



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 2022



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 2022

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

Lisboa • janeiro 2023

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 27/2023 – **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 2022

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

Colaboração

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

Tiago N. Martins

Técnico 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 27/2023

Proc. 0605/1201/23463

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 2022

Resumo

Neste relatório apresentam-se os trabalhos desenvolvidos no ano de 2022 no âmbito do contrato CON-ERSARA/2022/5, relativos à 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", em curso para a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) desde 2012.

O relatório apresenta os resultados (1) dos trabalhos promovidos pela 65 Air Base Group, (2) da monitorização da qualidade das águas subterrâneas desenvolvida pelo LNEC e (3) do programa de controlo da qualidade da água, na origem, para consumo humano promovido pela Praia Ambiente, E.M.. Apresenta-se, igualmente, uma síntese das reuniões havidas no domínio das questões ambientais em 2022. O relatório termina com uma síntese dos resultados obtidos, respetivas conclusões e uma atualização das 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 2022

Abstract

This report presents the work carried out in 2022 under contract CON-ERSARA/2022/5, relating to technical advice for the "Analysis and monitoring of rehabilitation work to improve the environmental situation surrounding the boreholes for the water supply of the municipality of Praia da Vitória, Azores", in progress for The Water and Waste Services Regulation Authority of the Azores (ERSARA) since 2012.

The report presents the results of (1) the works promoted by the 65th Air Base Group, (2) the groundwater quality monitoring developed by LNEC, and (3) the water quality control program for human consumption promoted by Praia Ambiente, EM. It also presents a summary of the meetings held in 2022 concerning environmental issues. The report ends with a summary results obtained, respective conclusions and an update of the recommendations.

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

Índice

1	Introdução	1
2	Objetivos e metodologia	2
3	Acompanhamento dos trabalhos promovidos pelo 65 <i>Air Base Group</i> em relação aos Sites 3001 e 5001	4
4	Monitorização da qualidade das águas subterrâneas	5
4.1	Descrição da campanha realizada	5
4.2	Critérios para a classificação da qualidade das águas subterrâneas e alterações em 2021	6
4.3	Resultados obtidos	7
4.3.1	Porta de Armas (<i>Main Gate</i> , Site 3001)	7
4.3.2	<i>South Tank Farm</i> (Site 5001/AOC-1)	13
5	Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano	19
5.1	Resultados da amostragem pontual	19
5.2	Resultados da amostragem contínua	24
6	Participação em reuniões	29
7	Síntese, conclusões e recomendações	31
	Referências bibliográficas	35

Índice de figuras

Figura 4.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas	5
Figura 4.2 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 3001	8
Figura 4.3 – Concentração em HTP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022	11
Figura 4.4 – Concentração em BTEX em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022	11
Figura 4.5 – Concentração em COV em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022	12
Figura 4.6 – Concentração em HAP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022	13
Figura 4.7 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas a sul do Site 5001	14
Figura 4.8 – Concentrações em HTP e PCE em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2018 e 2022	17
Figura 4.9 – Concentrações em HAP em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2018 e 2022	18
Figura 5.1 – Localização dos furos monitorizados pela Praia Ambiente	20
Figura 5.2 – Concentrações em HAP nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostras pontuais.....	23
Figura 5.3 – Concentrações em COV nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostras pontuais.....	23
Figura 5.4 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostragem contínua	27

Índice de quadros

Quadro 4.1 – Características dos piezómetros e dos furos monitorizados	6
Quadro 4.2 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem dentro e fora do Site 3001, em julho de 2022	9
Quadro 4.3 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem dentro e fora do Site 3001, em outubro de 2022	10
Quadro 4.4 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem a sul do Site 5001, em 2022	15
Quadro 5.1 – Plano de Monitorização Especial dos Furos para o ano 2022 proposto pela Praia Ambiente	19
Quadro 5.2 – Resultados de análises químicas de amostras pontuais recolhidas nos furos de captação para eventual abastecimento público, em 2022	21
Quadro 5.3 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em março/abril de 2022	25
Quadro 5.4 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em agosto/setembro de 2022	26

Agradecimentos

Agradece-se todo o apoio do Comando Português da Zona Aérea dos Açores para a realização deste trabalho, bem como às Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes.

Ao Dr. Tiago Martins agradece-se a ajuda na preparação e 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

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 definido pela Autoridade Nacional da Água (APA, 2021)

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

LQ - Limite de quantificação do método analítico usado pelo laboratório de análises químicas

MDN - Ministério da Defesa Nacional

MW - Piezómetro (*Monitoring well*)

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

NQA - Norma de Qualidade Ambiental, conjunto de valores de referência de qualidade da água: NQ, L, VP, normas do Canadá e da Holanda

PCQA - Programa de Controlo da Qualidade da Água

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

VPGR - Vice-Presidência do Governo Regional dos Açores

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 do ano 2022.

O relatório foi estruturado nos seguintes sete capítulos: 1 | Introdução, 2 | Objetivos e metodologia, 3 | Acompanhamento dos trabalhos promovidos pelo 65 *Air Base Group em relação aos Sites 3001 e 5001*, 4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas, 5 | Análise do programa de controlo da qualidade da água para consumo humano, 6 | Participação em reuniões, terminando com 7 | Síntese, conclusões e recomendações.

Os relatórios produzidos para a ERSARA, desde 2012, são: Leitão, Lobo-Ferreira e Oliveira (2013); Leitão e Mota (2015); Leitão e Henriques (2016a, 2016b, 2018a, 2018b, 2018c, 2019, 2020a, 2020b, e 2021).

2 | Objetivos e metodologia

O objetivo deste 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.

O programa de trabalhos do contrato CON-ERSARA/2022/5, em vigor para dois anos (julho de 2022 a julho de 2024), 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 pelo 65 ABG da USAFE;
- c) avaliar as propostas de reabilitação das águas subterrâneas preconizadas pela FAA para os anos 2022 e seguintes, 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 FAA, 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 Vice-Presidência do Governo Regional dos Açores (VPGR), a ERSARA, com a participação do LNEC e de autoridades regionais e locais a designar pela VPGR e pela ERSARA, para apresentação dos trabalhos promovidos pelo LNEC;
 - iv. leitura, avaliação e emissão de parecer relativo aos documentos que forem sendo elaborados para a FAA sobre esta temática;
 - v. monitorização semestral *in situ* 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 FAA (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. tratamento da informação recolhida.

- e) contribuir para as atas das reuniões previstas nas subalíneas ii e iii, a realizar pela entidade indicada em cada ocasião;
- f) analisar os Planos de Monitorização Especial e 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 a VPGR, o LNEC e a ERSARA;
- i) apoiar a VPGR e a ERSARA em qualquer questão técnico-científica que entenda colocar, incluindo a deslocação e o apoio durante as reuniões para as quais o LNEC possa ser chamado.

3 | Acompanhamento dos trabalhos promovidos pelo 65 Air Base Group em relação aos Sites 3001 e 5001

Em 2022, tal como aconteceu nos dois anos anteriores, não foram reportadas ações de reabilitação nos Sites 3001 e 5001 pelo 65 ABG. Contudo, foram realizados diversos trabalhos de monitorização que conduziram à adjudicação de novas ações de reabilitação promovidas pelo 65 ABG.

Nos últimos anos, os trabalhos de reabilitação efetuados nestes dois sites foram tendo um carácter mais espaçado, com as últimas ações de extração de hidrocarbonetos a serem efetuadas durante nove meses em 2019 (cf. Leitão e Henriques, 2019). A reabilitação foi mesmo descontinuada em 2020, após a publicação dos resultados do estudo "Medical Report - Substantial Impact to Human Health and Safety (SIHS) – Lajes Field Remediation Sites 3001 and 5001", com base na conclusão apresentada pelos autores de que "a contaminação das águas subterrâneas e solos nos Sites 3001 e 5001 não representa um impacto substancial para a saúde e segurança humana atendendo à exposição de trabalhadores nesses locais" (cf. Leitão e Antunes, 2020a).

O facto de a análise do risco efetuada apenas se cingir à exposição dos trabalhadores dentro dos perímetros militares e, ainda, de ser questionado o sentido do escoamento das águas subterrâneas no aquífero basal (cf. Leitão e Antunes, 2020a), mantiveram viva a discussão sobre a interrupção da reabilitação nas reuniões de peritos e nas comissões técnicas. A USAFE propôs aprofundar esta questão do sentido do escoamento das águas subterrâneas no aquífero basal.

Os resultados dos trabalhos realizados em 2021 e 2022 pela USAFE relativamente à análise do sentido da circulação de águas subterrâneas na área do Site 3001 ainda não foram publicados, mas os peritos da USAFE apresentaram já uma análise pormenorizada dos resultados obtidos (reunião de peritos de 2022/09/01, cf. Leitão, Martins e Antunes, 2023), cuja conclusão permitiu rever a posição dos EUA relativamente aos potenciais impactos da contaminação dos solos e águas na saúde humana. Nesse contexto, a declaração de "NO-SIHHS" (No Substantial Impact to Human Health and Safety) (USAFE, 2020) já foi revogada, o que permitiu retomar os estudos de monitorização e as ações de reabilitação necessárias; estes trabalhos estão a ser realizados desde dezembro de 2022. Os trabalhos previstos incluirão: (1) a inertização do pipeline que passa junto ao 3001-MW04; (2) a remoção dos solos envolventes contaminados; e (3) o levantamento do estado de conservação de diversos furos do Site 3001, onde há suspeitas de má execução por possível contacto entre estratos hidrogeológicos distintos (e.g. 3001-MW29, 3001-MW30 e 3001-MW31) e elaboração de uma proposta tendo em vista a sua manutenção ou selagem.

Em relação ao Site 5001, foi apresentado pelo 65 ABG um anteprojeto para a demolição de dois tanques de armazenamento (T-1635 e T-1641) e de um tanque de recuperação de combustível (T-1626-1). Os trabalhos propostos incluem a remoção de cerca de 18 m³ (24 cubic yards) de solos contaminados na envolvente dos tanques, ações que se enquadram nas medidas de reabilitação julgadas necessárias para o Site 5001.

4 | Monitorização da qualidade das águas subterrâneas

4.1 Descrição da campanha realizada

As campanhas de monitorização realizadas pelo LNEC incidiram sobre os mesmos dez piezómetros que têm vindo a ser monitorizados nos últimos dez anos pelo LNEC para a ERSARA nos Sites 3001 e 5001 (cf. Figura 4.1). A primeira campanha teve lugar a 2 e 4 de julho (devido a atrasos no processo de contratação) e a segunda teve lugar a 29 e 31 de outubro de 2022.

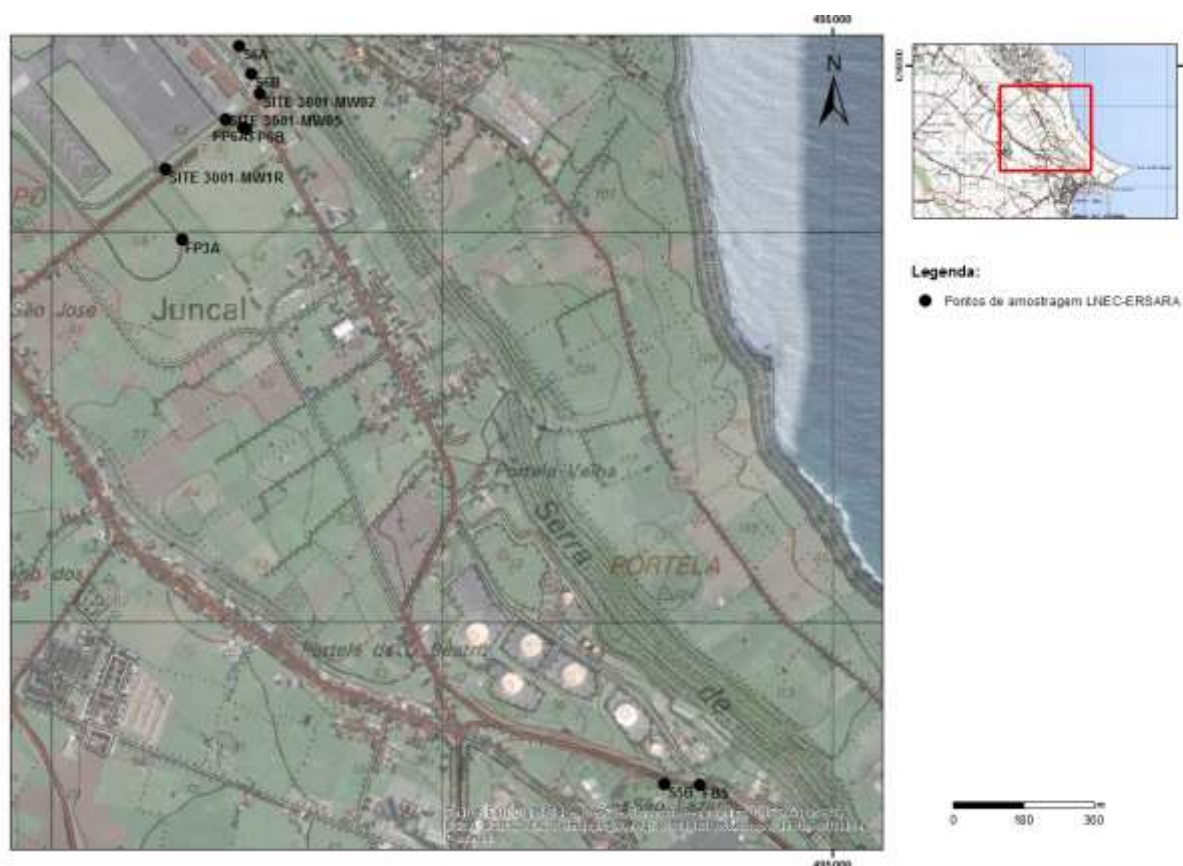


Figura 4.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas

Estas campanhas permitiram monitorizar e complementar os dados recolhidos pelo LNEC para o Ministério da Defesa Nacional (MDN) relativamente à: (1) 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 (cf. Capítulo 5 |) e (2) 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).

No Quadro 4.1 apresentam-se as características dos piezómetros e dos furos monitorizados.

Quadro 4.1 – Características dos piezómetros e dos furos monitorizados

Ponto	Coordenadas		Profundidade do furo (m)	Cota do solo (m)	Tubos ralos	
	E	N			Profundidade (m)	Cota (m)
3001-MW01R	493291	4289157	9,00	54,70	1,9 a 8,0	52,80 a 46,70
3001-MW02	493535	4289352	7,80	53,67	4,8 a 7,8	48,87 a 45,87
3001-MW05	493454	4289287	6,40	52,86	3,4 a 6,4	49,46 a 46,46
S6A	493479	4289472	11,00	56,44	2,6 a 8,6	53,84 a 47,84
S6B	493512	4289400	9,00	54,31	2 a 7	52,26 a 47,26
FP3A	493335	4288976	16,50	53,56	7,5 a 8,5 e 13,0 a 15,0	48,31 a 47,31 e 42,81 a 40,81
FP6A	493491	4289262	42,00	53,56	37,0 a 40,0	16,56 a 13,56
FP6B	493500	4289260	12,00	53,56	2,0 a 4,0	51,56 a 49,56
S5B	494571	4287582	5,30	1,66	1,3 a 5,3	0,36 a -3,64
FB5	494670	4287575	12,00	1,73	5,5 a 8,5	-3,77 a -6,77

4.2 Critérios para a classificação da qualidade das águas subterrâneas e alterações em 2021

No final de 2021, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) procedeu à revisão dos Limiares anteriormente estabelecidos (APA, 2015) e à introdução de novas substâncias. Estas alterações têm implicações na análise que é apresentada.

