



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

**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 do ano 2019



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

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 do ano 2019

Entidade Reguladora de Águas e Resíduos dos Açores, ERSARA

Lisboa • dezembro de 2019

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 462/2019 – **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 do ano 2019

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 462/2019

Proc. 0605/121/22161

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 do ano 2019

Resumo

No âmbito da assessoria técnica para 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", que o LNEC tem vindo a prestar à Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) desde 2012, o presente contrato, CON-ERSARA/2019/3, visa dar seguimento ao estudo que vem sendo desenvolvido.

Neste relatório de 2019 apresenta-se uma análise dos resultados obtidos no ano 2019 relativamente a: (1) trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65 Air Base Group; (2) resultados dos trabalhos de monitorização da qualidade das águas subterrâneas desenvolvidos pelo LNEC; (3) resultados do programa de controlo da qualidade da água, na origem, para consumo humano promovido pela Praia Ambiente, E.M.; e (4) participação em reuniões. Por fim apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos e respetivas 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

Report of the year 2019

Abstract

As part of the technical assistance for the “Analysis and monitoring of the rehabilitation works for improvement of the environmental situation surrounding the water supply wells of Praia da Vitória municipality, Azores”, which LNEC has been providing to the Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) since 2012, this contract, CON-ERSARA/2019/3, aims to follow up on the study that has been developed.

This report presents an analysis of the results concerning the year 2019 with respect to: (1) the rehabilitation and monitoring activities promoted by 65th Air Base Group; (2) the results of the monitoring work carried out by LNEC; (3) the results of the water quality control program for human consumption carried out by Praia Ambiente. E.M.; and (4) the participation in meetings. At the end, a synthesis, main conclusions and recommendations of the work developed are presented.

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

Índice

1	Introdução	1
2	Objetivos e metodologia.....	2
3	Acompanhamento dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65 <i>Air Base Group</i>	4
4	Monitorização da qualidade das águas subterrâneas	6
4.1	Descrição da campanha realizada	6
4.2	Metodologia de avaliação	7
4.3	Resultados obtidos	8
4.3.1	Porta de Armas (Main Gate, Site 3001).....	8
4.3.2	South Tank Farm (Site 5001/AOC-1)	14
5	Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano	18
5.1	Resultados da amostragem pontual	18
5.2	Resultados da amostragem contínua	27
6	Participação em reuniões.....	31
7	Síntese, conclusões e recomendações	32
	Referências bibliográficas	37
	Anexos	39
	ANEXO I Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados	41
	ANEXO II Parâmetros medidos <i>on site</i> nos pontos de águas subterrâneas durante a campanha de outubro de 2019.....	47

Índice de figuras

Figura 4.1 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 3001	8
Figura 4.2 – Concentração em BTEX e HTP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019	10
Figura 4.3 – Concentração em COV em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019	13
Figura 4.4 – Concentração em HAP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019	13
Figura 4.5 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 5001	14
Figura 4.6 – Concentrações em BTEX, HTP e HAP em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2015 e 2019	17
Figura 5.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas no aquífero basal	18
Figura 5.2 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2017 e 2019, para amostras pontuais	20
Figura 5.3 – Percentagem de hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2012 e 2019, para amostras pontuais	20
Figura 5.4 – Variação da condutividade elétrica vs. nitratos nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	25
Figura 5.5 – Variação da condutividade elétrica vs. cloreto nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	26
Figura 5.6 – Variação da condutividade elétrica vs. sódio nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	26
Figura 5.7 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2016 e 2019, para amostragem contínua	28

Índice de quadros

Quadro 4.1 – Características dos piezómetros e furos monitorizados em 2019	7
Quadro 4.2 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem dentro e fora do Site 3001, em 2019	11
Quadro 4.3 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem a jusante do Site 5001, em 2019	15
Quadro 5.1 – Resultados de análises químicas de amostras pontuais recolhidas nos furos de captação para eventual abastecimento público, em 2018/19	23
Quadro 5.2 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em 2019.....	29

Agradecimentos

Agradece-se todo o apoio do Comando Português da Zona Aérea dos Açores para a realização deste trabalho, na pessoa do Sr. Tenente-Coronel Paulo Roda, bem como às Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, através do Eng.º Víctor Berbereia.

Ao Dr. Tiago Martins agradece-se a ajuda na realização da campanha de monitorização.

Agradece-se à Praia Ambiente, E.M. a sua colaboração no envio de dados sobre a qualidade das águas para consumo humano, através da ERSARA.

Lista de acrónimos

65 ABG - Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, 65th Air Base Group da USAFE

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

BTEX - Benzeno, tolueno, etilbenzeno, meta-para xileno e orto-xileno

COV - Compostos orgânicos voláteis

DISCO - *Discovery of Suspected and Contaminated Site Study*

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

ERSARA - Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores

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

HAP - Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

HTP - Hidrocarbonetos totais do petróleo

L - Limiar ou valores do Limiar definidos nos PGRH (APA, 2015)

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

LQ - Limiar de Qualidade, Anexo II e VII da Diretiva das Águas Subterrâneas DAS, DL 208/2008 (definido em INAG, 2009)

MDN - Ministério da Defesa Nacional

MW - Piezómetro (*Monitoring well*)

NAPL - Fase líquida não aquosa (*Non-Aqueous Phase Liquid*)

NP - Nível piezométrico

NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da Diretiva das Águas Subterrâneas, DAS, DL 208/2008

PMECQA - Plano de Monitorização Especial de Controlo da Qualidade da Água

Site 3001 - Porta de Armas ou Main Gate

Site 5001 - South Tank Farm ou AOC-1

USAFE - *United States Air Force*

VP - Valor Paramétrico, DL 306/2007 Qualidade da água destinada ao consumo humano, alterado pelo Decreto-Lei n.º 152/2017

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 relativo aos trabalhos desenvolvidos pelo LNEC em 2019. Este relatório complementa a informação dos relatórios anteriores realizados sobre a mesma temática (cf. Leitão *et al.*, 2013; Leitão e Mota, 2015; Leitão e Henriques, 2016a, 2016b; Oliveira *et al.*, 2017, Leitão, 2017 e Leitão e Henriques, 2018a, 2018b, 2018c).

O relatório foi estruturado nos seguintes capítulos: 1 | Introdução; 2 | Objetivos e metodologia; 3 | Acompanhamento dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65 Air Base Group; 4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas; 5 | Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano; 6 | Participação em reuniões e 7 | Síntese, conclusões e recomendações.

2 | Objetivos e metodologia

O objetivo do presente estudo é realizar a análise e o acompanhamento dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental do concelho de Praia da Vitória, Açores, através de uma assessoria para a ERSARA. Estes trabalhos têm vindo a ser promovidos pelas Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, 65th Air Base Group da USAFE (referidas no texto por 65 ABG ou USAFE).

O programa de trabalhos do contrato CON-ERSARA/2019/3, em vigor para dois anos (2019/21), inclui os seguintes aspetos:

- a) manter atualizada a base de dados em Access® com a informação relativa à qualidade das águas subterrâneas, tanto a obtida no âmbito dos estudos do LNEC para a ERSARA, como a fornecida pela entidade gestora;
- b) avaliar e emitir breve parecer sobre os trabalhos de monitorização e de reabilitação em curso pela USAFE;
- c) avaliar as propostas de reabilitação das águas subterrâneas preconizadas pela USAFE para os anos 2019 e seguintes, e avaliar o seu desempenho, na perspetiva da proteção das águas subterrâneas para abastecimento público do concelho de Praia da Vitória;
- d) analisar, acompanhar e promover a boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pela USAFE, através da:
 - i. deslocação ao Concelho para acompanhamento parcial dos trabalhos;
 - ii. promoção e realização de reuniões anuais e presenciais, em coordenação com o Comando da Zona Aérea dos Açores e o Ministério da Defesa, 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 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 USAFE sobre esta temática;
 - v. monitorização semestral *in situ* e *on site* de parâmetros globais da qualidade da água (nível piezométrico, condutividade elétrica, temperatura, pH) nos dez furos e piezómetros que têm vindo a ser monitorizados desde 2013;
 - vi. recolha semestral de amostras de água para análises químicas, num total de quatro campanhas, visando o complemento e a aferição dos dados obtidos pela USAFE (dentro dos locais contaminados) e da entidade gestora da água para

- consumo humano (furos de captação), na perspetiva da salvaguarda da água para consumo humano; as campanhas terão um intervalo de, pelo menos, quatro meses entre si;
- vii. recolha de amostras de água para sua datação em cinco furos, incluindo furos no aquífero basal e nas duas formações hidrogeológicas intermédias;
 - viii. tratamento da informação recolhida.
- e) preparar propostas de atas das reuniões previstas nos pontos ii e iii, no prazo de sete dias úteis após a sua realização e submissão via e-mail, em formato editável, à ERSARA;
 - f) analisar o programa de controlo da qualidade da água para consumo humano na origem 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;
 - g) elaborar um relatório semestral com a síntese da informação obtida para apresentação à ERSARA;
 - h) 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;
 - i) apoiar a ERSARA em qualquer questão técnico-científica que entenda colocar, incluindo a deslocação e o apoio durante as reuniões para que o LNEC possa ser chamado.

3 | Acompanhamento dos trabalhos de reabilitação e de monitorização promovidos pela 65 Air Base Group

No ano 2019, a 65 ABG elaborou um único relatório intitulado "Perform remedial action: installation of monitoring wells and groundwater monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. Draft. July 2019. Tetra Tech, Inc, 2019", datado de agosto de 2019 (Tetra Tech, Inc., 2019) e respetivos anexos (Tetra Tech, Inc., 2019a e 2019b).

O referido trabalho foi analisado durante 2019, tendo sido emitido um parecer do LNEC (cf. Leitão e Antunes, 2019). Nesse contexto apresenta-se apenas uma breve síntese do mesmo.

Os trabalhos desenvolvidos em Tetra Tech, Inc. (2019) reportam os seguintes aspetos principais:

- a atividade de perfuração de novos piezómetros no Site 3001;
- a monitorização de níveis piezométricos em piezómetros dos Sites 3001 e 5001;
- os resultados da análise da qualidade das águas subterrâneas em diversos piezómetros dos Sites 3001 e 5001.

No texto seguinte transcrevem-se as conclusões apresentadas em Leitão e Antunes (2019).

O trabalho analisado permitiu verificar que a direção do escoamento subterrâneo das formações hidrogeológicas superficial e intermédia do Site 3001 é variável ao longo do tempo, embora o escoamento na formação hidrogeológica superficial se faça essencialmente para oeste e noroeste. O escoamento no aquífero basal apresenta direção oposta, para leste. No Site 5001, a direção do escoamento no aquífero basal é variável ao longo do tempo e apresenta-se sob forte influência da maré.

A medição contínua de níveis de água em quatro piezómetros que captam três níveis hidrogeológicos distintos (MW16, na formação hidrogeológica superficial; MW15 e MW17, na formação hidrogeológica intermédia e MW22, no aquífero basal) permitiu registar uma resposta idêntica dos três sistemas a eventos de precipitação. Crê-se que esta rápida reação resulta do facto destes pontos se encontrarem junto à falha de Santiago, num local de elevada permeabilidade vertical das formações proporcionada pelos materiais litológicos fragmentados. Este é naturalmente um fator de preocupação já que a falha parece estar a favorecer a entrada de contaminantes para o aquífero basal.

Relativamente à qualidade das águas subterrâneas, os resultados obtidos contrariam a tendência observada nos últimos anos de diminuição da espessura de LNAPL, tendo sido registado no Site 3001 uma assinalável espessura de LNAPL nos piezómetros 3001-MW04, 3001-MW20 e 3001-MW23. Os resultados da qualidade das águas subterrâneas mostram a presença de diversos parâmetros acima das normas.

Os resultados das análises químicas das águas de dois piezómetros que captam o aquífero basal apresentaram valores acima das normas para diversos compostos orgânicos (CHC) no 3001-MW30

(em todas as campanhas) e no 3001-MW22 para o HAP naftaleno (apenas numa campanha). Com base nos elementos atualmente disponíveis, dada a limitação espacial desta poluição, e o facto de ter sido recentemente perfurado o MW30, é possível que esta contaminação tenha sido originada durante o processo de furação, ou por infiltração a partir de níveis superiores.

Os trabalhos de reabilitação realizados através da colocação de meias absorventes, durante os nove meses em que se desenvolveu o estudo em análise, permitiram retirar 34,98 kg de hidrocarbonetos do Site 3001 e 16,24 kg do Site 5001. A evolução semanal dos hidrocarbonetos retirados não apresentou sinais de redução do volume extraído e confirmou a presença de plumas de contaminação delimitadas em ambos os Sites.

4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas

4.1 Descrição da campanha realizada

Em 2019 foi realizada pelo LNEC uma campanha de monitorização, nos dias 30 de setembro e 1 de outubro. A campanha incidiu sobre os mesmos dez piezómetros que têm vindo a ser monitorizados nos últimos anos pelo LNEC para a ERSARA, para os Sites 3001 e 5001, tendo o piezómetro MW01 sido substituído pelo MW01R no mesmo local e com características idênticas. Estas campanhas permitiram monitorizar: (1) a qualidade das águas subterrâneas de oito piezómetros dentro e junto ao Site 3001, nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia, complementar à informação recolhida nos furos do aquífero basal pela Praia Ambiente, cujos dados também são analisados pelo LNEC e (2) a qualidade das águas subterrâneas de dois piezómetros à saída do Site 5001, no aquífero basal (neste local não há formações hidrogeológicas mais superficiais uma vez que o aquífero basal está a cerca de 1-2 m abaixo da superfície do terreno). Os locais, objetivos, metodologias e análises químicas utilizados nesta campanha são equivalentes aos das últimas campanhas efetuadas pelo LNEC (e.g. Leitão e Henriques, 2018c).

Além da análise habitual dos dez piezómetros referidos, durante o ano 2019, no seguimento dos resultados reportados em Tetra Tech, Inc. (2019, 2019a e 2019b) (cf. secção 3), a ERSARA promoveu a realização de três análises complementares em furos junto ao Site 3001 que captam o aquífero basal: FB3, FB6, MW30. No Quadro 4.1 apresentam-se as características dos piezómetros e furos monitorizados em 2019.

Quadro 4.1 – Características dos piezómetros e furos monitorizados em 2019

	Designação	Aquífero	Coordenada E	Coordenada N	Profundidade do furo (m)	Cota do solo (m)	Tubos ralos	
							Profundidade (m)	Cota (m)
Disco Site 3001 e envolvente	MW01R	Superficial	493291	4289157	9	54,70	1,9 a 8	52,8 a 46,7
	MW02	Superficial	493535	4289352	7,80	53,67	4,80 a 7,80	48,87 a 45,87
	MW05	Superficial	493454	4289287	6,40	52,86	3,40 a 6,40	49,46 a 46,46
	S6A	Superficial	493479	4289472	11,00	56,44	2,6 a 8,6	53,84 a 47,84
	S6B	Superficial	493512	4289400	9,00	54,31	2 a 7	52,26 a 47,26
	FP3A	Intermédio	493335	4288976	16,50	53,56	7,50 a 8,50 e 13,00 a 15,00	46,06 a 45,06 e 40,56 a 38,56
	FP6A	Intermédio	493491	4289262	42,00	53,56	37,00 a 40,00	16,56 a 13,56
	FP6B	Superficial	493500	4289260	12,00	53,56	2,00 a 4,00	51,56 a 49,56
	FB3	Basal	493336	4288971	65	55,81	54,5 a 61,5	1,31 a -5,69
	FB6	Basal	493495	4289258	65	53,56	56 a 60	-2,44 a -6,44
Disco Site 5001 e envolvente	MW30	Basal	493453	4289299	67	52,79	63 a 67	-10,2 a -14,2
	S5B	Basal	494571	4287582	5,30	1,66	1,3 a 5,3	0,36 a -3,64
	FB5	Basal	494670	4287575	12,00	1,73	5,50 a 8,50	-3,77 a -6,77

4.2 Metodologia de avaliação

A qualidade das águas subterrâneas foi analisada como até à data, utilizando a 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 das Águas Subterrâneas (DAS) e da Lei da Água (LA). Para os parâmetros não contemplados nas legislações anteriormente mencionadas foram utilizados os valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 152/2017 para a qualidade da água destinada ao consumo humano. Complementarmente foi utilizada a legislação do Canadá relativa aos padrões para condições de águas subterrâneas potáveis, tendo também sido consultadas as normas para condições de águas subterrâneas não potáveis e a legislação da Holanda relativa aos valores a partir dos quais deve haver intervenção. No Anexo I deste relatório apresenta-se uma síntese das normas utilizadas.

