



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS DE REABILITAÇÃO PARA MELHORIA DA SITUAÇÃO AMBIENTAL ENVOLVENTE AOS FUIROS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONCELHO DE PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES

Relatório de Progresso, 2016

Entidade Reguladora de Águas e Resíduos dos Açores, ERSARA

Lisboa • abril de 2016

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 137/2016 – **DHA/NRE**

Título

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS DE REABILITAÇÃO PARA MELHORIA DA SITUAÇÃO AMBIENTAL ENVOLVENTE AOS FUROS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONCELHO DE PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES

Relatório de Progresso, 2016

Autoria

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

Teresa E. Leitão

Investigadora Principal com Habilitação, Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas

Maria José Henriques

Técnica Superior, Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 137/2016

Proc. 0605/121/18422

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS DE REABILITAÇÃO PARA MELHORIA DA SITUAÇÃO AMBIENTAL ENVOLVENTE AOS FUROS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONCELHO DE PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES

Relatório de Progresso, 2016

Resumo

Desde 2012, o LNEC tem vindo a realizar a "Análise e acompanhamento dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental envolvente aos furos de abastecimento de água do concelho de Praia da Vitória, Açores", promovidos pelas Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, através de uma assessoria técnica para a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA). Os trabalhos de reabilitação têm vindo a ser promovidos pela Força Aérea Americana e acompanhados pelo LNEC. Este relatório corresponde à assessoria relativa ao período de agosto de 2015 a março de 2016.

No relatório apresenta-se uma análise dos resultados dos trabalhos de monitorização desenvolvidos pelo LNEC e uma breve análise sobre os resultados do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano. No final apresentam-se as principais conclusões e recomendações.

Palavras-chave: Concelho de Praia da Vitória / Águas subterrâneas / Reabilitação / Monitorização

ANALYSIS AND MONITORING OF THE REHABILITATION WORKS FOR IMPROVEMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION SURROUNDING THE WATER SUPPLY WELLS OF PRAIA DA VITÓRIA MUNICIPALITY, AZORES

Progress Report, 2016

Abstract

Since 2012, LNEC is carrying out an “Analysis and monitoring of the rehabilitation works for improvement of the environmental situation surrounding the water supply wells of Praia da Vitória municipality, Azores” for the Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA). The rehabilitation works are being promoted by the U.S. Air Force in Lajes. This report corresponds to LNEC analysis related to the period between August 2015 and March 2016.

The report presents an analysis of the monitoring work conducted by LNEC, and also a short analysis of the monitoring program results for the water quality for human consumption. Finally, the main conclusions and recommendations are presented.

Keywords: Praia da Vitória Municipality / Groundwater / Rehabilitation / Monitoring

Índice

1	Introdução	1
2	Objetivos e metodologia	2
3	Análise dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65 th Air Base Wing	4
3.1	Introdução	4
3.2	Novos desenvolvimentos sobre os trabalhos de reabilitação.....	4
4	Monitorização da qualidade das águas subterrâneas	8
4.1	Descrição da campanha realizada	8
4.2	Resultados obtidos	13
4.2.1	Considerações gerais	13
4.2.2	Porta de Armas (Main Gate, Site 3001).....	15
4.2.3	South Tank Farm (Site 5001/AOC-1)	20
5	Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano	24
6	Síntese, conclusões e recomendações	25
	Referências bibliográficas	28
	ANEXO Parâmetros medidos nos pontos de águas subterrâneas durante a campanha de março de 2016	29

Índice de figuras

Figura 4.1 – Valores dos limiares a nível nacional de normas de qualidade (extraído de APA, 2015)	13
Figura 4.2 – Localização dos pontos de amostragem do LNEC junto ao Site 3001 e sua posição relativa aos locais classificados entre potencialmente contaminados a contaminados.....	16
Figura 4.3 – Concentração em PAH, TPH e BTEX em oito piezómetros localizados nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia, dentro e fora do Site 3001, entre 2010 e 2016.....	19
Figura 4.4 – Localização dos pontos de monitorização no local referido como contaminado junto à <i>South Tank Farm</i>	20
Figura 4.5 – Concentrações acima do limite de quantificação em PAH, TPH e BTEX em piezómetros localizados fora do Site 5001, na área junto à <i>South Tank Farm</i> , entre 2010 e 2016.....	23

Índice de quadros

Quadro 4.1 – Características dos pontos de água monitorizados em 2016	9
Quadro 4.2 – Parâmetros químicos analisados	11
Quadro 4.3 – Listagem de alguns valores de concentrações em hidrocarbonetos permitidas em Portugal (limite de quantificação) e no Canadá (<i>Table 1 - Potable Groundwater Condition</i>)	14
Quadro 4.4 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem analisados em 2016 junto ao Site 3001	17
Quadro 4.5 – Resultados obtidos nos quatro pontos de amostragem analisados entre 2010 e 2016 a jusante da <i>South Tank Farm</i>	21

Agradecimentos

Agradece-se todo o apoio do Comando Português da Zona Aérea dos Açores (FAP) para a realização deste trabalho, em nome do senhor Major Paulo Roda, bem como às Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes (65 ABW da USAFE), através da Eng.^a Susana Simões.

Agradece-se à Praia Ambiente, E.M. a sua colaboração no envio de dados sobre a qualidade das águas para consumo humano, e reconhece-se a sua pronta disponibilidade para pôr em prática as diferentes recomendações do LNEC, em termos dos processos de amostragem e de análises químicas complementares.

Lista de acrónimos

65 ABW - Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, 65th Air Base Wing da USAFE ou Força Aérea Americana

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

BTEX - benzeno, tolueno, Etilbenzeno, Meta-para xileno e orto-xileno

DISCO - Discovery of Suspected and Contaminated Site Study

DNAPL - fase líquida densa não aquosa (Dense Non-Aqueous Phase Liquid)

FAP - Comando Português da Zona Aérea dos Açores ou Força Aérea Portuguesa

HTP - Hidrocarbonetos Totais do Petróleo

LNAPL - fase líquida leve não aquosa (Light Non-Aqueous Phase Liquid)

LQ - Limiar de Qualidade

NAPL - fase líquida não aquosa (Non-Aqueous Phase Liquid)

NP - Nível Piezométrico

PAH - hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

Site 3001 - Porta de Armas ou Main Gate

Site 5001 - South Tank Farm ou AOC-1

1 | Introdução

No âmbito da “Análise e acompanhamento dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental envolvente aos furos de abastecimento de água do concelho de Praia da Vitória, Açores”, em curso desde 2012 para a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA), apresenta-se o relatório de progresso de abril de 2016, relativo aos resultados obtidos para o período entre agosto de 2015 e março de 2016.

O relatório foi estruturado nos seguintes capítulos: 1 | Introdução; 2 | Objetivos e metodologia; 3 | Análise dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65th Air Base Wing; 4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas; 5 | Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano; e 6 | Síntese, conclusões e recomendações.

2 | Objetivos e metodologia

O objetivo global do presente estudo é a "Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental envolvente aos Fucos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores", promovidos pelas 65 ABW da USAFE, através de uma assessoria técnica. Este relatório corresponde à assessoria relativa ao período de agosto de 2015 a março de 2016.