Assim, os critérios que têm vindo a ser utilizados para a classificação do estado químico das águas subterrâneas da área em estudo mantêm-se, através da legislação portuguesa em vigor, nomeadamente as Normas de Qualidade (NQ, cf. Anexo I) definidas na Diretiva das Águas Subterrâneas (DAS), transposta pelo Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, bem como os Limiares definidos pela Autoridade Nacional da Água. Contudo, estes foram revistos em 2021, apresentando novas substâncias e valores (APA 2021).

Para os parâmetros químicos não contemplados na DAS nem nos Limiares, continuam a utilizar-se como referência os valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 152/2017 para a qualidade da água destinada ao consumo humano. Complementarmente é, ainda, utilizada a legislação do Canadá, relativa aos padrões para condições de águas subterrâneas potáveis, tendo também sido listadas as normas para condições de águas subterrâneas não potáveis e a legislação da Holanda relativa aos valores a partir dos quais deve haver intervenção.

O conjunto de documentos normativos usado tem a seguinte ordem de prioridade (considera-se o primeiro valor de referência ou Norma de Qualidade Ambiental, NQA, que existe):

- NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da DAS, DL 208/2008.
- L - Limiares (APA, 2021).

- 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).

No Anexo I apresenta-se um quadro com as novas NQA utilizadas e no Anexo II uma comparação entre os Limiares estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021.

Chama-se a atenção para o facto de os Limiares estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021 apresentarem alterações assinaláveis e continuarem a ser bastante mais restritivos que as demais legislações internacionais. Estas alterações conduziram a que houvesse limites de quantificação (LQ) das análises químicas superiores ao Limiar, o que se traduz na potencial presença de elementos acima do respetivo Limiar, mas que não são detetáveis se a sua concentração estiver abaixo do LQ. Nas próximas campanhas devem ser reduzidos os LQ dos seguintes elementos/compostos, por terem valores iguais ou superiores ao Limiar: antraceno, benzo(a)antraceno, Dibenz(a,h)antraceno (apenas nas análises feitas pelo LAIST, cf. capítulo 4), 1.1.2.2-Tetracloroetano, Bromometano, cis-1.3-Dicloropropileno, Hexaclorobutadieno, trans-1.3-Dicloropropeno, Hidrocarbonetos Totais do Petróleo e Antimónio (apenas nas análises feitas pela AmbiPar Control, cf. capítulo 5).

4.3 Resultados obtidos

4.3.1 Porta de Armas (*Main Gate*, Site 3001)

A Figura 4.2 apresenta os pontos de recolha de amostras de águas subterrâneas para análise química em 2022. Os pontos de amostragem das campanhas para a ERSARA mantêm-se os mesmos desde 2013 e incluem piezómetros nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia.

Desde 2018, através de protocolos celebrados entre o MDN e o LNEC, esta monitorização está a ser complementada nestes e em diversos outros Sites, procurando adquirir informação que vinha sendo obtida pelo 65 ABG, mas que foi descontinuada nos últimos anos (cf. Figura 4.2). Os pontos incluem furos, piezómetros e um poço nas formações hidrogeológicas superficial e intermédia, e no aquífero basal.

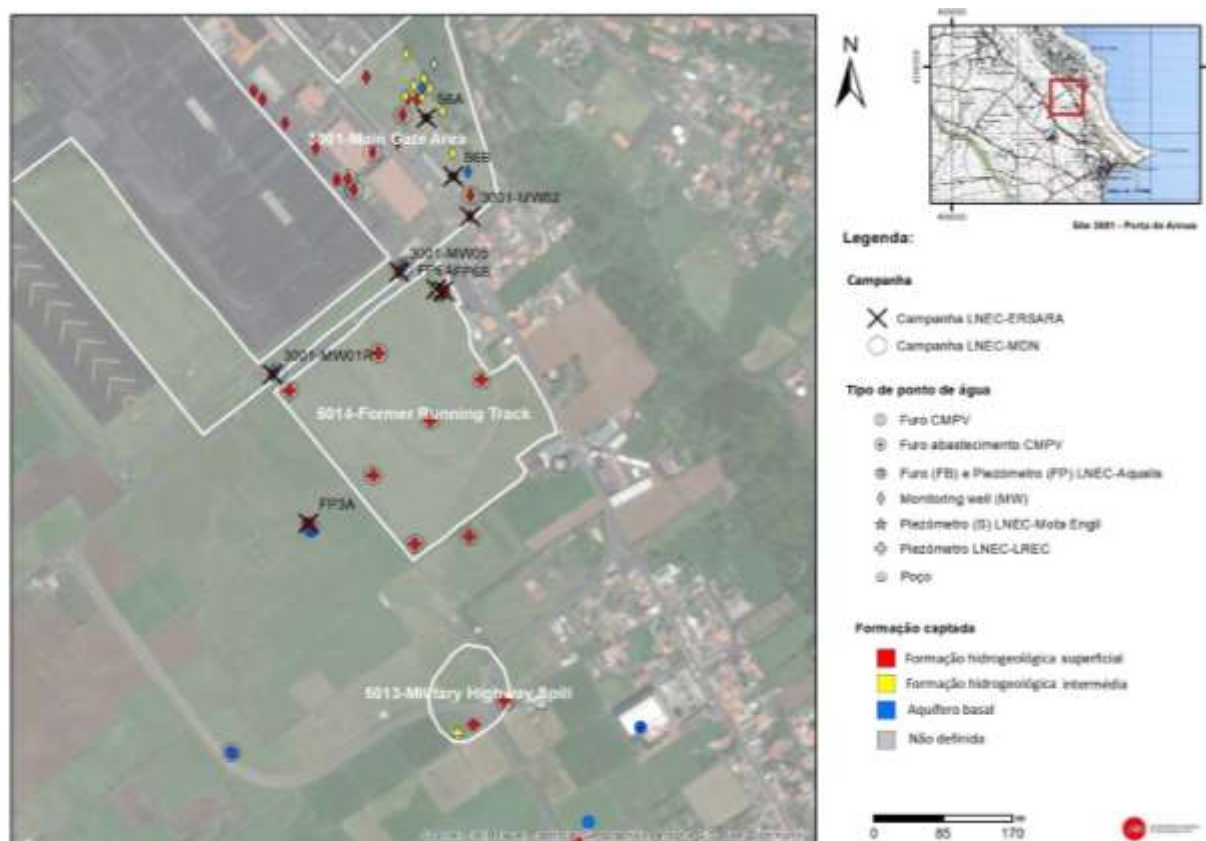


Figura 4.2 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas dentro e fora do Site 3001

Os resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas em julho de 2022 são apresentados no Quadro 4.2, estando no Quadro 4.3 os resultados relativos a outubro de 2022. Em ambos os quadros se assinalam a vermelho os parâmetros que excederam os valores de referência (cf. secção 4.2 e Anexo I), e a amarelo os hidrocarbonetos com valores acima do limite de quantificação da análise química. No Anexo III deste relatório apresentam-se os dados de campo registados *on site* para as campanhas de 2022.

Em 2022, todas concentrações em hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP) que estão acima do limite de quantificação (LQ = 0,02 mg/L) também estão acima do Limiar (0,01 mg/L, sendo o valor anteriormente considerado o da legislação do Canadá de 0,75 mg/L). Nas próximas campanhas, o limite de quantificação será inferior ao Limiar definido. Apenas em duas situações da campanha de outubro se registaram valores abaixo do LQ (cf. Quadro 4.2 e Quadro 4.3).

O piezômetro que apresenta concentrações mais elevadas em HTP em 2022 foi o MW05. As oscilações observadas entre campanhas, não só em HTP mas nos diversos hidrocarbonetos analisados, estarão relacionadas com a lixiviação de contaminantes presentes nos solos para horizontes mais profundos após episódios de precipitação, além das diferentes condições observadas para ocorrerem processos químicos e biológicos de volatilização, adsorção e biodegradação que vão permitindo a lenta reabilitação natural dos hidrocarbonetos.

Quadro 4.2 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem dentro e fora do Site 3001, em julho de 2022

	Designação local	FP3A	FP6A	FP6B	S6A	S6B	3001-MW01R	3001-MW02	3001-MW05				
	Data amostragem	02-07-2022	02-07-2022	02-07-2022	02-07-2022	02-07-2022	04-07-2022	02-07-2022	04-07-2022				
Parâmetro	Unidade									Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
In situ													
Temperatura	oC	18,7	18,7	19,2	18,8	19,7	18,2	19,6	18,4	-	-	-	-
pH	Sorensen	6,6	7,5	6,8	6,9	7,0	7,6	7,0	7,4	L	5,5; 9	-	-
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	339,5	386,9	849,0	315,8	580,0	507,0	514,0	871,0	L	2500	0	-
Potencial redox (Eh)	mV	281,0	182,4	71,1	256,0	82,7	86,2	307,0	-40,5	-	-	0	-
Parâmetros agregados													
Índice de fenóis	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,010	-0,005	0,010	Canadá	0,89	0	2
Inorgénicos não metálicos													
Cloretos	mg/L	69	80	68	32	90	53	67	170	L	250	0	-
Nitratos	mg/L	7,9	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	1,5	12,0	-0,3	NQ	50	0	-
Sulfatos	mg/L	27	16	39	13	4,1	13,0	37	-0,3	L	250	0	-
Metais em solução / Cátions maiores													
Alumínio - Al	mg/L	0,17	0,05	0,11	0,18	0,27	0,025	1	0,23	L	0,2	3	-
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-
Arsénio - As	mg/L	-0,001	-0,001	0,0017	-0,001	0,0023	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-
Bário - Ba	mg/L	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0,05	-0,03	-0,03	-0,03	L	1,3	0	-
Berílio - Be	mg/L	0,00049	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,0013	-0,0004	0,00044	-0,0004	Canadá	0,004	0	-
Boro - B	mg/L	0,04	0,06	0,2	0,26	0,31	0,06	0,13	0,15	L	2,4	0	-
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	-
Cálcio - Ca	mg/L	9	10	74	42	32	48	28	60	-	-	0	-
Chumbo - Pb	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	0,0037	0,0032	-0,003	-0,003	-0,003	L	0,01	0	-
Cobalto - Co	mg/L	-0,002	0,0036	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	0	-
Cobre - Cu	mg/L	0,0023	0,0025	-0,002	-0,002	0,0031	-0,002	0,005	-0,002	L	2	0	-
Crómio - Cr	mg/L	0,025	0,035	0,0016	-0,001	0,0012	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	-
Ferro - Fe	mg/L	0,6	4,1	14	1,1	22	2,3	1,3	12	L	0,2	8	-
Fósforo - P	mg/L	0,09	-0,05	0,16	0,1	1,5	-0,05	0,43	0,07	L	0,13	3	-
Lítio - Li	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	1,65	0	-
Magnésio - Mg	mg/L	10	7	38	31	15	18	11	30	-	-	0	-
Manganês - Mn	mg/L	0,032	0,1	12	7	2,6	2	0,6	7	L	0,05	7	-
Mercurio - Hg	µg/L	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	L	1	0	-
Molibdeno - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	0,0067	0,008	0,01	-0,005	-0,005	0,007	Canadá	0,07	0	-
Níquel - Ni	mg/L	0,01	1,7	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	1	-
Potássio - K	mg/L	9	11	13	12	7	5	9	19	-	-	0	-
Prata - Ag	mg/L	-0,001	-0,001	0,002	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,0011	Canadá	0,0015	1	-
Selénio - Se	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	0,0035	-0,003	L	0,03	0	-
Sódio - Na	mg/L	45	54	52	66	70	46	79	86	VP	200	0	-
Vanádio - V	mg/L	-0,002	-0,002	0,014	-0,002	0,006	-0,002	-0,002	0,002	Canadá	0,0062	1	-
Zinco - Zn	mg/L	0,011	0,02	0,025	0,032	0,026	-0,01	0,067	0,031	L	0,05	1	-
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP													
HTP	mg/L	0,020	0,012	0,073	0,036	0,063	0,024	0,047	0,150	L	0,01	8	8
BTEX													
Benzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	4	0	0
Meta-para xileno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Σ	-	0	0
Orto-xileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	7	0	0
Xilenos	µg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	L	2,4	0	0
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados													
1.1.1.2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,1	0	0
1.1.1-Tricloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1.1.2.2-Tetracloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	1	0	0
1.1.2-Tricloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1.1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1.1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1.1-Dicloropropileno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1.2.3-Tricloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0	0
1.2-Dicloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	3	0	0
1.2-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0	0
1.3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	59	0	0
1.3-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0	0
2.2-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
4-Clorotolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Bromobenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Bromoclorometano	µg/L	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-	-	0	0
Bromodiclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0	0
Bromofórmio	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	25	0	0
Bromometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,89	0	0
cis-1.2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
cis-1.3-Dicloropropileno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,5	0	0
Cloreto de vinilo	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	0,5	0	0
Clorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	30	0	0
Cloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Clorofórmio	µg/L	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	L	6	0	0
Clorometano	µg/L	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-	-	0	0
Dibromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	25	0	0
Dibromometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Diclorodifluorometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	590	0	0
Diclorometano	µg/L	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	L	20	0	0
Hexaclorobutadieno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,44	0	0
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	0,80	0,77	0,93	0,55	0,57	0,81	0,68	0,89	Σ	-	0	8
Tetraclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
trans-1.2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
trans-1.3-Dicloropropeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,5	0	0
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0	0
Triclorofluorometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	150	0	0
PCE + TCE	µg/L	0,80	0,77	0,93	0,55	0,57	0,81	0,68	0,89	L	10	0	8
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados													
1.2.4-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.3.5-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Estireno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	5,4	0	0
Isopropilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	0,65	0	0
n-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
n-Propilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
p-Isopropiltolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
sec-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
tert-Butil álcool	µg/L	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-	-	0	0
tert-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAH)													

		Designação local	FP3A	FP6A	FP6B	S6A	S6B	3001-MW01R	3001-MW02	3001-MW05				
		Data amostragem	29-10-2022	29-10-2022	29-10-2022	29-10-2022	29-10-2022	31-10-2022	29-10-2022	31-10-2022				
Parâmetro	Unidade										Norma	Valor	N.º	N.º
													ocorrências	ocorrências
In situ														
Temperatura	oC	16,8	18,9	18,4	17,8	19,2	17,7	19,5	18,4	-	-	-	-	-
pH	Sorensen	6,98	7,81	7,13	7,8	7,25	7,97	7,71	7,54	L	5,5; 9	-	-	-
Condutividade eléctrica	µS/cm (20ºC)	356,3	378,5	781,0	615,0	405,8	513,0	489,9	918,0	L	2500	0	-	-
Potencial redox (Eh)	mV	228,2	138,1	16,0	92,7	22,7	-18,1	136,9	-65,0	-	-	0	-	-
Parâmetros agregados														
Índice de fenóis	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,006	-0,005	Canadá	0,89	0	1	1
Inorgênicos não metálicos														
Cloretos	mg/L	69	70	64	35	76	55	57	196	L	250	0	-	-
Nitratos	mg/L	8,4	-0,3	-0,3	-0,3	0,3	0,3	6,7	-0,3	NQ	50	0	-	-
Sulfatos	mg/L	28	14	31	12	6,8	7,9	36	0,5	L	250	0	-	-
Metais em solução / Cátions maiores														
Alumínio - Al	mg/L	0,018	0,08	394	0,42	0,532	0,828	0,3	0,358	L	0,2	6	-	-
Antimônio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-	-
Arsénio - As	mg/L	-0,001	-0,001	0,0019	0,0015	0,004	0,0044	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-	-
Bário - Ba	mg/L	-0,03	-0,03	-0,03	0,03	-0,03	0,079	-0,03	-0,03	L	1,3	0	-	-
Berílio - Be	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,00078	0,00041	0,0033	0,0004	-0,0004	Canadá	0,004	0	-	-
Boro - B	mg/L	0,04	0,07	0,2	0,26	0,32	0,11	0,12	0,17	L	2,4	0	-	-
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,00051	-0,0004	0,0016	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	-	-
Cálcio - Ca	mg/L	10	10	22	30	18	43	18	46	-	-	0	-	-
Chumbo - Pb	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	0,0084	-0,003	0,0042	-0,003	-0,003	L	0,01	0	-	-
Cobalto - Co	mg/L	-0,002	0,004	-0,002	-0,002	-0,002	0,006	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	2	-	-
Cobre - Cu	mg/L	-0,002	0,003	-0,002	0,004	-0,002	0,011	-0,002	-0,002	L	2	0	-	-
Crómio - Cr	mg/L	0,011	0,067	0,0011	-0,001	-0,001	0,0022	-0,001	-0,001	L	0,05	1	-	-
Ferro - Fe	mg/L	0,042	7,3	15	10	15	210	0,41	7	L	0,2	7	-	-
Fósforo - P	mg/L	-0,05	-0,05	0,05	1,1	0,75	1,5	-0,05	-0,05	L	0,13	3	-	-
Lítio - Li	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	-0,1	L	1,65	0	-	-
Magnésio - Mg	mg/L	9,2	7,1	31	29	9,7	16	9,1	30	-	-	0	-	-
Manganês - Mn	mg/L	-0,005	0,13	12	8,5	1,7	5,9	0,26	7,4	L	0,05	7	-	-
Mercurio - Hg	µg/L	-0,015	-0,015	-0,015	0,04	-0,015	0,015	-0,015	-0,015	L	1	0	-	-
Molibdêno - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	0,009	0,012	0,009	0,005	-0,005	0,007	Canadá	0,07	0	-	-
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	0,827	-0,005	-0,005	-0,005								

Canadá - Standards in a Pot

"-" significa "<", exceto para os valores de potencial redox (Eh).

