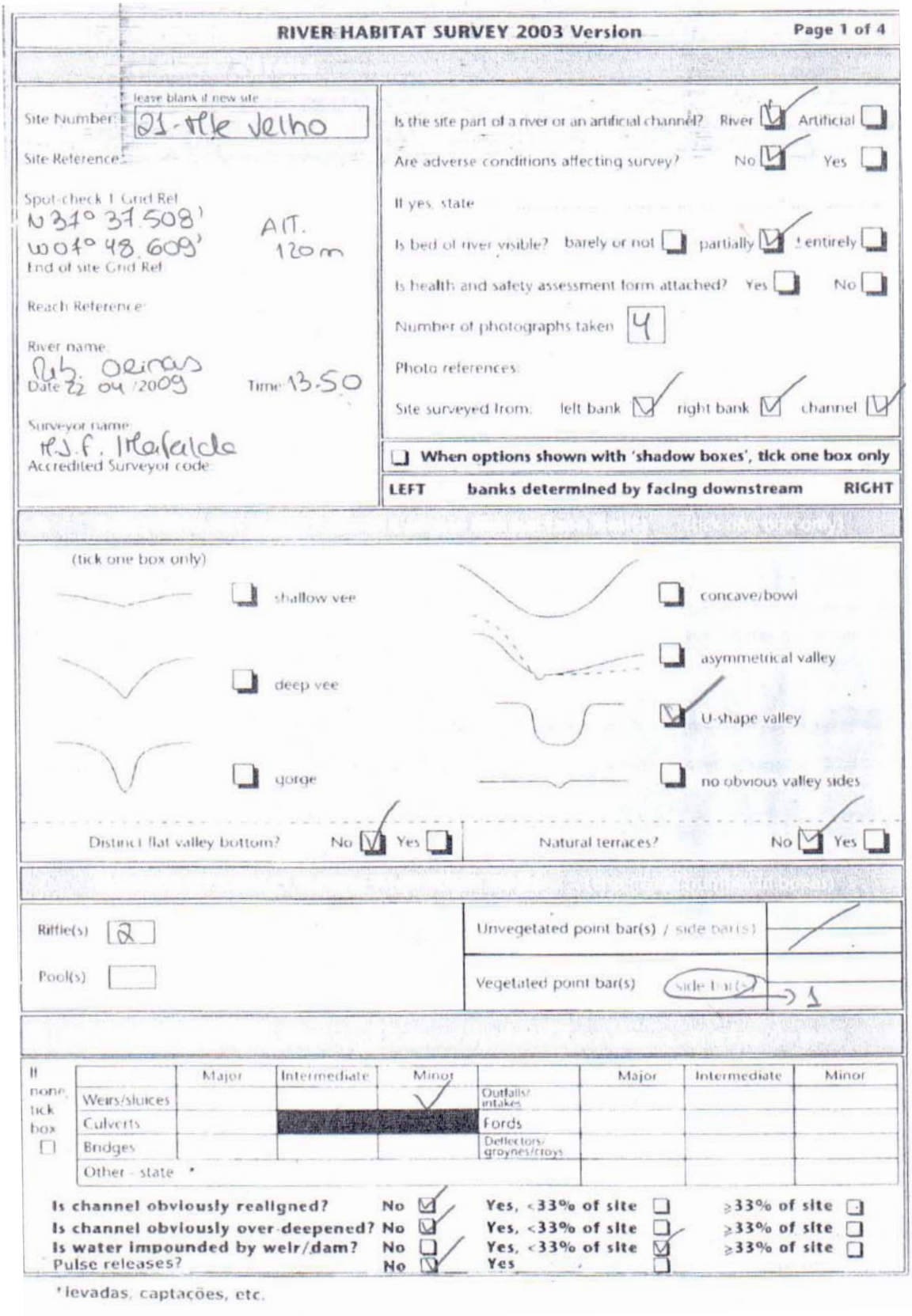
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? ☐

Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)? ☐

Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? ☐

Troço marcado na carta militar? ☐

Local 21. Monte Velho



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

leave blank if new site

Site Number: 21-Mte Velho

Site Reference:

Spot-check 1 Grid Ref: N 37° 37.508' W 01° 48.609' — AIT. 120 m

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: Rib. Oeiras

Date: 22 04 2009 Time: 13.50

Surveyor name: M.J.F. Mafalda

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐

Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐

If yes, state

Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☑ entirely ☐

Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐

Number of photographs taken: 4

Photo references:

Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee

☐ deep vee

☐ gorge

☐ concave/bowl

☐ asymmetrical valley

☑ U-shape valley

☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☑ Yes ☐

Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s): 2

Pool(s):

Unvegetated point bar(s) / side bar(s):

Vegetated point bar(s) / side bar(s): 1

If none tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices			☑	Outfalls/ intakes			
Culverts		■	■	Fords			
Bridges				Deflectors/ groynes/croys			
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is water impounded by weir/dam? No ☐ Yes, <33% of site ☑ ≥33% of site ☐

Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF Ale velho | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot-check 1 is at — ☒ mid reach ☐ downstream end ☐ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
left					↓						
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	EA	DF	BE	GS	EA	CA	CA	BE	BE	BE	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SR, VS, MB	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
								INV			
Channel substrate Dominant / Subdominant — NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR	SA / CO	CO / BO	CO / SA	CO / SA	CO / SA	SA / CO	SA / CO	BE / SA	BE / SA	BO / SA	
Flow type Dominant / Subdominant — NV, FA, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR	NP / —	NO / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	NP / —	SM / —	SM / —	SM / —	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	MB	NO	NO	NO	EB	NO	NO	NO	NO	EB	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
right											
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AI	EA	FA	EA	BE	EA	EA	EA	EA	EA	DF	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SR, VS, MB	NO	NO	VS	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANK TOP	BJ	BJ	SH	SU	SH	SH	SH	SH	SH	SH
LEFT BANK TOP (structure within 1m) NO/S/C/NV	S	S	S	U	S	U	S	S	S	U
LEFT BANK FACE (structure) NO/S/C/NV	S	S	S	U	S	U	S	U	U	S
RIGHT BANK FACE (structure) NO/S/C/NV	C	U	U	U	S	U	U	S	S	S
RIGHT BANK TOP (structure within 1m) NO/S/C/NV	U	B	U	S	S	U	U	U	U	U
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANK TOP	RP	HP	SH	BP	BP	SH	SH	SH	SH	SH

None (✓) or Not Visible (NV)										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs										
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓	✓	✓		✓			✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae										

Use ✓ (present) or F (frequent) for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, F or NV)

SITE REF Hb Velho | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** | Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	5m	Bankfull width (m)	±25m	Banktop height (m)	3m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	±15m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	±50cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) % wetted channel ☐ ww wwher 60 %

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☑	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

	bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	*Tradescantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☑ *Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

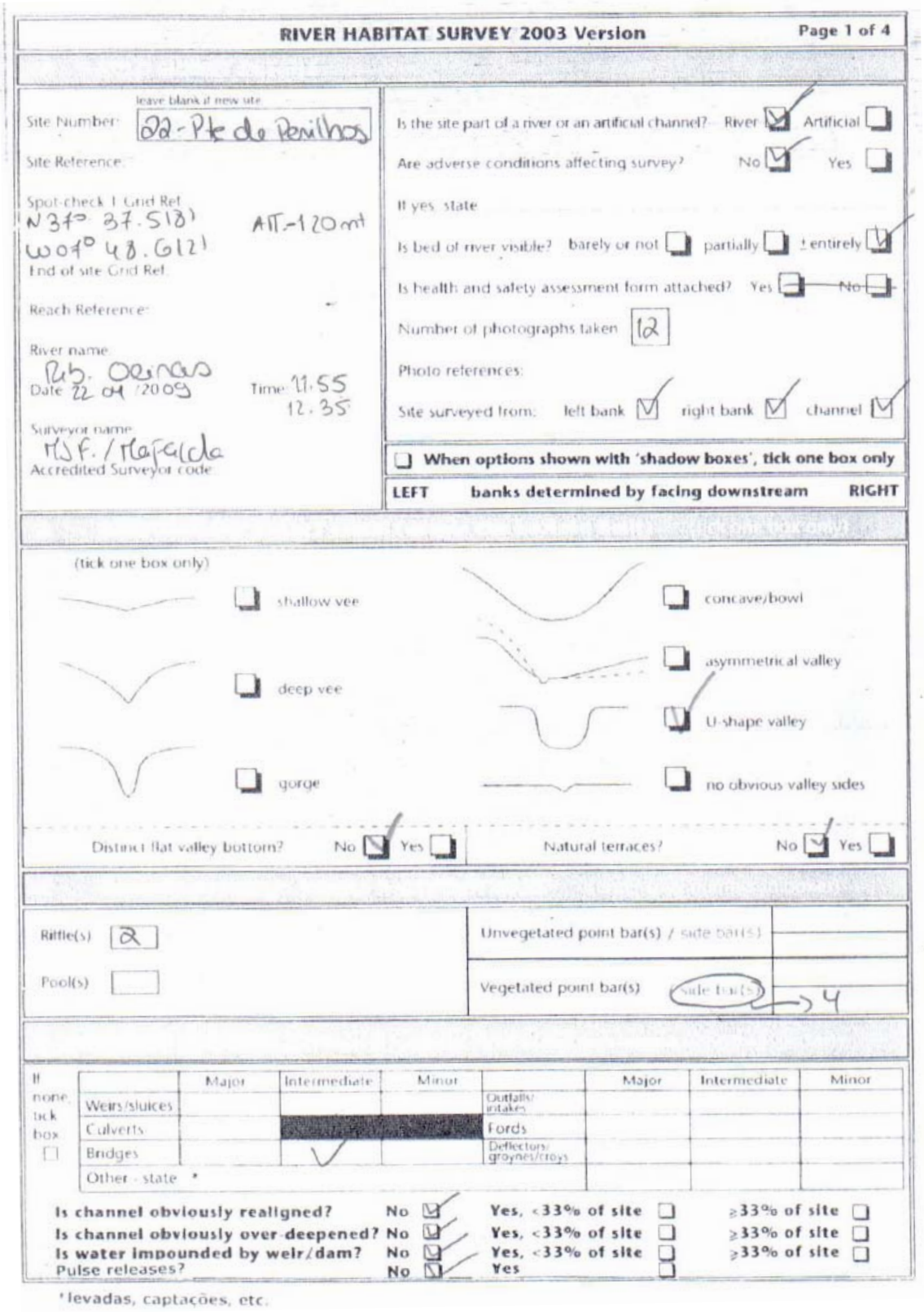
Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐
Troço marcado na carta militar?	☐

Local 22. Ponte de Penilhos



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: 22-Pte de Penilhos (leave blank if new site)
Site Reference:
Spot-check 1 Grid Ref: N37° 37.518' W01° 48.612' ALT-120m
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Rib. Oeiras
Date 22 04 /2009 Time 11.55 12.35
Surveyor name: M.J.F. / Mafalda
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐
Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐
If yes state:
Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☐ ± entirely ☑
Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐
Number of photographs taken: 12
Photo references:
Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only
LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

- ☐ shallow vee
- ☐ deep vee
- ☐ gorge
- ☐ concave/bowl
- ☐ asymmetrical valley
- ☑ U-shape valley
- ☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☑ Yes ☐
Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s)	2	Unvegetated point bar(s) / side bar(s)	
Pool(s)		Vegetated point bar(s) / side bar(s)	4

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges		✓		Deflectors/ groynes/cross			
Other - state *							

Is channel obviously realigned?	No ☑	Yes, <33% of site ☐	≥33% of site ☐
Is channel obviously over-deepened?	No ☑	Yes, <33% of site ☐	≥33% of site ☐
Is water impounded by weir/dam?	No ☑	Yes, <33% of site ☐	≥33% of site ☐
Pulse releases?	No ☑	Yes ☐	

*levadas, captações, etc.

SITE REF 28 - Pte Penilhoy **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** Page 2 of 4

Spot check 1 is at DITCH downstream end ☐ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT					POINTER						
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AR	FA	FA	BE	FA	BR	GS	BE	FA	FA	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	RI	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	NO	VS	SB	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate Dominant	BE	CO	CO	CO	BO	CO	BE	SA	SA	SA	
NV, BE, BO, CO, GP, SA, U, CL, PE, FA, AR — Subdominant	CO	BO	GP	BO	CO	CO	SA	CO	BE	BR	
Flow type Dominant	DR	DR	NP	NP	RP	RP	NP	NP	NP	NP	
NV, FF, CH, BW, UW, CB, RP, UP, SM, NP, DR — Subdominant	NP	NP	—	—	—	NP	NP	—	—	—	
Channel modification(s) NR, NO, CV, RS, RI, DA, ED	NO	NO	NO	NO	RI	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	NO	EB	NO	NO	RO	NO	VB	NO	EB	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV, BL, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, AR	FA	FA	FA	FA	BR	FA	BE	BE	BE	FA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	RI	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB	NO	NO	NO	VS	VS	NO	NO	NO	NO	VS	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >1% of whole site: — gravel

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND-USE WITHIN 5m OF LEFT BANK TOP	SH	SH	SH	SH	SU	RP	SU	SH	RP	SH
LEFT BANK TOP (structure within 1m) NAT/SEMI/ANY	U	U	U	S	B	U	U	U	U	S
LEFT BANK FACE (structure) NAT/SEMI/ANY	U	U	U	U	U	U	U	U	U	S
RIGHT BANK FACE (structure) NAT/SEMI/ANY	S	S	U	U	U	U	U	S	S	S
RIGHT BANK TOP (structure within 1m) NAT/SEMI/ANY	S	S	S	S	B	S	S	S	S	S
LAND-USE WITHIN 5m OF RIGHT BANK TOP	SH	SH	SH	SH	SU	RP	SH	SH	OR	OR

None (✓) or Not Visible (NV)										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs	✓									
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Floating leaved (rooted)			✓	✓	✓					
Free-floating										
Amphibious										
Submergent broad leaved										
Submergent linear leaved										
Submergent fine leaved			✓	✓		✓	✓			
Filamentous algae										

Tick each column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, E or NV)

SITE REF. Pte Peruilha | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

	L	R		L	R
(MN)/ Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)			Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)	✓	✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)		✓	Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)		✓	Suburban/urban development (SU)	✓	✓
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)		✓	Not visible (NV)		

BANK PROFILES (tick one box per bank)

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut	✓	✓	Resectioned (reprofiled)	✓	✓
Vertical with toe	✓		Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle			Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

TREES	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☑	☑
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☑
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	☑	☐
*Overhanging boughs	☑	☐	☐
*Exposed bankside roots	☑	☐	☐
*Underwater tree roots	☑	☐	☐
Fallen trees	☑	☐	☐
Large woody debris	☐	☐	☐

EXTENT OF INSTREAM AND BANK FEATURES (tick one box per feature) *record even if <1%

	None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☑	☐	☐
Chute flow	☑	☐	☐
Broken standing waves	☑	☐	☐
Unbroken standing waves	☑	☐	☐
Rippled flow	☐	☑	☐
*Upwelling	☑	☐	☐
Smooth flow	☐	☑	☐
No perceptible flow	☐	☐	☑
dry	☐	☑	☐
Marginal deadwater	☑	☐	☐
Eroding cliff(s)	☑	☐	☐
Stable cliff(s)	☑	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)
Exposed bedrock	☐	☑	☐
Exposed boulders	☐	☑	☐
Vegetated bedrock/boulders	☑	☐	☐
Unvegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☑	☐
Mature island(s)	☑	☐	☐
Unvegetated side bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated side bar(s)	☐	☑	☐
Unvegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Vegetated point bar(s)	☑	☐	☐
*Unvegetated silt deposit(s)	☑	☐	☐
*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☑	☐	
*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☑	☐	

SITE REF: Pte Ponilhas | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** | Page 4 of 4

medido a jusante da Ponte

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	~10 m	Bankfull width (m)	~20m	Banktop height (m)	10 m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	~20m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	~1,5m	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☑ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) % wetted channel ☑ 60% (a jusante 100%)

None	☐	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☑	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Fraxinus angustifolia*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus* sp.	☐	☑	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

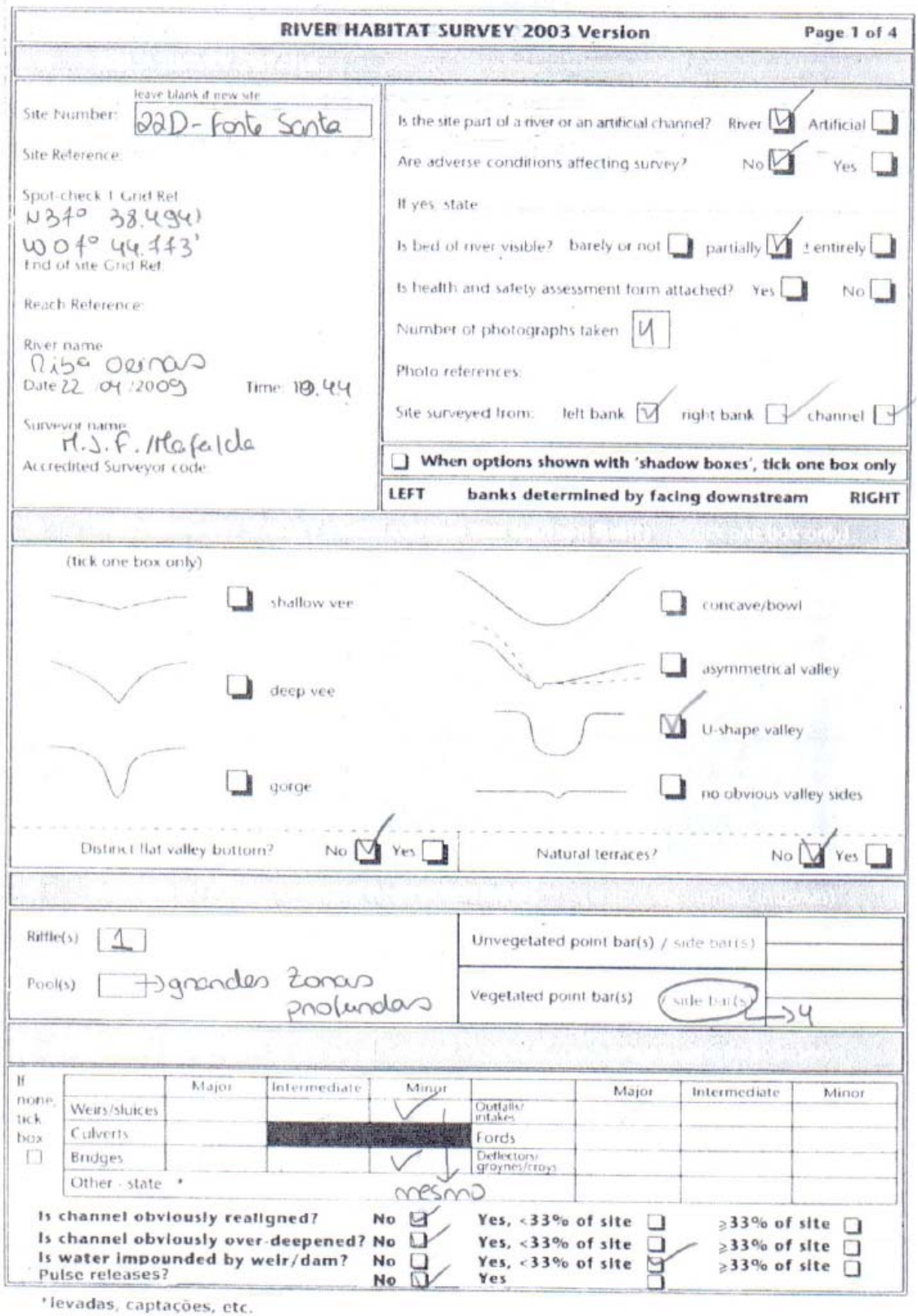
Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas - toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel?	☐
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2?	☐
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2?	☐
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1?	☐
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)?	☐
Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)?	☐
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key?	☐
Troço marcado na carta militar?	☐

Local 22D. Fonte Santa



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) 22D - Fonte Santa
Site Reference:
Spot-check 1 Grid Ref: N37° 38.494' W04° 44.773'
End of site Grid Ref:
Reach Reference:
River name: Ribeira Oeiras
Date: 22/04/2009 Time: 10.44
Surveyor name: M.J.F. Mafalda
Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐
Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐
If yes state:
Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☑ ± entirely ☐
Is health and safety assessment form attached? Yes ☐ No ☐
Number of photographs taken: 4
Photo references:
Site surveyed from: left bank ☑ right bank ☐ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only
LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee
☐ deep vee
☐ gorge
☐ concave/bowl
☐ asymmetrical valley
☑ U-shape valley
☐ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☑ Yes ☐
Natural terraces? No ☑ Yes ☐

Riffle(s): 1
Pool(s): → grandes zonas profundas
Unvegetated point bar(s) / side bar(s):
Vegetated point bar(s) / side bar(s): → 4

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices			✓	Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges			✓	Deflectors/ groynes/croys			
Other - state *			mesmo				

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is channel obviously over-deepened? No ☐ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐
Is water impounded by weir/dam? No ☐ Yes, <33% of site ☑ ≥33% of site ☐
Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF 200-Fk Sarria | **RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS** | Page 2 of 4

Spot checked is at ☒ 3° spot checks downstream end ☐ of site (tick one box)

a montante

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT	20	30	40	50	60	(10)	70	80	90	NO	
Material NV BL BO CO GS SA PE CL CC SP WP GA BR RR TD FA BI	EA	EA	BE	CC	BR	EA	CO	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR NO RS RI PC(B) BM EM	NO	Ri	NO	Ri	Ri	NO	RT	Ri	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV NO EC SC PB VP SB VS NB	NO	NO	NO	VS	VS	NO	VS	VS	NO	NO	
Channel substrate Dominant / Subdominant NV BR BO CO GP SA SI CL PE FA AR	SA / BO	SA / GP	SA / CO	SA / CO	SA / CO	SA / BE	SA / CO	CO / BO	BE / SA	SA / BO	
Flow type Dominant / Subdominant NV FS CH BW UW CB RP UP SM NP DB	NP / —	NP / —	SH / NP	NP /	NP / —	NP / —	NP / —	RP / NP	NP / —	NP / —	
Channel modification(s) NR NO CV RS RI DA FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV NO EB RO VR MB VB MI TR	NO	RO	NO	RO	RO	NO	NO	NO	RO	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	→	←	—	—	
RIGHT											
Material NV BL BO CO GS SA PE CL CC SP WP GA BR RR TD FA BI	EA	EA	CO	CO	EA	BE	BE	FA	BE	BE	
Bank modification(s) NR NO RS RI PC(B) BM EM	NO	NO	NO	Ri	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV NO EC SC PB VP SB VS NB	NO	NO	NO	NO	VS	NO	NO	VS	NO	NO	

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant or spot-checks but present in >1% of whole site

casa — estrada

Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV MN EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANK TOP	RP	SH	SH	SH	SH	RP	FM	SH	SH	SH
LEFT BANK TOP (Structure within 1m)	S	S	S	B	B	V	V	V	S	S
LEFT BANK FACE (structure)	S	S	S	B	B	S	V	V	V	S
RIGHT BANK FACE (structure)	V	V	V	V	B	B	S	C	S	S
RIGHT BANK TOP (structure within 1m)	S	V	V	S	V	V	S	S	S	S
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANK TOP	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	SH	BL	BL

estrada tapada

None (✓ for Not Visible (NV))										
Liverworts/mosses/lichens										
Emergent broad leaved herbs	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails										
Floating leaved (rooted)								✓		
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged fine leaved										
Submerged fine leaved										
Filamentous algae			✓					✓	✓	

Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot checks (use ✓ E or NV)

SITE REF.	**RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP**	Page 3 of 4

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)	✓	
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓	✓	Rock, scree or sand dunes (RD)	✓	✓
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)	✓	✓	Not visible (NV)		

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut			Resectioned (reprofiled)	✓	
Vertical with toe			Reinforced - whole	✓	
Steep (>45°)		✓	Reinforced - top only		
Gentle	✓		Reinforced - toe only		
Composite		✓	Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ____ (m)
margem direita ____ (m)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	✓	✓
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☐	✓	☐
*Overhanging boughs	✓	☐	☐
*Exposed bankside roots	☐	✓	☐
*Underwater tree roots	☐	☐	☐
Fallen trees	☐	✓	☐
Large woody debris	✓	☐	☐

	None	Present	E (≥33%)		None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	✓	☐	☐	Exposed bedrock	☐	✓	☐
Chute flow	✓	☐	☐	Exposed boulders	☐	✓	☐
Broken standing waves	☐	✓	☐	Vegetated bedrock/boulders	✓	☐	☐
Unbroken standing waves	✓	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
Rippled flow	☐	✓	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	✓	☐	☐
*Upwelling	✓	☐	☐	Mature island(s)	✓	☐	☐
Smooth flow	☐	✓	☐	Unvegetated side bar(s)	✓	☐	☐
No perceptible flow	☐	☐	✓	Vegetated side bar(s)	☐	✓	☐
dry	☐	☐	☐	Unvegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Marginal deadwater	✓	☐	☐	Vegetated point bar(s)	✓	☐	☐
Eroding cliff(s)	✓	☐	☐	*Unvegetated silt deposit(s)	✓	☐	☐
Stable cliff(s)	☐	☐	☐	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	✓	☐	
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	✓	☐	

SITE REF.	**RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES**	Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	8m	Bankfull width (m)	22 m	Banktop height (m)	15 m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	20 m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)		Water depth (m)	1 m	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☐ (state) | % wetted channel ☐ ± 95%

None	☑	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☐	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☑ Yes ☐

	bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None ☐	*Ailanthus altissima*	☐	☐	*Fredeschantia fluminensis*	☐	☐
Acácia ☐	*Eucalyptus sp.*	☐	☑	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas - toupeira de água coelhos

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? ☐

Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2? ☐

Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2? ☐

Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? ☐

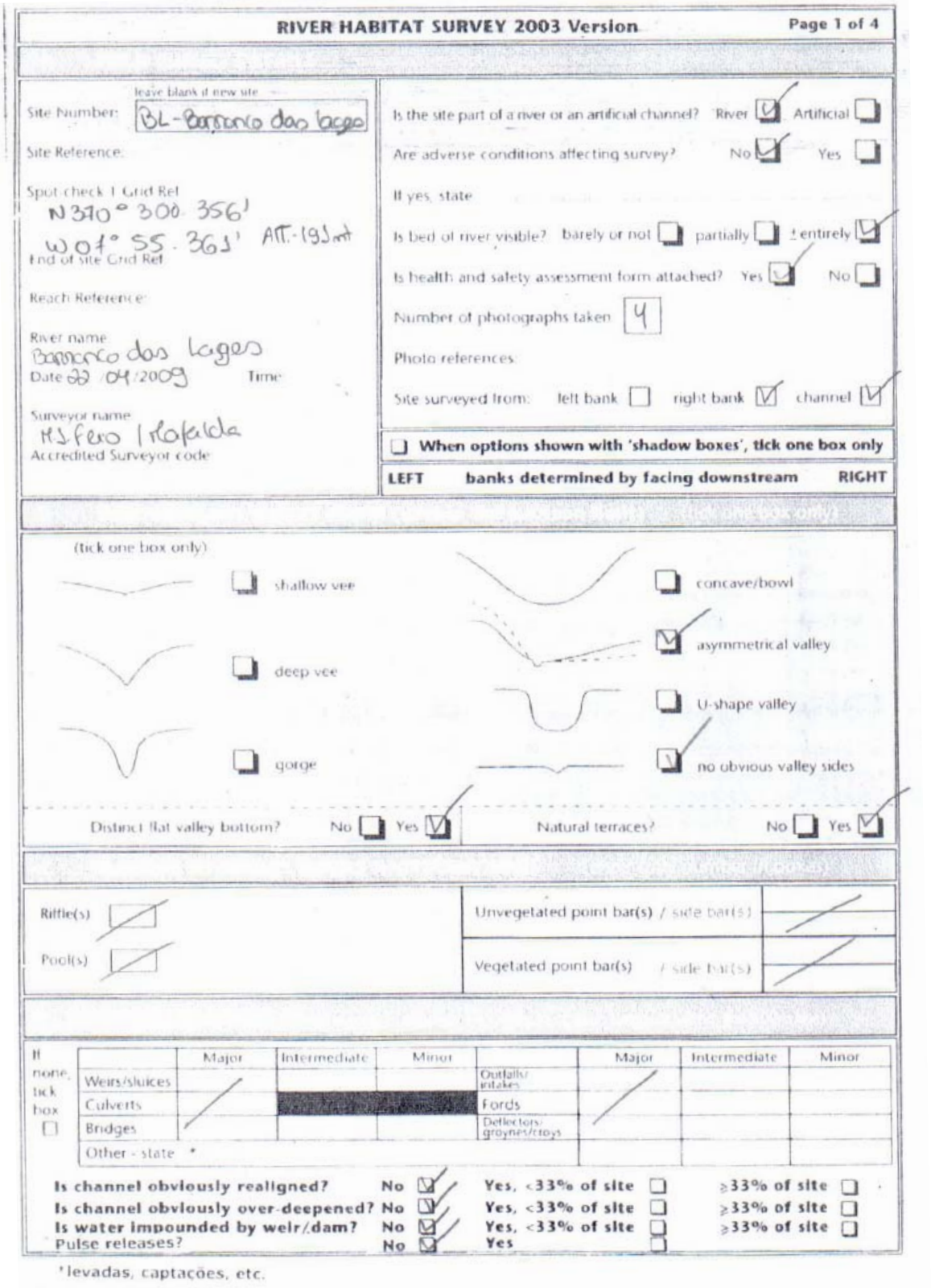
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? ☐

Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)? ☐

Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? ☐

Troço marcado na carta militar? ☐

Local BL. Barranco das Lages



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version — Page 1 of 4

Site Number: (leave blank if new site) BL-Barranco das Lages

Site Reference:

Spot check 1 Grid Ref: N 370° 300. 356' W 01° 55. 361' Alt. 193 mt

End of site Grid Ref:

Reach Reference:

River name: Barranco das Lages

Date: 22/04/2009 Time:

Surveyor name: M.Fero I Rafaela

Accredited Surveyor code:

Is the site part of a river or an artificial channel? River ☑ Artificial ☐

Are adverse conditions affecting survey? No ☑ Yes ☐

If yes, state:

Is bed of river visible? barely or not ☐ partially ☐ ± entirely ☑

Is health and safety assessment form attached? Yes ☑ No ☐

Number of photographs taken: 4

Photo references:

Site surveyed from: left bank ☐ right bank ☑ channel ☑

☐ When options shown with 'shadow boxes', tick one box only

LEFT banks determined by facing downstream RIGHT

(tick one box only)

☐ shallow vee

☐ deep vee

☐ gorge

☐ concave/bowl

☑ asymmetrical valley

☐ U-shape valley

☑ no obvious valley sides

Distinct flat valley bottom? No ☐ Yes ☑

Natural terraces? No ☐ Yes ☑

Riffle(s) ☐

Pool(s) ☐

Unvegetated point bar(s) / side bar(s)

Vegetated point bar(s) / side bar(s)

If none, tick box ☐

	Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
Weirs/sluices				Outfalls/ intakes			
Culverts				Fords			
Bridges	✓			Deflectors/ groynes/ctoys	✓		
Other - state *							

Is channel obviously realigned? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is channel obviously over-deepened? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Is water impounded by weir/dam? No ☑ Yes, <33% of site ☐ ≥33% of site ☐

Pulse releases? No ☑ Yes ☐

*levadas, captações, etc.