O programa de trabalhos que se propõe foi discriminado nos seguintes aspetos, salientando-se os que já foram concluídos, estando os restantes em curso:

- a) definir o caderno de encargos das análises químicas a serem efetuadas para este estudo, por um laboratório químico acreditado: concluído;
- b) propor as melhores soluções técnicas a implementar nas zonas contaminadas e potencialmente contamináveis, por forma a obter a mais rápida reabilitação e melhoria ambiental;
- c) avaliar e emitir breve parecer sobre os trabalhos realizados pela 65 ABW;
- d) avaliar a adequação da proposta de reabilitação das águas subterrâneas promovida pela 65 ABW, na perspetiva da proteção das águas subterrâneas para abastecimento público do Concelho de Praia da Vitória;
- e) analisar, acompanhar e promover a boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pela 65 ABW, através da:
 - i. deslocação ao Concelho para acompanhamento parcial dos trabalhos;
 - ii. promoção e realização de três reuniões anuais e presenciais, em coordenação com o Comando da Zona Aérea dos Açores, com a participação do LNEC, da ERSARA e de representantes do destacamento das Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, para acompanhamento do desenvolvimento e da eficácia dos trabalhos em curso;
 - iii. promoção e realização de duas reuniões anuais e presenciais, em coordenação com a ERSARA, com a participação do LNEC e de autoridades regionais e locais a designar pela ERSARA, para apresentação dos trabalhos promovidos pelo LNEC;
 - iv. leitura, avaliação e emissão de parecer dos documentos que forem sendo elaborados para a 65 ABW sobre esta temática;
 - v. monitorização semestral *in situ* de parâmetros globais da qualidade da água (nível piezométrico, condutividade elétrica, temperatura e pH) nos fucos e piezómetros instalados em 2010 no âmbito do estudo do LNEC, localizados a montante dos fucos de captação;
 - vi. recolha semestral de amostras de água para análises químicas, visando o

complemento e a fiscalização dos dados obtidos pela 65 ABW (dentro dos locais contaminados) e da entidade gestora da água para consumo humano (furos de captação), na perspectiva da salvaguarda da água para consumo humano, incluindo a repetição de algumas das análises de TCE e PCE realizadas pela entidade gestora nos furos de captação; as campanhas terão um intervalo de, pelo menos, 4 meses entre si;

vii. tratamento da informação recolhida.

- f) efetuar perfis geofísicos junto à área dos depósitos de combustível com processo de reabilitação em curso (local do Site 3001 onde se tem verificado o aparecimento de hidrocarbonetos flutuando sobre as águas subterrâneas) visando uma análise indireta não destrutiva para localização dos derrames e sua delimitação: concluído;
- g) preparar propostas de atas das reuniões previstas nos pontos ii e iii da alínea g), no prazo de 07 dias úteis após a sua realização e submissão via e-mail, em formato editável, à ERSARA;
- h) analisar o programa de controlo da qualidade da água para consumo humano apresentado pela entidade gestora (alínea d), do n.º 1, artigo 7.º, do DLR n.º 8/2010/A) e propor eventuais alterações que se julguem necessárias face aos resultados obtidos, incluindo a validação dos métodos analíticos e limites de deteção usados pelos laboratórios que executam as análises (alínea f), n.º 1, artigo 7.º, do DLR n.º 8/2010/A), bem como novas ações que se julguem necessárias;
- i) elaborar um relatório semestral com a síntese da informação obtida para apresentação à ERSARA;
- j) elaborar um relatório final com a análise do ponto de situação dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental envolvente aos furos de abastecimento de água do concelho de Praia da Vitória, após integração das recomendações e comentários acordados entre o LNEC e a ERSARA;
- k) apoiar a ERSARA em qualquer questão técnico-científica que entenda colocar, incluindo a deslocação e o apoio durante as reuniões para que possa ser chamado.

3 | **Análise dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65th Air Base Wing**

3.1 **Introdução**

No período de análise a que se refere este relatório não foi entregue nenhum novo documento pela 65 ABW. Contudo prosseguiram os trabalhos de reabilitação e de monitorização, cujo reporte deverá ser em breve entregue à Força Aérea Portuguesa.

No âmbito da análise, do acompanhamento e da promoção da boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pela 65 ABW foram realizadas as seguintes reuniões, no período a que se refere este relatório:

- inserida no apoio prestado pelo LNEC ao Ministério da Defesa Nacional (MDN), no âmbito de no conjunto global de questões ambientais relativas ao processo de devolução de instalações militares e terrenos utilizados pelo contingente da 65 ABW na ilha Terceira, realizaram-se as seguintes reuniões (destacando-se apenas aquelas onde a temática dos sites 3001 e 5001 foi abordada):
 - a 16 de outubro de 2015 realizou-se, na BA n.º 4 - Lajes, a reunião bilateral de Portugal com os EUA;
 - a 18 de novembro de 2015 realizou-se, no LNEC, uma reunião técnica com a presença de elementos da FAA e do MDN, onde foram analisadas as recomendações do relatório do LNEC (Leitão *et al.*, 2015);
 - a 23 de fevereiro de 2016 realizou-se, no LNEC por videoconferência, uma reunião bilateral com os EUA com a participação de elementos da FAA e do MDN. Sobre a temática dos sites 3001 e 5001 apenas se referiu não terem sido entregues novos elementos sobre os locais em remediação.
- inserida no âmbito da presente assessoria realizou-se, em Ponta Delgada, no dia 11 de março de 2016, uma audição na comissão parlamentar dos Assuntos Parlamentares, Ambiente e Trabalho sobre a situação ambiental no concelho da Praia da Vitória, na ilha Terceira, tendo o LNEC acompanhado o senhor Secretário Regional do Ambiente dos Açores, Luís Neto Viveiros, juntamente com o Presidente da ERSARA, Hugo Pacheco.

3.2 **Novos desenvolvimentos sobre os trabalhos de reabilitação**

Atendendo a que não foram entregues novos elementos no período em apreço, mantêm-se as mesmas conclusões e recomendações do Relatório 287/2015, com exceção da primeira relativa à remoção dos *pipelines*, cuja obra está já em curso, e da sétima e última, já implementada pela Praia Ambiente, E.M..

Listam-se as referidas recomendações e um extrato do ponto 4.º da ata da reunião de 18 de novembro de 2015 onde este assunto foi abordado.

As principais recomendações a que se refere a dita ata são:

1. Remover as origens de poluição, começando pelos *pipelines* do Cabrito e da Cova das Cinzas.
2. Executar, no processo de monitorização:
 - a manutenção da monitorização semestral planeada, quer para a Monitorização a Longo Prazo quer para o Programa de Atenuação Natural, para ambos os Sites 3001 e 5001, incorporando ainda, pelo menos, os parâmetros e limites de deteção detalhados na Secção 4.3 do Relatório 407/2013 do LNEC (cf. Leitão *et al.*, 2013);
 - a colocação de sistemas automáticos de recolha do produto e medições mensais da evolução da sua espessura, em todos os piezómetros que apresentem hidrocarbonetos flutuando sobre o nível piezométrico;
 - a realização de medições semestrais em todos os piezómetros onde, no passado, tenham sido detetados hidrocarbonetos, devendo ser aferido o melhor procedimento de recolha dos mesmos em função da sua concentração.
3. Reforçar as ações de reabilitação em curso pelo tempo necessário para remoção dos poluentes sobrenadantes detetados e evitando a sua infiltração a médio prazo para o aquífero basal, designadamente:
 - analisar a viabilidade de remoção total dos solos nas zonas contaminadas do Site 3001 até se atingir o nível piezométrico;
 - aumentar a extração de água/LNAPL nas áreas dos piezómetros que apresentaram hidrocarbonetos flutuando sobre o nível piezométrico de forma a causar um rebaixamento do mesmo e, assim, aumentar a afluência de LNAPL e a sua taxa de remoção;
 - prever novos locais de extração de água/LNAPL nos locais contaminados do Site 3001, através da instalação de novos piezómetros nos locais e profundidades necessários;
 - colocar dispositivos de remoção mais eficazes nos locais de reaparecimento (p.e. o MW04 do Site 3001 mantém apenas uma meia absorvente devendo passar a *skimmer* passivo ou outro processo mais eficaz de remoção);
 - não interromper o processo de remoção até que exista confirmação de remoção.
4. Acionar, após remoção dos LNAPL sobrenadantes, medidas complementares para se acelerar a reabilitação completa dos locais, nomeadamente destinadas a remover LNAPL com maior frequência do que o inicialmente previsto ou medidas que estimulem a biodegradação *in situ*, designadamente:
 - contemplar ações de aceleração do processo de degradação de hidrocarbonetos na zona saturada, designadamente através de *biosparging* com *soil vapor extraction*;

- contemplar ações de aceleração do processo de degradação de hidrocarbonetos na zona vadosa (não-saturada), designadamente através *bioventing*.
5. Recolher amostras (não representativas, i.e. sem purga prévia) de LNAPL e DNAPL, na parte superficial da coluna de água e na base dos piezómetros, respetivamente, de forma a obter informação correspondente ao pior cenário para a análise do risco.
 6. Efetuar uma análise de risco de poluição por DNAPL e, caso necessário, equacionar a sua remoção.
 7. Colocar nos cinco furos para abastecimento público do concelho de Praia da Vitória um sistema de amostragem passiva para deteção contínua cumulativa de hidrocarbonetos¹.