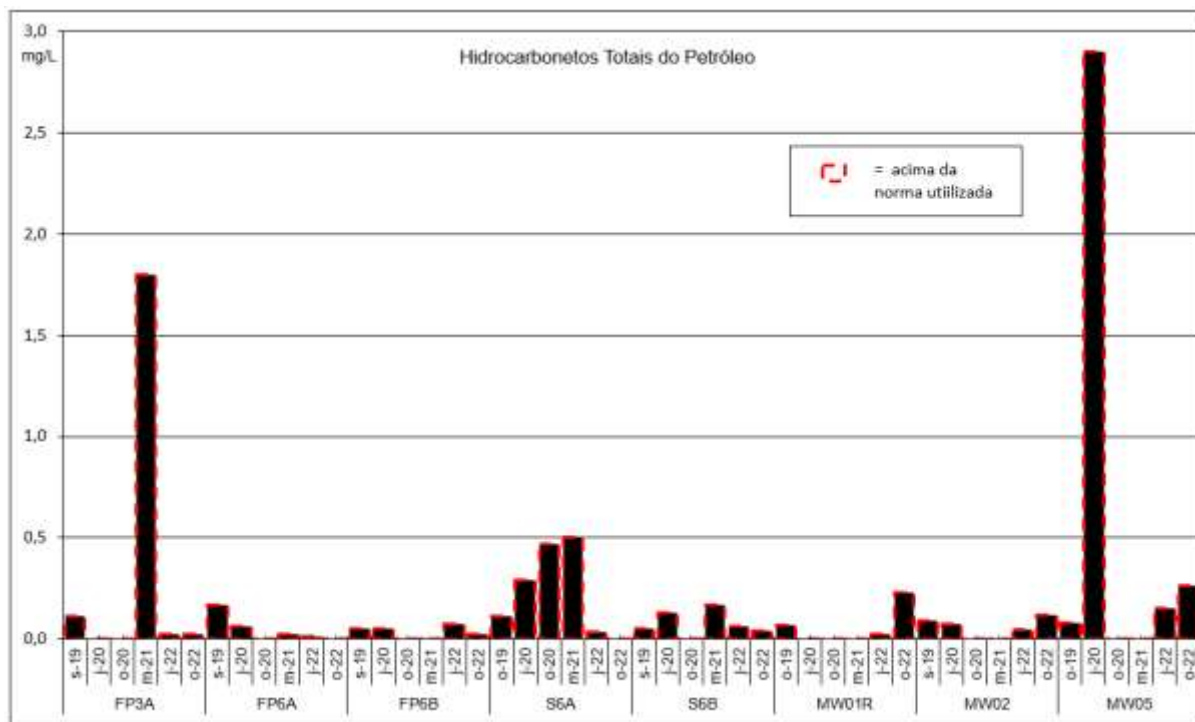


Figura 4.3 – Concentração em HTP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022

Em 2022 não foi registada a presença de BTEX em nenhum dos piezómetros amostrados. Os resultados de campanhas anteriores (cf. Figura 4.4) mostram a presença de BTEX em concentrações todas abaixo dos Limiares, estando quase ausentes nos últimos anos.

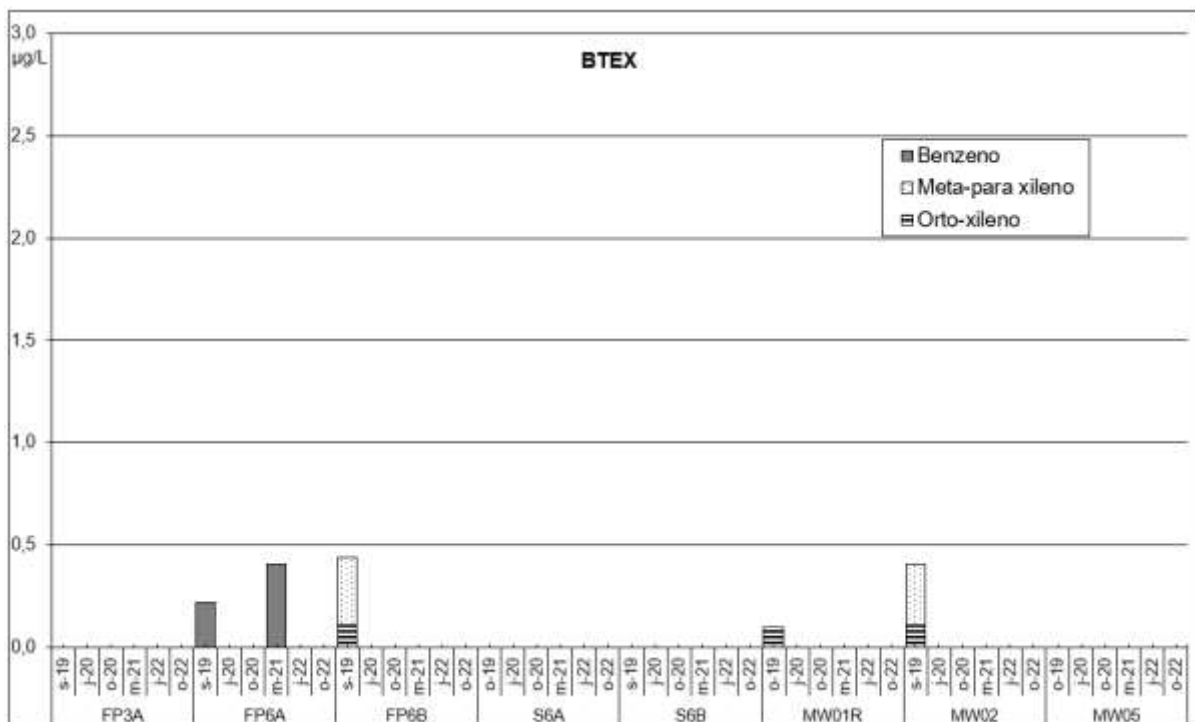


Figura 4.4 – Concentração em BTEX em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022

Desde 2016, apenas se observaram BTEX nas campanhas de março de 2016 (FP6B), de setembro/outubro de 2019 (FP6A, FP6B, MW01R e MW02) e de março de 2021 (FP6A), sempre abaixo dos Limiares (cf. Figura 4.4). As concentrações registadas em BTEX são da mesma ordem de grandeza das observadas nas campanhas realizadas noutros piezómetros dentro do Site para o mesmo período (Leitão, Martins e Antunes, 2023), com valores quase sempre inferiores a 1 µg/L.

A presença de COV nas águas subterrâneas fora do Site 3001 é menos frequente uma vez que este grupo de compostos facilmente escapam para a atmosfera, sendo mais frequente a sua presença em locais próximos das fontes de emissão (cf. piezómetro S6A) (cf. Figura 4.5).

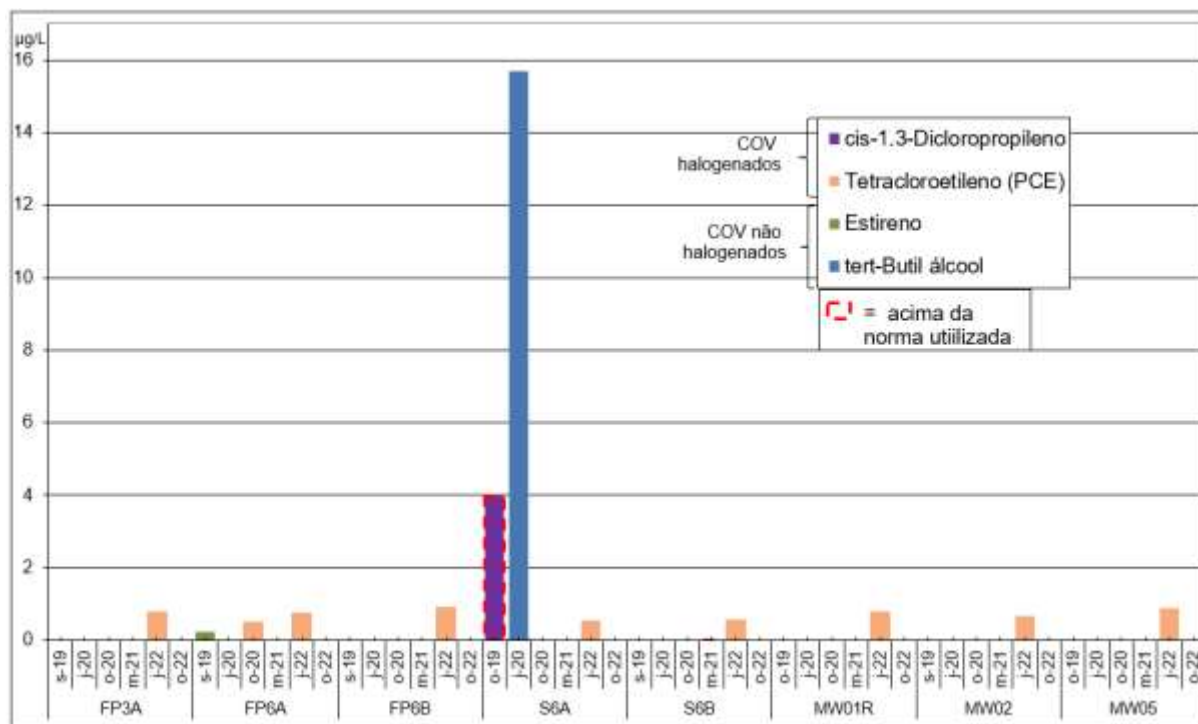


Figura 4.5 – Concentração em COV em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022

Na campanha de julho de 2022 observam-se concentrações em PCE em todos os pontos e com valores equivalentes. O branco de campo, feito junto ao MW02, apresentou 21,7 µg/L de PCE e o duplicado, também relativo à água daquele piezómetro, apresentou uma concentração de 1,23 µg/L (cerca do dobro da concentração de 0,68 µg/L observada no MW02). Estes factos denotam contaminação atmosférica na altura das amostragens ou contaminação laboratorial.

Desde 2016 que o único composto com valores acima da norma de qualidade nas águas amostradas (de entre os que têm normas definidas) foi o cis-1,3-dicloropropileno, em outubro de 2019, no piezómetro S6A. A presença de tert-butil álcool (um intensificador das octanas no combustível) nas águas subterrâneas do piezómetro S6A deverá estar relacionada com a sua proximidade a derrames junto aos antigos depósitos de combustível que existiam naquele local. Este composto foi observado em diversos outros piezómetros no interior do Site 3001 (cf. Leitão, Martins e Antunes, 2023).

Em relação à concentração de HAP nas águas amostradas em 2022, são diversos os piezómetros com água contendo concentrações acima dos Limiares (cf. Anexo I) (Quadro 4.2, Quadro 4.3 e Figura 4.6), embora inferiores às normas de outros países (Canadá e Holanda), sendo a exceção o benzo(a)pireno, na campanha de julho no piezómetro FB3A.

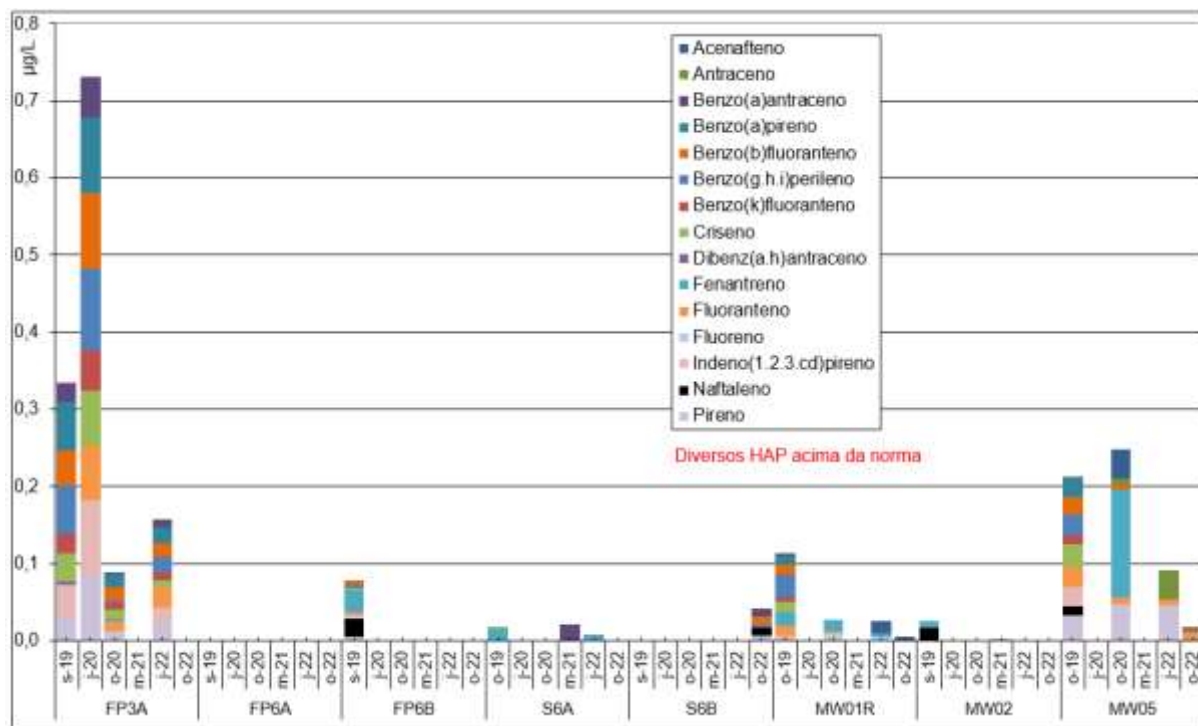


Figura 4.6 – Concentração em HAP em piezómetros localizados dentro e fora do Site 3001, entre 2019 e 2022

Os metais pesados com concentrações acima das normas são idênticos aos observados nos anos anteriores (Al, Fe, Mn, V e Zn, entre outros), estando a sua origem ligada à natureza vulcânica da ilha.