SITE REF: BL

RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS Page 2 of 4

Spot check 1 is at ☒ upstream downstream end ☐ of site (tick one box)

When boxes 'bordered', only one entry allowed	1 GPS	2	3	4	5	6 GPS	7	8	9	10	GPS
LEFT	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Material NV, BE, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	BE	BE	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NR	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel substrate (Dominant)	BO	BO	BO	SI	SI	BO	BO	SI	SI	SI	
NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, FA, AR (Subdominant)	SI	—	SI	BO	—	SI	—	—	BO	BO	
Flow type (Dominant)	NP	NP	NP	DR	DR	NP	DR	DR	NP	NP	
NV, FT, CH, BW, UW, CP, RP, UP, SM, NP, DR (Subdominant)	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
Channel modification(s) NA, NO, CV, RS, RI, DA, FO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Channel feature(s) NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR	RO	RO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
For braided rivers only: number of sub-channels	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
RIGHT											
Material NV, BE, BO, CO, GS, SA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI	BE	BE	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	
Bank modification(s) NR, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
Marginal & bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NR	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

→ estrada

Land use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, MH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV, MN, EU

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP	SH	SH	SH	BL	EA	SH	SH	SH	SH	SH
LEFT BANKTOP (structure within 1m) (Dominant)	S	S	S	S	S	S	S	S	U	U
LEFT BANK FACE (structure) (Dominant)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
RIGHT BANK FACE (structure) (Dominant)	S	S	S	S	U	S	U	U	S	S
RIGHT BANKTOP (structure within 1m) (Dominant)	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP	SU	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP	RP

→ estrada

None (✓ For Not Visible (NV))										
Liverworts/mosses/lichens									✓	✓
Emergent broad leaved herbs	✓	✓				✓	✓			
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails	✓		✓	✓	✓	✓				
Floating leaved (pondweed)										
Free floating										
Amphibious										
Submerged broad leaved										
Submerged linear leaved										
Submerged fine-leaved										
Filamentous algae										

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in >5% of whole site

Use end column for overall assessment over 500m, or habitat types not occurring in spot checks (use ✓, F or NV)

SITE REF. BL | **RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP** | Page 3 of 4

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)	✓	✓	Natural open water (OW)		
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)		✓
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)		
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)		
Scrub & shrubs (SH)	✓		Rock, scree or sand dunes (RD)		
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)		
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)		
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)		
Eucaliptal (EU)			Not visible (NV)		

BANK PROFILES

Natural/unmodified	L	R	**Artificial/modified**	L	R
Vertical/undercut			Resectioned (reprofiled)		
Vertical with toe			Reinforced - whole		
Steep (>45°)			Reinforced - top only		
Gentle	✓	✓	Reinforced - toe only		
Composite			Artificial two-stage		
Natural berm			Poached bank		
			Embanked		
			Set-back embankment		

GALERIA RIPÍCOLA
Largura margem esquerda ___ (m) Absent
margem direita ___ (m)

BANKSIDE COVER (tick one box per bank)

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☑	☐
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)
Shading of channel	☑	☐	☐
*Overhanging boughs	☑	☐	☐
*Exposed bankside roots	☑	☐	☐
*Underwater tree roots	☑	☐	☐
Fallen trees	☐	☐	☐
Large woody debris	☐	☐	☐

CHANNEL AND BANKSIDE FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (≥33%)		None	Present	E (≥33%)
*Free fall flow	☑	☐	☐	Exposed bedrock	☐	☐	☐
Chute flow	☑	☐	☐	Exposed boulders	☐	☑	☐
Broken standing waves	☑	☐	☐	Vegetated bedrock/boulders	☑	☐	☐
Unbroken standing waves	☑	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
Rippled flow	☑	☐	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☑	☐	☐
*Upwelling	☑	☐	☐	Mature island(s)	☑	☐	☐
Smooth flow	☐	☑	☐	Unvegetated side bar(s)	☑	☐	☐
No perceptible flow	☐	☐	☑	Vegetated side bar(s)	☑	☐	☐
dry	☐	☐	☑	Unvegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Marginal deadwater	☑	☐	☐	Vegetated point bar(s)	☑	☐	☐
Eroding cliff(s)	☑	☐	☐	*Unvegetated silt deposit(s)	☑	☐	☐
Stable cliff(s)	☑	☐	☐	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	☑	☐	
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	☐	☐	

SITE REF. BL | **RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES** | Page 4 of 4

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	0.5m	Bankfull width (m)	2.0	Banktop height (m)	0.5m
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)		Water width (m)	1 m	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	
Embanked height (m)		Water depth (m)	60 cm	Embanked height (m)	

If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = width from bank to bank (m) =

Bed material at site is: consolidated ☐ unconsolidated (loose) ☑ unknown ☐

Location of measurements is: riffle ☐ other ☑ (state) | % wetted channel ☐

None	☐	Very large boulders (>1m)	☐	Backwater(s)	☐	Marsh(es)	☐
Braided channels	☑	*Debris dam(s)	☐	Floodplain boulder deposits	☐	Flush(es)	☐
Side channel(s)	☐	*Leafy debris	☐	Water meadow(s)	☐	Natural open water	☐
*Natural waterfall(s) > 5m high	☐	Fringing reed-bank(s)	☐	Fen(s)	☐	Others (state)	☐
*Natural waterfall(s) < 5m high	☐	Quaking bank(s)	☐	Bog(s)	☐		
Natural cascade(s)	☐	*Sink hole(s)	☐	Wet woodland(s)	☐		

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☐ Yes ☑

		bankface	banktop to 50m		bankface	banktop to 50m
None	☑ *Ailanthus altissima*	☐	☐	*Hedesemania fluminensis*	☐	☐
Acácia	☐ *Eucalyptus sp.*	☐	☐	*Paspalum distichum*	☐	☐

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power

Evidence of recent management: dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)

Animals: lontra - guarda-rios - melro-de-água - alvéola-cinzenta - andorinha das-barreiras - garça - libelinhas toupeira de água

Other significant observations: if necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations

*Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐ | *Diseased Alders? None ☑ Present ☐ Extensive ☐

Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? ☐

Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in F & F on page 2? ☐

Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2? ☐

Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? ☐

Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? ☐

Have you stated whether spot-check 1 is at . downstream end of the site (top of page 2)? ☐

Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? ☐

Trecho marcado na carta militar? ☐

ANEXO 10

Biomonitorização da Ribeira de Oeiras

Fauna Piscícola

Carlos Alexandre, Tadeu Pereira & Pedro Raposo de Almeida (coordenador)

CO – FCUL – Centro de Oceanografia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
Campo Grande 1749-016 Lisboa

Portugal

Julho de 2009

Anexos em CD

Faz parte deste relatório um CD com a versão electrónica do mesmo, cópia digital das fichas de campo utilizadas e os dados em formato SIG/GIS e Excel.

Índice

Resumo iii
Summary iv
Secção 1 – Avaliação da qualidade ecológica com base na fauna piscícola da Ribeira de Oeiras 2

1.1. Introdução 2
1.2. Resultados e Discussão 4
1.2.1. Caracterização dos locais de amostragem 4
1.2.2. Composição, abundância e estrutura da fauna piscícola 5
1.2.3. Avaliação da qualidade ecológica 12
1.3. Conclusões e recomendações 15
1.4. Figuras 17
1.5. Tabelas 29

Secção 2 – Metodologias 31

2.1. Amostragem da fauna piscícola 31
2.2. Recolha de tecidos para análise de metais pesados 32
2.3. Tratamento de dados 32
2.4. Figuras 36
2.5. Tabelas 38

Secção 3 – Bibliografia 41

Resumo

A qualidade ecológica na Ribeira de Oeiras foi avaliada em quatro locais amostrados na Primavera de 2009, designadamente: P1_Horta da Reveza, a montante da descarga do efluente, e P2_Caiada, P3_Ponte de Penilhos e P4_Água Santa da Morena, a jusante da mina. Em termos de riqueza específica, é possível observar um decréscimo do número de *taxa* capturados entre o local de amostragem situado a montante da mina e os dois locais imediatamente a jusante, registando-se posteriormente uma subida acentuada de espécies no ponto localizado mais a jusante na linha de água. Relativamente à diversidade específica, esta mantém-se relativamente constante ao longo da maioria dos pontos amostrados, registando-se igualmente um aumento acentuado no ponto P4, A abundância de peixe apresentou um padrão crescente ao longo da ribeira, apresentando valores superiores nos dois pontos imediatamente a jusante da descarga do efluente da mina. A excepção parece ser o ponto P4 onde a abundância piscícola foi menor, resultado provavelmente relacionado com a presença dos dois açudes. Contrariamente ao que se verificava no ponto P1, onde as populações piscícolas apresentaram geralmente estruturas dimensionais e etárias regulares, nos pontos a jusante foram detectadas algumas falhas e desequilíbrios no número de indivíduos de menores dimensões, indiciando problemas ao nível do recrutamento. Os índices aplicados (IIB e IPP) classificaram de forma distinta a maioria dos locais. O índice IPP classificou P1, P2 e P3 com "Bom" enquanto o IIB classificou os mesmos locais apenas com "Moderado" em termos de qualidade ecológica. A excepção foi P4 que foi classificado como "Pobre" por ambas as metodologias aplicadas. Neste estudo, pareceu existir uma relação entre a contaminação da água provocada pela actividade extractiva, evidenciado pelos valores de condutividade da água, e a presença de exemplares piscícolas com sinais de malformação e/ou parasitismo.

Summary

The ecological quality of Oeiras River was evaluated in four sites sampled in the spring of 2009, namely: P1_Horta da Reveza, upstream from the mine effluent discharge, and P2_Caiada; P3_Ponte de Penilhos e P4_Água Santa da Morena, downstream from the mine. In terms of species-richness, there was a decrease in the number of species caught in the two sites located immediately downstream of the mine. Species-diversity was relatively constant throughout the stream, with an increase at site P4. Fish abundance increased downstream with the highest values at the two sites located immediately downstream from the mine. In site P4, fish abundance was low, probably due to the presence of the two small weirs on this location. Contrarily to P1, where fish populations are generally regular in terms of size, discontinuities were detected in the age structure of fish populations at downstream sites. The multi-metric biotic index IPP index classified P1, P2 and P3 as "Good" while the index IIB classified the same locations as "Moderated". Site P4 was classified by both indices as "Poor" in terms of ecological quality. The signs of physiological stress were consistent with changes in conductivity in stream waters.

Secção 1

Avaliação da qualidade ecológica com base na fauna piscícola da Ribeira de Oeiras

1.1. Introdução

O presente documento constitui o relatório referente à caracterização da comunidade ictiofaunística realizada na Primavera de 2009 na Ribeira de Oeiras.

Muitas actividades de origem antrópica podem afectar as comunidades ictíicas continentais. As actividades que podem afectar a composição e estrutura das comunidades incluem a emissão de poluentes, alterações na hidrologia das bacias, modificações de habitat e degradação das fontes de energia das quais depende o biota aquático. É esta relação causa-efeito que suporta a utilização da comunidade de peixes como indicador biológico (Hughes & Oberdorff, 1999). Desta forma, e com a recente implementação da Directiva Quadro da Água, a ictiofauna é um dos elementos cujo estudo é requerido para a determinação do estado ecológico e qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos continentais.

Apresentando um grande desenvolvimento nos últimos 20 anos, o estudo das características das comunidades ictíicas vem sendo frequentemente utilizado para medir o estado ecológico dos ecossistemas aquáticos (Simon, 1999). A utilização dos peixes como organismos indicadores de qualidade em programas de monitorização apresenta numerosas vantagens, sendo exemplos (Karr, 1981; Fausch *et al*., 1984; Simon, 1999; Oliveira *et al*., 2007):

a) Ocorrem em quase todos os tipos de ecossistemas aquáticos;

b) As suas comunidades são persistentes e recuperam facilmente face a perturbações naturais;

c) A sua taxonomia, ecologia e ciclos de vida são aspectos geralmente mais conhecidos, relativamente a outros grupos biológicos;

d) Devido à sua representatividade em habitats muito distintos e de diferente hidrogeomorfologia, este grupo pode ser indicador da estrutura física dos rios a várias escalas espaciais;

e) Tendo em conta o comportamento migratório de algumas espécies, são bons indicadores das condições de conectividade;

f) Ocupam uma grande variedade de níveis tróficos, reflectindo os efeitos ambientais a todos os níveis da cadeia alimentar;

g) Podem exibir patologias anatómicas externas, por vezes facilmente identificáveis no campo, como resultado da acção de agentes poluentes;

h) Devido à sua longevidade (algumas espécies podem viver durante 10 ou mais anos) são bioindicadores para períodos de tempo relativamente extensos;

i) A sua utilização revela enorme eficiência em termos de custos, já que uma parte substancial do trabalho, nomeadamente até à identificação e medição dos indivíduos, pode ser realizada no campo, devolvendo-se de seguida os animais à água geralmente sem sofrerem qualquer dano. Adicionalmente a técnica de captura é em grande parte não destrutiva;

j) Têm valor económico e são considerados como importantes recursos ambientais pela maioria da população, podendo assim assumir um papel fundamental na promoção de politicas de gestão e conservação dos ecossistemas aquáticos.

Apesar de ser reconhecido na generalidade como um método bastante sensível na determinação da qualidade da água e do estado ecológico dos ecossistemas aquáticos, a sua real eficiência assenta sobretudo na sua utilização em estudos de monitorização que contemplem a avaliação de outros indicadores biológicos, químicos e físicos (Simon, 1999).

A monitorização da fauna piscícola da Ribeira de Oeiras apresentada neste relatório, incide sobre os aspectos previstos no âmbito da Directiva Quadro da Água e recentemente preconizados no novo Protocolo de amostragem e análise para a Fauna Piscícola (INAG, 2008a), nomeadamente: (i) avaliação da composição e abundância da comunidade, (ii) avaliação da estrutura etária (por classes de dimensão) da comunidade e (iii) avaliação da qualidade ecológica com base em índices bióticos.

1.2. Resultados e Discussão

1.2.1. Caracterização dos locais de amostragem

- **P1_ Horta da Reveza**

O ponto de amostragem designado como Horta da Reveza, localizado a montante da mina, apresentava uma velocidade de corrente reduzida e profundidade elevada, resultando numa diversidade de habitats praticamente nula (Figura 1.2.1.1a). A profundidade média registada foi de 0,60 m e a máxima de 1,5 m. O leito deste local era essencialmente composto por substrato de classe 4, caracterizado por pedras com alguma dimensão, o que conferia algum valor de refúgio para a fauna aquática, especialmente os peixes de menor tamanho. Neste local, a mata ripária envolvente resumia-se a alguns arbustos distribuídos de forma esparsa ao longo do troço, contribuindo para o nulo ensombramento observado.

- **P2_Caiada**

O local designado por Caiada, situado a jusante da mina, que foi seleccionado em substituição de outro ponto onde não foi possível realizar a amostragem com recurso à pesca eléctrica devido à elevada condutividade, apresentou uma elevada diversidade habitacional (Figura 1.2.1.1b). Ao longo da maior parte do troço, a velocidade de corrente era relativamente elevada, resultando numa dominância de *Riffles* e *Runs* de profundidade reduzida. A profundidade média no local foi de 0,40 m e máxima de aproximadamente 0,80m. O substrato deste troço era constituído essencialmente por material de grandes dimensões (classe 4 – pedras grandes e classe 5 – blocos) o que, juntamente com a presença de alguns detritos lenhosos no leito e abundante vegetação aquática, conferia uma grande área de refúgio para peixes de várias dimensões. A mata ripícola apresentava um elevado grau de conservação, contribuindo para um maior ensombramento relativamente aos outros locais amostrados ao longo desta linha de água.

- **P3_Ponte de Penilhos**

O local amostrado junto à ponte de Penilhos, situado a jusante da Mina de Neves Corvo, apresentou características semelhantes ao ponto anteriormente caracterizado, observando-se uma elevada diversidade habitacional ao longo do troço considerado (Figura 1.2.1.1c). A área amostrada apresentava uma

predominância de zonas de velocidade de corrente e profundidade relativamente elevadas. A profundidade média registada foi de 0,50 m e a máxima de 1,20 m. O substrato de classe 4 (pedras com alguma dimensão) predominava neste local, fornecendo locais de refúgio para os peixes. Nas margens envolventes ao troço de amostragem não foi observado nenhum tipo de vegetação ripária. O elevado grau de acessibilidade deste local, devido à proximidade com a ponte rodoviária, permite um aumento da intervenção antropogénica neste local, tendo sido possível observar a presença de algum lixo nas margens da ribeira.

- **P4_Água Santa da Morena**

O ponto de amostragem P4, que se situa a jusante da mina, apresentou uma reduzida variabilidade habitacional sendo dominado exclusivamente por *Runs* de várias profundidades (Figura 1.2.1.1d). O local de amostragem apresentou uma profundidade média de 0,40 m e máxima de 0,80 m. Tal como acontecia nos restantes locais amostrados, o leito deste ponto era essencialmente dominado por elementos de classe 4 (pedras de alguma dimensão). A mata ripária envolvente apresentava um bom estado de conservação, sendo possível observar neste local a presença de salgueirais (*Salix* spp.) com alguma extensão. A proximidade de uma povoação resulta num aumento da intervenção antropogénica. Para além da presença de dois açudes com alguma dimensão junto ao troço de amostragem, foram encontrados indícios de pastoreio na zona envolvente. A presença de lixo era constante ao longo de todo o troço, tendo-se registado ainda a presença de carcaças de animais junto a um dos açudes, cuja decomposição vai causar uma degradação da qualidade da água.

1.2.2. Composição, abundância e estrutura da fauna piscícola

Na campanha de amostragem realizada na Ribeira de Oeiras durante a Primavera de 2009, à semelhança do que havia sido observado na amostragem efectuada em 2008, foi confirmada a ocorrência de nove espécies piscícolas (Tabela 1.2.2.1), das quais seis são de origem autóctone (*Luciobarbus microcephalus* Almaça, 1967; *Anguilla anguilla* L.; *Pseudochondrostoma willkommii* Steindachner, 1866; *Iberocypris alburnoides* Steindachner, 1866; *Squalius pyrenaicus* Gunther, 1868; *Cobitis paludica* de Buen, 1930) e três possuem carácter exótico (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859; *Lepomis gibbosus* L.; *Australoheros facetus* Jenyns, 1842). Foram ainda capturados vários exemplares

do género *Luciobarbus* spp. que, devido ao seu tamanho reduzido e características especificas pouco definidas foram considerados juvenis e classificados apenas em termos genéricos.

A predominância de espécies nativas encontra-se provavelmente relacionada com o facto de estarmos na presença de um afluente do Rio Guadiana, cuja bacia hidrográfica é caracterizada pelo elevado número espécies piscícolas, em especial endemismos ibéricos (Collares-Pereira *et al.*, 2000).

Após a amostragem dos quatro pontos na Ribeira de Oeiras, foi possível considerar as espécies *L. microcephalus*, que já havia apresentado um resultado semelhante nas amostragens efectuadas em 2008, e *I. alburnoides* como aquelas que apresentaram uma distribuição mais ampla, tendo sido confirmada a sua ocorrência em todos os locais considerados (Tabela 1.2.2.2).

Tal como se observou na campanha realizada em 2008 e ao contrário do que usualmente se verifica nas linhas de água nacionais, especialmente do sul do país, as espécies nativas apresentaram uma distribuição mais alargada do que as exóticas, tendo sido capturadas, de uma forma geral, num maior número de locais e em maior abundância. Inicialmente, pensou-se que este resultado estaria provavelmente relacionado com a maior adaptação que as espécies nativas apresentam relativamente ao constrangimento hídrico que habitualmente se verifica durante o Verão na maioria dos cursos de água mediterrânicos (Collares-Pereira *et al.*, 2000, Clavero *et al.*, 2004; Ilhéu, 2004). Durante o período de estio, estas espécies assumem geralmente a estratégia de se refugiarem nas zonas mais profundas onde a água subsiste durante todo o ano, suportando assim mais facilmente a degradação das condições ambientais (C. Alexandre & M. Ilhéu, dados não publicados), tendo sido exactamente essas as características dos locais amostrados durante a campanha de Outubro de 2008. No entanto, a confirmação deste resultado nas amostragens realizadas no presente ano, em condições hidrológicas próximas das ideais para este tipo de estudo (INAG, 2008a), permite considerar este facto como sendo característico da linha de água estudada.

Analisando o gráfico da Figura 1.2.2.1a, é possível observar um decréscimo do número de *taxa* capturados entre o local de amostragem situado a montante da mina e os dois locais imediatamente a jusante, registando-se posteriormente uma subida acentuada deste parâmetro no ponto localizado mais a jusante na linha de água. Relativamente à diversidade específica, esta mantém-se relativamente constante ao longo da maioria dos pontos amostrados, registando-se igualmente um aumento acentuado no ponto P4. Este local apresentou os valores mais elevados para as duas métricas, tendo sido capturado um total de 8 *taxa*, numa comunidade bastante diversificada e onde não se verifica a dominância de nenhuma espécie em particular (H=1,50), o que segundo Karr (1981) representa um sinal positivo quanto ao estado ecológico do local. Este resultado, de certa forma, contraria o que havia sido observado nas amostragens de 2008 onde os

valores mais elevados de diversidade e riqueza surgiam a montante da descarga do efluente da mina, verificando-se então uma redução nos troços a jusante.

A proporção de indivíduos pertencentes a espécies exóticas (Figura 1.2.2.1b) foi reduzidos para todos os locais amostrados, confirmando a pouca importância das espécies introduzidas nos agrupamentos piscícolas amostrados nesta ribeira, já discutida neste relatório, e corroborando os resultados obtidos em 2008. Tendo em conta que estas espécies representam uma ameaça para as espécies nativas através de competição ou mesmo predação, este resultado representa um sinal positivo quanto ao estado da comunidade piscícola da linha de água (Almaça, 1995; 1996). Os valores reduzidos de proporção de indivíduos pertencentes a espécies exóticas poderiam também representar um sinal bastante positivo em termos de qualidade da água. Segundo Villa-Gispert *et al.* (2005), as espécies exóticas possuem características biológicas e ecológicas que lhes permitem uma melhor adaptação a águas com elevado grau de poluição, onde as espécies nativas são mais directamente afectadas, propiciando a invasão por parte dos *taxa* alóctones.

Em seguida será apresentada uma caracterização de cada ponto de amostragem, com base na análise da composição, abundância e estrutura etária da sua comunidade ictíica. A análise da estrutura etária apenas é apresentada para *taxa* representados em número superior a 10 indivíduos, sendo os comprimentos totais dos restantes descritos na Tabela 1.2.2.2.

- **P1_Horta da Reveza**

No ponto de amostragem P1 foi confirmada a ocorrência de cinco espécies, das quais quatro são nativas e uma possui carácter exótico (Figura 1.2.2.2). Para além das espécies identificadas, foi ainda registada a presença de alguns exemplares juvenis do género *Luciobarbus* spp.

A espécie que apresentou o valor mais elevado de abundância neste local foi *I. alburnoides*, cujo CPUE era aproximadamente 0,6 indivíduos capturados por minuto (ind./min.), correspondendo a um total de 37 exemplares capturados, valor claramente superior ao observado para as restantes espécies cuja ocorrência foi confirmada neste ponto.

Do total de 47 espécimens piscícolas capturados, nenhum apresentava indícios de qualquer tipo de parasitismo, malformações ou tumores.

Dos vários *taxa* registados neste local, apenas *I. alburnoides* foi capturado em abundância suficiente para se proceder à análise da sua estrutura dimensional. Desta forma, os exemplares desta espécie capturados no ponto P1 apresentavam uma distribuição por classes dimensionais relativamente ampla, sendo possível observar dois picos de abundância, provavelmente associados

às respectivas classes etárias (Figura 1.2.2.3). Tal como se observou na campanha de amostragem de 2008, a população desta espécie no ponto de amostragem a montante da mina é, essencialmente, constituída por indivíduos jovens que estão próximos da idade de primeira maturação (Fernandéz-Delgado & Herrera, 1994). A manutenção da elevada abundância na classe]45-50], que se encontra associada a exemplares com cerca de dois anos de idade, representa um sinal positivo quanto ao estado ecológico desta população, devido à permanente presença de jovens adultos que garantem a reprodução da espécie e contribuem para a sua preservação nesta linha de água. O segundo pico de distribuição, representado por indivíduos com comprimento total situado entre 60 e 70 mm que não haviam sido capturados nas amostragens efectuadas em 2008, vem reforçar a hipótese de estarmos na presença de uma população estável.

Apesar de esta análise ser efectuada com base na estrutura dimensional de uma única espécie, o resultando é semelhante ao observado em 2008, ano em que a maioria das espécies apresentava uma estrutura dimensional regular, onde de uma forma geral não se verificava a ausência de classes dimensionais intermédias. Tendo em conta as condições de referência e as definições normativas estabelecidas em termos europeus para a avaliação da qualidade ecológica tendo em conta o elemento ictiofauna (REFCOND, 2003), a presença de populações piscícolas bem estruturadas representa um sinal positivo quanto ao estado ecológico de uma comunidade.

- **P2_Caiada**

O ponto P2_Caiada, situado a jusante da descarga do efluente da mina, apresentou em termos gerais uma abundância piscícola mais elevada, comparativamente com o local de amostragem situado a montante (Figura 1.2.2.4). Foi capturado um total de 90 indivíduos, sendo que três dos quais apresentavam sinais de parasitismo e/ou malformações perfazendo uma proporção de 3,3%, situação que não se verificava a montante da mina.

Comparativamente com o ponto P1, este local apresentou um valor inferior de riqueza específica, facto que pode representar uma diminuição da sua qualidade ecológica (Karr, 1981). Por outro lado, a comunidade ictíica observada neste local era representada na sua totalidade por endemismos ibéricos, facto que lhe confere um elevado valor em termos de conservação. Das quatro espécies nativas cuja ocorrência foi confirmada neste local, é importante salientar a presença, ainda que em abundância reduzida, de *P. willkommi*, espécie considerada *Criticamente em Perigo* e pouco tolerante à degradação ambiental (Ilhéu, 2004; Rogado *et al.*, 2005).

A espécie que apresentou o valor mais elevado de abundância foi *L. microcephalus* com aproximadamente 1,5 ind./min. que corresponde à captura de 53 indivíduos. A espécie *I. alburnoides* também apresentou um valor elevado de abundância (0,85 ind./min., 30 exemplares), contrastando com as restantes espécies cuja captura ocorreu de forma residual.

Em termos de estrutura etária, a espécie *L. microcephalus* apresenta, neste local, uma distribuição de comprimentos totais limitada às classes de menor dimensão. Na Figura 1.2.2.5a apenas observares observa a formação de um pico de distribuição, situado na classe]120-130 mm] com abundância de 0,63 ind./min., que corresponde provavelmente a indivíduos jovens, próximos da idade de primeira maturação (Lobón-Cerviá & Fernández-Delgado, 1984; Ribeiro *et al.*, 2007). A reduzida abundância de barbos de maior dimensão, comum à generalidade dos pontos amostrados ao longo da Ribeira de Oeiras, pode ser devida ao constrangimento hídrico que começa a surgir nesta época do ano, levando os peixes de maior dimensão a procurarem abrigo em locais que mantenham água durante todo o ano e/ou ao aumento da mortalidade natural provocado pelo incremento da predação que a diminuição do caudal acarreta (Matthews, 1998; Ilhéu, 2004). Por outro lado, dos quatro locais amostrados, este foi o único onde não se registou a captura de juvenis de barbos, designados neste relatório como *Luciobarbus* spp., resultado que pode levantar dúvidas quanto ao sucesso do recrutamento e à futura viabilidade desta população.

Os exemplares da espécie *I. alburnoides* capturados no ponto P2 apresentavam uma distribuição por classes dimensionais de amplitude reduzida, sendo quase exclusivamente dominada por indivíduos de menor dimensão que constituem o primeiro pico de abundância na classe]50-55 mm] com 0,25 ind./min., correspondendo a exemplares próximos da primeira idade de maturação (Fernandéz-Delgado & Herrera, 1994). Apesar da presença de alguns indivíduos de maiores dimensões que constituem o pico de abundância na classe]85-90 mm], indicando mais do que uma classe etária nesta população, a ausência de uma classe dimensional intermédia às observadas (que surgia na população do ponto P1), vem levantar sérias dúvidas quanto ao estado ecológico deste local.

- **P3_Ponte de Penilhos**

Em termos gerais, o ponto de amostragem designado por P3_Ponte de Penilhos, situado a jusante da descarga do efluente da mina, apresentou uma abundância superior de espécimens piscícolas (Figura 1.2.2.6) comparativamente com o resultado obtido para os dois pontos mais a montante. Foram capturados 180 indivíduos, dos quais apenas 1 (número inferior ao ponto anterior, perfazendo uma proporção de 0,5%) apresentavam sinais de parasitismo e/ou malformações.

A maioria das espécies capturadas neste local apresentou abundância reduzida, com excepção de *I. alburnoides* que de forma semelhante aos pontos discutidos anteriormente, apresentou um valor de CPUE bastante elevado, aproximadamente 3,5 ind./min., correspondendo à captura de 132 exemplares. Nas amostragens efectuadas no Outono de 2008, o número de exemplares piscícolas havia sido nitidamente inferior, verificando-se um contraste na composição da comunidade entre a campanha do ano anterior, onde se observou a predominância de barbos juvenis, e a campanha de 2009, onde a espécie dominante foi o bordalo. Este resultado está provavelmente relacionado com o facto de nas amostragens do presente ano, a diversidade habitacional ser superior, devido à existência de uma continuidade longitudinal que não ocorria no período pós estiagem em que decorreram as amostragens de 2008, proporcionando a obtenção de resultados diferentes, possivelmente mais próximos do que será a comunidade deste local em períodos de caudal regular.

