



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos
promovidos pela USAFE**



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos
promovidos pela USAFE**

Ministério da Defesa Nacional

Lisboa • janeiro 2024

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 33/2024 – DHA/NRE

Título

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela USAFE

Autoria

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

Teresa E. Leitão

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

Tiago N. Martins

Técnico Superior, Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Maria de Lurdes Antunes

Investigadora-Coordenadora, Diretora do Departamento

Colaboração

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

Maria José Henriques

Técnica Superior, Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas

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

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: lnec@lnec.pt

www.lnec.pt

Relatório 33/2024

Proc. 0605/1201/23626

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela USAFE

Resumo

O LNEC encontra-se a apoiar o Ministério da Defesa Nacional (MDN) num conjunto de questões técnico-ambientais relacionadas com a presença, nos últimos 60 anos, do contingente da Força Aérea Americana (USAFE) na Base das Lajes, ilha Terceira.

Em 2023 foi dada continuidade aos trabalhos em curso desde 2018 através da monitorização e amostragem de águas subterrâneas, águas de escorrência da pista de aviação e águas do Paul da Praia. Foram, ainda, apreciados diversos documentos sobre obras e projetos, em curso ou previstos em 2023, que incluem designadamente os Sites 3001, 3003, 5001 e 5014, para avaliar o seu potencial impacte nos solos e águas subterrâneas da área em análise.

Este relatório apresenta os resultados obtidos nos trabalhos de monitorização e amostragem em 2023, analisados no contexto dos resultados de campanhas anteriores e das intervenções realizadas nos Sites. No final apresenta-se um conjunto de conclusões e de recomendações sobre os Sites analisados.

Palavras-chave: Base das Lajes / Análise do estado / Águas subterrâneas / Recomendações

COMPLEMENTARY STUDIES CONCERNING ENVIRONMENTAL REHABILITATION RELATED TO THE USE OF LAJES BASE BY THE USA

Analysis of the groundwater monitoring results from 2023 and opinions on projects or studies promoted by USAFE

Abstract

LNEC is providing technical support to the Ministry of National Defense of Portugal (MDN) in the assessment of environmental issues arising from the presence of the United States Air Force (USAFE) at Lajes Air Base, in Terceira Island, Azores.

In 2023, the monitoring and groundwater sampling underway since 2018 has continued, together with the sampling of runaway runoff water and Paul da Praia water. Several documents on works and projects during 2023 were also reviewed, both ongoing and planned, including those from Sites 3001, 3003, 5001 and 5014. Its aim was to assess their potential impact on soil and groundwater in the area.

This report presents the results obtained from monitoring and sampling work in 2023, analysed in the context of the results of both the previous campaigns and the interventions carried out. At the end, a set of conclusions and recommendations on the Sites analysed are presented.

Keywords: Lajes Base / Condition analysis / Groundwater / Recommendations

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

Índice

1	Introdução	1
2	Campanhas realizadas, procedimentos de amostragem e métodos de avaliação utilizados	3
3	Critérios para a classificação do estado químico das águas subterrâneas e suas alterações	4
4	Caracterização da evolução da situação nos Sites em aberto e nas áreas envolventes.....	9
4.1	Site 3001: <i>Main Gate</i>	9
4.1.1	Contexto histórico	9
4.1.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	10
4.1.3	Plano de monitorização	11
4.1.4	Espessuras de LNAPL.....	11
4.1.5	Resultados obtidos	12
4.1.6	Conclusões e recomendações	18
4.2	Site 3003: <i>Main Power Plant</i>	19
4.2.1	Contexto histórico	19
4.2.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	20
4.2.3	Plano de monitorização	20
4.2.4	Resultados obtidos	21
4.2.5	Conclusões e recomendações	27
4.3	Site 5001: <i>South Tank Farm</i>	29
4.3.1	Contexto histórico	29
4.3.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	30
4.3.3	Plano de monitorização	30
4.3.4	Resultados obtidos	31
4.3.5	Conclusões e recomendações	43
4.4	Site 5002: <i>Cinder Pit Fuel Tanks</i>	44
4.4.1	Contexto histórico	44
4.4.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	45
4.4.3	Plano de monitorização	45
4.4.4	Resultados obtidos	46
4.4.5	Conclusões e recomendações	51
4.5	Site 5003: <i>North Storm Sewer Drainage Outfall</i>	52
4.5.1	Contexto histórico	52
4.5.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	53
4.5.3	Plano de monitorização	53
4.5.4	Resultados obtidos	53
4.5.5	Conclusões e recomendações	59
4.6	Site 5008: <i>Cinco Picos Globe</i>	60
4.6.1	Contexto histórico	60
4.6.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	61
4.6.3	Plano de monitorização	61
4.6.4	Resultados obtidos	61
4.6.5	Conclusões e recomendações	65
4.7	Site 5009: <i>Cume da TACAN</i>	66
4.7.1	Contexto histórico	66
4.7.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	67
4.7.3	Conclusões e recomendações	68

4.8	Site 5010: <i>Medium Port Command</i>	68
4.8.1	Contexto histórico	68
4.8.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	69
4.8.3	Plano de monitorização	69
4.8.4	Resultados obtidos	69
4.8.5	Conclusões e recomendações	75
4.9	Site 5014: <i>Former Running Track</i>	76
4.9.1	Contexto histórico	76
4.9.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023	77
4.9.3	Plano de monitorização	78
4.9.4	Resultados obtidos	79
4.9.5	Conclusões e recomendações	86
4.10	Furos no aquífero basal	87
4.10.1	Considerações gerais	87
4.10.2	Plano de monitorização	87
4.10.3	Resultados obtidos	88
4.10.4	Conclusões e recomendações	93
5	Pareceres sobre outros projetos ou estudos promovidos pela USAFE.....	94
5.1	Considerações introdutórias	94
5.2	Renovação interior e exterior dos edifícios T-618 e T-619.....	94
5.3	Renovação global do edifício T-169	94
5.4	Renovação global do edifício T-810 para acolher as funções atualmente em curso edifício T-815.....	95
5.5	Renovação do edifício T-827	95
6	Conclusões e recomendações	96
7	Referências bibliográficas	106
	ANEXOS.....	111
	ANEXO I Síntese dos trabalhos realizados pelo LNEC, no âmbito do apoio ao MDN nos assuntos relacionados a contaminação de solos e de águas subterrâneas	113
	ANEXO II Apresentação efetuada pelo LNEC na reunião de 2 de fevereiro de 2023.....	119
	ANEXO III Apresentação efetuada pelo LNEC na reunião de 9 de novembro de 2023.....	129

Índice de figuras

Figura 1.1 – Mapa dos Sites em análise pelo LNEC em 2023	2
Figura 4.1 – Mapa do Site 3001	9
Figura 4.2 – Espessuras de LNAPL em piezómetros dos Sites 3001 e 5001	12
Figura 4.3 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 3001	15
Figura 4.4 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 3001	16
Figura 4.5 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 3001	17
Figura 4.6 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 3001	17
Figura 4.7 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3001 em 2023	18
Figura 4.8 – Mapa do Site 3003	19
Figura 4.9 – Perspetiva dos solos removidos no Site 3003	20
Figura 4.10 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 3003	25
Figura 4.11 – Concentração em COV nos piezómetros do Site 3003	26
Figura 4.12 – Concentração em HAP nos piezómetros do Site 3003	27
Figura 4.13 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2023	28
Figura 4.14 – Mapa do Site 5001	29
Figura 4.15 – LNAPL presentes no piezómetro 5001-MW08, em julho de 2023.....	35
Figura 4.16 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 5001	36
Figura 4.17 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5001	37
Figura 4.18 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 5001	37
Figura 4.19 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 5001	38
Figura 4.20 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001	39
Figura 4.21 – Concentração em BTEX e COV nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001	39
Figura 4.22 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001	40
Figura 4.23 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5001 e jusante em 2023	43
Figura 4.24 – Mapa do Site 5002	44
Figura 4.25 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 5002	49
Figura 4.26 – Concentração em COV nos piezómetros do Site 5002	50
Figura 4.27 – Concentração em HAP nos piezómetros do Site 5002	50
Figura 4.28 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5002 em 2023	51
Figura 4.29 – Mapa do Site 5003	52
Figura 4.30 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2023	59
Figura 4.31 – Mapa do Site 5008	60
Figura 4.32 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2023	65
Figura 4.33 – Área intervencionada no Site 5009 em 2022 (origem: Transjet, 2022)	67
Figura 4.34 – Mapa do Site 5010	69
Figura 4.35 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5010	73
Figura 4.36 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5010	74
Figura 4.37 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5010	74
Figura 4.38 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2023	75

Figura 4.39 – Mapa do Site 5014	77
Figura 4.40 – Pormenor da substituição de tubagem do <i>pipeline das Lajes</i>	78
Figura 4.41 – Concentrações em HTP nas águas subterrâneas do Site 5014.....	83
Figura 4.42 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5014	84
Figura 4.43 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5014	84
Figura 4.44 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5014	85
Figura 4.45 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2023	86
Figura 4.46 – Mapa da localização dos furos do aquífero basal (FB)	87
Figura 4.47 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal.....	91
Figura 4.48 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	92
Figura 4.49 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal.....	92
Figura 4.50 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2023	93
Figura 6.1 – Diagrama de box-plot das concentrações em Hidrocarbonetos Totais do Petróleo nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023	98
Figura 6.2 – Diagrama de box-plot das concentrações em benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023	99
Figura 6.3 – Diagrama de box-plot das concentrações em Carbonos Orgânicos Voláteis nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023	100
Figura 6.4 – Diagrama de box-plot das concentrações em Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023.....	101

Índice de quadros

Quadro 3.1 – Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados	4
Quadro 4.1 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3001	11
Quadro 4.2 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e furos do Site 3001 e outras áreas, julho de 2023	13
Quadro 4.3 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e furos do Site 3001 e outras áreas, outubro de 2023	14
Quadro 4.4 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3003	21
Quadro 4.5 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 3003, em 2023	23
Quadro 4.6 – Principais características dos pontos de água amostrados no Site 5001 e área envolvente	31
Quadro 4.7 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em julho de 2023	33
Quadro 4.8 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em outubro de 2023	34
Quadro 4.9 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Paul, a sul do Site 5001	41
Quadro 4.10 – Principais características do piezómetro do Site 5002	45
Quadro 4.11 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Site 5002	47
Quadro 4.12 – Resultados das análises químicas de amostras de água de escorrência recolhidas no Site 5003	55
Quadro 4.13 – Resultado da qualidade dos sedimentos/solos recolhidos à saída do ponto de descarga da água de drenagem da pista no Site 5003, em julho de 2023	58
Quadro 4.14 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no furo do Site 5008	63
Quadro 4.15 – Principais características dos piezómetros do Site 5010	69
Quadro 4.16 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 5010, em 2023	71
Quadro 4.17 – Principais características dos piezómetros e do poço do Site 5014	78
Quadro 4.18 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em julho de 2023	81
Quadro 4.19 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em outubro de 2023	82
Quadro 4.20 – Principais características dos furos do aquífero basal amostrados	87
Quadro 4.21 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos furos do aquífero basal, em 2023	89
Quadro 6.1 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas entre 2018 e 2023	97
Quadro 6.2 – Resumo das principais conclusões e recomendações relativamente aos locais analisados em 2023	103

Agradecimentos

Agradece-se à Dr.^a Maria José Henriques pela preparação e participação na realização da campanha de monitorização, bem como pela revisão cuidada do texto.

Ao Comando Português da Zona Aérea dos Açores, através da Tenente-Coronel Marina Faustino, agradece-se toda a ajuda na preparação e coordenação das diversas atividades necessárias a apoiar as diferentes campanhas realizadas pelo LNEC.

Finalmente, agradece-se o apoio das Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, através do Eng. Vítor Berbereia, nomeadamente na logística de acesso aos locais militares.

Glossário

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

AHC - Hidrocarbonetos aromáticos (*Aromatic Hydrocarbon Compounds*)

AST - Reservatório de armazenamento superficial (*Aboveground Storage Tank*)

BTEX - Benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos

CHC - Hidrocarbonetos clorados (*Chlorinated hydrocarbons*)

COV (ou VOC) - Compostos Orgânicos Voláteis

DCE - Dicloroetano

DCEta - Dicloroetano

DISCO - *Discovery of Suspected and Contaminated Site Study*

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

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

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

HAP (ou PAH) - Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ou polinucleares

HTP (ou TPH) - Hidrocarbonetos totais do petróleo

l.q. - limite de quantificação (a menor quantidade de um composto ou elemento numa amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis)

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

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LREC - Laboratório Regional de Engenharia Civil dos Açores

n.a. - não aplicável

MTBE - Éter metil terc-butílico

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

NQA – Norma de Qualidade Ambiental (relativa aos conjunto de valores de referência referidos no Quadro 3.1)

OWS - Separadores óleo – água (*Oil Water Separator*)

PCB - Bifenilos policlorados

UST - Reservatório de armazenamento subterrâneo (*Underground Storage Tank*)

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

1 | Introdução

Desde 2015 que o LNEC está a apoiar o Ministério da Defesa Nacional (MDN) nas questões de carácter técnico-ambiental relacionadas com a utilização da Base das Lajes, na ilha Terceira, por parte do contingente da Força Aérea Americana (USAFE). As principais questões ambientais em análise decorrem da contaminação de solos e de águas subterrâneas resultantes do armazenamento e do manuseamento de combustíveis e outras substâncias poluentes, inerentes às operações realizadas pela USAFE no passado.

O conjunto de trabalhos realizados pelo LNEC no âmbito do apoio ao MDN, nos assuntos relacionados a contaminação de solos e de águas subterrâneas, encontra-se sintetizado no Anexo I.

No ano 2023, o MDN enviou dez projetos da USAFE para análise, oito dos quais mereceram a elaboração de parecer LNEC atendendo às suas potenciais implicações na componente ambiental (cf. Leitão, 2023a e 2023b):

- *P-281-22 HAAZ Request Renovate T-705.*
- *P-290-22 HAAZ Request to Convert T-169.*
- *P-291-22 Request to Convert T-827.*
- *P-294-22: a) Request to Renovate T-810; b) Demolish T-815.*
- *P-113-23 233-CT-MQNA 18-1017 Renovate T-618 with Yard for COMM.*
- *P-114-23 234-CT-MQNA 18-1908 Renovate T-619 for COMM Storage.*
- *P-124-23 235- MQNA 2021-00005 Enterprise Land Mobile Radio Resiliency (ELMR).*

Foram, igualmente, analisados os dados enviados pela USAFE relativamente às obras efetuadas no Site 5009.

Prosseguiu-se a análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas, de águas de escorrência da pista e da água do Paul da Praia, através de duas campanhas realizadas em 2023. A monitorização da qualidade das águas subterrâneas foi realizada nos seguintes oito, de nove Sites que estavam "em aberto" (cf. Figura 1.1) atendendo a que o Site 5009 (Cume da TACAN) não tem piezómetros pois o nível de águas subterrâneas é muito profundo:

- Site 3001: *Main Gate*
- Site 3003: *Main Power Plant*
- Site 5001: *South Tank Farm*
- Site 5002: *Cinder Pit Fuel Tanks*
- Site 5003: *North Storm Sewer Drainage Outfall*
- Site 5008: *Cinco Picos Globe*
- Site 5010: *Medium Port Command*
- Site 5014: *Former Running Track*

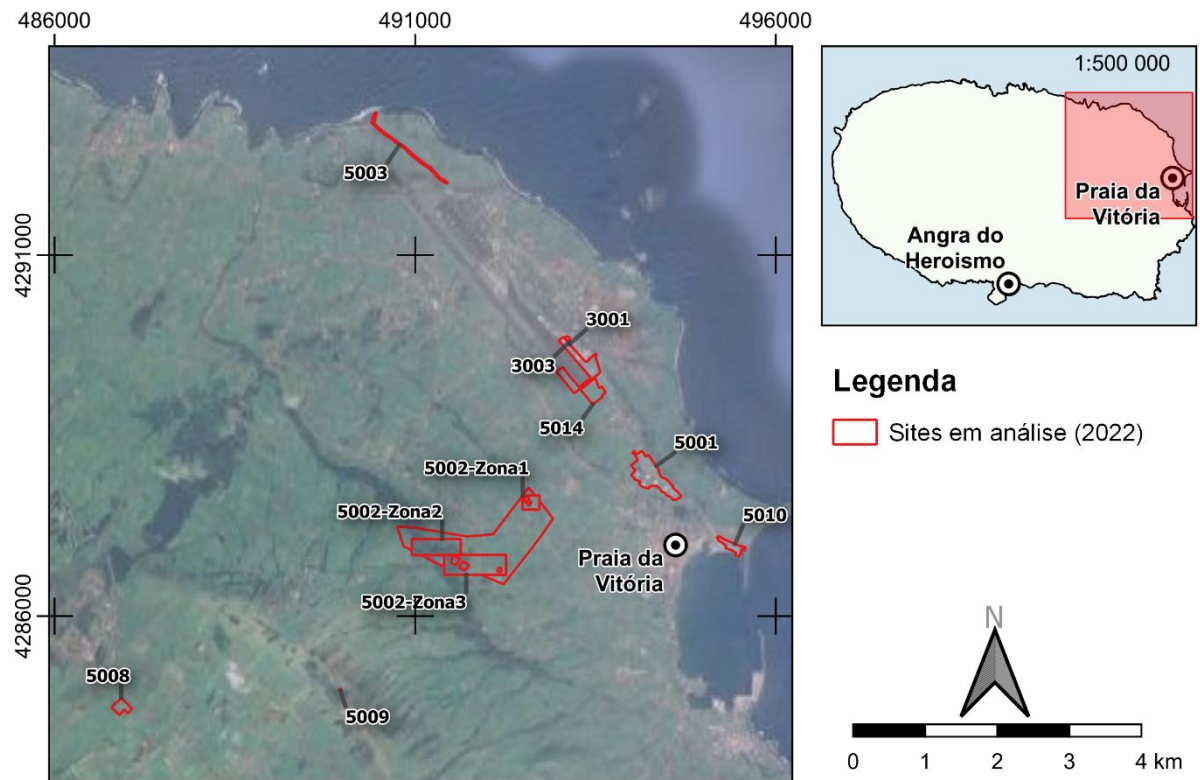


Figura 1.1 – Mapa dos Sites em análise pelo LNEC em 2023

Em 2023, o LNEC participou em duas reuniões da Comissão Técnica, a 6 de janeiro e a 3 de novembro.

As reuniões de peritos entre os USA e Portugal onde o LNEC participou foram cinco, realizadas por videoconferência, a 2 de fevereiro, 6 de abril, 5 de maio, 7 de junho e 9 de novembro. Nos Anexos II e III encontram-se as apresentações efetuadas pelo LNEC nas reuniões de 2 de fevereiro e de 9 de novembro.

2 | Campanhas realizadas, procedimentos de amostragem e métodos de avaliação utilizados

Em 2023 foram realizadas duas campanhas de amostragem de águas subterrâneas, dando seguimento aos trabalhos de monitorização desenvolvidos desde 2018 para o MDN. As campanhas decorreram de 2 a 7 de julho e de 22 a 27 de outubro. Na campanha de julho foi, ainda, feita uma recolha de amostras de sedimentos no Site 5003.

Os procedimentos de amostragem de águas subterrâneas mantiveram-se idênticos aos das campanhas anteriores e incluíram a recolha de três tipos de amostras de água em cada ponto de amostragem, procurando obter o pior cenário de concentração de contaminantes. Assim, (1) a amostra para análise dos hidrocarbonetos menos densos do que a água (que, quando estão presentes em quantidade, formam *Light Non-Aqueous Phase Liquids*, LNAPL, *i.e.*, HTP, BTEX e COV) foi recolhida junto ao contacto do nível piezométrico; (2) a amostra para analisar os hidrocarbonetos mais densos do que a água (que, quando estão presentes em quantidade, formam *Dense Non-Aqueous Phase Liquid*, DNAPL, *i.e.*, HAP) foi recolhida junto à base do piezómetro e (3) a amostra para analisar os restantes parâmetros foi recolhida no final das amostragens anteriores. Nos furos do aquífero basal a amostragem é feita apenas a uma profundidade, entre 1 e 3 m abaixo do nível piezométrico.

Foram efetuadas amostras completas de duplicados que confirmaram a fiabilidade dos resultados obtidos em quase todos os parâmetros, ao apresentarem concentrações idênticas entre si. Contudo, na amostra duplicada de outubro, verificou-se a presença de clorometano, p-Isopropiltolueno e tert-Butil álcool, bem como de alguns HAP, na amostra original, mas no duplicado não. As concentrações medidas estão muito próximas dos limites de quantificação e estão dentro da margem de erro de amostragem.

O branco de campo (*i.e.*, amostra de água destilada colocada dentro dos frascos que são abertos durante o procedimento de amostragem) esteve colocado junto ao piezómetro 3001-MW05R e apresentou contaminação em diversos hidrocarbonetos. De facto, na altura da amostragem observou-se a passagem de diversos veículos a combustão, com efeito na contaminação da água. Importa que a amostragem se faça procurando evitar alturas de contaminação do ar e manter os procedimentos de abertura dos frascos apenas quando se faz a amostragem.

Neste relatório apresenta-se um conjunto de mapas por Site com a síntese da qualidade das águas subterrâneas, apresentada por ponto de amostragem, onde se refere a situação encontrada para hidrocarbonetos totais do petróleo (HTP), benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos (BTEX), compostos orgânicos voláteis (COV) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), se inferior ao limite de quantificação (l.q.), entre o l.q. e o valor de referência ou superior ao valor de referência.

3 | Critérios para a classificação do estado químico das águas subterrâneas e suas alterações

Os critérios que têm vindo a ser utilizados para a classificação do estado químico das águas subterrâneas da área em estudo têm por base a 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 posteriormente definidos pela Autoridade Nacional da Água (Agência Portuguesa do Ambiente, APA) em 2015 e revistos em 2021. No total foram estabelecidos Limiares para 54 substâncias.

Para os parâmetros químicos não contemplados, nem na DAS nem nos Limiares, são utilizados como referência os novos valores paramétricos definidos no Decreto-Lei n.º 69/2023, de 21 de agosto (que substituiu o Decreto-Lei n.º 152/2017 apresentando alterações em relação aos VP para antimónio, boro, PCD, TCE e três HAP), 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 e não potáveis, e a legislação da Holanda relativa aos valores a partir dos quais se considera que deve haver intervenção.

No Quadro 3.1 sintetiza-se o conjunto de documentos normativos usado, apenas para os parâmetros analisados neste estudo, com 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 Diretiva das Águas Subterrâneas.
- L - Limiares (APA, 2021).
- VP - Valor Paramétrico, DL 69/2023 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).

Quadro 3.1 – Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)	VP (2023)	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			

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)	VP (2023)	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Sulfatos	mg/L		250	250			
Alumínio - Al	mg/L		0,2	0,2			
Antimónio - Sb	mg/L		0,01	0,01			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	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	0,03	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	
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-Dicloroetano	µg/L				1,6	1,6	10
1.1-Dicloropropileno	µg/L						

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)	VP (2023)	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
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-Dicloroetano	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	
Diclorometano	µg/L		20				1000
Hexaclorobutadieno	µg/L				0,44	0,44	
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L				1,6	1,6	40
Tricloroetileno (TCE)	µg/L		10	10	1,6	1,6	500
Tetraclorometano	µg/L						10
trans-1.2-Dicloroetano	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						

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)	VP (2023)	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
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				0,2	0,2	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L		0,1	0,1	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	

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

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

VP (2023) - Valor Paramétrico. DL 69/2023 - 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*

As alterações assinaláveis entre os Limiares estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021, e agora no Decreto-Lei n.º 69/2023 relativo à qualidade da água destinada ao consumo humano, têm implicações na interpretação evolutiva dos dados de monitorização a dois níveis, por exemplo: a) águas com valores acima de 0,65 µg/L de TCE eram consideradas contaminadas em 2015 mas atualmente apenas o são se o seu valor, somado ao de PCE, exceder os 10 µg/L; b) o oposto também se observa, e.g. para o antraceno e o fluoranteno. A análise que se apresenta tem sempre em conta a legislação em vigor à data do relatório.

Por outro lado, a diminuição dos valores referência (Limiares e VP) tem conduzido a que os laboratórios de análises químicas procurem reduzir os limites de quantificação até aos valores mínimos analiticamente possíveis. Assim, registam-se situações em que se observam concentrações contaminantes acima dos l.q. pela primeira vez em 2023, mas tal pode dever-se apenas ao facto do l.q. ser menor, uma vez que as concentrações estão abaixo do l.q. anteriormente usado.

4 | Caracterização da evolução da situação nos Sites em aberto e nas áreas envolventes

4.1 Site 3001: *Main Gate*

4.1.1 Contexto histórico

O Site 3001 tem cerca de 19 hectares e localiza-se entre a Porta de Armas e o edifício T-715, ao longo da Avenida do Império e, do lado sul e oeste, ao longo da vedação incluindo a área "Apron A" e a antiga área de "5 Hydrants" (Figura 4.1).

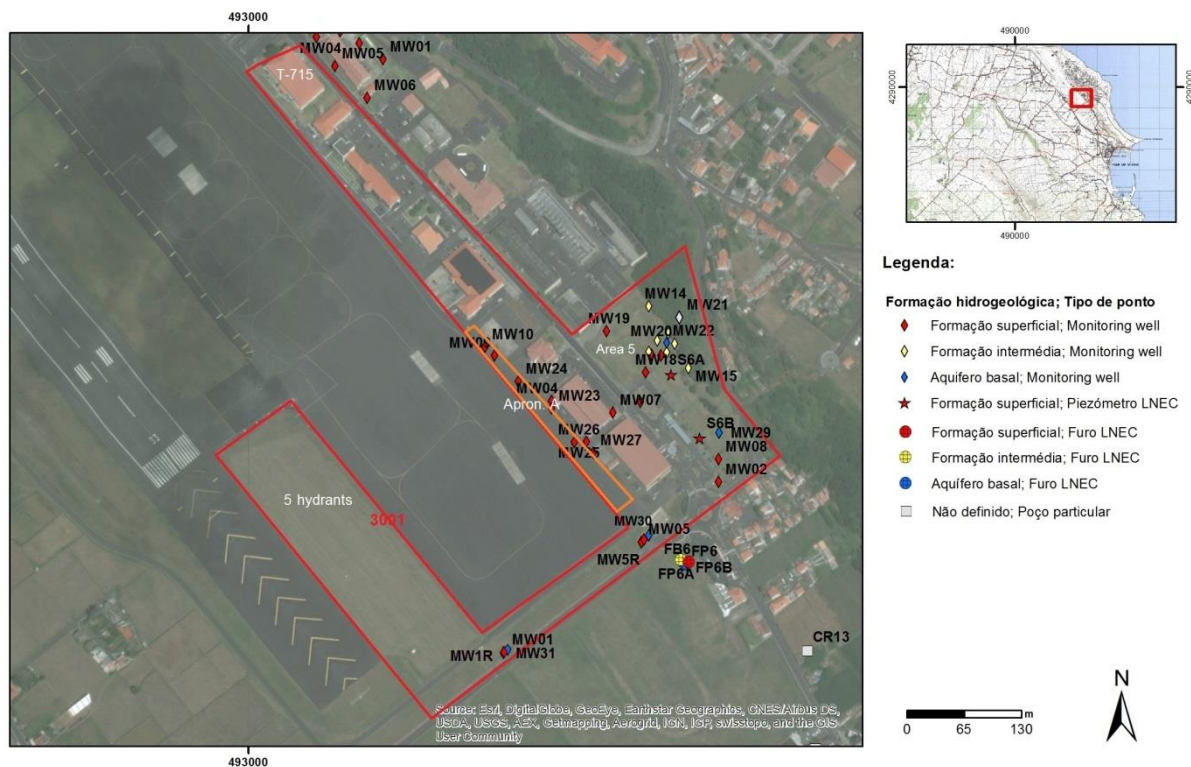


Figura 4.1 – Mapa do Site 3001

As principais questões ambientais em causa neste Site relacionam-se com a presença de hidrocarbonetos nos solos e nas águas subterrâneas em diversos locais, como resultado de fugas de combustível em depósitos e *pipelines* ao longo de diversos anos. Os principais focos são os depósitos de combustível localizados na Area 5 e na zona Apron A, para além da ligação a diferentes sistemas de *pipelines* vindos da South Tank Farm (Site 5001) e dos antigos tanques da Cova das Cinzas (Site 5002) e do Cabrito (Site 5007). Acresce a ligação ao sistema de reabastecimento abandonado dos 5 Hydrants (1950s a 1993). Pese embora os *pipelines* antigos estarem desativados e esvaziados (com os últimos trabalhos relativos aos *pipelines* do Cabrito e da Cova das Cinzas terminados em 2016), mantendo-se apenas a ligação atual à South Tank Farm (e ligações antigas aparentemente não

inertizadas), muitas destas infraestruturas tiveram diversas fugas de combustíveis ao longo dos anos, algumas delas já em 2016, junto aos piezómetros 3001-MW01R e 3001-MW31.

O Site 3001 tem vindo a ser alvo, desde 2012 (embora com diversas interrupções, em especial desde 2017), de um conjunto de ações de reabilitação pela USAFE que se podem sintetizar em três fases: (1) a remoção das fontes de contaminação existentes (*e.g. pipelines*); (2) remoção da contaminação principal, *i.e.*, os hidrocarbonetos que sobrenadam o nível piezométrico ou LNAPL (*Light Non-Aqueous Phase Liquid*) e (3) remoção dos contaminantes presentes nos solos e dissolvidos nas águas subterrâneas.

Resultados recentes mostram ter havido um ressurgimento de LNAPL em diversos locais, podendo inclusive ainda haver fontes de contaminação por hidrocarbonetos, conforme a anomalia geofísica de baixa resistividade identificada em Leitão, Mota e Antunes (2019). Atendendo às concentrações em LNAPL verificadas nos piezómetros junto à zona *Apron A* (cf. secção 4.1.3) é possível que ainda haja combustível em antigos *pipelines*, estando previstos trabalhos de reabilitação para 2024 (cf. secção 4.1.2).

4.1.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Ainda em 2022, com base no estudo efetuado pela USAFE sobre o escoamento das águas subterrâneas no aquífero basal na área envolvente do Site 3001, foi revogada a Determinação de Nenhum Impacto Substancial à Saúde e Segurança Humana para o Site 3001 e foi autorizado retomar as atividades de monitorização e reabilitação daquele local.

As atividades programadas incluíram os seguintes aspetos (cf. documentos intitulados "Perform Spill Response Activities" e "Well Survey at Lajes Field, Azores, Portugal", *sem proposta à CT*):

- o levantamento do estado de conservação dos piezómetros no Site 3001, visando avaliar as condições em que se encontram e se, eventualmente, estão a funcionar como *by-pass* entre formações hidrogeológicas distintas, para determinação do reparo ou fecho dos mesmos.
- a remoção de LNAPL junto ao antigo pipeline situado nas proximidades do piezómetro 3001-MW04 (junto ao edifício T-751 na *Apron A*), inertização do mesmo e remoção de até 300 metros cúbicos de solo potencialmente contaminado, caso seja encontrado produto derramado.
- a perfuração de três piezómetros adicionais para auxiliar na monitorização da área entre a zona contaminada e os furos de captação da USAFE.

Em 2023 apenas o levantamento do estado dos piezómetros foi realizado, estando previsto o seu reporte no verão de 2024. As ações subsequentes, para manter ou fechar os piezómetros de monitorização, serão coordenadas com o LNEC.

O início das restantes ações está previsto para breve, iniciando primeiro a inertização do pipeline, com remoção de LNAPL e solos contaminados, para depois se seguir a perfuração de três piezómetros, possivelmente no início de 2024 numa altura de menor tráfego aéreo.

Em 2023 foi, ainda, proposta uma intervenção no edifício T-705 junto aos piezómetros 3001-MW04 e 3001-MW23 (com LNAPL), e muito próximo do limite do perímetro de proteção alargada do furo de

captação para abastecimento do Juncal 1 (Henriques, Martins e Lobo Ferreira, 2013), tendo sido chamada a atenção em Parecer (Leitão, 2023a) para a sensibilidade ambiental desta área e para os perigos acrescidos, como a eventual libertação de contaminantes orgânicos voláteis e perigo de explosão, durante a obra. Foram, ainda, feitos outros pedidos de intervenção dentro do Site 3001 (e.g., MQNA 2021-00005 Enterprise Land Mobile Radio Resiliency) para a instalação de suportes de antenas, mas sem impactes na qualidade dos solos e águas subterrâneas (Leitão, 2023b).

4.1.3 Plano de monitorização

A monitorização do Site 3001 inclui a análise da qualidade das águas subterrâneas em piezómetros e furos localizados dentro do Site (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3001

Ponto	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)
3001-MW5R	493448,58	4289285,49	52,83	5,5	1,5	5,5
3001-MW07	493413,46	4289429,29	52,36	11,0	3,0	9,0
3001-MW08	493533,60	4289376,49	53,96	10,0	3,0	8,0
3001-MW18	493450,60	4289475,10	54,71	10,0	4,0	10,0
3001-MW25	493383,70	4289396,80	52,11	9,0	2,0	9,0
3001-MW27	493391,20	4289383,70	52,21	10,0	1,0	10,0
3001-MW30	493453,07	4289289,61	52,79	67,0	63,0	67,0
3001-MW31	493294,88	4289160,54	54,56	57,2	51,5	57,2

Os piezómetros 3001-MW04, 3001-MW20 e 3001-MW23 não foram amostrados por conterem LNAPL, sendo de esperar elevadas concentrações nos diversos compostos químicos em análise.

4.1.4 Espessuras de LNAPL

A Figura 4.2 apresenta as espessuras de LNAPL observadas nos últimos 11 anos.

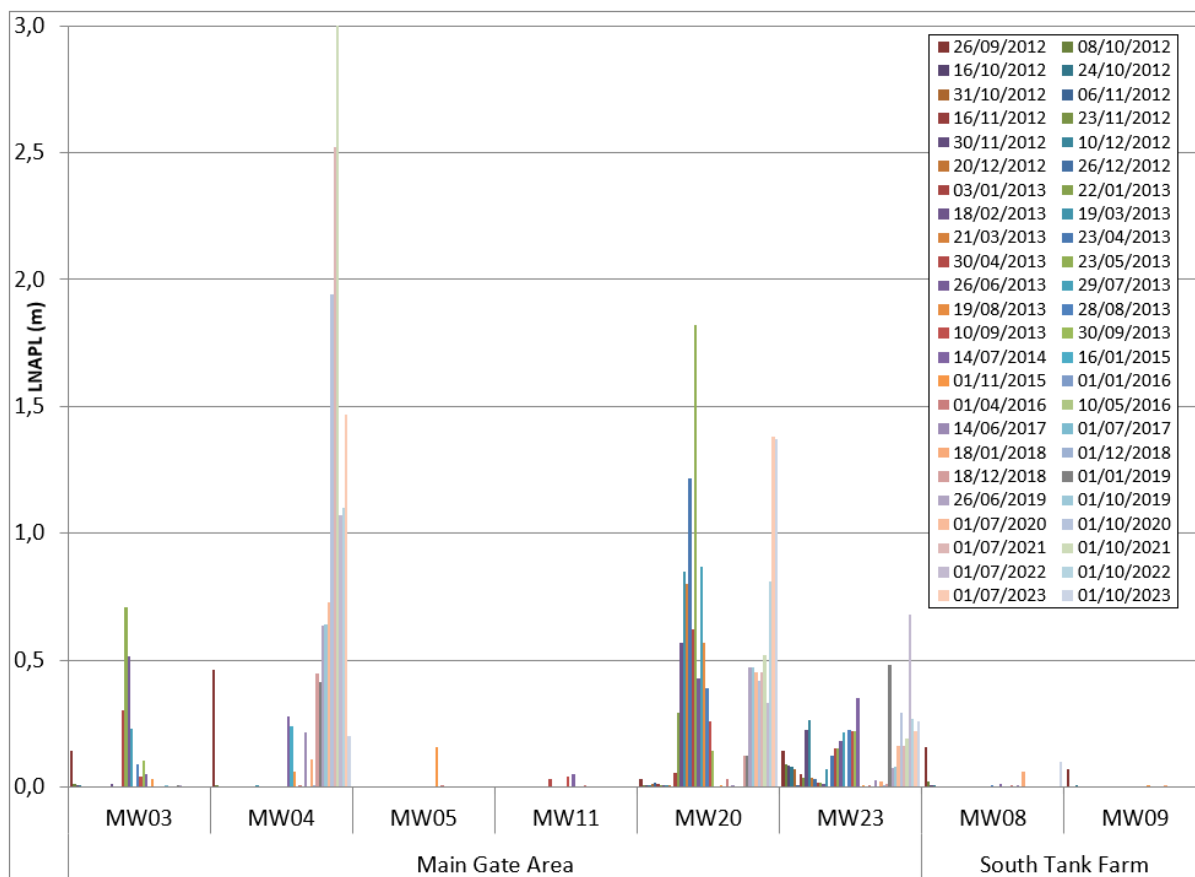


Figura 4.2 – Espessuras de LNAPL em piezómetros dos Sites 3001 e 5001

As variações da espessura de LNAPL tem sido assinaláveis ao longo dos anos. Presume-se que o decréscimo nas espessuras verificado nos piezómetros se devam à remoção de LNAPL, feita pela USAFE, mas não se possuem elementos que confirmem esta afirmação (embora solicitados em diversas ocasiões). No entanto, já houve períodos em que não houve remoção de LNAPL mas onde foram registados decréscimos de espessura de LNAPL, tendo a USAFE atribuído o decréscimo a um sismo registado e passagem para níveis inferiores no solo, podendo também ter danificado os piezómetros. Também se presumiu que o piezómetro 3001-MW04 pudesse ter os ralos de entrada de água colmatados. Estas, e outras, questões conduziram ao início dos trabalhos referidos na secção 4.1.2. Espera-se que os mesmos permitam esclarecer as variações encontradas, entre diversos outros aspetos.

4.1.5 Resultados obtidos

O Quadro 4.2 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e nos furos do Site 3001 e áreas envolventes, em julho de 2023 e o Quadro 4.3 apresenta os resultados relativos a outubro de 2023.

Quadro 4.2 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e furos do Site 3001 e outras áreas, julho de 2023

Designação local	3001-MW05R	3001-MW07	3001-MW08	3001-MW18	3001-MW25	3001-MW27	3001-MW30	3001-MW31	Data amostragem		Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
									04-07-2023	04-07-2023				
Parâmetro	Unidade									Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências acima do limite de quantificação	
In situ														
Temperatura	oC	20,8	22,1	22,0	24,2	23,1	22,2	20,6	19,9	-	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,38	7,80	7,62	7,95	7,71	7,81	7,30	7,61	LQ e L	5,5; 9	0	-	
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	795	341	691	445	373	243	562	399	LQ e L	2500	0	-	
Potencial redox (Eh)	mV	-44,0	77,7	79,9	89,8	-90,8	-47,6	111,9	105,9	-	-	-	-	
Oxigénio dissolvido	mg/L	1,56	1,84	3,06	4,76	1,40	0,96	3,59	4,69	-	-	-	-	
Parâmetros agregados														
Índice de fenóis	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	0,003	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,89	0	1	
Iões maiores														
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	200	150	260	160	180	110	180	120	-	-	-	-	
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	-	-	
Cloreto - Cl	mg/L	150	23	74	44	22	17	93	66	L	250	0	-	
Nitrato - NO ₃	mg/L	-0,10	1,90	-0,10	-0,10	-0,10	0,15	0,50	1,80	NQ	50	0	-	
Sulfato - SO ₄	mg/L	5	9,6	10	20	2	1,90	26	13	L	250	0	-	
Cálcio - Ca	mg/L	33	14	36	21	32	20	11	9,5	-	-	-	-	
Magnésio - Mg	mg/L	27	8,60	18	9,50	7,1	3,30	15	11	-	-	-	-	
Potássio - K	mg/L	17	22	12	9,80	7,2	8,4	14	13	-	-	-	-	
Sódio - Na	mg/L	66	36	70	55	27	27	88	56	VP	200	0	-	
Metais em solução														
Alumínio - Al	mg/L	0,56	-0,10	-0,10	-0,10	0,12	0,25	-0,10	0,28	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	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	-	
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1,3	0	-	
Berílio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	-	
Boro - B	mg/L	0,13	0,11	-0,10	0,54	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	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	-	
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	-	
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0	-	
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	2	0	-	
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	-	
Ferro total (Fe total)	mg/L	14,0	-0,05	0,35	2,0	12,00	3,10	0,06	1,10	L	0,2	6	-	
Ferro (II)	mg/L	12	-0,05	0,12	0,27	0,92	0,38	0,06	0,15	-	-	-	-	
Ferro (III)	mg/L	2,90	-0,05	0,24	1,8	11,00	2,70	-0,05	0,90	-	-	-	-	
Fluoreto - F	mg/L	0,80	1,10	0,65	0,45	1,00	1,30	0,51	0,35	L	1,5	0	-	
Fosfato - PO ₄	mg/L	-0,15	-0,15	0,41	0,21	0,47	0,23	0,54	0,40	L	0,40	4	-	
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,010	0,005	0,005	L	1,65	0	-	
Manganés - Mn	mg/L	3,97	2,02	1,91	0,71	0,83	0,39	0,31	1,06	L	0,05	8	-	
Merúrio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	-	
Molibdênio - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,07	0	-	
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	-	
Selénio - Se	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,03	0	-	
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	-	
Titânio - Ti	mg/L	0,014	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,006	0,022	-	-	-	-	
Vanádio - V	mg/L	0,0014	0,0006	0,0014	0,0007	0,0004	0,0007	0,0012	0,0084	Canadá	0,0062	1	-	
Zinco - Zn	mg/L	0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	L	0,05	0	-	
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP														
HTP (C10-C40)	µg/L	290	-38	-38	-38	75	78	-38	-38	L	10	3	3	
HTP (C10-C12)	µg/L	35	-10	-10	-10	34	35	-10	-10	-	-	-	3	
HTP (C12-C16)	µg/L	180	-10	-10	-10	32	37	-10	-10	-	-	-	3	
HTP (C16-C21)	µg/L	48	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-	1	
HTP (C21-C30)	µg/L	15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	-	1	
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-	0	
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	-	0	
BTEX														
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0	
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	0,05	-0,05	-0,05	L	4	0	2	
Meta-para-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	-	1	
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	-	0	
Tolueno	µg/L	0,07	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	7	0	1	
Soma BTEX	µg/L	0,07	0,10	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	-	-	-	4	
Soma xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	1	
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados														
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	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	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	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-Dicloroeteno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	Canadá	1,6	0	1	
1,1-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,4	-0,2	-	-	-	1	
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,8	-0,1	Canadá	70	0	1	
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	Canadá	3	0	1	
1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,7	-0,1	L	3	0	1	
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,8	-0,1	-	-	-	1	
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,4	-0,1	Canadá	1	0	1	
2,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
2-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
4-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
Bromobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
Bromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	-	0	
Bromodichlorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0	0	
Bromometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,89	0	0	
cis-1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	9,7	-0,1	Canadá	1,6	1	1	
cis-1,3-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,5	0	0	
cis+trans 1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	11,0	-0,2	-	-	-	1	
Cloreto de vinilo	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	0,5	0	0	
Clorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	2,1	-0,1	Canadá	30	0	1	
Cloroetano	µg/L	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-	-	-	0	
Clorofórmio (ou Triclorometano)														

Em 2023, em ambas as campanhas, foram encontrados diversos hidrocarbonetos (HTP, COV e HAP) com concentrações acima dos valores de referência, à semelhança do verificado nos anos anteriores.