A este propósito, a ata da reunião de dia 18 de novembro refere o seguinte:

"4 – *Analysis of possible new rehabilitation actions, deriving from the conclusions and recommendations presented in the recent studies conducted by LNEC for the Regional Government (Report LNEC n.º 287 / 2015)*

- *No new rehabilitation actions were brought by USAFE for this meeting.*
- *The seven issues raised in the Conclusions and Recommendations of LNEC Report n.º 287 / 2015 were analyzed and discussed:*
 - 1) *Decommission of Cabrito and Cova das Cinzas pipelines: the work is expected to start very soon.*
 - 2) *Monitoring procedures: this will be considered in the programme for future campaigns, in 2016.*
 - 3) *New rehabilitation actions: Several options were briefly discussed in this meeting and Dr. Teresa Leitão has explained the major existing concerns related to the water supply wells quality and to the extra cost associated with frequent monitoring supported by the Regional Government. Uwe Stollberg offered to think about new rehabilitation actions, but explained that he cannot make any further commitment.*
 - 4) *Complementary rehabilitation measures: this will be revisited later, after the actions referred in 3) are completed, since they are only possible after the main oil product is removed.*
 - 5) *Collect non-representative samples: this is considered for the next campaign, in November, for four monitoring wells. Based on the results, a further decision about this need will be discussed among the PT and USA teams.*
 - 6) *Dense Non- Aqueous Phase Liquids (DNAPL) risk assessment: this was done in the past; it will be reassessed after having the results to be obtained in 5).*
 - 7) *Continuous sampling of hydrocarbons in supply wells: Uwe Stolberg informed that the USAFE are not allowed to make any operations outside the base; however this possibility*

¹ Este sistema oferece várias vantagens sobre amostragem tradicional na medida em que o amostrador fica instalado no mesmo local por um longo período de tempo, acumulando os analitos pesquisáveis. O resultado final é uma média da concentração, durante esse tempo, o que elimina o risco de não-deteção de, por exemplo, picos ocasionais de poluente emitido, o que poderá ser eventualmente o caso nas Lajes

can be analyzed and, maybe, there is a possibility of USAFE partially supporting this action in the context of the NATO SOFA agreement."

Salienta-se que os pontos 1) e 7) já foram implementados pela USAFE e Praia Ambiente, E.M., respetivamente.

4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas

4.1 Descrição da campanha realizada

Durante os dias 1 e 2 de março de 2016 foi realizada pelo LNEC uma campanha de monitorização dos dez pontos de água que têm vindo a ser monitorizados nos últimos anos pelo LNEC, e que pertencem às formações hidrogeológicas superficial e intermédia. A campanha foi adiada cerca de seis meses, em resultado de restrições alheias ao LNEC, tendo as mesmas sido ultrapassadas através da contratação de uma instituição do estado, neste caso do Laboratório de Análises do Instituto Superior Técnico (LAIST). Esse facto teve como resultado o prolongamento do contrato por seis meses e a realização de campanha seguinte em setembro de 2016.

Mantêm-se os objetivos e metodologias utilizadas nas campanhas anteriores:

- O objetivo das campanhas é complementar a informação obtida pela 65 ABW, efetuada apenas dentro dos Sites 3001 e 5001, de forma a acompanhar a evolução da qualidade da água nos níveis suspensos à saída das áreas poluídas e antes de poder atingir os potenciais meios recetores, nomeadamente dos pontos de captação de água para consumo humano que captam o aquífero basal.
- A amostragem em cada um dos 10 pontos consiste em três tipos de amostras de água, procurando obter o pior cenário de concentração de poluentes: (1) uma amostra superficial (S) no contacto do nível piezométrico, para analisar a presença de hidrocarbonetos sobrenadantes (LNAPL); (2) uma amostra no fundo do piezómetro (F), procurando encontrar os hidrocarbonetos mais densos do que a água (DNAPL) e (3) uma amostra representativa obtida a meio da coluna de água (M), no final das amostragens anteriores, retirada após a purga do piezómetro confirmada pela estabilização dos valores de temperatura, pH e condutividade elétrica da água retirada.
- Além do conjunto de análises referidas foram efetuadas amostras completas de duplicados e de brancos de campo que confirmaram a fiabilidade dos resultados obtidos.

Os locais de amostragem e as respetivas características são apresentados no Quadro 4.1. As campanhas incluíram a monitorização *in situ* de parâmetros globais da qualidade da água (nível piezométrico, condutividade elétrica, temperatura e pH) e a recolha de amostras de água para análises químicas. Nesses pontos foram realizadas recolhas para análise química dos mesmos 109 parâmetros químicos diferentes, entre elementos de campo, iões maiores, metais pesados e hidrocarbonetos (cf. Quadro 4.2).

Quadro 4.1 – Características dos pontos de água monitorizados em 2016

	DESIGNAÇÃO	Local	Coordenadas E	Coordenadas N	Profundidade do furo (m)	Cota do solo (m)	Tubos ralos	
							Profundidade (m)	Cota (m)
Disco Site 3001 e envolvente	MW01, Site 3001	Porta de Armas	493293	4289156	9,80	54,70	6,80 a 9,80	
	MW02, Site 3001		493535	4289352	7,80	53,67	4,80 a 7,80	
	MW05, Site 3001		493454	4289287	6,40	52,86	3,40 a 6,40	
	S6A		493479	4289472	11,00	56,44	2,6 a 8,6	53,84 a 47,84
	S6B		493512	4289400	9,00	54,31	2 a 7	52,26 a 47,26
	FP3A	Exterior da Porta de Armas	493335	4288976	16,50	53,56	7,50 a 8,50 e 13,00 a 15,00	48,31 a 47,31 e 42,81 a 40,81
	FP6A		493491	4289262	42,00	53,56	37,00 a 40,00	16,56 a 13,56
	FP6B		493500	4289260	12,00	53,56	2,00 a 4,00	51,56 a 49,56
Disco Site 5001 e envolvente	S5B	Exterior da South Tank Farm	494571	4287582	5,30	1,66	1,3 a 5,3	0,36 a -3,64
	FP5		494670	4287575	12,00	1,73	5,50 a 8,50	-3,77 a -6,77

Página propositadamente deixada em branco

Quadro 4.2 – Parâmetros químicos analisados

Parâmetro
Inorgânicos não metálicos
Cloretos
Nitratos
Sulfatos
Metais em solução / Catiões maiores
Alumínio - Al
Antimónio - Sb
Arsénio - As
Bário - Ba
Berílio - Be
Boro - B
Cádmio - Cd
Cálcio - Ca
Crómio - Cr
Cobalto - Co
Cobre - Cu
Ferro - Fe
Chumbo - Pb
Lítio - Li
Magnésio - Mg
Manganês - Mn
Mercúrio - Hg
Molibdeno - Mo
Níquel - Ni
Fósforo - P
Potássio - K
Selénio - Se
Prata - Ag
Sódio - Na
Vanádio - V
Zinco - Zn
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo
BTEX
Benzeno
Etilbenzeno
Meta-para xileno
Orto-xileno
Tolueno