A distribuição de comprimentos totais de algumas das espécies capturadas em P3 (Figura 1.2.2.7) levanta dúvidas quanto ao estado ecológico desta comunidade. Relativamente aos barbos juvenis, designados por *Luciobarbus* spp. é possível observar a presença de um picos de distribuição, situado na classe]60-65 mm] com abundância de 0,11 ind./min. (Figura 1.2.2.7a). Verifica-se também a ausência de indivíduos mais velhos, que iriam constituir o recrutamento do próximo ano, bem como de exemplares representativos das classes dimensionais mais pequenas, o que levanta sérias dúvidas relativamente à viabilidade das populações de barbos neste ponto de amostragem.

Os exemplares de *I. alburnoides* cuja ocorrência foi registada junto à ponte de Penilhos, apresentavam uma distribuição de comprimentos totais limitada às classes de menor dimensão (Figura 1.2.2.7b), sendo a maioria dos indivíduos capturados representativos da classe]35-40 mm], correspondendo provavelmente a exemplares com cerca de um ano de idade que ainda não atingiram a idade de primeira maturação (Fernandéz-Delgado & Herrera, 1994). A presença de indivíduos pertencentes a classes de dimensão superior indicia a existência nesta população de diferentes classes etárias. No entanto, analisando o gráfico respectivo, pode-se observar a ausência de algumas classes dimensionais que deveriam estar presentes, dando um sinal negativo quanto ao estado ecológico deste local.

A irregularidade em termos de estrutura dimensional discutida para os outros *taxa* capturados neste local, parece verificar-se também para a espécie *C. paludica.* Para além de não se observar uma aglomeração de comprimentos totais em torno de nenhuma classe dimensional, definindo as respectivas classes etárias, é também possível registar a ausência de várias classes dimensionais intermédias que deveriam estar presentes na população (Figura 1.2.2.7c). Apesar da maioria dos exemplares capturados apresentar comprimentos totais mais reduzidos, na sua maioria representativos da classe]60-62 mm] (0,08 ind./min.), a presença

de alguns indivíduos de maiores dimensões, distribuídos de forma irregular ao longo das várias classes, permite inferir acerca da existência de várias classes etárias nesta população.

- **P4_Água Santa da Morena**

No ponto P4 a abundância de espécimens piscícolas viu alterado o padrão longitudinal de crescimento que se vinha verificando ao longo dos pontos amostrados na Ribeira de Oeiras, apresentando valores mais reduzidos, comparativamente com P2 E P3. O *taxon* mais abundante foi *C. paludica* com 1,0 ind./min.), o que corresponde à captura de 35 exemplares (Figura 1.2.2.8a). As restantes espécies foram capturadas em número reduzido, com excepção do barbo-de-cabeça-pequena (*L. microcephalus*) que apresentou uma abundância de 0,34 CPUE (12 exemplares capturados). Para além destas espécies mais abundantes é ainda importante salientar a captura neste local de cinco exemplares de enguia (*A. anguilla*), *taxon* de carácter migrador considerado *Em Perigo* (EN) pela última revisão do Livro Vermelho e que devido à diminuição acentuada dos seus efectivos populacionais foi recentemente incluído na Convenção CITES e considerado alvo prioritário de programas de gestão específicos.

O número total de peixes capturados foi de 75, dos quais um apresentava sinais de stress fisiológico (parasitismo, malformações, tumores, etc.), resultando numa proporção de 1,3%.

Tal como havia sido referido no relatório correspondente à campanha de amostragem de 2008, este troço encontra-se próximo de dois açudes de média dimensão que possivelmente, apenas em situação de caudal excepcionalmente elevado, permitirão a passagem dos peixes, comprometendo o acesso a este local por parte das espécies piscícolas provenientes de outros troços, facto que pode explicar a reduzida abundância piscícola apesar da elevada riqueza especifica. A construção destas estruturas de pequena dimensão nos ecossistemas lóticos, para além de restringir o movimento dos peixes, causa alterações habitacionais nos troços a montante e jusante, influenciando a estrutura da comunidade piscícola a vários níveis (i.e. Tiemman, 2004; Poulet, 2007) e, consequentemente, adulterando os resultados da avaliação da qualidade ecológica com base neste elemento biológico. Desta forma, tendo também em conta as recomendações que constam do protocolo de amostragem desenvolvido pelo INAG (2008a), recomenda-se novamente a alteração deste ponto de amostragem para outro local na linha de água, onde a influência destas estruturas transversais não se faça sentir.

A espécie *L. microcephalus* apresentou uma distribuição de comprimentos totais quase exclusivamente associada a classes dimensionais mais pequenas (Figura

1.2.2.9a). A maioria dos exemplares capturados são representativos da classe]120-130 mm], com abundância de 0,2 ind./min., correspondendo provavelmente a indivíduos adultos próximos da idade de primeira maturação (Lobón-Cerviá & Fernández-Delgado, 1984; Ribeiro *et al.*, 2007) Por outro lado, registou-se a captura de alguns exemplares de maiores dimensões que pertencem, com toda a certeza, a uma classe etária mais avançada. Tal como se havia observado nas amostragens de 2008 e à semelhança dos restantes pontos de amostragem, a abundância de barbos de maior dimensão é muito reduzida em P4. Se nos restantes pontos de amostragem este facto se fica, provavelmente, a dever ao constrangimento hídrico, neste ponto de amostragem o problema é agravado pela presença dos obstáculos à continuidade longitudinal que podem causar um efeito de fragmentação originando a compartimentação de diferentes classes de idades a montante e a jusante (Ferreira, 2002).

A população de *C. paludica* neste local apresentou problemas semelhantes à população da mesma espécie amostrada em P3, não sendo possível descortinar qualquer aglomeração de comprimentos totais em volta de uma determinada classe dimensional (Figura 1.2.2.9b). Pela relativa abundância de algumas classes afastadas em termos dimensionais, percebe-se a presença de exemplares representativos de várias classes etárias nesta população. No entanto, a sua distribuição irregular, indicia a ausência de classes intermédias que deveriam estar presentes na população, o que representa um sinal negativo quanto ao seu estado ecológico.

1.2.3. Avaliação da qualidade ecológica

A classificação de qualidade ecológica na Ribeira de Oeiras diferiu consoante o tipo de índice utilizado (Figura 1.2.3.1). Enquanto o índice IIB atribuiu a classificação de "Moderado" à maioria dos pontos de amostragem, corroborando os resultados obtidos em 2008, o índice IPP avaliou a maioria destes locais de forma positiva, atribuindo a classificação de "Bom" aos pontos P1, P2 e P3. Estas diferenças em termos de avaliação estarão muito provavelmente relacionadas com especificidades próprias das duas metodologias e com os tipos de métricas utilizadas por cada um dos índices.

Em termos gerais e tendo em consideração os indicadores de qualidade como um todo, a Ribeira de Oeiras apresenta um estado ecológico bastante positivo, evidenciado pelas classificações Moderado/Bom atribuídas pelas duas metodologias à maioria dos pontos amostrados. A avaliação do estado ecológico desta linha de água também foi considerada aquando da monitorização a nível nacional efectuada em 2004/2005 pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água (INAG, 2008c). Nessa altura, o ponto de amostragem seleccionado na linha de água em causa, situado ligeiramente a montante de P1_Horta da Reveza, foi classificado como

"Excelente" em termos de estado ecológico para todos os elementos contemplados na avaliação (i.e. fitobentos, macroinvertebrados, ictiofauna e macrófitos), o que corrobora em parte os resultados apresentados neste relatório.

Em 1982/1983, em período imediatamente anterior à instalação da Sociedade Mineira de Neves Corvo na área de estudo, Andrade *et al.* (1995), procederam a uma avaliação preliminar da qualidade biológica desta ribeira. Os resultados obtidos neste estudo revelaram uma qualidade variável entre as classes Razoável/Bom ao longo da linha de água, situação que parece vir-se mantendo até à presente data, independentemente da evolução das metodologias de avaliação aplicadas

O local que apresentou os valores mais elevados para os dois índices aplicados foi P2_Caiada, primeiro ponto a jusante da descarga do efluente da mina, com pontuações de 75 e 0,86 para o IIB e IPP, respectivamente. Este local evidenciou-se dos restantes em termos de estado ecológico, principalmente devido à ausência de espécies exóticas, à reduzida abundância de indivíduos muito tolerantes à degradação ambiental e à presença dominante de indivíduos pertencentes a espécie litofílicas

O ponto P4_Água de Santa Morena foi classificado de forma idêntica por ambos os índices utilizados, apresentando pontuações significativamente mais baixas comparativamente com os três pontos a montante. Apesar de este local apresentar algumas características associadas a um bom estado ecológico (i.e. elevada riqueza e diversidade especificas), a reduzida abundância de espécies invertívoras, que normalmente se encontram associadas a locais com melhor qualidade ambiental, e a dominância por parte de *taxa* mais tolerantes à degradação são responsáveis por este resultado negativo, indiciando desta forma um agravamento da qualidade da água relativamente aos restantes pontos. A presença dos dois açudes, que conferem características lênticas a este troço, pode estar a aumentar a acumulação de poluentes provenientes do efluente da mina, agravando o seu efeito no biota aquático deste local.

No caso da Ribeira de Oeiras, as métricas que prejudicam os locais amostrados em termos de pontuação final são essencialmente responsivas à contaminação e degradação da qualidade da água (i.e. abundância total de peixe), excepto no local situado a montante da mina, onde o principal problema evidenciado se prende com a existência de alguma alteração a nível habitacional da linha de água afectando a pontuação obtida pelas métricas responsivas a este tipo de problema (i.e. espécies litofílicas, generalistas, etc.) Desta forma, apesar de alguns locais terem obtido uma pontuação final superior, as métricas responsivas à degradação da qualidade da água parecem diferenciar ligeiramente o ponto P1, situado a montante da mina, dos restantes pontos

amostrados a jusante, indiciando um possível aumento da contaminação da água proveniente da descarga do seu efluente.

Um dos efeitos mais comuns da descarga dos efluentes de minas semelhantes à de Neves Corvo nos ecossistemas aquáticos, prende-se com o aumento da concentração de metais pesados na água, evidenciado pelo aumento drástico da condutividade, que consequentemente vai afectar todo o biota aquático (Norris et al., 1981). No caso particular dos peixes, o aumento da concentração de metais na água pode provocar alterações na morfologia dos peixes (i.e. destruição das barbatanas), malformações, tumores ou propiciar o aumento do stress fisiológico favorecendo o ataque por parte de parasitas (Norris & Lake, 1984).

Com base em dados físico-químicos fornecidos pelo Departamento de Ambiente da SOMINCOR, foi possível proceder-se à análise da relação entre a variação da condutividade, principal indicador da presença de metais pesados na água, e a proporção de exemplares piscícolas capturados com sinais de alterações morfológicas e/ou parasitismo (Figura 1.2.3.2).

Desta forma, é possível observar um aumento drástico da condutividade imediatamente a jusante da descarga do efluente da mina, mantendo-se estes valores praticamente inalterados ao longo da ribeira. Seria expectável que à medida que o registo dos valores físico-químicos se fosse afastando da mina, a concentração de metais pesados em na água fosse diminuindo juntamente com a condutividade da água. No entanto, esta situação não se verificou principalmente devido a dois motivos: (i) o fraco caudal da ribeira nesta altura do ano, não permitindo uma depuração eficaz dos sólidos em suspensão; e (ii) ao contrário da maioria dos metais, a concentração de cobre, que constitui a principal exploração da mina de Neves Corvo, não está inversamente relacionada com a distância ao efluente mantendo-se relativamente constante ao longo da linha de água (Norris et al., 1981).

A proporção de indivíduos que apresentam sinais de malformações e/ou parasitismo, parece seguir uma tendência semelhante à condutividade. Enquanto no ponto P1 não foi capturado qualquer exemplar piscícola que apresentasse sinais de stress fisiológico, o ponto P2 (primeiro local a jusante da mina) apresentou o valor mais elevado para este parâmetro com 3,3%. Os restantes locais amostrados a jusante da mina, apesar de apresentarem uma proporção menor de indivíduos com este tipo de problemas, continuam a registar proporções superiores ao local amostrado a montante da mina. Estes resultados indiciam uma relação entre o aumento da condutividade, muito provavelmente relacionado com a descarga do efluente da mina, e a proporção de exemplares piscícolas com malformações ou parasitismo.

1.3. Conclusões e recomendações

As principais considerações a retirar deste estudo podem ser resumidas nos seguintes pontos:

1. Os agrupamentos ictiofaunísticos amostrados caracterizavam-se por um reduzido número e abundância de espécies exóticas. O facto da linha de água amostrada se encontrar na bacia hidrográfica do Rio Guadiana, caracterizada pelo elevado número de endemismos ibéricos, pode ser a explicação para este resultado;

2. No ponto situado a montante da mina (P1_Horta da Reveza), as populações de espécies piscícolas apresentaram-se, na sua maioria, bem estruturadas em termos dimensionais e etários, o que representa um sinal positivo quanto ao estado ecológico deste local. Nos pontos a jusante da mina foram detectados alguns indícios de perturbação na estrutura dimensional das populações provavelmente originadas por desequilíbrios na sua taxa de recrutamento;

3. A avaliação da qualidade ecológica em termos qualitativos dos vários pontos amostrados na Ribeira de Oeiras variou consoante o índice utilizado. Enquanto o índice IIB atribuiu a classificação de "Moderado" à maioria dos pontos de amostragem, com excepção do local P4, o IPP classificou os pontos P1, P2 e P3 como tendo uma boa qualidade ecológica;

4. As métricas avaliadas pelos dois índices parecem indiciar uma diferenciação em termos de qualidade da água entre o ponto a montante e os pontos a jusante da descarga do efluente da mina;

5. A proporção de indivíduos com malformações e/ou parasitismo, que não é tida em conta por nenhum dos índices aplicados mas está directamente relacionada com o *input* de poluentes orgânicos e inorgânicos nas linhas de água, parece apresentar uma evolução semelhante à concentração de metais pesadas, revelada pelos valores de condutividade. Os resultados obtidos indiciam uma relação entre a descarga do efluente da mina e a presença deste tipo de problemas nas populações piscícolas da Ribeira de Oeiras. Estes resultados devem ser avaliados em conjunto com a análise dos tecidos recolhidos, de forma a se poder obter conclusões mais fiáveis e robustas para esta questão.

De acordo com a discussão dos resultados e principais conclusões referidas anteriormente, propõe-se:

1. A continuação das campanhas de amostragem, com periodicidade anual, de forma a registar um número mais elevado de dados relativos à

composição e estrutura desta comunidade piscícola que nos permita a obtenção de conclusões mais precisas e robustas relativamente ao estado ecológico desta linha de água;

2. Alteração do ponto de amostragem designado por P4_Água de Santa Morena, para um local onde o efeito dos açudes não se faça sentir;

3. Relativamente ao funcionamento da mina, e tendo em conta as características dos principais metais que são descarregados na ribeira, recomenda-se que o maior volume de descarga do efluente da mina seja libertado em períodos de maior caudal (no caso desta linha de água será entre Outubro e Março), para que estes elementos sejam depurados com maior facilidade.

1.4. Figuras

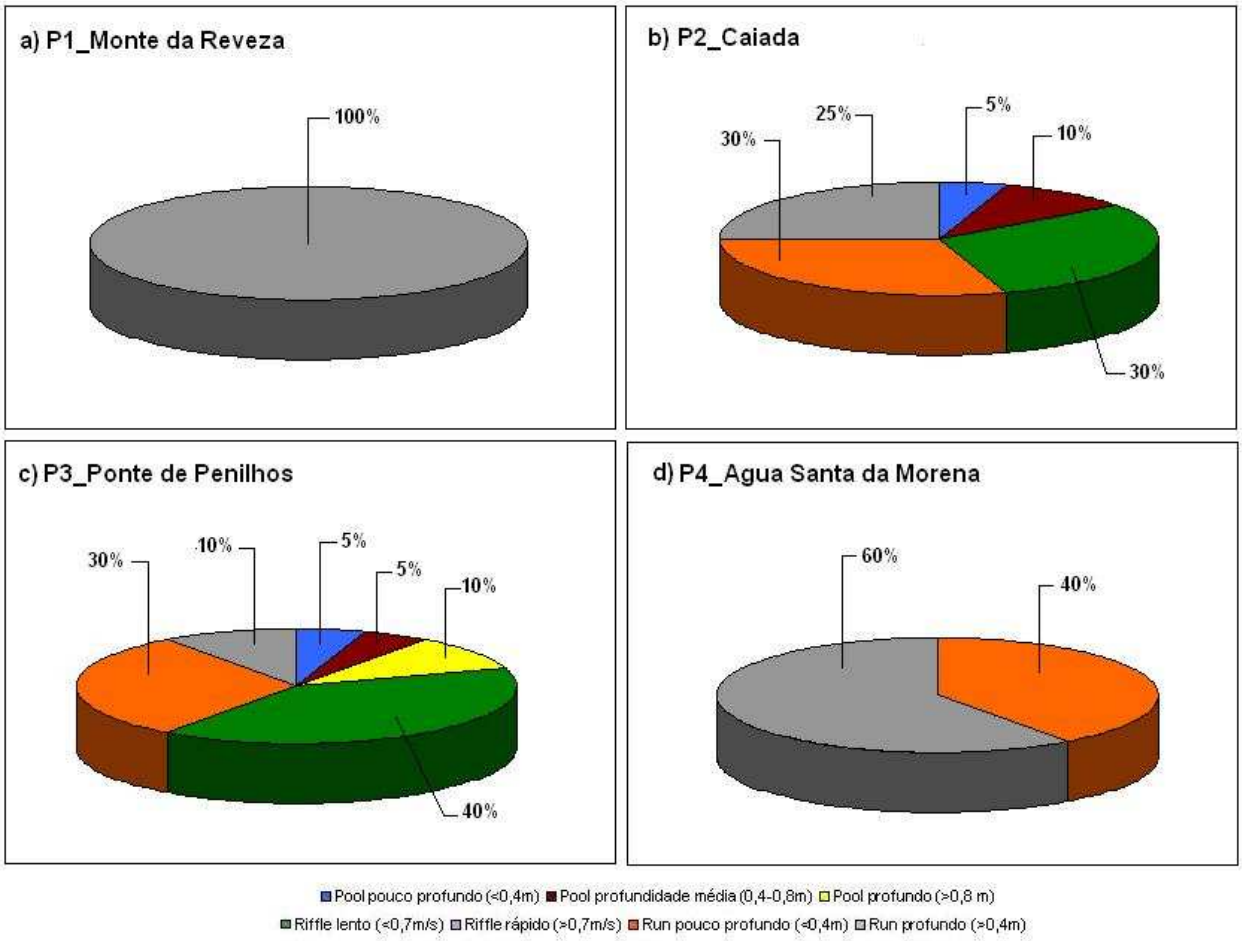


Figura 1.2.1.1 – Identificação e quantificação dos elementos físicos que compunham os locais amostrados na Ribeira de Oeiras.

Em termos de elementos físicos na massa de água, os pontos amostrados na Ribeira de Oeiras variavam entre uma elevada diversidade habitacional em P2 e P3, onde dominavam as zonas de *Run* e *Riffle* de diferentes profundidades e velocidades de corrente, e uma reduzida diversidade de habitats nos pontos P1 e P4, caracterizados essencialmente pela presença de *Run* de profundidade superior a 0,40 m.

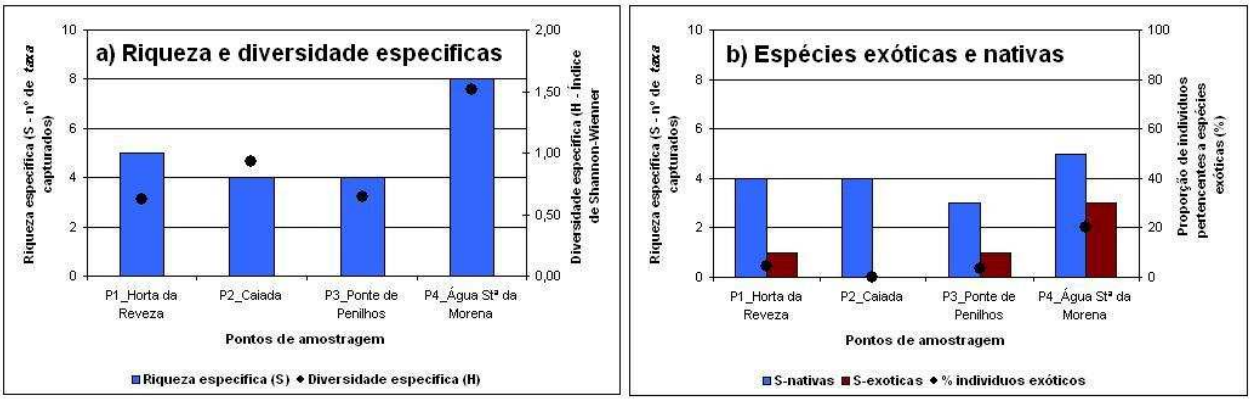


Figura 1.2.2.1 – Riqueza, diversidade específica (a) e proporção de indivíduos pertencentes a espécies exóticas (b) nos pontos amostrados na Ribeira de Oeiras.

Em termos de riqueza e diversidade específicas, o ponto P4_Água Santa da Morena apresentou os valores mais elevados, comparativamente com os restantes pontos de amostragem. Os indivíduos pertencentes a espécies exóticas apresentam proporções reduzidas ao longo dos locais amostrados, verificando-se uma predominância de indivíduos autóctones.

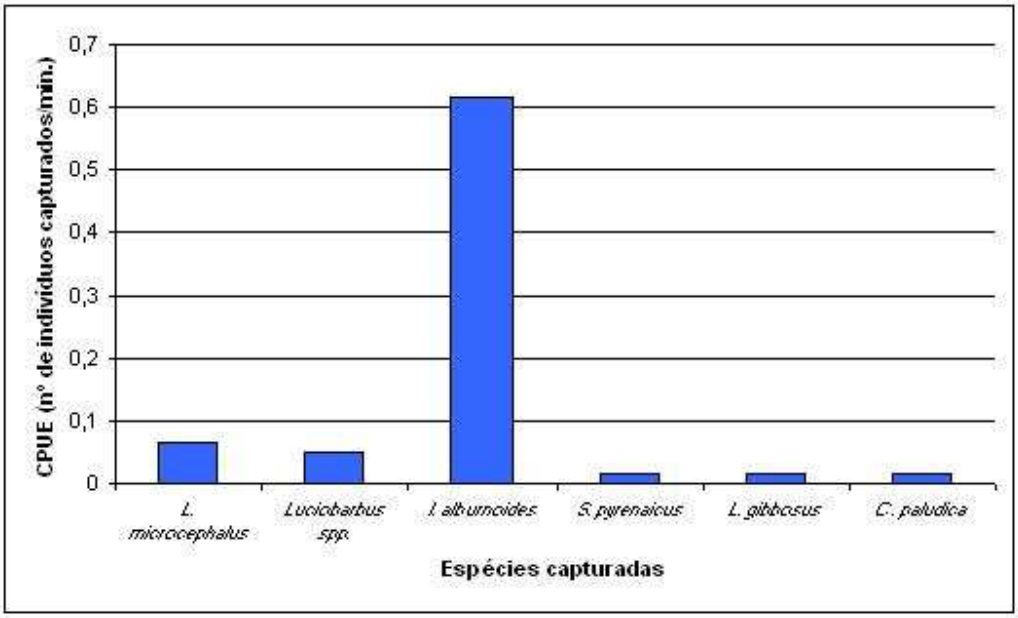


Figura 1.2.2.2 – Abundância das espécies capturadas no ponto P1_Horta da Reveza.

Do total de cinco espécies capturadas no ponto P1_Horta da Reveza, quatro eram nativas e apenas uma exótica. A espécie *I. alburnoides* apresentou o valor mais elevado de abundância (aproximadamente 0,6 CPUE). As restantes espécies apresentaram valores reduzidos de CPUE.

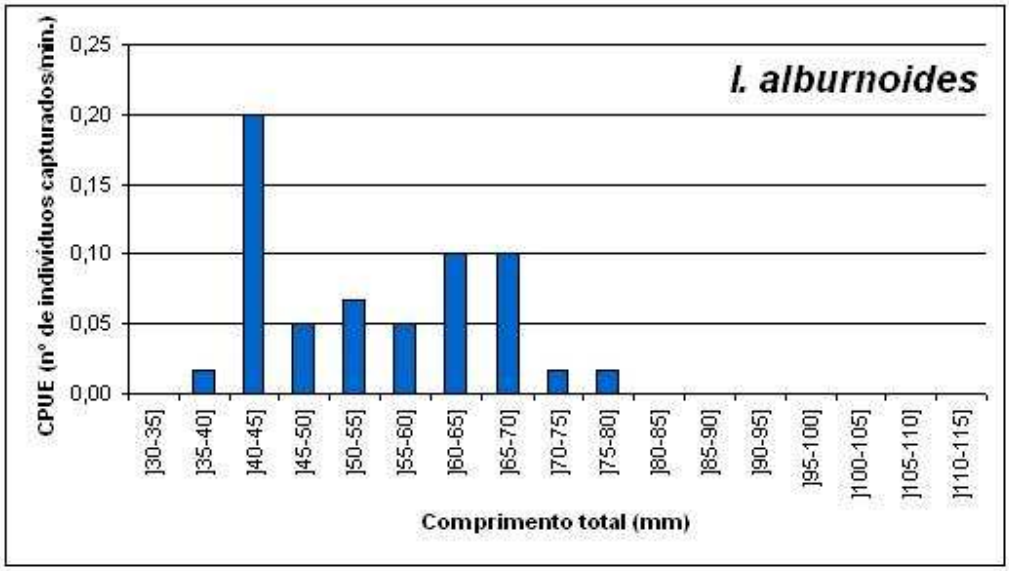


Figura 1.2.2.3 – Distribuição dos indivíduos pertencentes à espécie *I. alburnoides*, capturados no ponto P1_Horta da Reveza, por classes dimensionais.

Os exemplares desta espécie capturados no ponto P1 apresentavam uma distribuição por classes dimensionais relativamente ampla, sendo possível observar a presença de dois picos de abundância que provavelmente se encontram associados às respectivas classes etárias. A população apresenta alguma estabilidade em termos de estrutura dimensional, não se verificando a ausência de classes intermédias às registadas.

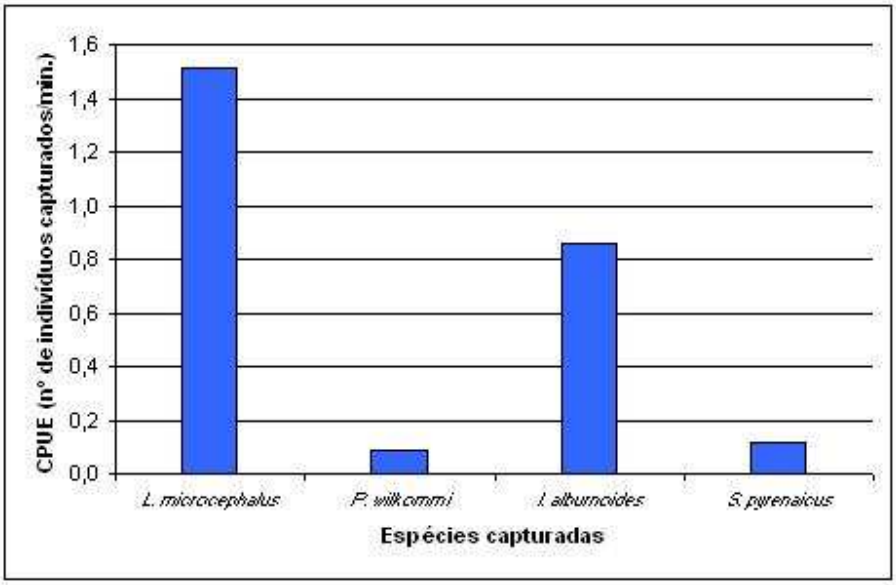


Figura 1.2.2.4 – Abundância das espécies capturadas no ponto P2_Caiada.

Foi capturado um total de apenas 4 espécies piscícolas, sendo contudo de salientar a ausência de *taxa* de carácter exótico neste local. As espécies *L. microcephalus e* I. *alburnoides* apresentaram os valores mais elevados de abundância (1,5 e 0,85 respectivamente). As restantes espécies apresentaram valores residuais de abundância, sendo contudo de salientar a presença de boga-do-Guadiana, um endemismo ibérico com elevado valor conservacionista e ambiental.

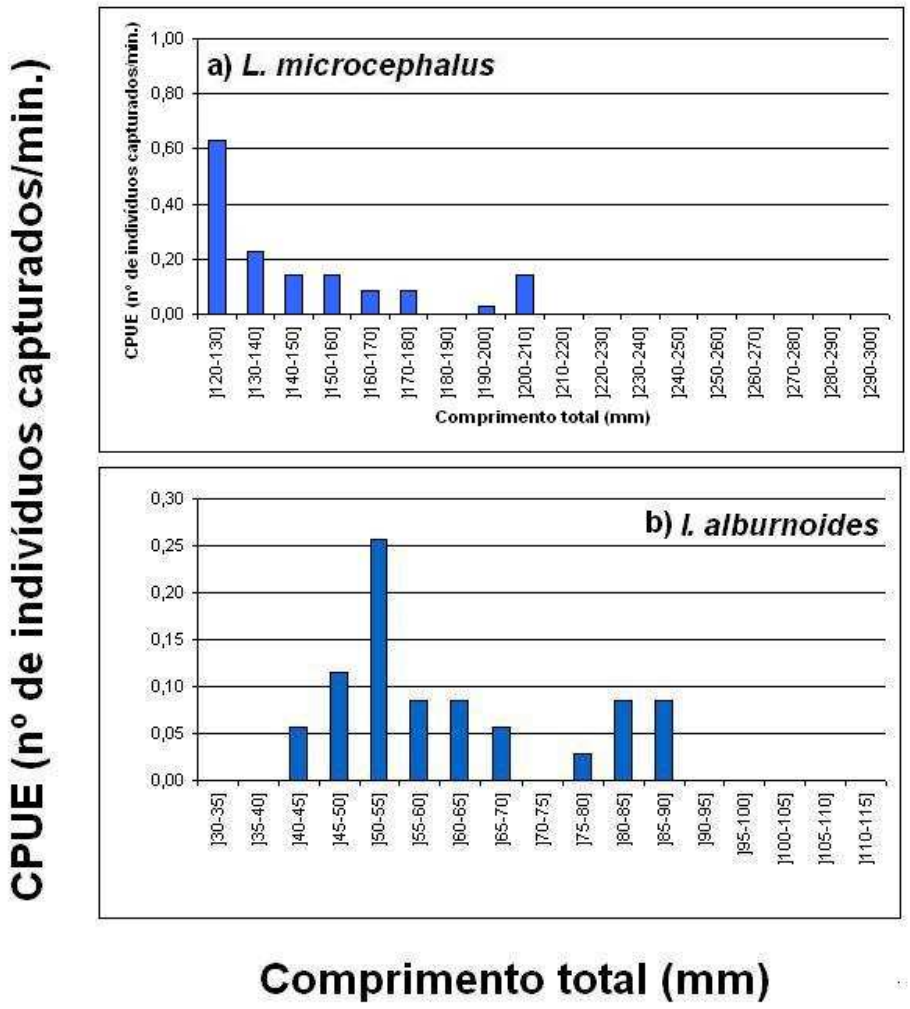


Figura 1.2.2.5 – Distribuição dos indivíduos pertencentes às espécies capturadas no ponto P2_Caiada por classes dimensionais.