Os HTP acima do Limiar ocorrem essencialmente nos mesmos piezómetros da formação hidrogeológica superficial do Site 3001 (3001-MW05R, 3001-MW25 e 3001-MW27). Contudo, o furo 3001-MW31 do aquífero basal não apresentou valores acima do l.q., ao contrário do sucedido em campanhas anteriores (cf. Figura 4.3).

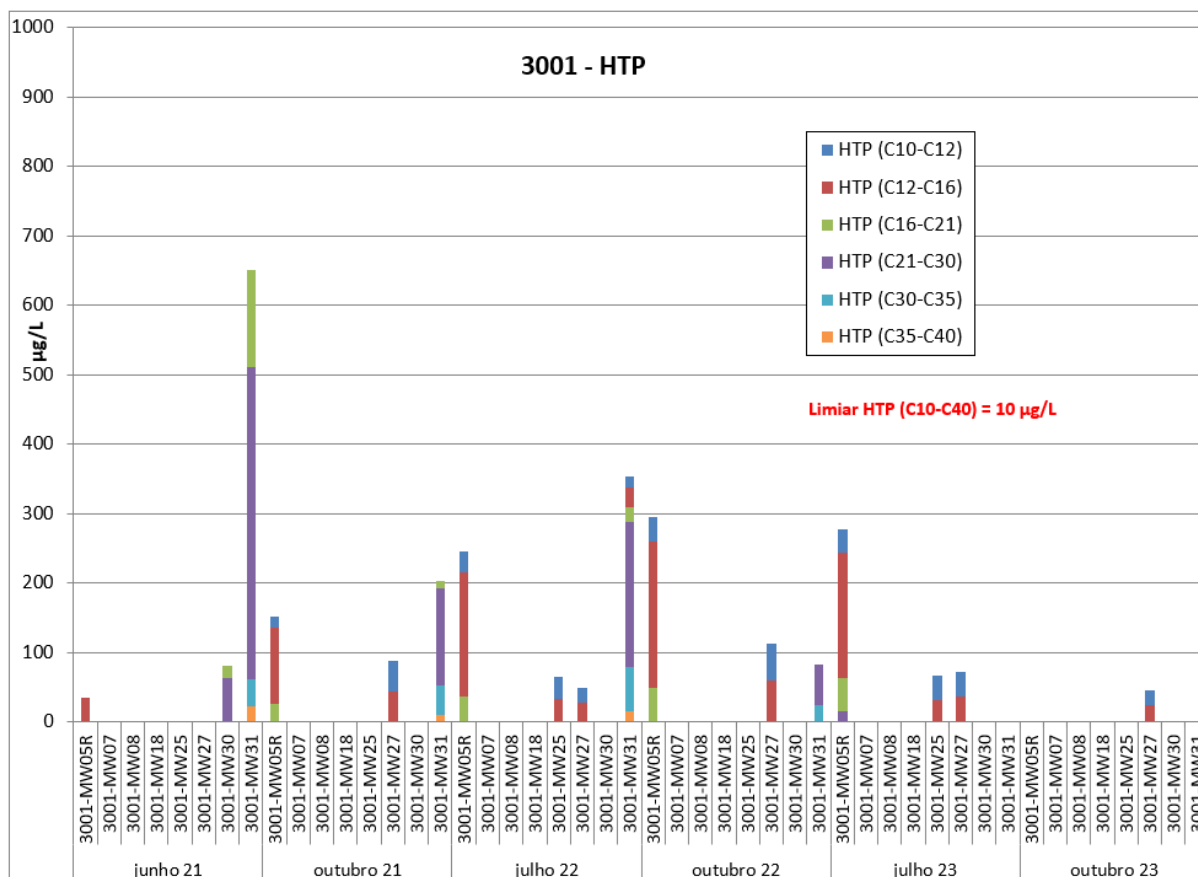


Figura 4.3 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 3001

As concentrações em BTEX nas águas amostradas mantêm-se inferiores aos valores de referência, tal como verificado em todas as campanhas anteriores (Quadro 4.2, Quadro 4.3 e Figura 4.4). Nos últimos anos observa-se a ausência de BTEX em diversos piezómetros.

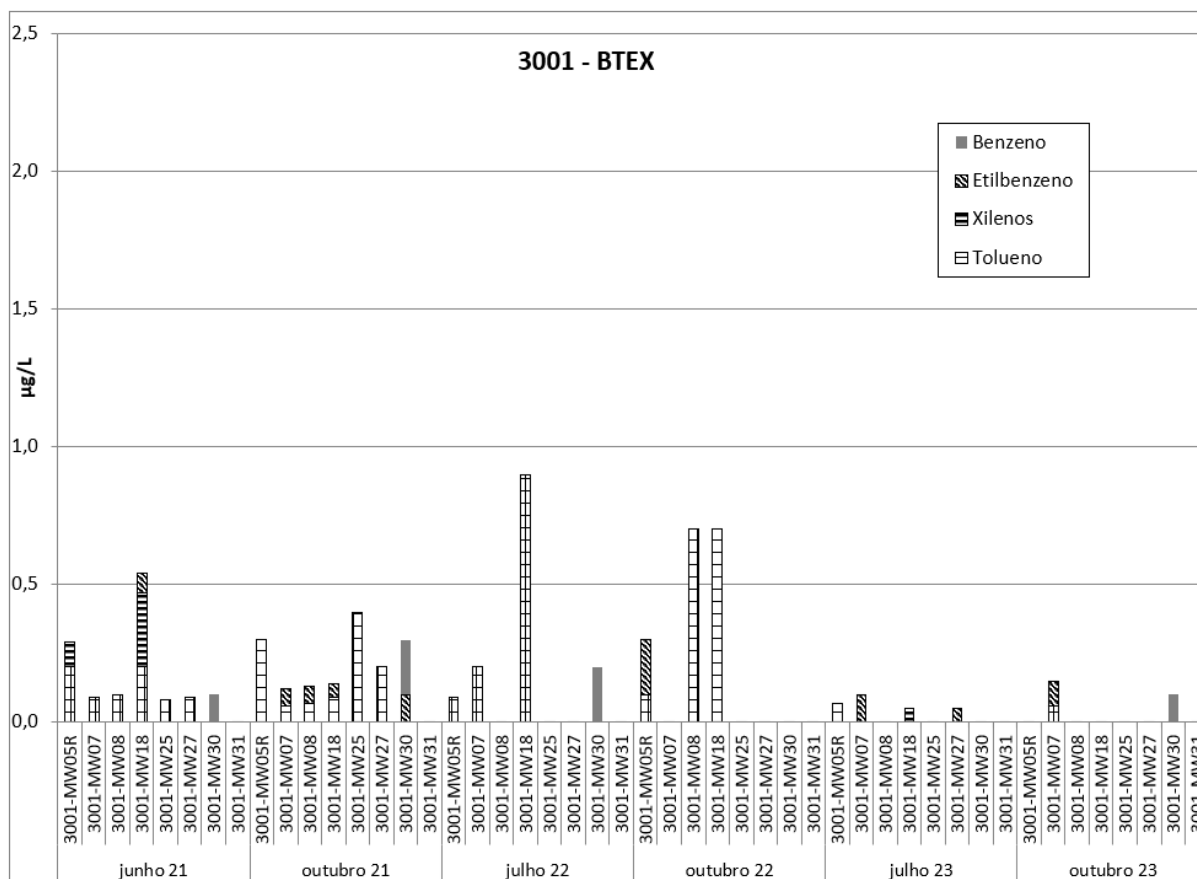


Figura 4.4 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 3001

Em relação aos COV, continua a ser o furo 3001-MW30 aquele que apresenta maiores concentrações, com diversos compostos acima dos valores de referência nas águas subterrâneas (cf. Quadro 4.2, Quadro 4.3 e Figura 4.5), embora haja outros furos que captam o aquífero basal (e.g. 3001-MW31) que apresentam concentrações acima do limite de quantificação para algum COV. Após a purga do furo 3001-MW30 (em 2020), volta a observar-se desde 2021 o aparecimento dos mesmos COV com concentrações acima dos valores de referência. O registo de TCE no FB6 pode ter origem neste furo (cf. Figura 4.48).

Finalmente para os HAP, em 2023 regista-se a presença de alguns compostos em concentrações acima dos Limiares estabelecidos pela APA (cf. Quadro 4.2, Quadro 4.3 e Figura 4.6), embora sem ultrapassar as normas do Canadá. Nos últimos anos tem-se observado uma diminuição dos HAP e da sua concentração nas águas amostradas.

No Site 3001 houve diversos piezómetros não amostrados por conterem LNAPL, onde se espera que as concentrações de hidrocarbonetos nas águas subterrâneas estejam muito acima dos valores de referência.

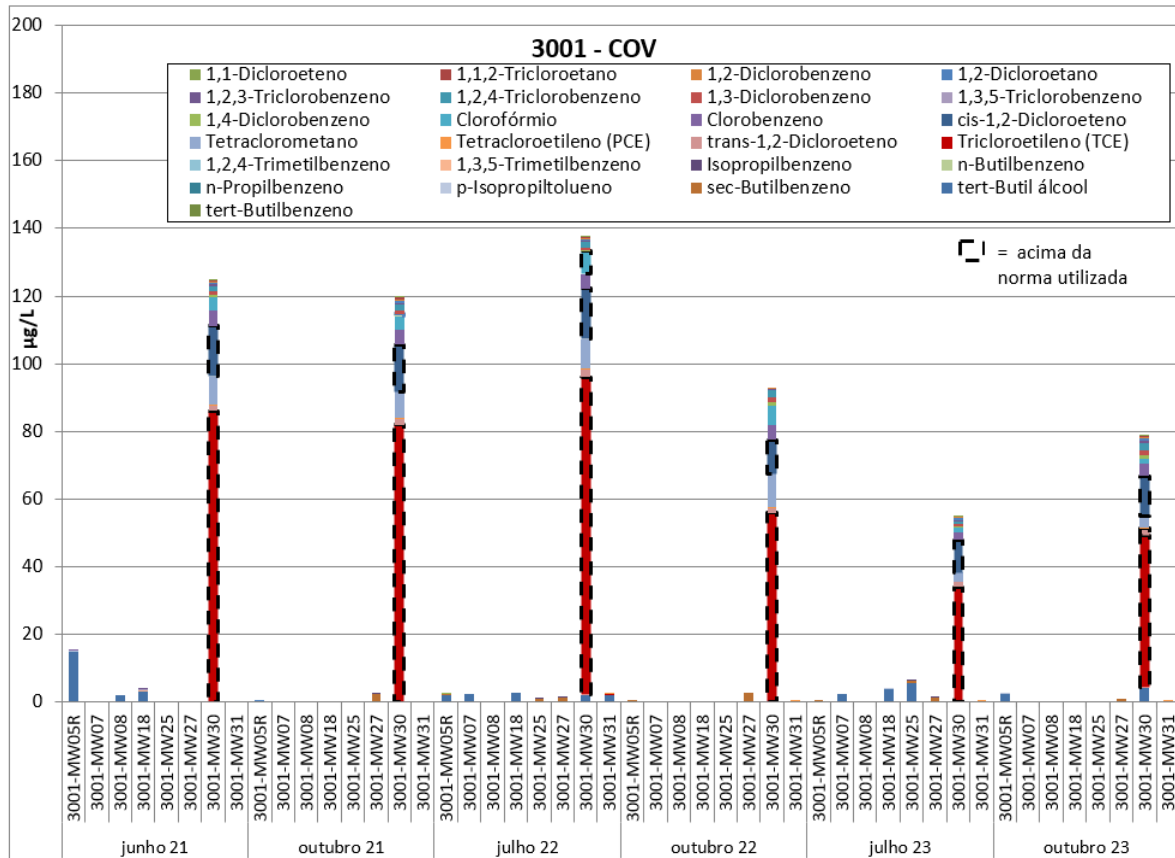


Figura 4.5 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 3001

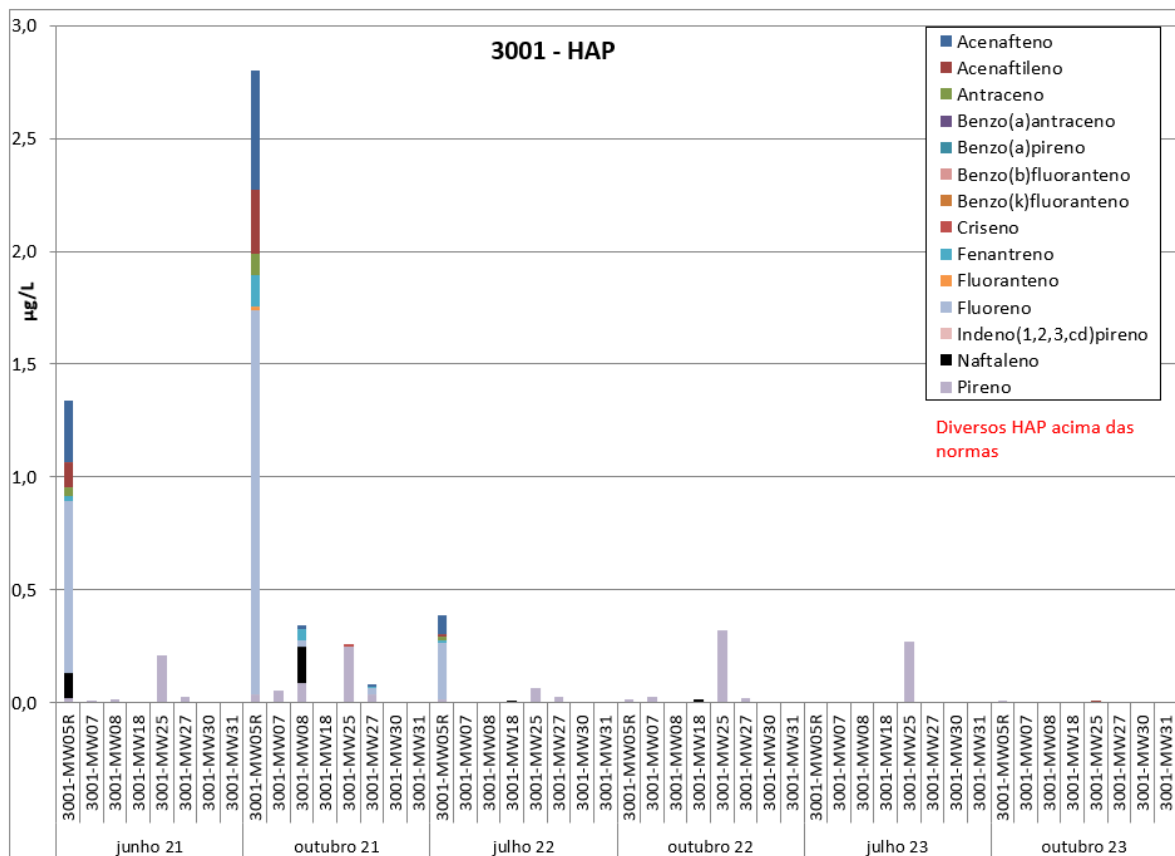


Figura 4.6 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 3001

Embora se observem alguns metais pesados (alumínio, ferro e manganês, entre outros) com concentrações que excedem os valores paramétricos da água para consumo humano, crê-se que a origem destes elementos é essencialmente de natureza geológica (Leitão e Henriques, 2018) e se deve ao facto de as águas subterrâneas circularem em solos ricos em minerais de origem vulcânica com elevada concentração destes metais, permitindo assim adquirir maior mineralização, também em função de outras características do meio como o pH e potencial oxidação-redução. Os metais pesados associados às atividades contaminantes do local, designadamente o chumbo e o zinco, continuam a apresentar valores inferiores à respetiva norma.

4.1.6 Conclusões e recomendações

As Figura 4.7 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3001 em 2023.

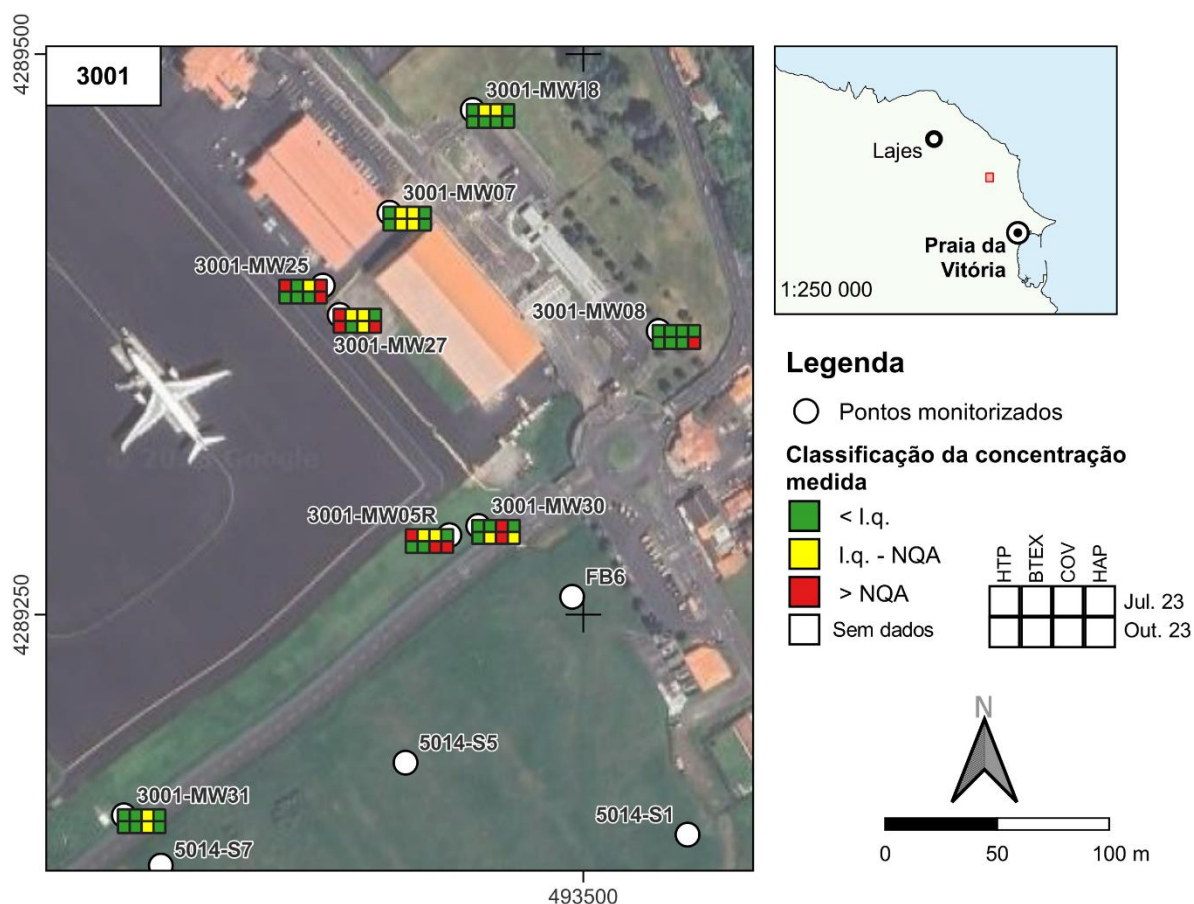


Figura 4.7 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3001 em 2023

A presença de LNAPL em algumas áreas do Site 3001 continua a verificar-se, como mostra a Figura 4.2. Por outro lado, em 2023, as águas subterrâneas continuam a apresentar concentrações em HTP, COV e HAP acima dos valores de referência e valores de BTEX acima dos limites de quantificação em diversos piezómetros (cf. Figura 4.7). Espera-se que esta situação seja alterada em 2024, nas áreas

onde estão previstos trabalhos de inertização do pipeline e remoção dos solos contaminados descritos nos últimos parágrafos da secção 4.1.2. As ações de reabilitação programadas pela USAFE foram proteladas para 2024 e, na ausência destas, este Site tem vindo a manter a situação de contaminação identificada.

Atendendo à posição do furo do Juncal 1, a jusante dos furos 3001-MW30 e FB6, julga-se prudente evitar a utilização da água desse furo para abastecimento público.

4.2 Site 3003: *Main Power Plant*

4.2.1 Contexto histórico

O Site 3003, representado na Figura 4.8, situa-se na Base das Lajes junto à Avenida do Império em torno do edifício T-624, a antiga central elétrica, convertida em *Structures Shop* em 2023 (cf. secção 4.2.2). Este local foi classificado como potencialmente contaminado de maior risco no estudo de reconhecimento (*DISCO study*) realizado em 2004 (CH2MHILL, 2004).

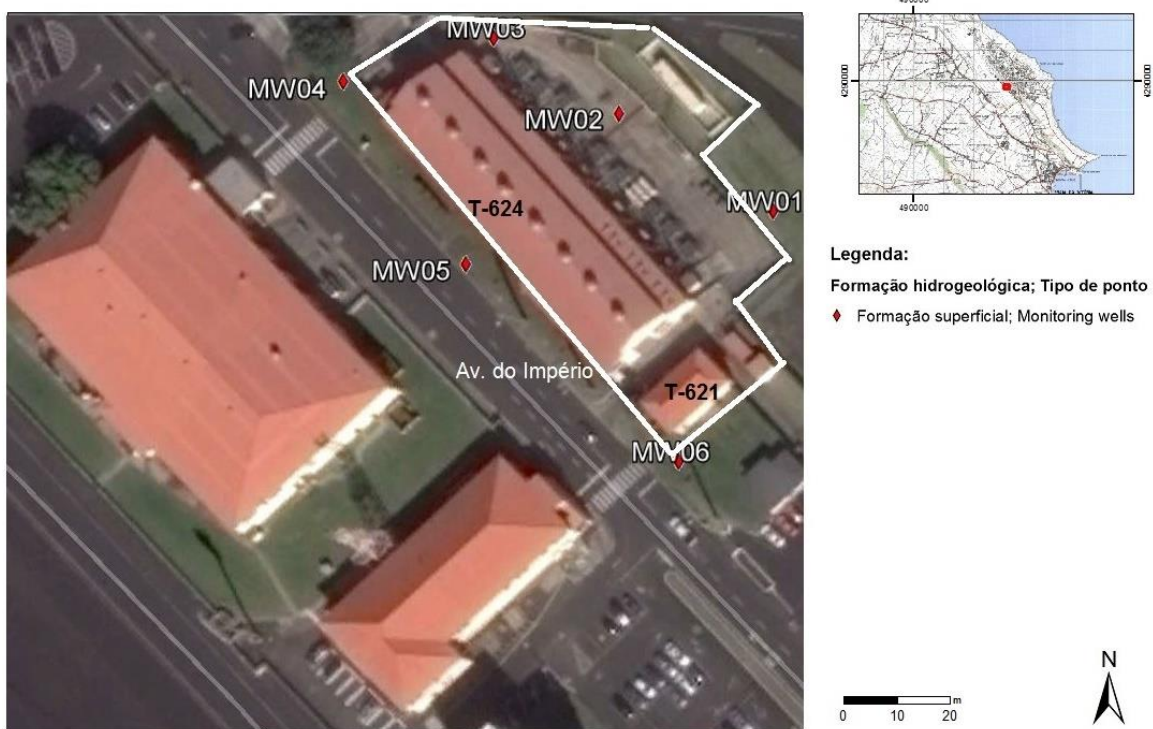


Figura 4.8 – Mapa do Site 3003

Os resultados dos estudos de caracterização disponibilizados em AMEC (2010a) evidenciavam que os solos do Site 3003 se encontravam contaminados por HTP, designadamente nas áreas associadas aos locais de implantação dos AST e ao longo das tubagens de ligação, até profundidades em regra não superiores a 1 m. Foram, ainda, registadas concentrações elevadas de metais pesados, designadamente de chumbo e zinco, nas sondagens localizadas nas proximidades dos AST, e de xilenos nas sondagens realizadas no traçado das tubagens de ligação. Os resultados dos trabalhos

realizados pela USAFE em 2011 e 2014 evidenciaram concentrações dos contaminantes com valores inferiores aos limites definidos na legislação holandesa.

Em 2014 foram, ainda, realizadas análises das águas subterrâneas dos piezómetros instalados no Site 3003 (BHATE, 2014), não tendo sido detetados nem HTP nem BTEX, mas tendo sido detetados naftaleno (HAP) e outros hidrocarbonetos em concentrações abaixo dos valores limite do Canadá (Tabela 3 para condições de água não potável).

A análise de risco concluiu que este local não constituía um risco potencial para os grupos recetores públicos, ocupacionais ou visitantes através do contato dérmico, inalação e ingestão, devido à cobertura da superfície por pavimentos em betão e à inexistência de captações nas proximidades. No entanto, à data em que foi feita a análise de risco, esta cobertura apresentava fendas não inibindo totalmente a entrada de água e, conseqüentemente, a progressão dos contaminantes em profundidade, podendo afetar a qualidade da água da formação hidrogeológica superficial.

Neste relatório apresentam-se os resultados das análises químicas para seis piezómetros que estão a ser monitorizados naquele local.

4.2.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Em 2023 foi concluída a obra para a renovação dos edifícios T-621 e T-624 (cf. documentos "*Convert T-621 into Substation and T-624 Into Structures Shop*", proposta CT 218) (Figura 4.8). A obra incluiu, ainda, a remoção de 115 toneladas de solo potencialmente contaminado, numa espessura de cerca de 20 cm (Figura 4.9), e a posterior repavimentação da área.



Figura 4.9 – Perspetiva dos solos removidos no Site 3003

O potencial impacto positivo desta obra está a ser avaliado através da monitorização da qualidade das águas subterrâneas durante dois anos após a conclusão da obra, *i.e.*, até ao primeiro semestre de 2025.

4.2.3 Plano de monitorização

A monitorização do Site 3003 consistiu na análise da qualidade das águas subterrâneas dos seis piezómetros que têm vindo a ser monitorizados pelo LNEC desde 2018 e que captam água da formação hidrogeológica superficial (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3003

Piezómetro	M	P	Cota (m)	Prof. (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)	Ano
3003-MW01	493153	4289830	56,02	12,0	3	12	2011
3003-MW02	493126	4289848	53,94	10,0	3	10	2011
3003-MW03	493104	4289862	53,99	10,0	3	10	2011
3003-MW04	493077	4289855	53,76	10,0	3	10	2011
3003-MW05	493098	4289822	53,36	9,0	2,5	8,5	2011
3003-MW06	493135	4289786	53,72	10,0	3	10	2011

4.2.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.5 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos seis piezómetros do Site 3003, nas campanhas de julho e de outubro de 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 4.5 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 3003, em 2023

Designação local	Unidade	3003-MW01	3003-MW02	3003-MW03	3003-MW04	3003-MW05	3003-MW06	3003-MW01	3003-MW02	3003-MW03	3003-MW04	3003-MW05	3003-MW06	Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
		03-07-2023	03-07-2023	03-07-2023	03-07-2023	03-07-2023	03-07-2023	25-10-2023	25-10-2023	25-10-2023	25-10-2023	25-10-2023	25-10-2023				
Parâmetros agregados																	
Índice de fenóis	mg/L	-0,0010	0,0011	-0,0010	-0,0010	0,0010	-0,0010	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0066	Canadá	0,89	0	2
Íons maiores																	
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	110	120	180	160	160	170	130	130	180	170	290	230	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	15	51	30	33	25	24	10	50	29	59	22	28	L	250	0	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	1,1	0,6	3,0	0,1	0,9	-0,1	0,6	1,3	18,0	1,0	0,2	1,5	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	4,5	44	24	13	11	8	3,9	64	30	22	14	14	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	25	33	33	24	28	43	31	39	30	32	54	50	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	5,3	6,6	11	9,9	8,6	8	4,8	6,6	7,3	11	17	10	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	2,6	7,1	6,8	4,3	4,4	3,5	2,8	8,3	11,0	5,4	4,8	3,3	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	13	44	49	40	32	31	12	46	52	51	40	33	VP	200	0	0
Metais em solução																	
Alumínio - Al	mg/L	0,78	0,42	0,76	-0,10	-0,10	0,56	0,61	0,22	0,43	-0,10	-0,10	0,23	L	0,2	8	0
Antimônio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	0,008	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1,3	0	0
Bélio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	-0,10	-0,10	0,21	0,12	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,30	-0,10	-0,10	-0,10	L	2,4	0	0
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,0011	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,0016	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	0
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	-0,005	L	0,01	0	0
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0	0
Cobre - Cu	mg/L	0,007	-0,005	0,036	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	0,001	0,010	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	0,09	26,0	0,8	9	0,1	1,6	-0,05	11,0	0,2	0,41	0,6	0,2	L	0,2	8	0
Ferro (II)	mg/L	0,07	0,41	0,18	0,47	0,12	0,20	-0,05	1,50	-0,05	0,06	0,25	-0,05	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	-0,05	26	0,6	8,6	-0,1	1,4	-0,05	9,2	0,19	0,4	0,3	0,1	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,35	0,39	0,53	0,48	0,42	0,48	0,22	0,37	0,63	0,43	0,46	0,42	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,57	0,78	0,58	1,40	0,17	3,60	0,41	0,35	0,39	0,95	0,25	1,90	L	0,40	8	0
Lítio - Li	mg/L	-0,005	0,007	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,008	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,13	0,64	0,56	0,75	0,11	0,23	0,00	0,57	0,04	0,44	0,04	0,03	L	0,05	8	0
Mercurio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Molibdênio - Mo	mg/L	-0,005	0,007	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,07	0	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	0,011	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	0,03	0,03	0,02	-0,01	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,0006	0,0029	0,0033	0,0002	0,0007	0,0039	0,0004	0,0014	0,0053	-0,0002	0,0004	0,0014	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	0,02	0,01	0,12	0,01	-0,01	0,03	0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,01	0,01	L	0,05	1	0
 Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP																	
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	0	0
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
BTEX																	
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	-0,05	0,09	L	4	0	5
Meta-para-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	2
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,05	-0,05	0,20	0,10	0,10	0,08	0,07	0,07	L	7	0	6
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,10	0,36	0,20	0,20	0,08	0,16	-	-	0	7
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	2
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados																	
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	-0,1	Canadá	1,1	0	0
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	0,1	1,2	1,0	0,2	3,9	-0,1	-0,1	0,5	5,7	1,7	0,9	0,2	Canadá	200	0	10
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	-0,1	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	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	5,9	4,2	3,9	6,0	-0,1	-0,1	3,0	7,1	3,3	1,4	0,4	Canadá	5	3	9
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	0,4	0,3	0,1	1,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	5
1,1-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	1
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2-Dibrometano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
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	-0,1	Canadá	3	0	0
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	-0,1	L	3	0	0
1,																	

Página intencionalmente deixada em branco

Nas campanhas de 2023, os valores de HTP e de HAP mantiveram-se inferiores aos respetivos limites de quantificação. A concentração em HTP mantém-se inferior aos limites de quantificação desde 2021 e, nas oito campanhas realizadas, apenas em outubro de 2020 foram registados valores acima dos l.q. e do Limiar para os piezómetros 3003-MW01 e 3003-MW06.

Quanto à presença de BTEX têm sido registadas apreciáveis oscilações entre campanhas (cf. Quadro 4.5 e Figura 4.10). Não obstante, apenas em outubro de 2019 se verificaram concentrações em xilenos acima do Limiar (2,4 µg/L) para os piezómetros 3003-MW01 e 3003-MW03. Embora nos últimos anos pareça estar a haver processos de biodegradação destes compostos, ainda se observam subidas (julho 2022 e outubro de 2023). Na secção 4.2.1 refere-se a presença de xilenos nos solos das sondagens realizadas no traçado das tubagens de ligação no DISCO study.

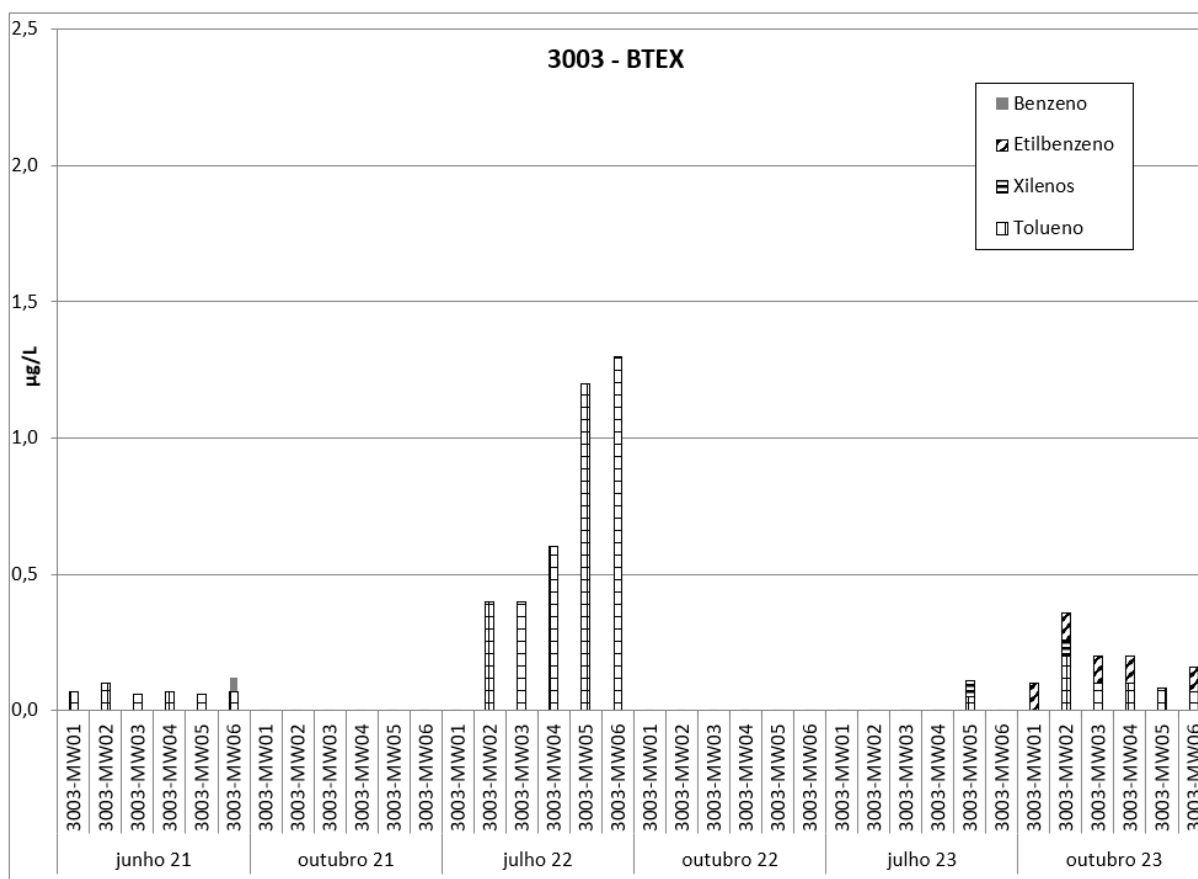


Figura 4.10 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 3003

Em 2023 voltou a verificar-se a presença de um COV com valores superiores aos de referência, o 1,1-dicloroetano, com concentrações mais elevadas nos piezómetros 3003-MW02, 3003-MW03 e 3003-MW05 (Figura 4.11 e Quadro 4.5).

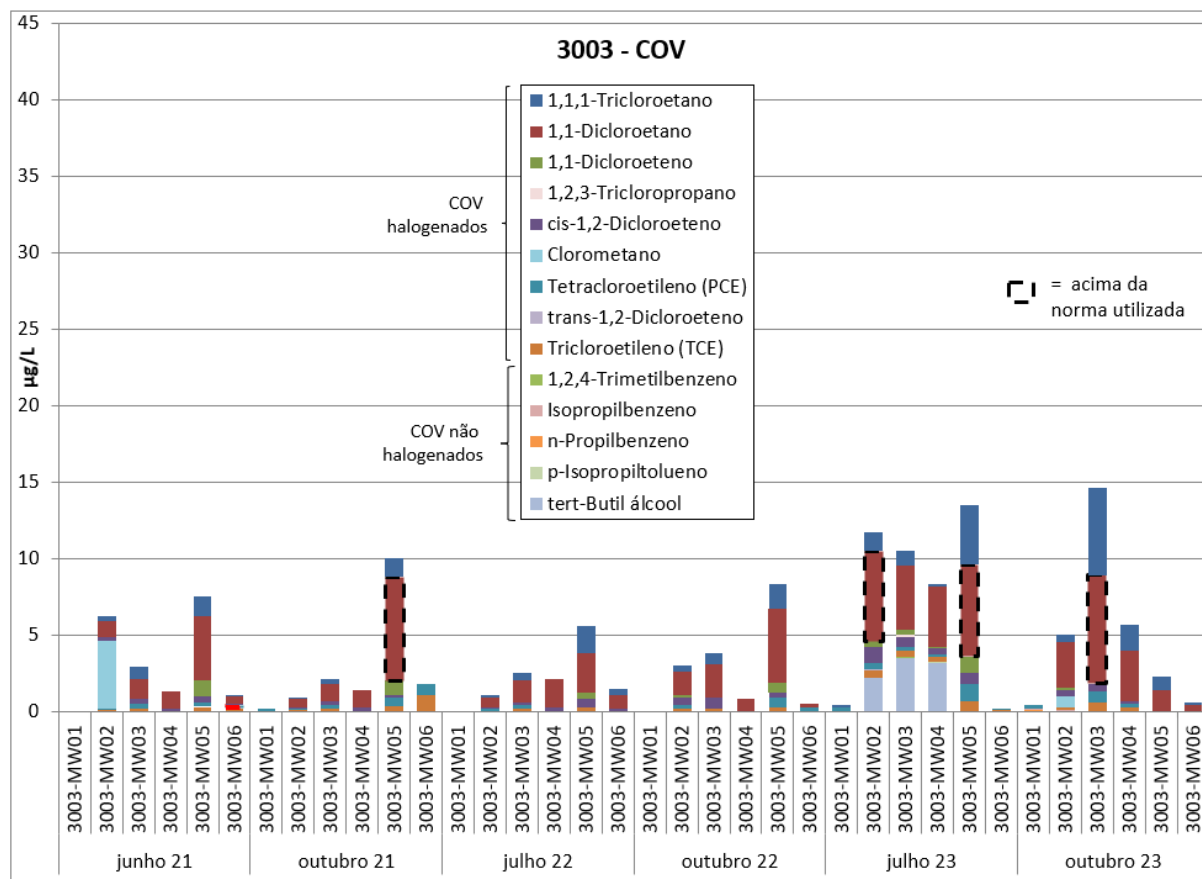


Figura 4.11 – Concentração em COV nos piezômetros do Site 3003

Em 2023 não se observaram concentrações em HAP acima dos limites de quantificação, mantendo a tendência observada em 2022 (cf. Figura 4.12), o que constitui uma melhoria relativamente ao observado em anos anteriores.