Estão a ser equacionadas novas ações de reabilitação do Site 3001, após novas ações de monitorização e levantamento da situação pelos USA, no final de 2022 e no ano 2023. Espera-se que estas ações permitam a melhoria da qualidade das águas subterrâneas (cf. capítulo 3).

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

A Figura 4.7 apresenta os locais de recolha de amostras de águas subterrâneas para análise química em 2022, também correspondentes aos mesmos dois piezómetros que, desde 2013, que foram selecionados para avaliar a evolução da situação a jusante do Site 5001. Os dois pontos de amostragem localizam-se no aquífero basal, uma vez que apenas há formação hidrogeológica superficial na área norte do Site 5001.



Figura 4.7 – Mapa dos pontos de amostragem de águas subterrâneas a sul do Site 5001

Complementarmente é possível observar na Figura 4.7 que há diversos outros pontos que estão a ser analisados pelo LNEC para o MDN, também em resultado do 65 ABG ter deixado de realizar a habitual monitorização semestral dentro do Site.

Os resultados das análises químicas realizadas para a ERSARA são apresentados no Quadro 4.4, onde se assinalam a vermelho os parâmetros que excederam os valores de referência (cf. Anexo I), e a amarelo os hidrocarbonetos com valores acima do limite de quantificação do método analítico usado. No Anexo III deste relatório apresentam-se os dados de campo registados *on site* em 2022.

Mantiveram-se os procedimentos de recolha, as profundidades de amostragem e as análises efetuadas em campanhas anteriores.

Em 2022, as concentrações em HTP de três das quatro amostras analisadas excederam o Limiar (Quadro 4.4 e Figura 4.8).

Quadro 4.4 – Resultados obtidos nos pontos de amostragem a sul do Site 5001, em 2022

	Designação local	S5B	F85	S5B	F85				
	Data amostragem	04-07-2022	02-07-2022	31-10-2021	29/10/2022				
Parâmetro	Unidade					Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
In situ									
Temperatura	oC	18,4	19,8	18,3	18,7	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,9	7,2	7,98	7,12	L	5,5; 9	0	-
Condutividade eléctrica	µS/cm (20ºC)	822	1480	906	1398	L	2500	0	-
Potencial redox (Eh)	mV	-109,0	216,0	-140,6	215,8	-	-	0	-
Parâmetros agregados									
Índice de fenóis	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,89	0	0
Inorgênicos não metálicos									
Cloretos	mg/L	33	402	45	391	L	250	2	-
Nitratos	mg/L	0,3	22,0	1,5	21	NQ	50	0	-
Sulfatos	mg/L	0,7	53,0	4,3	51	L	250	0	-
Metais em solução / Catíões maiores									
Alumínio - Al	mg/L	0,089	0,220	0,036	-0,003	L	0,200	1	-
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-
Arsénio - As	mg/L	0,0033	-0,001	0,0016	-0,001	L	0,01	0	-
Bário - Ba	mg/L	0,090	0,040	0,042	0,040	L	1,3	0	-
Berílio - Be	mg/L	-0,0004	-0,0004	0,0004	-0,0004	Canadá	0,004	0	-
Boro - B	mg/L	0,090	0,080	0,092	0,091	L	2,4	0	-
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	-
Cálcio - Ca	mg/L	79	31	50	29	-	-	0	-
Chumbo - Pb	mg/L	0,0036	-0,003	-0,003	-0,003	L	0,01	0	-
Cobalto - Co	mg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Canadá	0,0038	0	-
Cobre - Cu	mg/L	0,004	-0,002	0,003	-0,002	L	2	0	-
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	0,015	-0,001	0,029	L	0,05	0	-
Ferro - Fe	mg/L	32	0,12	13	0,23	L	0,2	3	-
Fósforo - P	mg/L	1,3	0,16	0,36	0,09	L	0,13	3	-
Lítio - Li	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	1,65	0	-
Magnésio - Mg	mg/L	25	31	17	30	-	-	0	-
Manganês - Mn	mg/L	4,6	-0,005	3,9	0,0058	L	0,05	2	-
Mercurio - Hg	µg/L	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	L	1	0	-
Molibdeno - Mo	mg/L	0,008	0,005	0,018	0,008	Canadá	0,07	0	-
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	29	-0,005	0,026	L	0,02	2	-
Potássio - K	mg/L	9,0	13,0	9,1	11,0	-	-	0	-
Prata - Ag	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,0015	0	-
Selénio - Se	mg/L	-0,005	-0,003	-0,003	-0,003	L	0,03	0	-
Sódio - Na	mg/L	82	216	71	228	VP	200	2	-
Vanádio - V	mg/L	0,006	0,008	0,002	0,008	Canadá	0,0062	2	-
Zinco - Zn	mg/L	-0,01	0,041	-0,01	-0,01	L	0,05	0	-
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP									
HTP	mg/L	0,08	0,02	0,04	-0,02	L	0,01	3	3
BTEX									
Benzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	4	0	0
Meta-para xileno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Σ	-	0	0
Orto-xileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	7	0	0
Xilenos	µg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	L	2,4	0	0
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados									
1.1.1.2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,1	0	0
1.1.1.1-Tricloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1.1.2.2-Tetracloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	1	0	0
1.1.2.1-Tricloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1.1.1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1.1.1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1.1.1-Dicloropropileno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1.2.3-Tricloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0	0
1.2-Dicloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	3	0	0
1.2-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0	0
1.3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	59	0	0
1.3-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0	0
2.2-Dicloropropano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
4-Clorotolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Bromobenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Bromoclorometano	µg/L	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-	-	0	0
Bromodichlorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0	0
Bromofórmio	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	25	0	0
Bromometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,89	0	0
cis-1.2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
cis-1.3-Dicloropropileno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,5	0	0
Cloreto de vinilo	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	L	0,5	0	0
Clorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	30	0	0
Cloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Clorofórmio	µg/L	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	L	6	0	0
Clorometano	µg/L	-10,0	-10,0	-10,0	-10,0	-	-	0	0
Dibromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	25	0	0
Dibromometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Diclorodifluorometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	590	0	0
Diclorometano	µg/L	-6,0	-6,0	-6,0	-6,0	L	20	0	0
Hexaclorobutadieno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,44	0	0
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	0,68	1,86	-0,20	-0,20	Σ	-	0	2
Tetraclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
trans-1.2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
trans-1.3-Dicloropropeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	0,5	0	0
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0	0
Triclorofluorometano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	Canadá	150	0	0
PCE + TCE	µg/L	0,68	1,86	0,00	0,00	L	10	0	2
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados									
1.2.4-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
1.3.5-Trimetilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Estireno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	5,4	0	0
Isopropilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Metil tert-Butil Éter (MTBE)	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	0,65	0	0
n-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
n-Propilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
p-Isopropiltolueno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
sec-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
tert-Butil álcool	µg/L	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-	-	0	0
tert-Butilbenzeno	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	0	0
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAH)									
Acenafteno	µg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,06	0	1
Acenafileno	µg/L	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	L	1,3	0	0
Antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,0007	0	0
Benzo(a)antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,0001	0	0
Benzo(a)pireno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,01	0	0
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Σ	-	0	0
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Σ	-	0	0
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Σ	-	0	0
Criseno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,003	0	0
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,0014	0	0
Fenantreno	µg/L	0,003	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,003	0	1
Fluoranteno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,003	0	0
Fluoreno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	1,5	0	0
Indeno(1,2,3.cd)pireno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	Σ	-	0	0
Naftaleno	µg/L	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	L	10	0	0
Pireno	µg/L	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	L	0,0023	0	0
Soma de 4 PAH (DL 306/2007)	µg/L	-0,008	-0,008	-0,048	-0,048	L	0,1	0	0

NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da DAS, DL 208/2008
L - Limiar definido em "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021); Σ - Limiar apenas definido enquanto soma com outro elemento
VP - Valor Paramétrico, DL 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano
Canadá - Standards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)
A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada
A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação
"-." significa "<", exceto para os valores de potencial redox (Eh)

Página intencionalmente deixada em branco

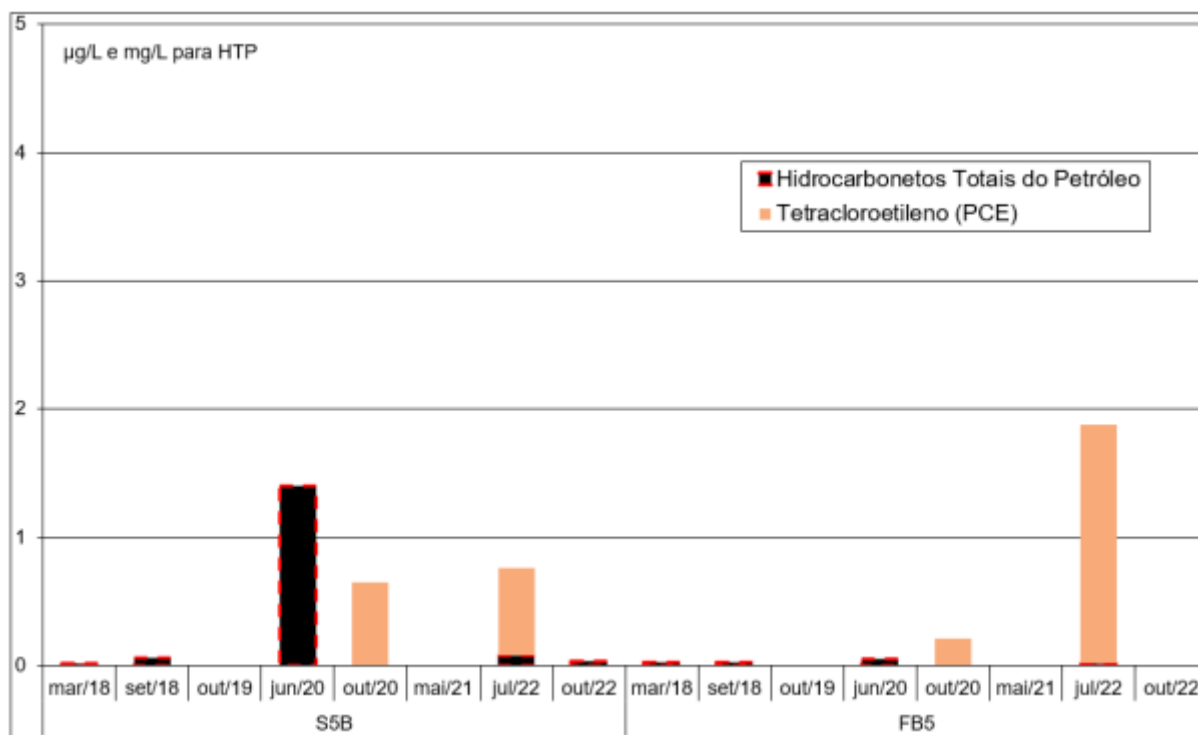


Figura 4.8 – Concentrações em HTP e PCE em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2018 e 2022

Na Figura 4.8 é, ainda, possível observar que o único COV com concentrações acima dos limites de quantificação foi o PCE, em ambos os piezómetros e na campanha de julho. Esta situação é equivalente à registada em outubro de 2020. Não se descarta poder ter havido contaminação atmosférica durante a amostragem em julho de 2022 atendendo às concentrações no branco de campo (em outubro de 2020 o branco de campo apresentou valor inferior ao limite de quantificação, tendo sido colhido junto ao piezómetro 5001-MW24) ou contaminação laboratorial.

Em 2022, não se observaram concentrações em BTEX acima do limite de quantificação nas águas subterrâneas amostradas. Desde 2018 apenas se registou tolueno (1,48 µg/L) no piezómetro S5B, com concentrações abaixo do Limiar (7 µg/L).

Apenas se observaram concentrações acima do limite de quantificação para dois HAP na campanha de julho, no piezómetro S5B (Quadro 4.4), mas com valores inferiores aos respetivos Limiares. A Figura 4.9 mostra a variação em HAP nas últimas campanhas, onde se pode verificar que concentrações são muito baixas ou inexistentes. É possível que as concentrações mais elevadas observadas em outubro de 2020 no piezómetro S5B se devam ao facto de este ter estado aberto durante algum tempo, portanto sujeito a contaminação atmosférica direta.

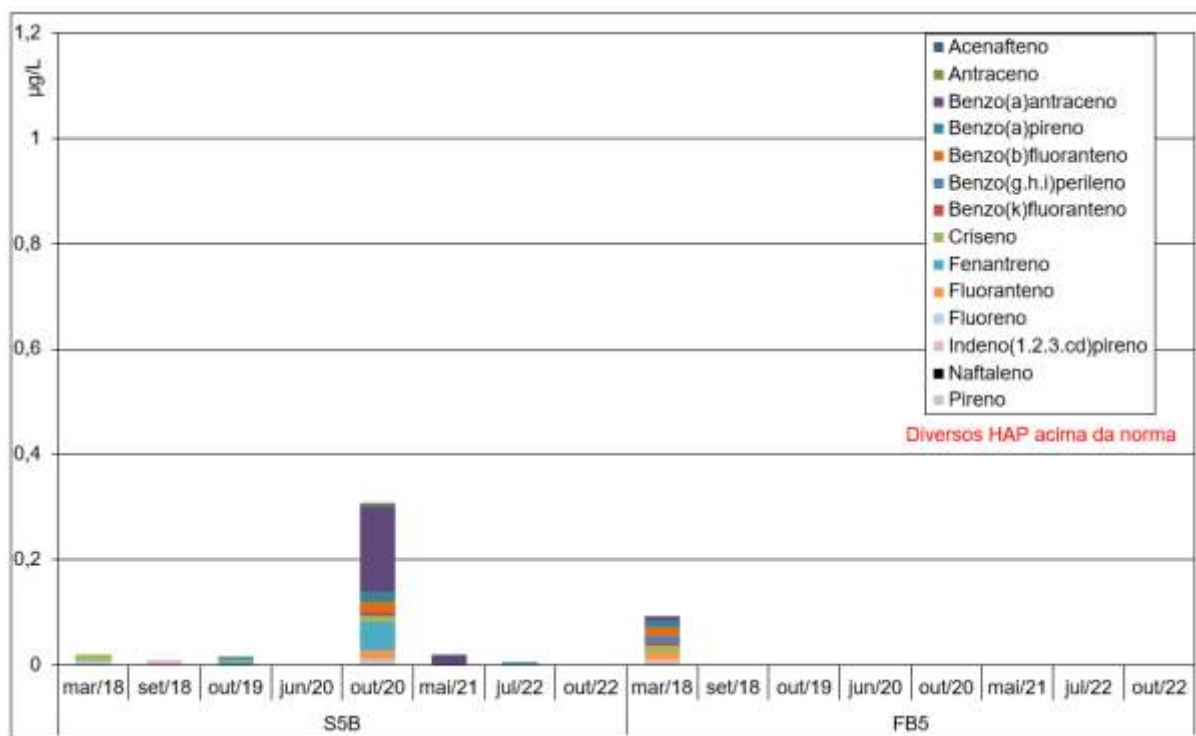


Figura 4.9 – Concentrações em HAP em piezómetros localizados fora do Site 5001, entre 2018 e 2022

Embora as concentrações em hidrocarbonetos nos dois piezómetros amostrados fora do Site 5001 em 2022, e anos anteriores, sejam baixas, os resultados obtidos para a qualidade das águas subterrâneas dentro do Site 5001 mostram que este apresenta diversas áreas com águas subterrâneas contaminadas em HTP, BTEX e HAP. Também noutros piezómetros localizados fora do Site 5001 (e.g., 5001-MW24) existe contaminação (cf. Leitão, Martins e Antunes, 2023). Nesse contexto, importa que sejam retomadas medidas que evitem a propagação dos contaminantes presentes nas áreas contaminadas do Site 5001 para fora deste, visando proteger as águas do Paul e as águas subterrâneas desta área.