As populações piscícolas das várias espécies capturadas em P2 apresentam uma distribuição de comprimentos totais dominada por jovens adultos, na sua maioria próximos da idade de primeira maturação. A comunidade evidencia a ausência de algumas classes intermédias que deveriam estar presentes, bem como a inexistência de exemplares juvenis, que constituiriam a futura base de recrutamento.

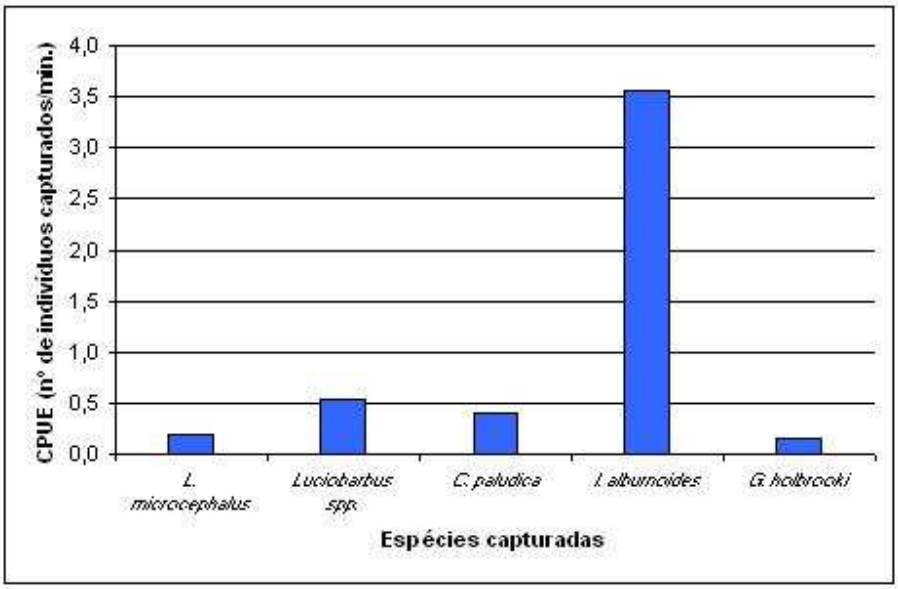


Figura 1.2.2.6 – Abundância das espécies capturadas no ponto P3_Ponte de Penilhos.

O ponto de amostragem P3 apresentou uma abundância maior de espécimens piscícolas comparativamente com P2 e P3. O *taxa* mais abundante foi *I. alburnoides*. com um valor de CPUE de 3,5, superior a qualquer valor de abundância obtido ao longo dos pontos de amostragem na Ribeira de Oeiras.

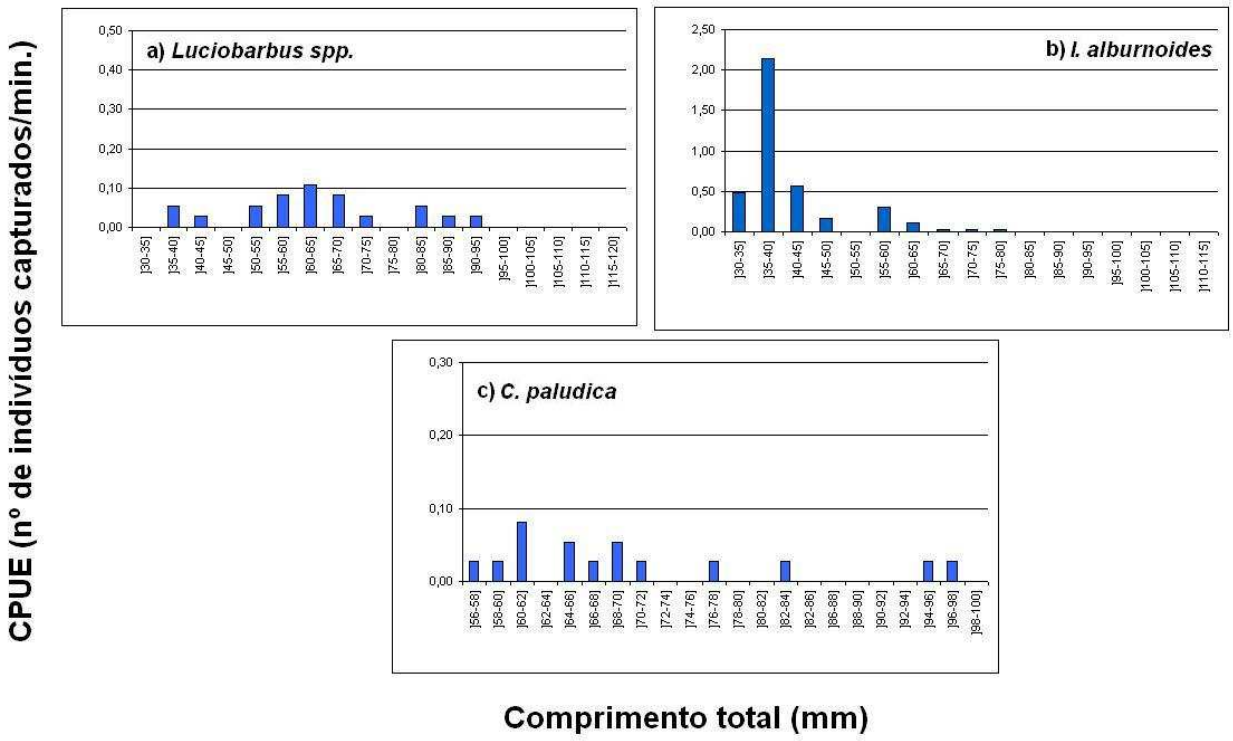


Figura 1.2.2.7 – Distribuição dos indivíduos pertencentes às espécies capturadas no ponto P3_Ponte de penilhos por classes dimensionais.

As espécies apresentam uma estrutura dimensional algo irregular, onde de uma forma geral se verifica a ausência de classes dimensionais intermédias que deveriam estar presentes na população. Em todas as espécies capturadas neste local, a maioria dos indivíduos eram representativos de classes dimensionais menores.

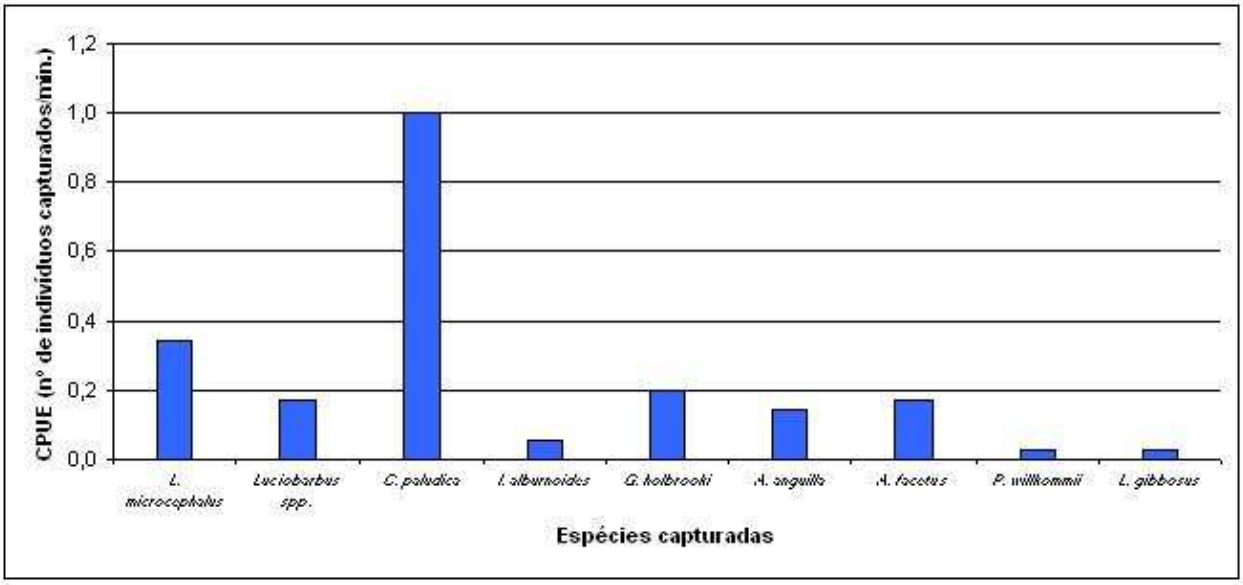


Figura 1.2.2.8 – Abundância das espécies capturadas no ponto P4_Água Santa da Morena.

O ponto de amostragem P4 apresentou uma abundância menor de espécimens piscícolas comparativamente com P2 e P3, contrastando com a elevada riqueza específica deste local. O *taxa* mais abundante foi *C. paludica* com um valor de CPUE de 1.0,

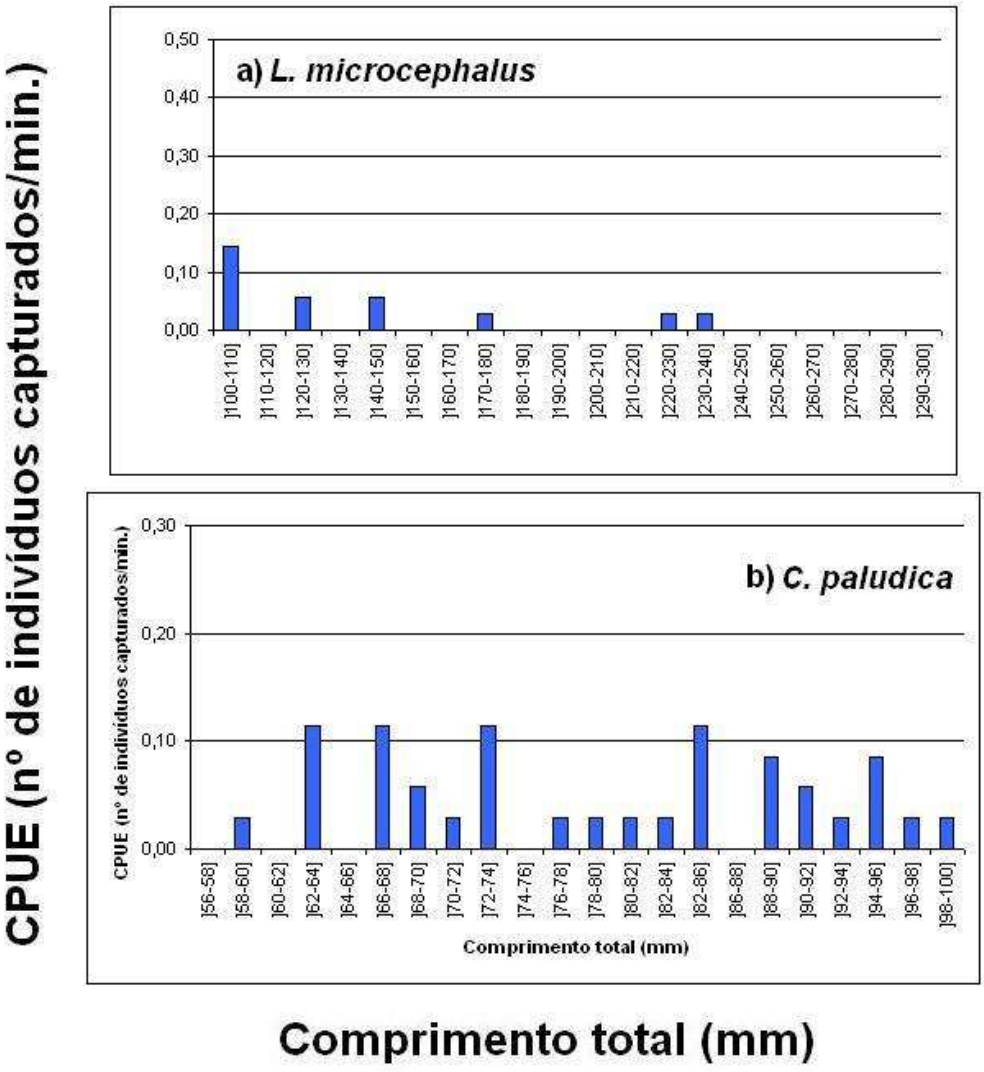


Figura 1.2.2.9 – Distribuição dos indivíduos pertencentes às espécies capturadas no ponto P4_Água Santa da Morena por classes dimensionais.

A análise da distribuição de comprimentos totais da população de *L. microcephalus* capturados no ponto P4 apresentou resultados semelhantes aos observados nos restantes locais amostrados, verificando-se uma maior abundância de espécimens de menor dimensão, próximos da idade de primeira maturação. Por outro lado a população de *C. paludica* apresentou uma elevada irregularidade em termos de distribuição de comprimentos totais, verificando-se a ausência de classes dimensionais intermédias que deveriam estar presentes.

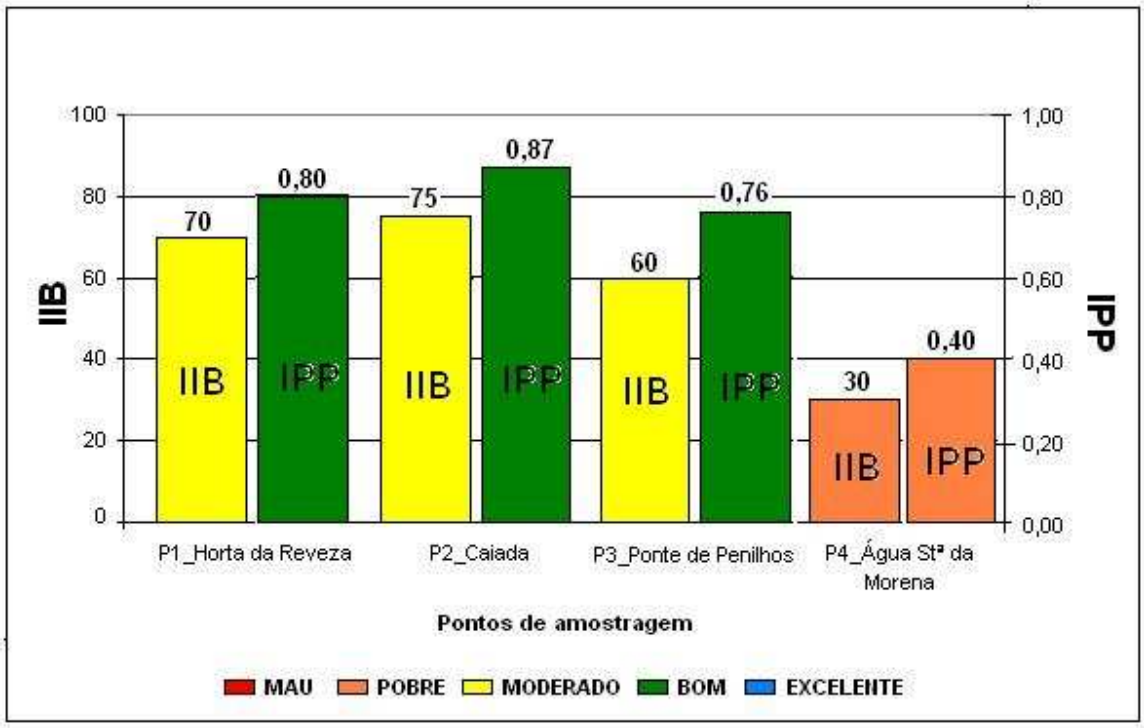


Figura 1.2.3.1 – Aplicação do Índice de Integridade Biótica (IIB, Ferreira *et al.*, 1996) e do Índice Piscícola Português (IPP, INAG, 2007) aos pontos de amostragem seleccionados na Ribeira de Oeiras.

A avaliação da qualidade ecológica na Ribeira de Oeiras apresentou alguma variação consoante o tipo de índice utilizado. Enquanto o índice IIB atribuiu a classificação de "Moderado" à maioria dos pontos de amostragem, o índice IPP avaliou a maioria destes locais de forma positiva, atribuindo a classificação de Bom aos pontos P1, P2 e P3. O ponto P4 apresentou as pontuações mais reduzidas tendo sido classificado como "Pobre" por ambos os índices aplicados.

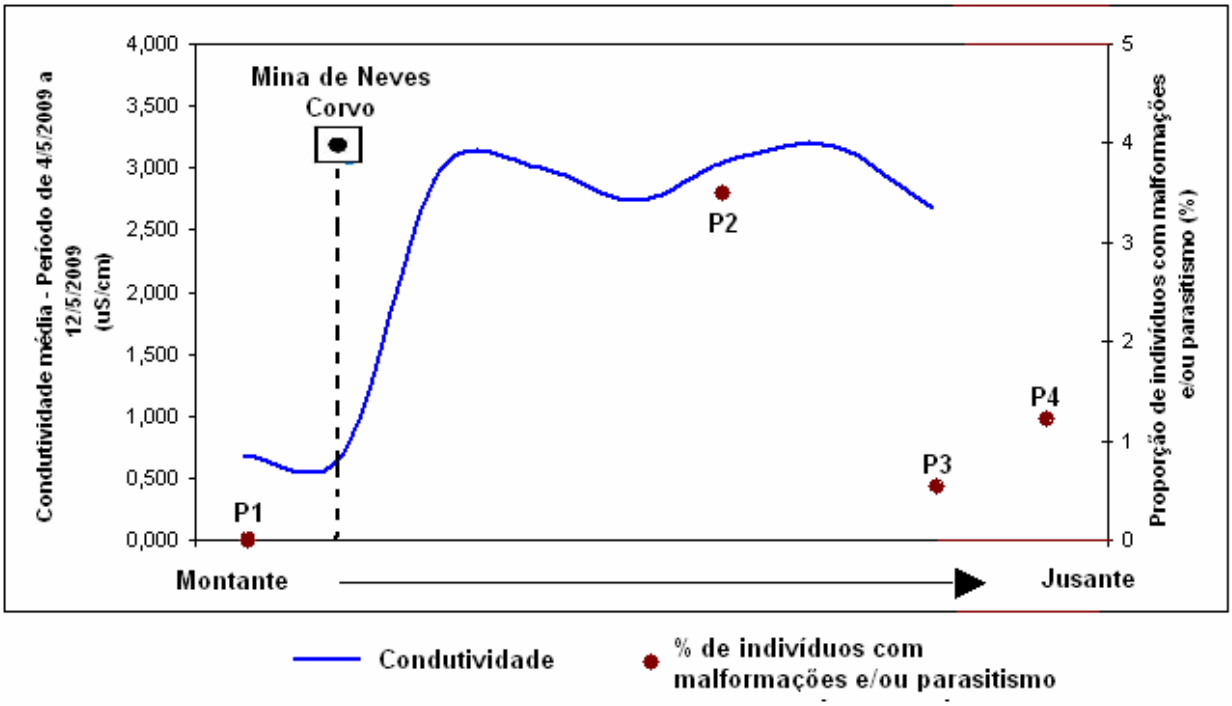


Figura 1.2.3.2 – Variação da condutividade ao longo da Ribeira de Oeiras e da proporção de exemplares piscícolas com sinais de malformações e/ou parasitismo ao longo dos locais amostrados.

A proporção de indivíduos que apresentam sinais de malformações e/ou parasitismo, parece seguir uma tendência semelhante à condutividade. Enquanto no ponto P1 não foi capturado nenhum exemplar piscícola que apresentasse sinais de stress fisiológico, o ponto P2 (primeiro local a jusante da mina) apresentou o valor mais elevado para este parâmetro com 3,3%. Os restantes locais amostrados a jusante da mina, apesar de apresentarem uma proporção menor de indivíduos com este tipo de problemas, continuam a registar proporções superiores ao local amostrado a montante da mina.

1.5. Tabelas

Tabela 1.2.2.1 – Espécies piscícolas capturadas nos pontos amostragem na Ribeira de Oeiras e respectivos estatutos de conservação (a azul estão representadas as espécies exóticas)

Espécies capturadas	L.V. Portugal*	Convenção de Berna	Directiva Habitats*
CYPRINIFORMES			
Cyprinidae			
Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758) Enguia	EN	-	-
Luciobarbus microcephalus Almaça, 1967 Barbo-de-cabeça-pequena	NT	III	V
Pseudochondrostoma willkommii Steindachner, 1866 Boga do Guadiana	VU	III	II
Iberocypris alburnoides (Steindachner, 1866) Bordalo	VU	III	II
Squalius pyrenaicus (Gunther, 1868) Escalo do Sul	EN	III	-
Cobitidae			
Cobitis paludica (de Buen, 1930) Verdemã-comum	LC	III	II
CYPRINODONTIFORMES			
Poecilidae			
Gambusia holbrooki Girard, 1859 Gambúsia	-	-	-
PERCIFORMES			
Centrarchidae			
Lepomis gibbosus (Linnaeus, 1758) Perca-sol	-	-	-
Cichlidae			
Australoheros facetus (Jenyns, 1842)	-	-	-

*** Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (LV):** CR – Criticamente em Perigo, EN – Em Perigo, LC – Pouco Preocupante, VU – Vulnerável, NT – Não Ameaçado. **Convenção de Berna:** Anexo III – Espécies da fauna protegidas. **Directiva Habitats:** Anexo II – Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação, Anexo V – Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja captura ou colheita na natureza e exploração podem ser objecto de medidas de gestão.

Na campanha de amostragem realizada durante o Outono de 2008 na Ribeira de Oeiras foi capturado um total de nove espécies piscícolas, seis das quais de origem nativa e três de carácter exótico, verificando-se uma predominância das espécie autóctones.

Tabela 1.2.2.2 – Espécies piscícolas capturadas em cada ponto de amostragem na Ribeira de Oeiras e respectivos intervalos de comprimento total

Ponto de amostragem	***Taxa* capturados (nº total de capturas)**	**Comprimento mínimo (mm)**	**Comprimento máximo (mm)**
P1_Horta da Reveza	*L. microcephalus* (4)	4 exemplares: 105/132/154/257	
	Luciobarbus spp. (3)	3 exemplares: 56/73/91	
	I. alburnoides (37)	37	76
	S. pyrenaicus (1)	1 exemplar: 91	
	C. paludica (1)	1 exemplar: 62	
	L. gibbosus (1)	1 exemplar: 103	
P2_Caiada	*L. microcephalus* (53)	121	294
	P. willkommii (3)	3 exemplares: 63/81/86	
	I. alburnoides (30)	41	90
	S. pyrenaicus (4)	4 exemplares: 62/64/66/76	
P3_Ponte de Penilhos	*L. microcephalus* (7)	7 exemplares: 120/122/125/125/128/145/203	
	Luciobarbus spp. (20)	37	95
	C. paludica (15)	57	83
	I. alburnoides (132)	30	79
	G. holbrooki (6)	6 exemplares: 31♂/46♀/47♀/47♀/48♀/58♀	
P4_Água Santa da Morena	*L. microcephalus* (12)	121	234
	Luciobarbus spp. (6)	6 exemplares: 55/69/75/94/96/97	
	C. paludica (35)	60	100
	I. alburnoides (2)	2 exemplares: 39/59	
	G. holbrooki (7)	7 exemplares: 32♂/43♀/46♀/47♀/47♀/48♀/52♀	
	A. anguilla (5)	5 exemplares: 205/205/220/225/290	
	A. facetus (6)	6 exemplares: 49/66/103/112/115/123	
	P. willkommii (1)	1 exemplar: 172	
	L. gibbosus (1)	1 exemplar: 101	

Os *taxa* nativos apresentaram uma distribuição mais ampla e maior número de capturas ao longo dos pontos amostrados na Ribeira de Oeiras, comparativamente com as espécies exóticas, com especial evidência para *L. microcephalus* e *I. alburnoides* cuja ocorrência foi confirmada em todos os locais.

Secção 2

Metodologias

2.1. Amostragem da fauna piscícola

Durante o mês de Maio de 2009, foram monitorizados quatro pontos de amostragem na Ribeira de Oeiras, designados neste relatório por Horta da Reveza (P1), situado a montante da mina, Caiada (P2), Ponte de Penilhos (P3) e Água Santa da Morena (P4), situados a jusante. A amostragem da fauna piscícola não se encontrava prevista para o segundo ponto referido, tendo este sido adicionado ao programa de monitorização em substituição de um outro troço de amostragem (Monte do Queimado) onde, devido à elevada condutividade, não foi possível proceder à amostragem (Figura 2.1.1)

Em cada um dos pontos definidos, a técnica de amostragem utilizada foi a pesca eléctrica, recorrendo-se para o efeito a um aparelho de margem *Hans Grassl* EL 62, 600 V-DC, 10A.

O protocolo de amostragem utilizado foi o desenvolvido pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água (INAG, 2008a). Segundo este documento, o comprimento do troço de amostragem deve ser 20 vezes a largura média da ribeira, nunca devendo ser inferior a 100 m.

Todos os indivíduos capturados foram mantidos em tinas apropriadas para posterior identificação, medição (precisão de 1 mm), e contagem. Os animais foram devolvidos ao seu habitat natural, excepto aqueles cuja identificação era duvidosa, exigindo confirmação em laboratório. Estes indivíduos foram conservados em álcool a 96^{o}. As espécies exóticas capturadas não foram devolvidas ao meio aquático.

Posteriormente à amostragem, procedeu-se à caracterização biofísica de cada troço, considerando os parâmetros descritos na ficha de campo disponibilizada em anexo no referido protocolo.

2.2. Recolha de tecidos para análise de metais

Durante a amostragem da ictiofauna, sempre que possível, foram seleccionados e sacrificados em cada local cinco exemplares da espécie *L. microcephalus* (barbo-de-cabeça-pequena) com vista a uma posterior extracção de tecidos para determinação da concentração de metais. Durante a selecção dos indivíduos teve-se o cuidado de escolher os indivíduos de maior dimensão para que a quantidade de material biológico disponível fosse suficiente para as análises requeridas.

Com o objectivo de obter uma amostra de referência, o mesmo número de exemplares da espécie referida foi igualmente recolhido num local situado numa linha de água próxima à Ribeira de Oeiras (Ribeira de Carreiras – Carreiras 2, situado próximo da confluência com o Rio Guadiana) (Figura 2.2.1), onde a principal pressão considerada neste estudo (descarga de metais pesados do efluente da mina) não ocorre.

Os órgãos considerados para análise foram o fígado e o músculo, tendo-se procedido à sua extracção recorrendo a material devidamente descontaminado de modo a não adulterar os resultados. Sempre que possível, foi utilizado material de plástico, excepção feita às lâminas de bisturi e tesouras que eram de aço inoxidável.

Após a sua extracção, o material biológico foi devidamente etiquetado e conservado em gelo. Posteriormente foi enviado para análise na Universidade de Coimbra, desta feita conservado em gelo seco e transportado em mala térmica.

2.3. Tratamento de dados

Apesar da terminologia científica que consta do Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Rogado *et al.*, 2005) ser até aqui a mais frequentemente aplicada, optou-se por utilizar neste relatório a nova terminologia científica, resultante da revisão taxonómica realizada por Kottelat & Freyhof (2007).

A abundância das várias espécies capturadas em cada ponto de amostragem e para cada classe dimensional foi obtida através do cálculo do valor de CPUE (captura por unidade de esforço expressa em número de indivíduos capturados/minuto).

Os indivíduos capturados foram, após medição, distribuídos por classes de comprimento cujo intervalo variou consoante a espécie em questão. Os

exemplares da espécie *C. paludica,* que apresentam uma dimensão mais reduzida, foram distribuídos por classes dimensionais com intervalos de 2 mm.

Por outro lado, a espécies *L. microcephalus* que pode apresentar maiores dimensões e consequentemente uma maior amplitude de comprimento entre os indivíduos de maiores e menores dimensões, foi distribuída por classes dimensionais com intervalos de 10 mm. As restantes espécies capturadas foram distribuídas por classes dimensionais com intervalos de 5 mm.

Na bacia hidrográfica do Guadiana, caracterizada por um elevado número de endemismos, o género *Luciobarbus* spp. encontra-se representado por quatro espécies, designadamente, *L. microcephalus*, *L. comizo*, *L. steindachneri* Almaça, 1967 e *L. sclateri* Gunther, 1868 (Rogado *et al.*, 2005). Apesar das suas semelhanças em termos físicos, a sua identificação é relativamente fácil quando adultos, o mesmo não sucedendo quando se está na presença de exemplares mais jovens e de menor dimensão onde as características especificas discriminantes são pouco nítidas. Desta forma, e uma vez que para confirmar a sua taxonomia em laboratório seria necessário sacrificar todos os animais, optou-se por classificar os barbos capturados cujo comprimento total era inferior a 120mm (comprimento total geralmente associado à primeira idade de maturação segundo Lobón-Cerviá & Fernández-Delgado, 1984) em *Luciobarbus spp.* distribuindo-os em classes dimensionais com intervalos de 5 mm e analisando a sua estrutura dimensional de forma separada dos adultos.

Para avaliar a diversidade e o número de *taxa* das comunidades piscícolas dos pontos amostrados, a nível taxonómico, utilizaram-se os seguintes parâmetros ecológicos:

(i) Riqueza (S), correspondente ao número de *taxa* presentes (foi também analisada de forma separada a riqueza de espécies nativas e exóticas);

(ii) Diversidade (H), correspondente ao índice de Shannon-Wienner, calculado através da equação $H = - \sum p_i \ln (p_i)$, em que p_i é a frequência relativa de cada uma dos *taxa i.*

Foi calculada também a proporção de indivíduos pertencentes a espécies piscícolas exóticas presentes em cada local, dividindo o número de indivíduos exóticos pelo número total de indivíduos capturados. Da mesma forma foi também determinada a proporção de indivíduos que apresentavam parasitas e/ou malformação e tumores em cada local amostrado.

Para a avaliação do estado ecológico das linhas de água amostradas com base na sua comunidade ictíica foram utilizados e comparados dois índices: o IIB –

Índice de Integridade Biótica (IIB), desenvolvido por Karr (1981) e adaptado para a bacia do Guadiana por Ferreira *et al*. (1996), e o IPP – Índice Piscícola Português, desenvolvido pelo INAG no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água em Portugal (INAG, 2007). A aplicação do IIB consistiu no cálculo de sete métricas, nomeadamente:

(i) número de espécies endémicas da Península Ibérica;

(ii) número de espécies nativas;

(iii) número de espécies exóticas;

(iv) número de espécies intolerantes à degradação ambiental;

(v) percentagem do número total de peixes representada por espécies tolerantes à degradação ambiental;

(vi) percentagem do número total de peixes representada por espécies endémicas invertívoras;

(vii) percentagem de espécies nativas litófilas.