Os trabalhos de remoção dos solos concluídos em 2023 terão causado alterações à dinâmica de infiltração no local (que foi maior devido à remoção do asfalto), tendo havido a circulação de veículos na área já sem asfalto. Estes factos podem ser responsáveis por algum aumento de hidrocarbonetos, estando a ser monitorizada a evolução da situação para se perceber o impacte desta obra (que se espera positivo a curto prazo).

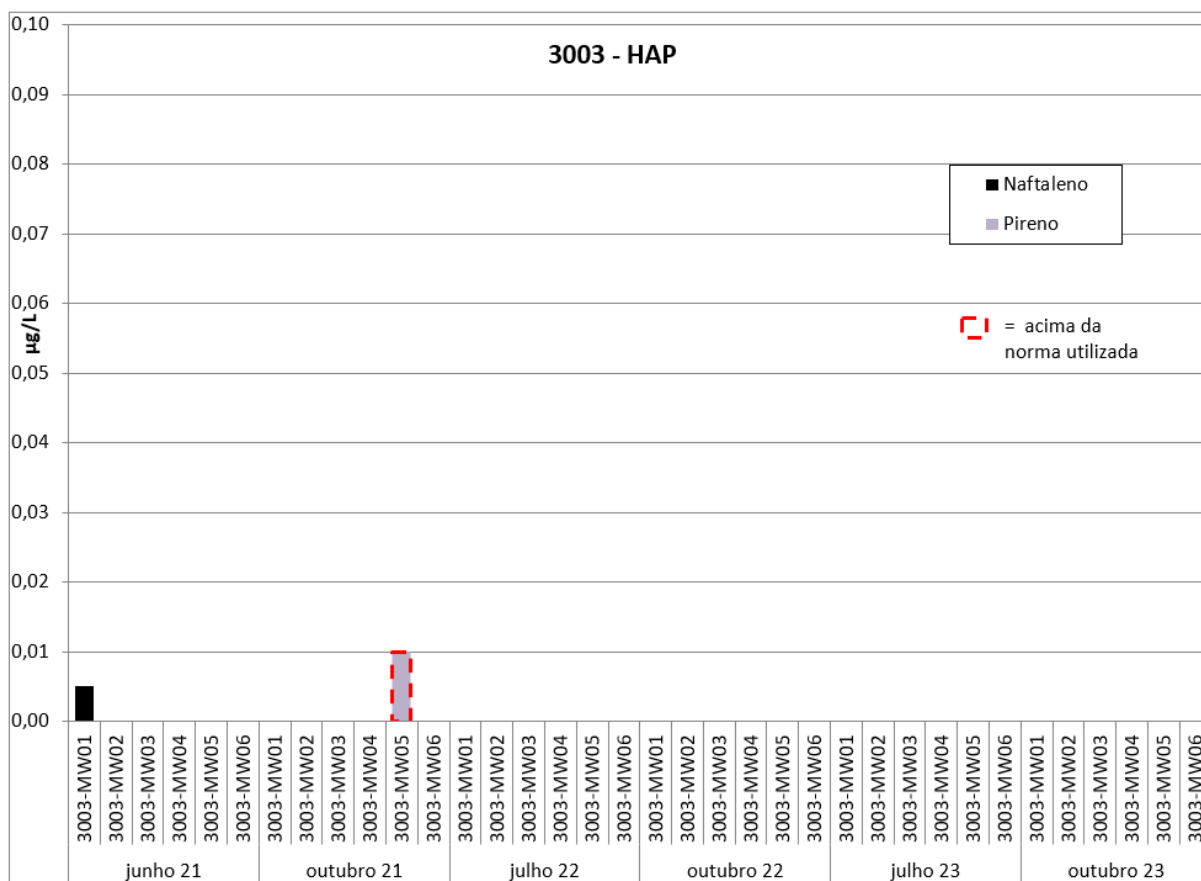


Figura 4.12 – Concentração em HAP nos piezómetros do Site 3003

Relativamente aos metais pesados e metalóides observa-se que a concentração em ferro, manganês e alumínio continua a exceder os respetivos Limiares na maioria dos piezómetros. Os valores muito elevados em ferro poderão estar associados à degradação do material das tubagens antigas.

4.2.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.13 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2023.

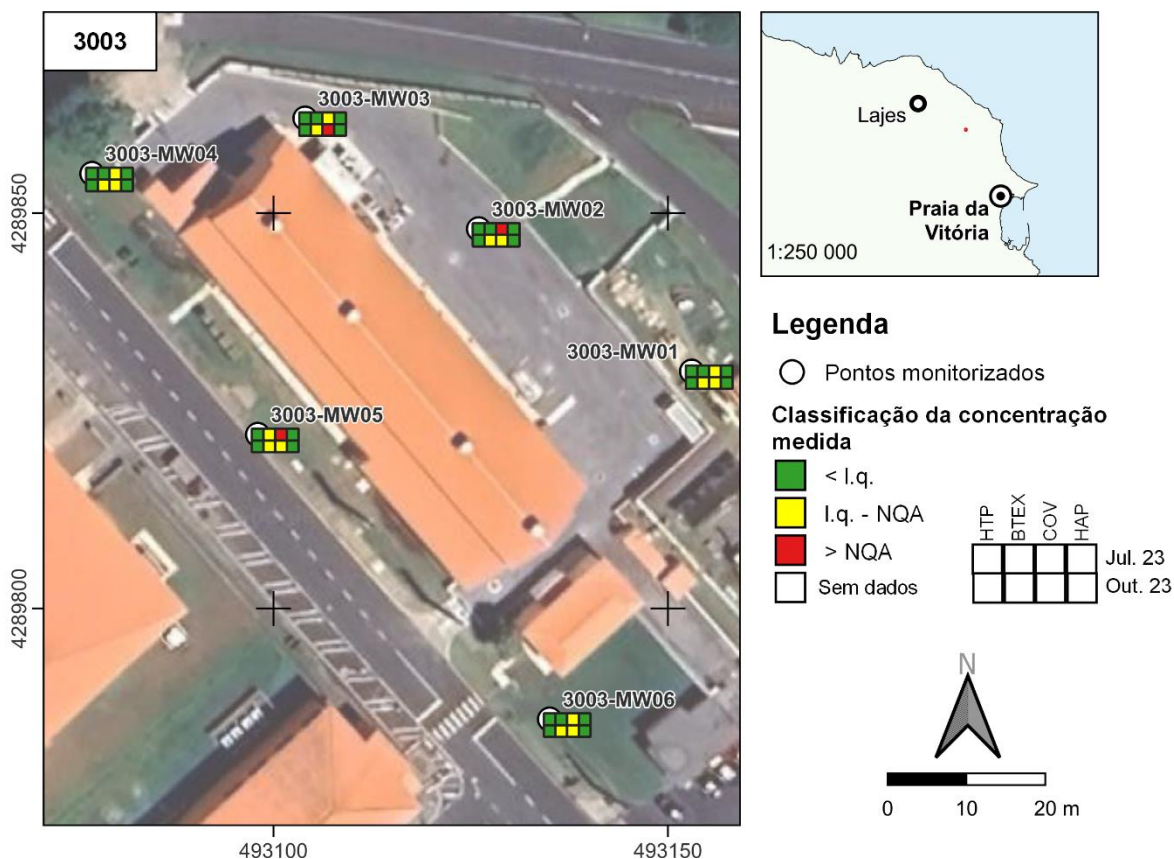


Figura 4.13 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2023

Em 2023, as concentrações em HTP e em HAP nas águas mantiveram-se abaixo dos limites de quantificação, enquanto as concentrações em BTEX estiveram acima dos limites de quantificação, mas abaixo dos valores de referência. Já para os COV, o 1,1-Dicloroetano apresentou valores acima dos Limiares nas duas campanhas, em pelo menos um piezómetro.

O aumento em BTEX e em COV poderá dever-se ao facto de alguns contaminantes presentes nos solos poderem ter sido lixiviados, pela ausência temporária do asfalto removido, contribuindo para um aumento pontual da contaminação. As obras recentemente terminadas e o asfalto reposto deverão contribuir para resolver o problema de contaminação, admitindo que os contaminantes remanescentes se encontram em concentrações pouco superiores aos Limiares e poderão ser biodegradados. Recomenda-se que seja mantido o programa de monitorização bianual das águas subterrâneas, durante dois anos após a conclusão das obras (primeiro semestre de 2025), de forma a confirmar a melhoria da qualidade das águas subterrâneas deste local.

4.3 Site 5001: South Tank Farm

4.3.1 Contexto histórico

O Site 5001 está localizado entre as docas da Praia da Vitória (Site 5010), onde o combustível que abastece a Base chega através de petroleiros, e a Base Aérea n.º 4 (Site 3001). O Site localiza-se na base da encosta da Serra de Santiago, numa zona de escarpa de falha geológica e densa vegetação natural, e tem a sul a lagoa do Paul da Praia que corresponde à zona de descarga do aquífero basal (Figura 4.14).

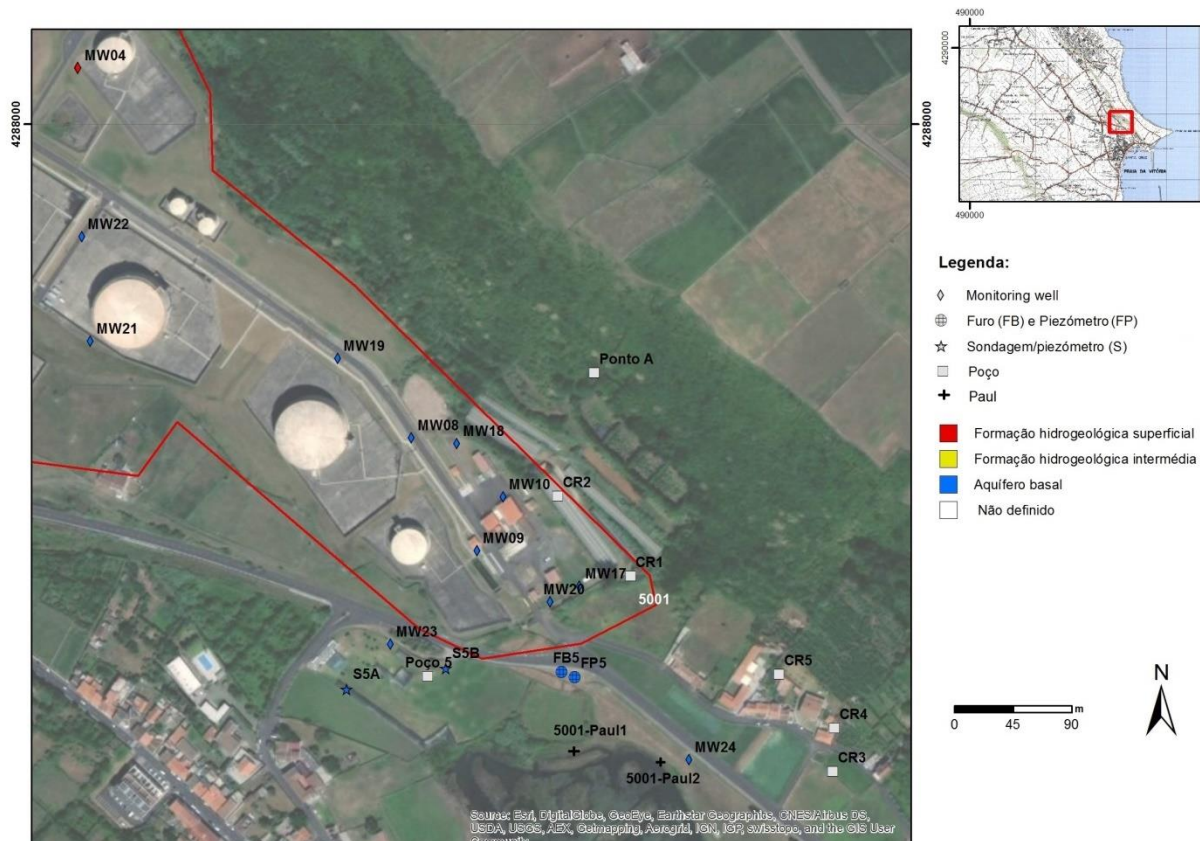


Figura 4.14 – Mapa do Site 5001

A principal questão ambiental que se coloca neste Site decorre da contaminação por hidrocarbonetos resultante do facto de estarem instalados nesta área depósitos de combustíveis (diversas vezes substituídos devido a fugas) com capacidade para armazenar 242 milhões de litros de combustível o que, à data do estudo da CH2MHILL (2004), o tornava no maior espaço de armazenamento de combustível da Força Aérea dos EUA. Segundo os mesmos autores, o local foi identificado como contaminado em 1996/97.

Neste local existem atualmente 10 tanques de combustível de dimensões variáveis (dois deles foram recentemente desmantelados, cf. secção 4.3.2), todos eles assentes em plataformas de betão e com um contentor secundário capaz de reter eventuais fugas de combustível. A estrutura dos reservatórios foi completamente mudada entre 1982 e 1986, tendo os solos removidos sido depositados no Site 5014.

A antiga estrutura era composta por 18 tanques de combustível diretamente colocados no solo e sem estruturas de contenção. Historicamente era prática comum enterrar a lama que era gerada durante a limpeza de tanques, sendo este um dos motivos da contaminação do Site, juntamente com inúmeros derrames identificados desde 1984.

Para além dos trabalhos realizados para o MDN, o LNEC, através de diversos protocolos de colaboração com a ERSARA, tem vindo a acompanhar as ações de monitorização e de reabilitação realizadas pela USAFE e tem vindo a realizar uma monitorização complementar através da recolha semestral de amostras de água para análises químicas em dois piezómetros localizados a sul do Site. Dada a suspeita de a contaminação deste Site se poder estender mais para jusante foram propostas análises complementares aos trabalhos de monitorização, que incluem a análise de águas subterrâneas dentro e fora do Site, incluindo ainda poços e as águas do Paul da Praia. Foram, ainda, feitas análises à qualidade dos solos, também com recurso a geofísica, a jusante do Site tendo sido concluído que a sua qualidade não indiciava que tivesse havido deposição de solos contaminados na zona (Leitão, Mota e Antunes, 2020).

As ações de reabilitação realizadas até à data não foram suficientes para assegurar a qualidade das águas de jusante (nomeadamente as águas subterrâneas e as do Paul) pelo que deverão ser equacionadas novas medidas visando a reabilitação deste Site, além da monitorização da qualidade das águas subterrâneas. Parte dessas medidas são referidas na secção seguinte.

4.3.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Em 2023 foram demolidos dois tanques de armazenamento e foi recuperado um tanque de combustível (cf. documentos *FA8903-21-R-0059-Demolish Fuel Storage Tanks, T-1635 & T-1641 and Product Recovery Tank, T-1626-1, proposta CT 223*).

Segundo aqueles documentos, os trabalhos realizados incluem, igualmente, a remoção de cerca de 18 m³ (24 *cubic yards*) de solos contaminados na envolvente dos tanques, aspeto que se enquadra nas medidas de reabilitação julgadas necessárias para o Site 5001, pelo que se considera ser uma iniciativa muito positiva. O LNEC considera oportuna a demolição deste tipo de infraestruturas, desde que seja salvaguardada a proteção ambiental durante e após a intervenção.

4.3.3 Plano de monitorização

A monitorização da qualidade das águas subterrâneas no Site 5001 e áreas envolventes incluiu a continuação da análise de águas subterrâneas em diversos piezómetros dentro e fora do Site, juntamente com os poços presentes na vizinhança e a amostragem de água diretamente no Paul da Praia (Quadro 4.6), na medida em que esta representa a água de descarga do aquífero basal, misturada com água vinda do mar.

Esta análise é complementar à que tem vindo a ser feita nos últimos anos em dois piezómetros (FB5 e o S5B, cf. Figura 4.14), para a ERSARA, localizados a jusante do Site 5001. De referir que a escolha de locais de amostragem excluiu diversos pontos de amostragem que foram destruídos, mas que vêm representados na Figura 4.14.

Quadro 4.6 – Principais características dos pontos de água amostrados no Site 5001 e área envolvente

Ponto	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)
5001-CR3	494868,39	4287503,13	1,05	1,85	-	-
5001-CR4	494869,62	4287536,39	0,71	1,61	-	-
5001-CR5	494826,99	4287577,67	5,74	6,90	-	-
5001-MW04	494288,19	4288043,63	30,37	12,28	8,02	11,06
5001-MW08	494544,76	4287759,16	4,99	5,79	2,71	5,77
5001-MW09	494595,09	4287672,50	2,49	4,57	1,43	4,48
5001-MW10	494615,07	4287713,893	3,42	6,35	2,41	5,46
5001-MW17	494674,39	4287645,24	2,26	5,48	1,83	4,88
5001-MW18	494579,59	4287754,79	8,33	12,50	8,80	11,90
5001-MW19	494487,82	4287820,55	8,21	10,50	7,50	10,50
5001-MW20	494651,13	4287633,39	2,11	5,50	2,50	5,50
5001-MW22	494291,27	4287913,77	24,13	25,70	22,70	25,70
5001-MW23	494532,00	4287604,00	3,21	8,00	3,00	9,00
5001-MW24	494756,00	4287513,00	2,73	17,00	2,00	17,00
5001-Paul1	494666,00	4287520,00	-	-	-	-
5001-Paul2	494736,00	4287512,00	-	-	-	-

4.3.4 Resultados obtidos

4.3.4.1 Águas subterrâneas

O Quadro 4.7 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas em julho de 2023 e o Quadro 4.8 em outubro de 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2023 foram encontrados diversos hidrocarbonetos com concentrações acima dos valores de referência, à semelhança do verificado nas campanhas anteriores (Quadro 4.7 e Quadro 4.8). As situações extremas encontram-se nos piezómetros 5001-MW08 e 5001-MW09 com LNAPL (cf. Figura 4.15).



Figura 4.15 – LNAPL presentes no piezómetro 5001-MW08, em julho de 2023

Os resultados de 2023 mostram concentrações em HTP nas águas subterrâneas amostradas com valores extremamente elevados, sendo o piezómetro 5001-MW08 aquele onde se registam maiores concentrações, atendendo ao Limiar (10 µg/L) ou qualquer outra norma internacional (Figura 4.16). Os valores mais altos registam-se nos piezómetros 5001-MW08, 5001-MW09, 5001-MW10 e 5001-MW17.

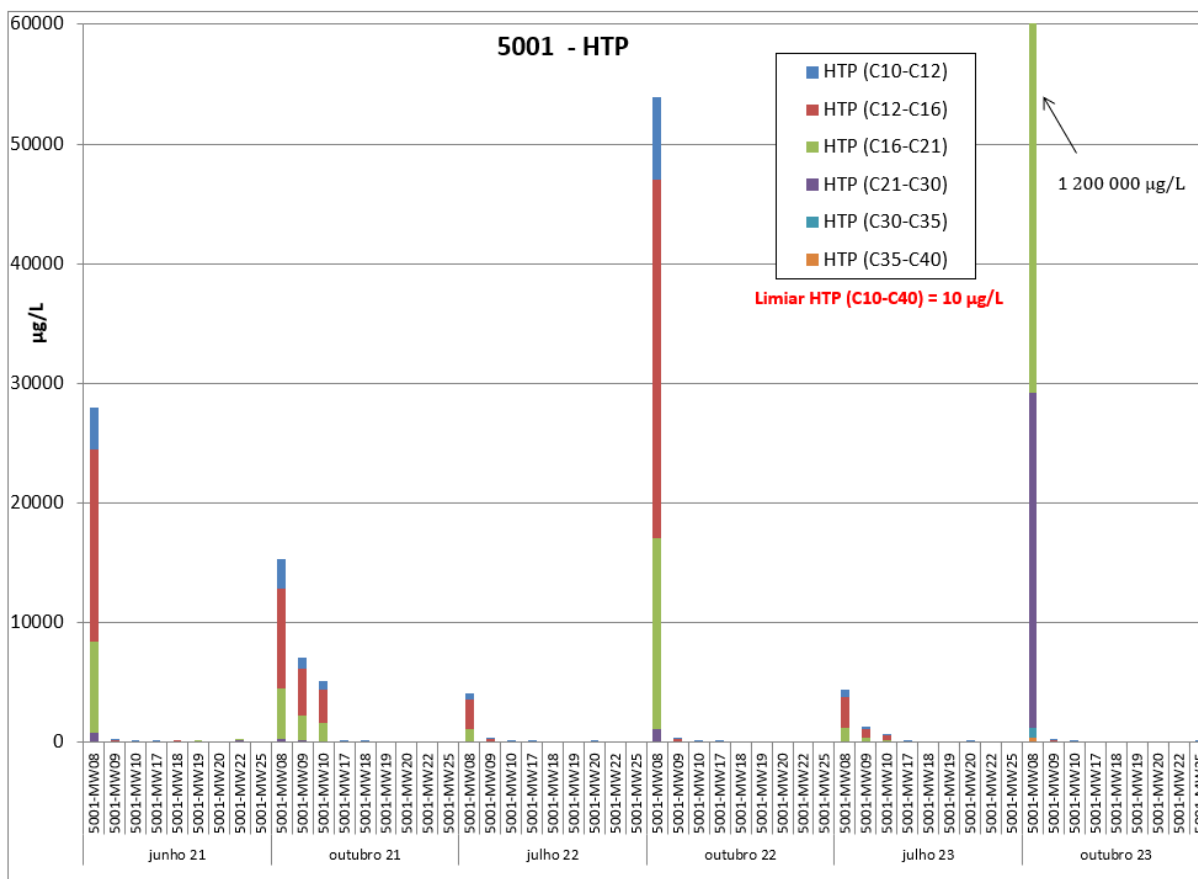


Figura 4.16 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 5001

Relativamente aos BTEX, em 2023 mantiveram-se as concentrações acima dos l.q. na água de diversos piezómetros, com valores acima do Limiar para o etilbenzeno, no piezómetro 5001-MW08 (cf. Figura 4.17). A situação é equivalente à de anos anteriores, embora com concentrações mais baixas no piezómetro 5001-MW17, em outubro.

Quanto às concentrações em COV, houve diversos compostos com concentrações acima dos limites de quantificação essencialmente nos piezómetros 5001-MW08, 5001-MW17 e 5001-MW18 (inédito), para isopropilbenzeno e n-propilbenzeno, compostos não-halogenados (muitos deles utilizados como aditivos de combustível). A generalidade dos COV não-halogenados não tem normas definidas (cf. Quadro 3.1), pelo que não se verificam situações em que os valores de referência sejam ultrapassados.

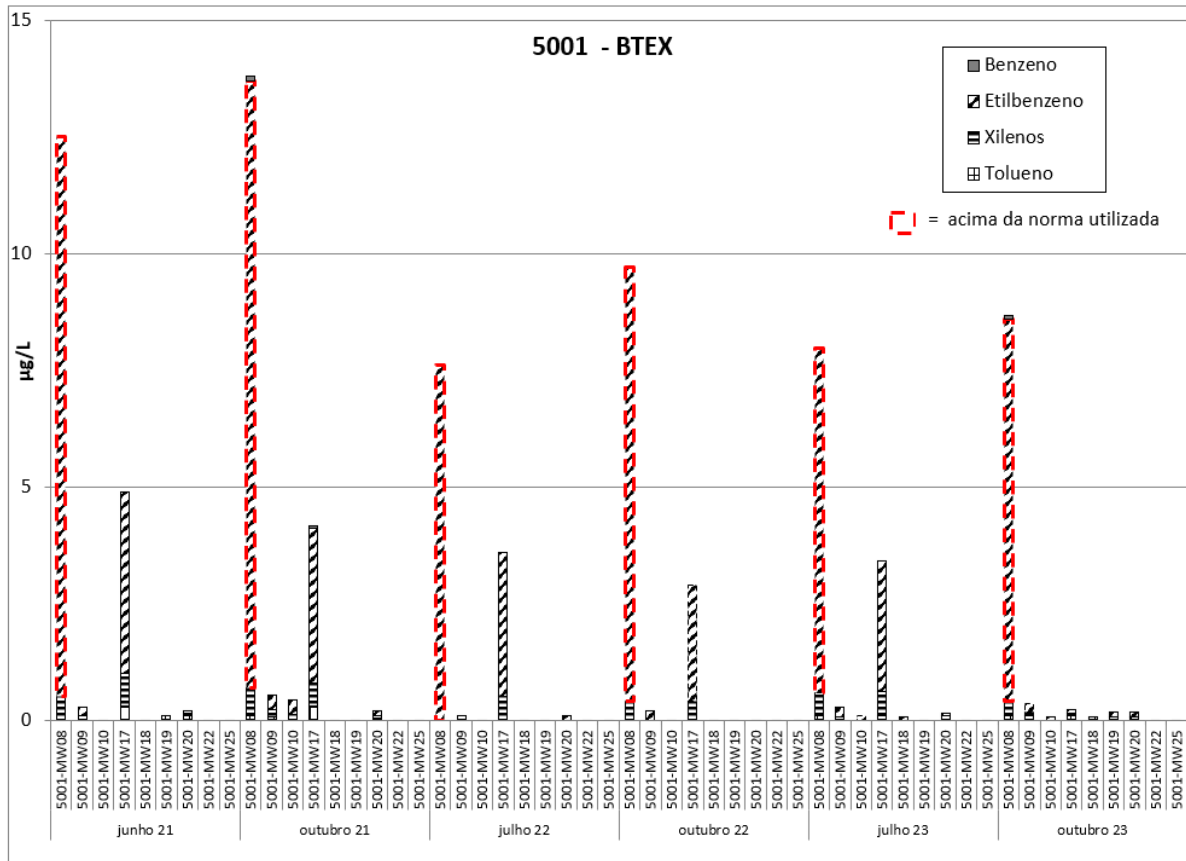


Figura 4.17 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5001

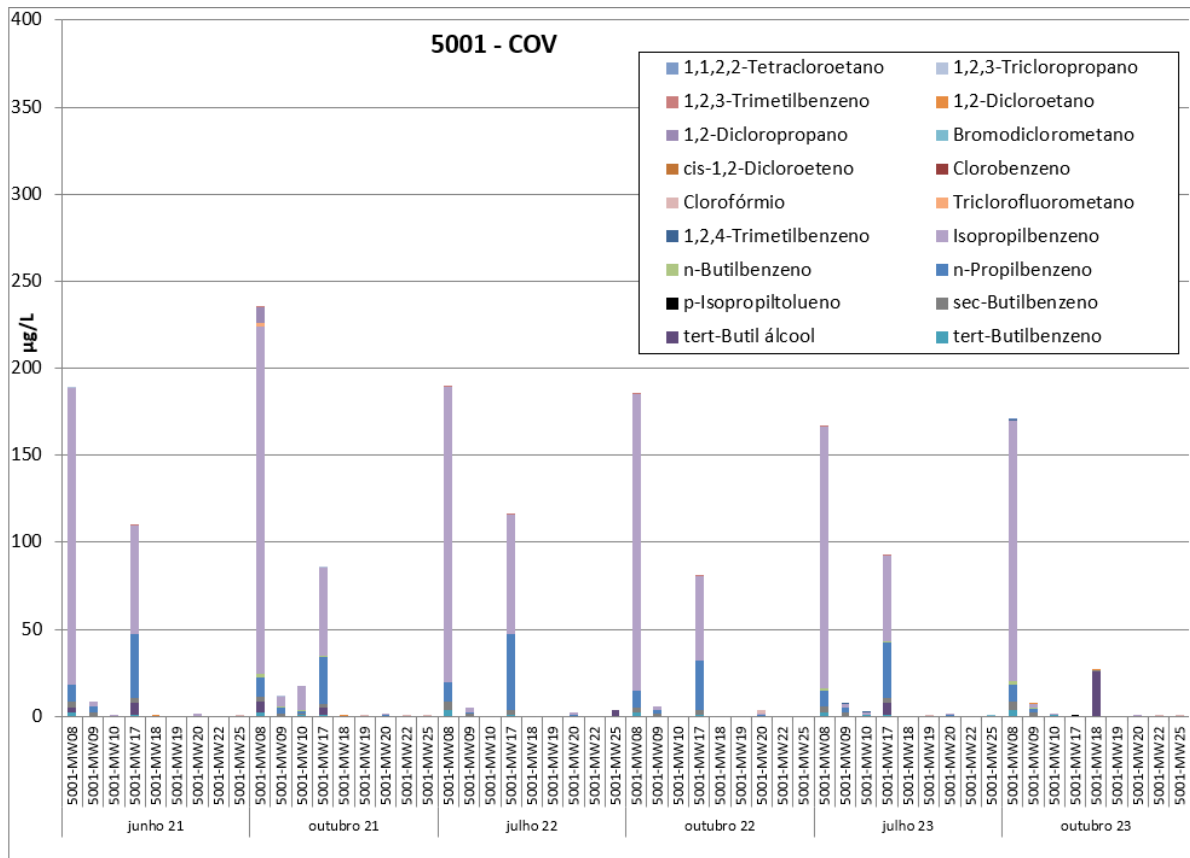


Figura 4.18 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 5001

Os HAP apresentam concentrações acima dos Limiares nas águas subterrâneas amostradas em diversos pontos e para diferentes parâmetros (Quadro 4.7). Os valores mais elevados verificam-se em especial para os mesmos piezómetros identificados para os outros grupos de hidrocarbonetos (e.g. 5001-MW08 e 5001-MW17).

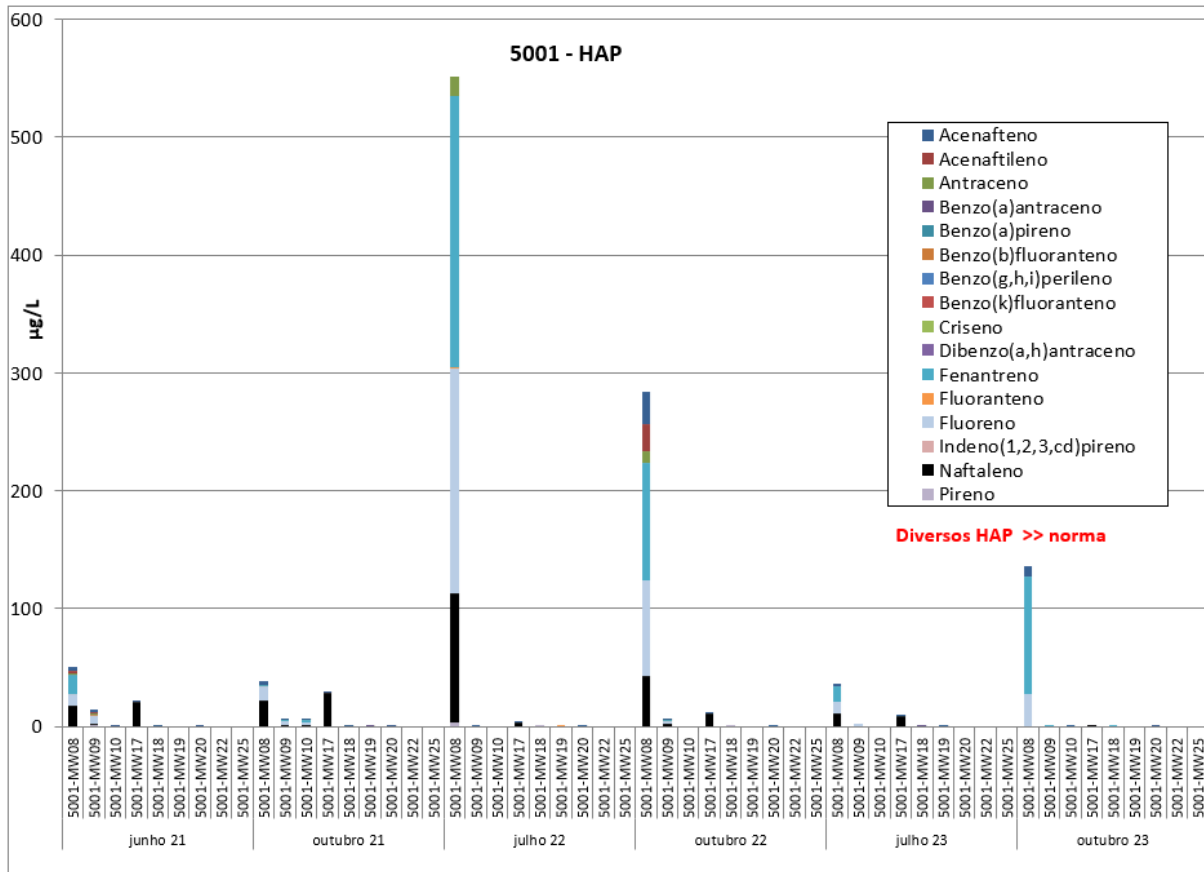


Figura 4.19 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 5001

Os piezómetros amostrados no Site 5001 continuam a apresentar baixos valores de potencial de oxidação-redução, Eh, possivelmente como resultado do consumo de oxigénio por parte das bactérias que se encontram a degradar os hidrocarbonetos presentes. Nos piezómetros mais contaminados não foram medidos estes parâmetros *on site* pelo facto de a poluição poder danificar os equipamentos de medição.

Dada a contaminação geral deste Site, importa definir novas ações de reabilitação.

Em relação à qualidade das águas a jusante do Site 5001, em 2023 as concentrações em hidrocarbonetos não ultrapassaram os Limiares (Quadro 4.7 e Quadro 4.8), estando os HTP abaixo dos l.q. (Figura 4.20).

Contudo, surgiram concentrações acima dos l.q. em diversos BTEX, COV e HAP (Figura 4.21, Figura 4.22) que não eram habituais nestes locais, embora com valores muito inferiores aos valores de referência (cf. Quadro 3.1).

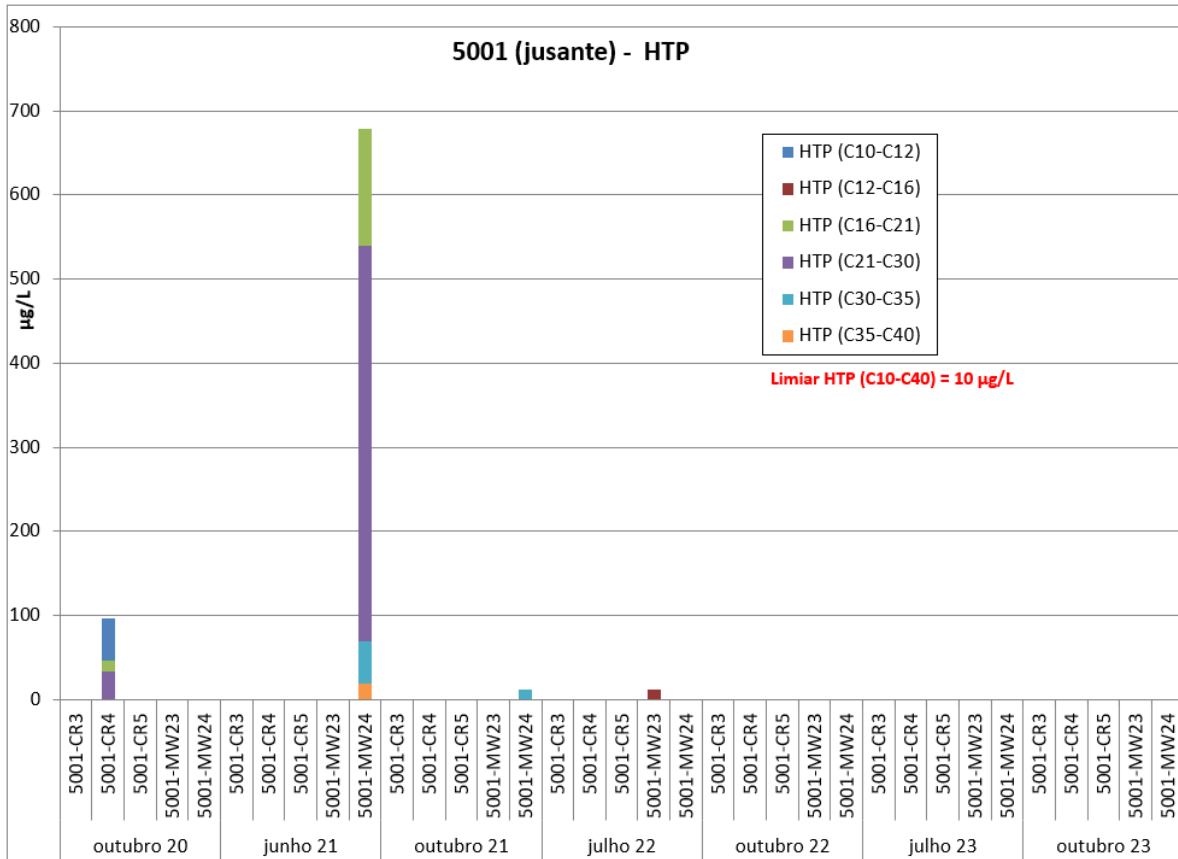


Figura 4.20 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

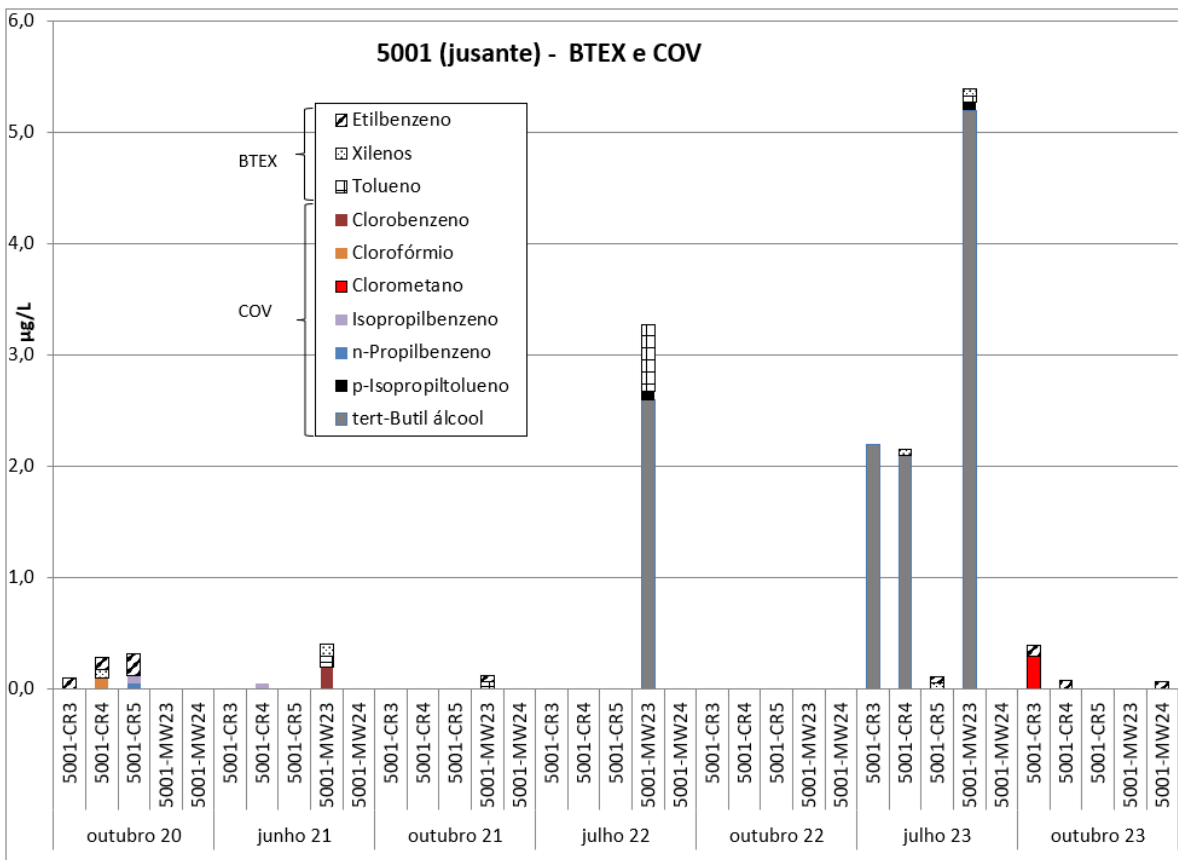


Figura 4.21 – Concentração em BTEX e COV nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

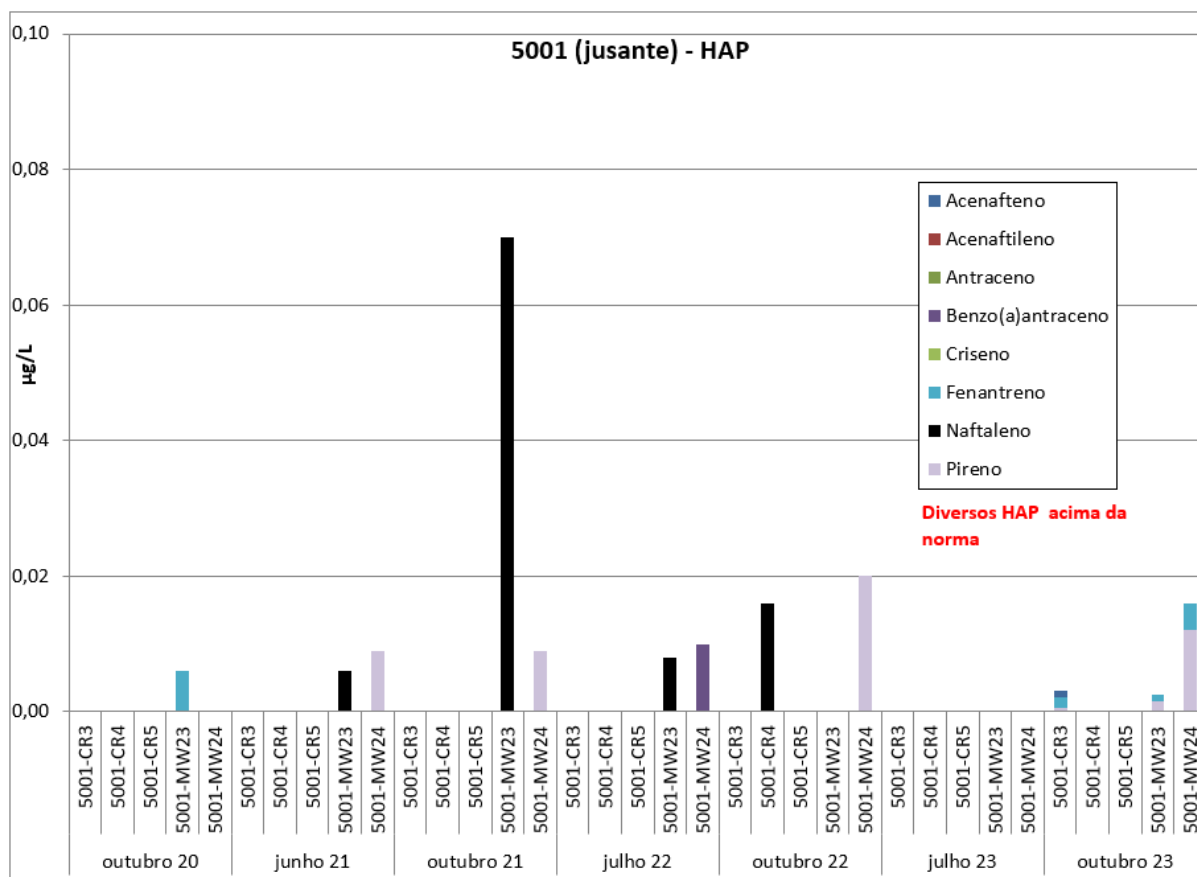


Figura 4.22 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

A monitorização da concentração em hidrocarbonetos a jusante do Site 5001 deverá prosseguir para avaliar a evolução desta situação.