A USAFE apresentou um projeto tendo em vista a demolição de dois tanques de armazenamento e de um tanque de recuperação de combustível neste Site que inclui a remoção de cerca de 18 m³ de solos contaminados na envolvente dos tanques, não existindo ainda previsão de datas para a sua execução (cf. Leitão, Martins e Antunes, 2023). A realização destas obras permitirá a melhoria da situação em relação a águas subterrâneas e solos contaminados.

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

5.1 Resultados da amostragem pontual

O controlo da qualidade da água na origem é realizado pela Praia Ambiente E.M., de acordo com o programa de controlo da qualidade da água (PCQA) referido no Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro. Complementarmente, a Praia Ambiente promove há vários anos um Plano de Monitorização Especial para Controlo da Qualidade da Água (PMECQA) que visa analisar de forma preventiva um vasto conjunto de outros parâmetros relacionados com a contaminação de alguns Sites localizados no concelho de Praia da Vitória.

No ano 2022 foram entregues ao LNEC os resultados de três das quatro campanhas globais previstas no Plano de Monitorização Especial dos Furos para os meses de março/abril, junho, e agosto/setembro (cf. Quadro 5.1 e Figura 5.1). Os resultados de dezembro ainda não estão disponíveis, pelo que serão analisados no próximo relatório. Além destas campanhas onde são analisadas as águas todos os furos, foram ainda feitas análises em julho, outubro e novembro para águas amostradas nos furos do Areeiro-Fontinhas e do Juncal.

Quadro 5.1 – Plano de Monitorização Especial dos Furos para o ano 2022 proposto pela Praia Ambiente

Designação do furo	Março/abril (final período húmido)	Junho	Julho	Agosto/setembro (final período seco)	Outubro	Novembro	Dezembro
Areeiro-Fontinhas	P/C	P	P	P/C	P	P	P
Canada das Covas	P/C	PA		P/C			PA
Fontinhas-Barreiro	P/C	PA		P/C			PA
Juncal 1	P/C	P	P	P/C	P	P	P
Pico Celeiro	P/C	PA		P/C			PA
Pico Viana	P/C	PA		P/C			PA

Nota: P - Análise pontual da totalidade dos parâmetros; C - Análise contínua, com amostradores passivos, de BTEX, COV e HAP; PA - Análise pontual de BTEX, COV e HAP

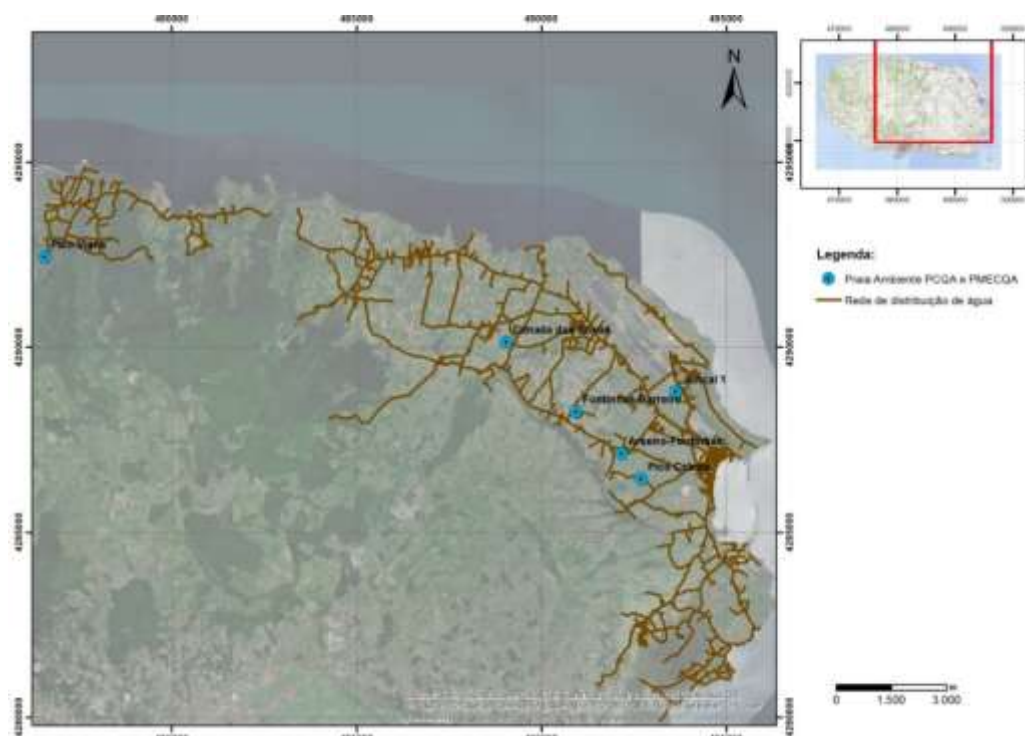


Figura 5.1 – Localização dos furos monitorizados pela Praia Ambiente

A Figura 5.2 apresenta os resultados das concentrações em hidrocarbonetos acima dos limites de quantificação nos últimos três anos, entre 2020 e 2022. Das 8155 análises a hidrocarbonetos efetuadas naquele período houve 20 casos com valores acima do limite de quantificação (não contando com a soma de HAP), em nenhum caso excedendo as normas de qualidade utilizadas (cf. Quadro 5.2). Em 2022 registaram-se dois HAP acima dos limites de quantificação (benzo(g,h,i)perileno, indeno(1.2.3 cd)pireno) em três furos, contudo abaixo do Limiar definido pela APA em 2021, fixado enquanto a soma de quatro HAP (0,1 µg/L – soma de benzo(b)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(k)fluoranteno e indeno(1.2.3.cd)pireno) (Figura 5.2).

Na campanha de 26 de abril de 2022, no furo Areeiro-Fontinhas e Fontinhas-Barreiro, foi ainda registada a presença de três COV (os trihalometanos: bromodiclorometano, bromofórmio e dibromoclorometano) acima do limite de quantificação, embora abaixo das respetivas normas de qualidade definidas pela legislação do Canadá (16 µg/L, 25 µg/L e 25 µg/L, respetivamente) (Figura 5.3). Os trihalometanos são subprodutos do processo de oxidação da água para desinfecção com cloro. A sua presença na água na origem não é espetável nem clara, mas foi confirmada pelo laboratório e ainda registada na amostragem contínua embora para períodos diferentes. Não se voltou a verificar a presença de COV nas medições seguintes, tendo estes eventos, juntamente com a presença de cloreto de vinilo numa campanha de 2020, sido únicos valores de COV observados de entre todas as análises realizadas desde 2011. Importa manter esta situação sob vigilância.

Quadro 5.2 – Resultados de análises químicas de amostras pontuais recolhidas nos furos de captação para eventual abastecimento público, em 2022

Parâmetro	Unidade	Límite Quantificação														Norma	Valor Límite
Data			26/04/2022	27/06/2022	25/07/2022	29/08/2022	31/10/2022	28/11/2022	26/04/2022	27/06/2022	29/08/2022	26/04/2022	27/06/2022	29/08/2022			
Temperatura	°C		17,80	17,00	17,40	17,00	21,10	16,80	17,70	17,00	17,60	20,00	20,00	20,00			
pH	Sorensen	0,05	7,3	7,7	7,5	7,7	7,5	7,7	7,1	7,1	7,0	7,6	7,7	7,6	L	5,5; 9	
Condutividade eléctrica	µS/cm	-	107	64,9	56,3	63,4	64,3	54,6	48,7	46,9	72,5	116	121	114	L	2500	
Índice de Fenóis	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,89	
Acidez pH 4.5	mmol/L	0,15	0,965	0,862	0,843	0,867	0,886	0,898	0,998		1,33	1		0,928	-	-	
Acidez pH 8.3	mmol/L	0,15	-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	0	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15		-0,15	-0,15		-0,15	-	-	
Cloretos	mg/L	0,15	258	130	161	137	145	112	94,3		161	276		300	L	250	
Dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	0,15	5,15	2,6	2,29	2,6	2,82	2,6	8,45		11,8	2,99		3,56	-	-	
Bicarbonato	mg/L	0	58,9	52,6	51,5	52,9	54,1	54,8	60,9		81,2	61		56,6	-	-	
Nitratos	mg/L	0,3	11,2	28,2	32,6	30,8	35,9	27,5	11,4		13,8	9,01		9,53	NQ	50	
Sulfatos	mg/L	0,3	33,9	17	23,5	20,5	22,1	15,3	14,5		23,7	36,2		42,9	L	250	
Total de dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	-	47,6	40,6	39,4	40,8	41,8	42,1	52,4		70,4	47		44,4	-	-	
Alumínio - Al	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	L	0,2	
Antimónio - Sb	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	L	0,01	
Arsénio - As	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005		-0,005	-0,005		-0,005	L	0,01	
Bário - Ba	mg/L	0,0005	0,0048	0,00205	0,00255	0,002	0,00163	0,0013	0,0036		0,0064	0,0058		0,0061	L	1,3	
Berílio - Be	mg/L	0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002		-0,0002	-0,0002		-0,0002	Canadá	0,004	
Boro - B	mg/L	0,01	0,033	0,031	0,032	0,033	0,0359	0,032	0,038		0,062	0,034		0,036	L	2,4	
Cádmio - Cd	mg/L	0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004		-0,0004	-0,0004		-0,0004	L	0,005	
Cálcio - Ca	mg/L	0,005	26,2	16,7	17,4	14,5	13,4	8,51			11,3	28,2		24,5	-	-	
Chumbo - Pb	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005		-0,005	-0,005		-0,005	L	0,01	
Cobalto - Co	mg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002		-0,002	-0,002		0,0022	Canadá	0,0038	
Cobre - Cu	mg/L	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,0035	-0,001	0,0019	0,0028		0,0039	-0,001		-0,001	L	2	
Crómio - Cr	mg/L	0,001	0,002	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001		-0,001	-0,001		-0,001	L	0,05	
Ferro - Fe	mg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	0,0033		-0,002	-0,002		-0,002	L	0,2	
Fluor - F	mg/L	0,2	0,205	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,824		0,853	-0,2		-0,2	L	1,5	
Fósforo - P	mg/L	0,01	0,064	0,055	0,057	0,052	0,0777	0,05	0,072		0,074	0,065		0,067	L	0,13	
Lítio - Li	mg/L	0,001	0,0013	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,0083		0,0124	0,0015		0,002	L	1,65	
Magnésio - Mg	mg/L	0,1	19,6	13,5	14,0	12,9	12,9	11,8	8,0		12,5	21,2		20,5	-	-	
Manganês - Mn	mg/L	0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005		-0,0005	-0,0005		-0,0005	L	0,05	
Mercurio - Hg	µg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	L	1	
Molibdeno - Mo	mg/L	0,002	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	0,0038		0,0032	0,0022		-0,002	Canadá	0,07	
Níquel - Ni	mg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002		-0,002	-0,002		-0,002	L	0,02	
Potássio - K	mg/L	0,01	7,64	5,12	5,27	5,27	4,96	5,02	6,45		8,6	8,26		8,62	-	-	
Prata - Ag	mg/L	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001		-0,001	-0,001		-0,001	Canadá	0,0015	
Selénio - Se	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	L	0,03	
Sódio - Na	mg/L	0,03	134	80,2	87,7	83,7	81,4	76,8	66,2		108	144		156	VP	200	
Tálio - Ta	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	-	-	
Vanádio - V	mg/L	0,001	0,0142	0,0091	0,0097	0,0106	0,0126	0,0078	0,0082		0,0082	0,0166		0,0162	Canadá	0,0062	
Zinco - Zn	mg/L	0,002	-0,002	0,0343	-0,002	0,0043	-0,002	0,0331	0,019		0,0385	0,003		0,0041	L	0,05	
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo	mg/L	0,12	-0,08	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,08		-0,05	-0,08		-0,05	L	0,01	
BTEX	µg/L																-
Benzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	L	1	
Etilbenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	L	4	
Meta-para xileno	µg/L	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2		-0,2	-0,2		-0,2	Σ	-	
Orto-xileno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Σ	-	
Tolueno	µg/L	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5		-0,5	-0,5		-0,5	L	7	
Xilenos	µg/L	-	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	L	2,4	
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados	µg/L																
1.1.1.2-Tetracloretoano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	1,1	
1.1.1-Tricloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	200	
1.1.2.2-Tetracloretoano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	Canadá	1	
1.1.2-Tricloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	4,7	
1.1-Dicloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	5	
1.1-Dicloroeteno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	1,6	
1.1-Dicloropropileno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	-	-	
1.2.3-Tricloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	70	
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5		-0,5	-0,5		-0,5	-	-	
1.2-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	3	
1.2-Dicloroetano	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	L	3	
1.2-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	-	-	
1.3-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	59	
1.3-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
1.4-Diclorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	1	
2.2-Dicloropropano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
2-Clorotolueno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
4-Clorotolueno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
Bromobenzeno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
Bromoclorometano	µg/L	2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2		-2	-2		-2	-	-	
Bromodiclorometano	µg/L	0,1	0,21	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	16	
Bromofórmio	µg/L	0,2	7,31	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2		-0,2	-0,2		-0,2	Canadá	25	
Bromometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	Canadá	0,89	
cis-1.2-Dicloroeteno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	1,6	
cis-1.3-Dicloropropileno	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	Canadá	0,5	
Cloreto de vinilo	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	L	0,5	
Clorobenzeno	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	30	
Cloroetano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
Clorofórmio	µg/L	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	L	6	
Clorometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1	-	-	
Dibromodlorometano	µg/L	0,1	0,53	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1		-0,1	-0,1		-0,1	Canadá	25	
Dibromometano	µg/L	1	-1	-1	-1	-1	-1										