Estes parâmetros são posteriormente separados por classes (Tabela 2.3.1) e o índice é calculado como a soma das pontuações atribuídas a cada classe, variando entre 0 e 100 (Tabela 2.3.2).

Para aplicação do IPP, foi necessário conhecer a tipologia abiótica em que os pontos de amostragem se encontravam inseridos, neste caso S1 > 100 km^2 (INAG, 2008b), de modo a seleccionar as métricas a aplicar (Tabela 2.3.3). O valor calculado para cada métrica é então padronizado entre 0 (mau estado ecológico) e 10 (elevado estado ecológico), mediante o estabelecimento de limites e atribuição de *scores* contínuos por interpolação. Os limites vão depender da relação entre as métricas e a degradação (INAG, 2007).

Para as métricas que diminuem com a degradação a sua padronização é efectuada através da seguinte fórmula:

$$\frac{Xi - 5\%não referência}{50\%referência - 5\%não referência} * 10$$

As métricas que aumentam com a degradação também são padronizadas seguindo um método semelhante:

$$10 - \frac{Xi - 50\%referência}{95\%não referência - 50\%referência} * 10$$

O Índice Piscícola Português varia entre 0 (mau estado ecológico) e 100 (elevado estado ecológico), sendo calculado através da seguinte expressão:

$\frac{\sum Msi * 10}{N}$, onde *Ms* é o *score* de cada métrica e *N* o número total de métricas por tipo de rio.

Após a aplicação desta expressão, o valor obtido é normalizado em EQRs, através da sua divisão pela mediana do grupo de referência do respectivo tipo de rio. O valor obtido é então integrado numa das cinco classes de qualidade cujas fronteiras variam consoante a tipologia da linha de água e encontram-se descritas na Tabela 2.3.3.

Para os dois índices aplicados, a designação referente à avaliação qualitativa da integridade biológica foi adaptada de modo a corresponder à nomenclatura utilizada no âmbito da Directiva Quadro da Água, nomeadamente "Mau", "Pobre", "Moderado", "Bom" e "Excelente".

2.4. Figuras

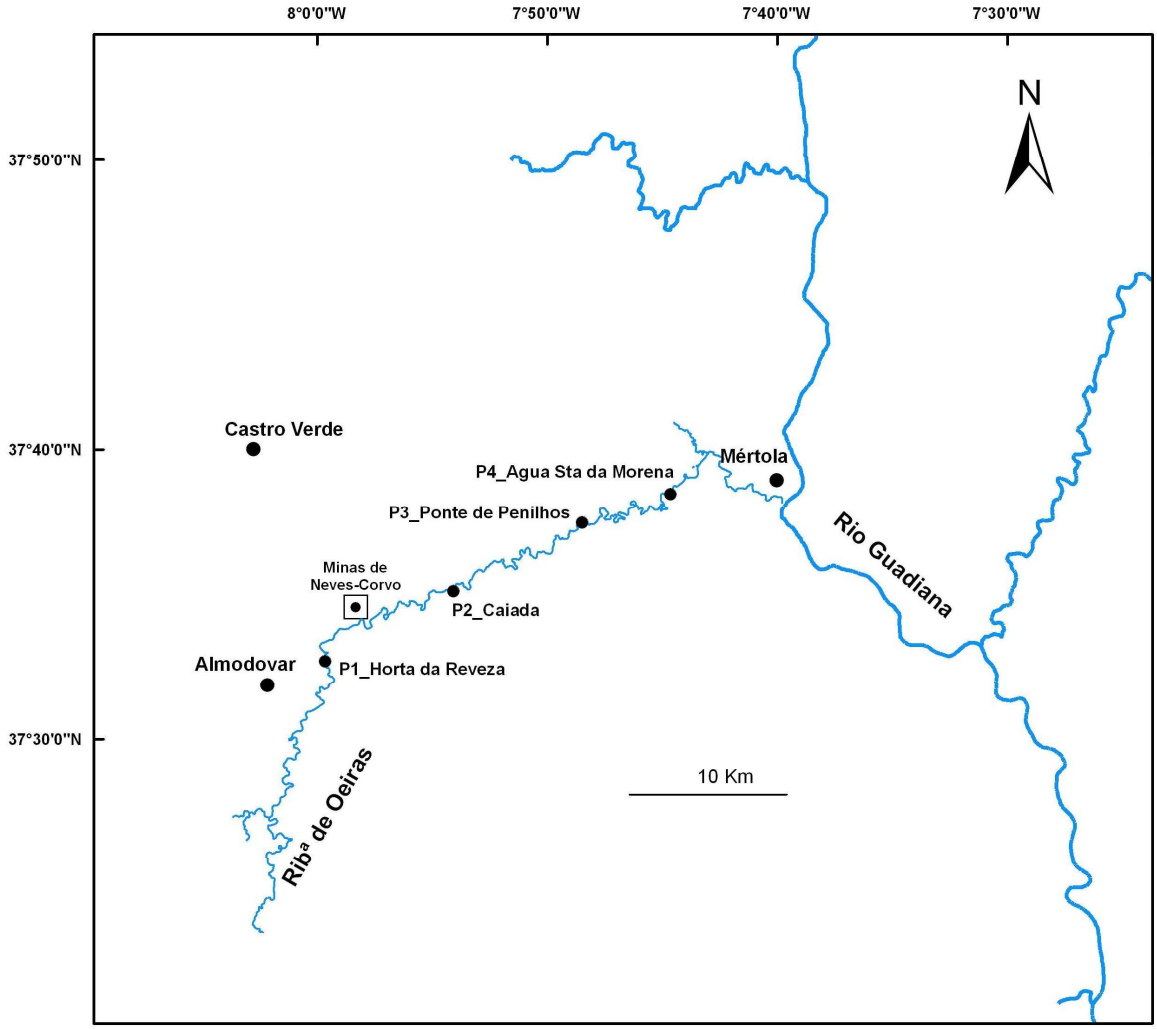


Figura 2.1.1 – Localização dos pontos de amostragem na Ribeira de Oeiras.

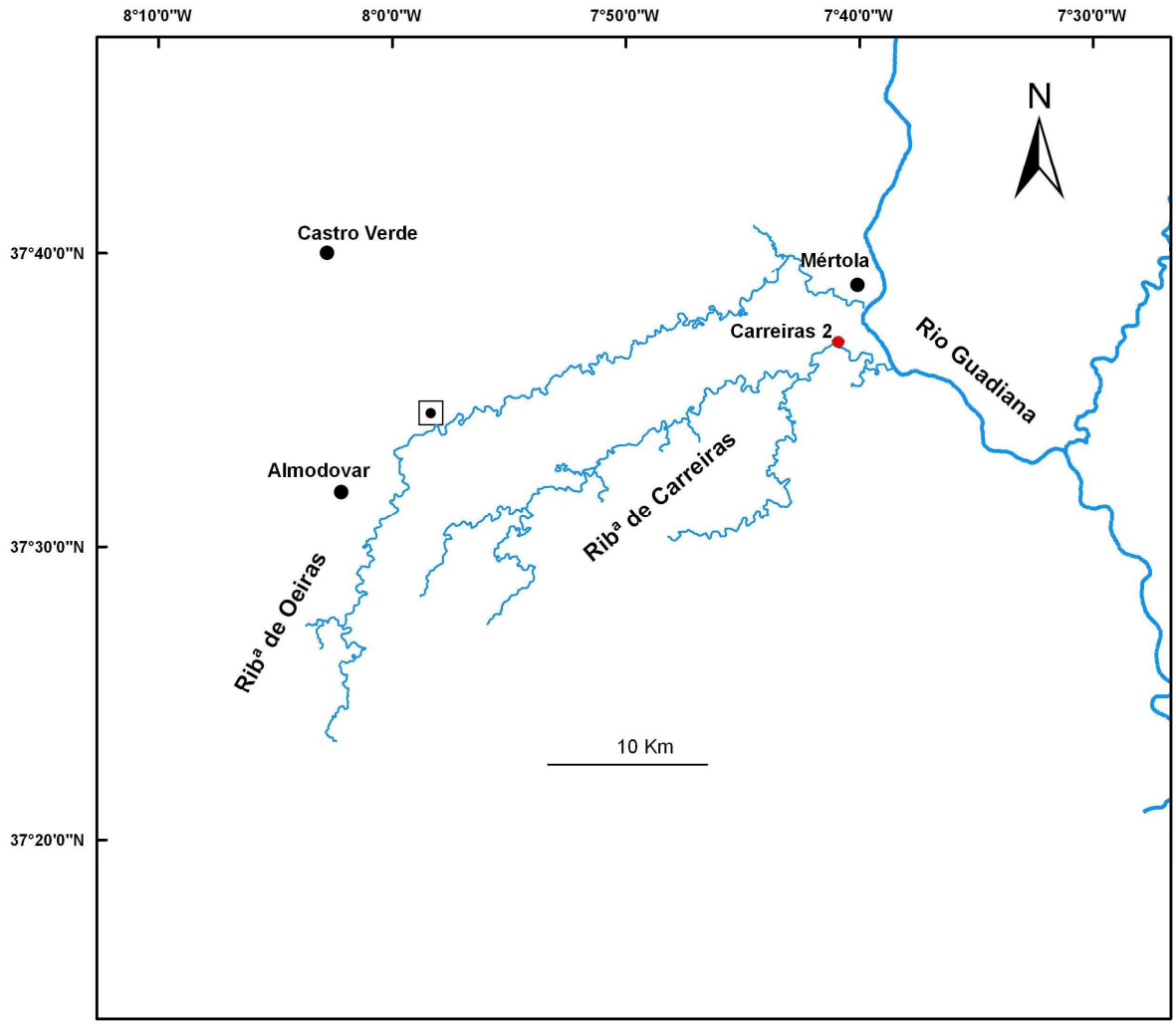


Figura 2.2.1 – Localização do ponto de amostragem na Ribeira de Carreiras onde foi recolhida a amostra de referência.

2.5. Tabelas

Tabela 2.3.1 – Parâmetros considerados no cálculo do IIB (Ferreira *et al.*, 1995), valor absoluto encontrado e valor ponderado considerado

Parâmetro	Valor absoluto	Valor ponderado
Número de espécies endémicas da Península Ibérica	0 e 1	0
	2 e 3	5
	4 e 5	10
	>5	15
Número de espécies nativas	0	0
	1 e 2	5
	>2	10
Número de espécies exóticas	0	15
	1	10
	2 e 3	5
	>3	0
Número de espécies intolerantes à degradação ambiental	0 e 1	0
	2 e 3	5
	4 e 5	10
	>5	15
Percentagem do número total de peixes representada por espécies tolerantes à degradação ambiental	0-10%	15
	10-30%	10
	30-50%	5
	>50%	0
Percentagem do número total de peixes representada por espécies endémicas invertívoras	0-20%	0
	20-50%	5
	50-80%	10
	>80%	15
Percentagem de espécies nativas litófilas	0-10%	0
	10-40%	5
	40-60%	10
	>60%	15

Tabela 2.3.2 – Intervalos de pontuação final do IIB, respectivas classes de integridade e seu significado em termos biológicos

Amplitude de valores	Classes de integridade	Significado biológico
0-25	**Mau**	Integridade muito baixa, sistema muito degradado
26-50	**Pobre**	Integridade baixa, sistema degradado de difícil recuperação
51-75	**Moderado**	Integridade média, sistema degradado mas recuperável
76-89	**Bom**	Integridade elevada, sistema pouco ou nada degradado
90-100	**Excelente**	Integridade muito elevada, sistema não degradado

Tabela 2.3.3 – Métricas aplicadas na determinação do IPP para os locais de amostragem na Ribeira de Oeiras (tipologia S1> 100 km^2), valores dos percentis utilizados na sua padronização, mediana do respectivo grupo de referência e fronteiras utilizadas para determinação da qualidade ecológica (adaptado de INAG, 2007)

Tipologia	Métricas	Resposta à degradação	Percentil 50 (referência)	Percentil 5 (não-referência	Percentil 95 (não-referência)	Mediana (referência)	Fronteiras (EQR)
S1> 100km^2	CPUE total	↓	25,5	0,6	97,3	90,8	Mau-Pobre 0,24 Pobre-Moderado 0,47 Moderado-Bom 0,71 Bom-Excelente 0,94
	% Espécies endémicas	↓	66,7	0,0	100,0		
	% Indivíduos limnófilicos	↑	17,0	0,04	100,0		
	% Indivíduos generalistas	↓	59,4	0,0	94,6		
	% Indivíduos litofílicos	↓	90,3	0,0	100,0		
	% Espécies tolerantes	↑	50,0	25,4	100,0		

Secção 3

Bibliografia

ALMAÇA, C. 1995. Freshwater fish and their conservation in Portugal. *Biological Conservation* **72:** 125-127.

ALMAÇA, C. 1996. Peixes dos rios de Portugal. Edições INAPA: 115-126.

ANDRADE, I., BRITO, F., FERNANDES, J. & FERREIRA, M. T. 1995. Qualidade biológica da água na Ribeira de Oeiras (Alentejo) antes da instalação das Minas de Neves-Corvo. *Revista Florestal* **8**: 19-32.

CLAVERO, M., BLANCO-GARRIDO, F. & PRENDA, J. (2004). Fish fauna in Iberian Mediterranean river basins: biodiversity, introduced species and damming impacts. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. **14**, 575-585.

COLLARES-PEREIRA, M. J., COWX, I. G., RIBEIRO, F. RODRIGUES, A. J. & ROGADO, L. 2000. Threats imposed by water resource development resource schemes on the conservation of endangered fish species in the Guadiana River Basin in Portugal. *Fisheries Management and Ecology* **7**: 167-178.

FAUSCH, K.D., KARR, J.R. & YAMT, P.R. 1984. Regional application of an index of biotica integrity based on stream fish communities. Trans. Am. Fish. Soc. **113:** 39-55.

FERNÁNDEZ-DELGADO, C. & HERRERA, M. 1994. Population structure, growth and reproduction of *Tropidophoxinellus alburnoides*, Steindachner, 1866 in na intermittent stream of the Guadalquivir river basin, southern Spain. *Archive fur Hydrobiologie* **130:** 359-369.

FERREIRA, M. T. 2002. Passagens para peixes *in* Ecossistemas aquáticos e ribeirinhos – Ecologia, Gestão e Conservação (Eds. MOREIRA, I., FERREIRA, M. T., CORTES, R., PINTO, P. & ALMEIDA, P. R.). *Instituto Nacional da Água.* 12.3-12.9 pp.

FERREIRA, M. T., CORTES, R. M. V., GODINHO, F. & OLIVEIRA, J. M. 1996. Indicadores da qualidade biológica da água aplicados à bacia do Guadiana. *Recursos Hídricos* **17**: 9-20.

HUGHES, R. M., OBERDORFF, T. 1999. Applications of IBI concepts and metrics to waters outside the United States and Canada. In Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities. TP Simon ed. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp:79-93.

ILHÉU, M. A. P. 2004. Padrões de uso de habitat da ictiofauna em rios de tipo mediterrânico. Tese para a obtenção do grau de doutor em Ciências do Ambiente. Universidade de Évora. 274pp.

INAG, I. P. 2007. Avaliação da qualidade ecológica em rios portugueses com base na fauna piscícola. Relatório final, INAG – Universidade de Évora, Évora.

INAG, I. P. 2008a. Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água – Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

INAG, I. P. 2008b. Tipologia de Rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I – Caracterização abiótica. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

INAG, I. P. 2008c. Directiva Quadro da Água – Relatório Final de Bacia: Guadiana, Sado, Mira e Ribeiras do Algarve. Relatório final, INAG – Universidade de Évora, Évora.

KARR, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries. **6**: 21-27.

KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof. Berlin, Germany. 646 pp.

LOBÓN-CERVIÁ, J. & FERNÁNDEZ-DELGADO, C. 1984. On the biology of the barbel (*Barbus barbus bocagei*) in the Jarama river. *Folia Zoologica*, **33**: 371-384.

MATTHEWS, W. J. 1998. Patterns in Freshwater Fish Ecology. Chapman & Hall, New York. 755 pp.

NORRIS, R. H. & Lake, P. S. 1984. Trace metal concentrations in fish from South Est River, Northeastern Tasmanian, Australia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **33**: 348-354.

NORRIS, R. H., SWAIN, R. S. & LAKE, P. S. 1981. Ecological effects of mine effluents in the South Est River, Northeastern Tasmanian. II. Trace Metals. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **32**: 165-173.

OLIVEIRA, J. M. (coord.), J. M. SANTOS, A. TEIXEIRA, M. T. FERREIRA, P. J. PINHEIRO, A. GERALDES e J. BOCHECHAS. 2007. *Projecto AQUARIPORT: Programa Nacional de Monitorização de Recursos Piscícolas e de Avaliação da Qualidade Ecológica de Rios*. Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa, 96 pp.

POULET, N. 2007. Impact of weirs on fish communities in a piedmont stream. *River Research and Applications* **23**: 1038-1047.

REFCOND. 2003. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. CIS Working Group 2.3. Final Version 7.0. 05-03-03.

RIBEIRO, F., BELDADE, R., DIX, M. & BOCHECHAS, J. 2007. Carta Piscícola Nacional Direcção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda. Publicação Electrónica (versão 01/2007).

ROGADO, L. (COORD.), ALEXANDRINO, P., ALMEIDA, P.R., ALVES, J., BOCHECHAS, J., CORTES, R., DOMINGOS, I., FILIPE F., MADEIRA, J. & MAGALHÃES, F. 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Eds CABRAL, M. J., ALMEIDA, J., ALMEIDA, P. R., DELLINGER, T., FERRAND DE ALMEIDA, N., OLIVEIRA, M. E., PALMEIRIM, J. M., QUEIROZ, A. L., ROGADO, L. & SANTOS-REIS, M.). *Instituto da Conservação da Natureza*. Lisboa. 57-114 pp.

SIMON, T. P. 1999. Biological integrity and use of ecological health concepts for application to water resource characterization in Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities (Eds. SIMON, T. P.). CRC Press LLC. 3 – 16 pp.

TIEMANN, J. S., GILLETTE, P., WILDHABER, M. L. & EDDS, D. R. 2004. Effects of Low-head dams on riffle dwelling fishes and macroinvertebrates in a Midwestern river. *Transactions of the American Fisheries Society* **133**: 705-717.

VILA-GISPERT, A., ALCARAZ, C. & GARCIA-BERTHOU, E. 2005. Life-history traits of invasive fish in small Mediterranean streams. *Biological Invasions* **7:** 107-116.

ANEXO 11

Relatório elaborado para a SOMINCOR no âmbito do protocolo estabelecido com o IMAR-CMA.

Relatório nº 57. Julho, 2009

Metais pesados em peixes, aves e bivalves na Ribeira de Oeiras

ANÁLISES FEITAS NO ÂMBITO DA DECLARAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL

Coordenação: Manuel Graça

IMAR / Instituto do Mar e Departamento de Zoologia
Universidade de Coimbra - 3004-517 Coimbra
Portugal

Julho, 2009

Investigadores:

Aves: *Jaime Ramos*[1,2]
Miguel Araújo[2]

Bivalves: *Manuel Graça*[1,2]
Mafalda Gama[1,2]
Maria João Feio[1,2]

Peixes: *Pedro R. Almeida*[3,4]
Carlos Alexandre[3]
Sílvia Pedro[3]

Metais: *João Pratas*[5]

Coordenação Geral: Manuel Graça[1,2]

[1] *IMAR / Instituto do Mar*
[2] *Departamento de Zoologia, Universidade de Coimbra*
[3] *CO / Centro de Oceanografia*
[4] *Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora*
[5] *Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra*

Índice

Resumo … … … … … … … … … … … … … … … … … … 4
Summary … … … … … … … … … … … … … … … … … … 5
1. Aves aquáticas como bioindicadoras … ... … … … … … … 7
1.1 Introdução … … … … … … … … … … … … … … … … 7
1.2. Métodos … … … … … … … … … … … … … … … … 7
1.3. Resultados e Discussão … … … … … … … … … … … 9
2. Bivalves e bioacumulação de metais … … … … … … … 16
2.1. Introdução … … … … … … … … … … … … … … … 16
2.2. Métodos … … … … … … … … … … … … … … … … 16
2.3. Resultados e Discussão … … … … … … … … … … … 18
3. Metais pesados em peixes … … … … … … … … … … … 30
3.1. Introdução … … … … … … … … … … … … … … … 30
3.2. Métodos … … … … … … … … … … … … … … … … 30
3.3. Resultados e Discussão … … … … … … … … … … … 30
As … … … … … … … … … … … … … … … … … … … 32
Cu … … … … … … … … … … … … … … … … … … … 34
Hg … … … … … … … … … … … … … … … … … … … 37
Zn … … … … … … … … … … … … … … … … … … … 39
4. Conclusões e Discussão Geral… … … … … … … … … … 42
5. Metodologias Gerais … … … … … … … … … … … … … 44
5.1. Amostragem de Aves … … … … … … … … … … … … 44
5.2. Amostragem de Peixes … … … … … … … … … … … 45
5.3. Medições de metais … … … … … … … … … … … … 45

(em anexo: CD com artigos citados e relatório em PDF)

Resumo

Neste relatório avalia-se o teor dos metais pesados As, Cu, Hg e Zn numa selecção de aves, invertebrados e peixes, amostrados na Ribeira de Carreiras e na Ribeira de Oeiras a montante e jusante da mina de Neves-Corvo

Aves

1. O número de aves associadas ao curso de água é reduzido na Ribeira de Oeiras pelo que não é espectável um número elevado de capturas em futuros trabalhos.

2. Para a galinha-de-água (*Gallinula chloropus*) os valores de todos os metais, tanto no sangue como nas penas, teve tendência a ser ligeiramente superior a montante da mina do que a jusante. Os teores de Hg no sangue desta espécie foram muito superiores a montante.

3. Para o rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*) não se registaram diferenças apreciáveis a montante e a jusante, com excepção para o Hg e Cu no sangue, que foram muito superior a jusante.

4. Não abundam na literatura dados comparáveis para as mesmas espécies. A maioria dos valores aqui encontrados parecem normais, à excepção dos dois valores elevados de Hg em penas de guarda-rios (*Alcedo athis*) e no sangue do rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*).

Invertebrados

5. Entre os bivalves, só exemplares de *C. fluminea* foram encontrados em quantidades suficientes para se amostrarem sem restrições. Os exemplares recolhidos na Ribeira de Oeiras tinham teores mais elevados de todos os metais do que os exemplares recolhidos na Ribeira de Carreiras

6. Exemplares da Ribeira de Carreiras quando implantados na ribeira Ribeira de Oeiras a montante da mina aumentaram o seu teor em todos os metais pesados e deixaram de crescer.

7. Em comparação com a literatura, os valores de As podem-se considerar normais. Já os valores em Cu e Zn são comparáveis a outros registados em rios poluídos. Os valores para Hg podem ser considerados intermédios.

Peixes

8. Os valores de As medidos nos tecidos dos peixes, estão no limite inferior do referido na literatura (Tabela 3.3). Os níveis de Cu e Hg foram tendencialmente mais elevados a montante da mina ou na Ribeira de Carreiras do que a jusante da mina. Não houve diferenças entre locais para o Zn (Tabelas 3.6, 3.8 e 3.10).

9. Pelos valores da literatura, os níveis de Cu e Zn foram elevados em peixes, mas o mesmo não se passa com o mercúrio.

Summary

Here we evaluate the levels of the heavy metals As, Cu, Hg and Zn in a selection of birds, invertebrates and fish, sampled at the Carreiras and Oeiras rivers, upstream and downstream of the Neves-Corvo mine.

Birds

1. The number of birds associated to the waters of the Oeiras river is low and therefore we can not expect a large number of captures in the future.

2. In the Common Moorhen (*Gallinula chloropus*) heavy metals in feathers and blood were slightly higher upstream than downstream of the mine. The values of Hg in the blood were much higher upstream.

3. In the Cetti's Warbler (*Cettia cetii*) values upstream and downstream were virtually the same. The exception was Hg and Cu in the blood, which was much higher downstream.

4. Literature data for the same species is scarce or, to our knowledge, inexistent. The values seem normal, with some exceptions (Hg in feathers of king-fisher, (*Alcedo athis*) and in the blood of Cettti's warble.

Invertebrates

5. Among the bivalve species in the Oeiras River, only populations of *C. fluminea* were found capable of being sampled in large number for measurements. Specimens from the Oeiras river had higher values than specimens from the Carreiras river.

6. When specimens from the Carreiras river were implanted in the Oeiras river, upstream of the mina, their stopped growing and the levels of all metals increased in their tissues.

7. According with available data in the literature, values for As were normal, values of Cu and Zn were high and comparable to polluted sites and Hg were intermediate.

Fish

8. Values of As in fish were near the detection limit (<0,002 mg/kg) and in the lower range of the one referred in publications (Table 3.3). Cu and Hg had the tendency to be higher in fish captured upstream if the mine. No differences (upstream *vs*. downstream) were observed for Zn (Tables 3.6, 3.8 and 3.10).

9. According to the literature, only values of Cu and Zn in fish were high.

Secção 1

As aves aquáticas como bioindicadoras

1.1. Introdução

Dada a sua posição num nível trófico médio ou superior, as aves são úteis para avaliar os efeitos de poluentes no ambiente. Muitas aves que vivem junto aos rios alimentam-se de peixes ou insectos que passam a maior parte do seu ciclo de vida nas águas. Alguns poluentes nas águas podem assim entrar nas cadeias alimentares e chegar aos consumidores terrestres. Para avaliar o potencial impacto das descargas de efluentes da Mina de Neves Corvo nas espécies de aves aquáticas residentes na Ribeira de Oeiras, em termos dos metais pesados foram capturadas aves e medidos teores em cobre (Cu), zinco (Zn), arsénio (As) e mercúrio (Hg) em dois tipos de tecidos, penas e sangue.

1.2. Métodos

As amostragens de aves foram realizadas num local a montante (Monte Bentes) e três a jusante da mina (Monte Velho, Peliteira e Caiada; Figura 1.1). A espécie alvo prioritária considerada foi a galinha-d'água (*Gallinula chloropus*), por ser a espécie aquática existente aparentemente mais associada à ribeira. Foram ainda capturadas três outras espécies associadas à ribeira: O rouxinol-bravo (*Cettia cetti*), o guarda-rios (*Alcedo atthis*) e a alvéola-cinzenta (*Motacilla cinérea*; mas esta não foi usada porque só foi recolhido 1 exemplar). Pretendia-se ainda capturar indivíduos de borrelho-pequeno-de-coleira (*Charadrius dubius*), mas estes não foram encontrados na área de estudo. O rouxinol-bravo e a alvéola-cinzenta são aves insectívoras que se alimentam de insectos capturados ao longo da ribeira ou nas suas margens. O guarda-rios é uma espécie essencialmente piscívora.

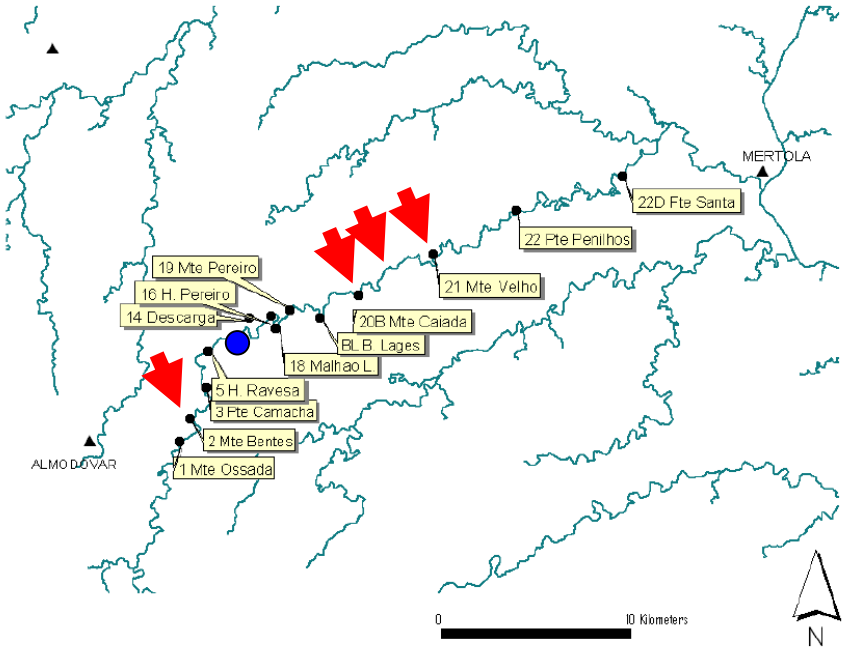


Figura 1.1 Locais de captura de aves (setas a vermelho) e posição da mina (círculo azul).

As capturas foram efectuadas na época de reprodução (Março-Abril), quando as galinhas-de-água são estritamente residentes e para facilitar a comparação entre a área a jusante a montante. Para a galinha-de-água foram usadas armadilhas de arame previamente iscadas. As armadilhas foram colocadas a 11 de Março e semanalmente iscadas com uma mistura de milho e farelos.

Para cada indivíduo capturado foi retirada uma amostra de sangue (30 a 70 µl) para o rouxinol-do-mato e 150 a 300 µl para galinha-de-água e uma amostra de penas do peito. Presença de metais pesados no sangue revelam ingestão recente de alimentos contaminados (Bearshop 2000, Cherel *et al*. 2005). As penas fornecem uma visão a uma escala temporal mais alargada, uma vez que a muda das penas do peito ocorre ao longo do ano, embora se concentre sobretudo na época pós-reprodutora. Para a metodologia sobre medições de metais pesados ver secção 5.3.

1.3 Resultados e Discussão

Dado que este foi o primeiro ano em que os metais pesados foram medidos nas aves, os resultados fornecem uma primeira avaliação da sua bioacumulação e devem ser olhados como um processo ainda em fase de optimização. De salientar desde já que as amostras são necessariamente reduzidas dada a dificuldade das capturas (Tabelas 1.1 e 1.2), o que não invalida as conclusões retiradas.

Tabela 1.1 – Esforço de captura com redes japonesas efectuado na ribeira de Oeiras entre 11 de Março e 13 de Maio na Ribeira de Oeiras.