Os metais pesados com concentrações acima das normas voltam a ser os habitualmente encontrados neste meio hidrogeológico (Al, Fe, Mn). A diferença na concentração em metais no piezómetro 5001-MW24 denota a mistura com água salobra, como se pode verificar nos valores de condutividade elétrica (em 2023, entre cerca de 36 500 e 40 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, denotando a influência da maré).

A concentração muito elevada em nitratos (cerca do dobro do valor máximo estabelecido na norma, *i.e.*, 50 mg/L) é já uma característica da mina 5001-CR4 e do poço 5001-CR5, que poderá resultar da eventual entrada direta de dejetos de animais no poço ou excesso de fertilizantes nitrogenados, ou ainda de alguma fossa séptica que possa existir na vizinhança. Trata-se de uma água imprópria para consumo, conforme se tem referido aos proprietários.

4.3.4.2 Água do Paul da Praia

O Quadro 4.9 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nas margens do Paul da Praia, a sul do Site 5001 (Figura 4.14).

Quadro 4.9 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Paul, a sul do Site 5001

Parâmetro	Unidade	5001-Paul1	5001-Paul2	5001-Paul1	5001-Paul2	5001-Paul1	5001-Paul2	5001-Paul1	5001-Paul2	5001-Paul1	5001-Paul2	5001-Paul1	5001-Paul2	Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
		04-07-2021	04-07-2021	27-10-2021	27-10-2021	04-07-2022	04-07-2022	29-10-2022	29-10-2022	05-07-2023	05-07-2023	22-10-2023	22-10-2023				
In situ																	
Temperatura	oC	25	26,7	21,3	19,6	22,3	25,1	16,8	17,3	25,7	27,9	18,9	18,5	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,99	8,19	8,24	8,26	9,39	10,01	8,34	8,15	8,64	9,3	7,65	7,76	LQeL	5,5; 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	49690	50185	44632	46490	36312	39884	40123	40430	43507	45598	30715	30245	LQeL	2500	12	12
Potencial redox (Eh)	mV	86	84,2	145	115	150	138	181,7	209,1	87,5	65,4	83,4	108,3	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	6,5	6,48	6,2	7,8	7,8	8,18	7,5	8,17	6,28	5,13	5,37	5,88	-	-	-	-
Parâmetros agregados																	
Índice de fénóis	mg/L	0,012	0,0064	-	-	-0,05	-0,05	-0,001	-0,001	0,0039	0,0027	-2	-2	Canadá	0,89	0	4
Íões maiores																	
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	100	54	170	170	31	160	180	170	100	30	250	190	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	17	37	-5	-5	31	16	-5	-5	31	40	-5	-5	-	-	0	0
Clorato - Cl	mg/L	18000	18000	18000	18000	14000	14000	18000	17000	16000	19000	13000	14000	L	250	12	12
Nitrato - NO ₃	mg/L	-3	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	2300	2500	2400	2500	2000	1800	2400	2400	2200	2300	1700	1800	L	250	12	12
Cálcio - Ca	mg/L	420	410	370	390	280	280	370	370	360	380	290	270	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	1300	1300	1100	1200	920	910	1100	1100	1100	1200	870	830	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	380	380	370	380	290	280	350	350	320	340	240	240	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	9700	9300	9500	9100	7500	7300	9300	9600	9200	9500	6100	5800	VP	200	12	12
Metais em solução																	
Alumínio - Al	mg/L	-0,10	-0,10	0,26	0,26	-0,10	0,27	-0,10	-0,10	-0,10	0,10	-10,00	-10,00	L	0,2	3	3
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,100	-0,100	L	0,01	0	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,500	-0,500	L	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-5,000	-5,000	L	1,3	0	0
Berílio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,1	-0,1	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	-10,00	-10,00	3,70	3,70	-10,00	-10,00	3,70	3,70	-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	L	2,4	4	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	-0,0400	-0,0400	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,500	-0,500	L	0,01	0	0
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,300	-0,300	Canadá	0,0038	0	0
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,500	-0,500	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,100	-0,100	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	0,15	0,16	0,83	1,10	0,10	0,40	0,27	0,34	0,26	0,08	0,53	1,10	L	0,2	8	8
Ferro (II)	mg/L	0,14	0,15	0,64	0,99	0,11	0,43	0,25	0,22	0,28	0,09	0,52	0,80	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	-0,05	-0,05	0,19	0,12	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,27	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	-1,50	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	-5,00	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,86	0,90	1,20	1,00	0,96	0,64	0,88	1,20	0,98	1,50	-15,00	-15,00	L	0,40	10	10
Lítio - Li	mg/L	0,382	0,382	0,327	0,327	0,2	0,2	0,125	0,131	0,3	0,3	0,215	0,243	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,28	0,53	1,70	0,79	0,21	-1,00	0,37	0,35	0,35	0,22	0,86	1,42	L	0,05	11	11
Mercurio - Hg	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-5,000	-5,000	L	1	0	0
Molibdeno - Mo	mg/L	0,008	0,009	0,005	0,005	0,006	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	-0,500	-0,500	Canadá	0,07	0	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,500	-0,500	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0900	-0,0900	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	0,024	0,007	-0,05	-0,05	-0,005	0,02	0,0105	-0,002	-0,005	-0,005	-0,005	0,016	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,00210	0,00200	0,00260	0,00200	-0,00200	0,00220	0,00128	0,00081	0,00200	-0,00200	-0,00200	0,00212	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	-0,010	-0,010	-0,010	0,010	-0,010	0,020	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-1,000	-1,000	L	0,05	0	0
 hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP																	
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	100	-38	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	1	1
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	28	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	1
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	20	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	1
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	28	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	1
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	17	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	1
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
BTEX																	
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	4	0	0
Meta-para-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	-0,05	-0,05	ε	-	0	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	ε	-	0	0
Tolueno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	0,07	-0,05	-0,05	0,08	-0,05	0,07	0,06	L	7	0	5
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,07	0,00	0,00	0,14	0,00	0,07	0,06	-	-	0	5
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	1
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados																	
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-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	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	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	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,3	-0,2	-	-	0	

Página intencionalmente deixada em branco

A importância do estudo das águas do Paul da Praia é verificar a eventual contaminação proveniente do Site 5001, já que o Paul se localiza a jusante, recebendo a água de descarga do aquífero basal. As águas do Paul têm ainda a forte influência da água do mar, com alterações da qualidade em função da maré, e do contributo da precipitação e escoamento diretos. Em 2023 verificou-se a presença de alguns BTEX, COV e HAP acima dos limites de quantificação, mas abaixo dos valores de referência.

4.3.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.23 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5001 e jusante em 2023.

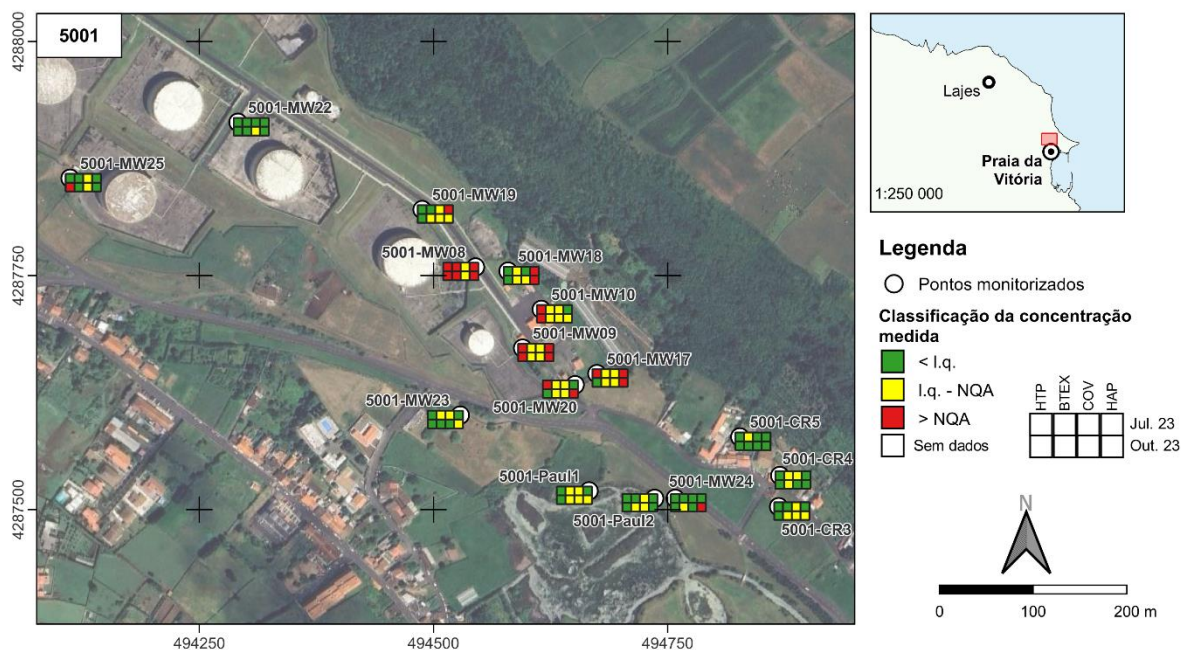


Figura 4.23 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5001 e jusante em 2023

Os resultados das campanhas realizadas em 2023 mostram que se mantém elevada a contaminação dentro do Site 5001, com HTP, BTEX e HAP acima dos respetivos valores de referência, com consequências nas águas a jusante do Paul que já apresenta alguns destes compostos, embora em concentrações muito inferiores. Considera-se que as ações referidas na secção 4.3.2 não são suficientes para inverter a situação nos locais contaminados no Site 5001 (e.g., junto aos piezómetros 5001-MW08 e 5001-MW09 contendo LNAPL, cf. Figura 4.2), pelo que se consideram necessárias outras ações naquele local.

Além do já referido, a sul do Site mantém-se a concentração muito elevada em nitratos (cerca do dobro do limite estabelecido na norma) na mina 5001-CR4 e no poço 5001-CR5.

Mantêm-se as recomendações apresentadas em relatórios anteriores, cujo teor tem vindo a ser referido nas reuniões de peritos (cf. Anexos II e III):

- Compreensão dos problemas que justificam as concentrações tão elevadas de hidrocarbonetos nos pontos de amostragem 5001-MW08 e 5001-MW09.
- Elaboração de um programa que permita remover, de forma eficaz e continuada no tempo, os contaminantes identificados nas áreas poluídas do Site 5001.
- Continuação da monitorização e amostragem semestrais.

4.4 Site 5002: Cinder Pit Fuel Tanks

4.4.1 Contexto histórico

O Site 5002 corresponde ao parque do reservatório da Cova das Cinzas, Zona 3, situada no sopé da encosta da Serra do Cume (Figura 4.24) juntamente com a Zona 1 e Zona 2, onde também existiram tanques de armazenamento de combustível (AST e UST) (USAFE, 2015a). Este local foi classificado como contaminado no estudo de reconhecimento (DISCO *study*) realizado em 2004 (CH2MHILL, 2004).

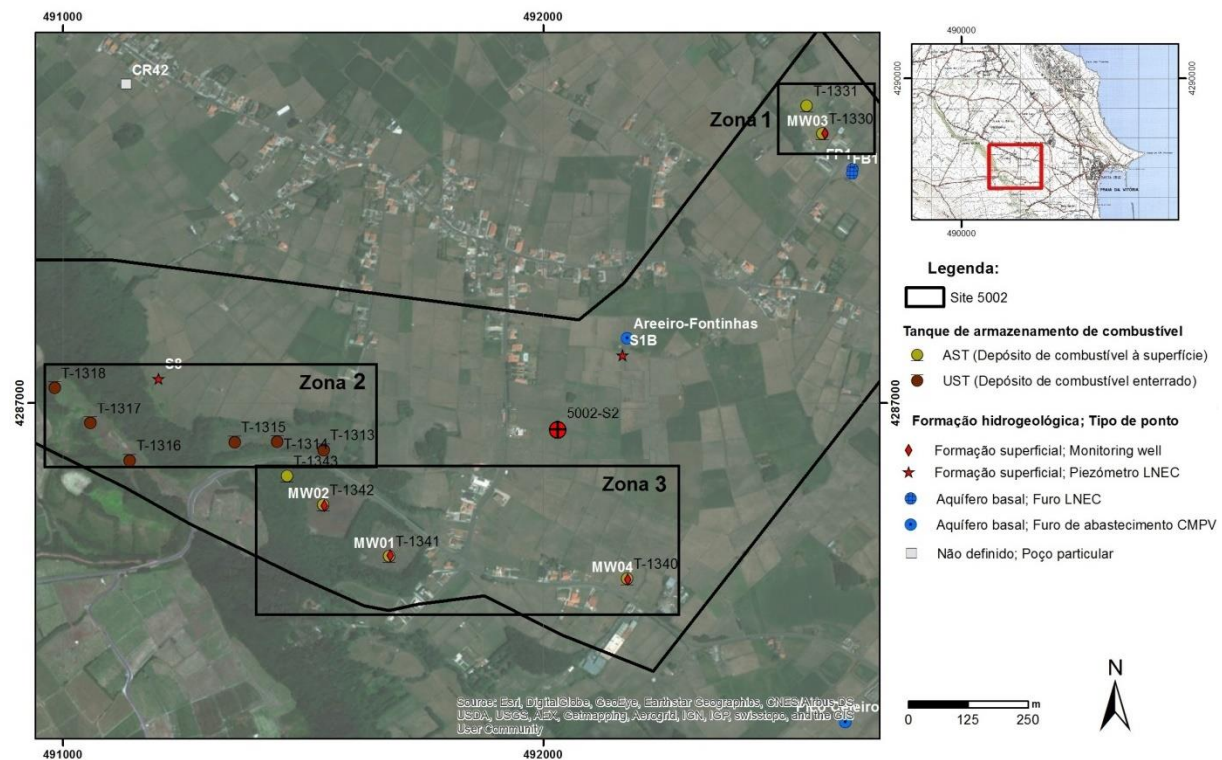


Figura 4.24 – Mapa do Site 5002

O parque de reservatórios foi construído nos anos 50, tendo sido desativado em 1994. Este parque continha seis AST (T-1330, T-1331, T-1340, T-1341, T-1342 e T-1343, de 152 000 e 55 000 barris cada) e seis UST (55 000 barris cada, cf. AMEC, 2010a,b), estando ligado à base através do *pipeline* da Cova das Cinzas (Site 5011) entretanto também desativado e inertizado. Os AST e a maioria dos edifícios a

eles associados foram demolidos depois da desativação do parque, tendo os últimos reservatórios sido desmantelados entre dezembro de 2008 e maio de 2009 (T-1341 e T-1342).

De acordo com CH2MHILL (2004) ocorreram diversos derrames não registados no parque de reservatórios entre os anos 50 e os anos 70, e nos anos 90, sendo esse o principal motivo de preocupação. No estudo refere-se que os locais de descarga dos resíduos de limpeza dos reservatórios AST estarão contaminados com tetraetil de chumbo e outros metais pesados.

A parte oeste da Zona 3 tem sido a mais estudada, desde a altura em que houve uma amostra superficial de solos, recolhida em 2011, que apresentou teor em chumbo muito elevado (AMEC, 2010a e b). Os resultados das análises de solos efetuados pela USAFE nos últimos anos e, mais recentemente em 2018, pela Universidade dos Açores (Pinheiro *et al.*, 2018) e pelo LNEC (Leitão, Mota e Antunes, 2019), mostraram que as concentrações em hidrocarbonetos e em metais pesados estão abaixo dos valores de referência, com exceção do vanádio cuja origem será natural. Atendendo ao exposto, e à elevada profundidade do nível piezométrico nesta área (> 46 m), considerou-se que as operações de desmantelamento dos tanques de combustível e de remoção de solos terão sido eficazes para eliminar as fontes de contaminação e que as concentrações de hidrocarbonetos remanescentes nos solos não irão afetar as águas subterrâneas e poderão diminuir através de processos de biodegradação natural, pelo que não se recomendaram medidas adicionais para a Zona 3 (Leitão, Mota e Antunes, 2019).

Os resultados obtidos para a qualidade dos solos na única sondagem realizada na Zona 2, 5002-S1, apresentaram valores muito elevados de hidrocarbonetos totais do petróleo e de HAP (superiores às normas do Canadá para solos, *Table 2*), tendo sido considerado necessário proceder a uma caracterização mais pormenorizada deste local.

Embora com menor expressão, também a Zona 1 apresentou valores acima dos valores de referência para a qualidade dos solos, com impacto nas águas subterrâneas. Leitão, Mota e Antunes (2019) propõem a reanálise deste local visando justificar os valores encontrados e a sua profundidade de ocorrência. Apresentam-se os resultados obtidos no único piezómetro que não estava seco.

4.4.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2023.

4.4.3 Plano de monitorização

O plano de monitorização do Site 5002 incluiu a análise da qualidade das águas subterrâneas no piezómetro 5002-MW03. Os restantes piezómetros assinalados na Figura 4.24 ou foram destruídos ou estavam sem água, não tendo sido possível recolher amostras de água.

Quadro 4.10 – Principais características do piezómetro do Site 5002

Piezómetro	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)	Nível piezométrico após perfuração (m)	Ano construção
5002-MW03	492586,8	4287560,3	81,47	11,0	7,0	11,0	-	2011

4.4.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.11 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no piezómetro 5002-MW03 nas dez campanhas realizadas entre 2019 e 2023.

Quadro 4.11 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Site 5002

Designação local	Unidade	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	5002-MW03	Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
		02-10-2019	29-06-2020	20-10-2020	04-07-2021	26-10-2021	06-07-2022	02-11-2022	03-07-2023	25-10-2023				
Parâmetros agregados														
In situ														
Temperatura	oC	22,8	20,2	17,5	21,6	19,5	20,1	18,1	21,8	20,9	-	-	-	-
pH	Sorensen	6,59	6,84	6,78	6,48	7,42	6,98	7,12	7,33	6,73	LQ e L	5,5, 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	480	610	605	549	486	529	495	521	363	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	297,0	163,4	143,8	160,0	192,5	241,0	229,5	104,2	112,5	-	-	0	0
Oxigénio dissolvido	mg/L	4,91	3,63	4,77	3,87	6,02	3,60	3,02	3,31	5,85	-	-	0	0
Índices agregados														
Índice de fenóis	mg/L	0,2500	-0,0010	-0,0010	0,0013	-	0,0015	-0,0010	-0,0010	-0,0066	Canadá	0,89	0	3
Íons maiores														
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	110	96	99	110	140	90	100	110	120	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	130	110	130	89	77	89	90	76	34	L	250	0	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	1,6	6,4	1,1	7,1	5,9	11,0	12,0	19,0	9,5	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	43,0	41,0	46,0	41,0	30,0	61,0	48,0	45,0	43,0	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	28	24	28	20	21	19	20	27	13	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	30,0	24,0	25,0	22,0	19,0	20,0	20,0	19,0	12,0	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	6,6	5,9	6,1	5,4	4,8	5,3	4,8	4,8	4,1	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	56	56	54	54	44	56	51	53	49	VP	200	0	0
Metais em solução														
Alumínio - Al	mg/L	0,21	-0,10	0,22	-0,10	-0,10	-0,10	0,36	-0,10	0,30	L	0,2	4	
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1,3	0	0
Berílio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	0,29	0,30	0,25	0,32	0,40	0,25	0,22	0,28	0,15	L	2,4	0	0
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0	0
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	0,21	0,50	0,20	-0,05	0,07	0,07	0,14	0,08	0,08	L	0,2	2	
Ferro (II)	mg/L	-	0,09	0,13	-0,05	-0,05	-0,05	0,05	0,08	-0,05	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	-	0,41	0,08	-0,05	-0,05	-0,05	0,09	-0,05	0,07	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,26	0,27	0,27	0,30	0,36	-0,50	0,29	0,35	0,35	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,22	-0,15	0,22	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15	0,23	L	0,40	0	0
Lítio - Li	mg/L	0,010	-0,005	0,009	0,006	0,007	0,006	0,004	0,007	-0,005	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,12	-0,01	0,21	-0,01	0,01	0,01	0,18	0,08	0,00	L	0,05	4	
Mercurio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Molibdeno - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,07	0	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,001	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	-0,001	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	-	-0,05	-0,05	0,02	-0,05	0,01	-	0,01	0,00	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,0032	-0,0500	0,0014	0,0014	0,0017	0,0013	0,0014	0,0015	0,0022	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	0,01	-0,01	0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,02	-0,01	0,02	L	0,05	0	0
Hydrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP														
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	0	0
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
BTEX														
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	0,06	0,09	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,10	0,08	L	4	0	4
Meta-para xileno	µg/L	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,10	-0,05	L	1	0	1
Tolueno	µg/L	0,20	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	L	7	0	2
Soma BTEX	µg/L	0,30	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,08	L	2,4	0	5
Xilenos	µg/L	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	L	2,4	0	2
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados														
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	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	-0,1	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	Canadá	1	0	1
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	1,4	-0,2	-	-	0	1
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	-	-	0	1
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	-	-	0	1
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	1,2	0,2	Canadá	70	0	2
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	1,4	-0,1	-	-	0	1
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	Canadá	3	0	1
1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	3	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,1	-	-	0	2
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-	-	0	1
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	Canadá	1	0	1
2,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	-	-	0	1
4-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-	-	0	1
Bromobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-	-	0	1
Brom														

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2023, contrariando o sucedido nos dois anos anteriores, voltou a registar-se a presença de dois grupos de hidrocarbonetos, os BTEX e os COV, em concentrações acima dos limites de quantificação nas águas subterrâneas do único piezómetro analisado e em ambas as campanhas. Os BTEX (etilbenzeno, xilenos e tolueno) apresentam concentrações abaixo dos valores de referência (Quadro 4.11 e Figura 4.25). O hexaclorobutadieno (um COV com função de solvente) foi o único composto com valor ligeiramente acima do valor de referência (Quadro 4.11 e Figura 4.26).

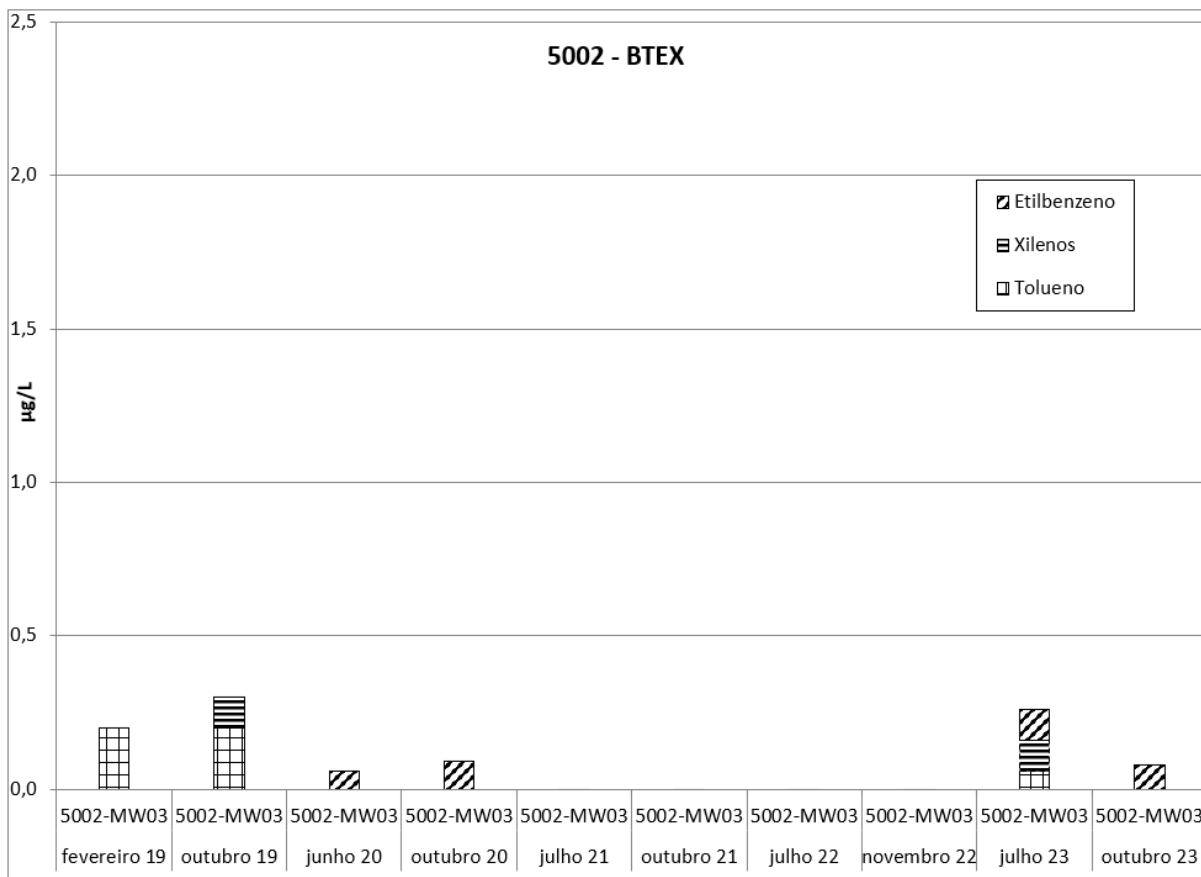


Figura 4.25 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 5002

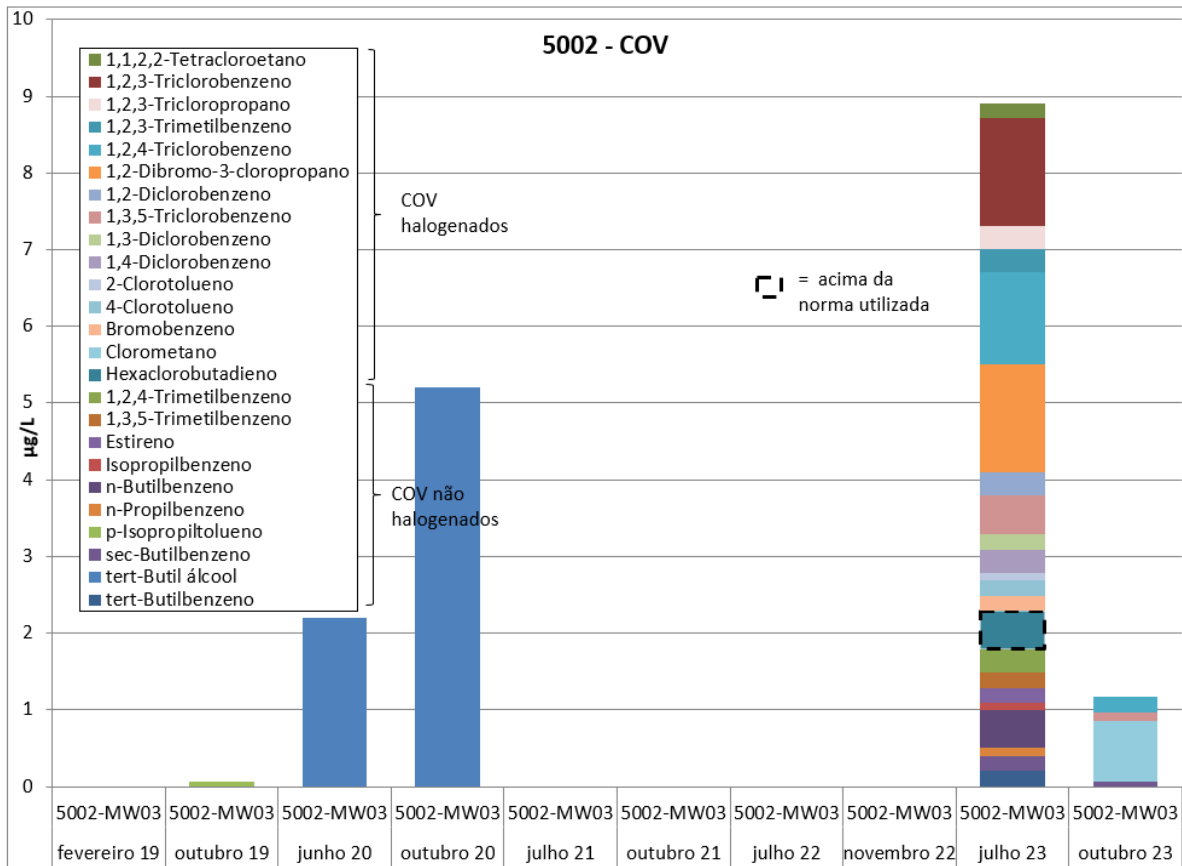


Figura 4.26 – Concentração em COV nos piezômetros do Site 5002

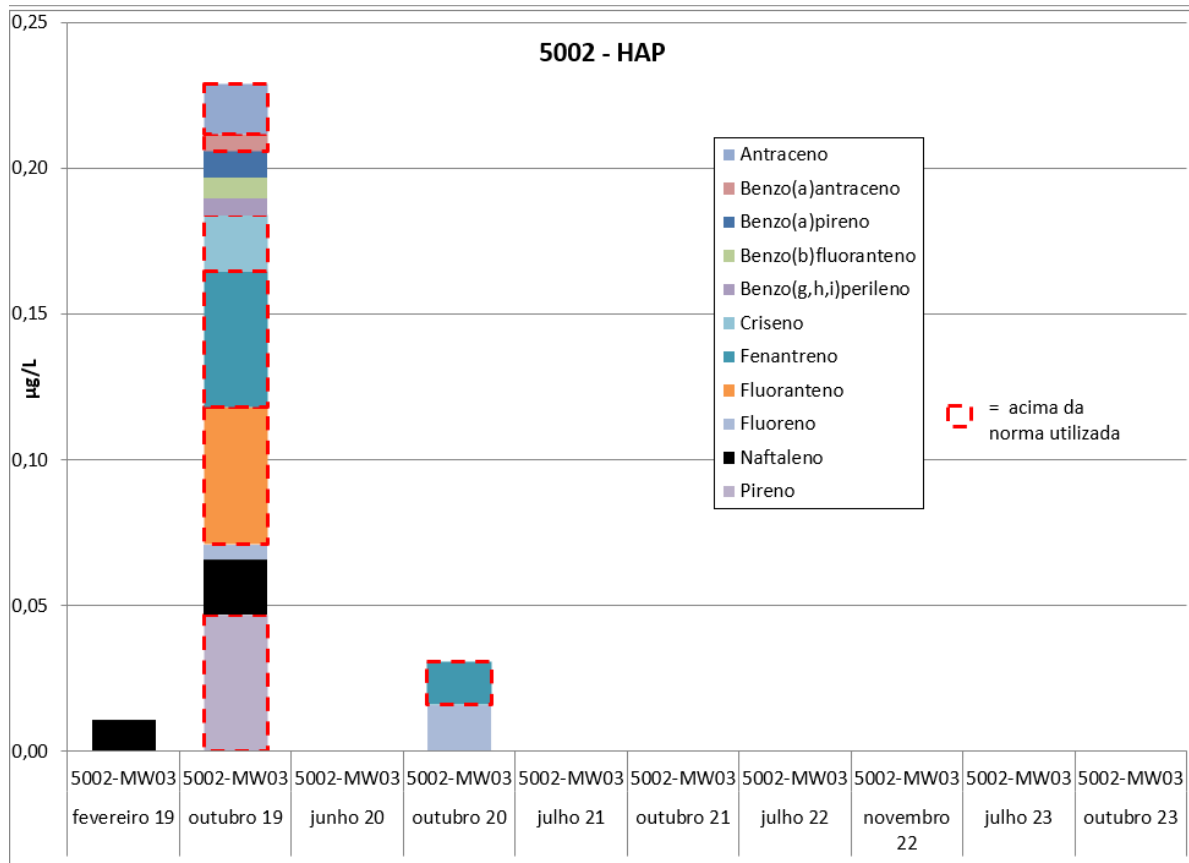


Figura 4.27 – Concentração em HAP nos piezômetros do Site 5002

Nos últimos três anos não se registaram concentrações em HAP nas águas subterrâneas acima dos Limiares (cf. Quadro 4.11 e Figura 4.27).

Em 2023, os dois metais pesados com concentrações acima dos valores de referência foram o Al e Mn. Assim, mantém-se a observação de haver algumas campanhas com metais pesados em concentrações acima dos valores de referência (e.g. Al, Fe, Mn), o que é típico destes solos vulcânicos e das condições de especiação na altura da amostragem (responsáveis pela precipitação ou dissolução dos metais).

4.4.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.28 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas da água subterrânea amostrada do Site 5002 em 2023.

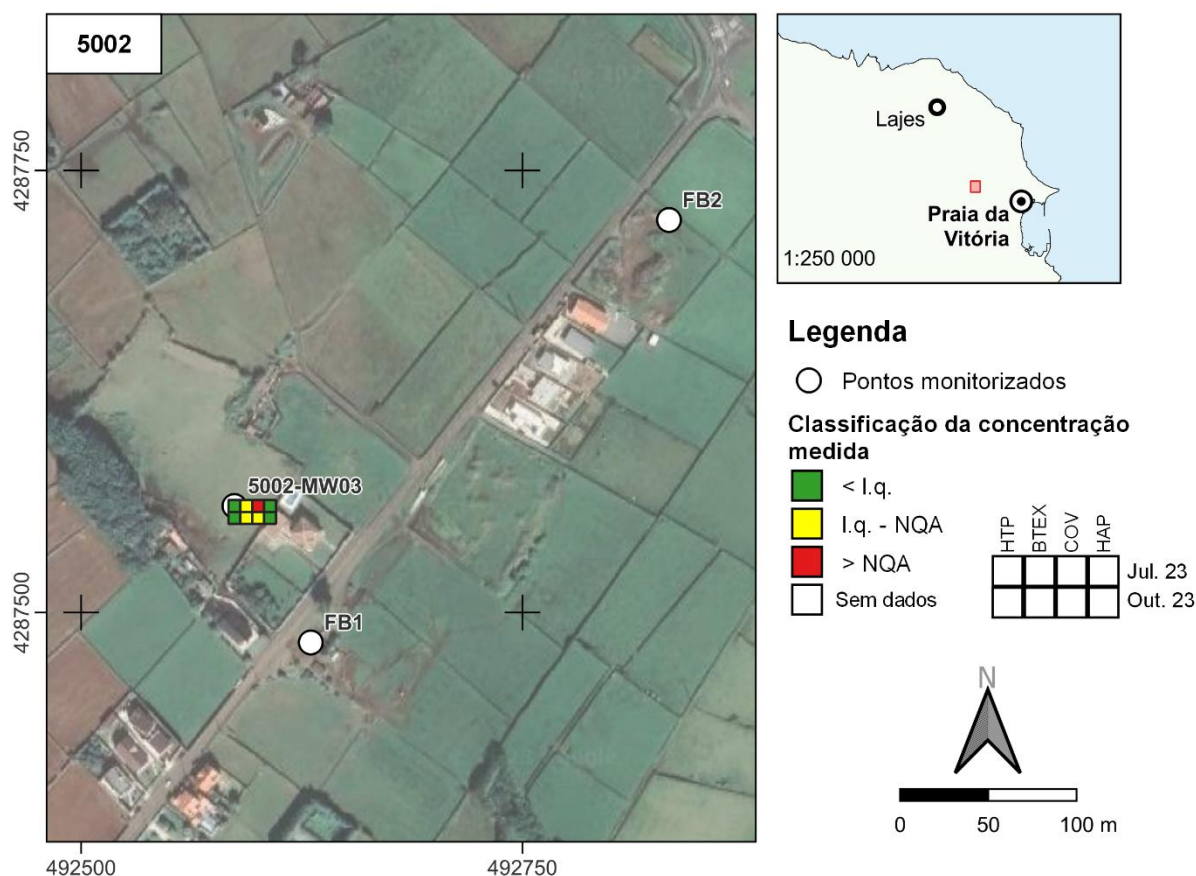


Figura 4.28 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5002 em 2023

Em 2023, na Zona 1, voltou a verificar-se a presença de hidrocarbonetos acima dos l.q. (BTEX e COV) e de um Limiar (hexaclorobutadieno) nas águas subterrâneas do piezómetro amostrado. Nas campanhas anteriores apenas houve duas ocasiões em que se registaram HAP acima dos Limiares (outubro de 2019 e de 2020), contudo com valores inferiores aos valores de referência do Canadá.

Os resultados obtidos para a qualidade dos solos na única sondagem realizada na Zona 2, 5002-S1 realizada em 2018, apresentam valores muito elevados de hidrocarbonetos totais do petróleo e HAP, sendo necessário proceder-se a uma caracterização mais pormenorizada deste local. Este local deverá

ser reanalisado para confirmar os valores encontrados e caracterizar sua extensão e profundidade de ocorrência. Assim, recomenda-se que se proceda à amostragem e ensaios de solos nesses locais, tendo em vista avaliar a evolução da situação desses solos e obter uma informação mais detalhada a sua contaminação, caso subsista.

Tendo em consideração que o furo de captação do Areeiro-Fontinhas (cf. Figura 4.24) poderá estar a jusante dos fluxos de água subterrânea que intersejam os terrenos do Site 5002, recomenda-se a continuação da monitorização da qualidade das águas subterrâneas a partir de amostras recolhidas nos piezómetros com água. Caso os resultados obtidos para os solos não sejam favoráveis, recomenda-se, ainda, a instalação de novos piezómetros mais profundos na área do 5002-S2.

Na Zona 3 não se recomendaram medidas adicionais por se considerar que as operações de desmantelamento dos tanques de combustível e de remoção de solos foram eficazes e que as concentrações de hidrocarbonetos remanescentes nos solos poderão diminuir através de processos de biodegradação natural.

4.5 Site 5003: North Storm Sewer Drainage Outfall

4.5.1 Contexto histórico

O Site 5003 localiza-se no topo norte da pista de aviação da Base das Lajes (Figura 4.29). Trata-se de uma vala aberta com um comprimento de cerca de 1,4 km, sem impermeabilização, e que recebe a descarga de água da drenagem superficial da pista de aviação. Em CH2MHILL (2004) este local foi considerado um Site potencialmente contaminado, de maior risco.