Quadro 4.2 (cont.) – Parâmetros químicos analisados

Parâmetro
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados
1.1.1.2-Tetracloroetano
1.1.1-Tricloroetano
1.1-Dicloroetano
1.2.3-Triclorobenzeno
1.2.4-Triclorobenzeno
1.2-Dicloroetano
1.3.5-Triclorobenzeno
1.3-Dicloropropano
2.2-Dicloropropano
2-Clorotolueno
Bromoclorometano
Bromodiclorometano
Bromofórmio
Clorobenzeno
Clorofórmio
cis-1.2-Dicloroetano
Dibromoclorometano
Tetracloroetileno (PCE)
Tetraclorometano
trans-1.3-Dicloropropeno
Tricloroetileno (TCE)
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados
1.2.4-Trimetilbenzeno
1.3.5-Trimetilbenzeno
Isopropilbenzeno
Metil tert-Butil Éter (MTBE)
n-Butilbenzeno
n-Propilbenzeno
p-Isopropiltolueno
sec-Butilbenzeno
Estireno
tert-Butil álcool
tert-Butilbenzeno
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAH)
Acenafteno
Acenaftileno
Antraceno
Benzo(a)antraceno
Benzo(a)pireno
Benzo(b)fluoranteno
Benzo(g,h,i)perileno
Benzo(k)fluoranteno
Criseno
Dibenz(a,h)antraceno
Fluoranteno
Fluoreno
Indeno(1,2,3,cd)pireno
Naftaleno
Fenantreno
Pireno
Parâmetros agregado: índice de fenóis e e 4 PAH (DL 306/2007)

4.2 Resultados obtidos

4.2.1 Considerações gerais

O conjunto de resultados obtido para a qualidade das águas subterrâneas tem vindo a ser analisado à luz da legislação Portuguesa em vigor, nomeadamente para os parâmetros definidos para a qualidade das águas subterrâneas na origem, decorrente da aplicação da Diretiva-Quadro da Água (DQA), da Diretiva de Águas Subterrâneas (DAS) e da Lei da Água. Nesse âmbito verificaram-se alterações assinaláveis no último ano, decorrentes da definição de novos Limiares de Qualidade (LQ) pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), envolvendo muitas das substâncias analisadas neste estudo. Os Limiares de Qualidade foram definidos aquando da avaliação do estado químico das massas de águas subterrâneas no 2.º ciclo de planeamento dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica, tendo sido considerados novos limiares para 32 substâncias, das quais 11 decorrem das obrigações da DQA e resultando os restantes 21 parâmetros da avaliação de risco do 1.º ciclo de planeamento. A Figura 4.1 apresenta os novos limiares de qualidade.

Parâmetro	Limiar	Norma qualidade
Azoto Amoniacal (mg/L)	0,5	
Condutividade (µS/cm)	2500	
pH	5,5-9	
Arsénio (mg/L)	0,01	
Cádmio (mg/L)	0,005	
Chumbo (mg/L)	0,01	
Mercurio (mg/L)	0,001	
Cobre (mg/L)	250	
Sulfato (mg/L)	250	
Tricloroetileno (µg/L)	0,65	
Tetracloroetileno (µg/L)	0,65	
Nitrato (mg/L)		50
Pesticidas (substância individual) (µg/L)		0,1
Pesticidas (total) ¹ (µg/L)		0,5
Naftaleno (µg/L)	2,4	
Acenafeno (µg/L)	0,0065	
Acenafileno (µg/L)	0,013	
Antraceno (µg/L)	0,1	
Fenantreno (µg/L)	0,0065	
Fluoreno (µg/L)	0,0065	
Flreno (µg/L)	0,003	
Fluoranteno (µg/L)	0,1	
Benzo[a]antraceno (µg/L)	0,0065	
Oriseno (µg/L)	0,0065	
Benzo[a]pireno (µg/L)	0,01	
Benzo[b]fluoranteno (µg/L)		
Benzo[k]fluoranteno (µg/L)		
Benzo[g,h,i]perileno (µg/L)	0,1	
Indeno[1,2,3-cd]pireno (µg/L)		
Dibenzo[a,h]antraceno (µg/L)	0,0065	
Benzeno (µg/L)	1,0	
Bilbenzeno (µg/L)	1,3	
Tolueno (µg/L)	1,3	
Xileno (µg/L)	1,3	
MTBE (µg/L)	0,65	

Entende-se por "total" a soma de todos os pesticidas individuais detetados e quantificados durante o processo de monitorização, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e de reação.

Figura 4.1 – Valores dos limiares a nível nacional de normas de qualidade (extraído de APA, 2015)

No seguimento destas alterações foram revistos os limites de quantificação das análises químicas realizadas, por forma a estes serem inferiores aos Limiares de Qualidade exigidos pela Autoridade da Água. Procurou-se manter os restantes parâmetros com limites de quantificação o mais próximo possível dos das campanhas anteriores para facilitar a comparação.

Para os parâmetros não contemplados nas legislações anteriormente mencionadas foram utilizados os valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 306/2007 para a qualidade da água destinada ao consumo humano. Por fim, para os restantes parâmetros não definidos na legislação Portuguesa foram utilizadas as normas do Canadá relativas aos *standards* para condições de águas subterrâneas potáveis. Optou-se por esta legislação estrangeira por ser das mais completas, juntamente com a legislação Holandesa, e em sintonia com o definido na legislação imposta pela DQA de definição de *standards* de qualidade na origem. Em síntese, e por sequência, são utilizados os seguintes documentos normativos:

- NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da DAS, DL 208/2008;
- LQ - Limiar de Qualidade, Anexo II e VII da DAS, DL 208/2008 (definido em APA, 2015);
- VP - Valor Paramétrico, DL 306/2007 Qualidade da água destinada ao consumo humano;
- Canadá - *Standards in a Potable Groundwater Condition* (Table 2).

Importa destacar que existem diferenças assinaláveis entre a legislação Portuguesa e do Canadá (Quadro 4.3). Estas diferenças chegam a ser de quase 20 000 vezes, como é o caso do fluoreno. Naturalmente que esta nova situação vai conduzir a uma reavaliação do estado de contaminação das águas em função destes novos valores de referência.

Quadro 4.3 – Listagem de alguns valores de concentrações em hidrocarbonetos permitidas em Portugal (limite de quantificação) e no Canadá (Table 1 - Potable Groundwater Condition)

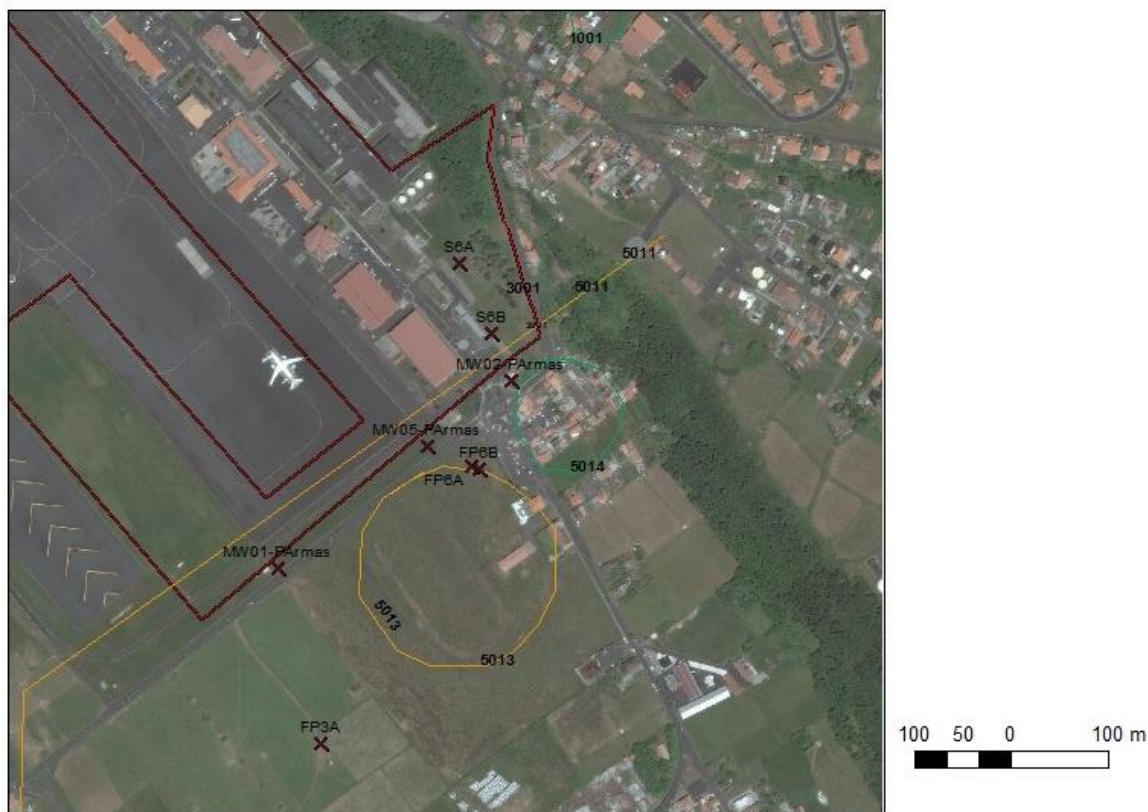
Parâmetro	Norma	Valor (µg/L)	Norma	Valor (µg/L)
Acenafteno	LQ	0,0065	Canadá	4,1
Acenaftileno	LQ	0,013	Canadá	1
Antraceno	LQ	0,1	Canadá	2,4
Benzo(a)antraceno	LQ	0,0065	Canadá	1
Benzo(b)fluoranteno	LQ	0,1	Canadá	0,1
Benzo(g,h,i)perileno	LQ	0,1	Canadá	0,2
Benzo(k)fluoranteno	LQ	0,1	Canadá	0,1
Criseno	LQ	0,0065	Canadá	0,1
Dibenz(a,h)antraceno	LQ	0,0065	Canadá	0,2
Etilbenzeno	LQ	1,3	Canadá	2,4
Fluoranteno	LQ	0,1	Canadá	0,41
Fluoreno	LQ	0,0065	Canadá	120
Indeno(1,2,3.cd)pireno	LQ	0,1	Canadá	0,2
Naftaleno	LQ	2,4	Canadá	11
Fenantreno	LQ	0,0065	Canadá	1
Pireno	LQ	0,003	Canadá	4,1