Em síntese, e por sequência, são utilizados os seguintes documentos normativos:

- LQ - Limiares de Qualidade, Anexo II e VII da DAS, DL 208/2008, e L - Limiares definidos em APA (2015).
- VP - Valor Paramétrico, DL 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano.
- Canadá - *Standards in a Potable Groundwater Condition* (T2), ME (2011).
- Canadá - *Standards in a non-Potable Groundwater Condition* (T3) ME (2011).
- Holanda – *Intervention Value* (IV), VROM (2000).

4.3 Resultados obtidos

4.3.1 Porta de Armas (Main Gate, Site 3001)

A Figura 4.1 apresenta os locais de recolha de amostras de águas subterrâneas para análise química em 2019. As análises efetuadas nos furos que captam o aquífero basal são relativas a julho de 2019, altura em que foi realizada pela AmbiPar Control uma análise expedita, por solicitação da ERSARA, após terem surgido hidrocarbonetos no furo MW30 (novo furo construído pela USAFE no aquífero basal) (cf. capítulo 3).

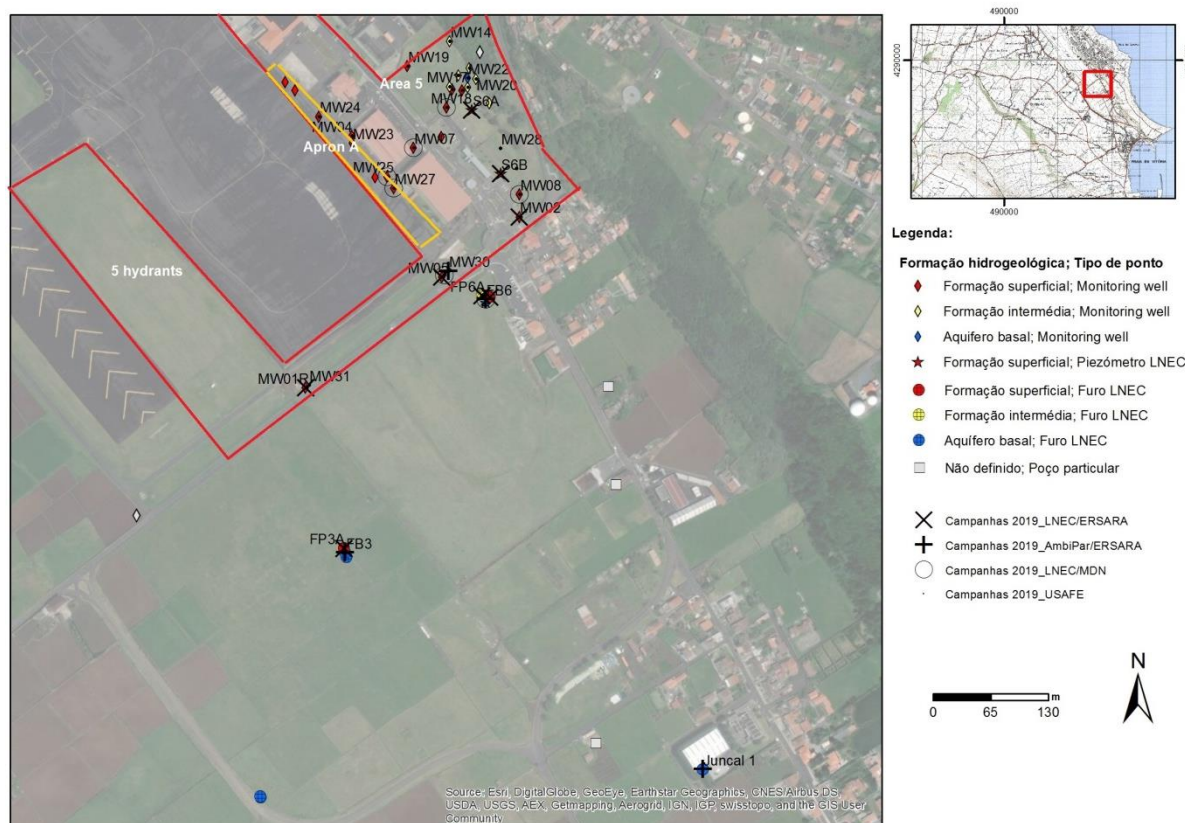


Figura 4.1 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 3001

Esta informação complementa ainda os dados obtidos pela USAFE (Tetra Tech, Inc, 2019) e pelo LNEC para o MDN dentro do Site 3001 (cf. Leitão e Antunes, 2019). As principais conclusões destes dois relatórios referem o reaparecimento de uma assinalável espessura de LNAPL nos piezómetros 3001-MW04 e 3001-MW23 (instalados na formação hidrogeológica superficial) e no piezómetro 3001-MW20 (instalado na formação hidrogeológica intermédia), facto que regista um retrocesso no processo de reabilitação do Site 3001 e pode explicar os resultados de perfis geofísicos realizados recentemente nessa zona (Leitão, Mota e Antunes, 2019). Na Area 5 e Apron A do Site 3001 (cf. Figura 4.1), os resultados da qualidade das águas subterrâneas apresentam diversos parâmetros acima das normas (cf. Anexo I). Nas restantes zonas mais a sul analisadas em Leitão e Antunes (2019), os seis piezómetros e um furo amostrados apresentaram concentrações em HTP, BTEX e COV acima dos limites de quantificação mas abaixo das normas utilizadas, com a exceção de um

furo que capta água no aquífero basal, FB6 (com TCE acima do limiar de qualidade para águas subterrâneas estabelecido pela APA mas abaixo das restantes legislações do Canadá e Holanda). Cinco dos sete pontos amostrados, designadamente o furo FB6, apresentaram concentrações de HAP acima dos Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA, incluindo os seguintes parâmetros: acenafeno, benzo(a)antraceno, fenantreno, fluoreno e pireno. Contudo estes valores são inferiores às normas utilizadas noutros países (Canadá e Holanda).

Os resultados das análises químicas das amostras de água analisadas em outubro de 2019 são apresentados no Quadro 4.2. Assinalam-se a vermelho os parâmetros que excederam os valores de referência (também referidos por "norma", de acordo com a metodologia apresentada na secção 4.2), e a amarelo os hidrocarbonetos com valores acima do limite de quantificação. No Anexo II deste relatório apresentam-se os dados de campo registados *on site* para a campanha.

Em relação aos BTEX foi registada a presença de benzeno e de xilenos em piezómetros amostrados tanto dentro do Site 3001 (MW01R e MW02) como fora deste (nas formações hidrogeológicas superficial: FP6B, e na intermédia: FP3A e FP6A), com concentrações dentro da mesma ordem de grandeza e abaixo das normas utilizadas (Figura 4.2). Este facto contraria o observado nos últimos anos (2017 e 2018) para os piezómetros fora do Site 3001, onde estes compostos estiveram abaixo do limite de quantificação (Leitão e Henriques, 2018). Nos furos que captam o aquífero basal (FB3, FB6 e MW30) não se encontraram BTEX em julho de 2019, embora em análises posteriores, realizadas para o MDN em outubro de 2019, tenham surgido BTEX no furo FB6, o que constitui uma situação inédita e preocupante que deve continuar a ser monitorizada e evitada através de medidas mais eficazes de reabilitação deste Site.

Os valores de HTP estão acima do limite de quantificação mas abaixo da norma do Canadá (Figura 4.2), apresentando valores idênticos aos das campanhas anteriores.

Relativamente à presença de COV nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia (cf. Quadro 4.1), dentro e fora do Site 3001, observaram-se dois compostos com concentrações acima dos limites de quantificação: o estireno no FP6A e o clorofórmio no S6A (Quadro 4.2). O estireno apresentou valores muito abaixo da norma do Canadá (não existe valor estipulado na legislação portuguesa), mas o clorofórmio apresentou concentrações acima da norma do Canadá. As concentrações em COV surgem essencialmente no aquífero basal, em especial no furo MW30 onde foi registada a presença de quatro COV com concentrações acima das normas de qualidade em águas subterrâneas (a maior parte só estabelecidas pelo Canadá), além de diversos outros COV acima do limite de quantificação (Figura 4.3). A presença de cis-1,2-Dicloroetano e de Tricloroetileno (TCE) também foi registada no FB6, localizado a jusante, (em concentrações ligeiramente acima do Limiar de Qualidade estabelecido pela APA) e foi confirmada em outubro de 2019 (com concentrações idênticas de 0,2 e 0,7 µg/L, respetivamente, cf. Leitão e Antunes, 2019).

Em relação aos HAP existem diversos parâmetros com valores acima dos Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA (Quadro 4.2 e Figura 4.4) na formação hidrogeológica superficial, embora quase todos com concentrações inferiores às das normas de outros países (Canadá e Holanda), sendo a exceção o benzo(a)pireno. Nos furos que captam o aquífero basal, as concentrações de HAP

registadas em julho de 2019 são inferiores aos Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA [fenantreno (0,0022 µg/L no FB6 e 0,0032 µg/L no FB3) e fluoreno no FB3 (0,0012 µg/L); no MW30 não foram registados HAP]. Contudo, em outubro de 2019 (cf. Leitão e Antunes, 2019), foram registados no FB6 seis HAP, quatro dos quais acima dos limiares de qualidade estabelecidos pela APA, embora abaixo das normas de outros países (Canadá e Holanda) (acenafteno: 0,009 µg/L, fenantreno: 0,21 µg/L, fluoreno: 0,055 µg/L e pireno: 0,027 µg/L). Observa-se que, além de mais compostos acima do limite de quantificação no FB6, também as suas concentrações são mais elevadas podendo indicar a migração de contaminantes vindos da área do MW30.

Os metais pesados com concentrações acima das normas são idênticos aos observados nos anos anteriores, embora em muitos casos com concentrações mais elevadas.

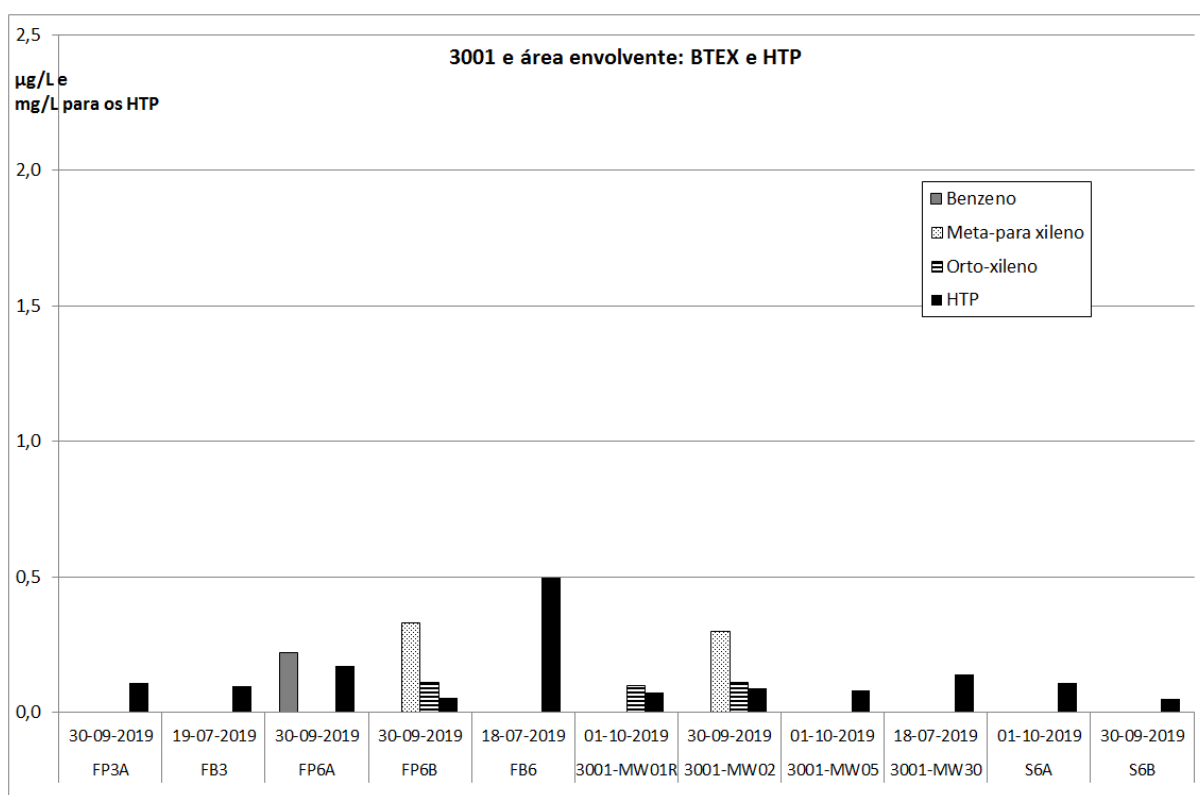


Figura 4.2 – Concentração em BTEX e HTP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019

Quadro 4.2 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem dentro e fora do Site 3001, em 2019