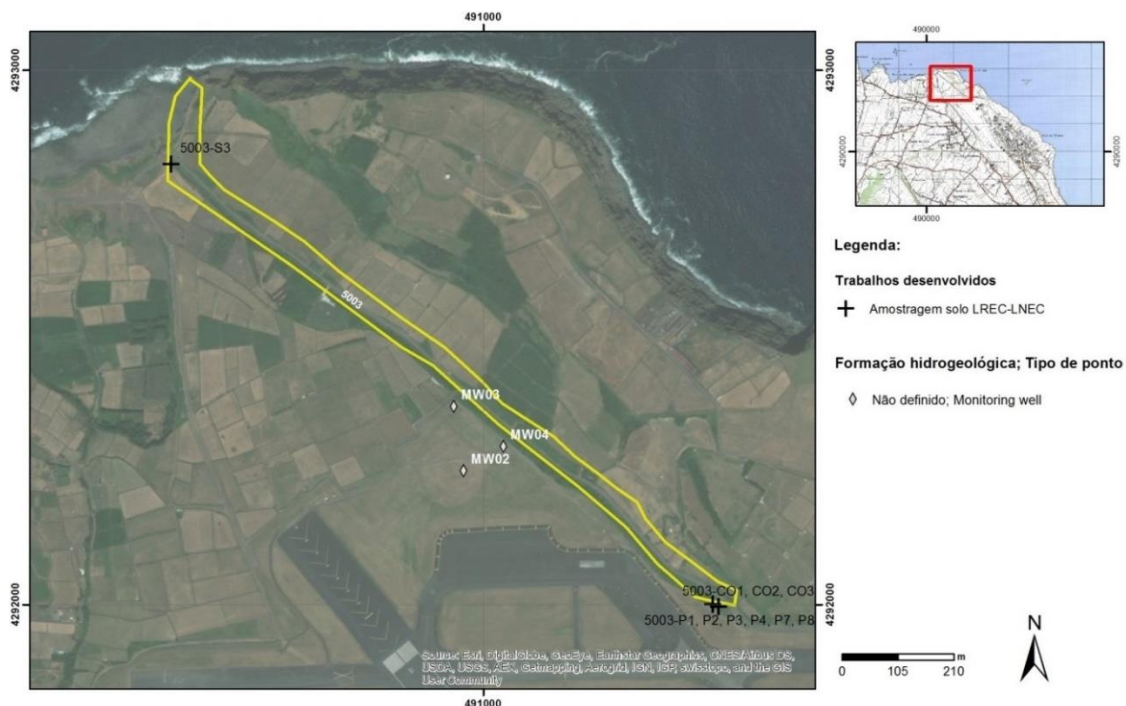


Figura 4.29 – Mapa do Site 5003

Em 2019 foram efetuadas análises a solos amostrados neste Site tendo-se verificado que os mesmos estavam contaminados por diversos metais pesados e hidrocarbonetos (cf. Leitão, Mota e Antunes, 2019). Em 2021/22 este Site foi intervencionado.

4.5.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2023, estando em avaliação a eficácia da construção da nova bacia de retenção (obra que terminou em fevereiro de 2022) na qualidade das águas de drenagem rejeitadas, atendendo a que esta estrutura permite a detenção temporária da água de drenagem e a separação de hidrocarbonetos através de meias absorventes flutuantes. Esta avaliação terá a duração de dois anos após a conclusão da obra, *i.e.*, até ao primeiro semestre de 2024.

4.5.3 Plano de monitorização

O plano de monitorização do Site 5003 incluiu a análise da qualidade de escorrência, através da recolha de uma amostra de água à saída do sistema de contenção das águas de escorrência da pista. Esta amostragem, embora pontual, integra um valor médio das águas de escorrência já que a bacia tem alguma capacidade de armazenamento de água. Em julho de 2023 foi, ainda, feita a recolha de uma amostra composta dos sedimentos e solos acumulados à saída do sistema de contenção, por forma a verificar o efeito cumulativo da contaminação ao longo de vários anos.

4.5.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.12 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água de escorrência recolhidas à saída do sistema de drenagem da pista no Site 5003, entre os anos 2019 e 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 4.12 – Resultados das análises químicas de amostras de água de escorrência recolhidas no Site 5003

Parâmetro	Unidade	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	5003-AEscore	Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
		Data amostragem fevereiro 19	Data amostragem outubro 19	Data amostragem junho 20	Data amostragem outubro 20	Data amostragem julho 21	Data amostragem outubro 21	Data amostragem julho 22	Data amostragem outubro 22	Data amostragem julho 23	Data amostragem outubro 23				
In situ															
Temperatura	oC	13,4	21,5	19,9	20,1	21,7	20,0	22,1	17,3	26,6	17,6	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,76	7,70	7,92	8,21	7,37	7,36	9,01	8,45	9,55	8,22	LQ e L	5,5; 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	120,0	200,5	172,6	389	698	680	370	322	477,3	191,7	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	196,0	244,0	97,9	78,5	108	189,6	177	220	80,3	119,27	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	9,12	6,85	6,68	6,4	6,71	7,39	8,6	7,26	7,13	7,93	-	-	-	-
Parâmetros agregados															
Índice de fenóis	mg/L	-0,001	-0,001	0,0036	-0,001	-0,001	-	0,0012	-0,001	0,0017	-0,02	Canadá	0,89	0	3
Íões maiores															
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	-	26	31	56	150	150	130	130	79	84	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	40	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	-	33	31	77	130	140	44	46	53	22	L	250	0	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	-	1,5	3,1	3	10	15	4,3	0,16	3,4	3,7	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	-	6,1	10	15	19	22	13	19	15	6,5	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	-	7,1	7	16	33	34	26	23	25	6,9	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	-	2,2	2,9	6,2	15	15	8,3	8,7	10	2,3	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	-	2,5	2,7	5,6	8,3	10	5,9	4,1	8,9	3,6	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	-	19	22	46	77	82	38	35	50	31	VP	200	0	0
Metais em solução															
Alumínio - Al	mg/L	0,13	-0,10	-0,10	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,16	-0,1	L	0,2	0	0
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1,3	0	0
Bérbilio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	2,4	0	0
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0	0
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	0,0099	0,0052	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	0,15	0,07	0,16	0,12	0,16	0,15	0,41	0,34	0,22	0,25	L	0,2	4	0
Ferro (II)	mg/L	-	-	0,15	0,13	0,077	-0,05	0,22	0,18	0,21	0,06	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	-	-	-0,05	-0,05	0,068	0,11	0,19	0,16	-0,05	0,19	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	-	0,13	0,17	0,25	0,71	0,72	0,64	0,32	0,69	1,2	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	-	0,19	0,21	0,17	0,37	0,64	0,27	0,26	0,54	0,29	L	0,40	2	0
Lítio - Li	mg/L	0,0005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,00103	-0,005	0,008	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,018	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	0,070	0,025	0,013	0,010	L	0,05	1	0
Mercurio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Molibdeno - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,0079	0	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,001	-0,001	-0,001	-0,0009	-0,0009	-0,0009	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-0,0005	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	-	-	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,007	-0,002	0,007	0,01	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,00074	0,00167	-0,00500	0,00154	0,0016	0,0016	0,0018	0,00116	0,00123	0,00043	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	0,012	-0,010	0,014	-0,010	-0,010	0,010	0,020	0,010	0,010	-0,010	L	0,05	0	0
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP															
HTP (C10-C40)	µg/L	44	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	210	-38	L	10	2	2
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C21-C30)	µg/L	25	-15	-15	19	-15	-15	-15	-15	96	-15	-	-	3	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	10	-10	-10	-10	-10	88	-10	-	-	2	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	18	-10	-	-	1	0
BTEX															
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,06	-0,05	L	4	0	1
Meta-para xileno	µg/L	-0,05	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	-0,05	0,20	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,05	-0,05	L	7	0	2
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	-	-	0	2
Soma xileno	µg/L	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	1
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados															
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	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	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	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	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-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	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	0,4	-0,2	-	-	0	1
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-	-	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	Canadá	70	0	1
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,3	-0,1	-	-	0	1
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
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	Canadá	3	0	0
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	L	3	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,05	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,15	-0,1	-	-	0	1
1,3-Diclorobenzeno</															

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2023 voltaram a registar-se hidrocarbonetos (HTP, BTEX, COV) acima dos limites de quantificação, contrariamente ao sucedido nos dois anos anteriores. Embora os valores de BTEX e COV se tenham mantido abaixo dos respetivos valores de referência (usando como referência os valores das águas subterrâneas), as concentrações em HTP totais na água apresentaram um valor acima do Limiar na amostra pontual de julho.

O ferro e os fosfatos apresentaram valores ligeiramente superiores aos Limiares para águas subterrâneas, aqui usados apenas como termo de comparação.

Conforme foi referido em relatórios anteriores, a amostragem bianual das águas de escorrência não traduz a variação da sua qualidade ao longo do ano, já que as suas características podem variar até em poucas horas em função das condições meteorológicas e do tráfego aéreo. As amostragens dos últimos anos têm coberto diversas situações tendo sido raras as ocasiões com valores acima das normas [usando as das águas subterrâneas para referência, já que as normas de descarga de águas (Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho) não incluem os parâmetros analisados].

Atendendo ao efeito cumulativo da descarga da água de drenagem da pista foi realizada em julho de 2023, um ano após a construção da estrutura, uma amostragem para análise química dos sedimentos transportados pela água à saída do ponto de descarga misturados com os solos subjacentes, até 10 cm de profundidade (amostra composta de quatro pontos na área a jusante da descarga). A qualidade desses sedimentos/solos integra um historial de contaminação mais alargado no tempo, já que não houve remoção de solos nos locais de recolha.

O Quadro 4.13 apresenta os resultados obtidos para a qualidade desses sedimentos/solos. Como não existem valores específicos definidos para estas situações, compara-se os resultados obtidos com os valores holandeses de intervenção. Também se refere, a título de comparação (uma vez que estes valores são para solos na natureza e não sedimentos à saída de sistemas coletores), os valores da tabela 2 do Canadá (Table 2, residential and parkland, coarse) relativo a solos em zonas residenciais. Os resultados obtidos mostram a existência de contaminantes, mas os seus valores são quase sempre inferiores aos valores de intervenção, com a exceção do zinco. Atendendo ao tipo e tempo de descarga, consideram-se estes valores aceitáveis.

Quadro 4.13 – Resultado da qualidade dos sedimentos/solos recolhidos à saída do ponto de descarga da água de drenagem da pista no Site 5003, em julho de 2023

Ponto de amostragem		Solos 5003	Canadá (Table 2, residential and parkland, coarse)	Holanda Intervention Value	N.º ocorrências acima do valor de intervenção
Profundidade (m)		0-0,10 m			
Análise					
Matéria seca	% (w/w)	75,7	-	-	0
Parâmetros agregados					
Índice fenóis	mg/kg ms	-0,05	9,4	40	0
Metais e fósforo					
Arsénio - As	mg/kg ms	6,4	18	55	0
Cádmio - Cd	mg/kg ms	2,0	1,2	12	1
Chumbo - Pb	mg/kg ms	180	120	530	1
Cobre - Cu	mg/kg ms	140	140	190	0
Crómio - Cr	mg/kg ms	41	160	380	0
Mercúrio - Hg	mg/kg ms	0,75	0,27	10	1
Níquel - Ni	mg/kg ms	33	100	210	0
Zinco - Zn	mg/kg ms	1200	340	720	1
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP					
HTP (C10-C12)	mg/kg ms	7,3		-	0
HTP (C12-C16)	mg/kg ms	51	98	-	0
HTP (C16-C21)	mg/kg ms	190		-	0
HTP (C21-C30)	mg/kg ms	590		-	0
HTP (C30-C35)	mg/kg ms	380	300	-	0
HTP (C35-C40)	mg/kg ms	180	2800	-	0
HTP (soma C10-C40)	mg/kg ms	1400	3253	5000	0
BTEX					
Benzeno	mg/kg ms	-0,01	0,17	1	0
Etilbenzeno	mg/kg ms	0,28	1,1	50	0
Meta-para xileno	mg/kg ms	1,5	-	25	0
Orto-xileno	mg/kg ms	0,6	-	-	0
Tolueno	mg/kg ms	-0,05	2,3	130	0
Compostos Orgânicos Voláteis - COV					
1,1,1-Tricloroetano	mg/kg ms	-0,02	0,38	15	0
1,1,2-Tricloroetano	mg/kg ms	-0,02	0,05	10	0
1,1-Dicloroetano	mg/kg ms	-0,02	0,47	15	0
1,2-Dicloroetano	mg/kg ms	-0,02	0,05	4	0
cis-1,2-Dicloroetano	mg/kg ms	-0,02	1,9	-	0
Cloreto de vinil	mg/kg ms	-0,01	0,02	0,1	0
Diclorometano	mg/kg ms	0,026	-	10	0
Tetracloroetileno (PCE)	mg/kg ms	0,012	0,28	4	0
Tetraclorometano	mg/kg ms	-0,02	0,05	1	0
trans-1,2-Dicloroetano	mg/kg ms	-0,02	-	-	0
Tricloroetileno (TCE)	mg/kg ms	-0,02	0,061	60	0
Triclorometano	mg/kg ms	-0,02	-	-	0
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares - HAP					
Acenafteno	mg/kg ms	0,12	7,9	-	0
Acenaftileno	mg/kg ms	0,20	0,15	-	1
Antraceno	mg/kg ms	0,59	0,67	-	0
Benzo(a)antraceno	mg/kg ms	3,20	0,50	-	1
Benzo(a)pireno	mg/kg ms	3,60	0,30	-	1
Benzo(b)fluoranteno	mg/kg ms	5,30	0,78	-	1
Benzo(g,h,i)perileno	mg/kg ms	3,00	6,60	-	0
Benzo(k)fluoranteno	mg/kg ms	2,00	0,78	-	1
Criseno	mg/kg ms	3,20	7	-	0
Dibenz(a,h)antraceno	mg/kg ms	0,67	0,10	-	1
Fenantreno	mg/kg ms	2,70	6,2	-	0
Fluoranteno	mg/kg ms	7,20	0,69	-	1
Fluoreno	mg/kg ms	0,12	62	-	0
Indeno(1,2,3,cd)pireno	mg/kg ms	3,40	0,38	-	1
Naftaleno	mg/kg ms	0,02	0,6	-	0
Pireno	mg/kg ms	5,90	78	-	0
HAP 10 VROM (soma)	mg/kg ms	29,0	-	40	0
HAP 16 EPA (soma)	mg/kg ms	41,0	-	-	0

"-" significa "<"

A rosa estão os parâmetros acima do Intervention Value da Holanda (VROM, 2010)

A amarelo estão os parâmetros acima da norma do Canadá (ME, 2011 e APA, 2019)

4.5.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.30 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2023.

O parâmetro que excedeu o Limiar estabelecido pela APA para águas subterrâneas (aqui utilizados apenas como referência) foi o HTP, na campanha de julho. No entanto, os valores encontrados para estas concentrações são muito inferiores aos valores de referência utilizados noutros países (Canadá e Holanda, também para águas subterrâneas).

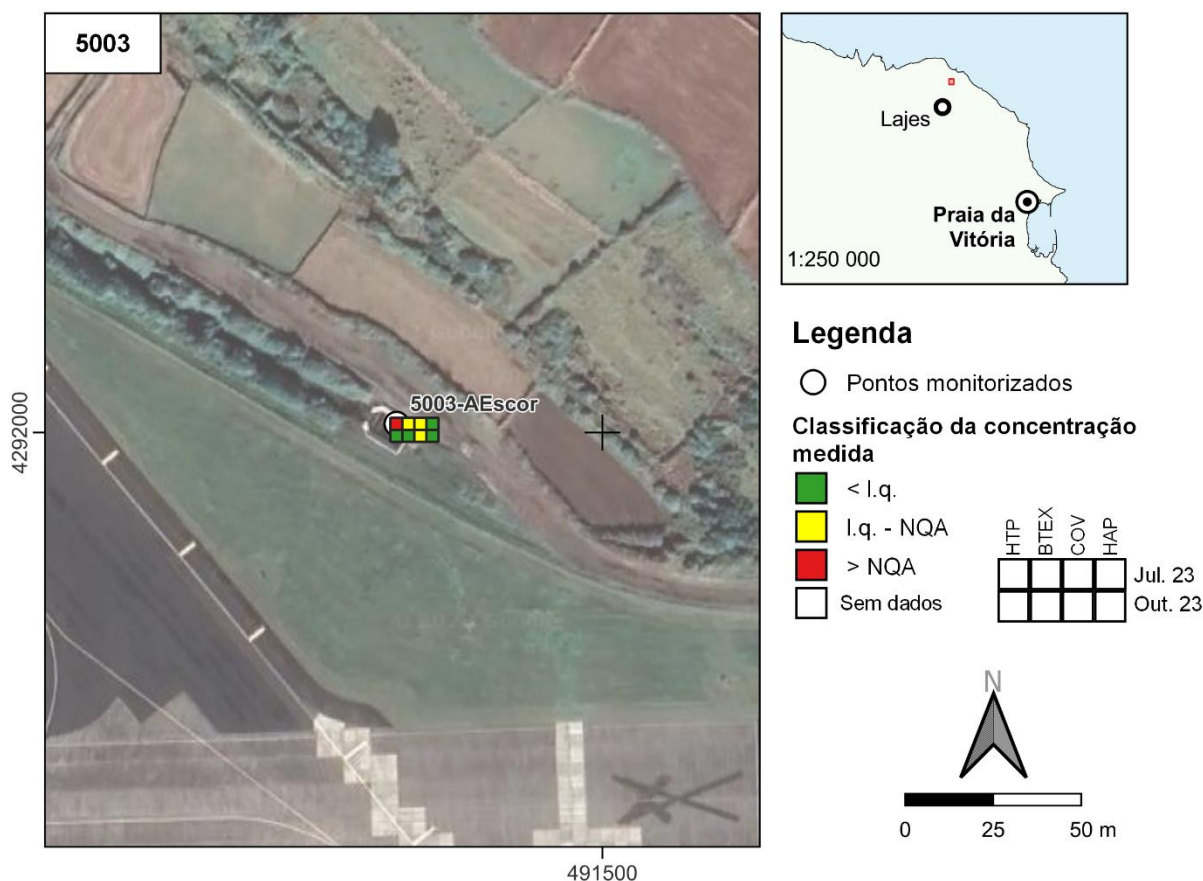


Figura 4.30 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2023

As obras de requalificação da área da descarga da água drenada da pista, e a respetiva remoção dos solos contaminados sob o local intervencionado, terão permitido melhorar a qualidade ambiental deste local. A análise da qualidade da água de descarga será realizada até ao 1.º semestre de 2024, dois anos após a conclusão das obras. As concentrações cumulativas de contaminantes nos solos apresentam valores que se consideram aceitáveis, atendendo ao tipo e ao tempo de descarga.

4.6 Site 5008: Cinco Picos *Globe*

4.6.1 Contexto histórico

O Site 5008 está localizado numa caldeira vulcânica que forma uma depressão entre a serra do Cume e a serra da Ribeirinha e que contém cinco cones vulcânicos secundários (cinco picos). O Site tem uma área aproximada de 43 700 m² (cerca de 190 m por 230 m) (cf. Figura 4.31) e apresenta um ligeiro declive para NE. Na zona envolvente, o uso do solo é predominantemente agrícola, com algumas quintas e casas dispersas.

O Site foi construído em meados de 1950 e continha um posto de comunicação de altas frequências, um posto de eletricidade com gerador e transformador, e várias antenas de rádio, além de depósitos de armazenamento de combustível. De acordo com AMEC (2011) terão ocorrido derrames nos drenos que descarregavam para um sistema de separação óleo/água e nos tanques de combustíveis enterrados, sendo essa a principal questão ambiental analisada.

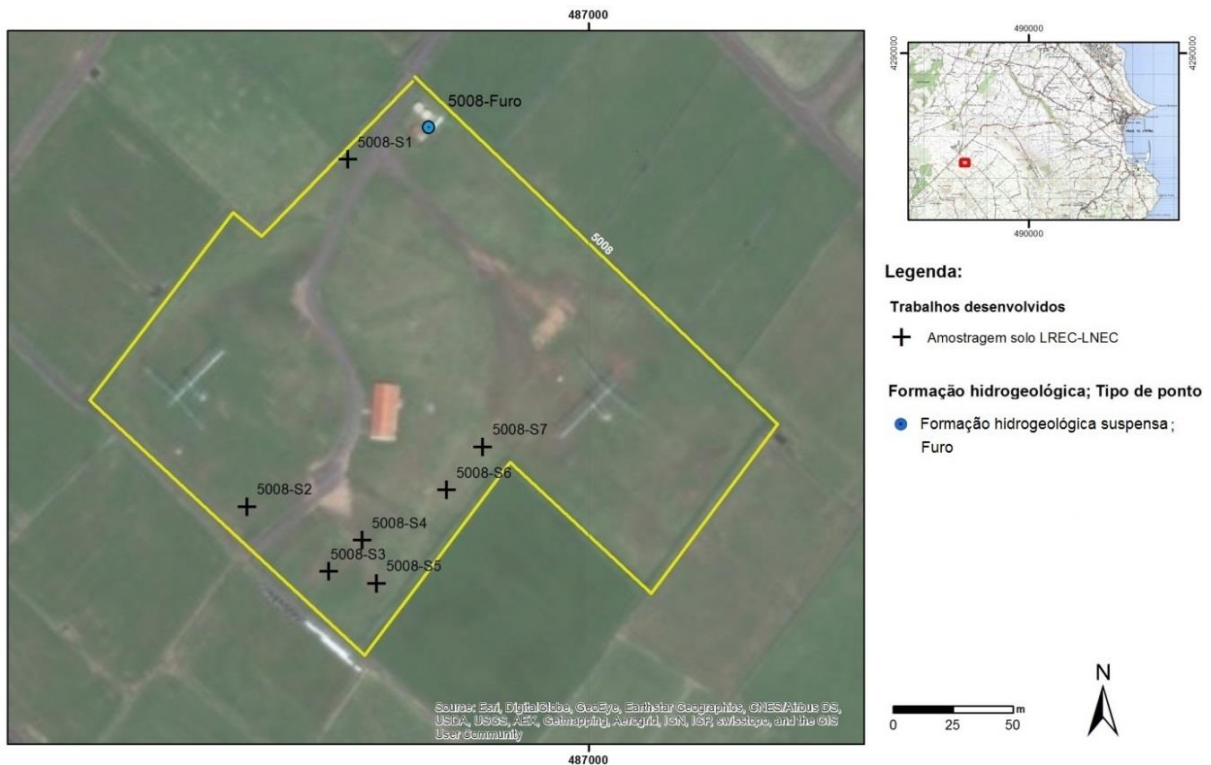


Figura 4.31 – Mapa do Site 5008

O Site 5008 apresentou solos considerados contaminados por diversos metais pesados e hidrocarbonetos (AMEC, 2011). Contudo, a análise do risco concluiu que este era baixo ou nulo, atendendo à cobertura de cerca de 0,3 m com solo não contaminado e ao arrelvamento do local, impedindo o contacto dérmico ou de transporte pelo vento. A profundidade do aquífero basal no local é de cerca de 350 m, com um nível estático a uma profundidade de cerca de 85 m.

Com base nos resultados obtidos por Leitão, Mota e Antunes (2019) relativo à análise da qualidade dos solos nos locais acima assinalados, sugeriu-se a remoção dos solos contaminados até às profundidades de 0,2 a 0,5 m e a revisão da análise de risco apresentada, atendendo ao uso essencialmente agrícola do local. Recomendou-se manter a monitorização periódica do furo existente no local para confirmar a qualidade da água.

4.6.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2023.

4.6.3 Plano de monitorização

A monitorização do Site 5008 incluiu a análise da qualidade da água no furo existente no local, com 92 m de profundidade. Este furo capta uma formação hidrogeológica intermédia.

4.6.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.14 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no furo do Site 5008 entre 2018 e 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2023, as concentrações em HTP e em COV foram inferiores aos l.q. na água amostrada. O etilbenzeno (BTEX) apresentou valores acima dos limites de quantificação, em ambas as campanhas, embora muito inferiores ao Limiar. Alguns HAP também apresentaram concentrações acima dos l.q. na campanha de outubro, mas também inferiores aos Limiares. Este facto não significa que a qualidade da água tenha piorado, atendendo a que os l.q. em outubro foram reduzidos 10 vezes para ir ao encontro das exigências introduzidas pela APA em 2021.

As características químicas desta água subterrânea da formação hidrogeológica suspensa mantêm-se, sendo uma água pouco mineralizada (com valores de condutividade elétrica entre 149 e 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e com valores de cloreto e de sódio muito inferiores aos valores típicos da água do aquífero basal.

Os metais pesados apresentam concentrações inferiores ao limite de quantificação ou valores muito baixos, com exceção do ferro, zinco e chumbo, cuja origem poderá estar associada às formações litológicas vulcânica e, também, ao próprio material da tubagem do furo.

A presença de hidrocarbonetos em 2023, e em campanhas anteriores, está abaixo ou próximos dos limites de quantificação e muito abaixo dos Limiares.

4.6.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.32 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2023.

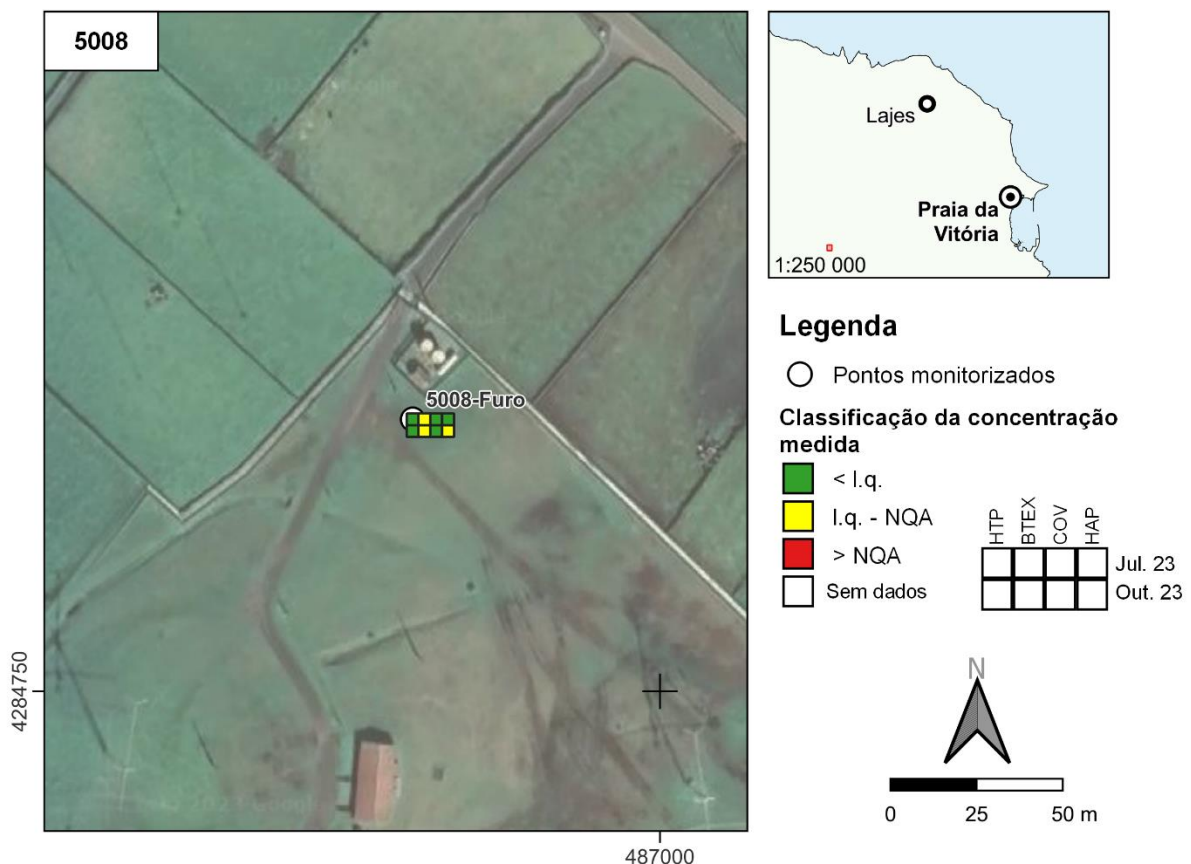


Figura 4.32 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2023

Os resultados obtidos nos últimos anos mostram que apenas na campanha de outubro de 2019 se observou a presença de HAP acima dos limiares estabelecidos pela APA, embora em concentrações muito abaixo dos valores de referência estabelecidos noutros países. Observa-se esporadicamente a presença de outros hidrocarbonetos, embora abaixo dos Limiares, que nas últimas cinco campanhas se limitaram ao etilbenzeno e HAP.

Se a análise deste Site se restringisse aos resultados da água subterrânea do furo existente, a declaração de Site sem recomendações adicionais seria adequada, face aos resultados dos últimos anos. Contudo, a presença de solos contaminados no local das amostragens de solos referidos na Figura 4.31 (cf. Leitão, Mota e Antunes, 2019) pode conduzir à sua lixiviação para as águas. Nesse contexto, mantém-se a sugestão de remover os solos contaminados até às profundidades de 0,2 a 0,5 m, manter a monitorização da qualidade da água e fazer uma revisão da análise de risco apresentada, atendendo ao uso essencialmente agrícola do local, a menos que se verifique uma melhoria na qualidade dos solos no local devida à biodegradação.

Assim, recomenda-se que se proceda à amostragem e ensaios de solos nesses locais, tendo em vista avaliar a evolução da situação desses solos e obter uma informação mais detalhada sobre a sua contaminação, caso subsista.

4.7 Site 5009: Cume da TACAN

4.7.1 Contexto histórico

O Site 5009 foi uma unidade tática de navegação aérea (*TACAN, TACTical Air Navigation*), não habitada, existente desde os anos 50/60 da década passada. Em 2002/03 houve obras de construção de novos edifícios, destruição do antigo e de repavimentação da área com gravilha e asfalto, substituindo áreas degradadas e alegadamente contaminadas. À data, além de contaminação por hidrocarbonetos, resultante de fugas, refere-se a potencial contaminação pelas baterias e pinturas com chumbo.

Atendendo à contaminação dos solos identificada e ao uso da área envolvente para pastagem foram realizadas em 2019, pelo LREC, duas sondagens para uma avaliação das condições à data. As amostras de solos analisadas apresentaram concentrações cujos valores excederam os limites legislados para HTP, HAP, chumbo, vanádio e zinco. Dada a elevada contaminação de alguns destes solos (mais de 300 vezes acima dos valores permitidos), numa área confinada, com cerca de 10 m por 5 m (AMEC, 2011a e Leitão, Mota e Antunes, 2019), sugeriu-se a sua remoção, incluindo o pavimento, por forma a evitar a perda de hidrocarbonetos para níveis mais profundos dos solos. Foi, ainda, recomendada uma delimitação mais específica da profundidade da área contaminada para que os trabalhos de remoção incluíssem toda a zona afetada. Em 2022 este Site foi intervencionado indo ao encontro de algumas das sugestões referidas (cf. Secção 4.7.2).

4.7.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Ainda em 2022, a USAFE procedeu a uma intervenção do Site com diversas obras que incluíram não apenas a reabilitação sugerida pelo LNEC, *i.e.*, a remoção do asfalto e do solo numa área com cerca de 50 m², realizada até 1 m de profundidade, mas também a remoção do asfalto e do solo em toda a restante área, com cerca de 260 m² até 0,2 m de profundidade (cf. Figura 4.33) (cf. *Environmental Protection Plan (EPP)*, Transjet, 2022).

Os trabalhos incluíram a remoção de 66 toneladas de resíduos de misturas betuminosas e de 202,5 toneladas de resíduos de solos e rocha. De acordo com o referido em Transjet (2022), foi feita uma primeira triagem do solo retirado que evidenciava estar contaminado, pela descoloração, odores e diferenças nas propriedades do solo, completada pela análise expedita da concentração total em COV (feita com um *Photo Ionization Detector*, PID, com o valor de referência de 100 ppm) a cada 5 m³ de solo escavado.

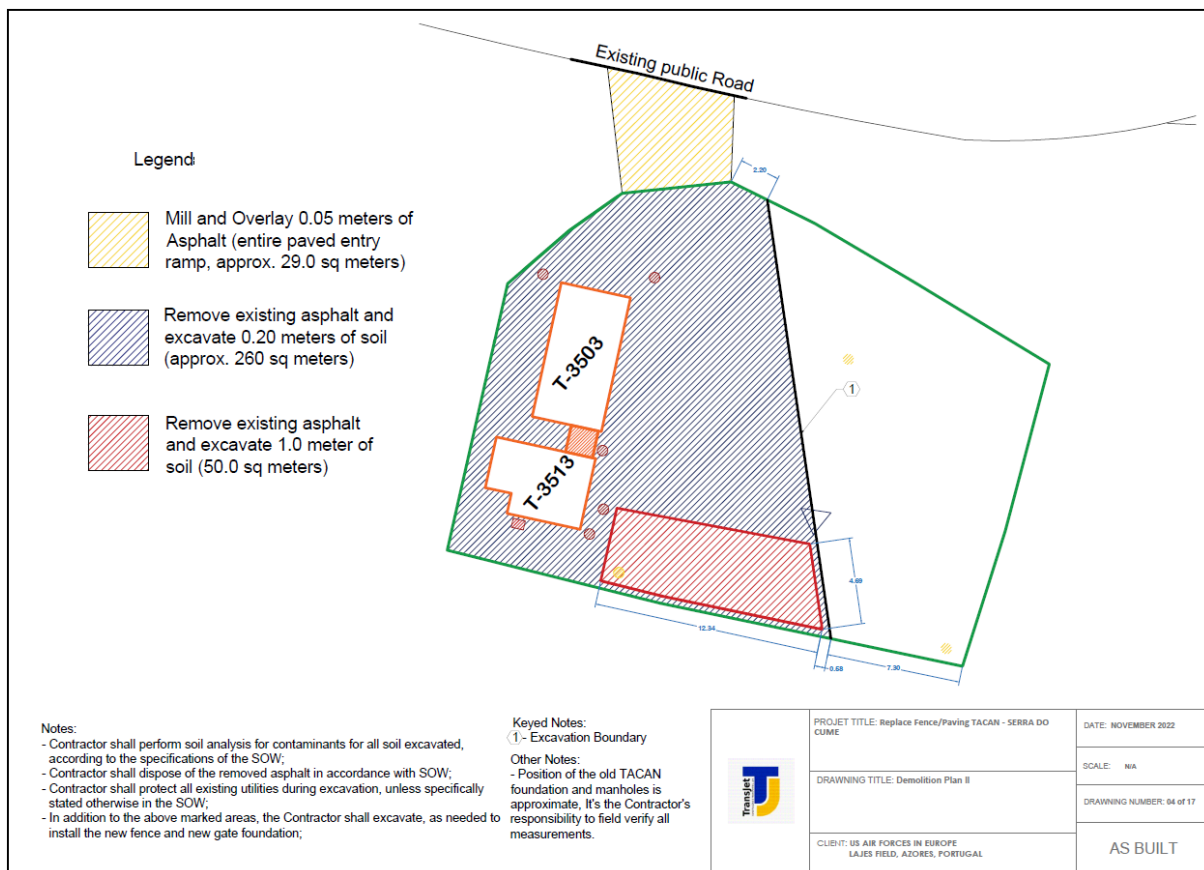


Figura 4.33 – Área intervencionada no Site 5009 em 2022 (origem: Transjet, 2022)

Do conjunto de resíduos retirados, 16,16 toneladas foram consideradas contaminadas, tendo sido enviadas para a empresa municipal de gestão e valorização ambiental da Ilha Terceira, EEM.

De acordo com a informação que se dispõe, as análises à qualidade dos solos previstas no *Environmental Protection Plan* não foram realizadas. Foram, sim, para fins de gestão de resíduos,

realizadas análises químicas do lixiviado dos solos amostrados através de um teste curto de lixiviação, conforme indicado no DL 102D/2020, de 10 de dezembro relativo aos resíduos inertes.

4.7.3 Conclusões e recomendações

Os trabalhos de remoção do solo contaminado realizados em 2022 estão de acordo com o proposto pelo LNEC (Leitão, Mota e Antunes, 2019), indo mesmo além do sugerido. Naturalmente que teria sido desejável que tivessem sido feitas análises químicas aos solos abaixo do nível escavado, pois permitiria confirmar a ausência de qualquer contaminação. Ainda assim, atendendo aos trabalhos de remoção realizados, ao facto de o risco de contaminação de águas subterrâneas no local ser muito baixo (com o nível piezométrico a grande profundidade) e de o local ter um uso exclusivamente militar, considera-se que, do ponto de vista ambiental, estão reunidas as condições para não serem necessárias recomendações adicionais neste Site.

Importa referir que este local não deverá ser utilizado para nenhuma outra finalidade sem que sejam feitas novas análises químicas da qualidade dos solos, designadamente sobre a concentração em HTP, BTEX e HAP, além de uma repetição dos metais agora analisados.

4.8 Site 5010: *Medium Port Command*

4.8.1 Contexto histórico

O Site 5010 localiza-se nas docas da Praia da Vitória, compreendendo toda a parte NE da baía da Praia, numa área aproximada de 50 000 m² (Figura 4.34). Trata-se do local de apoio à entrada e distribuição de combustível para a ilha através de diversos *pipelines*. As principais fontes potenciais de contaminação estão associadas a fugas de combustível e a atividades de apoio de diferentes edifícios onde poderão ter ocorrido derrames de fluidos de automóveis, tintas e solventes. Em CH2MHILL (2004) este local foi considerado um Site potencialmente contaminado.

Apesar desta área ter apresentado solos contaminados por HTP e HAP em diversos locais, a análise de risco não recomendou nenhuma ação de reabilitação com base no argumento de que o local se encontra pavimentado. No entanto, aquela análise recomenda que a água do porto adjacente à área dos solos impactados por hidrocarbonetos seja monitorizada periodicamente. Durante a campanha de outubro ocorreu um incêndio de um barco no Porto.

Os solos analisados em 2018 nas três sondagens/piezómetros (Leitão, Mota e Antunes, 2019) revelaram a presença de HTP e HAP, acima dos limites do Canadá para o caso dos HAP em diversas amostras dos piezómetros 5010-S2 e 5010-S3.

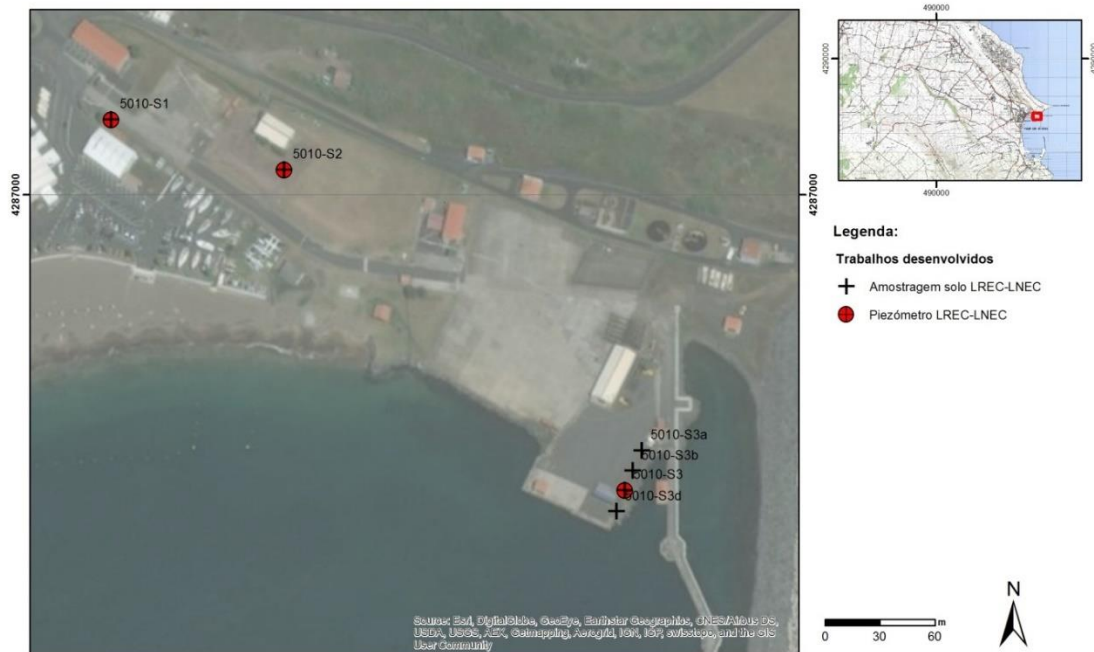


Figura 4.34 – Mapa do Site 5010

Neste relatório apresentam-se os resultados das duas campanhas de recolha de águas subterrâneas para análise química realizadas em 2023.

4.8.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2023.

4.8.3 Plano de monitorização

O plano de monitorização do Site 5010 incluiu a análise da qualidade das águas subterrâneas nos três piezómetros, cujas características são apresentadas no Quadro 4.15. Neste local, o nível piezométrico do aquífero basal encontra-se próximo da superfície, apenas a cerca de 2 a 3 m de profundidade.