4.2.2 Porta de Armas (Main Gate, Site 3001)

Neste local foram efetuadas amostragens nos oito piezómetros que haviam sido selecionados para monitorização desde 2013. Cinco destes localizam-se dentro do Site 3001 ou próximo do seu limite exterior (MW01, MW02, MW05, S6A e S6B), e três fora desse perímetro (FP3A, FP6A e FP6B), conforme indicado na Figura 4.2.

O Quadro 4.4 apresenta os resultados obtidos, onde se assinalam a vermelho os pontos que excederam os novos limites de referência usados. A Figura 4.3 representa as concentrações de hidrocarbonetos mais elevadas observadas em cada ponto de água, desde 2010, independentemente da profundidade de recolha. Corresponde, assim, ao pior cenário de poluição.

A principal conclusão a retirar é que enquanto os resultados das análises de 2013, e também em 2015, registaram a quase ausência de hidrocarbonetos nos três piezómetros localizados fora do Site 3001, os resultados de março de 2016 apresentam valores positivos para diversos hidrocarbonetos nesses três pontos (cf. Quadro 4.4 e Figura 4.3). As concentrações que se encontram acima dos Limiares de Qualidade para águas subterrâneas são: benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, criseno, fenantreno e pireno para o ponto FP3A; fenantreno e pireno para o ponto FP6A e acenafteno e fenantreno para o ponto FP6B. Salienta-se que, caso estes resultados fossem confrontados com as Normas do Canadá para a potabilidade de águas subterrâneas (o que aconteceu até 2015), apenas o benzo(a)pireno ultrapassaria o valor nos pontos FP3A e MW05.



Legenda:

- ✕ Pontos Campanhas LNEC
- Referidos como contaminados
- Referidos como provavelmente contaminados
- Referidos como potencialmente contaminados

Figura 4.2 – Localização dos pontos de amostragem do LNEC junto ao Site 3001 e sua posição relativa aos locais classificados entre potencialmente contaminados a contaminados

Na área do Site 3001 também se regista a presença de diversos elementos e compostos orgânicos nas formações aquíferas suspensas, mantendo-se variações assinaláveis entre campanhas. Registam-se concentrações acima dos limites para: (1) PAH (acenafteno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno, criseno, fluoranteno, indeno(1.2.3.cd)pireno, naftaleno, fenantreno e pireno); (2) VOC (Metil tert-Butil Éter - MTBE), (3) hidrocarbonetos totais do petróleo: e (4) BTEX (meta-para xileno, orto-xileno e tolueno).

Assinala-se, contudo, a quase ausência de compostos orgânicos voláteis (LNAPL) (cf. Quadro 4.4), possivelmente como resultado favorável das ações de reabilitação em curso, contrariamente ao que acontece para os PAH (DNAPL), presentes na maioria dos pontos amostrados. Mantêm-se, no entanto, LNAPL, sob a forma de BTEX e HTP. Por outro lado, a ocorrência de um novo derrame (acidental) na zona terminal da pista do aeroporto, junto ao MW01 (Figura 4.2), nomeadamente no final do *pipeline* da Cova das Cinzas pode estar na origem destes resultados.

Quadro 4.4 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem analisados em 2016 junto ao Site 3001