		Designação local	FP3A	FB3	FP6A	FP6B	FB6	3001-MW01R	3001-MW02	3001-MW05	3001-MW30	S6A	S6B				
		Data amostragem	30-09-2019	19-07-2019	30-09-2019	30-09-2019	18-07-2019	01-10-2019	30-09-2019	01-10-2019	18-07-2019	01-10-2019	30-09-2019				
Parâmetro	Unidade													Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
In situ																	
Temperatura	oC		20,0	25,7	21,1	20,2	24,8	19,8	20,6	20,0	25,8	19,9	21,0	-	-		
pH	Sorensen		6,2	7,1	6,7	7,1	7,4	6,9	6,7	7,3	6,9	6,8	6,5	LQ e L	5,5; 9	0	
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)		568,0	1299,0	406,6	814,0	469,0	406,8	549,0	936,0	728,0	501,2	412,4	LQ e L	2500	0	
Potencial redox (Eh)	mV		49,4	126,0	-12,7	-68,3	160,0	-62,9	240,2	-45,6	155,0	148,0	197,6	-	-		
Parâmetros agregados																	
Índice de fenóis	mg/L		-0,004	-0,005	0,008	0,036	-0,005	0,039	0,020	0,027	-0,005	-0,004	-0,004	Canadá	0,89	0	
Inorgénicos não metálicos																	
Cloretos	mg/L		120	289	69	66	70	51	57	160	106	38	65	LQ e L	250	1	
Nitratos	mg/L		11,0	20,9	0,6	0,5	4,5	0,3	7,3	-0,3	-2,0	0,4	-0,3	NQ	50	0	
Sulfatos	mg/L		21,0	34,7	20,0	40,0	20,6	7,5	26,0	0,5	28,4	8,8	4,0	LQ e L	250	0	
Metais em solução / Cátions maiores																	
Alumínio - Al	mg/L		3,3	-0,01	0,72	0,22	-0,01	0,66	0,9	0,15	-0,01	0,9	0,3	VP	0,2	7	
Antimónio - Sb	mg/L		-0,001	-0,01	-0,001	-0,001	-0,01	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	VP	0,005	0	
Arsénio - As	mg/L		0,0012	-0,005	-0,001	0,0021	-0,005	0,0027	-0,001	-0,001	-0,005	-0,001	-0,001	LQ e L	0,01	0	
Bário - Ba	mg/L		0,29	0,0104	-0,03	-0,03	0,00826	0,03	-0,03	-0,03	0,017	0,05	-0,03	Canadá	1	0	
Bérlio - Be	mg/L		0,008	-0,0002	-0,0004	-0,0004	-0,0002	0,0006	0,0005	-0,0004	-0,0002	0,0013	-0,0004	Canadá	0,004	1	
Boro - B	mg/L		0,06	0,103	0,07	0,2	0,065	0,07	0,1	0,15	0,044	0,24	0,32	Canadá	5	0	
Cádmio - Cd	mg/L		-0,001	-0,0004	-0,001	-0,001	-0,0004	-0,001	-0,001	-0,001	-0,0004	-0,001	-0,001	LQ e L	0,005	0	
Cálcio - Ca	mg/L		30	30,7	8,7	74	7,88	38	28	36	11,3	35	15	-	-	0	
Chumbo - Pb	mg/L		0,016	-0,005	0,007	-0,003	-0,005	0,003	0,003	-0,003	-0,005	0,022	-0,003	LQ e L	0,01	2	
Cobalto - Co	mg/L		0,011	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	1	
Cobre - Cu	mg/L		0,043	-0,001	0,08	-0,002	-0,001	-0,002	0,004	-0,002	-0,001	0,019	-0,002	VP	2	0	
Crómio - Cr	mg/L		0,2	0,0019	0,06	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,003	-0,001	VP	0,05	2	
Ferro - Fe	mg/L		31	0,0027	4	10	-0,002	21	1,9	3,8	-0,002	2,9	3,8	Canadá	0,2	8	
Fluór - F	mg/L		-	0,476	-	-	0,782	-	-	3,8	0,356	-	-	VP	1,5	0	
Fósforo - P	mg/L		4,1	0,11	0,13	0,08	0,434	0,09	0,9	0,06	0,107	0,54	0,54	-	-	0	
Lítio - Li	mg/L		-0,1	0,0033	-0,1	-0,1	0,0013	-0,1	-0,1	-0,1	0,0071	-0,1	-0,1	-	-	0	
Magnésio - Mg	mg/L		15	27	7,1	32	7,55	16	16	39	12,9	28	8,1	-	-	0	
Manganês - Mn	mg/L		3,2	0,0581	1,6	8	0,548	4,4	0,8	5,8	0,0369	5,7	0,22	VP	0,05	10	
Mercurio - Hg	µg/L		-0,015	-0,01	0,023	-0,015	-0,01	-0,015	-0,015	0,026	-0,01	0,03	-0,015	LQ e L	1	0	
Molibdeno - Mo	mg/L		-0,005	0,0038	0,015	0,017	0,0041	-0,005	0,015	-0,002	-0,002	0,006	-0,005	Canadá	0,07	0	
Níquel - Ni	mg/L		0,042	0,227	0,029	-0,005	-0,002	-0,005	-0,005	-0,005	-0,002	0,014	-0,005	VP	0,02	3	
Potássio - K	mg/L		11	10,4	12	14	10,9	8,1	7,5	20	10,3	13	4,3	-	-	0	
Prata - Ag	mg/L		-0,002	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,0015	0	
Selénio - Se	mg/L		-0,0004	-0,01	-0,0004	-0,0004	-0,01	-0,0004	0,0016	-0,0004	-0,01	-0,0004	-0,0004	VP	0,01	0	
Sódio - Na	mg/L		48	145	58	55	55,3	53	73	97	64,1	69	62	VP	200	0	
Tálio - Ta	mg/L		-	-0,01	-	-	-0,01	-	-	-	-0,01	-	-	Canadá	0,002	0	
Vanádio - V	mg/L		0,018	0,011	0,002	0,01	-0,001	0,005	-0,002	-0,002	-0,001	0,005	0,002	Canadá	0,0062	3	
Zinco - Zn	mg/L		0,29	-0,002	0,16	0,02	-0,002	0,037	0,023	-0,01	0,0025	0,17	0,019	Canadá	1,1	0	
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP	mg/L		0,11	0,10	0,17	0,05	0,50	0,07	0,09	0,08	0,14	0,11	0,05	Canadá	0,75	0	11
HTP	mg/L		0,11	0,10	0,17	0,05	0,50	0,07	0,09	0,08	0,14	0,11	0,05	Canadá	0,75	0	11
BTEX																	
Benzeno	µg/L		-0,20	-0,20	0,22	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	VP e L	1	0	1
Etilbenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	L	1,3	0	0
Meta-para-xileno	µg/L		-0,20	-0,20	-0,20	0,33	-0,20	-0,20	0,30	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	L	1,3	0	2
Orto-xileno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	0,11	-0,10	0,10	0,11	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	L	1,3	0	3
Tolueno	µg/L		-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	L	1,3	0	0
Soma BTEX	µg/L		0,00	0,00	0,22	0,44	0,00	0,10	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	4
Soma xilenes	µg/L		0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,10	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	3
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados																	
1,1,1,2-Tetracloretoano	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	Canadá	1,1	0	0
1,1,1-Tricloretoano	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloretoano	µg/L		-1,00	-0,20	-1,00	-1,00	-0,20	-1,00	-1,00	-1,00	-0,20	-1,00	-1,00	Canadá	1	0	0
1,1,2-Tricloretoano	µg/L		-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	0,75	-0,20	-0,20	Canadá	4,7	0	1
1,1-Dicloretoano	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	Canadá	5	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,51	-0,10	-0,10	Canadá	1,6	0	1
1,1-Dicloropropileno	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-	-	0	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	Canadá	70	0	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2-Dibrometano (EDB)	µg/L		-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,18	-0,10	-0,10	Canadá	3	0	1
1,2-Dicloroetano	µg/L		-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00	-1,00	VP	3	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L		-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-	-	0	0
1,3-Diclorobenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,82	-0,10	-0,10	Canadá	59	0	1
1,3-Dicloropropano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,63	-0,10	-0,10	Canadá	1	0	1
2,2-Dicloropropano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
4-Clorotolueno	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Bromobenzeno	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Bromoclorometano	µg/L		-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-	-	0	0
Bromodiclorometano	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	Canadá	16	0	0
Bromofórmio	µg/L		-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	Canadá	25	0	0
Bromometano	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	Canadá	0,89	0	0
cis-1,2-Dicloroeteno	µg/L		-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,17	-0,10	-0,10	-0,10	12,4	-0,10	-0,10	Canadá	1,6	1	2
cis-1,3-Dicloropropileno	µg/L		-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	Canadá	0,5	0	0
Cloreto de vinil	µg/L		-1,00	-0,10	-1,00	-1,00	-0										

Página propositadamente deixada em branco

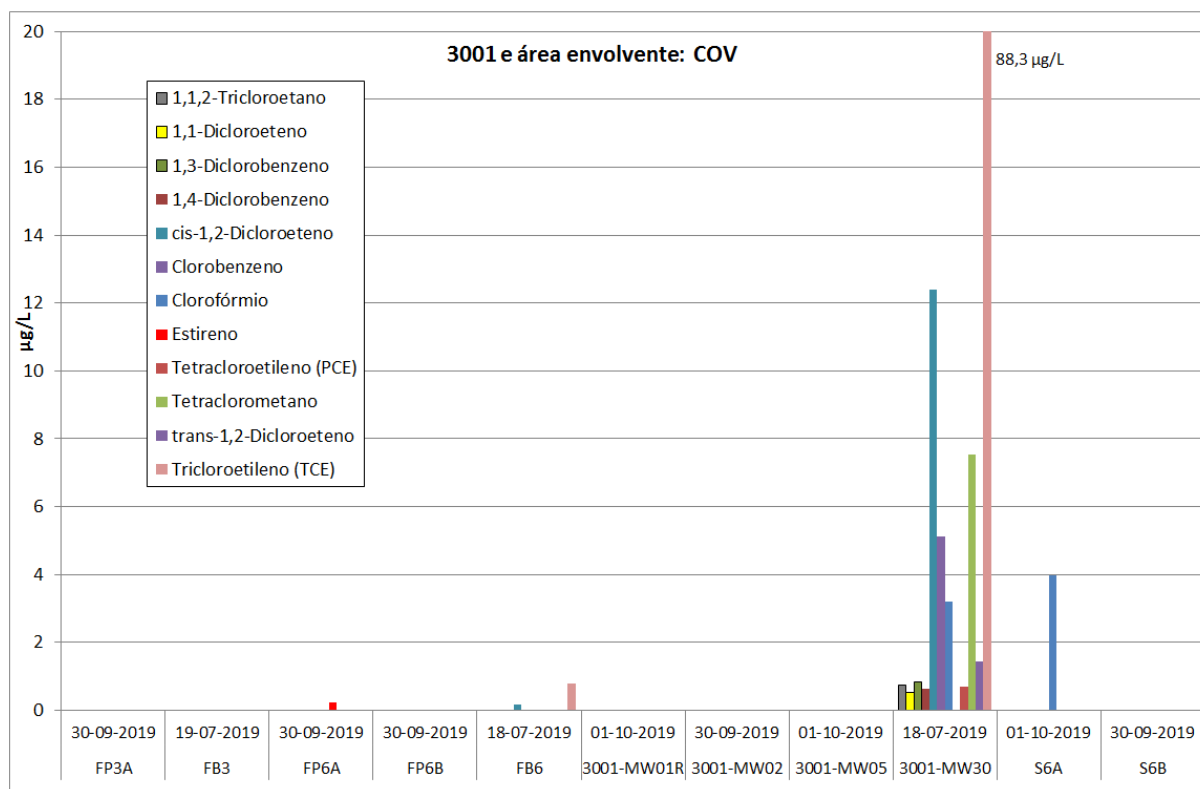


Figura 4.3 – Concentração em COV em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019

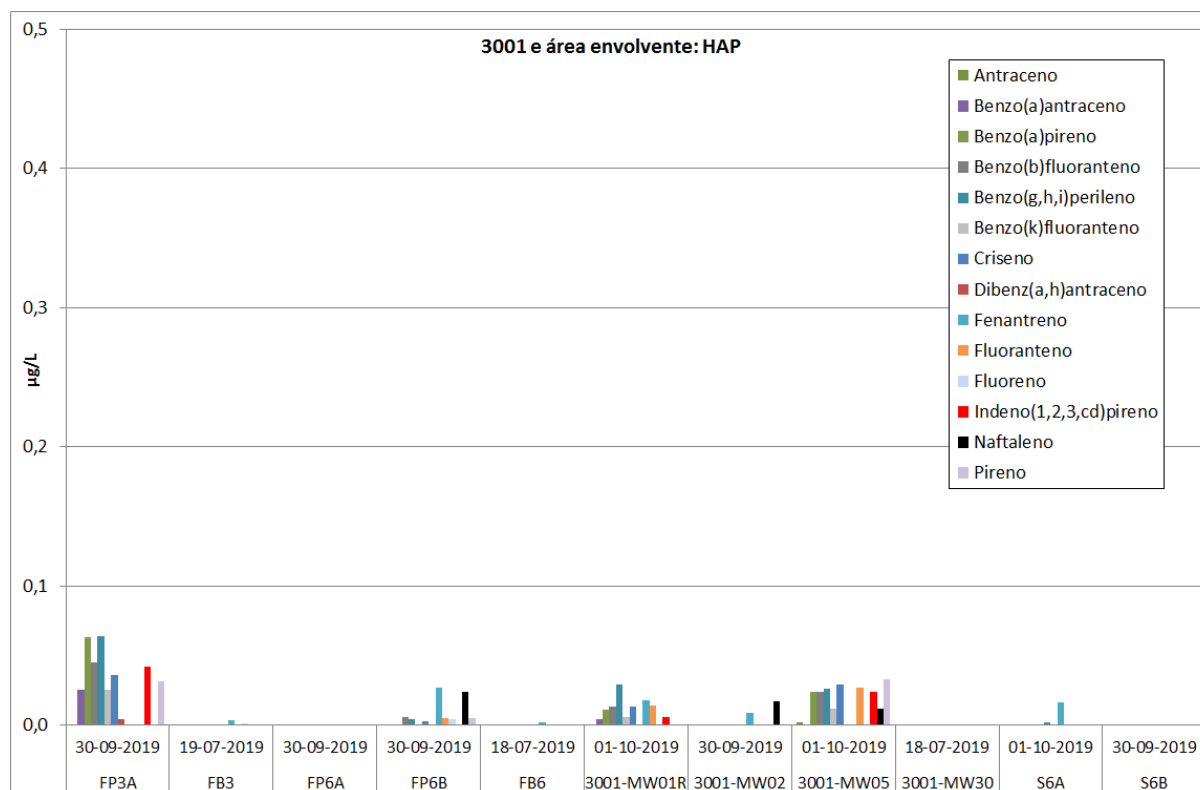


Figura 4.4 – Concentração em HAP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, em 2019

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

Nesta área foram efetuadas amostragens nos dois piezómetros que, desde 2013, foram seleccionados para avaliar a evolução da situação a jusante do Site 5001 (cf. Figura 4.5). Neste local, os pontos de amostragem localizam-se no aquífero basal, uma vez que apenas há formação hidrogeológica superficial na área norte do Site 5001.

Mantiveram-se os procedimentos de recolha, as profundidades de amostragem e as análises efetuadas em campanhas anteriores. Os resultados das análises químicas são apresentados no Quadro 4.3, onde se assinalam a vermelho os parâmetros que excederam os valores de referência (também referidos por "norma", de acordo com a metodologia que é apresentada na secção 4.2), e a amarelo os hidrocarbonetos com valores acima do limite de quantificação do método analítico usado. No Anexo II deste relatório apresentam-se os dados de campo registados *on site* em outubro de 2019.

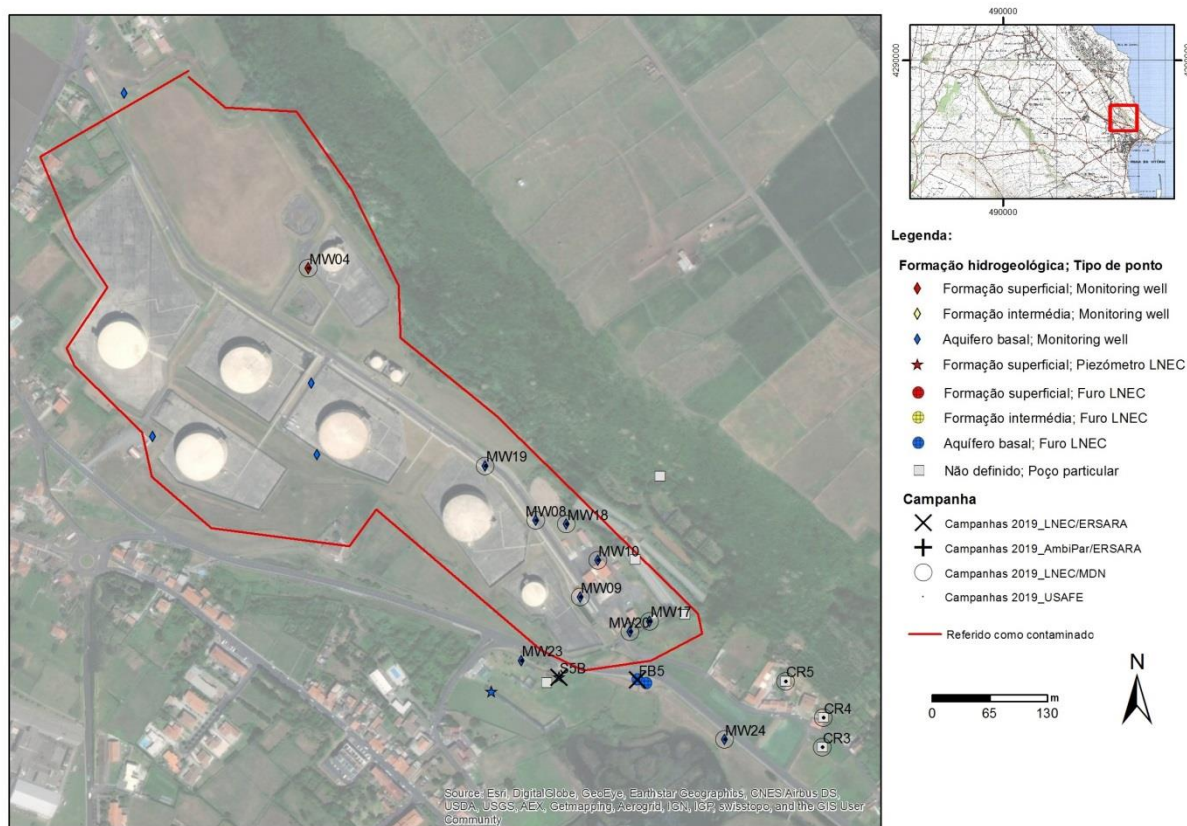


Figura 4.5 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 5001

Quadro 4.3 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem a jusante do Site 5001, em 2019