Quadro 4.15 – Principais características dos piezómetros do Site 5010

Piezómetro	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)	Nível piezométrico após perfuração (m)	Ano construção
5010-S1	495217,78	4287040,89	2,37	4,5	1,5	4,5	2,05	2018
5010-S2	495312,12	4287013,60	2,21	3,0	1,0	3,0	1,82	2018
5010-S3	495497,59	4286839,48	2,87	4,5	1,0	4,5	2,70	2018

4.8.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.16 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos três piezómetros do Site 5010, em julho e em outubro de 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 4.16 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 5010, em 2023

Designação local	5010-S1	5010-S2	5010-S3	5010-S1	5010-S2	5010-S3				
Data amostragem	03-07-2023	03-07-2023	03-07-2023	25-10-2023	25-10-2023	25-10-2023				
Parâmetro	Unidade						Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
In situ										
Temperatura	oC	22,4	22,9	22,4	21,6	21,7	20,5	-	-	-
pH	Sorensen	8,04	8,17	7,98	7,65	7,61	7,98	LQ e L	5,5; 9	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	705	592	52768	649	546	49605	LQ e L	2500	2
Potencial redox (Eh)	mV	186,1	176,6	113,5	65,5	63,3	78,2	-	-	1
Oxigénio dissolvido	mg/L	6,48	4,06	5,59	2,91	3,12	4,84	-	-	0
Parâmetros agregados										
Índice de fenóis	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,0066	-0,0066	-2	Canadá	0,89	0
Iões maiores										
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	330	320	150	320	340	150	-	-	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0
Cloreto - Cl	mg/L	56	29	23000	53	27	21000	L	250	2
Nitrato - NO ₃	mg/L	-0,1	2,0	-10,0	0,4	0,3	-10,0	NQ	50	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	19	12	2800	26	6,9	2900	L	250	2
Cálcio - Ca	mg/L	49	59	450	64	64	440	-	-	0
Magnésio - Mg	mg/L	28	23	1400	26	22	1300	-	-	0
Potássio - K	mg/L	9,1	8,0	410	8,9	5,1	400	-	-	0
Sódio - Na	mg/L	52	33	12000	48	30	10000	VP	200	2
Metais em solução										
Alumínio - Al	mg/L	0,54	0,11	0,34	0,71	-0,10	0,34	L	0,2	4
Antimónio - Sb	mg/L	-0,0010	0,0013	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	L	0,01	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0
Bário - Ba	mg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1,3	0
Berílio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0
Boro - B	mg/L	0,16	0,15	-10,00	0,15	-10,00	15,00	L	2,4	1
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0
Chumbo - Pb	mg/L	0,029	-0,005	-0,005	0,028	-0,005	-0,005	L	0,01	2
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0
Cobre - Cu	mg/L	0,0058	-0,005	-0,005	0,0091	-0,005	-0,005	L	2	0
Crómio - Cr	mg/L	0,0030	0,0058	-0,0010	0,0083	-0,0010	-0,0010	L	0,05	0
Ferro - Fe	mg/L	0,27	0,54	0,21	0,16	0,13	-0,05	L	0,2	3
Ferro (II)	mg/L	0,09	0,13	0,21	-0,05	0,07	-0,05	-	-	0
Ferro (III)	mg/L	0,18	0,41	-0,05	0,14	0,07	-0,05	-	-	0
Fluoreto - F	mg/L	0,57	0,60	-5,00	0,66	0,85	-5,00	L	1,5	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,46	0,18	0,23	0,57	-0,15	0,17	L	0,40	2
Lítio - Li	mg/L	0,01	0,01	0,30	0,01	0,01	0,34	L	1,65	0
Manganês - Mn	mg/L	0,327	0,120	0,049	0,128	0,009	-0,005	L	0,05	3
Mercurio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0
Molibdênio - Mo	mg/L	-0,01	0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01	Canadá	0,07	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0
Selénio - Se	mg/L	0,002	-0,0009	-0,0009	0,0017	-0,0009	0,0015	L	0,03	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0
Titânio - Ti	mg/L	0,039	0,021	0,026	0,023	-0,005	-0,005	-	-	0
Vanádio - V	mg/L	0,0056	0,0035	0,0044	0,0043	0,0010	0,0028	Canadá	0,0062	0
Zinco - Zn	mg/L	0,030	-0,010	-0,010	0,071	-0,010	-0,010	L	0,05	1
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP										
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	0
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
BTEX										
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	0,10	0,20	0,08	L	4	3
Meta-para xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0
Tolueno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	0,07	0,07	-0,05	L	7	2
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,17	0,27	0,08	-	-	3
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados										
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,1	0
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0
1,1,2-Tricloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	0,1	0,4	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	3
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2-Dibrometano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0
1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	3	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0
2,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
2-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
4-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromodiorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0
Bromometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,89	0
cis-1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	1
cis-1,3-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,5	0
cis+trans 1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0
Cloreto de vinilo	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	0,5	0
Clorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	30	0
Cloroetano	µg/L	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-	-	0
Clorofórmio (ou Triclorometano)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	6	0
Clorometano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	0,3	-0,2	-0,2	-	-	1
Dibromodiorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	25	0
Dibromometano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0
Diclorodifluorometano	µg/L	-	-	-	-	-	-	Canadá	590	0
Diclorometano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	20	0
Hexaclorobutadieno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,44	0
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0
Tetraclorometano	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-	-	0
trans-1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0
trans-1,3-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,5	0
Tribromometano (ou bromofórmio)	µg/L	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-	-	0
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Σ	-	0
Triclorofluorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	150	0
Soma PCE + TCE	µg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	L	10	0
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados										
1,2,4-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,05	0,07	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-	-	1
1,3,5-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-	-	0
Estireno	µg/L	-0,10								

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2023 apenas se verificou a presença de um hidrocarboneto (antraceno, HAP) nas águas subterrâneas acima dos valores de referência, estando as concentrações em HTP abaixo dos limites de quantificação.

A concentração em BTEX nas águas subterrâneas amostradas apresentou valores acima dos limites de quantificação em etilbenzeno e tolueno, ambos com valores muito abaixo dos respetivos Limiares, apenas em outubro (Quadro 4.16 e Figura 4.35). Desde 2018, as concentrações em BTEX apenas ultrapassaram o Limiar para os xilenos, em outubro de 2019.

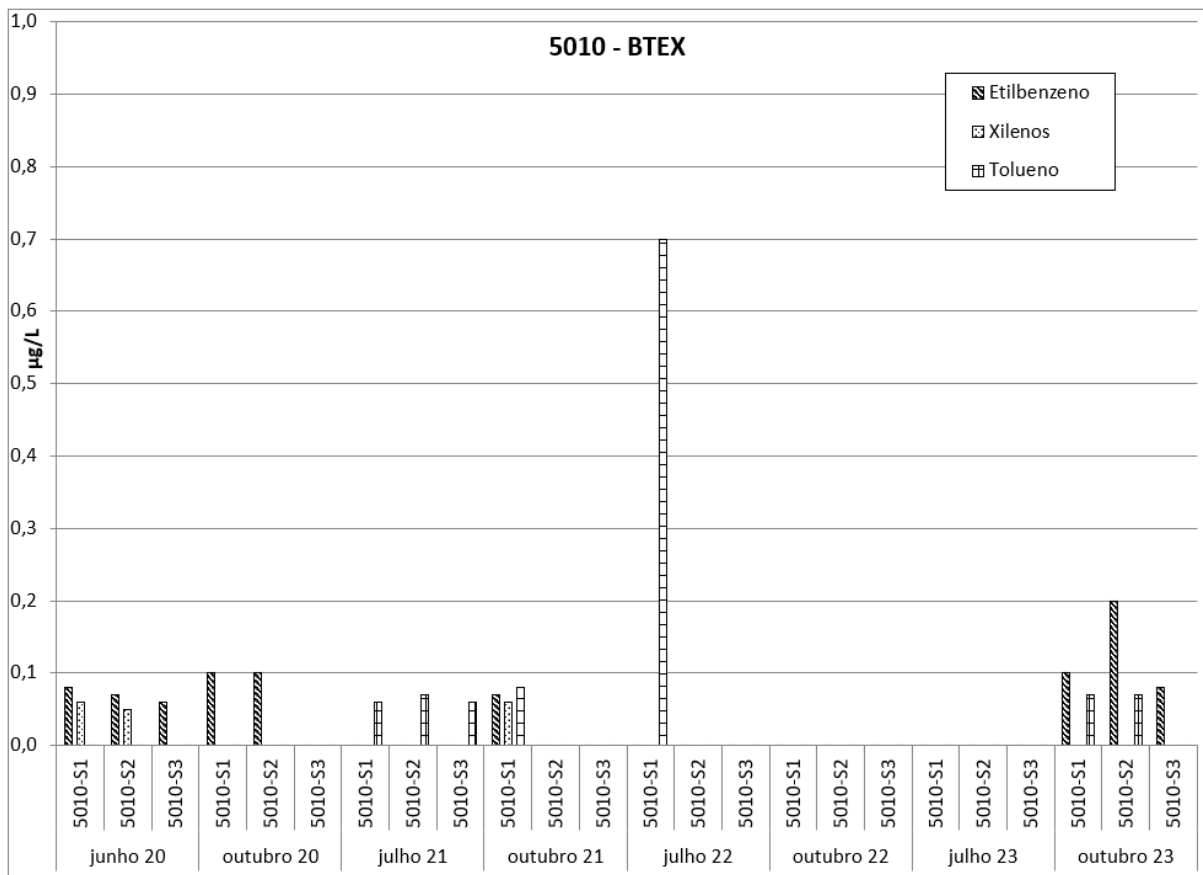


Figura 4.35 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5010

A presença de COV nas águas também foi esporádica, com valores acima dos l.q. especialmente na campanha de julho, mas abaixo dos Limiares, quando existentes. No entanto estes resultados, com valores acima dos l.q., são piores que os observados nos dois últimos anos (cf. Figura 4.36), onde só houve registo de um COV acima dos valores de referência para a qualidade das águas subterrâneas (triclorofluorometano no 5010-S3, em outubro de 2021).

Em 2023 houve alguns HAP com concentrações acima do limite de quantificação, mas todos abaixo do respetivo Limiar estabelecidos pela APA com exceção do antraceno no 5010-S2, em outubro, embora muito abaixo do estabelecido noutros países. Em anos anteriores houve duas ocasiões em que se mediram concentrações acima dos Limiares (em diversos casos, também acima dos limites estabelecidos noutros países, Canadá e Holanda) nas campanhas de outubro de 2019 e de 2021 (cf. Figura 4.37), sendo que foi o piezómetro 5010-S3 o que apresentava as maiores concentrações.

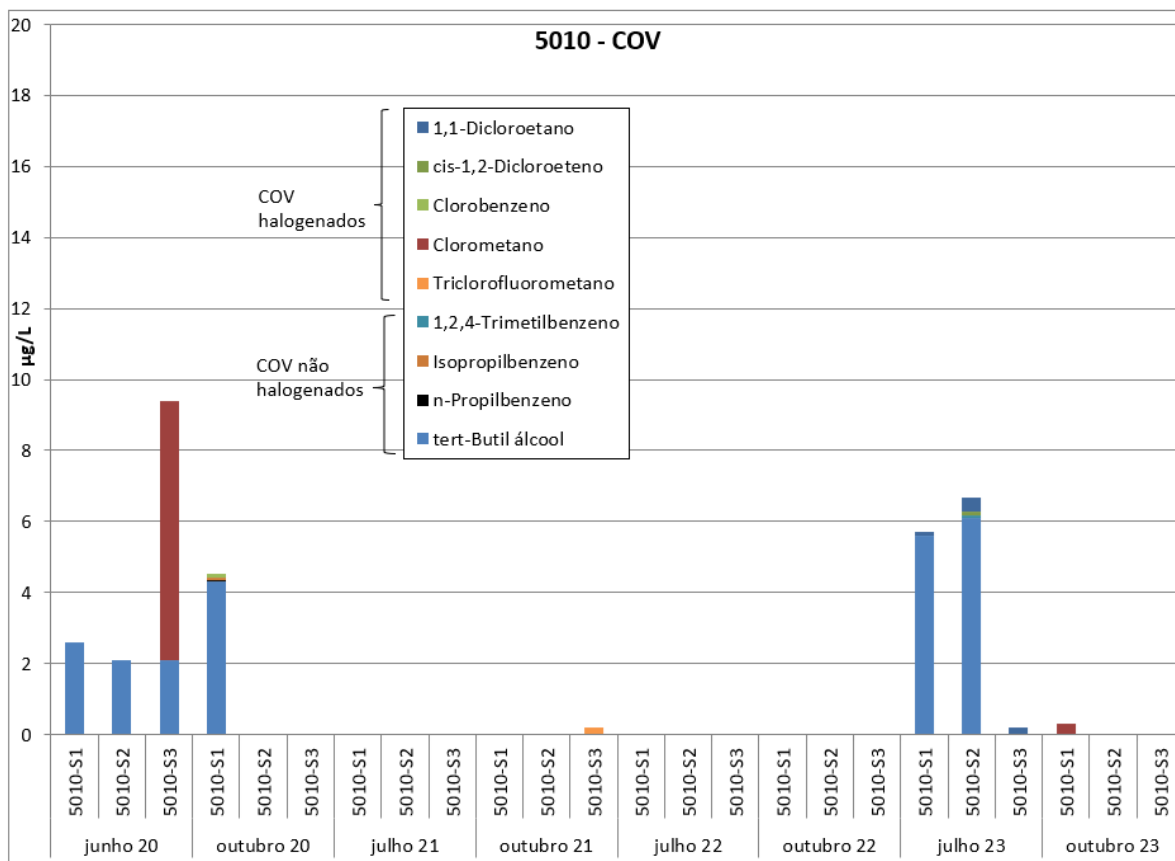


Figura 4.36 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5010

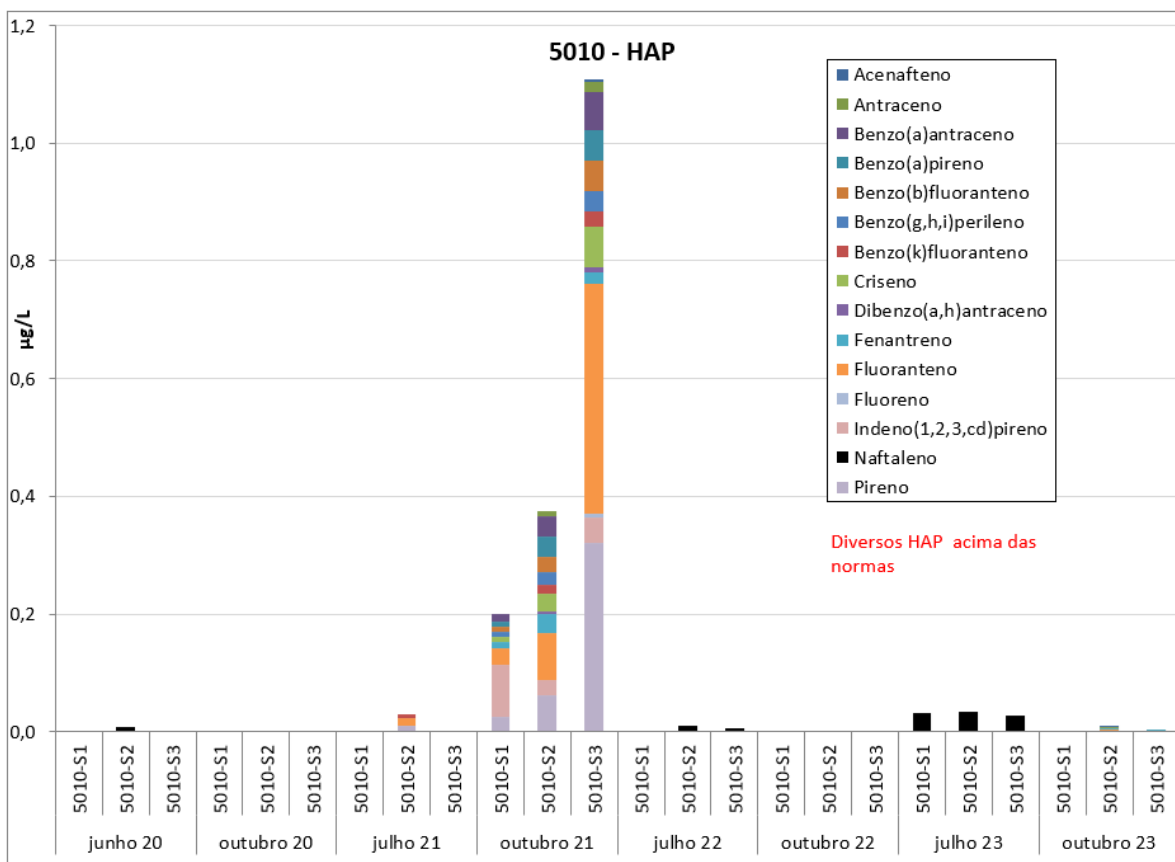


Figura 4.37 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5010

Os valores muito elevados de cloreto, sódio, sulfatos, lítio e boro e de condutividade elétrica no piezómetro 5013-S3 confirmam a influência da água do mar neste ponto próximo da linha de costa.

Os metais pesados que se encontram acima da norma mantêm-se praticamente idênticos aos das campanhas anteriores com valores acima dos valores de referência para Al, B, Pb, Fe, Mn, onde apenas o chumbo deverá ter origem na contaminação de solos sendo os restantes resultados atribuídos à natureza vulcânica dos solos.

4.8.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.38 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2023.

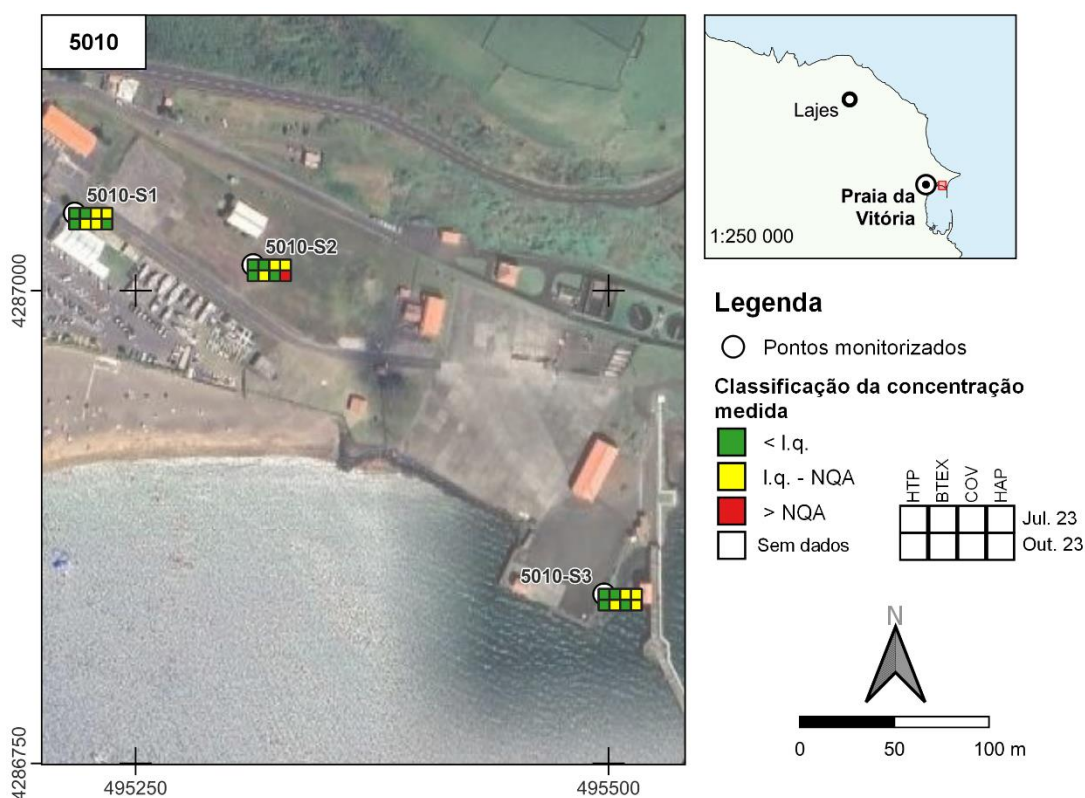


Figura 4.38 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2023

Em 2023, o único hidrocarboneto presente nas águas subterrâneas em concentrações superiores aos valores de referência de qualidade foi o antraceno (HAP), embora com um valor muito inferior ao de outras legislações (cf. Quadro 3.1). As concentrações de HTP nas águas estiveram mesmo abaixo dos limites de quantificação, mas houve diversos BTEX, COV e HAP acima dos I.q., configurando uma situação pior que a dos anos anteriores.

Estas oscilações na concentração de hidrocarbonetos entre campanhas revelam que os mesmos ainda estão presentes nos solos e vão sendo lixiviados pela precipitação e recarga até atingirem o nível das águas subterrâneas, dependendo das condições de infiltração do período que antecede as

amostragens, bem como das condições serem mais ou menos favoráveis à volatilização dos compostos, à adsorção às partículas do solo ou à solubilização na água.

Considerando que o Site 5010 é uma área sensível em função da sua proximidade ao porto e à praia, bem como a sua localização dentro da cidade de Praia de Vitória, mantém-se a recomendação de remoção do solo nos locais contaminados (< 0,3 m) para local de tratamento, e a posterior repavimentação das zonas não pavimentadas ou com pavimento danificado, por forma a evitar o contacto dérmico, a inalação, ou a ingestão acidental de solo contaminado, bem como para evitar a infiltração de água de superfície que pode mobilizar contaminantes para as águas subterrâneas ou para as águas do porto.

Em alternativa, a situação da contaminação dos solos poderá ser reavaliada para analisar a sua evolução nos últimos cinco anos. Assim, recomenda-se que se proceda à amostragem e ensaios de solos neste Site, tendo em vista avaliar a evolução da situação dos solos e obter uma informação mais detalhada sobre a sua contaminação, caso subsista.

A evolução da qualidade das águas subterrâneas deve ser monitorizada para confirmar a melhoria da qualidade das águas.

4.9 Site 5014: *Former Running Track*

4.9.1 Contexto histórico

O Site 5014 começou por ser uma área com vários armazéns nos anos 1950 e início dos anos 1960. Nos anos 1960, a área foi utilizada como pista de corridas e campo de basebol e, posteriormente, entre 1982 e 1986, para a deposição dos solos removidos durante a reconstrução da *South Tank Farm* (Site 5001). O Site 5014 ocupa uma área com cerca de 67 200 m².

A principal questão ambiental deste Site é a potencial contaminação dos solos com combustível e detritos vários, quer resultante da transferência de solo e outros materiais provenientes do Site 5001, cuja natureza se desconhece, quer resultante da passagem de *pipelines* vindos do Site 5001 para o Site 3001.

A Figura 4.39 apresenta a localização do Site 5014 com os piezómetros e os perfis geofísicos realizados pelo LNEC em 2018 (Leitão, Mota e Antunes, 2019).

Em CH2MHILL (2004) este local foi considerado um Site potencialmente contaminado.

Os resultados obtidos em estudos anteriores (AMEC, 2011) revelaram a presença de hidrocarbonetos essencialmente nas camadas mais profundas do solo analisado, sugerindo processos de lixiviação para camadas inferiores ou perdas junto ao *pipeline* antigo. Em 2016 houve um novo derrame de combustível a montante desta área, junto ao 3001-MW01. Os resultados apresentados em Leitão, Mota e Antunes (2019) referem a presença de diversos hidrocarbonetos nos solos e nas águas subterrâneas acima dos valores de referência, concluindo ser necessária a caracterização do Site 5014 com maior pormenor para delinear um programa visando a sua rápida reabilitação, nomeadamente da aparente

fuga de combustível pode estar a ocorrer junto ao piezómetro 5014-S3. Esta situação está a ser equacionada (cf. secção 4.9.2).

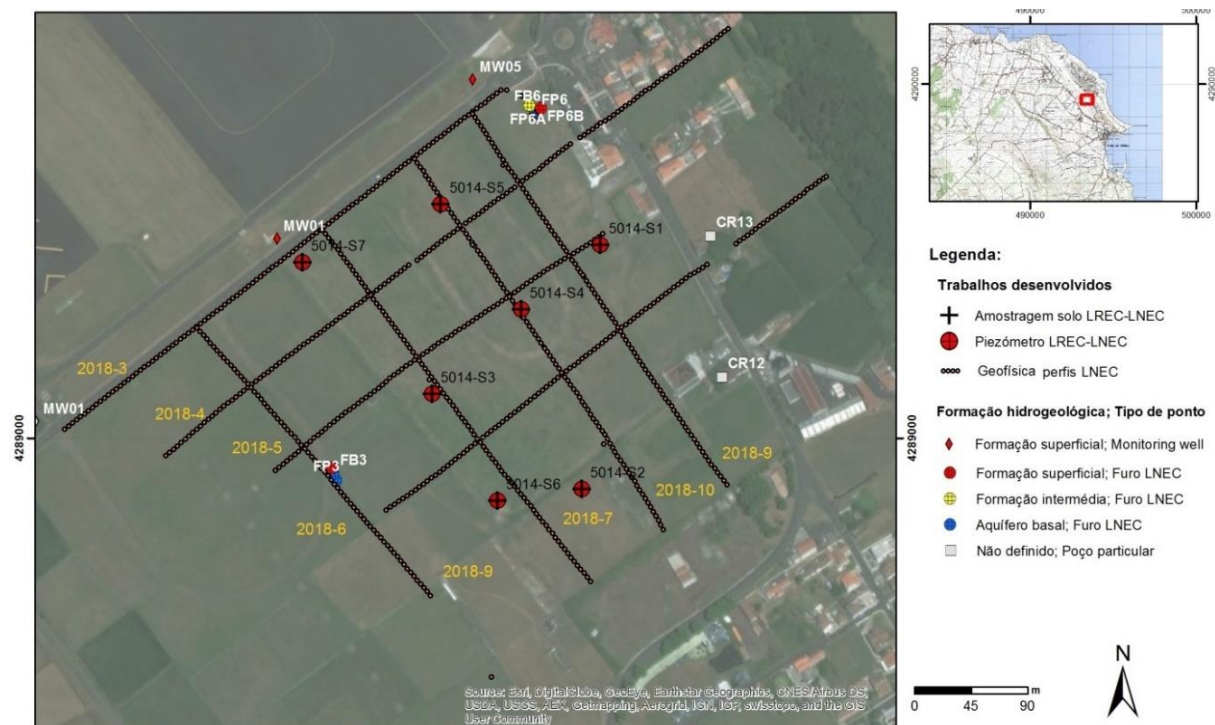


Figura 4.39 – Mapa do Site 5014

4.9.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2023

Em 2023 foram realizadas obras de manutenção no *pipeline das Lajes* (da TTU para área de hidrantes, T-857), entre a *South Tank Farm* (STF) e a Base das Lajes, numa extensão que passa pelos Sites 5001, 5013 e 5014 (cf. documentos *Notification Regarding Fuel Pipeline Maintenance e Pipeline Plan Drawings, sem proposta à CT*). Esta intervenção surgiu na sequência de um estudo da USAFE que identificou alguns troços cuja integridade estaria comprometida, podendo ocorrer uma rotura com conseqüente derrame de combustível. Os trabalhos realizados incluíram a substituição de diversos troços nos locais onde foram identificadas espessuras de parede que pudessem comprometer o bom funcionamento do pipeline. A Figura 4.40 mostra um dos locais de substituição do pipeline a escassas centenas de metros para NW do piezómetro 5014-S3.



Figura 4.40 – Pormenor da substituição de tubagem do pipeline das Lajes

No decurso das obras foi oralmente transmitido ter havido uma fuga de combustível, mas até à data desconhece-se o local e o volume associados a esse incidente.

Há um outro projeto pensado para a inertização de um pipeline desativado também entre a *South Tank Farm* (STF) e a Base das Lajes, usando técnicas semelhantes às utilizadas na empreitada do pipeline do Cabrito e *Cinder Pit* (*TSAX 20-1900 Decommission Inactive Fuel Pipeline, proposta CT 225*). O projeto encontra-se à espera de fundos. O LNEC considera ser uma iniciativa muito positiva e que vai de encontro às recomendações de implementar medidas para reabilitar o Site 5014.

4.9.3 Plano de monitorização

O plano de monitorização do Site 5014 consistiu na análise da evolução da qualidade das águas subterrâneas nos piezómetros instalados na área, além de um poço localizado na vizinhança, cujas características são apresentadas no Quadro 4.17.

Quadro 4.17 – Principais características dos piezómetros e do poço do Site 5014

Piezómetro	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)	Nível piezométrico após perfuração (m)	Ano construção
5014-S1	493546,51	4289151,93	53,58	6,0	2,0	6,0	2,70	2018
5014-S2	493532,00	4288959,48	54,829	6,0	4,0	6,0	4,45	2018
5014-S3	493413,70	4289034,41	56,475	6,8	1,8	6,8	5,80	2018
5014-S4	493484,04	4289101,03	54,861	7,4	2,4	7,4	4,77	2018
5014-S5	493420,63	4289184,02	54,357	7,6	2,6	7,6	3,92	2018
5014-S6	493465,31	4288950,32	56,907	6,0	3,0	6,0	n.d.	2018
5014-S7	493311,41	4289138,13	55,13	8,6	3,6	8,6	3,95	2018
5014-CR12	493643,0	4289048,0	54,04	6,56	-	-	-	Desconhecido

4.9.4 Resultados obtidos

O Quadro 4.18 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 5014 em julho de 2023 e o Quadro 4.19 apresenta os resultados relativos a outubro de 2023.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 4.18 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em julho de 2023

Designação local	5014-S1	5014-S2	5014-S3	5014-S4	5014-S5	5014-S6	5014-S7	5014-CR12				
Data amostragem	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023				
Parâmetro									Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
In situ												
Temperatura	oC	19,4	21,6	19,2	19,6	19,4	20,1	19,2	20,6	-	-	-
pH	Sorensen	7,73	7,58	7,67	7,81	7,57	7,75	7,91	7,75	LQ e L	5,5; 9	1
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	700	660	404	512	595	1005	453	619	LQ e L	2500	0
Potencial redox (Eh)	mV	91,5	102,6	-15,2	120,1	-68,5	114,1	97,2	110,0	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	2,30	2,73	4,06	3,72	1,80	4,24	4,47	3,41	-	-	-
Parâmetros agregados												
Índice de fenóis	mg/L	0,0012	0,0013	0,0016	0,0011	-0,0010	-0,0010	0,0026	-0,0010	Canadá	0,89	0
Íons maiores												
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	370	300	160	240	310	480	180	300	-	-	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0
Cloreto - Cl	mg/L	54	63	42	52	54	110	54	36	L	250	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	1,1	1,8	-0,1	1,8	-0,1	-0,1	0,2	7,3	NQ	50	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	21	13	7	13	5	2	20	29	L	250	0
Cálcio - Ca	mg/L	69	48	13	49	40	75	28	63	-	-	0
Magnésio - Mg	mg/L	23	18	9	15	23	30	14	15	-	-	0
Potássio - K	mg/L	14	13	7	7	16	11	5	20	-	-	0
Sódio - Na	mg/L	51	65	49	44	54	82	51	40	VP	200	0
Metais em solução												
Alumínio - Al	mg/L	0,99	-0,10	-0,10	0,28	0,29	0,30	0,12	-0,10	L	0,2	4
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	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0
Bário - Ba	mg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1,3	0
Berílio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0
Boro - B	mg/L	-0,10	-0,10	-0,10	0,12	-0,10	0,13	-0,10	-0,1	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
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	0,010	-0,005	0,006	0,008	-0,005	-0,005	L	0,01	0
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	0
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,0051	-0,005	-0,005	L	2	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0
Ferro - Fe	mg/L	0,31	0,05	13,00	0,10	5,00	4,30	0,15	0,06	L	0,2	4
Ferro (II)	mg/L	0,11	-0,05	12,00	0,06	4,80	1,80	0,13	-0,05	-	-	0
Ferro (III)	mg/L	0,20	-0,05	0,55	-0,05	0,24	2,50	-0,05	-0,05	-	-	0
Fluoreto - F	mg/L	0,82	0,65	0,45	0,49	0,53	0,43	0,34	0,84	L	1,5	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,38	-0,15	-0,15	0,35	0,80	4,30	-0,15	0,41	L	0,40	3
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	1,65	0
Manganês - Mn	mg/L	2,19	0,94	5,89	0,03	0,97	1,21	0,96	0,00	L	0,05	6
Mercurio - Hg	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0
Molibdeno - Mo	mg/L	0,006	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,07	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0
Selénio - Se	mg/L	-0,0009	0,0016	-0,0009	0,0032	-0,0009	-0,0009	-0,0009	0,0046	L	0,03	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0
Titânio - Ti	mg/L	0,060	0,010	-0,005	0,010	0,019	0,148	0,007	-0,005	-	-	0
Vanádio - V	mg/L	0,0014	0,00076	-0,0002	0,00065	0,00171	0,00369	0,00158	0,00114	Canadá	0,0062	0
Zinco - Zn	mg/L	0,030	-0,010	0,014	0,010	0,070	0,066	0,015	0,020	L	0,05	2
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP												
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	70	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	1
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	42	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	1
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	19	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	1
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0
BTEX												
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	0,05	0,07	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	4	0
Meta-para-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,07	-0,05	0,05	-0,05	Z	-	0
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	0,07	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Z	-	0
Tolueno	µg/L	-0,05	-0,05	0,09	0,06	0,08	0,10	0,10	-0,05	L	7	0
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,21	0,13	0,15	0,10	0,15	0,00	-	-	0
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	L	2,4	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
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
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/L	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	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
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	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
1,1-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	1,5	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,1	0,33	0,34	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	1,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0
1,2-Dibromo-3-clorop	µg/L	-0,1	1,4	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	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
1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	3	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	0,55	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0
2,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
2-Clorotolueno	µg/L	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
4-Clorotolueno	µg/L	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromobenzeno	µg/L	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0
Bromodichlorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0
Bromometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,89	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
cis-1,3-Dicloropropeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,5	0
cis+trans 1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0
Cloreto de vinilo	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	L	0,5	0
Clorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	30	0
Cloroetano	µg/L	-1										

Em 2023, registou-se a presença de diversos hidrocarbonetos (HTP, BTEX e HAP) acima dos valores de referência e de COV apenas acima dos limites de quantificação.

A Figura 4.41 apresenta os resultados obtidos para os HTP ao longo dos últimos anos, onde é possível verificar que os piezómetros 5014-S3 e 5014-S6 (mais próximos dos traçados dos *pipelines*) são os que habitualmente apresentam maiores concentrações, embora em outubro de 2023 também se tenha verificado a presença de HTP no 5014-S5. Desconhece-se se tal se poderá dever à fuga oralmente reportada. Todas as concentrações observadas ultrapassam o Limiar, atendendo que o seu valor é igual ao do limite de quantificação.

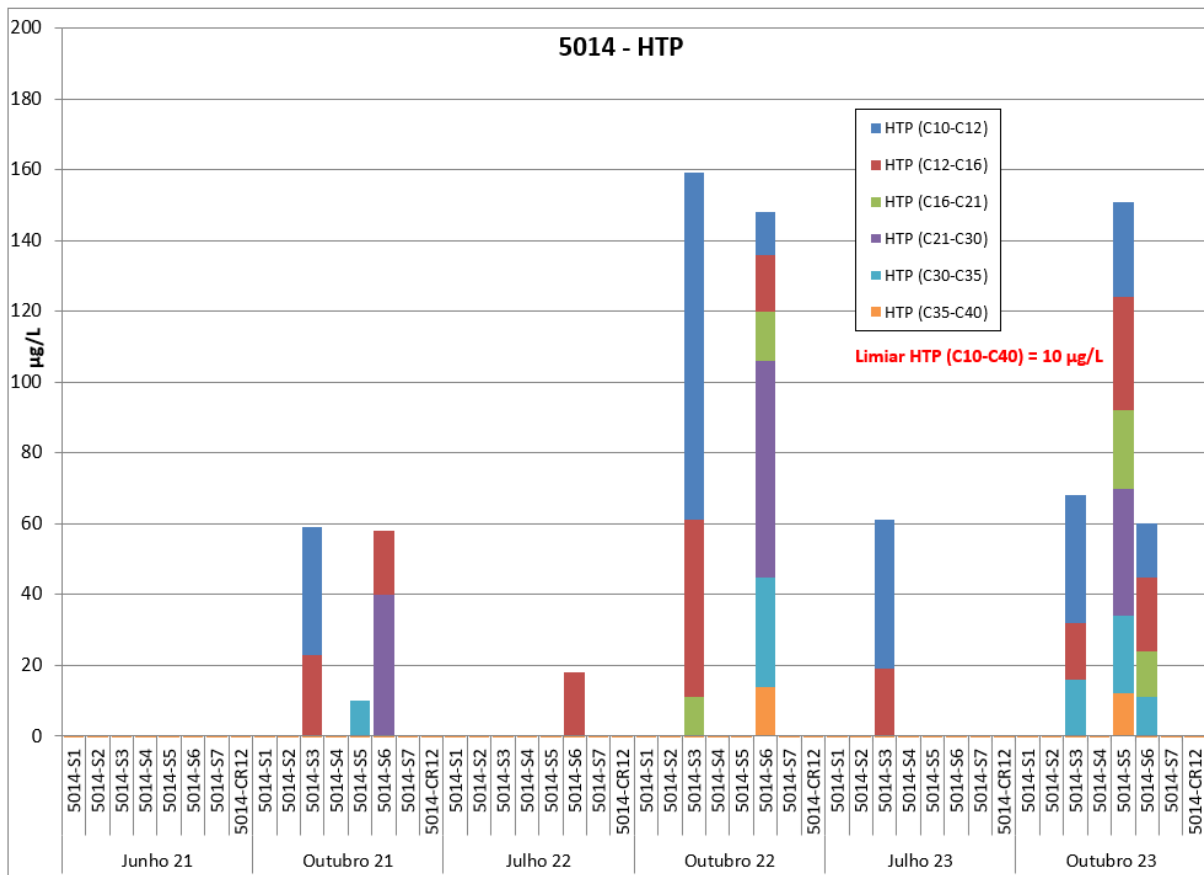


Figura 4.41 – Concentrações em HTP nas águas subterrâneas do Site 5014

As concentrações em BTEX nas águas amostradas em 2023 apresentam concentrações superiores ao Limiar para o tolueno no piezómetro 5014-S6, no mês de outubro, como já havia acontecido nos meses de outubro de anos anteriores (Figura 4.42), correspondendo talvez a situações originadas após o início do ano hidrológico. Verifica-se a presença de BTEX em diversos piezómetros, em resultado da sua lixiviação dos solos para as águas subterrâneas após episódios de precipitação. Poderá estar a haver contaminação proveniente do *pipeline* que se espera seja inertizado nos próximos anos (cf. secção 4.9.2).