Área não sujeita a efluentes				
Data	Local	Nº m rede	Nº horas	Espécies
11 Março	Monte Bentes	48	9	*Cettia cetti* – 1 indiv. *Alcedo atthis* – 1 indiv.
1 Abril	Monte Bentes	36	4	*Cettia cetti* – 1 indiv. *Alcedo atthis* – 2 indiv.
30 Abril	Monte Bentes	24	4	*Cettia cetti* – 1 indiv. *Alcedo atthis* – 1 indiv.
Área sujeita a efluentes				
12 Março	Monte Velho	36	4	*Cettia cetti* – 2 indiv.
13 Março	Monte Velho	36	4	*Cettia cetti* – 1 indiv.
31 Março	Peliteira	36	4	*Cettia cetti* – 1 indiv.
28 Abril	Caiada	48	9	*Cettia cetti* – 1 indiv.
29 Abril	Monte Velho	36	5	*Cettia cetti* – 1 indiv.
12 Maio	Monte Velho	36	5	-
13 Maio	Monte Velho	36	5	-

Tabela 1.2 – Número total de galinhas-de-água (*Gallinula chloropus*) capturadas na ribeira de Oeiras.

Área não sujeita a efluentes	Área sujeita a efluentes
Reveza – 2 indivíduos (1 Abril e 28 de Abril)	Caiada - 2 indivíduos (28 de Abril) Monte Velho - 2 indivíduos (13 Maio)

Em relação às galinhas-de-água, os valores de As, Cu, Hg e Zn, quer em penas, quer em sangue foram em geral superiores na área a montante da mina do que na área a jusante, sujeita ao efluente (Tabelas 1.3 e 1.4). As galinhas-

de-água consomem material vegetal e animal, em proporção variável conforme as áreas de estudo, e o que poderá contribuir para explicar a sua baixa bioacumulação de metais pesados tal como o Cu e o Zn. A capacidade para esta espécie se alimentar de vegetais pode diminuir o seu valor indicador de poluição por metais na ribeira de Oeiras

Tabela 1.3 – Comparação dos valores de metais pesados em penas do peito de galinhas-de-água (*Gallinula chloropus*) entre áreas sujeitas e não sujeitas a efluentes da mina.

	Área não sujeita a efluentes				Área sujeita a efluentes			
Ref. do exemplar	As mg/Kg	Cu mg/Kg	Hg mg/Kg	Zn mg/Kg	As mg/Kg	Cu mg/Kg	Hg mg/Kg	Zn mg/Kg
L064451	1,504	22,55	1,852	148,46				
L064461	0,956	28,73	2,557	158,43				
L064462					0,556	18,71	1,565	169,96
L064463					1,025	21,34	1,259	149,79
L064464					0,582	21,57	1,113	142,19
L064465					0,296	15,56	1,850	158,36
Média	1,230	25,64	2,205	153,45	0,614	19,29	1,447	155,07
Desvio Padrão	0,387	4,37	0,499	7,05	0,304	2,80	0,328	11,92

Tabela 1.4 – Comparação dos valores de metais pesados em sangue de galinhas-de-água (*Gallinula chloropus*) entre áreas sujeitas e não sujeitas a efluentes da mina.

	Área não sujeita a efluentes				Área sujeita a efluentes			
Ref. do exemplar	As mg/l	Cu mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l
L064451	0,090	2,68	0,803	21,51				
L064461	0,010	1,55	0,337	8,67				
L064462					0,004	0,52	0,035	5,24
L064463					0,017	2,82	0,098	17,89
L064464					0,020	2,87	0,035	4,87
L064465					0,035	4,33	0,148	13,37
Média	0,050	2,11	0,570	15,09	0,019	2,63	0,079	10,34
Desvio Padrão	0,057	0,80	0,330	9,08	0,012	1,58	0,055	6,38

Os valores de Cu e Hg no sangue do rouxinol-do-mato foram bastante mais elevados na zona a jusante da mina do que a montante. Tal já não se verificou para as penas (Tabelas 1.5 e 1.6). Esta espécie é estritamente territorial pelo que os indivíduos ficam confinados às áreas amostradas e os teores em nutrientes e metais no sangue devem ser mais representativos de alimentação recente. Isto, assumindo que, de facto, os teores em contaminantes são mais elevados (e bio-disponíveis) a jusante do que a montante.

Tabela 1.5 – Comparação dos valores de metais pesados em penas do peito de Rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*) entre áreas sujeitas e não sujeitas a efluentes da mina.

	Área não sujeita a efluentes	Área sujeita a efluentes
As (mg/kg)	0,115 (n=1) *	0,297 ± 0,300 (n=6)
Cu (mg/kg)	24,93 ± 21,60 (n=2)	24,03 ± 20,32 (n=6)
Hg (mg/kg)	3,757 ± 2,867 (n=2)	2,962 ± 0,759 (n=6)
Zn (mg/kg)	177,55 ± 10,66 (n=2)	188,39 ± 19,15 (n=6)

* - Valor num único indivíduo pelo que o significado pode ser questionável

Tabela 1.6 – Comparação dos valores de metais pesados em sangue de Rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*) entre áreas sujeitas e não sujeitas a efluentes da mina.

	Área não sujeita a efluentes	Área sujeita a efluentes
As (mg/l)	0,088 (n=1)*	0,092 ± 0,110 (n=2)
Cu (mg/l)	9,76 ± 10,97 (n=2)	23,10 ± 15,25 (n=6)
Hg (mg/l)	0,864 (n=1)*	3,147 ± 0,758 (n=2)
Zn (mg/l)	55,82 ± 3,99 (n=2)	75,23 ± 38,74 (n=6)

* - Valor num único indivíduo pelo que o significado pode ser questionável

Em relação ao guarda-rios, só se capturaram aves na área a montante, sendo os valores obtidas nas penas semelhantes aos do rouxinol-do-mato, com excepção do Cu, que foi bastante mais elevado (Tabela 1.7). No sangue todos os metais pesados apresentaram valores mais elevados do que o rouxinol-do-mato, o que sugere que esta espécie está a acumular mais do que as restantes. No entanto, a impossibilidade de capturar indivíduos na área a jusante inviabiliza qualquer comparação.

Tabela 1.7 – Comparação dos valores de metais pesados em penas do peito e sangue de Guarda-rios (*Alcedo athis*) em áreas não sujeitas a efluentes da mina (n=3 para sangue e penas).

	Área não sujeita a efluentes (sangue) mg/l	Área não sujeita a efluentes (penas) mg/kg
As	0,106 ± 0,041	0,277 ± 0,218
Cu	12,60 ± 6,57	59,13 ± 62,15
Hg	1,506 ± 0,262	24,174 ± 20,452
Zn	59,43 ± 29,38	207,18 ± 24,78

Resumidamente, os teores em metais pesados em alguns tecidos de aves foram maiores a montante da mina, enquanto que para outros os valores foram mais elevados a jusante da mesma. Assim sendo, não está claro o papel das actividades da mina nos teores em metais nas aves. Houve uma acumulação de Cu e Zn no sangue de rouxinol-do-mato na época da reprodução. Esta é uma espécie estritamente insectívora e estritamente territorial durante a época de reprodução. Apenas se alimenta ao longo da galeria ripicola e da ribeira e o sangue reflecte aquilo que ingeriu nos dias imediatamente anteriores à sua captura. Assim sendo, esta espécie (uma das mais abundante associada à ribeira) parece indicar contaminação pela mina. Os valores referentes às outras espécies não mostram que a presença do efluente incremente o teor em metais nas aves.

Não há muitos valores comparáveis para os metais As, Cu e Zn em aves. No entanto, as leituras de aves da zona da Ribeira de Oeiras (montante e jusante da mina) estão na gama superior do encontrado na literatura (Tabela 1.8). Assim sendo, é difícil conhecer o significado do valor quantitativo observado.

Para o Zn, os valores aqui encontrados estão dentro da gama observada em outros estudos, alguns dos quais em locais não contaminados. São excepções os valores em sangue do rouxinol-do-mato e em penas do guarda-rios, que são muitíssimo elevados (Tabela 1.8).

Tabela 1.8. Valores comparativos de metais para amostras de sangue e aves (peso húmido). Os artigos referidos estão em PDF no CD anexo ao relatório. A azul os valores obtidos neste estudo

Valor mg/Kg	Tecido	Espécies	Comentário
As			
0,085	Penas	3 espécies de passeriformes insectívoros de zonas húmidas (águas doces; n= 54; Tsipoura *et al*., 2008).	
0,136	Penas	*Pandion haliaetus*	Águia-pesqueira, Florida bay, USA. (Lounsbury-Billie *et al.*,2008).
0,144	Penas	*Larus glaucescens*	Gaivota. Alaska (Burger *et al*., 2009).
0,277	Penas	*Alcedo athis*	Presente estudo.
0,297	Penas	*Cettia cetii*	Presente estudo.
0,613	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – jusante.
1,230	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo - montante .
0,004	Sangue	3 espécies de passeriformas insectívoros de zonas húmidas (águas doces; n= 115; Tsipoura *et al*., 2008).	
0,106	Sangue	*Alcedo athis*	Presente estudo.
Cu			
2,8	Penas	Valor mais baixo encontrado em 22 estudos/populações de aves, revisto por Malik & Zeb (2009).	
3,9	Penas	*Bubulcus ibis* (garça)	3 populações de garças (n=10; Malik & Zeb, 2009).
6,8	Penas	*Pandion haliaetus*	Águia-pesqueira, referência a uma população da Finlândia (Lounsbury-Billie *et al.*, 2008).
8,05	Penas	*Pandion haliaetus*	Águia-pesqueira, Florida bay, USA. (Lounsbury-Billie *et al.*, 2008).
19,3	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – jusante.
24,0-24,9	Penas	*Cettia cetii*	Presente estudo.
25,6	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – montante.
59,13	Penas	*Alcedo athis*	Presente estudo.
88	Penas	Valor mais alto encontrado em 22 estudos/populações de aves, revisto por Malik & Zeb (2009).	
Hg			
0,04	Penas	Valor mais baixo em aves marinhas, de acordo com 3 estudos (Kojadinovic, 2007).	
0,05 – 0,96	Penas	Espécies de aves marinhas do oceano Índico (Kojadinovic, 2007).	
1.0 – 2, 5	Penas	Passeriformes na Finlândia (citado por Tsipoura *et al.*, 2008).	
1,45	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo.
1,83	Penas	3 espécies de passeriformas insectívoros de zonas húmidas (águas doces; n= 115; Tsipoura *et al*., 2008).	

(continua)

(continuação)

Valor mg/Kg	Tecido	Espécies	Comentário
2,68	Penas	3 espécies de guarda-rios da foz do Tigre e Eufrates (média de n=22; Zamani-Ahmadmahmoodi *et al.*, 2009).	
2,7	Penas	*Accipiter nisus.* Gaviões na Alemanha recolhidas antes de 1930 (Weber *et al.*, 2001).	
2,96	Penas	*Cettia cetii*	Presente estudo.
3,2	Penas	3 espécies de passeriformes de zonas húmidas (águas doces; Tsipoura *et al.*, 2008).	
3,68	Penas	*Larus glaucescens*, gaivota. Alaska. (Burger *et al.*,2009).	
5 – 40	Penas	Várias aves marinhas. Valores citados por (Lounsbury-Billie *et al.*, 2008) como afectando a reprodução.	
16,6	Penas	*Pandion haliaetus*.	Águia-pesqueira, Florida Bay, USA. (Lounsbury-Billie *et al.*, 2008).
17,3-40,2	Penas	*Pandion haliaetus*	Valores da literatura (em Lounsbury-Billie *et al.*, 2008) para vários locais não contaminados.
22,6	Penas	*Accipiter nisus.* Gaviões na Alemanha recolhidas antes de nos anos 80 (Weber *et al.*, 2001).	
24	Penas	Valor mais alto em aves marinhas, de acordo com 3 estudos, (Kojadinovic, 2007).	
24,17	Penas	*Alcedo athis*	Presente estudo.
37,4-58,1	Penas	*Pandion haliaetus*	Valores da literatura (em Lounsbury-Billie *et al*., 2008) para vários locais contaminados.
0,027	Sangue	3 espécies de passeriformes de zonas húmidas (águas doces; Tsipoura *et al*., 2008).	
0,079	Sangue	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – jusante.
0,39	Sangue	*Pandion halaetus*	Ave de rapina, referência na literatura para local limpo (Lounsbury-Billie *et al*., 2008).
0,570	Sangue	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – montante.
0,864	Sangue	*Cettia cetii*	Presente estudo, montante.
1,13	Sangue	*Pandion halaetus*	Ave de rapina, Florida bay, USA. (Lounsbury-Billie *et al.*,2008).
1,506	Sangue	*Alcedo athis*	Presente estudo
1,94	Sangue	*Pandion haliaetus*	Águia-pesqueira, referência na literatura para local poluído. (Lounsbury-Billie *et al*., 2008).
3,147	Sangue	*Cettia cetii*	Presente estudo, jusante.

(continua)

(continuação)

Zn			
0,4	Penas	valor mais baixo mensurável em 35 estudos/populações de aves, revisto por Malik & Zeb (2009).	
142,5	Penas	*Bubulcus ibis* (garça)	3 populações de garças (n=10; Malik & Zeb, 2009).
153 – 155	Penas	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – montante e jusante.
177,55	Penas	*Cettia cetii*	Presente estudo – montante.
188,39	Penas	*Cettia cetii*	Presente estudo – jusante.
207,18	Penas	*Alcedo athis*	Presente estudo.
276	Penas	valor mais alto mensurável em 35 estudos/populações de aves, revisto por Malik & Zeb (2009).	
15,09	Sangue	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – montante.
10,34	Sangue	*Gallinula chloropus*	Presente estudo – montante.
55,82	Sangue	*Cettia cetii*	Presente estudo – montante.
59,43	Sangue	*Alcedo athis*	Presente estudo.
75,23	Sangue	*Cettia cetii*	Presente estudo – jusante.

Secção 2

Bivalves e bioacumulação de metais

2.1. Introdução

Os bivalves alimentam-se de partículas na coluna de água que são retiradas por filtração. Essas partículas incluem algas e material orgânico de pequenas dimensões. Os filtradores têm assim a capacidade de retirar e acumular poluentes da coluna de água e sedimentos.

Nesta secção são apresentados resultados comparativos da estrutura de duas populações do bivalve *Corbicula fluminea*, em termos de abundâncias de classes de tamanho. Uma das populações está na Ribeira de Carreiras (C2) e outra na Ribeira de Oeiras (Fonte Santa). Apresentam-se também teores de metais pesados nos tecidos vivos e nas conchas de exemplares dos mesmos locais. Finalmente, apresenta-se o resultado de uma experiência de bioacumulação/perda de metais de exemplares recolhidos na Ribeira de Carreiras e na Ribeira de Oeiras a jusante da mina e implantados na Ribeira de Oeiras a montante da mina na Primavera de 2009.

2.2. Métodos

Metodologia geral

Foi feita uma inspecção ao longo da Ribeira de Oeiras e em 2 locais da Ribeira de Carreiras com o fim de encontrar populações que possam ser amostradas para medições de bioacumulação. Foram inspeccionados todos os habitats, mas dando particular atenção aos locais de deposição sedimentos, de acordo com Pérez-Quintero (2007)[1]. As únicas populações com exemplares suficientes para serem amostrados intensivamente foram encontradas em Fonte Santa, Ponte de Penilhos e Carreira (C2). Alguns exemplares foram

[1] Pérez-Quintero J.C. 2007. Diversity, habitat usa and conservation of freshwater molluscs in the lower Guadiana River basin (SW Iberian Península). Aquatic conservation: marine and freshwater ecossystems. 17:485-501. (ver pasta de PDFs do CD anexo ao relatório).

observados na Caiada e algumas conchas de Unionidae foram também observadas abaixo da Horta da Reveza, mas não foi possível recolher exemplares.

Foram capturados quatro exemplares de Unionidae e algumas dezenas de exemplares de *Corbicula fluminea.* Os exemplares foram recolhidos entre 2 e 5 de Março de 2009 e posteriormente em 23 de Abril, medidos (Figura 2.1) em 3 dimensões e congelados ou guardados para a experiência de bioacumulação (ver a seguir). Após as medições ou experiências, os exemplares foram congelados e transportados para o laboratório. As medições permitiram comparar as duas populações de *Corbicula fluminea* (R. Carreiras e R. Oeiras, Fonte Santa) em termos de abundância de classes de tamanho).

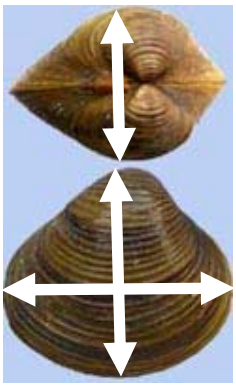


Figura 2.1. Medições em *Corbicula fluminea.*

Crescimento e bioacumulação

Em 2008 observou-se que os teores de metais em peixes na zona de referência da Ribeira de Oeiras eram muito elevados pelo que se colocou a hipótese que a ribeira estar já contaminada (de forma natural, dada a natureza geológica da zona ou por contaminação histórica).

Para testar estas condições, exemplares recolhidos na Ribeira de Carreiras e em Fonte Santa (n=10 + 10) foram colocados a montante da mina por 50 dias, de 4 de Março a 24 de Abril. Os exemplares foram colocados em câmaras feitas de frascos plásticos de 60 ml perfurados (ca. 40 perfurações) de forma a permitir o fluxo de água. As câmaras foram amarradas a vegetação nas margens. Um segundo conjunto de exemplares foi colocado a jusante da mina (Monte Pereiros)

mas as câmaras foram perdidas, presumivelmente por acção de curiosos.

Depois de 50 dias nas águas, os exemplares foram medidos de novo, congelados e trazidos para laboratório para medição de metais pesados. Uma vez que o comprimento resultou a medida mais consistente e mais facilmente mensurável, os cálculos de crescimento foram efectuados unicamente com esta medida.

O crescimento foi obtido como a diferença entre o tamanho final e tamanho inicial, divididos pelo tamanho inicial e pelo tempo (dias). Os resultados foram expressos em termos de percentagem de incremento diário no tamanho.

2.3 Resultados e Discussão

Na Ribeira de Carreiras foram recolhidos 30 exemplares de *Corbicula fluminea* com um tamanho médio de 16,6 mm (± 0,5 mm SE; entre 10,5 e 21,5). Em Fonte Santa foram recolhidos 27 exemplares com tamanho médio de 14,6 mm (± 0,6 mm SE; entre 8,5 e 14, 5 mm). Não houve diferença apreciável nas classes de tamanho das duas populações, embora a população de Carreiras seja tendencialmente maior (Figura 2.2).

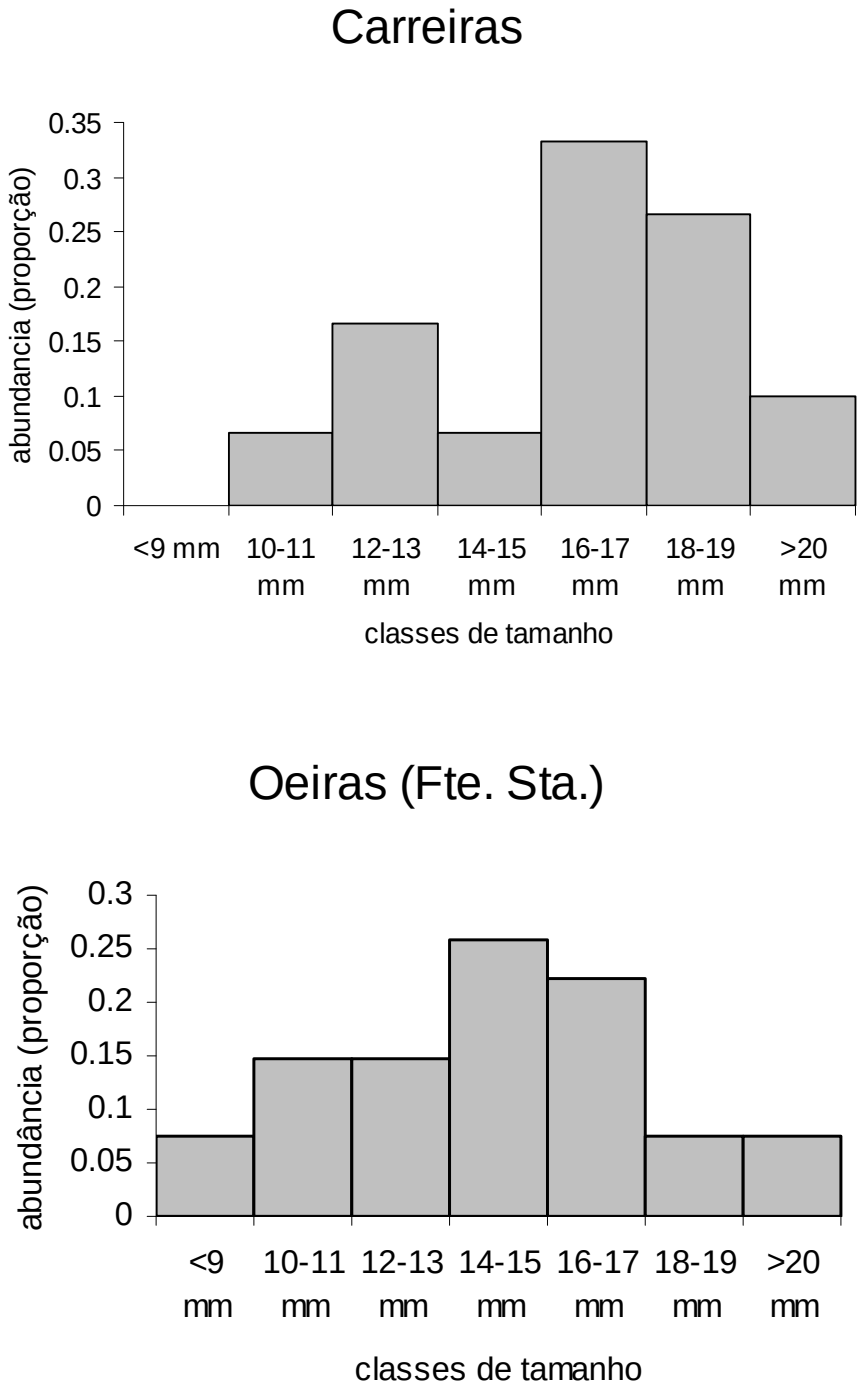


Figura 2.2. Classes de tamanho de duas populações de *Corbicula fluminea.*

Os exemplares da Ribeira de Carreiras colocados na Horta da Reveza (montante da mina) não cresceram, sendo o tamanho inicial igual ao final após a exposição (t test emparelhado, tamanho inicial / final, p=0,164). Os exemplares de Fonte Santa quando colocados a montante da mina, aumentaram significativamente de tamanho (t test emparelhado, tamanho inicial / final, p=0,006) (Fig. 2.3). Os dados sugerem que os exemplares da população de Carreiras foram afectados com a implantação na Ribeira de Oeiras, o que não aconteceu com os outros. Os dados podem assim sugerir que os exemplares de Carreiras foram afectados com as condições em Oeiras. No entanto, esta foi uma experiência preliminar que precisa de ser repetida e a metodologia precisa ser optimizada (ver Hull *et al*., 2003, pasta de PDFs).

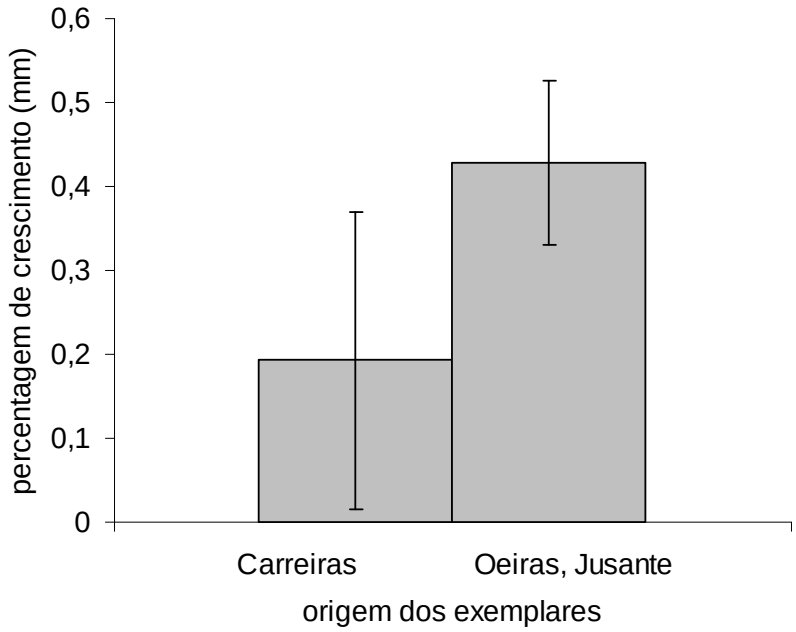


Figura 2.3. Crescimento diário de exemplares recolhidos na Ribeira de Carreiras (não afectada pelas águas da mina) e exemplares recolhidos a jusante da mina na Ribeira de Oeiras. Os exemplares foram colocados na Ribeira de Oeiras.

Cabe aqui indicar que outros trabalhos têm demonstrado que sulfatos reduzem as taxas de ingestão de alimento e

crescimento em *C. fluminea*[2] em teores de 1500 mg/l de SO4. É possível que ao desaparecerem os sulfatos no ambiente com a transposição dos espécimes para montante da mina tenha estimulado o crescimento. Embora a jusante os valores registados este Inverno tenham sido 122 a 125 µS, no verão anterior os valores variaram entre 1640 e 4400 µS e em 2007: 800 – 3480 µS.

Em geral, o teor dos 4 metais medidos foi maior no tecido vivo do que nas conchas (Figura 2.4). As medições nas conchas foram feitas para determinar a possível deposição de metais na forma inerte o que poderia evidenciar contaminação por um período prolongado. No entanto, os valores foram baixos pelo que todas as medições no futuro serão feitas nos tecidos vivos.

Também, de uma forma geral, os teores de metais nos tecidos de Unionidae e *C. fluminea* foram semelhantes. No entanto, os teores de Cu e Zn foram significativamente maiores nos animais recolhidos na Ribeira de Oeiras do que na Ribeira de Carreiras. O mesmo não aconteceu para Hg e As, cujos valores são muito baixos. De facto, os animais recolhidos em Oeiras não apresentavam qualquer vestígio de Hg.

Quando os exemplares de Carreiras foram transplantados para a Ribeira de Carreiras a montante da mina, os valores dos quatro metais Cu, Hg, As e Zn subiram significativamente nos 50 dias de exposição (Figura 2.5), o que está de acordo com a inibição do crescimento registada. Esta subida ocorreu também nas conchas, mas os valores não foram significativos para o As.

Os animais que foram recolhidos na Fonte Santa não aumentaram o seu teor nos metais pesados, excepto para o Hg, pois este metal não foi detectado na população de Fonte Santa.