	Designação local	FB5	S5B				
	Data amostragem	30-09-2019	01-10-2019				
Parâmetro	Unidade			Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
In situ							
Temperatura	oC	20,4	21,0	-	-		
pH	Sorensen	6,9	7,4	LQ e L	5,5; 9	0	
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	1495,0	856,0	LQ e L	2500	0	
Potencial redox (Eh)	mV	253,8	-182,0	-	-		
Parâmetros agregados							
Índice de fenóis	mg/L	0,019	0,016	Canadá	0,89	0	
Inorgénicos não metálicos							
Cloretos	mg/L	381	46	LQ e L	250	1	
Nitratos	mg/L	20,0	-0,3	NQ	50	0	
Sulfatos	mg/L	48,0	2,0	LQ e L	250	0	
Metais em solução / Cátions maiores							
Alumínio - Al	mg/L	0,00	0,07	VP	0,2	0	
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	VP	0,005	0	
Arsénio - As	mg/L	-0,001	0,001	LQ e L	0,01	0	
Bário - Ba	mg/L	0,04	0,05	Canadá	1	0	
Berílio - Be	mg/L	-0,0004	-0,0004	Canadá	0,004	0	
Boro - B	mg/L	0,08	0,08	Canadá	5	0	
Cádmio - Cd	mg/L	-0,001	-0,001	LQ e L	0,005	0	
Cálcio - Ca	mg/L	29	81	-	-	0	
Chumbo - Pb	mg/L	-0,003	-0,003	LQ e L	0,01	0	
Cobalto - Co	mg/L	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	0	
Cobre - Cu	mg/L	-0,002	0,004	VP	2	0	
Crómio - Cr	mg/L	0,017	-0,001	VP	0,05	0	
Ferro - Fe	mg/L	0,08	6,8	VP	0,2	1	
Fósforo - P	mg/L	0,18	1,24	-	-	0	
Lítio - Li	mg/L	-0,1	-0,1	-	-	0	
Magnésio - Mg	mg/L	32	19	-	-	0	
Manganês - Mn	mg/L	0,005	2,2	VP	0,05	1	
Mercurio - Hg	µg/L	-0,02	-0,02	LQ e L	1	0	
Molibdeno - Mo	mg/L	0,010	-0,005	Canadá	0,07	0	
Níquel - Ni	mg/L	0,070	-0,005	VP	0,02	1	
Potássio - K	mg/L	12,00	11,00	-	-	0	
Prata - Ag	mg/L	-0,001	-0,001	Canadá	0,0015	0	
Selénio - Se	mg/L	-0,0004	-0,0004	VP	0,01	0	
Sódio - Na	mg/L	237	70	VP	200	1	
Vanádio - V	mg/L	0,007	0,004	Canadá	0,0062	1	
Zinco - Zn	mg/L	-0,01	-0,01	Canadá	1,1	0	
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTPP							
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo	mg/L	0,061	0,180	Canadá	0,75	0	2
BTEX							
Benzeno	µg/L	-0,20	-0,20	VP e L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	L	1,3	0	0
Meta-para xileno	µg/L	-0,20	-0,20	L	1,3	0	0
Orto-xileno	µg/L	-0,10	-0,10	L	1,3	0	0
Tolueno	µg/L	-1,00	-1,00	L	1,3	0	0
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	-	-	0	0
Soma xilenes	µg/L	0,00	0,00	-	-	0	0
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados							
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	1,1	0	0
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	1	0	0
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	-0,20	-0,20	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	5	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	-	-	0	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	70	0	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	3	0	0
1,2-Dicloroetano	µg/L	-1,00	-1,00	VP	3	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,20	-0,20	-	-	0	0
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	59	0	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	1	0	0
2,2-Dicloropropano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
4-Clorotolueno	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Bromobenzeno	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Bromoclorometano	µg/L	-2,00	-2,00	-	-	0	0
Bromodiclorometano	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	16	0	0
Bromofórmio	µg/L	-0,20	-0,20	Canadá	25	0	0
Bromometano	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	0,89	0	0
cis-1,2-Dicloroeteno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	1,6	0	0
cis-1,3-Dicloropropileno	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	0,5	0	0
Cloreto de vinil	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	0,5	0	0
Clorobenzeno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	30	0	0
Cloroetano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Clorofórmio	µg/L	-0,30	-0,30	Canadá	2,4	0	0
Clorometano	µg/L	-10,0	-10,0	-	-	0	0
Dibromoclorometano	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	25	0	0
Dibromometano	µg/L	-1,00	-1,00	-	-	0	0
Diclorodifluorometano	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	590	0	0
Diclorometano	µg/L	-6,00	-6,00	-	-	0	0
Hexaclorobutadieno	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	0,44	0	0
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	-0,20	-0,20	L	0,65	0	0
Tetraclorometano	µg/L	-0,10	-0,10	-	-	0	0
trans-1,2-Dicloroeteno	µg/L	-0,10	-0,10	Canadá	1,6	0	0
trans-1,3-Dicloropropeno	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	0,5	0	0
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	-0,10	-0,10	L	0,65	0	0
Triclorofluorometano	µg/L	-1,00	-1,00	Canadá	150	0	0
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados							
1,2,4-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1,3,5-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Estireno	µg/L	-0,20	-0,20	Canadá	5,4	0	0
Isopropilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	µg/L	-0,20	-0,20	L	0,65	0	0
n-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
n-Propilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
p-Isopropiltolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
sec-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
tert-Butil álcool	µg/L	-5,0	-5,0	-	-	0	0
tert-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAH)							
Acenafteno	µg/L	-0,002	0,003	L	0,0065	0	1
Acenaftileno	µg/L	-0,010	-0,010	L	0,013	0	0
Antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Benzo(a)antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,0065	0	0
Benzo(a)pireno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,01	0	0
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Criseno	µg/L	-0,002	0,005	L	0,0065	0	1
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,0065	0	0
Fenantreno	µg/L	-0,002	0,007	L	0,0065	1	1
Fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Fluoreno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,0065	0	0
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,1	0	0
Naftaleno	µg/L	-0,010	-0,010	L	2,4	0	0
Pireno	µg/L	-0,002	-0,002	L	0,003	0	0
Soma de 4 PAH (DL 306/2007)	µg/L	-0,008	-0,008	VP	0,1	0	0

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 INAG, 2009) e L - Limiares definidos nos PGRH

VP - Valor Paramétrico, DL 306/2007 e 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano

Canadá - *Stardards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)*

"-" significa "<", com exceção do valor do Eh

A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada

A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

Página propositadamente deixada em branco

Os resultados obtidos nesta campanha são equivalentes aos das campanhas de 2018, não se tendo registado BTEX nem COV. As concentrações em HTP estão acima do limite de quantificação mas abaixo da norma, apenas estabelecidas pelo Canadá.

Foram registadas concentrações acima do limite de quantificação para os HAP acenafteno, criseno e fenantreno (Quadro 4.3 e Figura 4.6), estando apenas este último hidrocarboneto ligeiramente acima do Limiar de Qualidade estabelecido pela APA, sendo contudo muito inferior às restantes normas consultadas (Canadá e Holanda).

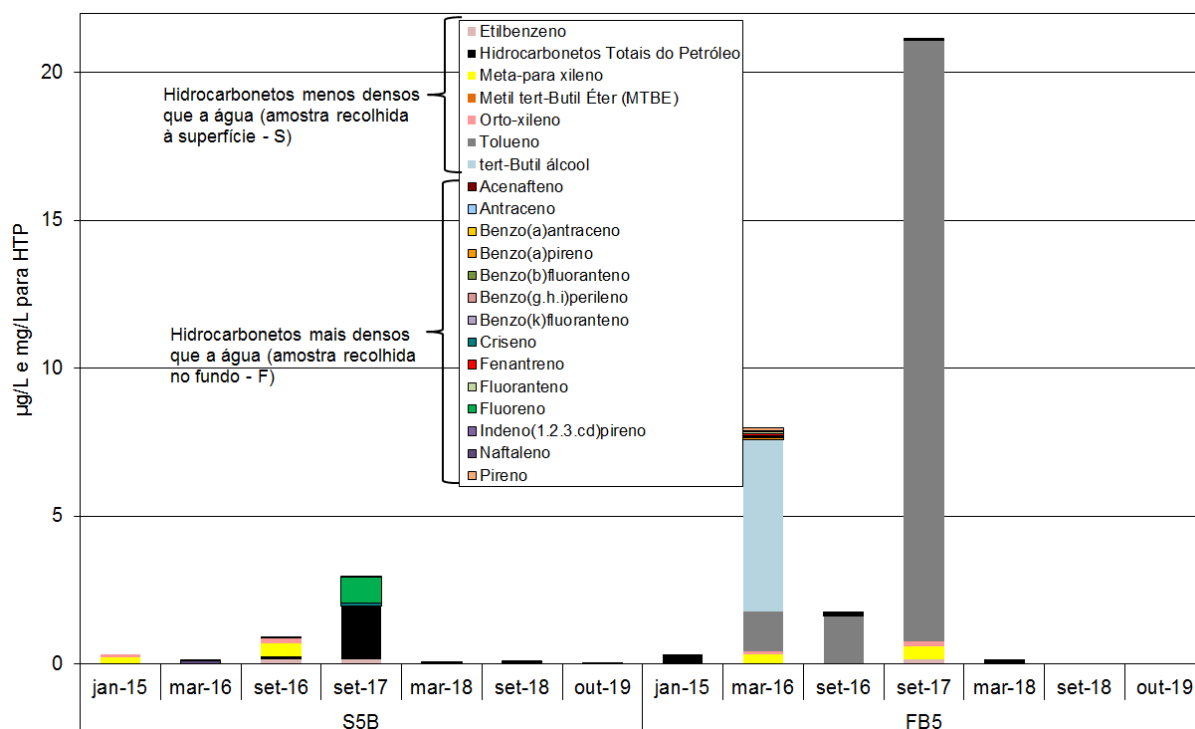


Figura 4.6 – Concentrações em BTEX, HTP e HAP em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2015 e 2019

Em Leitão e Antunes (2019) refere-se que dentro do Site 5001 foram encontrados os seguintes HAP concentrações acima dos Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA: acenafteno, acenaftileno, benzo(a)antraceno, criseno, fenantreno, fluoreno, naftaleno e pireno. Noutros piezómetros e poços analisados fora do Site 5001, complementares aos aqui apresentados, surgem o fenantreno e o pireno acima dos Limiares de Qualidade. Observa-se que nem sempre os HAP são os mesmos e que há oscilações entre campanhas. Nos piezómetros dentro do Site 5001 são ainda observados HTP, BTEX e COV, em relação aos quais foram ultrapassadas as normas do Canadá para HTP e os Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA para o etilbenzeno e meta-para xileno. Importa manter esta análise integrada e mais abrangente do Site 5001, além de serem tomadas medidas de reabilitação neste local que impeçam a migração de contaminantes para fora do Site 5001.

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

5.1 Resultados da amostragem pontual

Em 2019, o Programa de Controlo da Qualidade da Água (PCQA) na origem foi efetuado pela Praia Ambiente através da recolha e análise química de amostras pontuais de água em seis furos de captação, nos meses de abril, junho, outubro e dezembro (Figura 5.1). Em junho e em dezembro, as análises químicas incidiram exclusivamente na determinação da concentração em hidrocarbonetos.

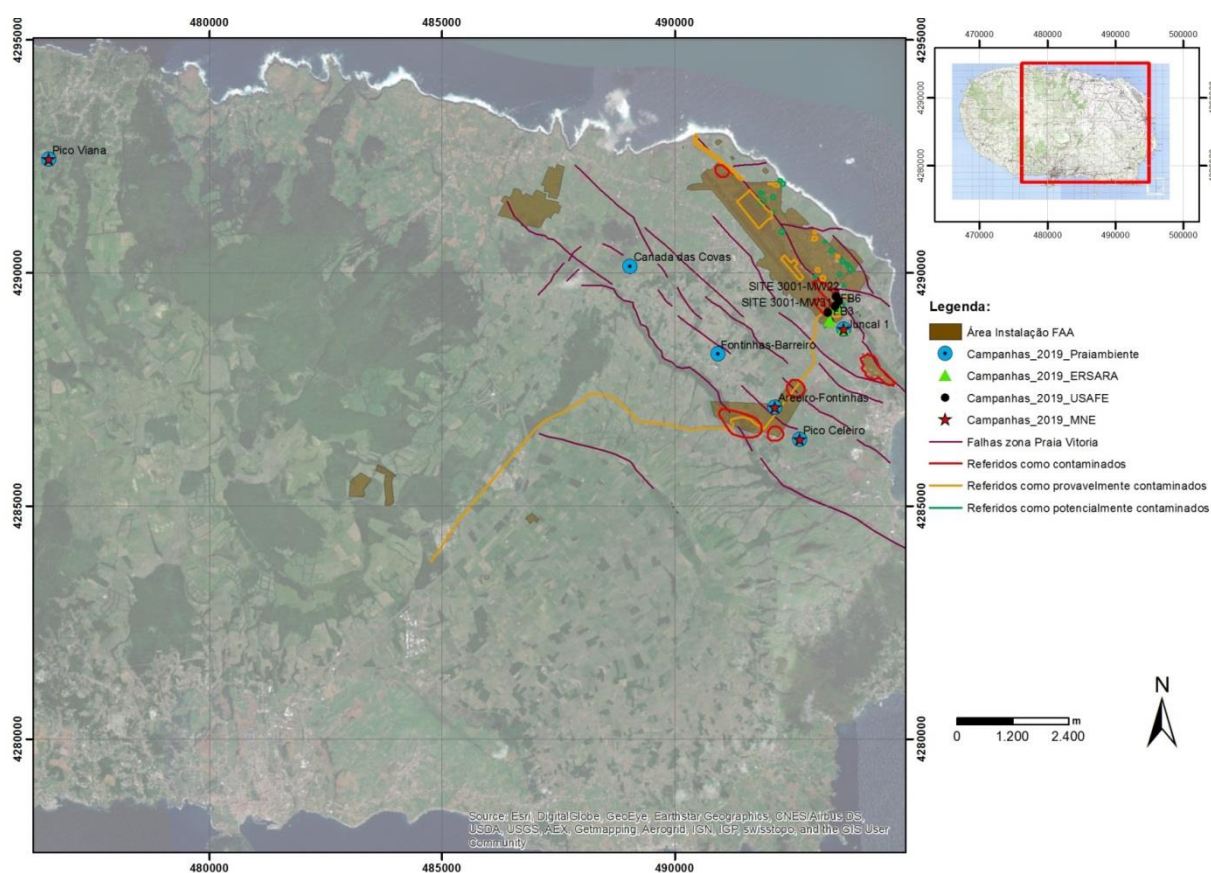


Figura 5.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas no aquífero basal

Os parâmetros químicos e as frequências de amostragem que a Praia Ambiente, E.M., empresa responsável pelo abastecimento de água ao concelho de Praia da Vitória, tem vindo a promover desde 2012 vão muito para além do previsto no controlo de rotina do PCQA (cf. DL 152/2017, de 7 de dezembro). Estas análises são feitas no âmbito do Plano de Monitorização Especial de Controlo da Qualidade da Água (PMECQA) que integra a realização de análises químicas complementares de um conjunto de 85 hidrocarbonetos (dos grupos BTEX, COV, e HAP) e metais pesados. Destaca-se que

os limites de quantificação usados nessas análises químicas são os mais baixos possíveis (da ordem de picogramas/L = 10^{-6} µg/L) e que a grande maioria dos parâmetros não se encontra legislada para a água de consumo humano nem em Portugal (DL 152/2017), nem noutros países, por não haver informação suficiente sobre o seu efeito na saúde humana. Não obstante, a simples presença de hidrocarbonetos na água não é desejável e, nesse contexto, mesmo não havendo provas da sua perigosidade para a saúde, pretende-se identificar a sua eventual presença. Assim, o objetivo do PMECQA, feito em sintonia com a ERSARA e o LNEC, é permitir avaliar a eventual presença na água de hidrocarbonetos e de metais pesados (potencialmente associados à contaminação resultante da atividade da Base das Lajes) ao primeiro sinal, permitindo atuar de forma preventiva. O furo do Pico Viana foi integrado no PMECQA e serve de referência, uma vez que se encontra fora da potencial influência desta contaminação.