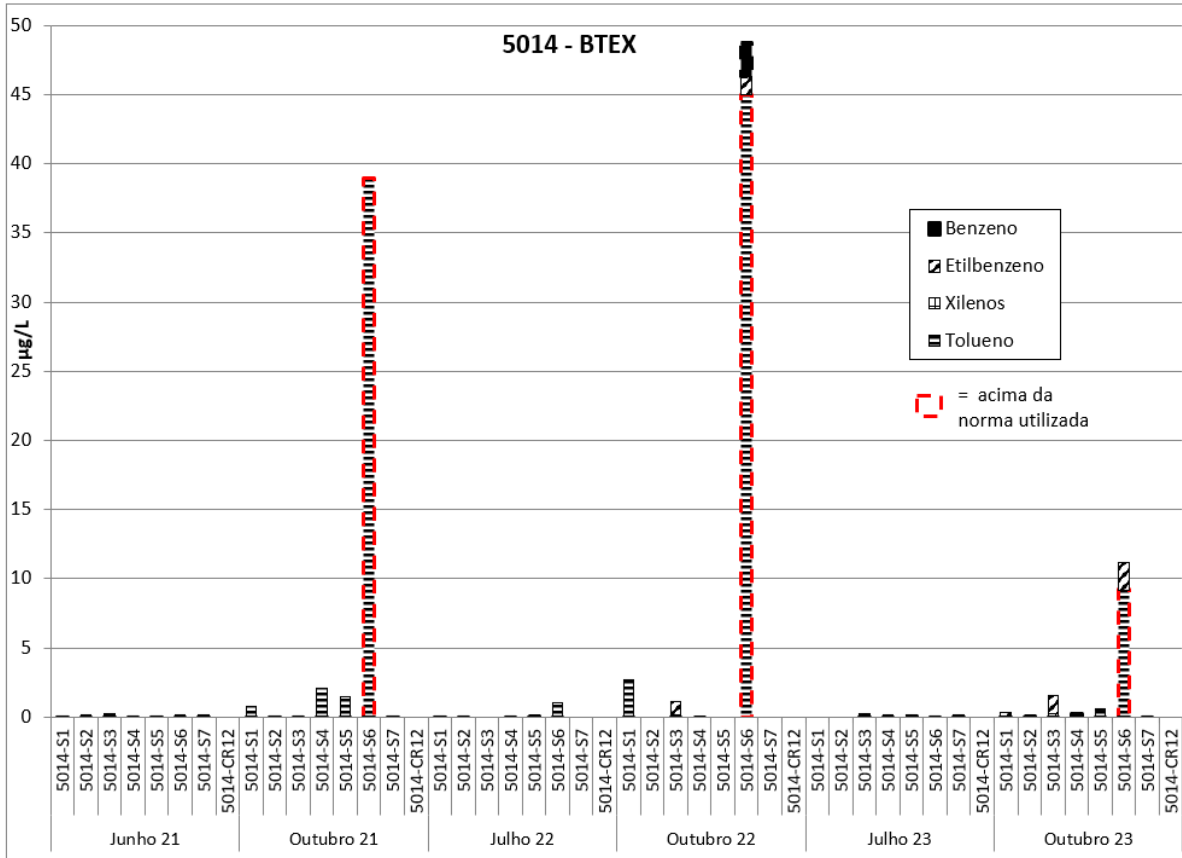


Figura 4.42 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5014

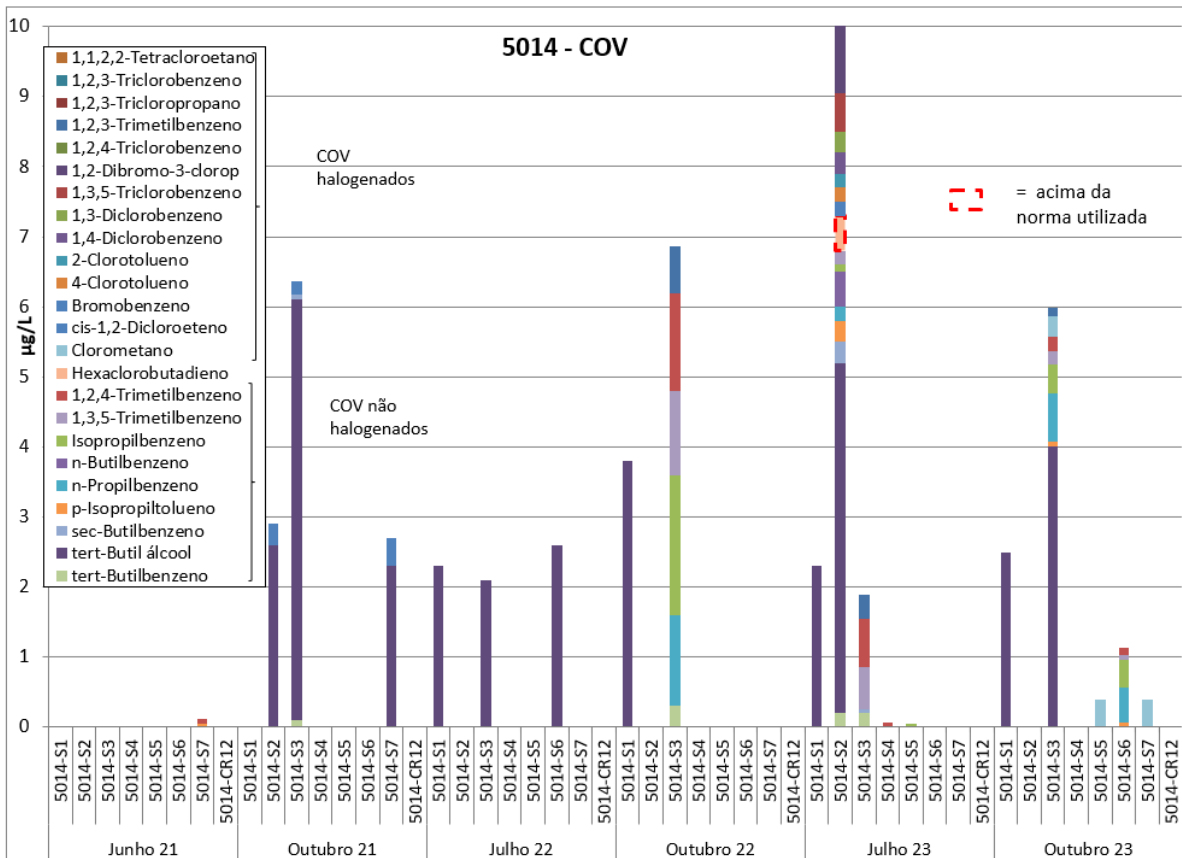


Figura 4.43 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5014

Em 2023 houve um COV (hexaclorobutadieno) que apresentou concentrações ligeiramente acima dos valores de referência, encontrando-se os restantes valores abaixo dos mesmos, quando estes existem (Quadro 4.18 e Figura 4.43). Observam-se variações acentuadas em COV entre as campanhas em resultado de condições mais ou menos favoráveis à volatilização ou solubilização dos compostos presentes nos solos envolventes. Há piezómetros, como o caso do 5014-S2 que raramente apresentou COV, que surgem com valores muito elevados na campanha de julho sem sequência depois em outubro, sendo o único grupo de hidrocarbonetos com essas variações. São situações cuja explicação não é evidente, sendo necessário seguir a sua evolução.

Em relação aos HAP, o benzo(a)antraceno e o fenantreno surgem em concentrações valores acima dos Limiares (Quadro 4.18 e Quadro 4.19), mas inferiores aos valores de referência utilizados noutros países (Canadá). O piezómetro 5014-S6 é aquele que apresenta valores mais elevados, o que se crê estar associado à proximidade com o antigo *pipeline*.

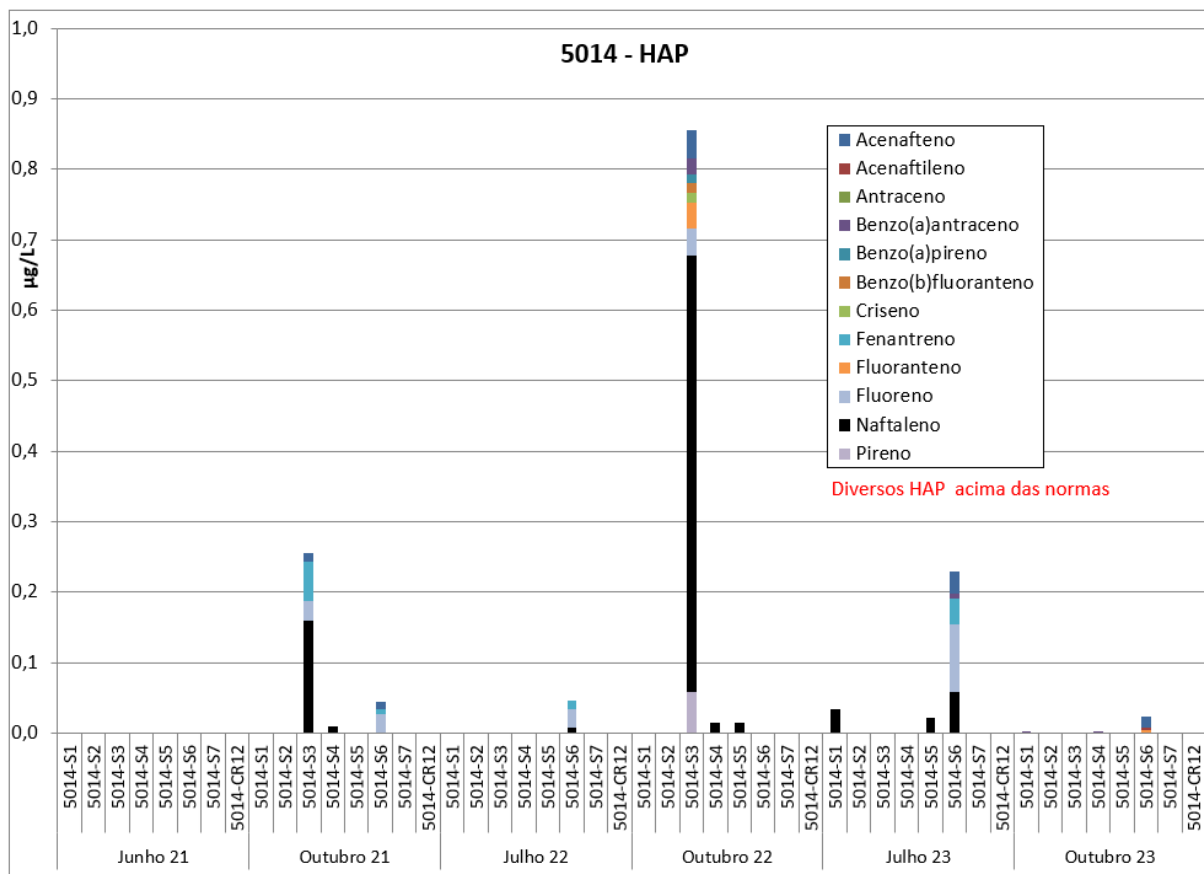


Figura 4.44 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5014

Aos piezómetros 5014-S3 e 5014-S6 junto ao antigo *pipeline*, com solos contaminados com hidrocarbonetos (Leitão, Mota e Antunes, 2019), onde se observam geralmente Eh (potencial oxidação-redução) menores (cf. Quadro 4.19), típicos de ambientes redutores resultantes do consumo de oxigénio pelos microrganismos que degradam os hidrocarbonetos, juntou-se o piezómetro 5014-S5 denotando um ambiente de biodegradação também neste local.

Os metais em solução que se encontram acima da norma em quase todas as campanhas continuam a ser o Al, Pb, Fe e Mn, típicos de solos de natureza vulcânica. Nos locais onde se regista maior biodegradação de contaminantes orgânicos (e.g., 5014-S3 e 5014-S6) as condições são mais redutoras (Eh negativo) devido ao consumo de oxigénio usado pelas bactérias para essa biodegradação. Nessas condições também os valores de nitratos e de Fe³⁺ são menores (comparado com Fe²⁺) (cf. Quadro 4.19) pois servem igualmente de agentes oxidantes fornecendo a energia necessária à biodegradação.

4.9.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.45 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2023.

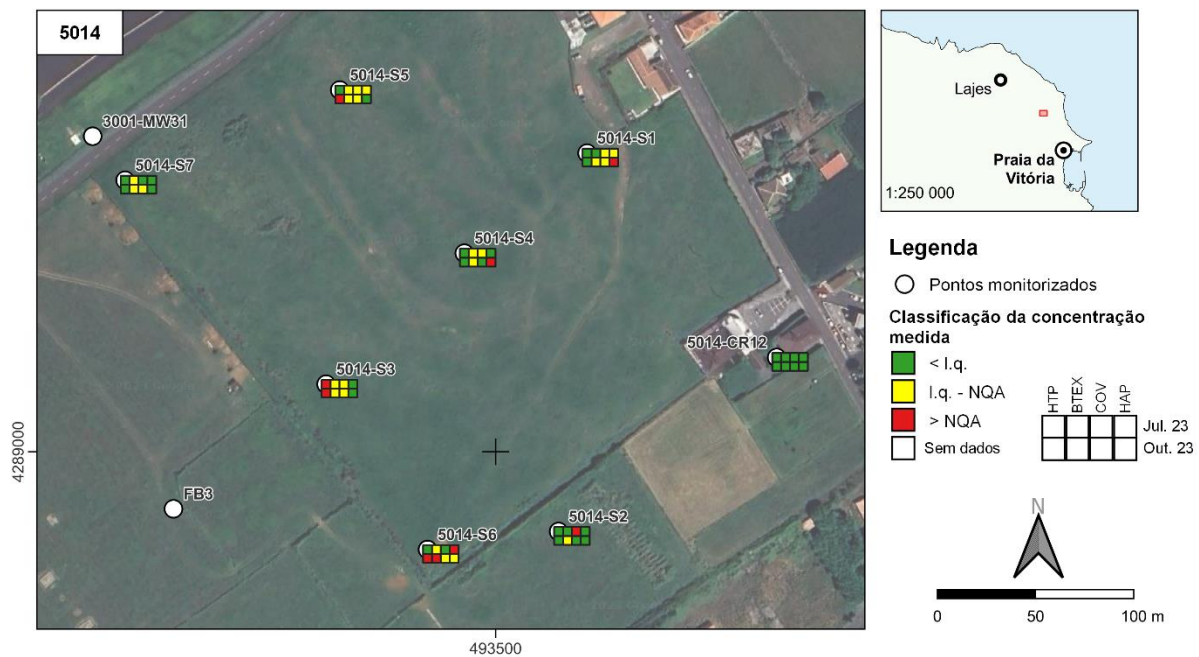


Figura 4.45 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2023

Em 2023, registou-se a presença de contaminação com valores acima dos valores de referência em todos os grupos de hidrocarbonetos: HTP, BTEX, COV e HAP.

A obra de reparação do pipeline em funcionamento e o projeto previsto para a inertização do *pipeline* desativado serão certamente relevantes para melhorar a situação, designadamente para conter a fuga de combustível que aparenta estar a ocorrer junto ao piezómetro 5014-S3 (Leitão, Mota e Antunes, 2019). A presença de solos contaminados neste Site (provenientes do Site 5001, cf. secção 4.9.1) e as condições topográficas existentes tornam esta área uma zona de recarga preferencial, capaz de promover a lixiviação dos contaminantes para horizontes mais profundos.

Este local deverá vir a ter novas intervenções no sentido de melhorar a situação ambiental existente (cf. secção 4.9.2)

4.10 Furos no aquífero basal

4.10.1 Considerações gerais

Atendendo à importância de manter sob vigilância a evolução da qualidade das águas subterrâneas no aquífero basal têm vindo a ser realizadas amostragens, a alguns furos, desde outubro de 2019 (cf. Figura 4.46), complementando assim as análises que vêm sendo feitas pela Praia Ambiente nos furos de captação.

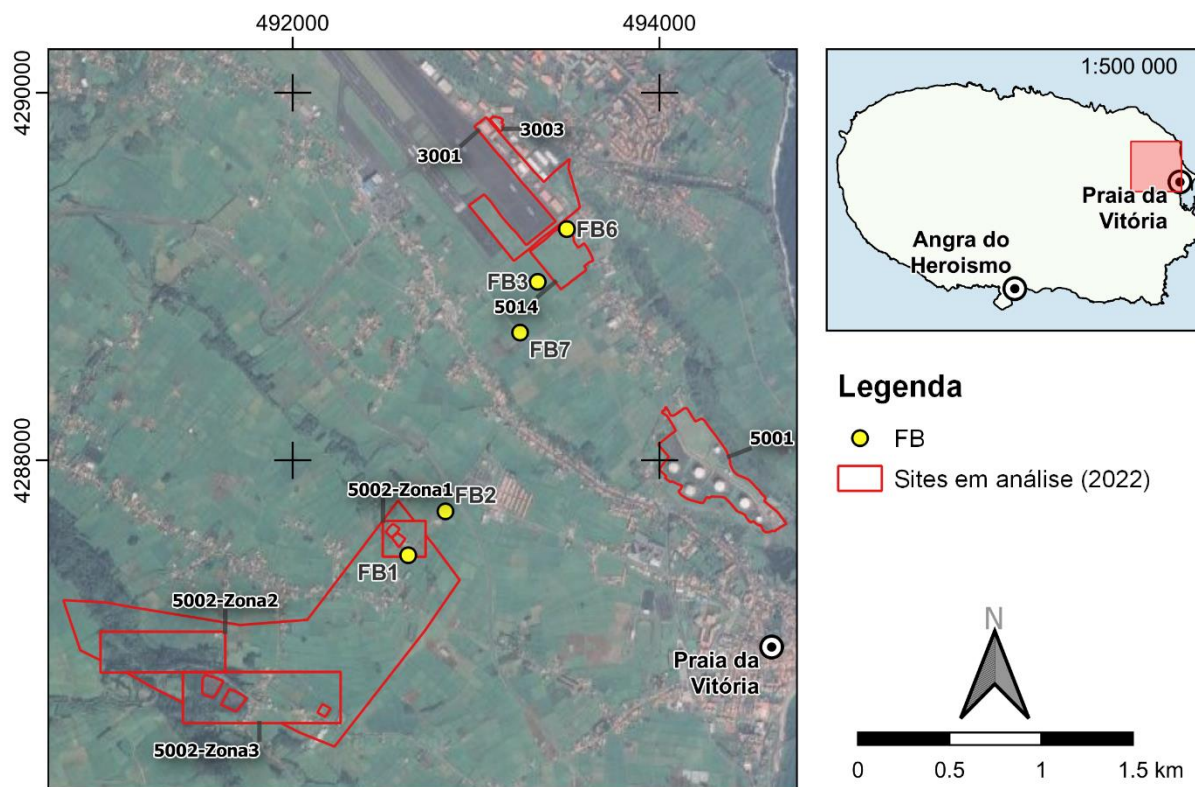


Figura 4.46 – Mapa da localização dos furos do aquífero basal (FB)

4.10.2 Plano de monitorização

A monitorização dos furos no aquífero basal foi efetuada nos cinco pontos cujas características são apresentadas no Quadro 4.20.

Quadro 4.20 – Principais características dos furos do aquífero basal amostrados

Ponto	M	P	Cota (m)	Prof. furo (m)	Prof. 1.º ralo (m)	Prof. último ralo (m)
FB1	492643,00	4287477,00	81,87	88,0	70,0	84,8
FB2	492833,00	4287722,00	68,70	78,0	70,0	74,0
FB3	493336,00	4288971,00	55,81	65,5	54,5	61,5
FB6	493495,00	4289258,00	53,56	65,0	56,0	60,0
FB7	493240,00	4288695,00	63,64	72,0	65,1	70,1

4.10.3 Resultados obtidos

O Quadro 4.21 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos furos do aquífero basal, em julho e em outubro de 2023.

Quadro 4.21 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos furos do aquífero basal, em 2023

Designação local	FB1	FB2	FB3	FB6	FB7	FB1	FB2	FB3	FB6	FB7				
Data amostragem	04-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	02-07-2023	23-10-2023	24-10-2023	24-10-2023	24-10-2023	24-10-2023				
Parâmetro	Unidade										Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
In situ														
Temperatura	oC	19,8	21,4	21,9	20,7	23,0	21,4	21,4	22,8	21,2	-	-	-	-
pH	Sorenson	7,69	7,86	7,78	7,70	7,57	7,12	6,80	6,73	6,91	LQ e L	5,5; 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	736	631	1236	410	1580	739	812	1238	407	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	96,5	99,1	96,7	91,4	94,2	65,8	68,2	91,4	97,0	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	3,23	2,70	3,35	1,60	3,14	6,38	4,79	4,28	4,63	-	-	-	-
Parâmetros agregados														
Índice de fenóis	mg/L	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0066	-0,0066	-0,0066	-0,0066	Canadá	0,89	0	0
Iões maiores														
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	66	81	150	92	190	66	79	150	95	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	180	200	300	69	370	190	200	310	68	L	250	4	4
Nitrato - NO ₃	mg/L	23,00	25,00	23,00	7,70	23,00	23,00	24,00	26,00	6,10	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	27,0	31,0	38,0	22,0	49,0	28,0	31,0	40,0	23,0	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	20,0	22,0	28,0	7,5	47	20,0	20,0	28,0	7,7	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	17,0	13,0	30,0	8,4	34	16,0	13,0	29,0	8,2	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	5,9	5,0	11,0	13,0	12	5,7	5,1	10,0	12,0	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	100,0	46,0	160,0	62,0	200	94,0	50,0	160,0	58,0	VP	200	1	1
Metais em solução														
Alumínio - Al	mg/L	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	L	0,2	0	0
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	0
Arsénio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1,3	0	0
Bérblio - Be	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	L	2,4	0	0
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	0	0
Cobalto - Co	mg/L	0,004	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	0,013	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	1	1
Cobre - Cu	mg/L	0,034	0,007	0,007	-0,005	-0,005	0,015	0,014	-0,005	0,013	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	0,7	0,110	0,4	0,0	0,071	0,280	0,200	0,1	0,0	L	0,05	8	8
Ferro - Fe	mg/L	3,40	0,94	2,30	-0,05	2,10	1,60	3,70	0,30	-0,05	L	0,2	8	8
Ferro (II)	mg/L	0,25	0,39	0,41	-0,05	0,20	0,09	0,13	-0,05	-0,05	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	3,10	0,55	1,90	-0,05	1,90	1,60	3,50	0,26	-0,05	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,14	0,14	0,53	0,94	0,54	0,12	0,12	0,55	1,10	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,77	0,16	1,60	1,50	0,39	0,40	-0,15	0,82	1,40	L	0,40	7	7
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,010	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,05	0,07	0,03	1,37	0,0	0,01	0,19	0,01	0,12	L	0,05	5	5
Mercurio - Hg	µg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1	0	0
Molibdeno - Mo	mg/L	0,0350	0,1200	0,0230	-0,0050	0,0430	0,0200	0,1100	0,0120	0,0056	Canadá	0,07	3	3
Níquel - Ni	mg/L	0,077	1,600	0,023	-0,005	0,300	0,051	2,500	0,028	-0,005	L	0,02	8	8
Selénio - Se	mg/L	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,0008	0,0114	0,0465	0,0004	0,0159	0,0139	0,0020	0,0265	0,0004	Canadá	0,0062	6	6
Zinco - Zn	mg/L	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	L	0,05	0	0
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP														
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	L	10	0	0
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	0
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
BTEX														
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,20	0,10	0,10	0,10	L	4	0	5
Meta-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	0
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	7	0	0
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,10	0,10	0,10	-	-	5	5
Soma xileno	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	0
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados														
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	Canadá	1,1	0	0
1,1,1-Tricloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
1,1,2,2-Tetracloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0	0
1,1,2-Tricloretoano	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	Canadá	4,7	0	0
1,1-Dicloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	5	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Triclorobenzeno	µg/L	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-	-	0	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,3-Trimetilbenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2-Dibrometano (EDB)	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0	0
1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	L	3	0	0
1,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
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	0
1,3-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,4-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1	0	0
2,2-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
2-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
4-Clorotolueno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
Bromobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
Bromoclorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
Bromodichlorometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-								

Página intencionalmente deixada em branco

Nas campanhas de 2023, as concentrações de hidrocarbonetos nas águas subterrâneas apresentaram valores inferiores aos limites de quantificação apenas para HTP. Nas diversas campanhas realizadas até à data, a concentração em HTP foi sempre inferior aos limites de quantificação, com a exceção de HTP no FB3, em julho de 2021.

Em 2023 observou-se que a concentração de um BTEX (etilbenzeno) (cf. Figura 4.47) e diversos COV (cf. Figura 4.48) na água apresentou valores superiores aos limites de quantificação, embora geralmente muito próximos destes e sempre inferiores aos valores de referência. Apenas nas campanhas de outubro de 2019 e 2020 tinha sido registada a presença de etilbenzeno e tolueno, no caso da primeira, com também valores abaixo dos Limiares estabelecidos.

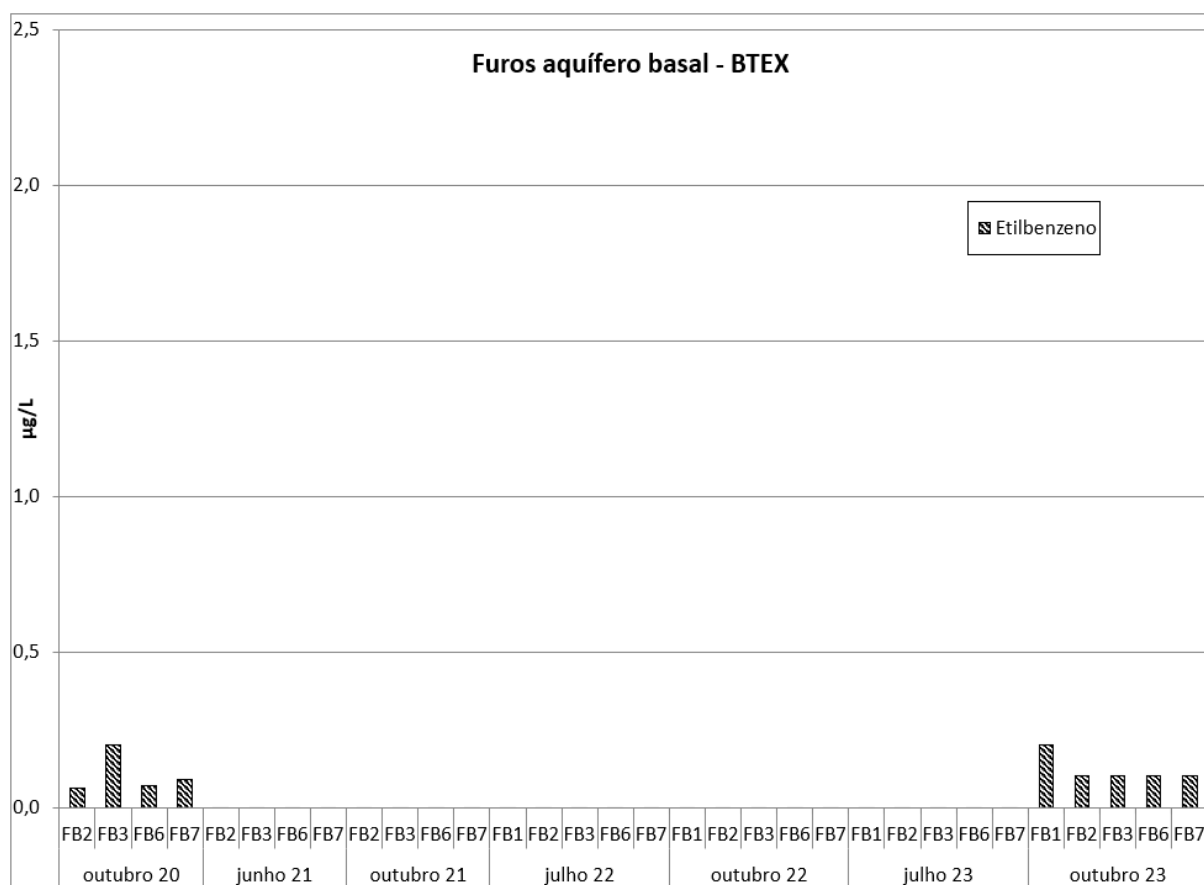


Figura 4.47 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

Quanto à presença de COV nas águas dos furos do basal, tem sido recorrente o aparecimento de TCE no furo FB6 (Quadro 4.21 e Figura 4.48). Crê-se que esta contaminação resulta da proximidade ao furo 3001-MW30 que apresenta valores muito elevados de TCE (Figura 4.5), mas poderá existir também contaminação por se encontrar integrado na área do site 5014, na proximidade de pipelines e solos contaminados. Há outros COV, apresentados na mesma figura, que têm surgido nalgumas campanhas, mas as suas concentrações estiveram sempre abaixo dos valores de referência, quando existem.

A concentração em HAP em 2023 ultrapassou os novos limites de quantificação analíticos conseguidos em outubro de 2023, mas em concentrações abaixo dos Limiares.

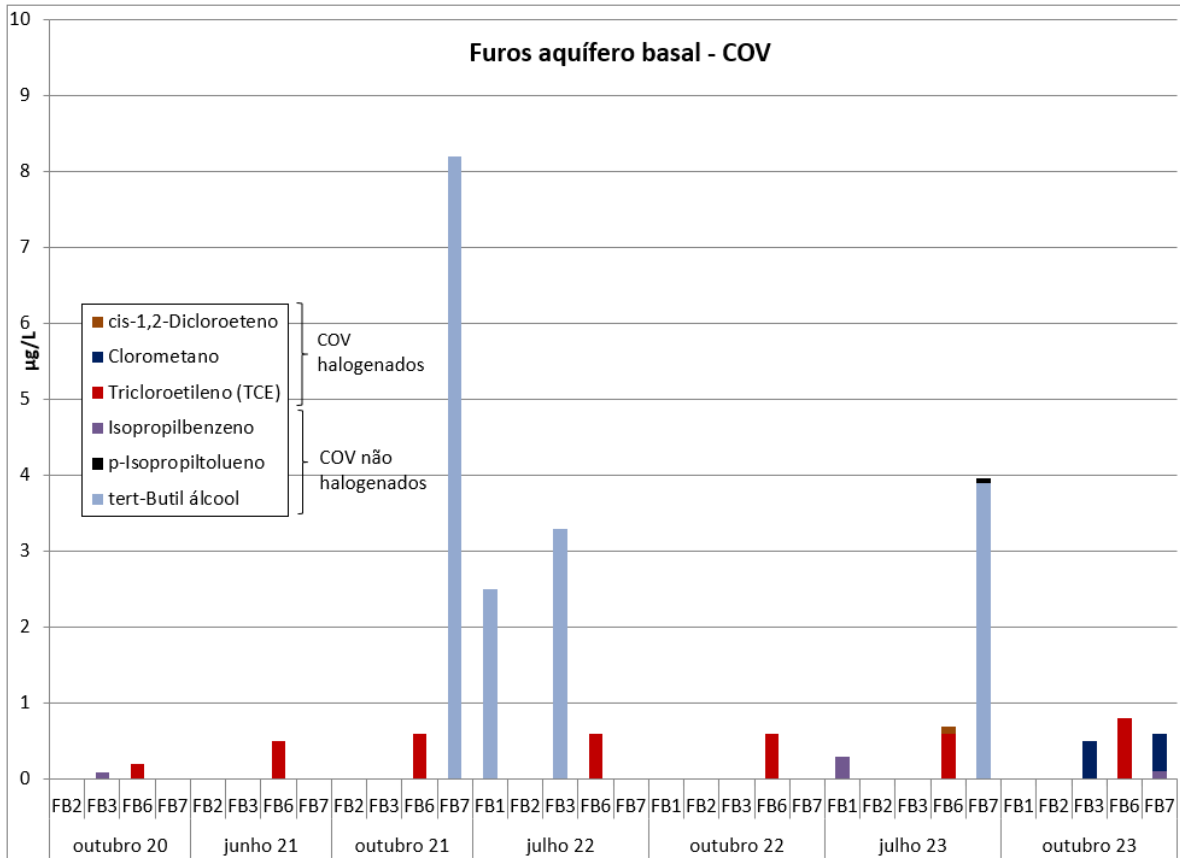


Figura 4.48 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

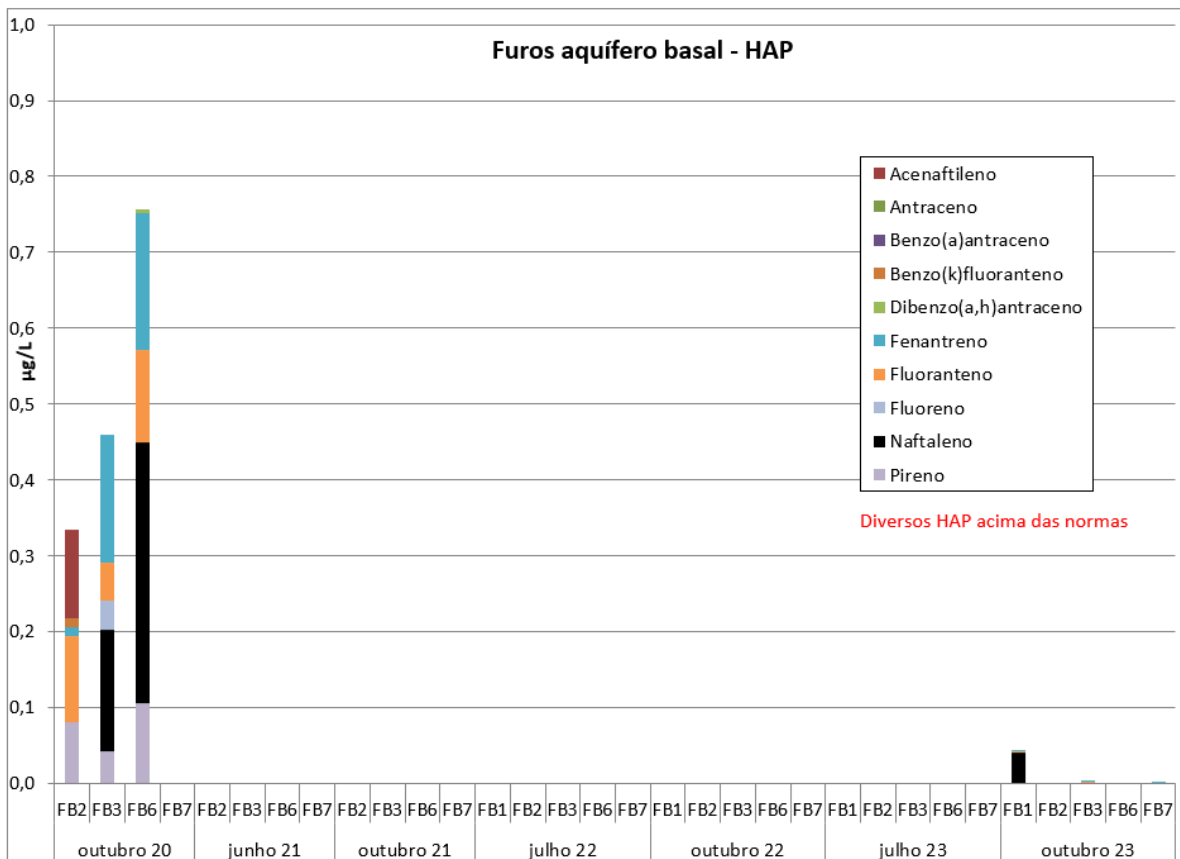


Figura 4.49 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

Os metais em solução que se encontram acima da norma em quase todas as campanhas são o Co, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni e V. A sua presença pode estar associada à natureza vulcânica dos solos em que circulam as águas subterrâneas.

4.10.4 Conclusões e recomendações

A Figura 4.50 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2023.

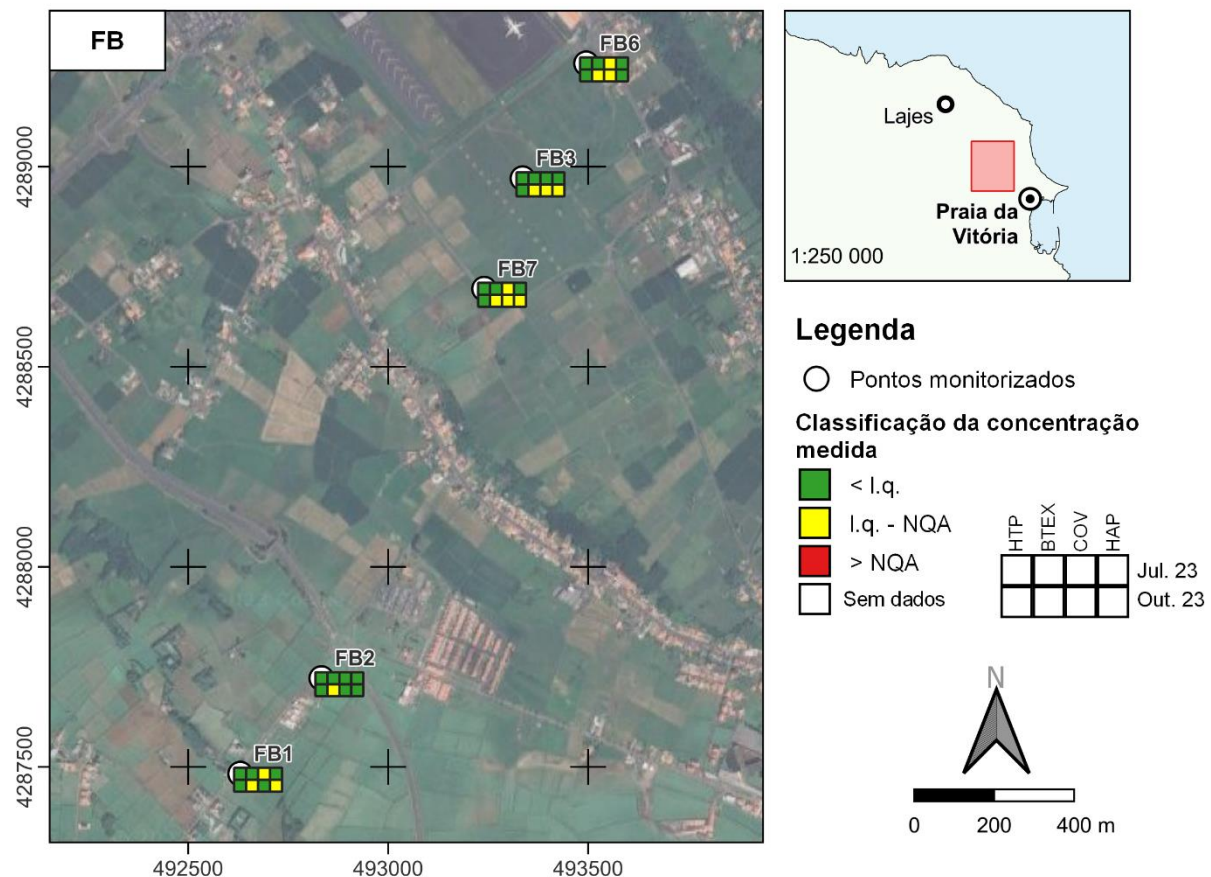


Figura 4.50 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2023

Nas campanhas de 2023 não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência. As concentrações em diversos BTEX, COV e HAP foram superiores aos limites de quantificação.

São raras as ocasiões com hidrocarbonetos acima dos valores de referência, mas importa manter estes furos sob vigilância e resolver a questão da contaminação junto ao furo 3001-MW30 que se crê estar a influenciar a qualidade da água do furo FB6.

5 | Pareceres sobre outros projetos ou estudos promovidos pela USAFE

5.1 Considerações introdutórias

Neste Capítulo sintetizam-se os pareceres formulados pelo LNEC sobre outros projetos ou estudos promovidos pela USAFE, para além dos projetos ou estudos integrados nos Sites em aberto, a que se faz referência no Capítulo 4.

Atendendo a que se verificou haver diversos projetos sem implicações diretas no ambiente, nem todos os projetos analisados em 2023 foram alvo de pareceres.

5.2 Renovação interior e exterior dos edifícios T-618 e T-619

Os anteprojetos visam a remodelação interior e exterior dos edifícios T-618 (MQNA 18-1017 Renovate T-618 with Yard for COMM) e T-619 (MQNA 18-1908 Renovate T-619 for COMM Storage), respetivamente, que se localizam-se junto aos Sites 3001 e 3003.

O parecer dado pelo LNEC foi o seguinte (Leitão, 2023b): "não se antevê que as obras previstas venham a ter impactes na componente da qualidade dos solos e das águas subterrâneas. Assim, o LNEC não tem nada a opor à obra prevista, uma vez que se refere que irão ser cumpridas as recomendações ambientais da legislação portuguesa sobre gestão de Resíduos de Construção e Demolição. Refere-se, ainda, que se os trabalhos previstos implicarem escavações, os solos serão previamente alvo de análise de modo a identificar a existência e concentração de contaminantes nos mesmos, devendo ser implementados os procedimentos corretivos adequados."

5.3 Renovação global do edifício T-169

O anteprojecto em apreço visa a renovação global do edifício T-169 (*P-290-22-HAAZ Request to convert T-169_CCS Rev_Signed.pdf e P-290-22-Tab 2 - T-169 Drawings.pdf*) para servir de lavandaria e de gabinete de gestão de mobiliário, com total renovação do interior e, ainda, a construção no exterior de três docas de carregamento e a substituição do telhado.

O edifício T-169 não se encontra perto de locais identificados no DISCO *Study*.

O parecer dado pelo LNEC foi o seguinte (Leitão, 2023a): "a área não se localiza em nenhum Site identificado como contaminado, nem dentro de perímetros de proteção de captações públicas, e não se antevê que as obras previstas tenham impactes na qualidade dos solos e águas subterrâneas. Assim, o LNEC não tem nada a opor à obra prevista, uma vez que se refere que irão ser cumpridas as recomendações ambientais da legislação portuguesa sobre gestão de Resíduos de Construção e Demolição, conforme transcrito no ofício n.º 7206 de 2022/06/06."

5.4 Renovação global do edifício T-810 para acolher as funções atualmente em curso edifício T-815

O anteprojecto em apreço visa a renovação global do edifício T-169 (*P-290-22-HAAZ Request to convert T-169_CCS Rev_Signed.pdf e P-290-22-Tab 2 - T-169 Drawings.pdf*) para acolher as funções atualmente em curso edifício T-815, Edifício Sede da Esquadra 65ABG, que será demolido. Embora com as mesmas funções, o edifício será modernizado para contemplar o atual regulamento da USAFE.

O parecer dado pelo LNEC foi o seguinte (Leitão, 2023a): "a área não se localiza em nenhum Site identificado como contaminado, nem dentro de perímetros de proteção de captações públicas, e não se antevê que as obras previstas tenham impactes na qualidade dos solos e águas subterrâneas. Assim, o LNEC não tem nada a opor à obra prevista, uma vez que se refere que irão ser cumpridas as recomendações ambientais da legislação portuguesa sobre gestão de Resíduos de Construção e Demolição, conforme transcrito no ofício n.º 7206 de 2022/06/06."

5.5 Renovação do edifício T-827

O anteprojecto em apreço visa a renovação do edifício T-827 (*P-291-22 Request to convert T-827.pdf e P-291-22-Tab 2 - T-827 Drawings.pdf*), atual armazém de resíduos perigosos, para fazer as funções atuais do edifício T-705, *i.e.*, uma oficina de manutenção do equipamento de aeronaves. Além da renovação do interior, também o exterior será alvo de obras que incluem a construção de uma rampa e de uma vedação, entre outros.

O edifício T-827 não se encontra perto de locais identificados no DISCO *Study*.

O parecer dado pelo LNEC foi o seguinte (Leitão, 2023a): "de acordo com o levantamento feito em 2017 pelo LNEC (Antunes, Leitão e Jeremias, 2017), os resíduos armazenados no edifício T-827 eram essencialmente tintas, diluentes, produtos de limpeza, resíduos médicos, hidrocarbonetos, etc., não existindo historial de libertação de substâncias perigosas a partir destes locais, nem se considerando que as práticas utilizadas na gestão, armazenamento e eliminação de resíduos perigosos, constituíssem motivo de preocupação."

Atendendo ao atrás exposto, e também pelo facto de não se antever que as obras previstas tenham impactes na qualidade dos solos e águas subterrâneas, o LNEC não tem nada a opor à obra prevista, uma vez que se refere que irão ser cumpridas as recomendações ambientais da legislação portuguesa sobre gestão de Resíduos de Construção e Demolição, conforme transcrito no ofício n.º 7206 de 2022/06/06.