Análise	Unidade	Designação local Data amostragem	FP3A	FP6A	FP6B	S6A	S6B	MW01	MW02	MW05	Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor de referência	N.º ocorrências
Temperatura	oC	0,01												
pH	Sorensen	0,05										LQ	5,5; 9	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	v										LQ	2500	0
Parâmetros agregados														
Índice de fenóis	mg/L	0,005	-0,004	-0,004	-0,016	0,019	0,011	0,013	0,012	0,019	Canadá	0,89	0	5
Inorgânicos não metálicos														
Acidez pH 4.5	mmol/L	0,15												
Acidez pH 8.3	mmol/L	0,15												
Agressividade CO2	mg/L	0												
Alcalinidade pH 4.5	mmol/L	0,15												
Alcalinidade pH 8.3	mmol/L	0,15												
Carbonatos	mg/L	0												
Cloratos	mg/L	1	69	62	55	35	53	46	62	73	LQ	250	0	8
Dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	0												
Bicarbonato	mg/L	0												
Nitratos, N	mg/L	0,5												
Nitratos	mg/L	2	14	0,5	1,6	0,5	-0,3	14	2,3	-0,3	NQ	50	0	6
Sulphate as SO4 2-	mg/L	5	27	26	38	13	2	14	28	4,9	LQ	250	0	8
Total de dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	0												0
Metais em solução / Cátions maiores														
Alumínio - Al	mg/L	0,01	0,64	0,2	1,9	0,16	0,38	0,07	0,14	0,2	VP	0,2	3	8
Antimónio - Sb	mg/L	0,01	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	VP	0,005	0	0
Arsénio - As	mg/L	0,005	-0,001	0,0011	0,0038	-0,001	0,0025	-0,001	-0,001	-0,001	LQ	0,01	0	3
Bário - Ba	mg/L	0,0005	0,03	-0,03	0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	Canadá	1	0	2
Berílio - Be	mg/L	0,0002	0,0014	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	Canadá	0,004	0	2
Boro - B	mg/L	0,01	0,04	0,07	0,26	0,28	0,34	0,06	0,12	0,16	Canadá	5	0	8
Cádmio - Cd	mg/L	0,0004	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	LQ	0,005	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	0,005	10,3	7,8	70	32	13,3	42	28	14,1				8
Crómio - Cr	mg/L	0,001	0,012	0,0037	0,0026	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	VP	0,005	0	3
Cobalto - Co	mg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	0	0
Cobre - Cu	mg/L	0,002	0,019	0,005	0,005	-0,002	0,002	-0,002	-0,002	0,004	VP	2	0	5
Ferro - Fe	mg/L	0,002	0,8	1	17	0,21	5,8	0,15	0,33	3,3	VP	0,2	7	8
Chumbo - Pb	mg/L	0,005	0,013	-0,003	0,007	0,004	0,007	-0,003	-0,003	-0,003	LQ	0,01	1	4
Lítio - Li	mg/L	0,001	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1				0
Magnésio - Mg	mg/L	0,003	10,8	6,4	38	29	6,5	16,4	15	15				8
Manganês - Mn	mg/L	0,0005	0,09	1	12	5,7	2,6	10	0,09	2	VP	0,05	8	8
Mercurio - Hg	µg/L	0,01	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	LQ	1	0	0
Molibdénio - Mo	mg/L	0,002	-0,005	0,007	0,006	0,011	-0,005	0,005	0,005	0,01	Canadá	0,07	0	6
Níquel - Ni	mg/L	0,002	0,031	0,01	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	VP	0,02	1	2
Fósforo - P	mg/L	0,01	0,12	0,11	0,41	0,13	0,77	-0,05	0,16	0,12				7
Potássio - K	mg/L	0,015	9,4	12	14,9	13	5,4	3,1	6,3	13,6				8
Selénio - Se	mg/L	0,01	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,002	0,0017	-0,0004	VP	0,01	0	2
Prata - Ag	mg/L	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,0015	0	0
Sódio - Na	mg/L	0,03	48	60	56	69	55	49	79	72	VP	200	0	8
Tálio - Ta	mg/L	0,01									Canadá	0,002	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,001	-0,01	-0,01	0,017	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	Canadá	0,0062	1	1
Zinco - Zn	mg/L	0,002	0,054	0,01	0,038	0,013	0,027	-0,01	-0,01	-0,01	Canadá	1,1	0	5
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP														
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo	mg/L	0,1	0,022	0,2	-0,01	0,052	-0,01	-0,01	0,027	1,7	Canadá	0,75	1	5
BTEX														
Benzeno	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	LQ	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	LQ	1,3	0	0
Meta-para xileno	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	0,31	-0,2	0,24	0,29	0,28	-0,2	LQ	1,3	0	4
Orto-xileno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	0,11	0,1	0,11	0,11	-0,1	-0,1	LQ	1,3	0	3
Tolueno	µg/L	1	-1	-1	1,23	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	24	0	1
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados														
1.1.1.2-Tetracloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,1	0	0
1.1.1.1-Tricloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1.1.2.2-Tetracloroetano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	1	0	0
1.1.2.1-Tricloroetano	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1.1-Dicloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1.1-Dicloroeteno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1.1-Dicloropropileno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1				0
1.2.3-Tricloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.2-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0	0
1.2-Dicloroetano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	VP	3	0	0
1.2-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2				0
1.3-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1				0
1.3-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
1.4-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0	0
2.2-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
2-Clorotolueno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
4-Clorotolueno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
Bromobenzeno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
Bromoclorometano	µg/L	2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2				0
Bromodichlorometano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0	0
Bromofórmio	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	25	0	0
Bromometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	0,89	0	0
Clorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	30	0	0
Cloroetano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
Cloroformo	µg/L	0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	Canadá	2,4	0	0
Clorometano	µg/L	10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10				0
cis-1.2-Dicloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
cis-1.3-Dicloropropileno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	0,5	0	0
Dibromoclorometano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	25	0	0
Dibromometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				0
Diclorodifluorometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	590	0	0
Diclorometano	µg/L	6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6				0
Hexaclorobutadieno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	Canadá	0,44	0	0
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	LQ	0,65	0	0
Tetraclorometano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1				0
trans-														

Página propositadamente deixada em branco

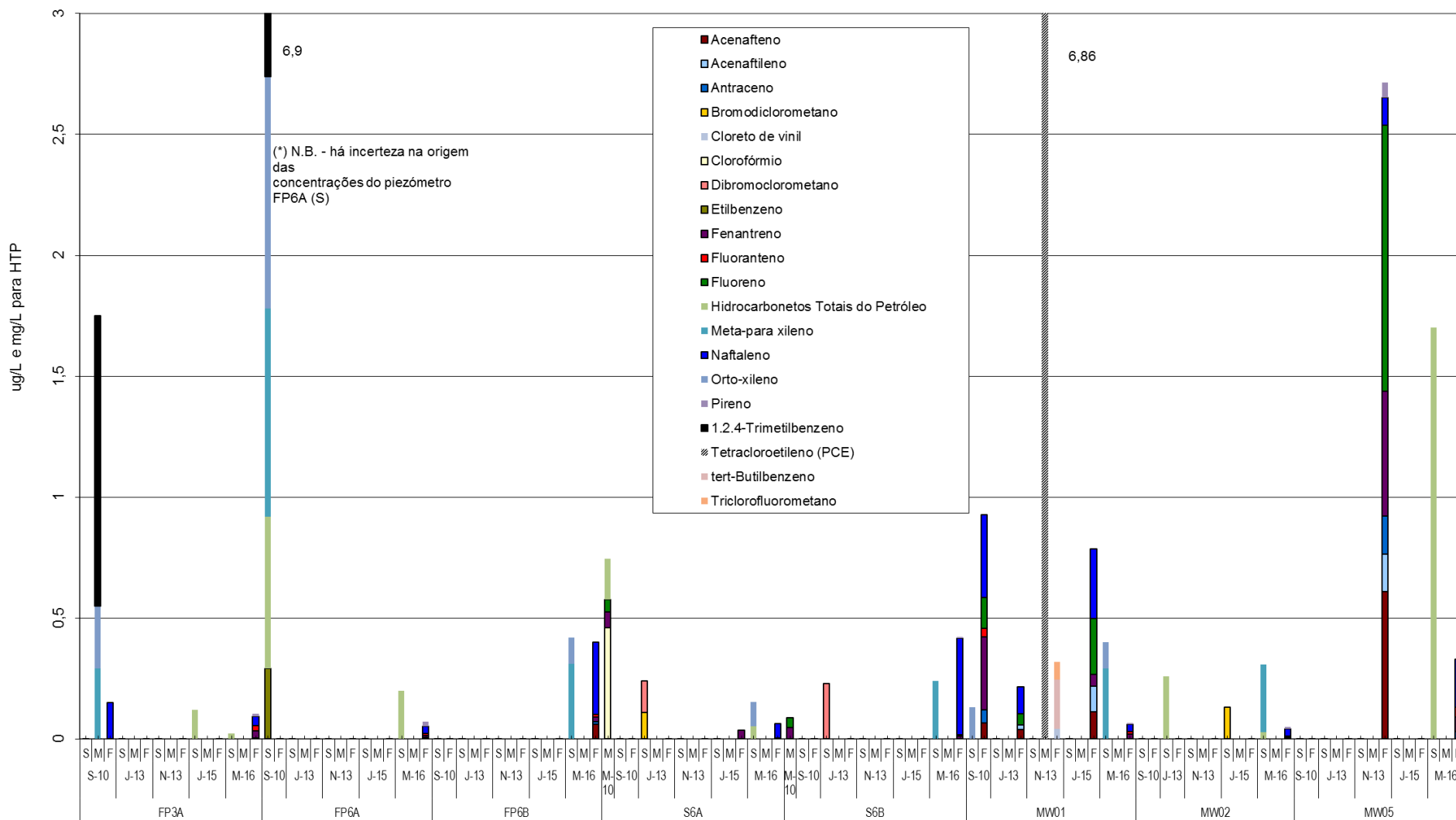


Figura 4.3 – Concentração em PAH, TPH e BTEX em oito piezómetros localizados nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia, dentro e fora do Site 3001, entre 2010 e 2016

4.2.3 South Tank Farm (Site 5001/AOC-1)

A monitorização do Site 5001 foi efetuada através da recolha de amostras de água para análise química em dois piezómetros: FP5 e S5B (cf. Figura 4.4). O seu principal objetivo foi analisar a evolução da situação da qualidade da água a jusante do Site 5001 nomeadamente visando proteger a Lagoa, atendendo a que os furos de captação de água para consumo humano se localizam a montante. Neste local, os pontos de amostragem localizam-se no aquífero basal, uma vez que não há formação hidrogeológica superficial.

Nos dois pontos monitorizados foram recolhidas amostras de água a três profundidades diferentes, mantendo o procedimento já referido na Secção 4.1. Os resultados das análises químicas são apresentados no Quadro 4.5 e na Figura 4.5.