Como se pode observar na Figura 5.1, durante o ano 2019 houve diversas outras entidades, além da Praia Ambiente, que promoveram a realização de análises químicas da água dos furos de captação, entre outros furos e piezómetros. Esse facto deveu-se ao inesperado aparecimento de hidrocarbonetos no piezómetro 3001-MW30, instalado em 2019 pela USAFE, e que capta o aquífero basal. No seguimento do conhecimento sobre essa informação, a ERSARA promoveu a realização imediata de uma análise complementar ao furo do Juncal 1, em julho, e o Ministério dos Negócios Estrangeiros) promoveu a análise da água de outros quatro furos assinalados na Figura 5.1. Os resultados obtidos para os parâmetros analisados em 2019 são apresentados no Quadro 5.1. Os resultados obtidos através do MNE não são apresentados uma vez que os valores em hidrocarbonetos estão todos abaixo dos limites de quantificação usados (estes limites são bastante superiores aos limites que têm vindo a ser usados pela Praia Ambiente e pelo LNEC pois correspondem aos limites habitualmente utilizados para água de consumo humano). No Quadro 5.1 assinalam-se a vermelho os parâmetros que excederam alguma das normas referidas no Anexo I (cf. secção 4.2), e a amarelo os hidrocarbonetos com valores acima do limite de quantificação.

A Figura 5.2 apresenta as concentrações em hidrocarbonetos medidas nas águas para consumo humano nos últimos três anos (entre 2017 e 2019). Das 4991 análises de hidrocarbonetos efetuadas, 10 apresentaram valores positivos (0,2%). Os resultados das análises químicas não excedem as normas utilizadas para nenhum hidrocarboneto em 2019. No entanto, depois de um período sem valores acima do limite de quantificação, em dezembro de 2018 e em 2019 registaram-se vários valores positivos, também confirmados na amostragem contínua (cf. secção 5.2), facto que justifica a manutenção do PMECQA que a Praia Ambiente tem realizado nos últimos anos.

A Figura 5.3 apresenta uma síntese dos resultados relativos a hidrocarbonetos nas águas para consumo humano de 2010 até 2019, para amostras pontuais. Nesta década houve duas situações, de entre os milhares de análises efetuadas, cujos valores se encontraram acima das normas de qualidade: 1) furo do Areeiro, a 08/09/2014, para HTP (com 2,4 mg/L, sendo a norma do Canadá 0,75 mg/L) e 2) furo das Covas, a 07/11/2011, para o fenantreno. Neste último caso, embora a concentração de 0,02 µg/L tenha sido superior ao estabelecido pela APA (0,0065 µg/L), o seu valor é bastante inferior ao da norma do Canadá para condições de águas subterrâneas potáveis (1 µg/L).

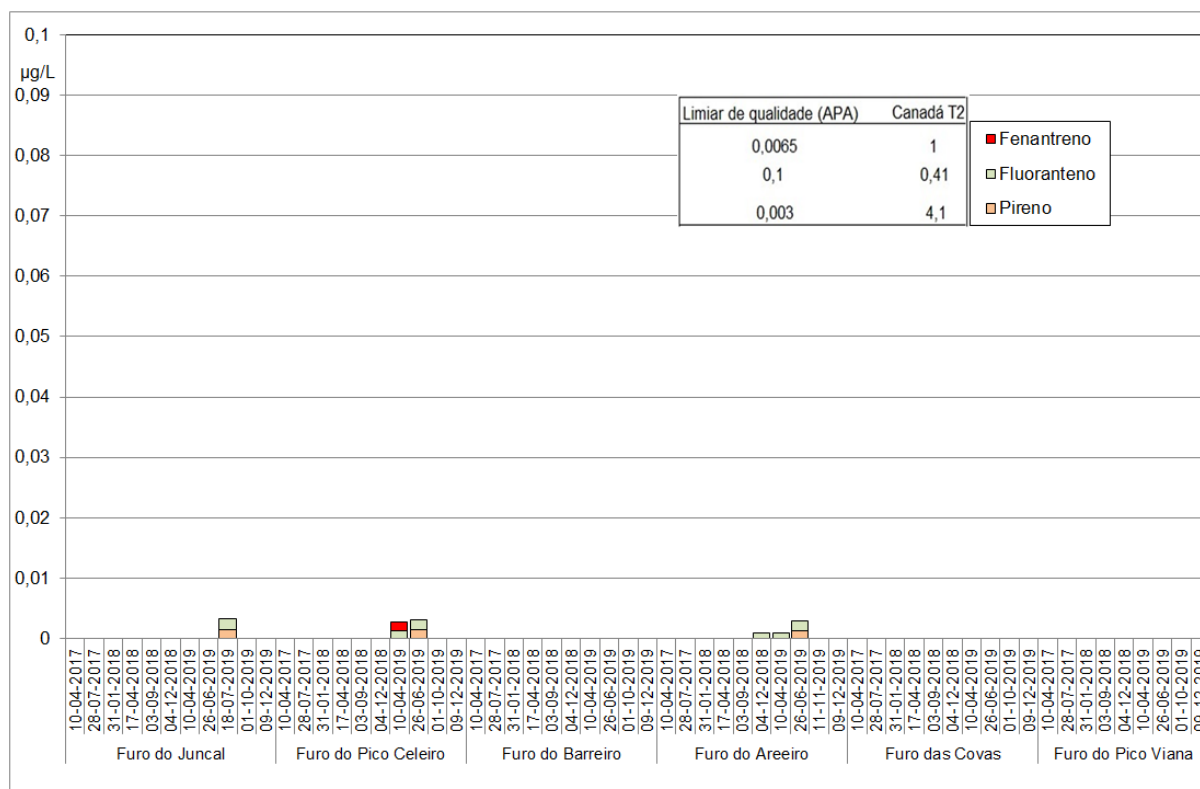


Figura 5.2 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2017 e 2019, para amostras pontuais



Figura 5.3 – Percentagem de hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2012 e 2019, para amostras pontuais

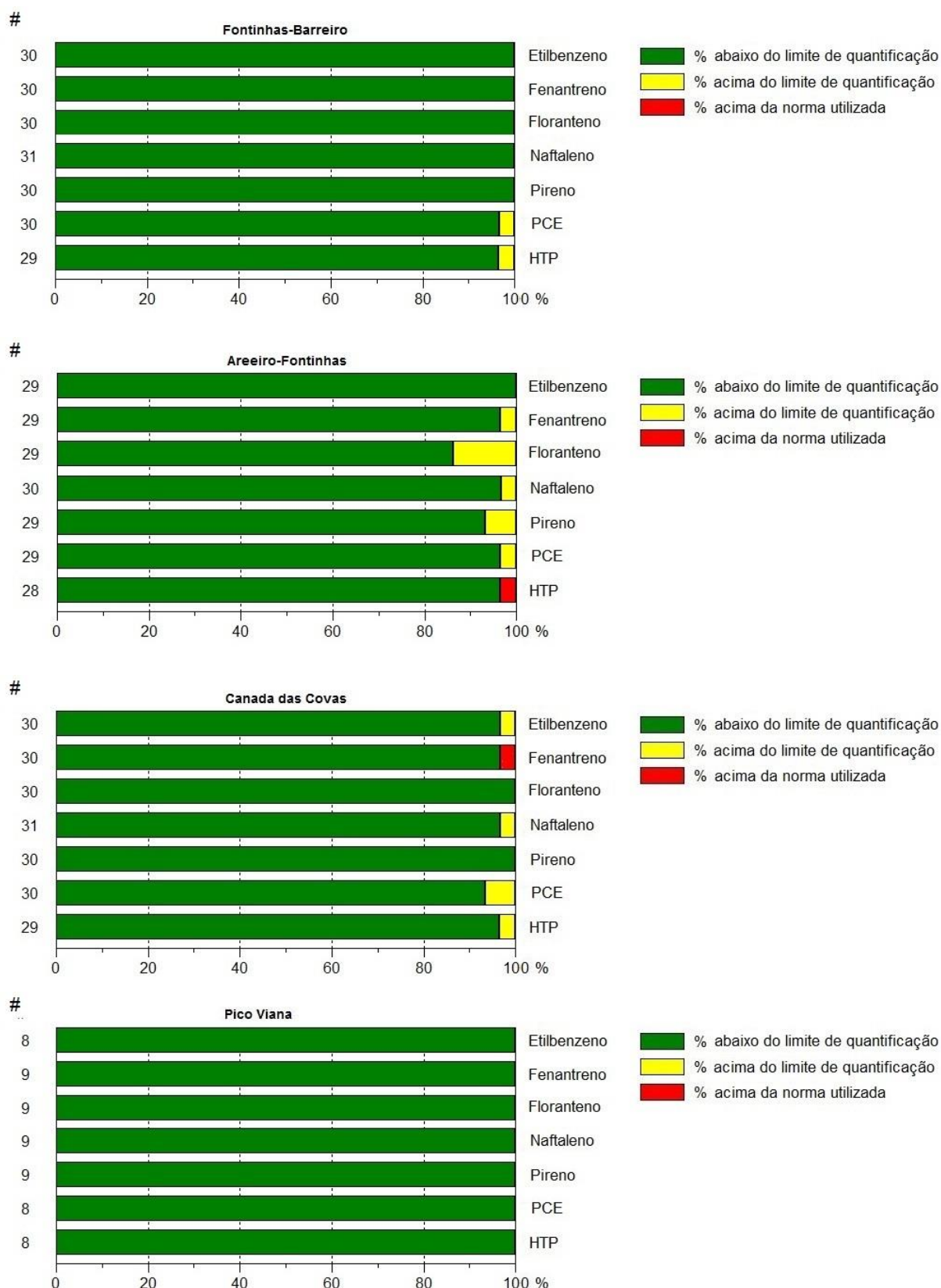


Figura 5.3 (cont.) – Percentagem de hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2012 e 2019, para amostras pontuais

Página propositadamente deixada em branco

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 do ano 2019

Quadro 5.1 – Resultados de análises químicas de amostras pontuais recolhidas nos furos de captação para eventual abastecimento público, em 2018/19

Parâmetro	Valor Limite	Norma	Unidade	Método	Limite																				
Data					Quantificação	Furo do Juncal	10-04-2019	26-06-2019	18-07-2019	09-12-2019	Furo do Pico Celeiro	10-04-2019	26-06-2019	01-10-2019	09-12-2019	Furo do Barreiro	10-04-2019	26-06-2019	01-10-2019	09-12-2019					
Temperatura			oC	SMEWW 2550	0,01	22,8	18,4		23,4		18,6	17,7		20,3		20,4	17,8		21,7						
pH	5,5; 9	LQ	Sorensen	SMEWW 4500 H° B	0,05	6,8	6,8		7,1		7,1	7,5		7,5		7,2	7,5		7						
Condutividade eléctrica	2500	LQ	µS/cm	NP EN 27888:1996	-	1376	1406		1680		543	528		651		1065	1085		1252						
Índice de Fenóis	0,89	Canadá	mg/L	W-PHI-PHO	0,005	-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005						
Acidez pH 4.5	-		mmol/L	W-ACID-PCT	0,15	2,58	2,58		2,46		0,773	0,781		0,831		0,995	1		1,02						
Acidez pH 8.3	-		mmol/L	W-ACID-PCT	0,15	-0,15	-0,15		-0,15		-0,15	-0,15		-0,15		-0,15	-0,15		-0,15						
Alcalinidade pH 4.5	-		mmol/L	W-ALK-PCT	0	-0,15	-0,15		-0,15		-0,15	-0,15		-0,15		-0,15	-0,15		-0,15						
Cloretos	250	LQ	mg/L	W-CL-IC	0,15	366	367		389		142	128		142		307	299		318						
Dióxido de carbono livre, CO2	-		mg/L	W-CO2F-CC2	0,15	17,9	5,02		14,8		3,3	0		3,21		3,65	2,51		2,9						
Bicarbonato	-		mg/L	W-CO2F-CC2	0	157	157		150		47,2	47,7		50,7		60,7	61,3		62,5						
Nitratos	50	NQ	mg/L	W-NO3-IC	1	21,8	20,4		43		15,5	27,9		17,8		7,41	7,19		6,86						
Sulfato SO4 2-	250	LQ	mg/L	W-SO4-IC	0	46,7	44,7		50,5		19	18,6		18,7		39,6	37,1		40,2						
Total de dióxido de carbono livre,	-		mg/L	W-CO2F-CC2		131	118		123		37,3	34,4		39,8		47,4	46,7		48						
Alumínio - Al	0,2	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,01	-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01						
Antimônio - Sb	0,005	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,01	-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01						
Arsénio - As	0,01	LQ	mg/L	W-METAXFL1	0,005	-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005						
Bário - Ba	1	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,0005	0,0127	0,011		0,0109		0,00532	0,00464		0,0042		0,00609	0,00542		0,00481						
Berílio - Be	0,004	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,0002	-0,0002	-0,0002		-0,0002		-0,0002	-0,0002		-0,0002		-0,0002	-0,0002		-0,0002						
Boro - B	5	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,01	0,107	0,105		0,12		0,012	0,02		-0,01		0,022	0,029		-0,01						
Cádmio - Cd	0,005	LQ	mg/L	W-METAXFL1	0,0004	-0,0004	-0,0004		-0,0004		-0,0004	-0,0004		-0,0004		-0,0004	-0,0004		-0,0004						
Cálcio - Ca	-		mg/L	W-METAXFL1	0,005	33,9	30,2		32,4		16,4	14,9		13,9		29,3	26,4		24,3						
Crómio - Cr	0,05	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,001	-0,001	-0,001		-0,001		0,0017	-0,001		-0,001		0,0025	-0,001		-0,001						
Cobalto - Co	0,0038	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,002	-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	-0,002		-0,002						
Cobre - Cu	2	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,001	0,002	0,004		0,0031		-0,001	0,0026		0,006		-0,001	-0,001		-0,001						
Ferro - Fe	0,2	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,002	-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	0,0036		0,0045						
Fluor - F	1,5	VP	mg/L	W-F-IC	0,2		0,381		0,38			-0,2		-0,2			-0,2		-0,2						
Chumbo - Pb	0,01	LQ	mg/L	W-METAXFL1	0,005	-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005		-0,005	-0,005		-0,005						
Lítio - Li	-		mg/L	W-METAXFL1	0,001	0,0068	0,0033		0,0041		-0,001	0,0013		-0,001		0,0049	0,0016		0,0013						
Magnésio - Mg	-		mg/L			36,8	33,3		33,8		12,7	12,8		11,2		22,8	21,5		19,6						
Manganês - Mn	0,05	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,0005	-0,0005	-0,0005		-0,0005		0,00105	-0,0005		-0,0005		0,00073	-0,0005		-0,0005						
Merúrio - Hg	1	LQ	µg/L	W-HG-AFSFL	0,01	-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01						
Molibdeno - Mo	0,07	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,002	-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	-0,002		0,0039		-0,002	-0,002		0,0022						
Níquel - Ni	0,02	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,002	-0,002	0,0033		-0,002		-0,002	-0,002		-0,002		-0,002	-0,002		-0,002						
Fósforo - P	-		mg/L	W-METAXFL1	0,01	0,12	0,11		0,105		0,084	0,084		0,072		0,08	0,067		0,068						
Potássio - K	-		mg/L	W-METAXFL1	0,01	14,2	13,1		12,2		5,28	5,72		4,75		8,81	9,14		8,07						
Selénio - Se	0,01	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,01	-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01						
Prata - Ag	0,0015	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,001	-0,001	-0,001		-0,001		-0,001	-0,001		-0,001		-0,001	-0,001		-0,001						
Sódio - Na	200	VP	mg/L	W-METAXFL1	0,03	203	206		189		69,3	71		68,5		147	159		144						
Tálio - Ta	-		mg/L			-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01		-0,01	-0,01		-0,01						
Vanádio - V	0,0062	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,001	0,0146	0,0121		0,0118		0,0099	0,0087		0,0092		0,0174	0,0151		0,0153						
Zinco - Zn	1,1	Canadá	mg/L	W-METAXFL1	0,002	0,0752	0,0128		0,156		0,025	0,022		0,0303		0,0292	0,0034		0,0033						
Hidrocarbonetos Totais	0,75	Canadá	mg/L	W-TPHW-IR	0,05	-0,05	-0,05		-0,05		-0,05	-0,05		-0,05		-0,05	-0,05		-0,05						
BTEX	-		µg/L																						
Benzeno	1	VP e L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1					
Etilbenzeno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1					
Meta-para xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2					
Orto-xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1					
Tolueno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5					
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados																									
1.1.1.2-Tetracloretoano	1,1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1					
1.1.1-Tricloroetano	200	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1</							

Atendendo aos resultados obtidos para a concentração em hidrocarbonetos na água (cf. Figura 5.3), observa-se que os furos do Areeiro-Fontinhas, Juncal e Pico Celeiro são aqueles onde se registou a presença do mesmo hidrocarboneto em mais do que uma situação ao longo dos últimos anos (geralmente até duas, com exceção do caso do fluoranteno que apareceu quatro vezes no Areeiro-Fontinhas). No caso do furo do Juncal, a sua presença a jusante do escoamento subterrâneo proveniente do Site 3001 constitui um risco para a qualidade da água subterrânea, motivo que tem conduzido a que a água deste furo seja raramente usada. No caso dos furos do Areeiro-Fontinhas e do Pico Celeiro considerou-se baixo o risco resultante do Site 5002, dada a distância a que se encontra (cf. Figura 5.1). Contudo poderá ter havido alguma potencial contaminação oriunda de fugas do *pipeline* do Cabrito, entretanto inertizado, cuja migração em profundidade teria sido facilitada pela presença de falhas geológicas.