Parâmetro	Unidade	Limite	Juncal 1							Pico Celeiro				Pico Viana			Norma	Valor Limite
Data		Quantificação	26/04/2022	27/06/2022	25/07/2022	29/08/2022	31/10/2022	28/11/2022	26/04/2022	27/06/2022	29/08/2022	26/04/2022	27/06/2022	29/08/2022				
Temperatura	°C		22,10	22,00	22,50	22,00	20,90	22,30	17,20	17,50	18,00	17,10	17,70	17,90				
pH	Sorensen	0,05	7,1	7,1	7,0	7,2	7,3	7,7	7,5	8,2	7,6	6,3	7,5	6,3	L	5,5; 9		
Condutividade elétrica	µS/cm	-	159	167	161	167	164	168	62,9	62,8	61,9	21,5	22,8	22,3	L	2500		
Índice de Fenóis	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,89		
Ácido pH 4.5	mmol/L	0,15	2,53	2,65	2,81	2,74	2,73	2,75	0,691		0,826	1,29		1,4	-	-		
Ácido pH 8.3	mmol/L	0,15	-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	0	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15		-0,15	-0,15		-0,15	-	-		
Cloratos	mg/L	0,15	387	381	393	403	400	418	148		136	15,9		17,6	L	250		
Dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	0,15	15,3	14,8	16,1	15,3	18,8	9,81	3,04		2,73	39,4		56,1	-	-		
Bicarbonato	mg/L	0	154	162	172	167	167	168	42,2		50,4	78,9		85,3	-	-		
Nitratos	mg/L	0,3	23,3	24,4	24,3	27,2	31,8	32	23,4		28,7	4,89		5,34	NQ	50		
Sulfatos	mg/L	0,3	47,3	51,9	52,6	53,2	50,7	58,4	20,6		21,2	5,72		5,35	L	250		
Total de dióxido de carbono livre, CO2	mg/L	-	126	131	140	136	139	131	33,4		39,1	96,3		118	-	-		
Alumínio - Al	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	0,015	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	0,147		0,152	L	0,2		
Antimônio - Sb	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01		-0,01	-0,01		-0,01	L	0,01		
Arsênio - As	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005		-0,005	-0,005		0,0094	L	0,01		
Bário - Ba	mg/L	0,0005	0,0133	0,0134	0,0144	0,0152	0,0121	0,0136	0,0053		0,0053	0,002		0,0031	L	1,3		
Berílio - Be	mg/L	0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002		-0,0002	0,0009		0,0009	Canadá	0,004		
Boro - B	mg/L	0,01	0,115	0,113	0,117	0,118	0,128	0,125	0,028		0,028	0,023		0,024	L	2,4		
Cádmio - Cd	mg/L	0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004		-0,0004	-0,0004		-0,0004	L	0,005		
Cálcio - Ca	mg/L	0,005	35,1	35,8	37,4	33,8	33,7	34,7	16,7		14,1	6,33		5,62	-	-		
Chumbo - Pb	mg/L	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005		-0,005	-0,005		-0,005	L	0,01		
Cobalto - Co	mg/L	0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002		-0,002	-0,002		-0,002	Canadá	0,0038		
Cobre - Cu	mg/L	0,001	0,002	-0,001	0,002	0,0038	0,0028	0,0037	-0,001		-0,001	0,0091		0,0039	L	2		
Crômio - Cr	mg/L	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001		-0,001	-0,001		-0,001	L	0,05		
Ferro - Fe	mg/L	0,002	0,0049	-0,002	0,0626	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002		-0,002	0,0096		0,0126	L	0,2		

- Limiar definido no documento "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021); Σ - Limiar apenas definido enquanto soma com outro elemento

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

Canada - Standards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)

A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

"-" significa "<", exceto para os valores de potencial redox (Eh)

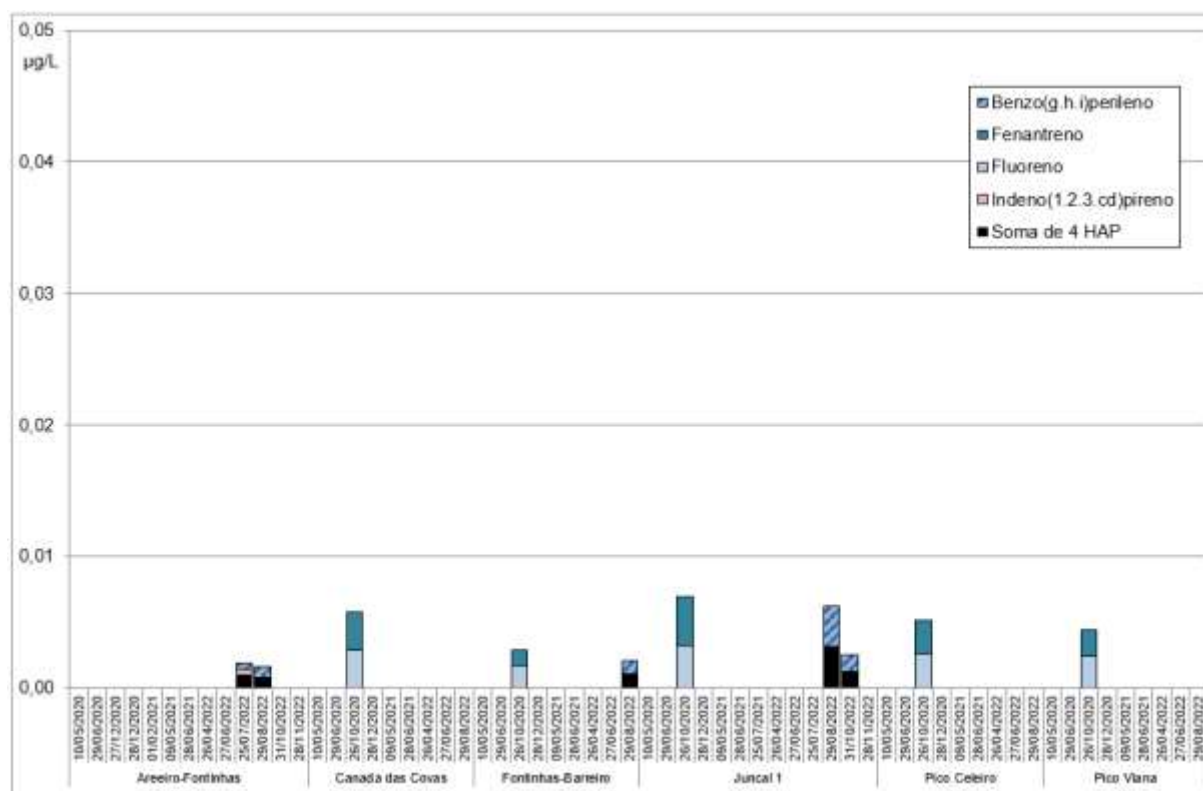


Figura 5.2 – Concentrações em HAP nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostras pontuais

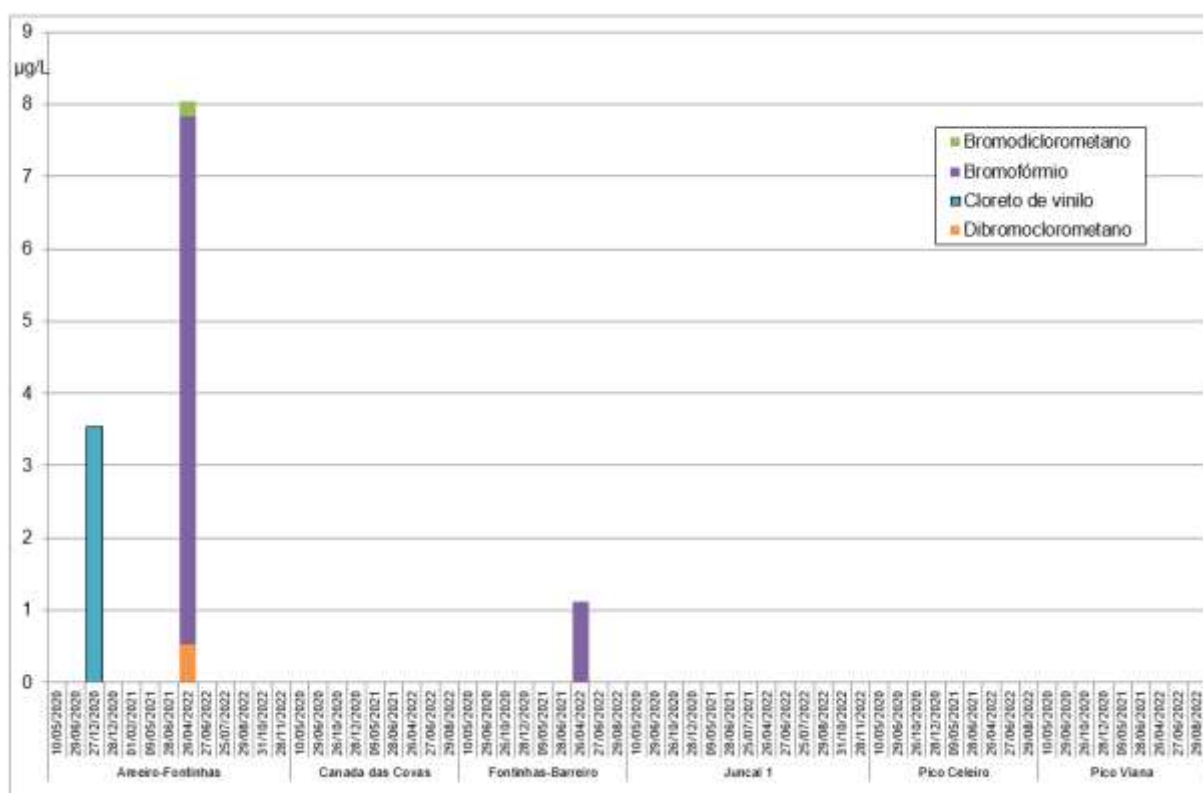


Figura 5.3 – Concentrações em COV nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostras pontuais

Nos furos analisados não existem hidrocarbonetos acima das normas de qualidade ambiental, mas existem outros parâmetros com valores acima das NQA (cf. Quadro 5.2): (1) os iões cloreto e sódio (traduzindo a salinidade da água), essencialmente nos furos do Juncal 1 e de Fontinhas-Barreiro, mas também na análise de 26 de abril de 2022 no furo Areeiro-Fontinhas que apresenta características de salinidade diferentes das restantes análises efetuadas no furo; (2) o fluoreto, no furo do Pico Viana, com valores típicos das formações hidrogeológicas suspensas (cf. Quadros *et al.*, 2018); (3) o vanádio, em todos os furos, como consequência da circulação das águas subterrâneas em formações geológicas de origem vulcânica (cf. Leitão e Henriques, 2018c) e (4) o zinco, no furo do Juncal 1. A atribuição pela APA em 2021 (APA, 2021) de um valor Limiar de 0,05 mg/L para o zinco (substituindo a norma do Canadá que vem sendo utilizada, de 1,1 mg/L) vem salientar as concentrações mais elevadas em zinco neste furo, em comparação com os demais furos.

5.2 Resultados da amostragem contínua

A amostragem contínua (ou passiva) foi realizada pela empresa AmbiPar Control para a Praia Ambiente, mantendo os procedimentos desenvolvidos desde 2016 (descritos em Leitão e Henriques, 2016b). Esta amostragem tem como principal objetivo obter informação cumulativa sobre a qualidade da água durante um período de amostragem com cerca de um mês, permitindo dar uma informação mais integrada quando comparada com uma amostra pontual. Para o efeito, foram instalados contentores selados de 80 L que recebem continuamente água bombeada dos furos de captação, com caudal controlado, de modo que, no final dos 30 dias previstos para a amostragem, e em cada ponto, passem aproximadamente 15 m³ de água.

Os locais de amostragem foram os mesmos da amostragem pontual (cf. Figura 5.1).

Os resultados obtidos em 2022 para o conjunto de amostragens contínuas são apresentados no Quadro 5.3 (março/abril) e Quadro 5.4 (agosto/setembro) e na Figura 5.4, seguindo o Plano referido no Quadro 5.1. A leitura da Figura 5.4 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 referência, além do seu valor servir para testar o lote de produção e os contaminantes daí resultantes.

Tal como verificado na amostragem pontual, também na amostragem contínua foi registada, pela primeira vez, a presença de quatro COV com concentrações acima dos limites de quantificação, mas abaixo das normas de qualidade, embora apenas no furo Fontinhas-Barreiro (cf. Quadro 5.3 e Quadro 5.4). Neste furo só tinha sido observada a presença de bromofórmio na amostra pontual de abril (Figura 5.3). Os COV registados são os mesmos três trihalometanos medidos em abril nas amostras pontuais do furo do Areeiro-Fontinhas, embora neste furo não tenham sido registadas concentrações nas amostras contínuas.

Quadro 5.3 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em março/abril de 2022

Parâmetro	Valor Limite	Norma	Unidade	Método	Limite de quantificação	Areeiro-Fontinhas	Canada das Covas	Fontinhas-Barreiro	Juncal 1	Pico Celeiro	Pico Viana
Data								21/03/2022 a 26/04/2022			
Benzeno	1	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Etilbenzeno	4	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Meta-para xileno	-	Σ	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Orto-xileno	-	Σ	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tolueno	7	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Xilenos	2,4	L				0	0	0	0	0	0
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	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloropropano	-	-	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-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
Cloroto de vinilo	0,5	L	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	6	L	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	0,11	-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	20	L	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)	-	Σ	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-Dicloropropano	0,5	Canadá	µg/L	W-VOCGMS05	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Tricloroetileno (TCE)	-	Σ	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
PCE + TCE	10	L	µg/L	-		0	0	0	0	0	0
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-butílico (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	0,06	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00012	0,000075	0,000071	0,000042	0,000056	0,00007
Acenaftileno	1,3	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,000033	0,000019	0,00002	-0,000015	-0,000015	-0,000018
Antraceno	0,0007	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00041	0,0002	0,000051	0,00015	0,000077	0,00026
Benzo(a)antraceno	0,0001	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0013	0,00085	0,00044	0,00066	0,00049	0,00086
Benzo(a)pireno	0,01	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0007	0,00035	0,000071	0,00027	0,00022	0,00042
Benzo(b)fluoranteno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,001	0,0006	0,00052	0,00044	0,00036	0,00065
Benzo(g,h,i)perileno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00017	0,000078	0,000074	0,000069	0,000048	0,000085
Benzo(k)fluoranteno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0006	0,00031	0,00027	0,00022	0,00021	0,00032
Criseno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0016	0,0007	0,00087	0,00085	0,00065	0,0011
Dibenz(a,h)antraceno	0,0014	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00003	0,000015	-0,000012	0,000011	0,0000096	0,00002
Fenantreno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0011	0,00054	0,0005	0,00033	0,00038	0,00061
Fluoranteno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00036	0,00013	0,00016	0,00015	0,00016	0,00017
Fluoreno	1,5	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00054	0,00025	0,00017	0,00011	0,00016	0,00027
Indeno(1.2.3-c)pireno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,000086	0,000049	0,000025	0,000039	0,000019	0,000056
Naftaleno	10	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0013	0,0015
Pireno	0,0023	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00051	0,00028	0,0002	0,00025	0,00022	0,00025
Soma de 4-HAP (DL 306/2007)	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da DAS, DL 208/2008

L - Limiar definido em "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021); Σ - Limiar apenas definido enquanto soma com outro elemento

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

Canadá - Standards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)

A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada

A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

"-" significa "<", exceto para os valores de potencial redox (Eh)

Este Limiar é 10 000 vezes inferior ao definido nas normas do Canadá (cf. Anexo I) e não tem em conta que as águas subterrâneas circulam em litologias vulcânicas com concentrações residuais em HAP

Quadro 5.4 – Resultados de análises químicas de amostras contínuas de água recolhida nos furos de captação em agosto/setembro de 2022