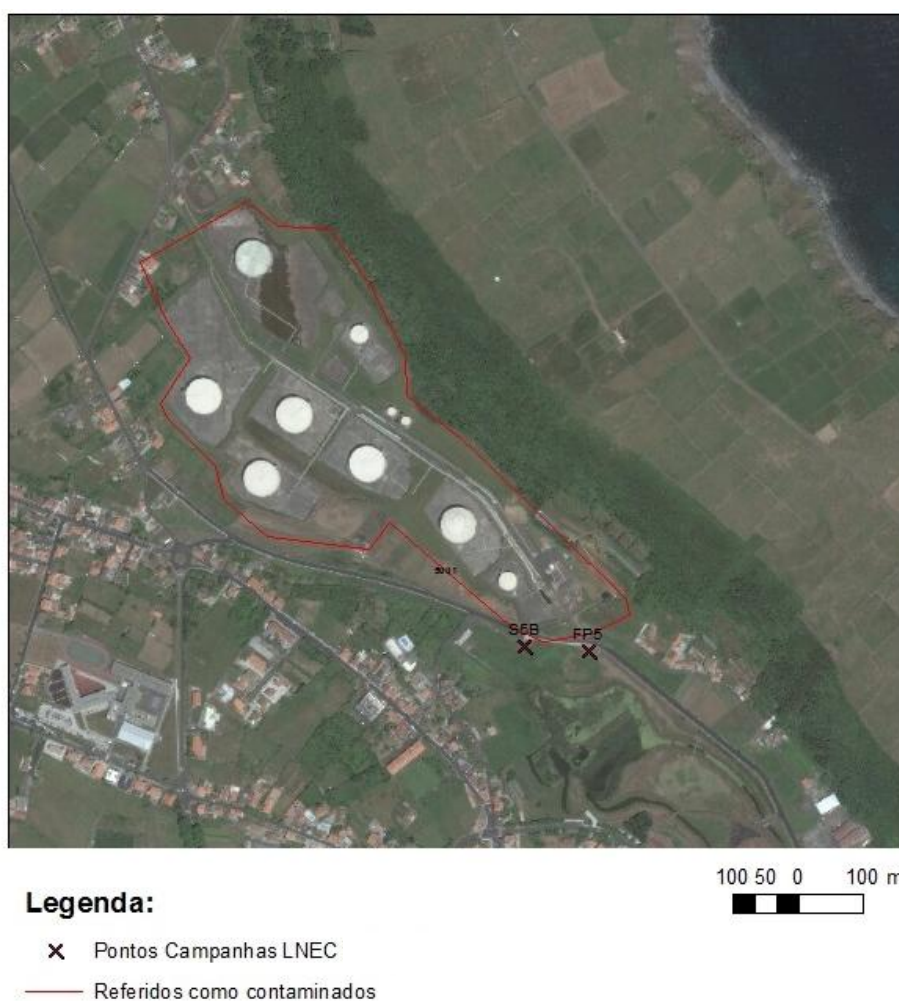


Figura 4.4 – Localização dos pontos de monitorização no local referido como contaminado junto à *South Tank Farm*

Página propositadamente deixada em branco

No Quadro 4.5 assinalam-se a vermelho as concentrações que excederam os valores estabelecidos nalguma legislação ou norma. Conforme se refere no Quadro 4.1, registaram-se diversas alterações relativamente aos valores limiares definidos pela APA. Nesse novo contexto houve cinco hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) cujas concentrações ultrapassaram os novos valores dos limiares estabelecidos, o que apenas aconteceria para o benzo-a-pireno caso se mantivesse como valores de referência os valores do Canadá.

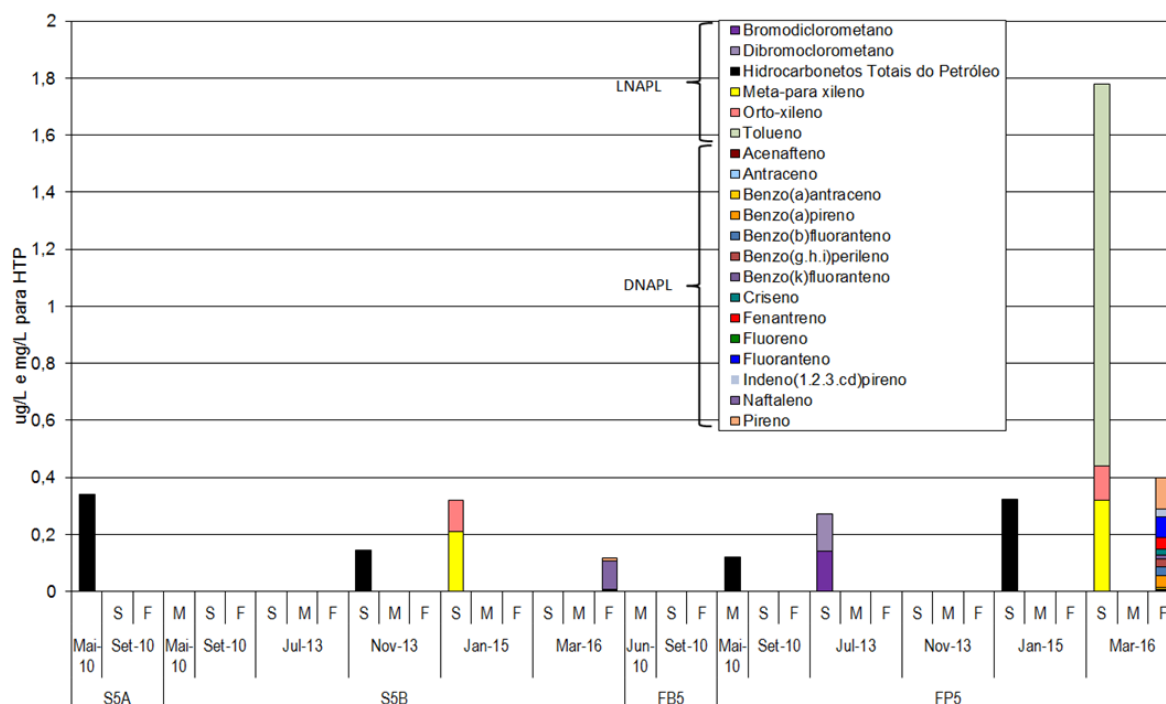


Figura 4.5 – Concentrações acima do limite de quantificação em PAH, TPH e BTEX em piezómetros localizados fora do Site 5001, na área junto à South Tank Farm, entre 2010 e 2016

O reaparecimento de hidrocarbonetos nos dois pontos amostrados, em especial no FP5 onde houve concentrações em diversos hidrocarbonetos superiores ao limite de deteção, tanto para LNAPL como para DNAPL, implica que se faça uma reavaliação das suas causas e dos processos de reabilitação em curso, em colaboração com as autoridades Americanas, e que se aprofunde a monitorização da evolução da situação nesta área.

Por outro lado pode-se constatar da leitura do Quadro 4.5 que o cobalto, o chumbo, o molibdeno e o vanádio ultrapassaram os Limiares de Qualidade para as águas subterrâneas ou os valores definidos pelas normas do Canadá. Não se verificam alterações assinaláveis em relação a campanhas anteriores e não se atribui esta origem à contaminação por hidrocarbonetos. De referir que os Valores Paramétricos (DL n.º 306/2007 Qualidade da água destinada ao consumo humano) foram ultrapassados, embora a comparação apenas sirva de referência, uma vez que estas não são águas para consumo humano.

5 | Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano

No âmbito do acompanhamento do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano, apresentado pela entidade gestora [DLR n.º 8/2010/A, art.º 7.º 1d)] Praia Ambiente, E.M., foram analisados os resultados de um "Plano de Monitorização Especial" conduzido por aquela entidade, juntamente com a empresa AmbiPar Control. Este plano visou intensificar a frequência de análise de um conjunto de hidrocarbonetos cujos valores terão estado acima dos respetivos limites de quantificação, por forma confirmar a sua presença e a analisar a evolução da situação.

Foram efetuadas 5400 análises químicas, para 82 hidrocarbonetos diferentes, nas águas dos cinco furos de abastecimento público. As amostras foram recolhidas entre 16/7/2015 e 29/10/2015, num total de seis campanhas, não tendo sido encontrado qualquer valor acima do limite de quantificação.