[2] Soucek, D.J. 2007. Sodium sulfate impacts feeding, specific dynamics action, and growth rate in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea*. *Aquatic Toxicology*. 83:315-322. (PDF anexo)

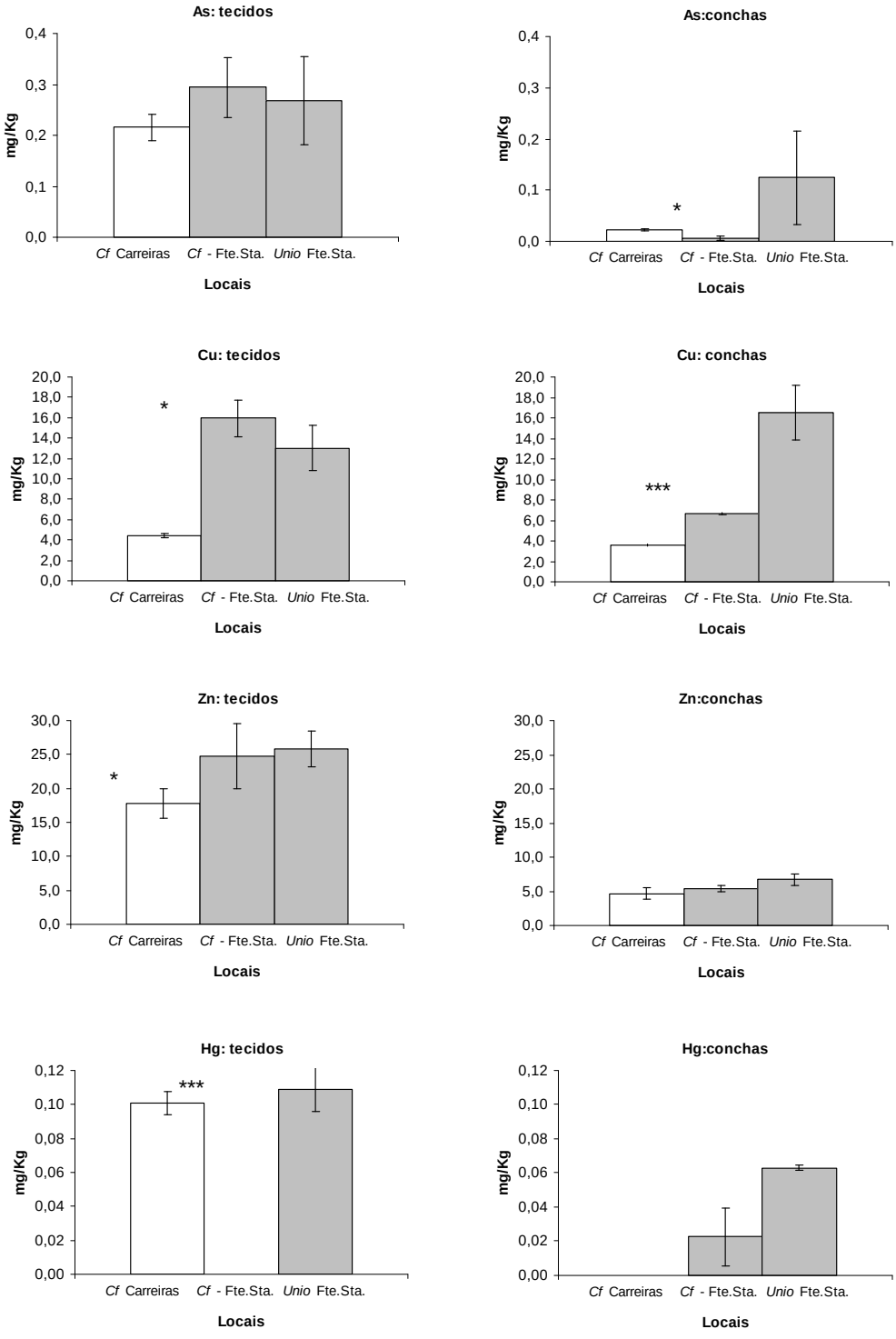


Fig. 2.4. Teores em quatro metais em tecidos e conchas de *C.fluminea* (*Cf*, colunas 1 e 2) e Unionidae (*Unio*, coluna 3) recolhidos na Ribeira de Carreiras (coluna branca) e Oeiras, Fonte Santa (colunas cinzentas)

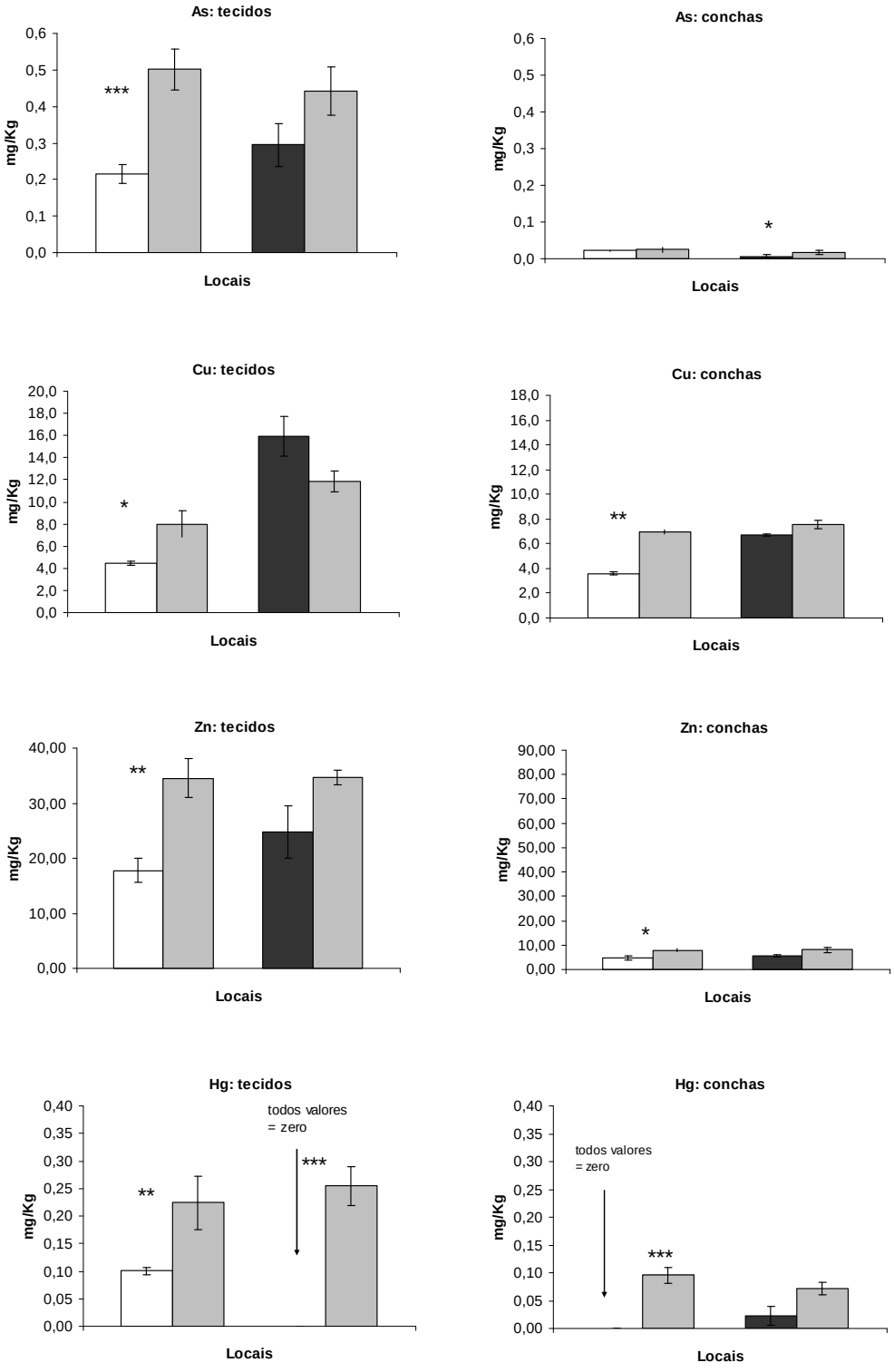


Fig. 2.5. Teores em quatro metais em tecidos e conchas de *C. fluminea* em animais recolhidos na ribeira de Carreiras (branco) e colocados por 50 dias a montante da mina (Horta da Reveza - cinzento). Idem para animais recolhidos em Água Santa (preto).

Tabela 2.1. Níveis de As, Cu, Zn e Hg (mg/Kg) em tecidos vivos e conchas de *Corbicula fluminea* recolhidas na Ribeira de Carreiras (coluna 1) e após 50 dias na Ribeira de Oeiras na Horta da Reveza (coluna 2) e recolhidas na Ribeira de Oeiras (Fonte Santa – jusante da mina; coluna 3) e após os 50 dias na Ribeira de Oeiras a montante da mina, na Horta da Reveza (coluna 4). Média e erro padrão (SE)

As	mg/Kg							
	Origem:Carreiras		colocados:Oeiras (ref)		Origem:Fonte santa		colocados:Oeiras (ref)	
	media	SE	media	SE	media	SE	media	SE
tecido vivo	0,216	0,026	0,501	0,056	0,294	0,058	0,442	0,066
concha	0,022	0,002	0,025	0,006	0,006	0,004	0,017	0,005

Cu	mg/Kg							
	Origem:Carreiras		colocados:Oeiras (ref)		Origem:Fonte santa		colocados:Oeiras (ref)	
	media	SE	media	SE	media	SE	media	SE
tecido vivo	4,421	0,228	8,003	1,148	15,969	1,800	11,841	0,949
concha	3,594	0,139	6,958	0,186	6,697	0,083	7,541	0,359

Zn	mg/Kg							
	Origem:Carreiras		colocados:Oeiras (ref)		Origem:Fonte santa		colocados:Oeiras (ref)	
	media	SE	media	SE	media	SE	media	SE
tecido vivo	17,794	2,166	34,518	3,504	24,772	4,787	34,680	1,251
concha	4,679	0,904	7,944	0,611	5,410	0,445	7,995	1,045

Hg	mg/Kg							
	Origem:Carreiras		colocados:Oeiras (ref)		Origem:Fonte santa		colocados:Oeiras (ref)	
	media	SE	media	SE	media	SE	media	SE
tecido vivo	0,101	0,007	0,224	0,049	0,000	0,000	0,255	0,035
concha	0,000	0,000	0,096	0,015	0,023	0,017	0,072	0,011

Tabela 2.2. Teores de metais pesados em 4 exemplares de Unionidae recolhidos em Fonte Santa, Ribeira de Oeiras.

	As		Cu		Zn		Hg	
	med	SE	med	SE	med	SE	med	SE
tecido vivo	0,267	0,087	13,037	2,251	25,784	2,633	0,109	0,013
concha	0,124	0,091	16,538	2,678	6,694	0,806	0,063	0,001

Os níveis de As obtidos neste estudo estão na gama inferior do referido na literatura, mesmo abaixo do indicado para rios considerados como de referência (Tabela 2.3 e 2.4). O mesmo se aplica aos valores de Hg. Já os valores de Cu estão ao nível dos registados para locais poluídos por metais pesados e os de Zn na gama inferior de locais poluídos ou mesmo na gama de valores de alguns locais de referência.

É importante referir que muitos dados consultados estavam expressos em termos de peso seco pelo que os valores foram convertidos em peso húmido assumindo 88% do peso do animal corresponde a água. Esta percentagem é muito variável pelo que haverá certamente algum erro associado às conversões. No entanto, os valores convertidos não são excepcionalmente altos ou baixos quando comparados com os restantes pelo que o erro pode não ser muito grande.

Tabela 2.3. Valores comparativos de metais para amostras de bivalves. Os artigos referidos estão em PDF no CD anexo ao relatório. Em azul estão indicados os valores deste estudo. * = Valores originais de peso seco convertidos em peso húmido, assumindo 88% de água (segundo de Carrasco *et al*, 2008; os valores da literatura para bivalves em geral variavam entre 69% e 94%)

mg/Kg	Espécies	Comentário
As		
0,024*	*C. fluminea*	Vários rios florestados, não poluídos. Geórgia, USA (Peltier *et al*, 2008).
0,036 – 0,504*	*Tapes decussatus*	Espécies marinha no Mar menor (Valência, Espanha). recebendo águas de minas (Cervantes *et al*., 2009).
0,06 – 1,32*	*D. polymorpha*	Valores extremos para 55 rios de Flandres (Bergovets *et al*., 2005).
0,216-0,291	*C. fluminea*	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras e Carreiras.
0,267	Unionidae	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras.
0,276 – 0,500*	*C. fluminea*	Valores em exemplares de rios localizados a jusante de Centrais a carvão. SE, USA (Peltier *et al*, 2008).
0,299-0,988*	*D. polymorpha*	Valores mais alto e mais baixo para 11 locais no Rio S. Lourenço, Canada (várias fontes; Kwan *et al*., 2003).
0,468*		Valore mínimo medido em bivalves marinhos em zonas de referência da Baixa Califórnia, México. (Cárdenas-Cárdenas *et al.*,2009).
0,48*	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios de referência da Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*, 2009).
0,552 – 1,8*	*D. polymorpha*	Referência na literatura a 6 estudos em locais não contaminados (Lowe & Day 2002).
0,96*	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios afectados por centrais a carvão na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*., 2009).

(continua)

(continuação)

mg/Kg	Espécies	Comentário
Cu		
0,924 – 21,0*	*D. polymorpha*	Referência na literatura a 6 estudos em locais contaminados (Lowe & Day 2002).
1,1 – 20,76*	*D. Polymorpha. V*alores extremos para 55 rios de Flandres (Bergovets et al.,2005).	
1,428 – 10,608*	*D. polymorpha*	16 locais nos Grandes lagos, USA. (Lowe & Day 2002).
1,44 – 2,28*	2 espécies de bivalves na saída do lago Erie, América do Norte (Richman & Somers, 2005).	
1,44 – 5,05*	2 espécies de bivalves em 8 locais do Rio Niágara, América do Norte (Richman & Somers, 2005).	
1,704 – 4,303*	*D. polymorpha*	Valores máximos e mínimos para 11 locais no Rio S. Lourenço, Canada, diferindo na intensidade da poluição (várias fiontes; Kwan *et al*., 2003).
2,879*	*C. fluminea.*	Ribeira em São Paulo afectada por mineração (Guimarães & Sígolo, 2008).
3,2 – 6,0*	*C. fluminea*	Rio Paraná e estuário de La Plata, com intensa actividade industrial, mas um grande volume de água (Villar *et al*., 1999).
3,26 - 5,61	*Unio elongatus.*	Rio Tigre, Turquia. Poluído (Karadede-Akin & Unlu, 2007).
4,421	*C. fluminea*	Presente estudo. Ribeira Carreiras.
4,848 – 10,524*	*C. fluminea*	Valores em exemplares de rios localizados a jusante de Centrais a carvão. SE USA (Peltier *et al*, 2008).
8,4*	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios de referência na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*, 2009).
13,037	Unionidae	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras.
14,4 *	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios afectados por centrais a carvão na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*., 2009).
15,969	*C. fluminea*	Presente estudo. Ribeira Oeiras.
21,72*	Valores máximos para 2 espécies de bivalves marinhos na Baixa California, México. Ambiente afectado por mineração (Cárdenas-Cárdenas *et al.*,2009).	
40 – 1065	*C. fluminea*	Shatt, al-Arab, citado por Guimarães e Sígolo, 2008.
Hg		
0,002 – 0,007*	2 espécies de bivalves na saída do lago Erie, América do Norte (Richman & Somers, 2005).	
0,002 – 0,08*	*D. polymorpha*	Valores máximo e mínimo para 55 rios de Flandres (Bergovets *et al*., 2005).
0,004 – 0,012*	2 espécies de bivalves em 8 locais do Rio Niagara, América do Norte (Richman & Somers, 2005).	
0,016-0,019*	*D. polymorpha*	Referência na literatura a estudos em locais não contaminados (Lowe & Day 2002).
0,012-0,026*	*D. Polymorpha.*	Valores extremos para 11 locais no Rio S. Lourenço, Canada, diferindo na intensidade da poluição (várias fontes; Kwan *et al*., 2003).

(continua)

(continuação)

mg/Kg	Espécies	Comentário
0,016-0,045	*D. polymorpha.*	Zona de referência; rio Ebro, Espanha (Carrasco *et al*, 2008).
<0,101	*C. fluminea.*	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras e Carreiras.
0,109	Unionidae	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras.
0,12 – 0,48*	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios afectados por centrais a carvão na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*., 2009).
0,381-0,750	*D. polymorpha.*	A jusante de uma unidade industrial; rio Ebro, Espanha. Carrasco e tal., 2008.
0,60*	*C. fluminea*	Vários rios florestados, não poluídos. Geórgia, USA (Peltier *et al*., 2008).
0,72*	*C. fluminea*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios de referência na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*., 2009).
Zn		
4,8 – 75,6*		2 espécies de bivalves em 8 locais do Rio Niágara, América do Norte (Richman & Somers, 2005).
6,24 – 8,52*		2 espécies de bivalves na saída do lago Erie, América do Norte (Richman & Somers, 2005).
8,61 – 10,29	*Unio elongatus.*	Rio Tigre, Turquia. Poluído (Karadede-Akin & Unlu, 2007).
8,76 – 13,08*	*Tapes decussatus*.	Espécies no Mar menor (Valência, Espanha), poluído Por águas de minas (Cervantes *et al*., 2009).
10,00	*D. polymorpha.*	Valor máximo acumulável em animais implantados no Rio Lot, França (referência). (Marie e tal., 2006).
10,32 – 18,96*	*D. polymorpha.*	Referência na literatura a 6 estudos em locais não contaminados (Lowe & Day 2002).
11,06 – 18,86*		Valores máximos para 2 espécies de bivalves marinhos na Baixa California, México. Ambiente afectado por mineração (Cárdenas-Cárdenas *et al*., 2009).
13,705*	*C. fluminea*	Ribeira em São Paulo afectada por mineração (Guimarães & Sígolo, 2008).
14,6 – 37,92	*C. fluminea*	Valores reportados para zona industrial do Rio de la Plata, Argentina (reportado por Peltier *et al*., 2008).
14,8 – 239*	*D. polymorpha*	Valores máximo e mínimo para 55 rios de Flandres (Bergovets *et al*., 2005).
14,04 – 19,56*	*C. fluminea*	Rio Paraná e estuário de La Plata, com intensa actividade industrial, mas um grande volume de água (Villar *et al*., 1999).
15,48 – 40,80*	*D. polymorpha*	Valores extremos para 11 locais no Rio S. Lourenço, Canada, diferindo na intensidade da poluição (várias fontes; Kwan *et al*., 2003)
17,794	*C. fluminea.*	Presente estudo. Ribeira Carreiras.
19,44 – 46,32**	*D. polymorpha*	*R*eferência na literatura a 6 estudos em locais contaminados (Lowe & Day 2002).
20,0 – 30,0	*C. fluminea*	Bioacumulação durante 70 dias. Rio Lot, France; referência (Marie e tal 2006).
23,4*	*C. fluminea.*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 Dias em rios de referência na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*, 2009).
24,772	*C. fluminea.*	Presente estudo. Ribeira Oeiras.
25,784	Unionidae.	Presente estudo. Ribeiras de Oeiras.

(continua)

(continuação)

mg/Kg	Espécies	Comentário
31,2*	*C. fluminea.*	Valores máximos em exemplares implantados por 80 dias em rios afectados por centrais a carvão na Carolina do Sul, USA (Peltier *et al*., 2009).
31.83*	*C. fluminea.*	Shatt, al-Arab, citado por Guimarães e Sígolo, 2008.
45,696 – 65,28*	*C. fluminea.*	Valores em exemplares de rios localizados a jusante de Centrais a carvão. Geórgia, USA (Peltier *et al*, 2008).
60 – 67,68	*C. fulminea.*	New river, Va, USA, contaminado, citado por Guimarães e Sígolo, 2008.
70	*C. fluminea.*	Valor máximo acumulável em animais implantados no Rio Lot, Franca. (Marie e tal 2006).
90	*C. fluminea.*	Valor máximo acumulável em animais implantados no Rio Lot, Franca e que acabaram por morrer (Marie *et al.*,2006).
90	*D. Polymorph.a*	Valor máximo acumulável em animais implantados num sector poluído do Rio Lot, Franca. (Marie *et al*, 2006).
152	*D. Polymorpha.*	Valor máximo acumulável em animais implantados num afluente do Rio Lot, Franca recebendo águas de uma mina – os animais não sobreviveram. (Marie *et al.*,2006).

Tabela 2.4. Reprodução de parte da Tabela III de Kwan *et al.* 2003 com valores de metais (por peso seco) para vários estudos. Convertendo os nossos valores para peso seco (assumindo 88% água), obtêm-se os valores seguintes para *C. fluminea*. As 1,80 – 2,45; Cu 36,84 (carreiras) – 133,075 (Oeiras); Zn 148,283 (Carreiras) – 206,433 (Oeiras)

Location	As	Cu	Hg	Zn	Source
Danube River, Austria		6.9-12.3		98-128	Gundacker, 1999
Mosel River, France		18		101	Mersch *et al.*, 1992
Mirgenbach basin, France		65		144	Mersch *et al.*, 1993
Meuse River, France		9.5		93	Mersch *et al.*, 1993
Wiltz River, Luxembourg		50-100			Mersch and Pihan, 1993
Wiltz River, Luxembourg		10.0-12.0			Mersch and Pihan, 1993
Markermeer L., Netherlands		10-12		93-110	Kraak *et al.*, 1991 & 1994
Rhine River, Germany		31		~500	Kraak *et al.*, 1991
Rhine River, Germany		21.1		96.5	Kraak *et al.*, 1994
Meuse River, Belgium		27		165	Kraak *et al.*, 1994
Kleines Haff, Germany			0.08-0.10		Weisner *et al.*, 2001
Upper Mississipi River, USA			0.02-0.05		Cope *et al.*, 1999
Rivers in New York State		4.39-16.60	0.05-0.38	94-276	Secor *et al.*, 1993
Oneida Lake, New York		4.61	0.05	99	Secor *et al.*, 1993
Times Beach, Buffalo, NY	9.7		0.30		Roper *et al.*, 1996
Grand Island, Buffalo, NY	7.4		0.10		Roper *et al.*, 1996
Lake Ontario, New York		10.2-62.7		60.4-80.7	Cont. Johns and Timmerman, 1998
Upper St. Lawrence River		20-60		90-200	Cont. Johns, 2001
Lower St. Lawrence River	2.5-8.3	14.2-35.9	0.10-0.22	129-340	Cont. *This study*

Secção 3

Metais pesados em peixes

3.1. Introdução

Nesta secção são apresentados os dados relativos às medições de teores de metais pesados em peixes recolhidos na Ribeira de Oeiras e na Ribeira de Carreiras. Os dados são comparados com os da literatura e com os recolhidos no fim do verão do ano passado.

3.2. Métodos

De 4 a 6 de Maio de 2009 foram amostrados peixes nos seguintes locais

(1) Ribeira de Oeiras, Horta da Reveza - RO5 - a montante da mina

(2) Ribeira de Oeiras, Caiada – a jusante da mina

(c) Ribeira de Oeiras, Ponte de Penilhos – a jusante da mina

(d) Ribeira de Oeiras, Água Santa da Morena – a jusante da mina

(e) Ribeira de Carreiras (C2)

As coordenadas dos pontos poder ser consultadas no relatório sobre peixes. Na secção 5 está indicada a metodologia relativa às actividades de campo e análises laboratoriais.

3.3. Resultados e Discussão

Todas as leituras no músculo e fígado estão listadas na tabela 3.1. Estão também listados os valores de referência. Os dados foram estatisticamente tratados por metal e por tecidos.

Tabela 3.1. Dados brutos de valores de As, Cu, Hg e Zn, e em ppm (em termos de peso húmido) em fígado e músculo de barbos (*Luciobarbus microcephalus*), recolhidos em Abril de 2009 em três locais na Ribeira de Oeiras e um local da Ribeira de Carreiras. Quando possível foram feitas cinco leituras no mesmo exemplar (Ex). Os valores são µg/kg para o As e Hg e mg/kg para o Cu e Zn. Os tecidos de referência estão assinalados como Dolt3 Refer.

local		ex.	As	Cu	Hg	Zn	local		ex.	As	Cu	Hg	Zn
Ponte Penilhos	Músculo	Ex4	< 2	0,95	50	30,47	Caiada	Músculo	Ex5	< 2	0,70	28	19,38
	Músculo	Ex4	< 2	1,03	23	27,40		Músculo	Ex2	< 2	0,28	26	26,49
	Músculo	Ex4	< 2	0,93	31	29,71		Músculo	Ex2	< 2	0,96	79	16,56
	Músculo	Ex4	< 2	0,85	12	29,78		Músculo	Ex2	< 2	0,41	55	20,25
	Músculo	Ex1	< 2	1,01	34	31,91		Músculo	Ex2	< 2	0,53	56	12,13
	Músculo	Ex1	< 2	1,04	22	31,93		Músculo	Ex4	< 2	0,51	27	8,45
	Músculo	Ex1	< 2	1,05	40	31,97		Músculo	Ex4	< 2	0,54	83	8,23
	Músculo	Ex1	< 2	1,26	21	31,80		Músculo	Ex4	< 2	0,82	45	6,43
	Fígado	Ex5	326	58,56	4647	246,15		Músculo	Ex4	< 2	0,45	61	6,93
	Músculo	Ex3	< 2	0,77	15	26,61		Músculo	Ex3	< 2	0,49	40	21,02
	Músculo	Ex3	< 2	0,90	16	28,11		Músculo	Ex3	< 2	0,64	54	23,40
	Músculo	Ex3	< 2	0,70	7	25,62		Músculo	Ex3	< 2	0,94	22	21,89
	Músculo	Ex3	< 2	0,96	8	24,68		Músculo	Ex3	< 2	0,91	15	27,71
	Fígado	Ex4	< 20	56,37	479	161,04		Músculo	Ex1	< 2	0,57	5	28,55
	Fígado	Ex3	< 20	31,73	402	104,85		Músculo	Ex1	< 2	0,55	10	28,01
	Fígado	Ex2	< 20	25,65	134	49,89		Músculo	Ex1	< 2	0,87	17	24,55
	Músculo	Ex2	< 2	1,33	63	11,60		Músculo	Ex1	< 2	0,56	10	29,97
	Músculo	Ex2	< 2	1,06	45	12,56		Fígado	Ex1	195	5,76	934	71,02
	Músculo	Ex2	< 2	1,13	65	13,56		Fígado	Ex5	<20	42,21	1792	120,78
	Músculo	Ex2	< 2	0,73	55	9,70		Fígado	Ex4	< 2	23,38	128	45,99
	Músculo	Ex5	< 2	1,11	< 5	33,80	Água Sta da	Músculo	Ex2	< 2	2,06	199	25,90
	Músculo	Ex5	< 2	1,03	8	33,21	Morena	Músculo	Ex2	< 2	1,74	180	28,93
	Músculo	Ex5	< 2	1,03	< 5	29,54		Músculo	Ex2	< 2	1,81	108	28,68
	Músculo	Ex5	< 2	1,15	< 5	32,76		Músculo	Ex2	< 2	1,52	257	20,50
	Fígado	Ex1	< 5	46,24	115	72,49		Fígado	Ex2	< 2	10,35	115	26,56
reference	Dolt3 Refer		9398	40,75	3052	82,97		Músculo	Ex1	< 2	1,10	77	15,40
	dolt3 Refer		9419	48,96	3045	81,09		Músculo	Ex1	< 2	1,58	82	11,38
	dolt3 Refer		10145	47,36	2848	79,38		Músculo	Ex1	< 2	0,91	95	19,78
	dolt3 Refer		9722	30,60	2996	79,89		Músculo	Ex1	< 2	1,33	137	17,25
Carreiras	Músculo	Ex2	< 2	23,66	486	28,16		Músculo	Ex3	< 2	1,37	50	25,15
	Músculo	Ex2	< 2	23,88	527	26,13		Músculo	Ex3	< 2	0,96	36	21,26
	Músculo	Ex2	< 2	16,98	407	30,64		Músculo	Ex3	< 2	1,07	29	26,60
	Músculo	Ex2	< 2	19,74	712	27,67		Músculo	Ex3	< 2	0,79	59	22,63
	Fígado	Ex2	< 2	19,67	1020	44,03		Músculo	Ex4	< 2	1,08	30	21,27
	Músculo	Ex4	< 2	0,76	669	14,62		Músculo	Ex4	< 2	1,49	52	16,91
	Músculo	Ex4	< 2	0,50	930	13,82		Músculo	Ex4	< 2	0,84	57	16,34
	Músculo	Ex4	< 2	0,74	852	13,17		Músculo	Ex4	< 2	1,15	50	17,00
	Músculo	Ex4	< 2	0,61	881	12,22		Músculo	Ex5	< 2	1,47	46	17,12
	Fígado	Ex4	< 5	65,33	1453	63,60		Músculo	Ex5	< 2	1,16	51	16,97

(continua)

(continuação)

local		ex.	As	Cu	Hg	Zn	local		ex.	As	Cu	Hg	Zn
Carreiras	Fígado	Ex5	< 2	17,83	253	50,22	Água Sta	Músculo	Ex5	< 2	1,44	68	19,13
	Fígado	Ex1	< 5	34,98	1054	58,09	Da Morena	Músculo	Ex5	< 2	1,53	56	22,61
	Músculo	Ex1	< 2	0,91	769	19,51		Fígado	Ex1	< 2	27,60	104	36,54
	Músculo	Ex1	< 2	0,94	1091	21,97		Fígado	Ex3	152	66,38	< 50	74,68
	Músculo	Ex1	< 2	0,88	622	23,98		Fígado	Ex4	< 5	12,95	186	36,15
	Músculo	Ex1	< 2	0,80	624	19,58		Fígado	Ex5	<20	80,15	< 50	97,37
	Fígado	Ex3	< 5	27,76	835	60,90	Horta Reveza	Músculo	Ex1	< 2	1,46	282	25,77
	Músculo	Ex3	< 2	0,63	495	18,76		Músculo	Ex1	< 2	0,89	315	17,14
	Músculo	Ex3	< 2	0,82	450	23,26		Músculo	Ex1	10	0,94	284	20,62
	Músculo	Ex3	< 2	0,79	376	22,55		Músculo	Ex1	< 2	1,26	288	23,27
	Músculo	Ex3	< 2	0,63	453	27,71		Músculo	Ex2	< 2	0,87	240	19,51
	Músculo	Ex5	< 2	0,94	672	14,90		Músculo	Ex2	< 2	0,86	387	20,45
	Músculo	Ex5	< 2	0,87	693	15,54		Músculo	Ex2	16	1,16	268	24,86
	Músculo	Ex5	< 2	0,70	654	14,44		Músculo	Ex2	< 2	0,98	167	18,46
	Músculo	Ex5	< 2	0,82	662	12,96		Músculo	Ex3	< 2	1,27	236	11,03
Caiada	Fígado	Ex2	< 20	10,74	450	164,98		Músculo	Ex3	< 2	1,35	308	9,50
	Fígado	Ex3	< 20	11,24	792	83,00		Músculo	Ex3	< 2	1,12	282	8,49
	Músculo	Ex5	< 2	0,84	22	18,59		Músculo	Ex3	< 2	1,00	245	10,25
	Músculo	Ex5	< 2	0,79	24	16,29		Fígado	Ex1	36	16,88	917	40,91
	Músculo	Ex5	< 2	0,87	42	22,31		Fígado	Ex2	68	26,68	875	53,95
								Fígado	Ex3	5	33,77	226	31,54

As

Os valores de As estiveram quase sempre abaixo dos limites de detecção (2 µg/kg de peso fresco). Foram excepções valores no fígado num exemplar de Ponte de Penilhos (326 µg/kg) outro da Caiada (195 µg/kg) e um outro em Água Santa (152 µg/kg). Uma vez que outros exemplares no mesmo local tiveram valores abaixo dos níveis de detecção, os valores aqui detectados podem ficar a dever-se tanto a erros de medições, como a contaminações laboratoriais, como ainda a valores reais em alguns exemplares.

Na Horta da Reveza (a montante da mina) os valores dos músculos em alguns exemplares estavam acima dos níveis de detecção, o mesmo acontecendo com os valores para o fígado (média de 37 µg/kg).

Os valores estão abaixo do normalmente medido na Ribeira de Oeiras (Tabela 3.2) e no limite inferior do que é referido na literatura (Tabela 3.3).

Tabela 3.2. Valores de As em músculo e fígado obtidos para os exemplares aqui analisados (azul) e valores anteriormente medidos em ppm. A vermelho os valores mais elevados.

Espécies	Local	Ano	músculo	fígado
Leuciscus	Monte Bentes	1992	0,10	
Barbus	?	1993	0,01	
Boga	Malhão Largo	1994	<0,05	<0,10
Barbo	Penilhos	1996	<0,50	<0,1-0,41
Barbus comiza	Monte Velho	1998	<0,05	
Barbus comiza	Penilhos	1998	<0,05	0,31
Barbus b. sclateri	Penilhos	1998	<0,07	0,37
Barbus b. sclateri	Pte. Peliteira	1998	<0,07	<0,10
Barbus comiza	Pte. Peliteira	1998	<0,05	<0,23
Barbus b. sclateri	Monte Velho	1998	<0,10	<0,05
Barbus comiza	Horta Reveza	1998	0,10	
Barbus b. sclateri	Monte Velho	1998	<0,07	
Barbus b. sclateri	Monte Velho	2000	<0,05	
Leuciscus	ROPM	2000	0,14	0,91
Barbus microcephalus	2 locais ref	2008	<0,01	<0,15
Barbus microcephalus	Horta do Rav.	2008	<0,02	0,10
Luciobarbus microcephalus	Carreiras e Oeiras a jusante da mina	2009	<0,002	<0,002
Luciobarbus microcephalus	Horta do Rav.	2009	<0,002	0,037

Tabela 3.3. Valores comparativos de As para amostras de peixes. Para os valores de literatura em peso seco foi usada a conversão peso húmido = peso seco x 3,96. Este valor é uma média entre os máximos e mínimos de 5,8 e 3,1 para peixes marinhos segundo http://home.alltel.net/bsu.ndquist1/fi11.html e o valor de 3,5 para 4 espécies de peixes marinhos segundo Abdallah & Abdallah 2008. Os valores convertidos desta forma estão indicador por (*). Os artigos referenciados estão em PDF no relatório de 2008.