Considerando o atrás exposto procurou-se, com base nos dados disponíveis na última década, avaliar a facilidade de infiltração que um contaminante próximo da superfície teria. Para esse efeito analisou-se a variação da concentração em nitrato, projetada na Figura 5.4 relativamente ao cloreto (elemento que traduz a influência da maré nos furos da ilha). Os resultados obtidos permitem verificar serem justamente os furos do Areeiro-Fontinhas e do Pico Celeiro aqueles que apresentam maiores oscilações na concentração em nitrato, em resposta à influência das atividades contaminantes à superfície (e.g. lixiviação de nitrato gerado na agricultura, fezes de bovinos ou em fossas sépticas), confirmando a sua maior vulnerabilidade à contaminação.

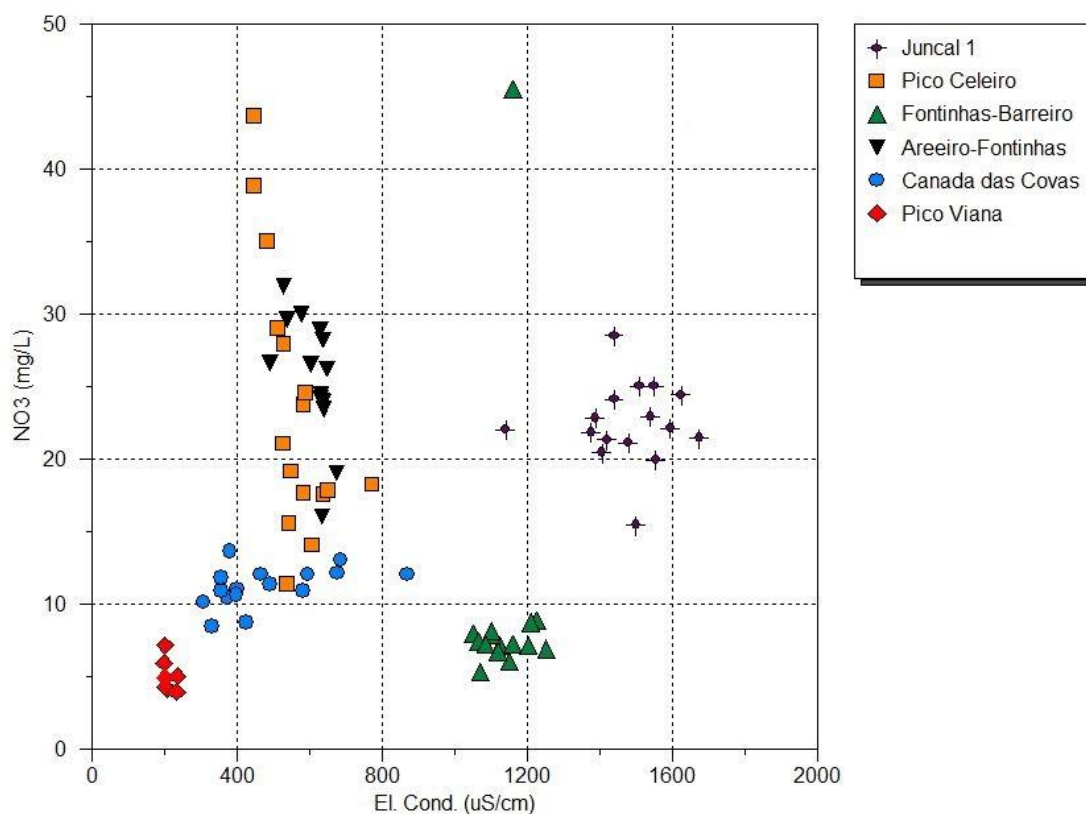


Figura 5.4 – Variação da condutividade elétrica vs. nitratos nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

Em relação a outros dois parâmetros que surgem frequentemente acima da norma (Cl e Na), as Figura 5.5 e Figura 5.6 apresentam uma análise da influência da água do mar nos furos analisados.

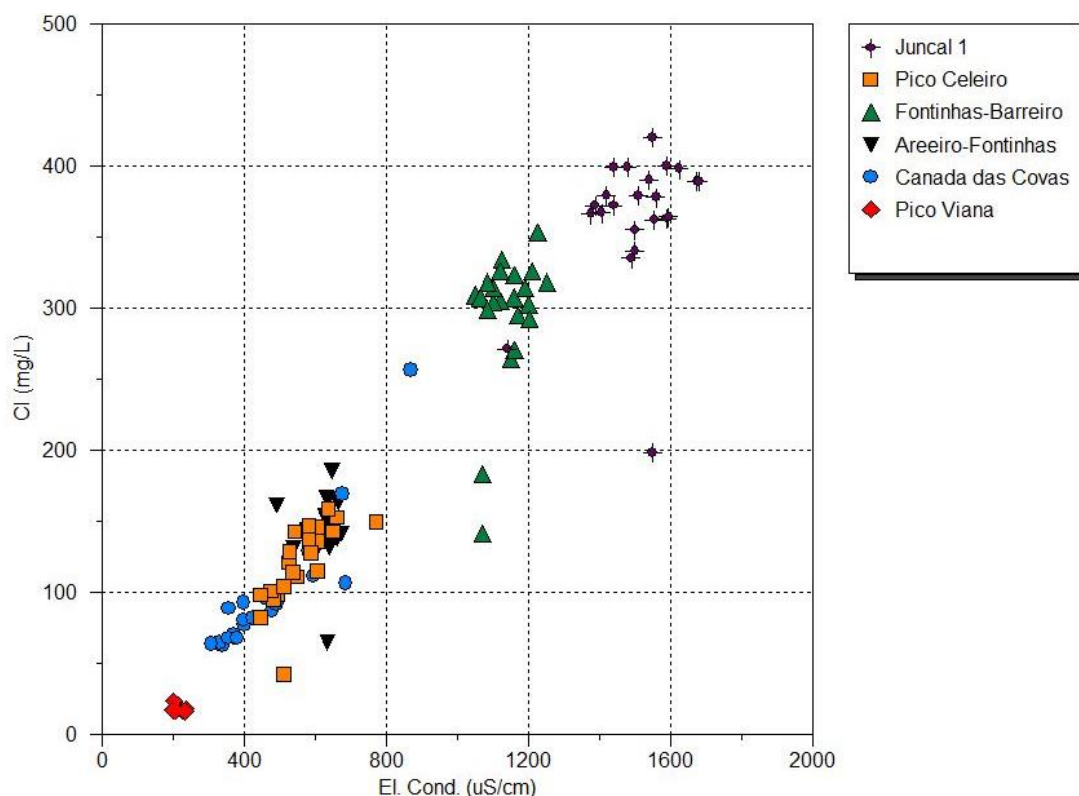


Figura 5.5 – Variação da condutividade elétrica vs. cloreto nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

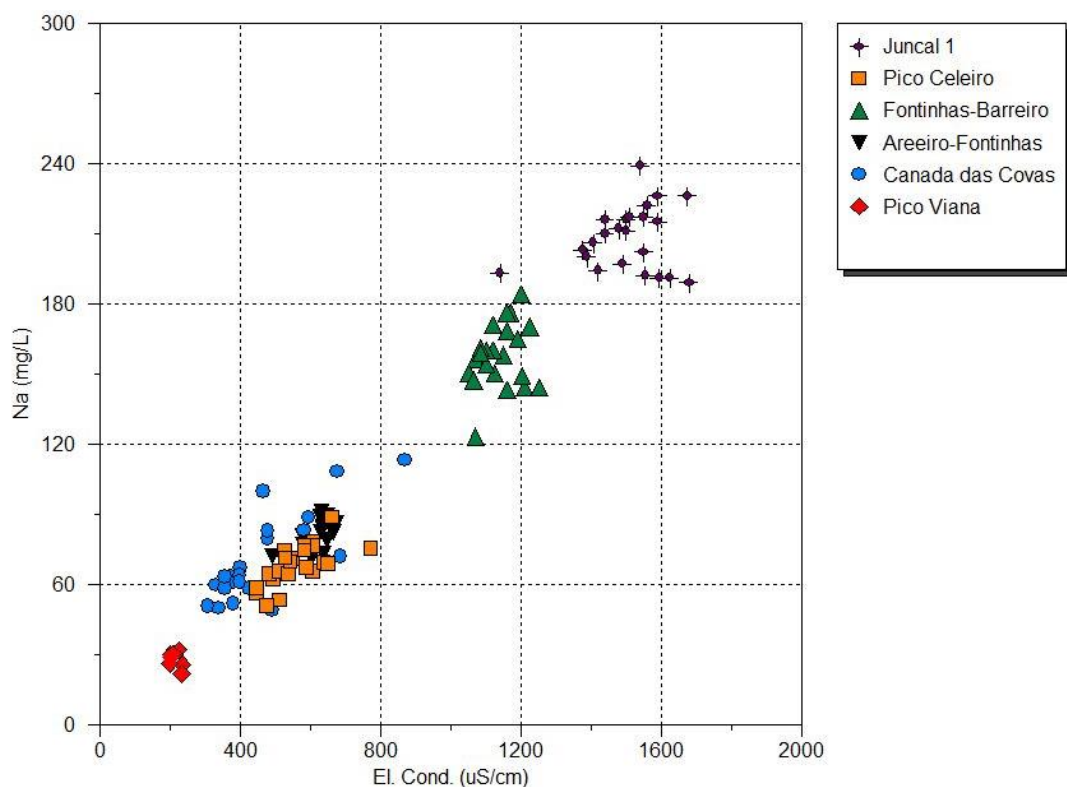


Figura 5.6 – Variação da condutividade elétrica vs. sódio nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

Observa-se que os furos do Juncal 1 e de Fontinhas-Barreiro são os que apresentam maior salinidade (de acordo com o apresentado por Quadros *et al.*, 2018) e o furo do Pico Viana, localizado nas formações hidrogeológicas suspensas, a menor salinidade. Esta influência reflete-se nas concentrações acima da norma para o cloreto e o sódio. Além destes dois, o outro elemento que surge acima da norma é o vanádio e deve-se às características próprias das águas subterrâneas que circulam em formações geológicas de origem vulcânica.

5.2 Resultados da amostragem contínua

A amostragem contínua (ou passiva) realizada em 2019 foi efetuada pela empresa AmbiPar Control para a Praia Ambiente, mantendo os mesmos procedimentos (descritos em Leitão e Henriques, 2016b) e dando continuidade ao que tem vindo a ser desenvolvido desde 2016. Esta amostragem tem como principal objetivo obter informação cumulativa sobre a qualidade da água durante um período de amostragem de cerca de um mês. Os locais de amostragem foram os mesmos da amostragem pontual (cf. Figura 5.1).

Os resultados obtidos para o conjunto de amostragens contínuas são apresentados no Quadro 5.2. Estima-se que, a cada 30 dias de amostragem, se tenha filtrado um volume entre cerca de 10 e 25 m³ de água pelo contentor em cada ponto de colheita.

Nos diversos períodos de monitorização desde 2016, incluindo no ano de 2019, os únicos hidrocarbonetos acima do limite de quantificação foram HAP, sendo o naftaleno e o fenantreno os dois compostos com maiores concentrações (Figura 5.7). A leitura da Figura 5.7 deve ser feita comparando a concentração obtida com o valor obtido no furo do Pico Viana para o mesmo período, uma vez que este serve de branco e o seu valor serve para testar o lote de produção e os contaminantes resultantes da sua produção. Nesse contexto, os valores obtidos devem ser analisados entre si dentro de uma mesma campanha, tendo os valores do Pico Viana como referência. Os valores registados para as concentrações acumuladas durante cerca de um mês são todos bastante inferiores aos limiares de qualidade estabelecidos pela APA e ainda mais se comparados com as normas utilizadas noutros países (Canadá e Holanda) (cf. Anexo I).

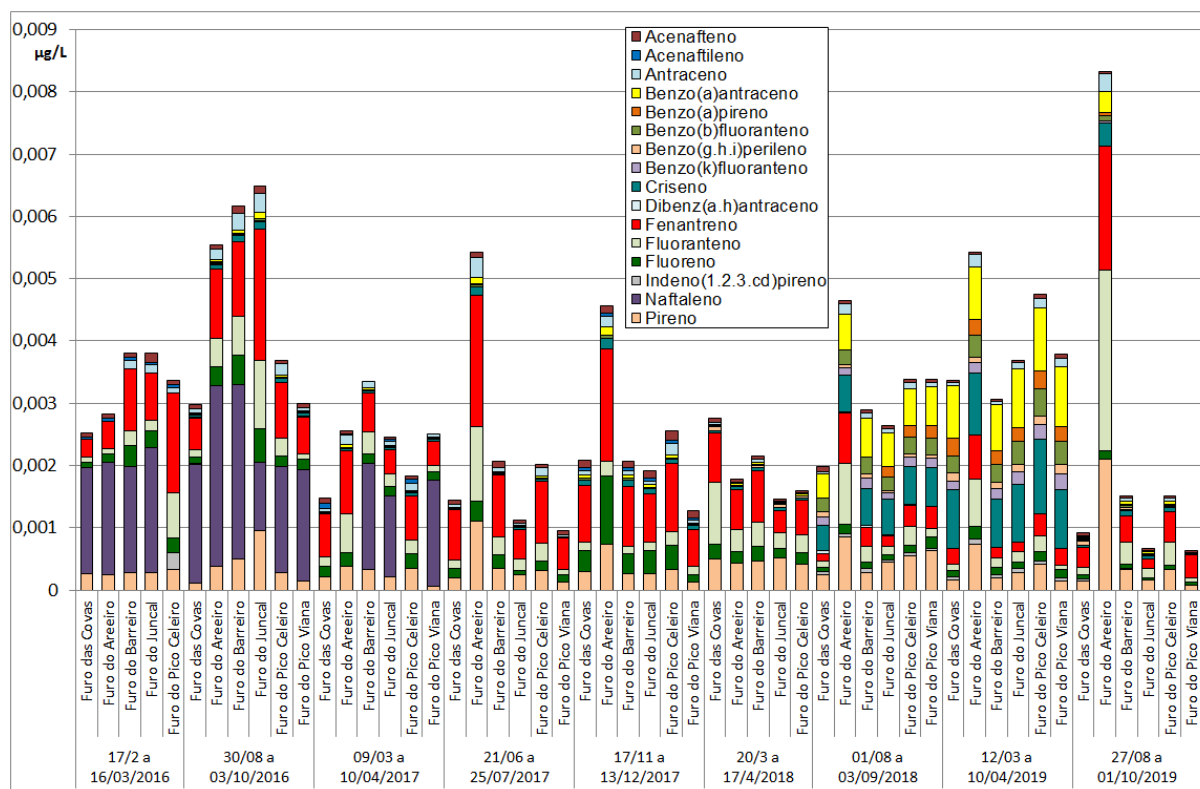


Figura 5.7 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2016 e 2019, para amostragem contínua

A análise da Figura 5.7 permite destacar a presença de valores mais elevados no furo de Areiro, para a maioria das campanhas, em especial na última campanha de 2019 (embora este tenha sido analisado num período diferente dos restantes pontos por ter havido um contratempo com a amostra, podendo não ser diretamente comparável). Examinando os resultados dos últimos dois anos observa-se que os HAP encontrados nas amostras pontuais em 2018 e em 2019 no Areiro e Pico Celeiro também se observam nas amostras contínuas de 2018 e 2019 das mesmas datas, se comparados com a referência do Pico Viana.