Não obstante a elevada frequência de amostragem e os resultados não apresentarem sinais de contaminação, o facto de as amostras de água recolhidas representarem a qualidade da água para um período discreto (durante o qual se está a fazer a amostragem), levou o LNEC (Leitão *et al.*, 2015) a recomendar montar um sistema de amostragem passiva para deteção contínua cumulativa de hidrocarbonetos totais do petróleo e compostos orgânicos voláteis. Nesse contexto, a Praia Ambiente, E.M. fez as diligências necessárias para se colocar, no dia 17 de fevereiro de 2016, nos cinco furos para abastecimento público, esse sistema. Aguardam-se os resultados desta amostragem contínua, que substitui a amostragem discreta semanal, efetuada no último semestre de 2015.

De acordo com informações da Praia Ambiente, E.M., no dia 16 de fevereiro de 2016 foram, ainda, efetuadas colheitas de amostras de água nos cinco furos de abastecimento público para análise completa dos parâmetros propostos pelo LNEC. Esses dados serão analisados em relatório posterior.

6 | Síntese, conclusões e recomendações

Este relatório centra-se na análise dos resultados relativos à qualidade das águas subterrâneas (1) na área e a jusante dos Sites 3001 e 5001, obtidos pelo LNEC e (2) nos furos de abastecimento de água, obtidos pela Praia Ambiente, E.M.. Salientam-se os seguintes aspetos:

Síntese e conclusões

- Na área e a jusante dos Sites 3001 e 5001:
 - foram recolhidas amostras de água em dez piezómetros, a três profundidades diferentes: (1) uma amostra superficial para análise de LNAPL; (2) uma amostra de fundo para análise de DNAPL e (3) uma amostra representativa onde foram analisados os restantes parâmetros, tendo sido analisados 109 parâmetros químicos diferentes;
 - foram ultrapassados os valores de referência utilizados em diversas amostras de águas subterrâneas, tanto nos piezómetros dentro como fora dos Sites 3001 e 5001;
 - em muitos dos casos observou-se o reaparecimento de diversos hidrocarbonetos em vários pontos de amostragem dentro e fora dos Sites.
- Nos furos de abastecimento de água:
 - foram efetuadas 5400 análises químicas, para 82 hidrocarbonetos diferentes, nas águas dos cinco furos de abastecimento público;
 - foram recolhidas 30 amostras entre 16/7/2015 e 29/10/2015, num total de seis campanhas; não foram encontrados quaisquer valores de hidrocarbonetos acima do limite de quantificação.

Recomendações

- Análise dos novos derrames e suas implicações na qualidade das águas subterrâneas.
- Implementação urgente das ações de reabilitação propostas (cf. secção 3.2), e revisão das mesmas face a novos derrames.
- Monitorização complementar da qualidade da água nos piezómetros profundos instalados pelo LNEC, designadamente aqueles que se localizam junto às áreas onde surgiu contaminação nas formações hidrogeológicas suspensas.
- Análise dos resultados obtidos para a monitorização contínua nos furos de abastecimento e definição de um programa de longo prazo relativamente à monitorização de hidrocarbonetos nestes furos.

Atendendo ao conjunto de recomendações anteriormente apresentadas, quer para a monitorização quer para a reabilitação, o processo de reabilitação, natural e/ou induzido, das áreas restritas

afetadas deve ser continuado pela 65 ABW, sob supervisão do Estado Português, até que as ações levadas a cabo conduzam à efetiva reabilitação dos locais contaminados.

Lisboa, LNEC, abril de 2016

VISTOS

A Chefe do Núcleo de Recursos Hídricos e
Estruturas Hidráulicas



Teresa Viseu

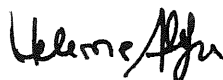
AUTORIA



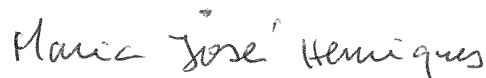
Teresa E. Leitão

Investigadora Principal com Habilitação

A Diretora do Departamento de Hidráulica e
Ambiente



Helena Alegre



Maria José Henriques

Técnica Superior

Referências bibliográficas

APA, 2015 – **Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Minho e Lima**. 2.º Ciclo de Planeamento.

LEITÃO T.E.; LOBO-FERREIRA, J.P.; OLIVEIRA, M.M., 2013 – **Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental Envolverte aos Furos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores**. LNEC - Relatório Final. LNEC - Proc. 0605/121/18422. Relatório 407/2013 – DHA/NRE.

LEITÃO T.E.; MOTA, R., 2015 – **Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental Envolverte aos Furos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores**. Relatório de 2015. LNEC - Proc. 0605/121/18422. Relatório 287/2015 – DHA/NRE.

ANEXO

Parâmetros medidos nos pontos de águas subterrâneas durante a
campanha de março de 2016

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO DOS TRABALHOS DE REABILITAÇÃO PARA MELHORIA DA SITUAÇÃO AMBIENTAL ENVOLVENTE AOS FUROS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO CONCELHO DE PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES

Relatório de Progresso, 2016

Ponto de colheita Designação	Tipo Amostragem	Tipo de ponto de água	Análise	Data	Hora	Prof. de Colheita	Piezómetro		Temperatura	pH	Condutividade	Eh	Oxigénio
							nível (m)	prof. (m)	(°C)	Escala de Sorensen	(mS/cm 25°C)	mV	mg/L %
FP5 S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	8:05	1,00	0,85	12,00					
FP5 F	BAILER	Piezómetro	PAH	02-03-16	8:30	11,50		12,00					
FP5 M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.	02-03-16	8:15	7,00		12,00	18,9	6,7	2463,0	8,9	0,0
S6B S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	13:00	3,80	3,66	9,00					
S6B F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH	02-03-16		9,00		9,00					
S6B M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.	02-03-16		6,00		9,00	18,6	6,8	337,8	35,5	2,3
S6A S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	11:15	7,00	6,25	11,00					
S6A F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH	02-03-16		10,00		11,00					
S6A M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			9,00		11,00	17,8	6,7	479,5	239,1	2,0
MW02, Site 3001 S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	12:30	2,85	2,65	7,80					
MW02, Site 3001 M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH; Metais; Inorgânicos.	02-03-16		4,00		7,80					
MW02, Site 3001 F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH; Metais; Inorgânicos.	02-03-16		6,50		7,80	18,6	6,9	545,0	219,8	1,4
FP6B S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-03-16	14:44	2,50	2,39	12,00					
FP6B F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH			10,00		12,00					
FP6B M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			6,00		12,00	18,2	6,7	764,0	104,6	1,0
FP6A S	BAILER	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-03-16	15:30	15,00	14,96	37,79					
FP6A F	BAILER	Piezómetro	PAH			37,00		37,79					
FP6A M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			26,00		37,79	18,4	7,4	569,0	172,8	0,8
S5B S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	14:40	1,15	0,92	5,20					
S5B F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH			5,00		5,20					
S5B M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			3,00		5,20	17,8	7,7	1230,0	-49,9	5,8
MW05, Site 3001 S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	9:10	2,10	2,00	5,90					
MW05, Site 3001 F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH			5,90		5,90					
MW05, Site 3001 M	Low Flow com peristáltica e extensiva	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			4,00		5,90	17,4	6,9	465,1	45,6	2,2
FP3A S	BAILER	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-03-16	17:10	8,00	7,69	16,06					
FP3A F	BAILER	Piezómetro	PAH			14,00		16,06					
FP3A M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			12,00		16,06	15,9	6,5	196,0	267,0	6,2
MW01, Site 3001 S	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	02-03-16	10:10	5,10	4,89	9,80					
MW01, Site 3001 F	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	PAH			9,50		9,80					
MW01, Site 3001 M	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos.			7,00		9,80	16,8	6,8	489,0	216,0	4,7
Branco de campo (M90); MW01	Low Flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; Fenóis; Metais; Inorgânicos.	02-03-16	10:40								
Duplicado MW01, M88	-	Piezómetro											