Valor	Comentário
<0,002	Músculo e Fígado. Ribeira de Oeiras e Carreiras (Somincor 2009).
<0,002	Lombo e Pele. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
<0,002 – 0,007	Músculo. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
<0,02 – 0,274	Fígado. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
0,037	Fígado. Horta da Reveza (Somincor 2009).
0,23-2.20 *	Todo o peixe 5 rios de Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al* 2007).
0,33 – 0,78 *	Guelras 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al.*, 2007).
0,50 – 3,40 *	Fígado 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al* 2007).
0,99 – 17,77	Músculo 10 espécies de peixe marinhos comerciais obtidos em estabelecimentos comerciais de Catalunha (Falc *et al*, 2008).

Cu

Os valores de Cu foram 20 a 40 vezes mais elevado no fígado dos peixes do que no músculo (Figura 3.1). Os valores de Cu no músculo dos peixes foram significativamente mais baixos na Caiada do que em todos os outros locais na Ribeira de Oeiras e os valores registados na Água Santa foram significativamente mais elevados do que na Ribeira de Carreiras (ANOVA; Tabela 3.4). As diferenças no fígado são claras no gráfico, mas não significativas do ponto de vista estatístico. Este facto deve-se a uma alta variabilidade combinada.

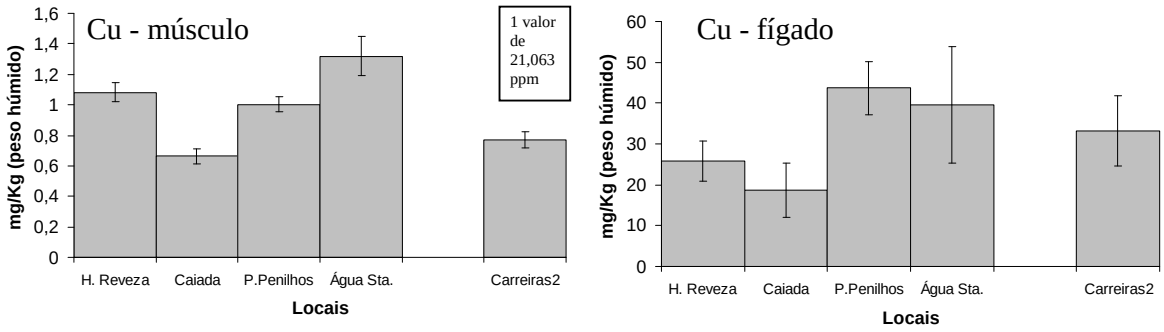


Figura 3.1. Valores de Cu em músculo e fígado (média e erro padrão) em *Luciobarbus microcephalus* amostrados em quatro locais na Ribeira de Oeiras (H. Reveza a montante da mina) e 1 na ribeira de Carreiras.

Tabela 3.4. ANOVA para teores de 3 metais no fígado e músculo de *Luciobarbus microcephalus* amostrados em quatro locais na Ribeira de Oeiras (H. Reveza a montante da mina) e 1 na ribeira de Carreiras. AS = Água Santa, Cai = Caiada PPen = Ponte de Penilhos; HR = Horta da Reveza. Quando P foi significativo, diferenças entre locais foram analisadas pelo teste Holm-Sidak. Os valores de Hg no músculo não tinham distribuição normal pelo que se aplicou o teste de Kruskal-Wallis (por ranks) seguido do teste de Dunn.

Tecido	Metal	DF	SS	MS	F(H)	P	diferenças
Músculo	Cu	4	1,287	0,322	11,193	**<0,001**	AS>Cai,Carr; HR>Cai; PPen>Cai
Fígado	Cu	4	1966,233	491,558	1,193	0,348	
Músculo	Hg	4			(17,843)	**<0,001**	Carr> todos;
Fígado	Hg	4	2,431	0,608	3,924	**0,018**	Carr> AS
Músculo	Zn	4	202,833	50,708	1,113	0,381	
Fígado	Zn	4	23022,385	5755,596	2,754	0,60	

Os valores registados na Primavera de 2009 foram mais baixos do que os obtidos a partir de exemplares capturados no fim do Verão de 2008. Se os valores registados nos tecidos vivos são uma resposta imediata aos teores da água, pode-se especular que durante o Verão, devido à acentuada redução do caudal, é provável que a acumulação dos vários metais na água seja superior ao período de Primavera, o que explicaria este resultado. Os valores de músculo de peixes de Ponte de Penilhos estão entre os mais elevados obtidos na Ribeira de Oeiras, mas o mesmo se passa com os registados em peixes a montante da mina, na Horta da Reveza.

Em comparação com os dados obtidos para outros locais (tabela 3.6), os valores estão dentro da gama inferior dos locais contaminados, incluindo os locais de referência.

Tabela 3.5. Valores de Cu em músculo e fígado obtidos para os exemplares aqui analisados e valores anteriormente medidos em ppm. A vermelho os valores mais elevados registados; a azul valores desta campanha.

Espécies	Local	Ano	músculo	fígado
Leuciscus	Monte Bentes	1992	0,442	
Barbus	Monte Bentes	1992	0,546	28,82
Barbus	?	1993	1,17	
Boga	Malhão Largo	1994	<0,7	82,33
Barbo	Penilhos	1996		6,94
Barbus b. sclateri	Monte Velho	1998	<0,8	7,80
Barbus comiza	Monte Velho	1998		19,00
Barbus comiza	Penilhos	1998	0,283	10,2
Barbus b. sclateri	Penilhos	1998	<0,8	10,8
Barbus b. sclateri	Monte Velho	1998	<0,8	
Barbus b. sclateri	Pte. Peliteira	1998	<0,8	16,3
Barbus comiza	Pte. Peliteira	1998	<0,8	90,00
Barbus comiza	Horta Reveza	1998	<0,8	13,00
Leuciscus	ROPM	2000	<0,8	123,00
Barbus microcephalus	Horta da Rev.	2008	1,30	77,17
Barbus microcephalus	2 locais ref	2008	1,15	68,77
Luciobarbus microcephalus	Caiada	2009	0,66	18,66
Luciobarbus microcephalus	Penilhos	2009	1,00	43,71
Luciobarbus microcephalus	Car, H.Reveza	2009	0,77-1,08	25,77-33,11

Tabela 3.6. Valores comparativos de Cu para amostras de peixes. Para os valores de literatura em peso seco foi usada a conversão peso húmido = peso seco x 3,96 (ver explicação na tabela 3.3); valores convertidos desta forma estão indicador por (*). Os artigos referenciados estão em PDF no relatório de 2008. A azul os valores de 2008 e 2009 (estes em negrito).

Valor	Tecido - Comentário
0,06 – 1,25 *	"Carcaça" Vários peixes em 48 locais na bacia do Mississípi, USA. Muitos locais contaminados por minas (Schmitt, 2004)
0,66 *	Músculo. *Liza salines* na Barrinha de Esmoriz (Fernandes *et al.*,2008)
< 0,98 *	Não indicado 5 zonas costeiras do planeta (Abdallah & Abdallah 2008)
0,15 – 15,9	Músculo. *Mullus barbatus* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*, 2008)
0,33 – 0,75	Músculo. *Carassius auratus*. Lago Eber, Turquia (Fidan *et al.*,2008)
0,57 – 5,06	Músculo. *Merlangius merlangius* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*, 2008)
0,60 – 0,94 *	"Tecidos" 4 spp de peixes marinhos no Porto de Alexandria (Abdallah & Abdallah 2008)
0,53 – 1,26	Lombo. Rib.de Oeiras (Somincor 2008)
0,66 – 1, 31	**Músculo. Ribeira de Oeiras a jusante da mina (Somincor 2009)**
0,77 – 1,08	**Músculo. Ribeira de Oeiras a montante da mina e Ribeira de Carreiras (Somincor 2009)**
0,92 – 1,73 *	"Carcaça" Salmão *Oncorhynchus tshawytscha* ao longo do rio Sacramento, Califórnia (Saiki *et al*, 2001)
0,98 – 1,35	Pele. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)
1,03 – 3,34	Fígado. *Carassius auratus*. Lago Eber, Turquia (Fidan *et al.*,2008)
1,09 – 5,18 *	Guelras. 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al* 2007)
1,11 – 26,70	Fígado. *Merlangius merlangius* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*, 2008)
1,13 – 3,61 *	Todo o peixe 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag et al., 2007)
1,62 – 46,2	Fígado. *Mullus barbatus* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*, 2008)
1,67 *	Fígado. 3 espécies de peixe num local de referência no Idaho (Farag *et al.*, 1998)
1,96 – 2,86	Músculo. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)
6,30 – 84,09 *	Fígado. *Chondrostoma nasus* de 4 rios não contaminados e um contaminado na Áustria (Jirsa *et al*, 2008)
18,66 – 43,71	**Fígado. Ribeira de Oeiras a jusante da mina (Somincor 2009)**
25,77 – 33,11	**Fígado. Ribeira de Oeiras a montante da mina e Ribeira de Carreiras (Somincor 2009)**
30,18 – 58.99	Fígado. 3 espécies de peixe 3 locais afectados por minas no Idaho (Farag et al 1998)
31.57 – 255,05 *	Fígado. 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al.*,2007)
66,16 *	Fígado. *Liza salines* na Barrinha de Esmoriz (Fernandes *et al.*,2008)
68,29 - 77,16	Fígado. Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)

Hg

Tal como no caso do Cu, os valores de Hg no fígado foram maiores do que no músculo (cerca do dobro; Figura 3.2). Relativamente ao fígado, os valores registados na Ribeira de Carreiras foram maiores do que os medidos em Água Santa e no que diz respeito ao músculo, os valores em Carreiras foram maiores do que em todos os outros locais e os de montante (Horta da Reveza) maiores do que os outros (ANOVA, Tabela 3.4). Este valor significativamente mais elevado na Horta da Reveza do que nos locais a jusante tinha já sido observado no fim do Verão. Os valores agora medidos são comparáveis aos obtidos no fim do Verão (Tabela 3.7).

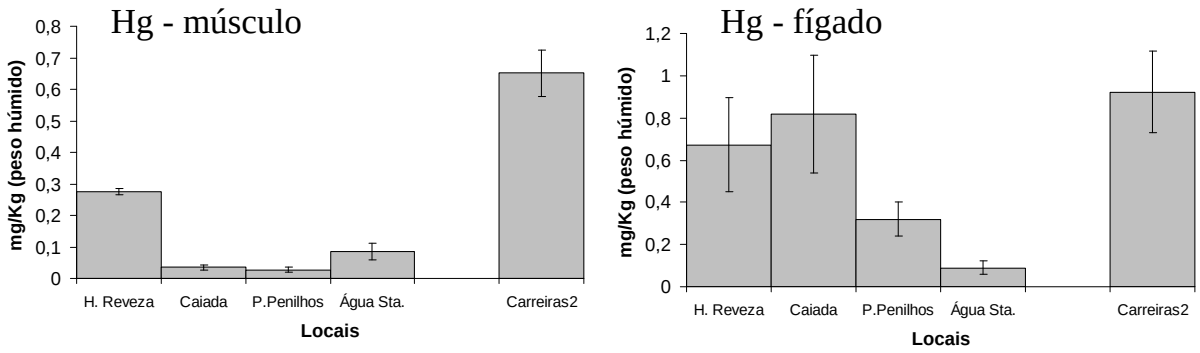


Figura 3.2. Valores de Hg em músculo e fígado (média e erro padrão) em *Luciobarbus microcephalus* amostrados em quatro locais na Ribeira de Oeiras (H. Reveza a montante da mina) e 1 na ribeira de Carreiras.

Tabela 3.7. Valores de Hg em músculo e fígado obtidos para os exemplares aqui analisados e valores anteriormente medidos em ppm. A vermelho os valores mais elevados registados; a azul valores desta campanha.

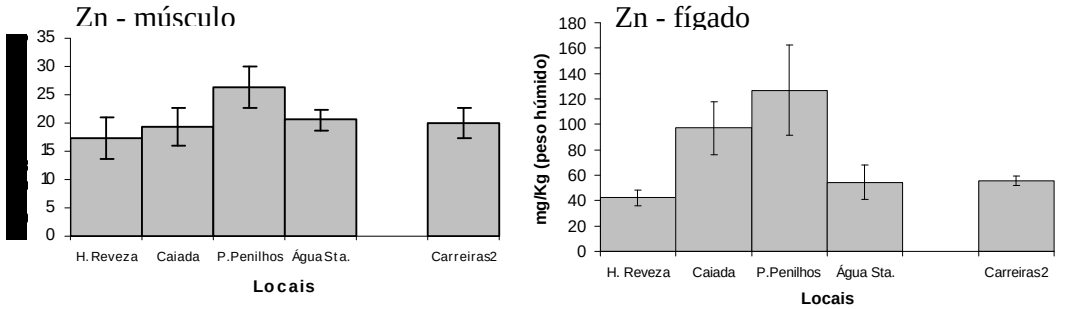
Espécies	Local	Ano	músculo	fígado
Leuciscus	Monte Bentes	1992	0,293	
Barbus	Monte Bentes	1992	0,308	0,226
Barbus	?	1993	0,047	
Boga	Malhão Largo	1994	<0,07	<0,13
Barbo	Penilhos	1996	<0,25	<0,25
Barbus comiza	Monte Velho	1998	<0,033	<0,10
Barbus comiza	Penilhos	1998	0,283	0.19
Barbus b. sclateri	Penilhos	1998	0,134	<0,10
Barbus b. sclateri	Pte. Peliteira	1998	<0,039	<0,10
Barbus comiza	Pte. Peliteira	1998	<0,039	<0,10
Barbus b. sclateri	Monte Velho	1998	0,037	<0,10
Barbus comiza	Pte. Peliteira	1998	<0,045	
Barbus comiza	H. da Reveza	1998	0,309	0,27
Barbus b. sclateri	Monte Velho	2000	0,078	
Leuciscus	ROPM	2000	<0,03	<0,01
Barbus microcephalus	2 locais ref	2008	<0,05	0,49
Barbus microcephalus	Horta do Rev.	2008	0,18	0,89
Barbus microcephalus	3 locais a jusante da mina	2009	0.02-0,08	0,09-0,81
Barbus microcephalus	H.Rev./Carr.	2009	0,28-0,65	0,67-0,92

Tabela 3.8. Valores comparativos de Hg para amostras de peixes. Para os valores de literatura em peso seco foi usada a conversão peso húmido = peso seco x 3,96 (ver explicação na tabela 3.3); valores convertidos desta forma estão indicador por (*). Os artigos referenciados estão em PDF no relatório de 2008. A azul os valores de 2008 e 2009 (estes a negrito).

Valor	Tecido	Comentário
0,02 – 0,08	**Músculo**	**Ribeira de Oeiras a jusante da mina (Somincor 2009)**
0,03 – 0,15	Lombo	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)
0.03 – 0,18	Músculo	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)
0,04 – 0,28	Músculo	5 espécies de peixe em rios contaminados por extracção de ouro na Colômbia (Marrugo-negrete *et al*, 2008)
0,04 – 2,22	Músculo	10 espécies de peixe marinhos comerciais obtidos em estabelecimentos comerciais de Catalunha (Falc *et al*, 2008)
0,04	Carcaça	Rio Humboldt, Nevada (May & Brumbaugh, 2007)
0,08 – 0,94	Carcaça	Lampreia *Petromyzon marinus* num rio da América do Norte - Connecticut. (Drevnick e tal. 2006)
0,09 – 0,81	**Fígado**	**Ribeira de Oeiras a jusante da mina (Somincor 2009)**
0,11 – 0,22	Pele	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008)
0,2	Valor máximo indicado pela WHO (1990, citado por Marrugo-Negrete) para consumo por crianças e mulheres grávidas	
0,28 – 0,65	**Fígado**	**Ribeiras de Oeiras (montante) e Carreiras (Somincor 2009)**
0,38 – 0,50	Carcaça	5 spp de peixes num lago não poluído da Nova Guiné (Bowles *et al.*,2002)
0,41 – 0,89	**Fígado**	**Ribeiras de Oeiras (montante) e Carreiras (Somincor 2009)**
0,50	Limite para o consumo humano admitido pela União Europeis de acordo com citações de Drevick e tal. (2006)	
0,67 – 0,92	**Fígado**	**Ribeira de Oeiras a jusante da mina (Somincor 2009)**
>1,00	Carcaça	Valores máximos obtidos em lampreias nos grandes lagos da América do Norte (citação em Drevick e tal. 2006

Zn

Tal como com os outros metais, os teores em Zn foram maiores no fígado do que no músculo (cerca de 2 a 3 vezes; Figura 3.3). No entanto, não houve diferenças significativas entre locais (ANOVA, tabela 3.4). Dado o padrão consistente de valores de músculo e fígado de maiores valores medidos em Ponte de Penilhos do que nos outros locais, é muito provável que a falta de diferenças se deva ao baixo valor de "n". Por exemplo, os valores da média ± erro padrão obtidos para o fígado na Horta da Reveza e em Ponte de Penhilhos não se sobrepõem. Isto faz suspeitar que há, de facto um aumento de Zn para jusante da mina. Os valores são ligeiramente mais baixos do que os observados no Verão, com excepção para os valores de fígado em Ponte de Penilhos (Tabela 3,9), mas estão entre a gama de valores referenciados para locais contaminados por metais pesados (Tabela 3.10).



Figura

3.3. Valores de Zn (média e erro padrão) em músculo e fígado em *Luciobarbus microcephalus* amostrados em 4 locais na Ribeira de Oeiras (H. Reveza a montante da mina) e 1 na ribeira de Carreiras.

Tabela 3.9. Valores de Zn em músculo e fígado obtidos para os exemplares aqui analisados e valores anteriormente medidos em ppm.

Espécies	Local	Ano	músculo	fígado
Leuciscus spp.(?)	ROPM	2000	8,70	46,75
Luciobarbus microcephalus	Horta do Rav.	2008	28,01	73,22
Luciobarbus microcephalus	2 locais ref	2008	22,84	77,81
Luciobarbus microcephalus	3 locais a jusante da mina	2009	19,4-26,3	54,3-126,9
Luciobarbus microcephalus	H.Rev&Carr.	2009	17,3-20,1	42,1- 55,4

Tabela 3.10. Valores comparativos de Zn para amostras de peixes. Para os valores de literatura em peso seco foi usada a conversão peso húmido = peso seco x 3,96 (ver explicação na tabela 3.3); valores convertidos desta forma estão indicador por (*). Os artigos referenciados estão em PDF no relatório de 2008. A azul os valores de 2008 e 2009 (estes em negrito).

Valor	Tecido	comentário
< 7,8 *	Não indicado	5 zonas costeiras do planeta (Abdallah & Abdallah 2008).
2,29 – 27,78 *	"Tecido"	2 espécies de peixes em rios não poluídos do SE de Missouri, USA (Besser *et al*., 2007).
2,29 – 53,54 *	"Tecido"	2 espécies de peixes em rios poluídos do SE de Missouri, USA (Besser *et al*., 2007).
3.17 (aprox.) *	Músculo	*Chondrostoma nasus* de 4 rios não contaminados e um contaminado na Áustria (Jirsa *et al*., 2008).
3,28 -26,97 *	"Carcaça"	Vários peixes em 48 locais na bacia do Mississípi, USA. Muitos locais contaminados por minas (Schmitt, 2004).
3,50 – 10,5	Músculo	*Mullus barbatus* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*., 2008).
3,93 – 11,07 *	"Tecidos"	4 spp de peixes marinhos no Porto de Alexandria (Abdallah & Abdallah 2008).
5,75 – 12,90	Músculo	*Merlangius merlangius* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*., 2008).
6, 49 *	Músculo	*Liza salines* na Barrinha de Esmoriz (Fernandes *et al*., 2008).
6,63 – 10, 74	Músculo	*Carassius auratus*. Lago Eber, Turquia (Fidan *et al*., 2008).
7,1 – 48,00	"Carcaça"	6 espécies de peixes de rios poluídos por minas no Oklahoma, USA (Schmitt *et al*., 2006).
7,68 – 48,48 *	"Carcaças"	5 espécies de peixes em 8 locais de referência e afectados por minas em Oklahoma, USA (Brumbaugh *et al*., 2005).
9,57 – 24,27	Fígado	*Carassius auratus*. Lago Eber, Turquia (Fidan *et al*., 2008).
11,54 - 18,49	Lombo	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
12,1 – 12,3	"Carcaça"	2 espécies de peixes de rios não poluídos do Oklahoma, USA (Schmitt *et al*., 2006).
13,13 – 31,31 *	Sangue	5 espécies de peixes em 8 locais de referência e afectados por minas em Oklahoma, USA (Brumbaugh *et al*., 2005).
14,7 – 195,0	Fígado	*Mullus barbatus* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*., 2008).
17,3-26,3	**Músculo**	**Ribeira de Oeiras e Ribeira de Carreiras (Somincor 2009).**
17,40 – 34,90	Fígado	*Merlangius merlangius* (peixe comercial) de 5 zonas costeiras da Turquia (Tepe *et al*., 2008).
21,92 – 28,01	Músculo	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
22,37 *	Fígado	*Liza salines* na Barrinha de Esmoriz (Fernandes *et al*., 2008).
22,40 – 38,64 *	"Carcaça"	Salmão *Oncorhynchus tshawytscha* ao longo do rio Sacramento, Califórnia (Saiki *et al*., 2001)
25,25 (aprox.) *	Fígado	*Chondrostoma nasus* de 4 rios não contaminados e um contaminado na Áustria (Jirsa *et al*., 2008)
26,27 – 89,14 *	"Todo o peixe"	5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag et al., 2007).
27,78 – 66,16 *	Fígado	5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al*., 2007).

(continua)

(continuação)

Valor	Tecido	comentário
33,33 *	Fígado	3 espécies de peixe num local de referência no Idaho (Farag *et al*., 1998).
42,1 – 126	**Fígado**	**Ribeiras de Oeiras e Carreiras (Somincor 2009)**
73,22 – 79,45	Fígado	Ribeira de Oeiras (Somincor 2008).
74,75 – 126,01	Fígado	3 espécies de peixe em 3 locais poluídos por minas no Idaho (Farag *et al*., 1998).
102,02 – 270,20 *		Guelras. 5 rios do Colorado, alguns contaminados por minas (Farag *et al*., 2007).
178,53 – 492,42 *	Fígado	5 espécies de peixes em 8 locais de referência e afectados por minas em Oklahoma, USA (Brumbaugh *et al.,* 2005).

Secção 4

Conclusões e Discussão Geral

Os dados aqui apresentados parecem indicar que, mesmo em locais de referência, os valores para alguns metais nos tecidos vivos são elevados. Este facto poderá dever-se a poluição histórica (minas ou escombreiras abandonadas há séculos) ou a uma situação natural dada a geologia do terreno. Embora movimentações de animais sejam possíveis (*e.g.* peixes), essas movimentações não explicam os altos níveis de contaminação a montante da mina (experiência de implantação de bivalves). A resposta a estes assuntos está na ordem de trabalhos do grupo de IMAR.

A população de galinhas-de-água na área de estudo não foi suficientemente elevada para permitir capturas de um grande número de exemplares. Verificou-se que as armadilhas de um determinado local capturavam sempre os mesmos indivíduos, pelo que foi necessário mudar as armadilhas de local. Assim, na zona a jusante as armadilhas foram colocadas em Peliteira (onde não se efectuaram capturas), tendo depois sido mudadas para a Caiada e o Monte Velho. A montante, apesar da busca intensiva, não foram encontrados vestígios de galinhas de água em outros locais pelo que as quatro armadilhas permaneceram na Reveza durante todo o período (11 de Março a 13 de Maio). Todas as armadilhas foram iscadas durante 1 a 2 semanas e só depois foram accionadas as portas para a captura das galinhas-de-água.

A possibilidade das galinhas-de-água usarem como alimento complementar plantas dentro e fora de água (proporções desconhecidas), é um assunto que deve ser tido em consideração na interpretação dos resultados. Pretendia-se ainda capturar indivíduos de borrelho-pequeno-de-coleira (*Charadrius dubius*), mas estes não foram encontrados na área de estudo na época das amostragens. Assim, os passeriformes foram um excelente complemento da informação sobre acumulação de metais nas aves.

Algumas aves apresentaram valores extremamente elevados de metais. Já aqui foi referida a possibilidade de erros, mas há ainda a possibilidade da deslocação de outras zonas (e.g. Minas de São Domingos). É de referir que os resultados esporádicos elevados foram observados nos mesmos locais onde foram capturados animais com teores normais em metais.

Dada a abundância de exemplares e os hábitos territoriais e alimentares do rouxinol-do-mato (*Cettia cetii*), esta espécie passou a ser, junto com a galinha-de-água, o alvo principal destes estudo.

As medições de tores de metais nos 2 tecidos propostos permitiram responder às questões levantadas: comparar teores em metais em populações de aves a montante e jusante da mina.

No que se refere aos bivalves, embora a literatura indique a presença na ribeira de várias espécies nativas, a realidade é que só *Corbicula fluminea* ocorreu em números suficientemente elevados que permitam uma amostragem que não comprometa a viabilidade das populações. Alguns unionidae foram observados, mas destes só 4 capturados.

Não foram observadas populações de *Corbicula fluminea* a montante da mina, embora sabemos que elas existem pelos restos de conchas observados. À falta de populações a montante, optou-se por usar uma população de referência na Ribeira de Carreiras, paralela à de Oeiras e foram feitas experiências de transplante / implantação de exemplares. Deste modo, os resultados obtidos cumpriram os objectivos: determinar bioacumulação em bivalves na ribeira de Oeiras a montante e jusante da mina.

Quanto aos peixes, a experiência com uma campanha prévia em 2008 minimizou os desvios relativo ao proposto. Assim, nesta campanha procedeu-se a um aumento do esforço de captura e, consequentemente, o material disponível para análises foi mais substancial.

Foi também aqui possível responder ao assunto em questão: comparação de níveis acima e abaixo da mina. O facto de se terem amostrado exemplares na Ribeira de Carreiras (paralela à de Oeiras) permitiu conhecer valores fora da área da mina, uma vez que se colocou a possibilidade de deslocações de exemplares entre "montante" e "jusante" da mina.

Esta secção é comum a todos os relatórios. Alterações nas metodologias previamente descritas estão assinaladas com uma cor diferente.

Secção 5 Metodologias Gerais

5.1 Amostragem de aves

O plano de biomonitorização da Ribeira de Oeiras para 2009 inclui a avaliação do conteúdo de metais pesados nas aves características da ribeira de Oeiras.

Pretende-se assim, com base em métodos biológicos, determinar se o lançamento do efluente da Mina de Neves-Corvo na Ribeira de Oeiras causa algum impacte considerável nas aves associadas à ribeira e qual a sua intensidade e extensão.

No sentido de avaliar o impacto provocado pela emissão do efluente da Mina de Neves-Corvo foram definidos vários locais de amostragem ao longo das Ribeira de Oeiras. A Ribeira de Oeiras apresenta uma grande heterogeneidade de habitats: zonas de corrente, pegos profundos, substratos arenosos e pedregosos, com e sem vegetação emergente e com e sem estrato arbóreo ripícola. Os locais escolhidos para amostragem foram junto a pegos profundos (importantes para galinhas-de-água) e com floresta ripícola (importantes para as outras espécies). Como locais de referência foram estabelecidos dois locais na Ribeira de Oeiras, situados a montante do ponto de descarga do efluente: 1 (Reveza) e 2 (Monte Bentes). A jusante do ponto de descarga do efluente foram estabelecidos três locais de amostragem: 3 (Monte Velho), 4 (Peliteira) e 5 (Caiada). A montante as galinhas de água foram apenas capturadas na Reveza, dado que Monte Bentes não apresenta condições para galinhas-de-água e não foram encontradas áreas alternativas. A jusante foram utilizadas todas as áreas definidas.

Como método de captura de galinhas-de-água foram utilizadas armadilhas de arame iscadas com milho e mistura comercial de alimento para pombos. Durante o período do estudo novo alimento foi adicionado às armadilhas duas vezes por semana. Em cada um dos locais de captura foram colocadas 4 armadilhas.
As restantes espécies foram capturadas com redes verticais, cujo esforço de captura se encontra na tabela nº 1.1. As redes foram colocadas a atravessar a ribeira ou junto à margem, contra um fundo de vegetação.

As capturas foram efectuadas na época de reprodução (Março-Maio), quando todas as espécies são estritamente residentes, de modo a facilitar a comparação entre a área a jusante e a montante.

Bibliografia

Bearhop, S., Phillips, R.A., Thompson, D.R., Waldron, S. & Furness, R.W. 2000a. Variability in mercury concentrations of great skuas *Catharacta skua*: the influence of colony, diet and trophic status inferred from stable isotope signatures. *Marine Ecology Progress Series* 195: 261-268.

Cherel, Y., Hobson, K.A. & Hassani, S. 2005. Isotopic discrimination between food and blood and feathers of captive penguins: Implications for dietary studies in the wild. Physiological and Biochemical Zoology 122: 155-162.

5.2 Amostragem de peixes

A metodologia geral usada para a captura de peixes e o tratamento dos dados é a adoptada pelo INAG.

A espécie de peixe seleccionada para as análises foi o barbo-de-cabeça-pequena (*Luciobarbus microcephalus*), que é uma das espécies mais comuns, de acordo com amostragens às comunidades de peixes realizadas em vários locais da Ribeira de Oeiras. Os exemplares foram capturados pela equipa do Prof. Pedro Raposo de Almeida (Universidade de Évora e Centro de Oceanografia) utilizando um aparelho portátil de pesca eléctrica *Hans Grassl* ELT60 HIII 300/500V. Os exemplares foram extraídos numa secção de 100 metros com deslocação em zig – zag e tentado cobrir todos os macrohabitats.

Dos exemplares capturados foram retiradas amostras de músculo e fígado que foram posteriormente congeladas individualmente e enviadas para o laboratório da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra em gelo seco para posterior análise.

5.3 Medição de teores em metais

As amostras de penas de aves e sangue congelado foram pesadas. O mesmo aconteceu com os exemplares de bivalves que foram separados das suas conchas. No caso dos peixes, porções de tecidos de aproximadamente 0,5 g (peso húmido) de músculo e fígado foram usadas para as leituras.

Os tecidos foram macerados em ácido em microondas. As leituras do As e Hg foram obtidas através de gerador de hidretos acoplado à espectrofotometria de absorção atómica. Os teores em Zn e Cu foram quantificados por espectofotometria de absorção atómica com câmara de grafite (SOLAAR M series with GF95, Thermo Unicam Corporation, USA). Os valores foram padronizados com o material biológico de referência: DOLT-3 - Dogfish Liver Certified Reference Material for Trace Metals do "National Water Research Institute"

Para cada metal, os locais e tecidos foram comparados simultaneamente por uma análise de variância de duas vias (Two-way-ANOVA), com os dados logaritmizados de forma a cumprir os pressupostos de normalização e igualdade de variância.