Esta amostragem contínua deverá ser mantida dada a relevância de informação que aporta, em termos da acumulação de contaminantes por um período de cerca de um mês, sendo informação complementar aos resultados da amostragem pontual.

Quadro 5.2 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em 2019

Parâmetro	Valor Limite	Norma	Unidade	Método	Limite de quantificação	12/03 a 10/04/2019					
Data						Furo das Covas	Furo do Areeiro	Furo do Barreiro	Furo do Juncal	Furo do Pico Celeiro	Furo do Pico Viana
Benzeno	1	VP e L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Etilbenzeno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Meta-para xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Orto-xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tolueno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados											
1.1.1.2-Tetracloroetano	1,1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1.1.1-Tricloroetano	200	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1.2.2-Tetracloroetano	1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.1.2.1-Tricloroetano	4,7	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloroetano	5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloroeteno	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloropropileno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2.3-Triclorobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2.3-Tricloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2.4-Triclorobenzeno	70	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dibromo-3-cloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2-Dibromoetano (EDB)	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
1.2-Diclorobenzeno	3	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloroetano	3	VP	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloropropano	5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.3.5-Triclorobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.3-Diclorobenzeno	59	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.3-Dicloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.4-Diclorobenzeno	1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
2.2-Dicloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2-Clorotolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4-Clorotolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bromobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bromoclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Bromodiclorometano	16	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Bromofórmio	25	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Bromometano	0,89	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
cis-1.2-Dicloroeteno	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
cis-1.3-Dicloropropileno	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cloreto de vinil	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Clorobenzeno	30	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Cloroetano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Clorofórmio	2,4	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Clorometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Dibromoclorometano	25	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Dibromometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Diclorodifluorometano	590	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Diclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS01	6	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexaclorobutadieno	0,44	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tetracloroetileno (PCE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tetraclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
trans-1.2-Dicloroeteno	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
trans-1.3-Dicloropropeno	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tricloroetileno (TCE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Triclorofluorometano	150	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados											
1.2.4-Trimetilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.3.5-Trimetilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Disopropil éter (DIPE)	-					-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Estireno	5,4	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Éter etil terciário-butilico (ETBE)	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Isopropilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
n-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
n-Propilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
p-Isopropiltolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
sec-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
TAAE	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
TAME	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
tert-Butil álcool	-		µg/L	W-VOCGMS01	5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
tert-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)											
Acenafteno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000025	0,000035	0,000033	0,00004	0,000073	0,000064
Acenaftileno	0,013	L	µg/L	W-PAHGMS01		-0,000024	-0,000023	-0,000023	-0,000023	-0,000024	-0,000024
Antraceno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000055	0,0002	0,000059	0,00011	0,00015	0,00013
Benzo(a)antraceno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00085	0,00085	0,00073	0,00093	0,001	0,00096
Benzo(a)pireno	0,01	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00029	0,00024	0,00022	0,00023	0,0003	0,00024
Benzo(b)fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00027	0,00036	0,0003	0,00036	0,00044	0,00038
Benzo(g,h,i)perileno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00012	0,000093	0,000094	0,00012	0,00012	0,00015
Benzo(k)fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00014	0,00017	0,00017	0,0002	0,00024	0,00025
Criseno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00094	0,00098	0,00078	0,00093	0,0012	0,00095
Dibenz(a,h)antraceno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		-0,0000073	-0,0000071	-0,0000068	-0,000007	-0,000008	-0,0000078
Fenantreno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00026	0,00072	0,00016	0,00016	0,00036	0,00026
Fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,0001	0,00075	0,00016	0,00017	0,00024	0,000069
Fluoreno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000097	0,00021	0,00012	0,000093	0,00016	0,00013
Indeno(1.2.3.cd)pireno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000049	0,000077	0,000051	0,000073	0,000056	0,000063
Naftaleno	2,4	L	µg/L	W-PAHGMS01		-0,00072	-0,00072	-0,00072	-0,00072	-0,00072	-0,00072
Pireno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00017	0,00074	0,00019	0,00028	0,00041	0,00014
Soma de 4 HAP (DL 306/2007)	0,1	-	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0034	0,0054	0,0031	0,0037	0,0048	0,0038
Soma de 8 HAP	-	-	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0041	0,0062	0,0038	0,0044	0,0056	0,0045

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 INAG, 2009) e L - Limiares definidos nos PGRH

VP - Valor Paramétrico, DL 306/2007 e 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano

Canadá - *Stardards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)*

"-" significa "<"

A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada

A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

Quadro 5.2 (cont.) – Resultados de análises químicas de amostras contínuas recolhidas nos furos de captação em 2019

Parâmetro	Valor Limite	Norma	Unidade	Método	Limite de quantificação	27/08 a 01/10/2019					
Data						Furo das Covas	Furo do Areeiro	Furo do Barreiro	Furo do Juncal	Furo do Pico Celeiro	Furo do Pico Viana
Benzeno	1	VP e L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Etilbenzeno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Meta-para xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Orto-xileno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tolueno	1,3	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados											
1.1.1.2-Tetracloroetano	1,1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1.1-Tricloroetano	200	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1.2.2-Tetracloroetano	1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.1.2-Tricloroetano	4,7	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloroetano	5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloroetano	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.1-Dicloropropileno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2.3-Triclorobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2.3-Tricloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2.4-Triclorobenzeno	70	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dibromo-3-cloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.2-Dibromoetano (EDB)	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
1.2-Diclorobenzeno	3	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloroetano	3	VP	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloropropano	5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.3.5-Triclorobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.3-Diclorobenzeno	59	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.3-Dicloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.4-Diclorobenzeno	1	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
2.2-Dicloropropano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2-Clorotolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
4-Clorotolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bromobenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Bromoclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Bromodichlorometano	16	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Bromofórmio	25	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Bromometano	0,89	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
cis-1.2-Dicloroetano	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
cis-1.3-Dicloropropileno	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Cloro de vinil	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Clorobenzeno	30	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Cloroetano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Clorofórmio	2,4	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Clorometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Dibromoclorometano	25	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Dibromometano	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Diclorodifluorometano	590	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Diclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS01	6	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Hexaclorobutadieno	0,44	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tetracloroetileno (PCE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tetraclorometano	-		µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
trans-1.2-Dicloroetano	1,6	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
trans-1.3-Dicloropropeno	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tricloroetileno (TCE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Triclorofluorometano	150	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados											
1.2.4-Trimetilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.3.5-Trimetilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Disopropil éter (DIPE)	-					-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Estireno	5,4	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Éter etil terciário-butilico (ETBE)	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Isopropilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	0,65	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
n-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
n-Propilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
p-Isopropiltolueno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
sec-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
TAAE	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
TAAE	-					-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
tert-Butil álcool	-		µg/L	W-VOCGMS01	5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
tert-Butilbenzeno	-		µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)											
Acenafteno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00004	0,000032	0,000034	0,000032	0,000025	0,000042
Acenaftileno	0,013	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00003	-0,000017	-0,000023	-0,000022	-0,000022	-0,000022
Antraceno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000015	0,000029	0,00005	0,000017	0,000058	0,000012
Benzo(a)antraceno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000015	0,00033	0,000065	0,000029	0,000043	-0,0000048
Benzo(a)pireno	0,01	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000018	0,000044	0,000017	0,0000069	0,000011	-0,0000048
Benzo(b)fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000022	0,000095	0,000027	0,000011	0,000014	0,0000064
Benzo(g,h,i)perileno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000057	-0,0000091	0,000037	0,000019	0,000019	-0,0000048
Benzo(k)fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00001	0,000037	0,000013	0,0000046	0,0000057	-0,0000049
Criseno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00002	0,00036	0,000083	0,00004	0,000066	0,0000078
Dibenz(a,h)antraceno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		-0,0000063	-0,0000094	-0,0000058	-0,0000043	-0,0000056	-0,000005
Fenantreno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00032	0,002	0,00042	0,00016	0,00049	0,00038
Fluoranteno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00013	0,0029	0,00036	0,00014	0,00037	0,000058
Fluoreno	0,0065	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00007	0,00013	0,000065	0,000044	0,000077	0,000063
Indeno(1.2.3.cd)pireno	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,000023	-0,0000094	0,0000095	-0,0000065	-0,0000083	-0,000005
Naftaleno	2,4	L	µg/L	W-PAHGMS01		-0,0011	-0,0011	-0,0011	-0,0011	-0,0011	-0,0011
Pireno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01		0,00015	0,0021	0,00034	0,00016	0,00033	0,000072
Soma de 4 HAP (DL 306/2007)	0,1	-	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00093	0,0084	0,0015	0,00067	0,0015	0,00064
Soma de 8 HAP	-	-	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,002	0,0095	0,0026	0,0018	0,0026	0,0018

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 INAG, 2009) e L - Limiares definidos nos PGRH
VP - Valor Paramétrico, DL 306/2007 e 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano
Canadá - *Standards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)*
"-." significa "<"

A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada
A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

6 | Participação em reuniões

No âmbito da análise e do acompanhamento visando a promoção da boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pela 65 ABG foram realizadas as seguintes reuniões em 2019, igualmente inseridas no apoio prestado pelo LNEC ao Ministério da Defesa Nacional (MDN):

- A 3 de junho realizou-se, no LNEC, uma reunião com a presença de elementos do MDN, Ministério dos Negócios Estrangeiros (MNE), Governo Regional dos Açores (GRA), ERSARA e LNEC para analisar e preparar resposta ao ofício n.º 1/2019, de 10/05/2019, do Gabinete do Secretário Regional Adjunto da Presidência para as Relações Externas da Região Autónoma dos Açores, dirigido ao MDN e relativo ao relatório 145/2019 – CD do LNEC.
- A 9 de julho realizou-se, no MDN, a 57.^a reunião da Comissão Técnica onde foi apresentada uma síntese da análise apresentada no relatório 145/2019 – CD do LNEC. Esta reunião foi precedida de uma reunião preparatória realizada na véspera no mesmo local.
- A 9 de agosto realizou-se, na Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo de Ponta Delgada, uma reunião com a presença de elementos do Governo Regional dos Açores, do MDN e do Presidente do LNEC (em videoconferência) tendo em vista a clarificação das questões relativas à análise dos resultados apresentados pelos EUA e pela ERSARA relativamente à identificação da eventual contaminação do aquífero basal.
- A 29 de agosto realizou-se, no MNE, uma reunião extraordinária com a participação de elementos do MNE, MDN, GRA (por videoconferência), ERSARA (por videoconferência), CMPV, Praia Ambiente, LNEC, AmbiPar Control e EPAL, para análise dos resultados da qualidade das águas subterrâneas obtidos por diversas entidades (MNE, MDN, ERSARA, AmbiPar Control e EPAL),
- A 22 de novembro realizou-se, no LNEC, uma reunião que contou com a presença de elementos do MNE, MDN, LNEC, CMPV e Praia Ambiente, cujo objetivo foi analisar o conteúdo do Parecer do LNEC "Aspetos ambientais relativos ao projeto de abastecimento de água a Santa Rita/Juncal".
- A 25 de novembro realizou-se, no MDN, uma reunião de peritos para analisar o Relatório 397/2019 do LNEC, que reflete a análise do relatório dos EUA "Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. August 2019". A reunião teve a presença de elementos do MDN, Praia Ambiente, LNEC e USAFE.
- A 26 de novembro realizou-se, no MDN, a 57.^a reunião da Comissão Técnica onde foi feito um ponto de situação relativamente à reunião de peritos realizada na manhã da véspera e uma análise do Relatório 397/2019 do LNEC. Esta reunião foi precedida de uma reunião preparatória realizada na véspera no mesmo local.

7 | Síntese, conclusões e recomendações

Em 2019, a análise de informação relativa à qualidade das águas subterrâneas que incluiu os seguintes trabalhos: (1) a reabilitação e a monitorização promovidos pela USAFE; (2) a campanha de monitorização da qualidade das águas subterrâneas desenvolvida pelo LNEC em outubro; e (3) o programa de controlo da qualidade da água na origem, promovido pela Praia Ambiente, E.M.. Apresenta-se uma síntese dos mesmos, bem como as principais conclusões e recomendações.

Na área e a jusante do Site 3001:

- Síntese
 - Realizou-se a monitorização e amostragem de águas subterrâneas para análise química em outubro de 2019, em oito piezómetros e a três profundidades diferentes, tendo sido analisados os resultados obtidos para 112 parâmetros químicos diferentes.
 - Analisaram-se os resultados da campanha de outubro de 2019, feita pelo LNEC para o MDN, para piezómetros complementares aos da campanha acima referida para a ERSARA.
 - Analisaram-se os resultados do único relatório de 2019 da USAFE intitulado "Perform remedial action: installation of monitoring wells and groundwater monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. Draft. July 2019. Tetra Tech, Inc, 2019", datado de agosto de 2019.
- Conclusões
 - Observou-se o reaparecimento de uma assinalável espessura de LNAPL nos piezómetros 3001-MW04 e 3001-MW23 (instalados na formação hidrogeológica superficial) e no piezómetro 3001-MW20 (instalado na formação hidrogeológica intermédia), facto que regista um retrocesso no processo de reabilitação do Site 3001 e que pode estar relacionado com os resultados de perfis geofísicos realizados pelo LNEC em 2019 junto aos dois primeiros piezómetros.
 - Observou-se que os resultados da monitorização dentro do Site 3001, apresentados pela Tetra Tech, Inc (2019), mostram haver duas áreas (Apron A e Area 5) onde há diversos tipos de hidrocarbonetos acima das normas, tanto de Portugal como do Canadá (cf. Anexo I).
 - Registou-se, nos piezómetros analisados pelo LNEC em 2019, a presença de diversos BTEX nas águas dos três níveis hidrogeológicos (superficial, intermédio e basal), embora em concentrações abaixo das normas. Esta situação é inédita para o

aquífero basal (nota: apenas na campanha realizada para o MDN, em outubro de 2019, se registaram BTEX no furo FB6).

- Observaram-se, nos piezómetros analisados pelo LNEC em 2019, concentrações em HTP acima do limite de quantificação mas abaixo da norma, apresentando valores idênticos aos das campanhas anteriores.
- Mediram-se, nos piezómetros analisados pelo LNEC em 2019, dois COV nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia, dentro e fora do Site 3001, onde apenas o clorofórmio apresentou concentrações acima da norma do Canadá. As concentrações em COV surgem essencialmente no aquífero basal, em especial no furo MW30 onde foi registada a presença de quatro COV com concentrações acima das normas de qualidade em águas subterrâneas (a maior parte só estabelecidas pelo Canadá), além de diversos outros COV acima do limite de quantificação. Dois destes COV também foram registados no FB6, localizado a jusante, um dos quais em concentrações ligeiramente acima do Limiar de Qualidade estabelecido pela APA.

■ Recomendações

- Elaboração de um programa que permita remover, de forma eficaz e continuada no tempo, os contaminantes identificados nas áreas poluídas do Site 3001, em especial as áreas Apron A e Area 5).
- Extração da água poluída do MW30, apontando-se para um volume total a extrair de cerca de 10 000 L de água, e monitorização da sua qualidade a cada 1 000 L extraídos (caso se venha a verificar um decréscimo das concentrações ao longo da amostragem, significará que se tratou de um problema pontual).
- Registo contínuo dos níveis da água subterrânea em piezómetros mais afastados da falha de Santiago, procurando analisar se as variações nos três níveis hidrogeológicos são equivalentes, ou não, às encontradas nos piezómetros junto à falha (Tetra Tech, Inc, 2019), procurando identificar a extensão da zona de maior vulnerabilidade à contaminação.
- Manutenção da monitorização para análise da evolução da situação. No caso das campanhas promovidas pela USAFE importa atender a que os limites de quantificação das análises químicas sejam inferiores aos Limiares de Qualidade propostos pela APA (APA, 2015) (cf. Anexo I).