Parâmetro	Valor Limite	Norma	Unidade	Método	Limite de quantificação	Areeiro-Fontinhas	Canada das Covas	Fontinhas-Barreiro	Juncal 1	Pico Celeiro	Pico Viana
Data								29/08/2022 a 26/09/2022			
Benzeno	1	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Etilbenzeno	4	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Meta-para xileno	-	Σ	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Orto-xileno	-	Σ	µg/L	W-VOCGMS01	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Tolueno	7	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Xilenos	2,4	L				0	0	0	0	0	0
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-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	L	µg/L	W-VOCGMS01	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
1.2-Dicloropropano	-	-	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	0,32	-0,1	-0,1	-0,1
Bromofórmio	25	Canadá	µg/L	W-VOCGMS01	0,2	-0,2	-0,2	0,58	-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 vinilo	0,5	L	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	6	L	µg/L	W-VOCGMS01	0,3	-0,1	-0,1	0,22	-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	0,47	-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	20	L	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)	-	Σ	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)	-	Σ	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
PCE + TCE	10	L	µg/L	-		0	0	0	0	0	0
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
TAE	-	-				-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	0,06	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,000072	0,000066	0,000037	0,000065	0,00006	0,000087
Acenaftileno	1,3	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00002	-0,000017	-0,000016	-0,000017	-0,000017	0,000025
Antraceno	0,0007	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00024	0,00013	0,000033	0,00015	0,00016	0,00014
Benzo(a)antraceno	0,0001	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00092	0,00081	0,00023	0,0009	0,00083	0,00098
Benzo(a)pireno	0,01	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00032	0,00023	0,000031	0,0003	0,00033	0,00036
Benzo(b)fluoranteno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00062	0,00041	0,00043	0,00054	0,00049	0,00059
Benzo(g,h,i)perileno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,000065	0,000071	0,000053	0,000061	0,000062	0,000077
Benzo(k)fluoranteno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00029	0,00029	0,00021	0,0003	0,00034	0,00044
Criseno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0011	0,00075	0,00074	0,0009	0,00082	0,001
Dibenz(a,h)antraceno	0,0014	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	-0,00001	0,000012	0,0000092	0,000015	0,000013	0,000012
Fenantreno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00063	0,00046	0,00037	0,0005	0,00057	0,00059
Fluoranteno	0,003	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00017	0,0001	0,00012	0,00017	0,00026	0,0002
Fuoreno	1,5	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00024	0,00021	0,00013	0,00026	0,00033	0,0003
Indeno(1,2,3,cd)pireno	-	Σ	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,000037	0,000036	0,000026	0,000048	0,000047	0,000048
Naftaleno	10	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,0014	0,0018	0,0014	0,0014	0,0015	0,0013
Pireno	0,0023	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,00034	0,00025	0,00012	0,0003	0,0004	0,00036
Soma de 4 HAP (DL 306/2007)	0,1	L	µg/L	W-PAHGMS01	-	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

NQ - Normas de Qualidade, Anexo I da DAS, DL 208/2008

L - Limiar definido em "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021); Σ - Limiar apenas definido enquanto soma com outro elemento

VP - Valor paramétrico, DL 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano

Canadá - standards in a Potable Groundwater Condition (Table 2)

A vermelho estão os parâmetros acima da norma utilizada

A amarelo estão os hidrocarbonetos acima do limite de quantificação

"-" significa "<", exceto para os valores de potencial redox (Eh)

Este Limiar é 10 000 vezes inferior ao definido nas normas do Canadá (cf. Anexo I) e não tem em conta que as águas subterrâneas circulam em litologias vulcânicas com concentrações residuais em HAP

Desde 2016 que os únicos hidrocarbonetos que tinham apresentado concentrações acima do limite de quantificação tinham sido HAP, com valores bastante inferiores aos Limiares estabelecidos pela APA em 2015. Contudo, a revisão dos Limiares em 2021 (APA, 2021) para o caso do benzo(a)antraceno, com valores ainda mais restritivos que os de 2015 (APA, 2015) (cf. Anexo II) e 10 000 vezes inferiores às normas do Canadá (cf. Anexo I) conduzem a que quase todas as medições deste parâmetro feitas até à data estejam acima do Limiar. Em formações de natureza vulcânica é natural que as águas subterrâneas apresentem valores residuais de HAP, pelo que não se considera haver contaminação, devendo estes Limiares ser revistos para estas condições geológicas. Disso é prova a concentração medida na água do furo do Pico Viana, localizado fora da área potencialmente afetada pela atividade da Base das Lajes (cf. Figura 5.4). WHO (2003) referem que os níveis de HAP em águas subterrâneas não contaminadas estão geralmente na faixa de inferior ao limite de quantificação a 0,005 µg/L.

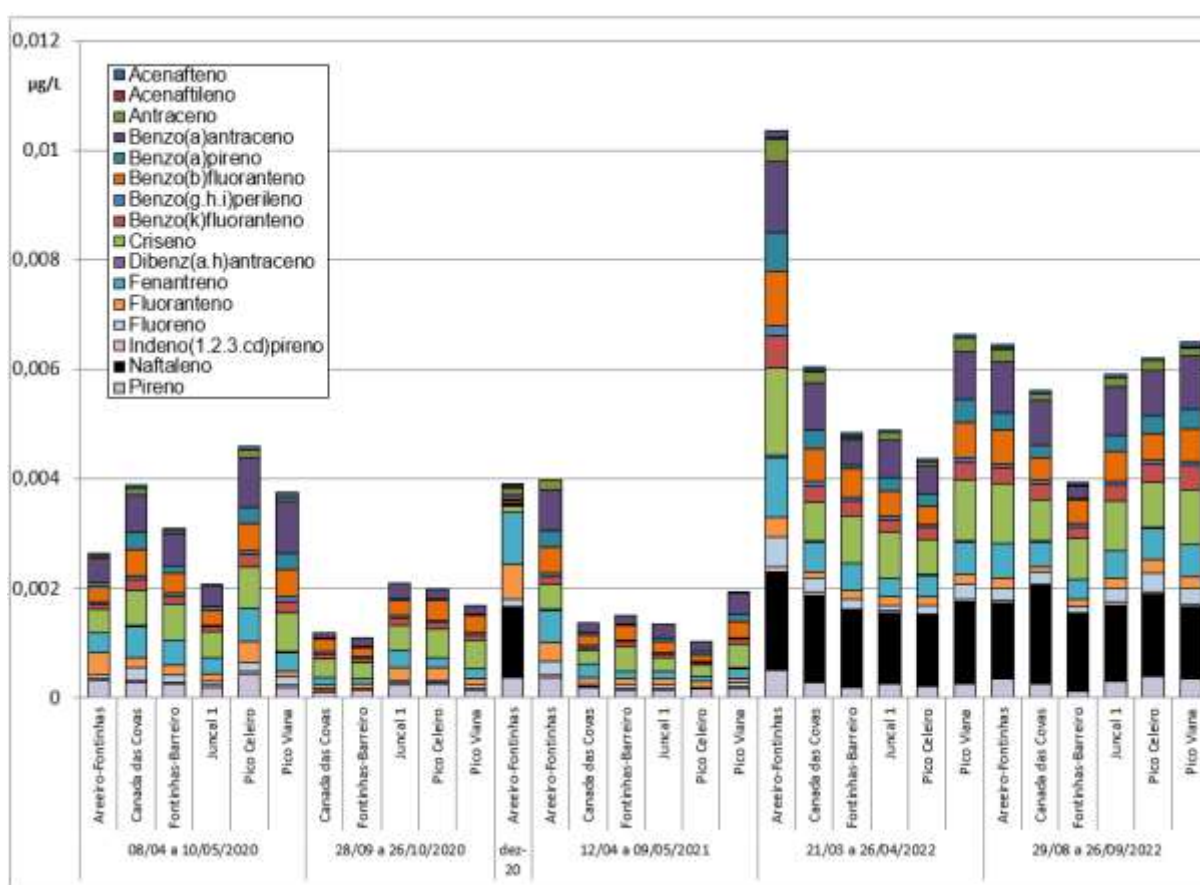


Figura 5.4 – Concentrações em hidrocarbonetos nas águas para consumo humano entre 2020 e 2022, para amostragem contínua

Nas duas amostragens de 2022, as concentrações obtidas são equivalentes às do furo do Pico Viana (padrão), com exceção do furo do Areeiro-Fontinhas em março/abril (cf. Figura 5.4). A monitorização deste furo mostra estas oscilações, já observadas em campanhas anteriores na amostragem contínua (e.g., agosto/setembro de 2019), embora com valores sempre muito abaixo dos Limiares (agora com a exceção do benzo(a)antraceno).

Mantém-se a observação feita em relatórios anteriores de que a 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.

6 | Participação em reuniões

No âmbito da análise e do acompanhamento visando a promoção da boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pelo 65 ABG foram realizadas as seguintes reuniões em 2022, igualmente inseridas no apoio prestado pelo LNEC ao MDN (das quais apenas se referem os aspetos relativos aos sites 3001 e 5001, em análise neste estudo):

- A 7 de abril realizou-se, por videoconferência, uma reunião de peritos da USAFE e de Portugal onde participaram elementos do MDN, da ERSARA e do LNEC. Foi apresentada, pela USAFE, uma interpretação preliminar dos resultados da monitorização dos níveis piezométricos, em curso à data. Um dos aspetos salientados foi a possibilidade do escoamento no aquífero basal se processar para nordeste, em direção aos furos de captação americanos (em acordo com o modelo numérico do LNEC de 2010) e, ainda, uma possível justificação para a acumulação de LNAPL no piezómetro 3001-MW04, sugerindo-se poder ter havido uma fratura no *pipeline* encerrado após um sismo em maio de 2020, o que pode ter comprometido a integridade do mesmo com eventual libertação de algum combustível que ainda pudesse conter.
- A 22 de abril realizou-se, por videoconferência, uma reunião de peritos da USAFE e de Portugal onde participaram elementos do MDN e do LNEC. Foram apresentados pela USAFE mais alguns pormenores sobre os trabalhos em curso, incluindo uma primeira análise sobre a possível localização de novos furos no aquífero basal visando monitorizar a qualidade das águas subterrâneas entre as áreas contaminadas do Site 3001 e os furos de abastecimento da USAFE.
- A 6 de maio realizou-se, na Embaixada Americana em Lisboa, a 63.^a reunião da Comissão Técnica. Do lado da USAFE foi apresentada a intenção de retomar o programa de monitorização e de reabilitação das águas subterrâneas e dos solos, com base nos resultados obtidos nos trabalhos em curso, apresentados nas duas reuniões técnicas antecedentes, aguardando-se uma decisão oficial. Foi apresentada pelo LNEC uma síntese dos resultados da monitorização da qualidade das águas subterrâneas entre 2018 – 2021, assim como das principais recomendações sugeridas e apresentadas no relatório do LNEC n.º 443/2021. Esta reunião foi precedida de uma reunião preparatória realizada na véspera, no MDN e por videoconferência.
- A 4 de agosto realizou-se, por videoconferência, uma reunião de peritos da USAFE e de Portugal onde participaram elementos do LNEC. O principal objetivo desta reunião foi apresentar os últimos avanços desde maio. O LNEC apresentou uma síntese dos trabalhos de monitorização desenvolvidos em julho, com resultados apenas disponíveis sobre a evolução da espessura de hidrocarbonetos os piezómetros 3001-MW04, MW20 e MW23 e sobre a localização da interface água doce - água salgada no furo 3001-MW30. Do lado da USAFE foi

dada indicação que estavam em curso procedimentos visando a realização de cadernos de encargos para contratações relacionadas com a monitorização.

- A 26 de agosto realizou-se, por videoconferência, a 64.^a reunião da Comissão Técnica. Não foram tratados assuntos ambientais nesta reunião.
- A 1 de setembro realizou-se, por videoconferência, uma reunião de peritos da USAFE e de Portugal onde participaram elementos do LNEC. Foram apresentados os resultados dos trabalhos realizados pela USAFE relativamente à análise do sentido do escoamento das águas subterrâneas na área do Site 3001. Foi indicado que a declaração de "NO-SIHHS" (*No Substantial Impact to Human Health and Safety*) teria sido oficialmente revogada e que seriam retomados os trabalhos de monitorização e as ações de reabilitação. Foram apresentados pelo LNEC alguns dos resultados preliminares da campanha realizada entre 2 e 9 de julho.
- A 13 de outubro realizou-se, por videoconferência, uma reunião de peritos da USAFE e de Portugal onde participaram elementos do LNEC. Foi apresentado pela USAFE uma síntese dos trabalhos de monitorização e de reabilitação previstos para 2022 e 2023.
- A 4 de novembro realizou-se, no Ministério da Defesa em Lisboa, a 65.^a reunião da Comissão Técnica. Os técnicos da USAFE apresentara uma síntese dos resultados discutidos na reunião de peritos de 1 de setembro sobre o estudo do escoamento subterrâneo e sobre o projeto de remoção do pipeline no Site 3001, entre outros aspetos relativos à monitorização e reabilitação deste Site.

7 | Síntese, conclusões e recomendações

Em 2022, a análise da informação relativa à qualidade das águas subterrâneas dos Sites 3001 e 5001 incluiu os seguintes trabalhos realizados para a ERSARA: (1) a campanha de monitorização da qualidade das águas subterrâneas desenvolvida pelo LNEC em julho e em outubro e (2) 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:

- Realizou-se a monitorização e amostragem de águas subterrâneas para análise química em 2022, em oito piezómetros e a três profundidades diferentes, tendo sido analisados os resultados obtidos para 113 parâmetros químicos diferentes.
- HTP: observaram-se concentrações que excederam o Limiar em todas as situações menos duas, ambas na campanha de outubro onde se registaram dois valores abaixo do LQ. Esta situação deve-se à definição de um novo Limiar (APA, 2021) de 0,01 mg/L (sendo o valor anteriormente considerado o da legislação do Canadá, cujo valor é de 0,75 mg/L).
- BTEX: não foi registada a presença nas águas subterrâneas amostradas nas campanhas de 2022.
- COV: registou-se a presença de PCE em todos os pontos na campanha de julho de 2022, incluindo no furo do Pico Viana (ponto de controlo fora da área potencialmente contaminada) e no branco de campo.
- HAP: observou-se a presença de vários HAP nos piezómetros FP3A, S6A, MW01R e MW05, com diversos parâmetros com valores acima dos Limiares, embora apenas as concentrações em benzo(a)pireno tenham apresentado valores acima das normas do Canadá.
- Estão a ser equacionadas novas ações de reabilitação do Site 3001, após novas ações de monitorização e levantamento da situação pela USAFE no final de 2022 e no ano 2023. Espera-se que estas ações permitam a melhoria da qualidade das águas subterrâneas. Os restantes processos de reabilitação necessários deverão ser definidos em função dos resultados a obter.

Na área a jusante do Site 5001:

- Realizou-se a monitorização e amostragem de águas subterrâneas para análise química em 2022, em dois piezómetros e a três profundidades diferentes, tendo sido analisados os resultados obtidos para 113 parâmetros químicos diferentes.
- HTP: as concentrações de três das quatro amostras analisadas excederam o Limiar.
- BTEX: não se observaram concentrações acima do limite de quantificação nas águas subterrâneas amostradas.
- COV: o único composto com concentrações acima dos limites de quantificação foi o PCE, em ambos os piezómetros e na campanha de julho.
- HAP: apenas se observaram concentrações acima do limite de quantificação para dois HAP no piezómetro S5B, na campanha de julho, mas com valores inferiores aos respetivos Limiares.
- A USAFE apresentou um projeto tendo em vista a demolição de dois tanques de armazenamento e de um tanque de recuperação de combustível neste Site que inclui a remoção de cerca de 18 m³ de solos contaminados na envolvente dos tanques, não existindo ainda previsão de datas para a sua execução. A realização destas obras permitiria a melhoria da situação em relação às águas subterrâneas e aos solos contaminados, devendo ser continuada a monitorização semestral do Site 5001 e áreas a jusante.

Nos furos de abastecimento de água:

- Analisaram-se os resultados das análises químicas de amostras pontuais de água recolhidas em seis furos de captação, nos meses de abril, junho e agosto, e outras análises complementares recolhidas nos furos do Areeiro-Fontinhas e do Juncal, em julho, outubro e novembro.
- Analisaram-se os resultados das análises químicas de amostras contínuas/passivas em seis furos de captação, recolhidas durante os meses de março/abril e agosto/setembro.
- As análises das amostras pontuais não excedem as normas utilizadas para nenhum hidrocarboneto.
- As análises das amostragens contínuas (relativas a um período de 30 dias de amostragem, durante o qual se terá filtrado um volume de cerca de 15 m³ de água, dependendo dos furos) apresentam concentrações em benzo(a)antraceno com valores acima do Limiar estabelecido pela APA (APA, 2021), inclusive para o furo do Pico Viana, Limiar este que é 10 000 vezes inferior às normas do Canadá (cf. Anexo I). Em formações de natureza vulcânica é natural que as águas subterrâneas apresentem valores residuais de HAP, pelo que não se considera haver contaminação, devendo estes Limiares ser revistos para estas condições geológicas.