Na área a jusante do Site 5001:

▪ Síntese

- Realizou-se a monitorização e amostragem de águas subterrâneas para análise química em outubro de 2019, em dois piezómetros e a três profundidades diferentes, tendo sido analisados os resultados obtidos para 112 parâmetros químicos diferentes.
- Analisaram-se os resultados da campanha de outubro de 2019, feita pelo LNEC para o MDN, para piezómetros complementares aos da campanha acima referida para a ERSARA.
- Analisaram-se os resultados do único relatório de 2019 da USAFE intitulado "Perform remedial action: installation of monitoring wells and groundwater monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. Draft. July 2019. Tetra Tech, Inc, 2019", datado de agosto de 2019.

▪ Conclusões

- Registaram-se resultados da qualidade da água, nos dois piezómetros que vêm sendo monitorizados, equivalentes aos das campanhas de 2018, não se tendo registado BTEX nem COV. As concentrações em HTP estão acima do limite de quantificação mas abaixo da norma (apenas estabelecida pelo Canadá).
- Observaram-se concentrações acima do limite de quantificação para os HAP acenafteno, criseno e fenantreno, estando apenas este último hidrocarboneto ligeiramente acima do Limiar de Qualidade estabelecido pela APA, sendo contudo muito inferior às restantes normas consultadas (Canadá e Holanda).
- Refere-se, contudo, que noutros piezómetros analisados dentro e fora do Site 5001 (cf. Leitão e Antunes, 2019) foram encontrados HAP em concentrações acima dos Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA. Nos piezómetros dentro do Site 5001 são ainda observados HTP, BTEX e COV, em relação aos quais foram ultrapassadas as normas do Canadá para HTP e os Limiares de Qualidade estabelecidos pela APA para o etilbenzeno e meta-para xileno.

▪ Recomendações

- Elaboração de um programa que permita remover, de forma eficaz e continuada no tempo, os contaminantes identificados nas áreas poluídas do Site 5001.
- Análise da qualidade dos solos nas áreas por onde passam as redes de abastecimento de água.
- Continuação da monitorização integrada e mais abrangente do Site 5001.

Nos furos de abastecimento de água:

■ Síntese

- Analisaram-se os resultados das análises químicas de amostras pontuais de água em seis furos de captação, nos meses de abril, junho, outubro e dezembro.
- Analisaram-se os resultados das análises químicas de amostras passivas em seis furos de captação, nos meses de junho e dezembro.

■ Conclusões

- As análises de amostras pontuais recolhidas através da Praia Ambiente, E.M. em 2019 não excedem as normas utilizadas para nenhum hidrocarboneto. No entanto, depois de um período sem valores acima do limite de quantificação, em 2018 e 2019 registaram-se dez valores positivos de HAP (em 4493 análises de hidrocarbonetos efetuadas, i.e. 0,2%).
- As análises das amostragens contínuas (relativas a um período de 30 dias de amostragem, durante o qual se terá filtrado um volume entre 10 e 25 m³ de água, dependendo dos furos) apresentam concentrações em hidrocarbonetos extremamente baixas, da ordem de picogramas/L (1000000 x abaixo de µg/L) e confirmam os resultados das análises pontuais.
- Os restantes resultados das análises de monitorização da qualidade da água evidenciaram que todos os parâmetros se encontram em conformidade com as normas, com exceção do parâmetro cloreto, sódio e vanádio. Estes elementos são de origem natural ou devem-se a processos de sobreexploração do aquífero de base, mas nenhum deles constitui um risco para a saúde pública.

■ Recomendações

- Manutenção do Plano de Monitorização Especial de Controlo da Qualidade da Água (PMECQA) previsto para 2020 pela Praia Ambiente, E.M..

Mantém-se importante o acompanhamento do Estado Português dos processos de monitorização e de reabilitação em curso até que as ações levadas a cabo conduzam à efetiva reabilitação dos locais contaminados.

Lisboa, LNEC, dezembro de 2019

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. Anexo V dos Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas 2016/2021 publicados pela Agência Portuguesa do Ambiente.
- 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.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2016a – **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 Progresso 2016. LNEC - Proc. 0605/121/18422. Relatório 137/2016 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2016b – **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 Final, 2016. LNEC - Proc. 0605/121/18422. Relatório 316/2016 – DHA/NRE.
- LEITÃO, T.E., 2017 – **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**. Parecer sobre o relatório "Perform Remedial Action: Light Non-Aqueous Phase Liquid Extraction at Sites 3001 and 5001 Lajes Field, Azores, Portugal. Semi-Annual Monitoring Report. November 2017". LNEC - Proc. 0605/121/21177. Relatório 449/2017 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2018a – **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**. Análise dos Resultados da Monitorização. LNEC - Proc. 0605/121/21177. Relatório 57/2018 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2018b – **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 Progresso, 2018. LNEC - Proc. 0605/121/21177. Relatório 247/2018 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2018c – **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 Final, 2018. LNEC - Proc. 0605/121/21177. Relatório 421/2018 – DHA/NRE.

- LEITÃO T.E.; MOTA, R.; ANTUNES, M.L., 2019 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Relatório Final, 2019.** LNEC - Proc. 0102/121/21350. Relatório 145/2019 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2019 - **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Apreciação Sumária do Relatório "Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. August 2019".** LNEC - Proc. 0102/121/22166. Relatório 397/2019 – CD.
- ME, 2011 – **Groundwater and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act.** Ministry of the Environment April 15, 2011.
- OLIVEIRA, M. M.; LEITÃO, T.E.; HENRIQUES, 2017 – **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. Descrição da Base de Dados.** LNEC - Proc. 0605/121/21177. Relatório 437/2017 – DHA/NRE.
- QUADROS, S.; COTA RODRIGUES, F.; MESQUITA, E.; LEITÃO, T.E.; ROSA, M.J., 2018 – **Análise das Origens de Água para Abastecimento Público em Diversas Ilhas dos Açores Visando Otimizar a Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano. Tratamento da Informação Disponível e Análise Preliminar de Propostas de Soluções.** LNEC - Proc. 0605/121/2068601. Relatório Conjunto 347/2018 – DHA/NES.
- TETRA TECH, INC., 2019 – **Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual Groundwater Monitoring Report.** August 2019, 40 pp.
- TETRA TECH, INC., 2019a – **Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual Groundwater Monitoring Report. Appendices A to G,** 206 pp.
- TETRA TECH, INC., 2019b – **Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual Groundwater Monitoring Report. Attachment A - Groundwater well installation summary - Drilling of Six New Wells. Appendix 1 to 5.** August 2019, 91 pp.
- VROM, 2000 – **Dutch Target and Intervention Values.** Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 2000.

Anexos

ANEXO I

Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	LQ e L	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Temperatura	°C						
pH	Sorensen		≥ 5,5; ≤ 9	≥ 6,5; ≤ 9,5			
Condutividade elétrica	μS/cm (20°C)		2500	2500			
Índice de fenóis	mg/L				0,89	12	2
Carbonatos	mg/L						
Cloretos	mg/L		250	250	790	2300	
Bicarbonatos	mg/L						
Nitratos	mg/L	50		50			
Sulfatos	mg/L		250	250			
Alumínio - Al	mg/L			0,2			
Antimónio - Sb	mg/L			0,005			0,02
Arsénio - As	mg/L		0,01	0,01	0,025	1,9	0,06
Bário - Ba	mg/L				1	29	0,625
Berílio - Be	mg/L				0,004	0,067	0,015
Boro - B	mg/L			1	5	45	
Cádmio - Cd	mg/L		0,005	0,005	0,0027	0,0027	0,006
Cálcio - Ca	mg/L						
Chumbo - Pb	mg/L		0,01	0,01	0,01	0,025	0,075
Crómio - Cr	mg/L			0,05	0,05	0,81	0,03
Cobalto - Co	mg/L				0,0038	0,066	0,1
Cobre - Cu	mg/L			2	0,087	0,087	0,075
Ferro - Fe	mg/L			0,2			
fluoretos - F	mg/L			1,5			
Lítio - Li	mg/L						
Magnésio - Mg	mg/L						
Manganês - Mn	mg/L			0,05			
Mercurio - Hg	μg/L		1	1	0,29	0,29	0,3
Molibdeno - Mo	mg/L				0,07	9,2	0,3
Níquel - Ni	mg/L			0,02	0,1	0,49	0,075
Fósforo - P	mg/L						
Potássio - K	mg/L						
Selénio - Se	mg/L			0,01	0,01	0,063	0,16
Prata - Ag	mg/L				0,0015	0,0015	0,04
Sódio - Na	mg/L			200	490	2300	
Tálio - Ta	mg/L				0,002	0,51	0,007
Vanádio - V	mg/L				0,0062	0,25	0,07
Zinco - Zn	mg/L				1,1	1,1	0,8
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo	mg/L				0,75	0,75	
BTEX:							
Benzeno	μg/L		1	1	5	44	30
Etilbenzeno	μg/L		1,3		2,4	2300	150
Meta-para xileno	μg/L		1,3		300	4200	70
Orto-xileno	μg/L		1,3		300	4200	70
Tolueno	μg/L		1,3		24	18000	1000

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	LQ e L	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados:							
1.1.1.2-Tetracloroetano	µg/L				1,1	3,3	
1.1.1-Tricloroetano	µg/L				200	640	300
1.1.2.2-Tetracloroetano	µg/L				1	3,2	
1.1.2-Tricloroetano	µg/L				4,7	4,7	130
1.1-Dicloroetano	µg/L				5	320	900
1.1-Dicloroeteno	µg/L				1,6	1,6	10
1.1-Dicloropropileno	µg/L						
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L						
1.2.3-Tricloropropano	µg/L						
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L				70	180	
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L						
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L						
1.2-Diclorobenzeno	µg/L				3	4600	
1.2-Dicloroetano	µg/L			3	1,6	1,6	400
1.2-Dicloropropano	µg/L				5	16	
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L						
1.3-Diclorobenzeno	µg/L				59	9600	
1.3-Dicloropropano	µg/L						
1.4-Diclorobenzeno	µg/L				1	8	
2.2-Dicloropropano	µg/L						
2-Clorotolueno	µg/L						
4-Clorotolueno	µg/L						
Bromobenzeno	µg/L						
Bromoclorometano	µg/L						
Bromodiclorometano	µg/L				16	85000	
Bromofórmio	µg/L				25	380	
Bromometano	µg/L				0,89	5,6	
cis-1.2-Dicloroeteno	µg/L				1,6	1,6	20
cis-1.3-Dicloropropileno	µg/L				0,5		
Cloreto de vinilo	µg/L			0,5	0,5	0,5	5
Clorobenzeno	µg/L				30	630	180
Cloroetano	µg/L						
Clorofórmio	µg/L				2,4	2,4	400
Clorometano	µg/L						
Dibromoclorometano	µg/L				25	82000	
Dibromometano	µg/L						
Diclorodifluorometano	µg/L				590	4400	
Diclorometano	µg/L						1000
Hexaclorobutadieno	µg/L				0,44	0,44	
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L		0,65	10	1,6	1,6	40
Tetraclorometano	µg/L						10
trans-1.2-Dicloroeteno	µg/L				1,6	1,6	
trans-1.3-Dicloropropeno	µg/L				0,5		

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	LQ e L	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Tricloroetileno (TCE)	µg/L		0,65	10	1,6	1,6	500
Triclorofluorometano	µg/L				150	2500	
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados:							
1.2.4-Trimetilbenzeno	µg/L						
1.3.5-Trimetilbenzeno	µg/L						
Isopropilbenzeno	µg/L						
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	µg/L		0,65		15	190	9200
n-Butilbenzeno	µg/L						
n-Propilbenzeno	µg/L						
p-Isopropiltolueno	µg/L						
sec-Butilbenzeno	µg/L						
Estireno	µg/L				5,4	1300	300
tert-Butil álcool	µg/L						
tert-Butilbenzeno	µg/L						
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)							
Acenafteno	µg/L		0,0065		4,1	600	
Acenaftileno	µg/L		0,013		1	1,8	
Antraceno	µg/L		0,1		2,4	2,4	5
Benzo(a)antraceno	µg/L		0,0065		1	4,7	0,5
Benzo(a)pireno	µg/L		0,01	0,01	0,01	0,81	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L		0,1		0,1	0,75	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L		0,1		0,2	0,2	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L		0,1		0,1	0,4	
Criseno	µg/L		0,0065		0,1	1	0,2
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L		0,0065		0,2	0,52	
Fluoranteno	µg/L		0,1		0,41	130	1
Fluoreno	µg/L		0,0065		120	400	
Indeno(1.2.3.cd)pireno	µg/L		0,1		0,2	0,2	0,05
Naftaleno	µg/L		2,4		11	1400	70
Fenantreno	µg/L		0,0065		1	580	5
Pireno	µg/L		0,003		4,1	68	
Soma de 4 HAP (DL 306/2007)	µg/L			0,1			

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 INAG, 2009) e L - Limiar definido nos PGRH

VP - Valor Paramétrico. DL 152/2017 - Qualidade da água destinada ao consumo humano

Canadá T2 - *Standards in a Potable Groundwater Condition*

Canadá T3 - *Standards in a Non-Potable Ground Water Condition*

Holanda, *Intervention value*

ANEXO II

Parâmetros medidos *on site* nos pontos de águas subterrâneas durante a campanha de outubro de 2019

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

Relatório do ano 2019

Ponto	Tipo de amostragem	Tipo de ponto de água	Análise	Data	Prof. de colheita (m)	NA (m)	Prof. (m)	T °C	pH	Condutividade uS/cm 25°C	Eh mv	Oxig.Diss mg/l	Observação
FB5 S	Low flow com peristáltica	Furo de bombagem	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	1,39	1,39	9,50						
FB5 F	Low flow com peristáltica	Furo de bombagem	PAH		9,50								
FB5 M	Low flow com peristáltica	Furo de bombagem	Metais; Inorgânicos		6,50			20,40	6,88	1495,00	253,80	3,66	
S5B S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-10-2019	0.85-2.00	0,85	5,30						
S5B F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		4,70								
S5B M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		3,00			21,00	7,37	856,00	-182,00	1,44	
3001-MW01R S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-10-2019	5,50	5,43	7,73						
3001-MW01R F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		7,50								
3001-MW01R M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		7,50			19,80	6,93	406,80	-62,90	1,89	
3001-MW02 S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-10-2019	2.78-4.50	2,78	7,80						
3001-MW02 F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		7.80-7.50								
3001-MW02 M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		6,00			20,60	6,74	549,00	240,20	1,98	
3001-MW05 S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-10-2019	1.90-2.10	1,90	5,90						Cheiro a hidrocarbonetos
3001-MW05 F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		5,90								
3001-MW05 M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		4,00			20,00	7,29	936,00	-45,60	1,56	
S6A S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	01-10-2019	8,00	7,65	11,00						
S6A F	BAILER	Piezómetro	PAH		10,00								
S6A M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		9,00			19,90	6,79	501,20	148,00	2,20	
S6B S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	3.98-4.50	3,98	8,64						
S6B F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		8,64								
S6B M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		6,00			21,00	6,49	412,40	197,60	3,23	
FP3A S	BAILER	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	15,00	13,29	16,06						
FP3A F	BAILER	Piezómetro	PAH		15,00								
FP3A M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		15,00			20,00	6,15	568,00	49,40	5,05	
FP6A S	BAILER	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	15,37	15,37	37,31						
FP6A F	BAILER	Piezómetro	PAH		17,50								
FP6A M	BAILER	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		17,50			21,10	6,69	406,60	-12,70	2,03	
FP6B S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	3,00	3,00	6,02						
FP6B F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH		6,02								
FP6B M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos		3,50			20,20	7,08	814,00	-68,30	1,29	
Branco de Campo (M90); FP6B	-	-	Todos os parâmetros	30/09/2019	-	-	-	-	-	-	-	-	
Duplicado FP6B, M88 S	Low flow com peristáltica	Piezómetro	VOC; TPH; Fenóis	30-09-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	
Duplicado FP6B, M88 F	Low flow com peristáltica	Piezómetro	PAH	30-09-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	
Duplicado FP6B, M88 M	Low flow com peristáltica	Piezómetro	Metais; Inorgânicos	30-09-2019	-	-	-	-	-	-	-	-	



www.lnec.pt/

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11
lnec@lnec.pt www.lnec.pt