- 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 dos parâmetros cloreto, sódio, vanádio, flúor e zinco. 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.
- Recomenda-se a manutenção do Plano de Monitorização Especial de Controlo da Qualidade da Água (PMECQA) previsto para 2023 pela Praia Ambiente, E.M..

Nas próximas campanhas devem ser reduzidos os limites de quantificação dos seguintes elementos/compostos, por terem valores iguais ou superiores ao Limiar: antraceno, benzo(a)antraceno, Dibenz(a,h)antraceno (apenas nas análises feitas pelo LAIST, cf. capítulo 4), 1.1.2.2-Tetracloroetano, Bromometano, cis-1.3-Dicloropropileno, Hexaclorobutadieno, trans-1.3-Dicloropropeno, Hidrocarbonetos Totais do Petróleo e Antimónio (apenas nas análises feitas pela AmbiPar Control, cf. capítulo 5).

Mantém-se importante o acompanhamento do Estado Português dos processos de monitorização e de reabilitação em curso até que se verifique a efetiva reabilitação dos locais contaminados.

Lisboa, LNEC, janeiro de 2023

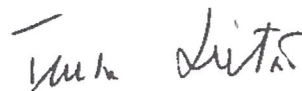
VISTOS

A Chefe do Núcleo de Recursos Hídricos e
Estruturas Hidráulicas



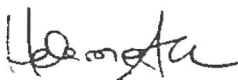
Teresa Viseu

AUTORIA

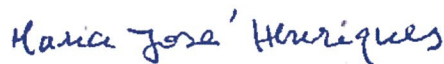


Teresa E. Leitão
Investigadora Principal com Habilitação

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.
- APA, 2021 – **Critérios para a Classificação das Massas de Água**. DRH/DEQA, 2021. https://www.apambiente.pt/sites/default/files/Agua/DRH/ParticipacaoPublica/PGRH/2022-2027/3_Fase/PGRH_3_SistemasClassificacao.pdf
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2020a – **Assessoria Técnica aos Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Apreciação Sumária do "Medical Report – Substantial Impact to Human Health and Safety – Lajes Field Remediation Sites 3001 and 5001"**. LNEC - Proc. 0102/121/22465.Relatório 201/2020 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2020b – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Análise dos Resultados da Monitorização de Águas Subterrâneas realizada em 2020**. LNEC - Proc. 0102/121/22465.Relatório 467/2020 – CD.
- 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.; 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.; HENRIQUES, M.J., 2019 – **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 do ano 2019.**
LNEC - Proc. 0605/121/22161. Relatório 462/2019 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2020 – **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, 2020.** LNEC - Proc. 0605/121/22161. Relatório 299/2020 – DHA/NRE.
- LEITÃO T.E.; HENRIQUES, M.J., 2021 – **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, 2021.** LNEC - Proc. 0605/121/22161. Relatório 274/2021 – DHA/NRE.
- 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.; 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.; MOTA, R.; ANTUNES, M.L., 2020 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Prospeção geofísica e caracterização da qualidade dos solos junto ao Site 5001.** LNEC - Proc. 0102/121/22465. Relatório 308/2020 – CD.
- LEITÃO, T.E.; MARTINS, T.; ANTUNES, M.L., 2023 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Análise dos Resultados da Monitorização de Águas Subterrâneas Realizada em 2022 e Pareceres sobre Projetos ou Estudos Promovidos pela USAFE.** LNEC - Proc. 0605/1201/23217. Relatório 1/2023 – DHA/NRE.
- ME, 2011 – **Groundwater and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act.** Ministry of the Environment April 15, 2011.
- 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. 0606/121/20686. Relatório Conjunto 347/2018 – DHA/NES.
- U.S. Air Force, USAFE, 2020 – **Determination of no Substantial Impact to Human Health and Safety: Lajes Field Sites 3001 and 5001.** AFAFRICA N0379-20//20200504, 2020, maio 2020.

VROM, 2000 – **Dutch Target and Intervention Values**. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke
Ordering en Milieubeheer, 2000.

WHO, 2003 – **Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Drinking Water. Background document for
development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality**
https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/polyaromahydrocarbons.pdf.

ANEXOS

ANEXO I

Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021) ¹	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	0,2			
Antimónio - Sb	mg/L		0,01	0,005			0,02
Arsénio - As	mg/L		0,01	0,01	0,025	1,9	0,06
Bário - Ba	mg/L		1,3		1	29	0,625
Berílio - Be	mg/L				0,004	0,067	0,015
Boro - B	mg/L		2,4	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	0,05	0,81	0,03
Cobalto - Co	mg/L				0,0038	0,066	0,1
Cobre - Cu	mg/L		2	2	0,087	0,087	0,075
Ferro - Fe	mg/L		0,2	0,2			
Fluoreto - F	mg/L		1,5	1,5			
Fósforo - P	mg/L		0,13				
Lítio - Li	mg/L		1,65				
Magnésio - Mg	mg/L						
Manganês - Mn	mg/L		0,05	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	0,02	0,1	0,49	0,075
Potássio - K	mg/L						
Prata - Ag	mg/L				0,0015	0,0015	0,04
Selénio - Se	mg/L		0,03	0,01	0,01	0,063	0,16
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		0,05		1,1	1,1	0,8
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo HTP (C10-C40)	mg/L		0,01		0,75	0,75	

¹ Estes Limiares são os definidos pela APA (2021). A vermelho encontram-se as concentrações que foram alteradas.

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021) ¹	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
BTEX:							
Benzeno	µg/L		1	1	5	44	30
Etilbenzeno	µg/L		4		2,4	2300	150
Meta-para xileno	µg/L		2,4		300	4200	70
Orto-xileno	µg/L			300	4200	70	
Tolueno	µg/L		7		24	18000	1000
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	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	0,5	5
Clorobenzeno	µg/L				30	630	180
Cloroetano	µg/L						
Clorofórmio	µg/L		6		2,4	2,4	400
Clorometano	µg/L						
Dibromoclorometano	µg/L				25	82000	
Dibromometano	µg/L						
Diclorodifluorometano	µg/L				590	4400	

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021) ¹	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Diclorometano	µg/L		20				1000
Hexaclorobutadieno	µg/L				0,44	0,44	
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L		10	10	1,6	1,6	40
Tricloroetileno (TCE)	µg/L			10	1,6	1,6	500
Tetraclorometano	µg/L						10
trans-1.2-Dicloroeteno	µg/L				1,6	1,6	
trans-1.3-Dicloropropeno	µg/L				0,5		
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		0,06		4,1	600	
Acenaftileno	µg/L		1,3		1	1,8	
Antraceno	µg/L		0,0007		2,4	2,4	5
Benzo(a)antraceno	µg/L		0,0001		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	0,75	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L		0,1		0,2	0,2	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L				0,1	0,4	
Indeno(1.2.3.cd)pireno	µg/L				0,2	0,2	0,05
Criseno	µg/L		0,003		0,1	1	0,2
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L		0,0014		0,2	0,52	
Fenantreno	µg/L		0,003		1	580	5
Fluoranteno	µg/L		0,003		0,41	130	1
Fluoreno	µg/L		1,5		120	400	
Naftaleno	µg/L		10		11	1400	70
Pireno	µg/L		0,0023		4,1	68	
Soma de 4 HAP [Benzo(b)fluoranteno + Benzo(g,h,i)perileno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1.2.3.cd)pireno]	µg/L		0,1				

NQ - Normas de Qualidade para águas subterrâneas. Anexo I da DAS. DL 208/2008

L (2021) - Limiar definido no documento "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021)

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

Comparação dos Limiares de qualidade estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021

Parâmetro	Unidade	L (2015)	L (2021)
Alumínio - Al	mg/L	-	0,2
Antimônio - Sb	mg/L	-	0,01
Bário - Ba	mg/L	-	1,3
Boro - B	mg/L	-	2,4
Crómio - Cr	mg/L	-	0,05
Cobre - Cu	mg/L	-	2
Ferro - Fe	mg/L	-	0,2
Fluoretos - F	mg/L	-	1,5
Fósforo - P	mg/L	-	0,13
Lítio - Li	mg/L	-	1,65
Manganês - Mn	mg/L	-	0,05
Níquel - Ni	mg/L	-	0,02
Nitritos	mg/L	-	0,5
Selénio - Se	mg/L	-	0,03
Zinco - Zn	mg/L	-	0,05
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo HTP (C10-C40)	mg/L	-	0,01
BTEX:			
Etilbenzeno	µg/L	1,3	4
Meta-para xileno	µg/L	1,3	2,4
Orto-xileno	µg/L	1,3	
Tolueno	µg/L	1,3	7
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados:			
1,2-Dicloroetano	µg/L	-	3
Cloreto de vinilo	µg/L	-	0,5
Clorofórmio	µg/L	-	6
Diclorometano	µg/L	-	20
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	0,65	10
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	0,65	
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados:			
Metil tert-Butil Éter	µg/L	0,65	-
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)			
Acenafteno	µg/L	0,0065	0,06
Acenaftileno	µg/L	0,013	1,3
Antraceno	µg/L	0,1	0,0007
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,0065	0,0001
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,1	
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	0,1	0,1
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,1	
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/L	0,1	
Criseno	µg/L	0,0065	0,003
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L	0,0065	0,0014
Fenantreno	µg/L	0,0065	0,003
Fluoranteno	µg/L	0,1	0,003
Fluoreno	µg/L	0,0065	1,5

Parâmetro	Unidade	L (2015)	L (2021)
Naftaleno	µg/L	2,4	10
Pireno	µg/L	0,003	0,0023
Soma de 4 HAP [Benzo(b)fluoranteno Benzo(g,h,i)perileno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1,2,3,cd)pireno]	µg/L	-	0,1

"-" Sem valor definido

L (2015) - Limiar definido APA (2015)

L (2021) - Limiar definido no documento "Critérios para a Classificação das Massas de Água" (APA, 2021)

ANEXO III

Parâmetros medidos on site nos pontos de águas subterrâneas durante
as campanhas de 2022

Julho de 2022

Ref.	Amostrador	Data	Prof. Colheita (m)	NA (m)	Prof. (m)	T(°C)	pH	C.E. (uS/cm 25° C)	Eh (mV)	O2 (mg/l)	Alt. boca (m)	OBS.
3001-MW01R, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	4/07/2022	4,16-4,30	4,16	7,73						0	Amostra de água com sedimentos ferrosos
3001-MW01R, F			7,5									
3001-MW01R, M			7,5			18,2	7,61	507	86,2	2,65		
3001-MW02, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	2/07/2022	3,08-3,20	3,08	7,8						-0,055	
3001-MW02, F			7,5									
3001-MW02, M			6			19,6	6,97	514	207	2,5		
3001-MW05, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	4/07/2022	1,97-2,20	1,97	5,9						0	Amostra de água com cheiro a hidrocarbonetos e com sedimentos escuros
3001-MW05, F			5,9									
3001-MW05, M			4			18,4	7,44	871	-40,5	1,91		
S6A, S	Amostrador manual	2/07/2022	6,35-6,50	6,35	11						0	
S6A, F			11									
S6A, M			9			18,8	6,88	315,8	256	2,3		
S6B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	2/07/2022	3,76-4	3,76	8,64						-0,075	Amostra de água com sedimentos acastanhados
S6B, F			8,64									
S6B, M			6			19,7	6,95	580	82,7	2,85		
FP3A, S	Amostrador manual	2/07/2022	9,72-10	9,72	16,06						0,18	Amostra de água com sedimentos escuros
FP3A, F			16									
FP3A, M			13			18,7	6,57	339,5	281	6,4		
FP6A, S	Amostrador manual	2/07/2022	14,5	14,5	37,31						0,5	
FP6A, F			17									
FP6A, M			17			18,7	7,45	386,9	182,4	2,29		
FP6B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	2/07/2022	2,62-2,7	2,62	5,99						0,5	
FP6B, F			5									
FP6B, M			4			19,2	6,83	849	71,1	1,51		
FB5, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	2/07/2022	1,51-1,6	1,51	9,5						0,5	
FB5, F			9,5									
FB5, M			6,5			19,8	7,22	1480	216	3,47		
S5B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	4/07/2022	0,9-1	0,9	5,3						0,18	Amostra de água com sedimentos escuros
S5B, F			4,7									
S5B, M			3			18,4	7,93	822	-109	1,81		
Duplicado (ERSARA)-M88; 3001- MW02		2/07/2022										
Branco de Campo (ERSARA)- M90; 3001-MW02		2/07/2022										

Outubro de 2022

Ref.	Amostrador	Data	Prof. Colheita (m)	NA (m)	Prof. (m)	T(°C)	pH	C.E. (uS/cm 25° C)	Eh (mV)	O2 (mg/l)	Alt. boca (m)	OBS.
3001-MW01R, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	31/10/2022	5,04-5,5	5,04	7,73						0	Amostra de água com sedimentos ferrosos
3001-MW01R, F			7,5									
3001-MW01R, M			7,5			17,7	7,97	513	-18,1	4,65		
3001-MW02, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	29/10/2022	3,18-3,80	3,18	7,8						-0,055	Aquífero superficial
3001-MW02, F			7,5									
3001-MW02, M			6			19,5	7,71	489,9	136,9	2,68		
3001-MW05, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	31/10/2022	2,05-2,50	2,05	5,9						0	Amostra de água com cheiro a hidrocarbonetos e com sedimentos escuros
3001-MW05, F			5,9									
3001-MW05, M			4			18,4	7,54	918	-65	2,38		
S6A, S	Amostrador manual	29/10/2022	6,87-7	6,87	11						0	Amostra de água com cheiro a sulfuretos
S6A, F			11									
S6A, M			9			17,8	7,8	615	92,7	2,72		
S6B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	29/10/2022	3,92-4,20	3,92	8,64						-0,075	Amostra com sedimentos acastanhados mais abundantes no fundo
S6B, F			8,5									
S6B, M			6			19,2	7,25	405,8	22,7	3,4		
FP3A, S	Amostrador manual	29/10/2022	11	10,97	16,06						0,18	Amostra de água com sedimentos escuros
FP3A, F			16									
FP3A, M			13			16,8	6,98	356,3	228,2	6,98		
FP6A, S	Amostrador manual	29/10/2022	15,5	14,93	37,31						0,5	
FP6A, F			17									
FP6A, M			17			18,9	7,81	378,5	138,1	3,24		
FP6B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	29/10/2022	2,82-3	2,82	5,99						0,5	Amostra com sedimentos acastanhados mais abundantes no fundo
FP6B, F			5									
FP6B, M			4			18,4	7,13	781	16	2,6		
FB5, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	29/10/2022	1,37-1,6	1,37	9,5						0,5	
FB5, F			9,5									
FB5, M			6,5			18,7	7,12	1398	215,8	3,7		
S5B, S	Bomba peristáltica de baixo fluxo	03/11/2022	0,81-1	0,81	5,3						0,18	Amostra de água com sedimentos escuros
S5B, F			4,7									
S5B, M			3			18,3	7,98	906	-140,6	2,19		
Duplicado (ERSARA)-M88;FB5		29/10/2022										
Branco de Campo (ERSARA)-M90; FB5		29/10/2022										



www.lnec.pt

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