6 | Conclusões e recomendações

Em 2023 completaram-se cinco anos de monitorização semestral das águas subterrâneas nos 10 Sites que vêm sendo analisados para o MDN desde 2018, no âmbito dos estudos complementares dos processos de reabilitação ambiental relacionados com a utilização da Base das Lajes pelos EUA. O acompanhamento destes 10 Sites decorre do estudo inicial efetuado para o MDN (Antunes, Leitão e Jeremias, 2016) onde foi solicitada ao LNEC uma reavaliação global das áreas militares com informação relativa a 41 locais, dos quais 38 haviam sido identificados como contaminados ou potencialmente contaminados num estudo promovido em 2004 pela USAFE (CH2MHILL, 2004). À data, a informação analisada compreendeu, para além dos resultados de um novo levantamento realizado e reportado no *Environmental Baseline Survey* (USAFE, 2015), os relatórios de estudos subsequentes, incluindo relatórios de encerramento, e ações de remediação e de monitorização da qualidade das águas subterrâneas entretanto realizadas. No estudo de 2016, o LNEC justificou e concluiu haver 23 locais que não necessitavam de recomendações adicionais e, relativamente aos restantes, foram recomendados trabalhos adicionais de reabilitação e de monitorização. Entretanto parte destas recomendações e outras ações foram efetivadas com sucesso, tendo ficado em aberto os 10 Sites presentemente em análise.

No seguimento do exposto, após cinco anos de monitorização e 10 campanhas realizadas, considerando os trabalhos de reabilitação e as obras, entretanto realizados ou em curso, a síntese global da situação atual pode ser resumida da seguinte forma (sendo verde a situação mais favorável e vermelho a menos favorável):

	<p>Site 5013: local onde se considerou não serem necessárias recomendações adicionais (Sem Recomendações Adicionais, SRA) em 2021, após três anos de resultados da qualidade das águas subterrâneas favoráveis.</p> <p>Site 5009: local SRA em 2023, após terem sido concluídos trabalhos de remoção do solo contaminado em 2022.</p>
	<p>Sites 3003 e 5003: locais que foram alvo de intervenções nos últimos anos. A avaliação da eficácia dessas intervenções está em curso através da monitorização semestral das águas subterrâneas por dois anos após a conclusão das obras (<i>i.e.</i>, 1.º semestre de 2025 e 1.º semestre de 2024, para os Sites 3003 e 5003, respetivamente) e, caso as concentrações de contaminantes nas águas sejam inferiores às normas, então serão Sites SRA.</p>
	<p>Sites 5002, 5008 e 5010: locais onde foram feitas pelo LNEC recomendações que não foram implementadas até à data. Mantém-se a monitorização semestral das águas subterrâneas para avaliar a evolução da situação. Recomenda-se que se proceda à amostragem e ensaios de solos nesses locais, tendo em vista reavaliar a sua situação.</p>
	<p>Sites 3001, 5001 e 5014: locais que apresentam níveis de contaminação muito elevados e refletem a ausência de trabalhos de reabilitação suficientes para inverter a situação. Os trabalhos em curso (3001 e 5001) e os planeados (5014) irão contribuir para melhorar a situação ambiental. Mantém-se a monitorização semestral das águas subterrâneas para avaliar a evolução da situação e eficácia das intervenções.</p>

Considerando que o principal problema ambiental se deve à presença de hidrocarbonetos nas águas subterrâneas, apresenta-se no Quadro 6.1 uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas agrupada pelos principais tipos de hidrocarbonetos analisados: HTP (hidrocarbonetos totais do petróleo), BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos), COV (compostos orgânicos voláteis) e HAP (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos). Cada uma das tabelas apresenta os resultados por Site e para as campanhas realizadas entre 2018 e 2023. As cores representam os resultados em função da sua comparação com os valores de referência. Assim, o verde representa valores abaixo do limite de quantificação (l.q.), o amarelo representa valores acima do l.q. mas abaixo de um Limiar estabelecido pela APA ou de outro valor de referência (cf. capítulo 3), o laranja representa valores acima do Limiar estabelecido pela APA ou de outro valor de referência e o vermelho destaca situações em que as concentrações estão acima de mais do que um valor de referência. A comparação é feita individualmente para cada composto, sendo depois agregada dentro de cada grupo a que pertence o composto. Assim, se houver um composto dentro dos quatro grupos definidos (HTP, BTEX, COV e HAP) com concentração acima de um valor de referência, então a cor para o Site e data respetivos será laranja (vermelho se for mais do que um valor referência), pelo que se representa a pior situação dentro de cada grupo. Observa-se que, pelo facto de os limites de quantificação terem sido reduzidos, de acordo com o estabelecido pela APA, alguns dos Sites passaram de verde para amarelo para alguns dos compostos.

Em termos globais, a análise deste quadro permite verificar que os Sites com maior contaminação das águas subterrâneas continuam a ser os Sites 3001, 5001 e 5014. De forma genérica, as concentrações em BTEX e COV aumentaram nas amostras de água recolhidas em diversos Sites em 2023 e as concentrações em HTP e em HAP mantiveram-se mais estáveis.

Quadro 6.1 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas entre 2018 e 2023

HTP	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22	jul. 23	out. 23	BTEX	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22	jul. 23	out. 23
3001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	3001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
3003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	3003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5002	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5002	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5008	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5008	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5010	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5010	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5014	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5014	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
COV	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22	jul. 23	out. 23	HAP	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22	jul. 23	out. 23
3001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	3001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
3003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	3003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5001	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5002	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5002	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5003	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5008	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5008	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5010	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5010	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
5014	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	5014	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde

Legenda:

- < Limite de quantificação (l.q.)
- < Limiar estabelecido pela APA ou outro valor de referência
- > Limiar estabelecido pela APA ou outro valor de referência
- > Limite estabelecido em mais do que um valor de referência

Completando esta análise qualitativa, nas figuras seguintes apresenta-se uma síntese dos valores

médios dos principais grupos de hidrocarbonetos por Site¹.

Em relação aos HTP, o Limiar estabelecido pela APA em 2021 (10 µg/L, cf. APA, 2021), em vez do valor que vinha sendo utilizado de 750 µg/L correspondente à norma do Canadá (cf. Quadro 3.1) (utilizada na anterior ausência de legislação nacional), implica que todas as concentrações detetadas sejam superiores ao Limiar, já que esse valor é igual ao próprio limite de quantificação utilizado (correspondente ao menor valor que os laboratórios consultados conseguem oferecer). Contudo, os valores máximos registados são muito diferentes, como se pode ver na Figura 6.1. Destacam-se os Sites 3001 e 5001 (o Site 3001 terá concentrações superiores nos piezómetros não amostrados por conterem LNAPL). O Site 5014 também apresenta HTP com elevadas concentrações, embora menores. Com exceção do Site 5003, os restantes Sites não apresentaram HTP nas águas subterrâneas analisadas nos últimos três anos (Quadro 6.1).

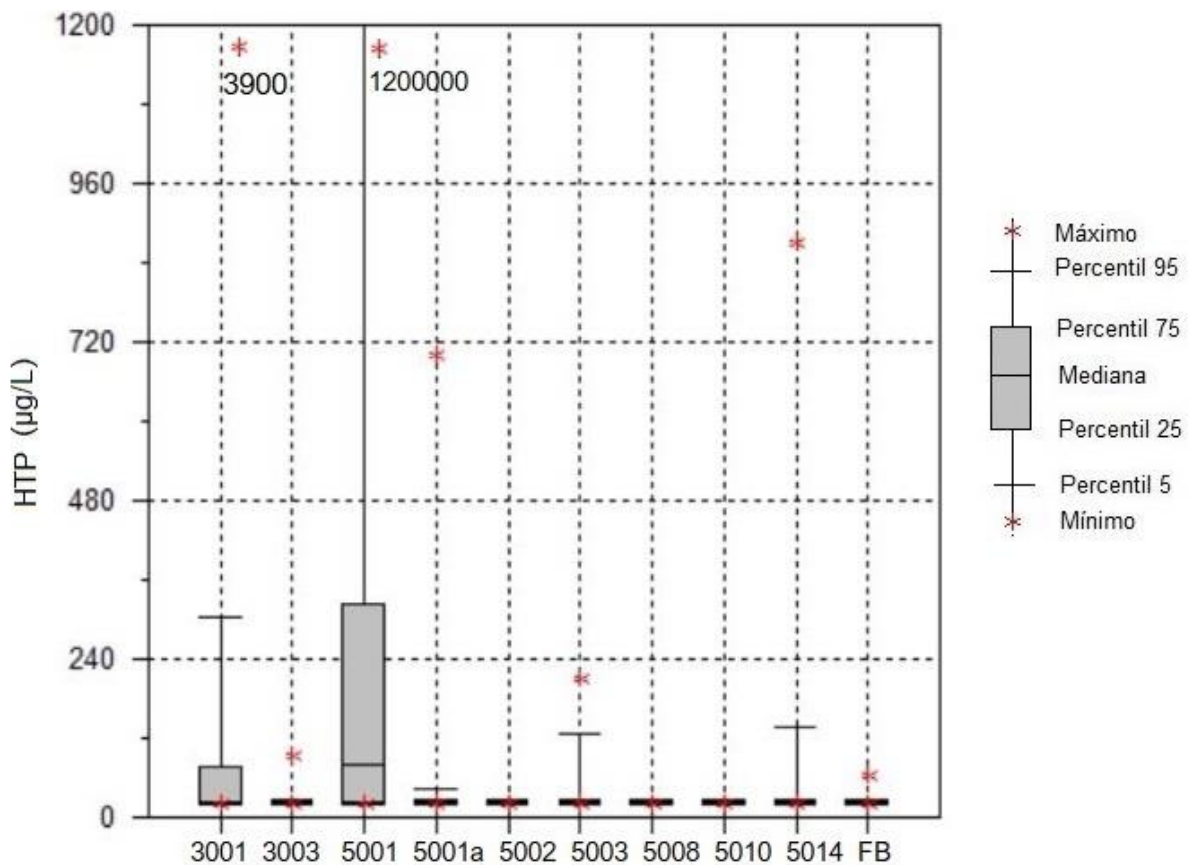


Figura 6.1 – Diagrama de box-plot das concentrações em Hidrocarbonetos Totais do Petróleo nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023

¹ Para fins estatísticos, sempre que o valor da concentração de um parâmetro era inferior ao limite de quantificação, considerou-se metade daquele valor.

Os dois Sites que apresentam maiores concentrações em BTEX são os Sites 5001 e 5014 (cf. Figura 6.2 e Quadro 6.1), com valores não só acima dos Limiares como ultrapassando também os limites estabelecidos em mais do que um valor de referência (cf. Quadro 3.1). Embora tenha havido no passado outros Sites onde as concentrações em BTEX excederam os Limiares (e.g., 3003 e 5010), nos últimos anos tem-se verificado menores concentrações nas águas, com valores abaixo dos Limiares e, por vezes, abaixo dos próprios limites de quantificação, em resultado da degradação natural destes compostos. Os BTEX são compostos encontrados na gasolina e derivados de petróleo.

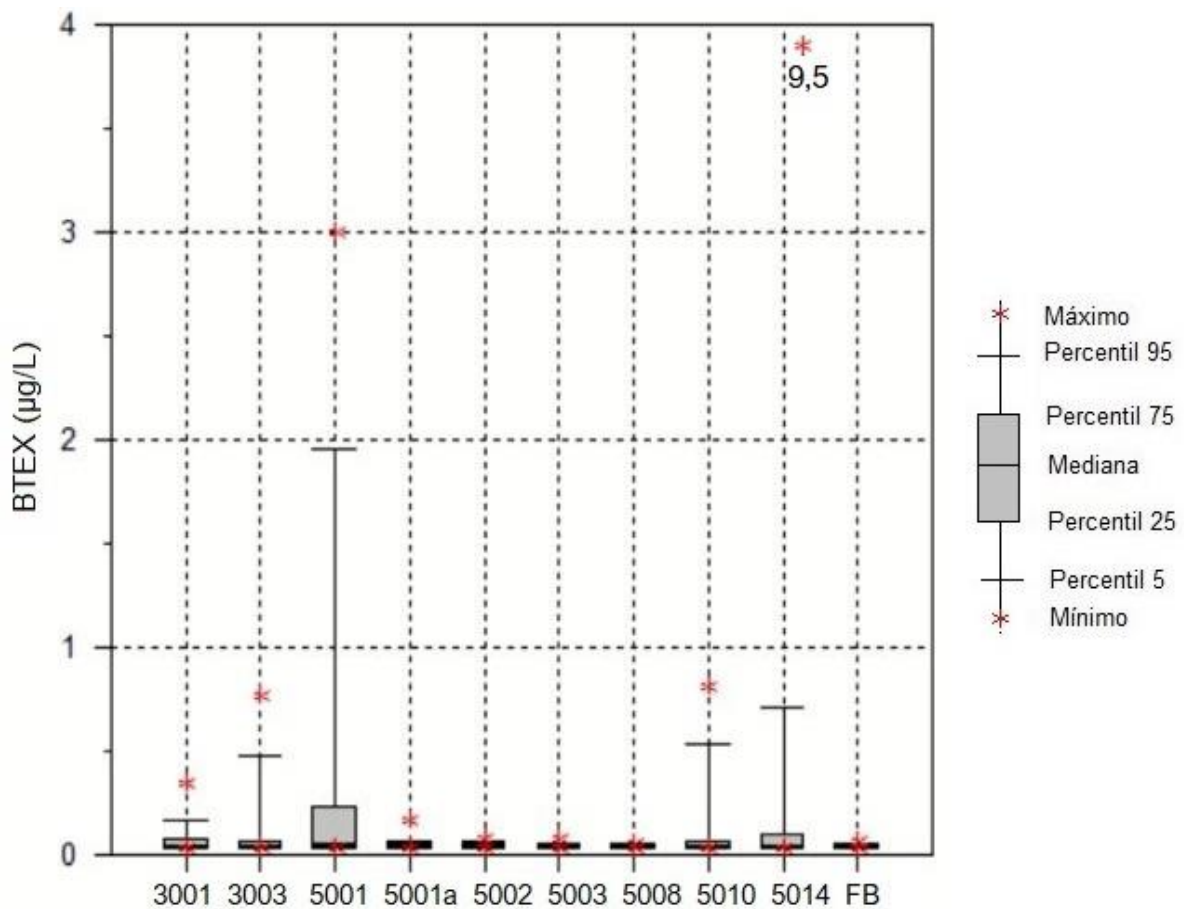


Figura 6.2 – Diagrama de box-plot das concentrações em benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023

Relativamente aos COV, o Site 3001 é o que apresenta as mais elevadas concentrações nas águas subterrâneas, verificando-se uma diminuição da concentração em COV nos restantes Sites nos últimos anos, mas com 2023 apresentando uma inflexão dessa observação (Quadro 6.1). Embora na Figura 6.3 o Site 5001 pareça ser o mais contaminado, tal situação deve-se à amostragem do ponto 5001-MW08 que contém LNAPL desvirtuando os resultados. Muitos dos COV encontrados na água não têm norma estabelecida. Os compostos que surgem com maior frequência acima dos valores de referência são o PCE, TCE, cis-1,2 dicloroetano. Os COV são compostos muito voláteis e têm geralmente baixa solubilidade na água e baixa capacidade para serem adsorvidos pelas partículas do solo, pelo que a

sua presença continuada nas águas subterrâneas revela uma contaminação dos solos por onde circula com origem provavelmente ainda ativa. A sua origem está associada à síntese de solventes industriais, que atuam como agentes desengordurantes ou de limpeza de componentes eletrónicos podendo também servir de aditivos para gasolina. Os Sites onde foram registados COV acima dos valores de referência foram os Sites 3001, 5001 e 5014 (Quadro 6.1).

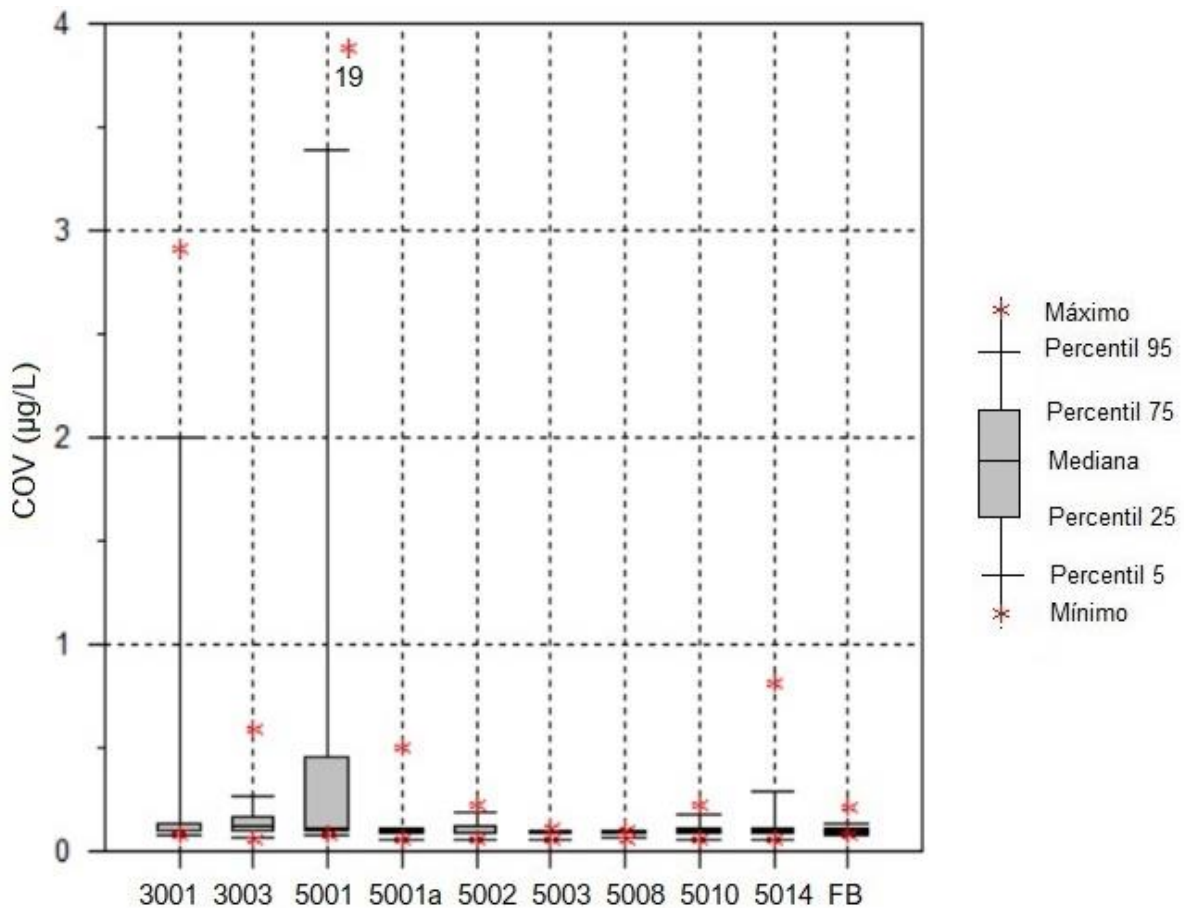


Figura 6.3 – Diagrama de box-plot das concentrações em Carbonos Orgânicos Voláteis nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023

Finalmente, os HAP são os compostos que ocorrem acima dos valores de referência em mais Sites (cf. Quadro 6.1), com valores acima dos l.q. em todos os Sites em, pelo menos, uma das campanhas. Em outubro de 2023 foram conseguidos pelo laboratório de análises limites de quantificação 10 vezes inferiores, facto que poderá justificar terem surgido Sites com valores acima do l.q. em locais que raramente apresentaram concentrações acima do l.q. (e.g. Site 5008). Uma vez mais são os Sites 3001, 5001 e 5014 os que apresentam maiores concentrações, embora também o Site 5010 tenha apresentado valores elevados em diversas campanhas (cf. Figura 6.4 e Quadro 6.1). As concentrações de HAP nas águas subterrâneas do Site 5001 são muito elevadas, desconhecendo-se os reais valores no Site 3001 designadamente nos piezómetros contendo LNAPL. Ao contrário dos BTEX e COV, que são voláteis, os HAP tendem a ser adsorvidos pelos solos, podendo também migrar para horizontes

mais profundos até atingir as águas subterrâneas. A sua origem pode dever-se à combustão de combustíveis fósseis, mas também fogos, podendo igualmente surgir em solos de origem vulcânica.

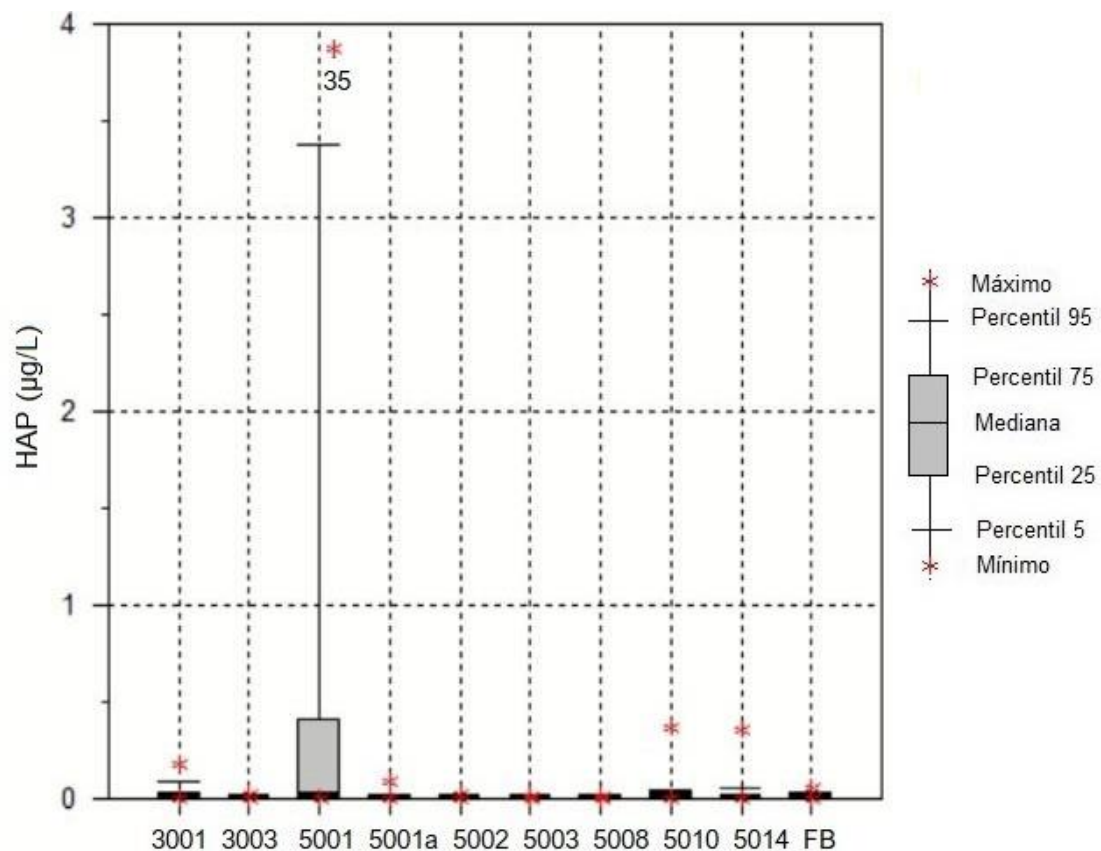


Figura 6.4 – Diagrama de box-plot das concentrações em Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos nos locais analisados (incluindo a jusante do Site 5001, 5001a, e furos do basal, FB) entre 2018 e 2023

Com os dados das 10 campanhas foi, ainda, feita uma análise de tendências estatisticamente significativa de subida dos parâmetros analisados aplicando os testes de Mann-Kendall (MK) e MK sazonal usando o pacote de tendências do software AquaChem 2014.2 (<https://www.waterloohydrogeologic.com/>). Consideraram-se quatro épocas (temporada de três meses) e um nível de significância de 1% (nível de confiança para teste de tendência de 99%), tendo apenas sido considerados os parâmetros químicos com mais de 20% de resultados acima do limite de quantificação. Os resultados obtidos não revelam tendência de subida de nenhum hidrocarboneto em nenhum ponto de amostragem, independentemente do Site.

O Quadro 6.2 constitui uma atualização em relação às versões apresentadas em relatórios anteriores, apresentando-se de forma resumida as conclusões e recomendações relativas aos locais analisados, decorrentes dos resultados da monitorização e análise apresentados ao longo deste relatório.

Salienta-se, novamente, a importância de manter a monitorização da qualidade das águas subterrâneas nos Sites visando avaliar a evolução da situação de qualidade e a eficácia das medidas de reabilitação implementadas ou a implementar.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 6.2 – Resumo das principais conclusões e recomendações relativamente aos locais analisados em 2023

Identificação do Local		Classificação DISCO	Antecedentes / Trabalhos efetuados pela USAFE	Principais resultados das campanhas de 2023	Recomendações
Ref.	Designação	(CH2MHILL, 2004)			
3001	Main Gate	Contaminado	<p>Presença de LNAPL nos piezómetros 3001-MW04, 3001-MW20 e 3001 MW23.</p> <p>As águas subterrâneas continuam a apresentar valores de HTP, COV e HAP acima dos valores de referência, havendo alguns casos em que os limites do Canadá para os COV são também excedidos.</p> <p>Ações programadas pela USAFE, que incluem a remoção de LNAPL nos piezómetros afetados, eventual remoção de um troço de antigo pipeline aí existente e dos solos que ainda contenham hidrocarbonetos, proteladas para 2024.</p>	<p>Continua a verificar-se presença de LNAPL nos piezómetros 3001-MW04, 3001-MW20 e 3001 MW23.</p> <p>As águas subterrâneas continuam a apresentar valores de HTP, COV e HAP acima dos valores de referência., havendo alguns casos em que os limites do Canadá para os COV são também excedidos.</p>	<p>Com os trabalhos a realizar pela USAFE, em 2024, espera-se uma melhoria significativa da situação atual. Os restantes processos de reabilitação necessários deverão ser definidos em função dos resultados a obter.</p> <p>Prosseguir a monitorização da qualidade das águas subterrâneas (incluindo a jusante do Site 3001) para avaliar a eficácia das medidas de reabilitação a implementar e assegurar a continuidade das medidas de reabilitação de solos e águas subterrâneas.</p>
3003	Main Power Plant	Potencialmente contaminado de maior risco	<p>Detetados BTEX e COV acima dos limites de quantificação. Não se detetaram quaisquer concentrações de hidrocarbonetos acima dos valores de referência nas águas subterrâneas. Obras concluídas incluíram remoção de solos e reposição do asfalto.</p>	<p>Em 2023, apenas foi detetado um COV acima dos valores de referência nas águas subterrâneas.</p>	<p>Obras realizadas poderão ter proporcionado temporariamente a lixiviação de alguns contaminantes, mas espera-se que contribuam para resolver o problema de contaminação.</p> <p>Manutenção do programa de monitorização bianual das águas subterrâneas durante dois anos, de forma a confirmar a melhoria da qualidade das águas subterrâneas deste local.</p>
5001	South Tank Farm	Contaminado	<p>Amostras de água com valores de HTP, BTEX e HAP superiores aos Limiares estabelecidos pela APA, e nalguns casos, aos estabelecidos no Canadá.</p> <p>Demolidos dois tanques de armazenamento e um tanque de recuperação de combustível incluindo a remoção de cerca de 18 m³ de solos contaminados na envolvente dos tanques em 2023.</p>	<p>Mantém-se a contaminação das águas dentro do Site 5001, com consequências nas águas a jusante.</p> <p>Foram encontrados valores de HTP muito elevados em alguns pontos, bem como BTEX e HAP acima dos respetivos limiares estabelecidos pela APA, tendo sido também ultrapassadas as normas do Canadá para em alguns dos pontos amostrados.</p>	<p>As obras realizadas pela USAFE não foram suficientes para reverter a situação. Recomenda-se o aprofundamento da caracterização da presença de solos contaminados no Site 5001 e a realização de medidas de reabilitação adicionais.</p> <p>Prosseguimento da monitorização da qualidade das águas subterrâneas no Site 5001 e a jusante deste.</p>
5002	Cinder Pit Fuel Tanks	Contaminado	<p>No passado foram encontrados valores elevados de HTP e de HAP em solos da Zona 2 e também, embora com menor expressão, na Zona 1.</p>	<p>Em 2023 apenas um piezómetro localizado na Zona 1 tinha água, estando todas as concentrações em hidrocarbonetos abaixo dos Limiares estabelecidos pela APA com exceção de um COV.</p>	<p>Reanálise da situação dos solos nas Zonas 1 e 2, por forma a verificar se se mantém a contaminação e qual a respetiva extensão.</p> <p>Prosseguimento da monitorização da qualidade das águas subterrâneas a partir de amostras recolhidas no piezómetro com água para consolidar conclusões relativas à melhoria da situação.</p> <p>Eventual instalação de novos piezómetros mais profundos na Zona 2, em função dos resultados da reanálise dos solos.</p>
5003	North Storm Sewer Drainage Outfall	Potencialmente contaminado de maior risco	<p>Anteriormente tinha-se detetado presença de HAP acima dos Limiares estabelecidos pela APA para águas subterrâneas.</p> <p>Realizadas obras de requalificação da área da descarga da água drenada da pista, e a respetiva remoção dos solos contaminados.</p>	<p>Em 2023 apenas foi detetado um valor de HTP acima do Limiar estabelecido pela APA, mas muito abaixo dos limites estabelecidos por outros países.</p> <p>Sedimentos/solos recolhidos à saída do ponto de descarga da água de drenagem da pista com qualidade aceitável.</p>	<p>Monitorizar águas de escorrência durante mais um semestre, por forma a perfazer dois anos de monitorização após conclusão das obras.</p>
5008	Cinco Picos Globe	Potencialmente contaminado de maior risco	<p>LNEC tinha recomendado remoção do solo superficial até 0,5 m de profundidade nos locais contaminados numa área limitada (S2, S3 e S4), tendo em atenção o uso agrícola do local.</p>	<p>Não foi detetada presença de contaminantes acima dos Limiares estabelecidos pela APA nas águas subterrâneas em ambas as campanhas realizadas em 2023.</p>	<p>Nova amostragem de solos e remoção de solos superficiais contaminados, caso estes ainda existam.</p> <p>Monitorização da qualidade das águas até que não se verifique a existência de solos contaminados.</p>

Identificação do Local		Classificação DISCO	Antecedentes / Trabalhos efetuados pela USAFE	Principais resultados das campanhas de 2023	Recomendações
Ref.	Designação	(CH2MHILL, 2004)			
5009	Cume da TACAN	Potencialmente contaminado de maior risco	Em 2022, no âmbito das obras de modificação do tipo e da posição da vedação, foram removidos pela USAFE 202,5 toneladas de solo, das quais 16,16 t estavam contaminadas.	Recomendações do LNEC tidas em consideração.	Sem recomendações adicionais.
5010	Medium Port Command	Potencialmente contaminado	LNEC tinha recomendado remoção de solo superficial nos locais contaminados com HAP acima da norma e posterior repavimentação das zonas com pavimento degradado ou não pavimentadas, bem como monitorização da qualidade das águas subterrâneas nos 3 piezómetros instalados. Em 2022 não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência de qualidade.	Em 2023, o único hidrocarboneto presente nas águas subterrâneas em concentrações superiores aos valores de referência de qualidade foi o antraceno (HAP), embora com um valor muito inferior ao de outras legislações.	Pelo facto de se observarem oscilações na concentração de hidrocarbonetos entre campanhas e por ser uma zona sensível, recomenda-se: <ul style="list-style-type: none"> • Prosseguir a monitorização da qualidade das águas subterrâneas. • Reavaliar a evolução dos solos neste Site e remover solos contaminados, caso ainda estejam presentes.
5014	Former Running Track	Potencialmente contaminado	Realizadas obras de manutenção do pipeline que atravessa este local. Projeto de inertização de um outro pipeline desativado que também atravessa o local ainda aguarda fundos para ser executado.	Em 2023, observou-se a presença de contaminação com valores acima dos valores de referência para todos os grupos de hidrocarbonetos, embora pareça haver uma tendência para melhoria.	Realização das obras propostas pela USAFE para inertizar o pipeline desativado. Prosseguir a monitorização da qualidade das águas subterrâneas nos sete piezómetros instalados para avaliar a eficácia das medidas de reabilitação a implementar.

Legenda:

MW – Piezómetro (*Monitoring well*)
HTP – Hidrocarbonetos totais do petróleo
BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos
COV – Compostos orgânicos voláteis
HAP – Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos

Lisboa, LNEC, janeiro de 2024

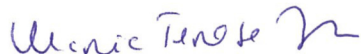
VISTOS

A Diretora do Departamento de Transportes



Maria de Lurdes Antunes

A Chefe do Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas



Teresa Viseu

A Diretora do Departamento de Hidráulica e Ambiente



Helena Alegre

AUTORIA



Teresa E. Leitão

Investigadora Principal com Habilitação



Tiago N. Martins

Técnico Superior



Maria de Lurdes Antunes

Investigadora-Coordenadora

7 | Referências bibliográficas

- AMEC, 2010a – **Site Characterization at Lajes Field, Azores, Portugal. Final Report Site Characterization** (também disponibilizado em versão portuguesa intitulada “Caracterizações do Local na Base das Lajes (65 ABW), Açores, Portugal. Relatório Final de Caracterizações do Local.”) Kaiserslautern, Outubro de 2010.
- AMEC, 2010b – **Perform Site Characterization at Lajes Field, Azores, Portugal. Groundwater Monitoring** - Kaiserslautern, October, 2010.
- AMEC, 2011 – **Site Investigation Activities and Site Characterizations at Lajes Field, Azores. Final Report.** Kaiserslautern, November 2011.
- ANTUNES, M.L.; LEITÃO T.E., 2018 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Situação dos “Sites” 2008, 2009, 3005, 3006, 3009 e 3012, em Outubro de 2018.** LNEC - Proc. 0102/121/21350. Relatório 424/2018 – CD.
- ANTUNES, M.L.; LEITÃO T.E.; JEREMIAS, T., 2016 – **Assessoria Técnica aos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA.** LNEC - Proc. 0102/121/20098. Relatório 375/2016 – CD.
- ANTUNES, M.L.; REAL, L.P.; LEITÃO T.E., 2020 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Materiais a utilizar para a Instalação de Novas Redes de Abastecimento de Água em Zonas com Solos Potencialmente Contaminados e Análise de Solos no Traçado Previsto para o Sistema de Abastecimento a Santa Rita.** LNEC - Proc. 0102/121/22465. Relatório 280/2020 – CD.
- 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
- BHATE, 2014 – **Long term monitoring report at Lajes Field, Azores, Portugal.** Birmingham, Alabama, June 2014.
- CANDEIAS, H.; FONSECA, A.M., 2020 – **Base das Lajes. Resultados do nivelamento geométrico de precisão realizado em outubro de 2020, nos pontos de monitorização da qualidade das águas subterrâneas.** LNEC - Proc. 0404/121/2246507. Relatório 360/2020 – DBB/NGA.
- CH2MHILL, 2004 – **Discovery of Suspected and Contaminated Sites Study (DISCO Study), Lajes Field, Azores, Portugal.** Março de 2004.
- HENRIQUES, M. J.; MARTINS, T.; LOBO-FERREIRA, J.P., 2013 – **Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental Envolve aos Furos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores. 2.º Relatório –**

- Mapeamento regional de perímetros de proteção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público no concelho de Praia da Vitória – Aplicação do Método de Krijgsman e Lobo-Ferreira.** LNEC - Proc. 0607/01/18422. Relatório 15/2013 – NAS.
- LEITÃO, T.E., 2021 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre a Eventual Perigosidade de um Antigo Pipeline e Necessidade da sua Remoção.** LNEC - Proc. 0605/121/2285001.
- LEITÃO, T.E., 2023a – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Projetos: P-281 HAAZ Request Renovate T-705, P-290-22-HAAZ Request to Convert T-169, P-291-22 Request to Convert T-827, P-294 Request to Renovate T-810 and Demolish T-815,** LNEC - Proc. 0605/1201/23626.
- LEITÃO, T.E., 2023b – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Projetos: Proposta 233-CT-MQNA 18-1017 Renovate T-618 with Yard for COMM, 234-CT-MQNA 18-1908 Renovate T-619 for COMM Storage e 235- MQNA 2021-00005 Enterprise Land Mobile Radio Resiliency (ELMR),** LNEC - Proc. 0605/1201/23626.
- LEITÃO, T.E.; ANTUNES, M.L., 2015 – **Assessoria Técnica aos Processos de Reabilitação Ambiental e de Devolução dos Terrenos Utilizados pela Força Aérea Americana nas Lajes, Ilha Terceira, Açores. Ponto de Situação e Proposta de Metodologia de Atuação.** LNEC - Proc. 0102/121/20098. Relatório 140/2015 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2017 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Apreciação Sumária do Relatório "Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Semi-Annual Monitoring Report. November 2017.** LNEC - Proc. 0102/121/21116. Relatório 452/2017 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2019a – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Apreciação Sumária do Relatório "Perform Remedial Action: Installation of Monitoring Wells and Groundwater Monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual Groundwater Monitoring Report. August 2019".** LNEC - Proc. 0102/121/22166. Relatório 397/2019 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2019b – **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 2019.** LNEC - Proc. 0102/121/22166. Relatório 452/2019 – CD.
- LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2020a – **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.; ANTUNES, M.L., 2022a – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Projetos: MQNA 20-1002 Convert T-660 into Mortuary MQNA 21-1002 Repair T-811 for Security Forces.** LNEC - Proc. 0605/1201/23217.
- LEITÃO, T.E.; ANTUNES, M.L., 2022b – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Projetos: TSAX 20-1900 Decommission Inactive Fuel Pipeline; FA8903-21-R-0059 Demolish Fuel Storage Tanks, T-635 & T-164 and Product Recovery TANK, T-16261(8901); MQNA - Project AFCEC 1190683- Grounds Fuels Concept Design Storage Tanks at Military Service Station; MQNA20-1003-Renovate FMO T-751; MQNA 18-1002 Efficiency - Convert T-621 into Substation and T-624 into Structures Shop.** LNEC - Proc. 0605/1201/23217.
- LEITÃO, T.E.; HENRIQUES, 2018 – **Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental Envolve 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.; MARTINS, T.; ANTUNES, M.L., 2021 – **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 2021.** LNEC - Proc. 0605/121/2285001. Relatório 443/2021 – DHA/NRE.
- 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. 0605/121/23217. Relatório 1/2023 – 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. Análise dos Trabalhos de Geofísica e de Caracterização da Qualidade dos Solos junto ao Site 5001.** LNEC - Proc. 0102/121/22465. Relatório 308/2020 – CD.
- LOUREIRO, D.; MESQUITA, E.; ROSA, M.J.; LEITÃO, T.E.; ANTUNES, M.L., 2020 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com**

- a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Estudo da Rede de Abastecimento de Água em Zonas com Solos Potencialmente Contaminados.** LNEC - Proc. 0102/121/22465. Relatório 478/2020 – CD.
- ME, 2011 – **Groundwater and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act.** Ministry of the Environment April 15, 2011.
- PINHEIRO, J.F.; MADRUGA, J.S.; RODRIGUES, F.C.; GARCIA, C.O.; MATOS, M.L.; BRITO, M.G.; CAETANO, P.C.S.; CALDEIRA, M.J.; COSTA, C.N.; VENDAS, D.; MANUEL, R.; CAMELO, A., 2018 – **Análise da Situação relativa à Contaminação da Base das Lajes – Terceira, Açores.** IITAA – Instituto de Investigação e Tecnologias Agrárias e do Ambiente da Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente da Universidade dos Açores e GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa.
- 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.
- REAL, L.P.; LEITÃO T.E.; ANTUNES, M.L., 2020 – **Estudos Complementares no Âmbito dos Processos de Reabilitação Ambiental Relacionados com a Utilização da Base das Lajes pelos EUA. Parecer sobre os Materiais a utilizar para a Instalação de Novas Redes de Abastecimento de Água em Zonas com Solos Potencialmente Contaminados e Análise de Solos no Traçado Previsto para o Sistema de Abastecimento a Santa Rita.** LNEC - Proc. 0102/121/22850. Relatório 280/2020 – CD.
- TRANSJET, 2022 – **Environmental Protection Plan for Replace Fence/Paving at TACAN Serra do Cume.** Contract No. FA448622F0006, março 2022.
- USAFE, 2015 – **Environmental Baseline Survey. Cova das Cinzas Petroleum Products Storage Annex (EPXA). GSU of Lajes Field, Azores, Portugal. Final Report.** Prepared for AFCEC/CFEE, June 2015. 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 Ordening en Milieubeheer, 2000.

Página intencionalmente deixada em branco

ANEXOS

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

ANEXO I

Síntese dos trabalhos realizados pelo LNEC, no âmbito do apoio ao MDN nos assuntos relacionados a contaminação de solos e de águas subterrâneas

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

O conjunto de trabalhos realizados pelo LNEC, no âmbito do apoio ao MDN nos assuntos relacionados a contaminação de solos e de águas subterrâneas foi:

- Em 2015 fez-se um ponto de situação dos estudos existentes à data (quer promovidos pela USAFE, quer pela ERSARA, estes últimos realizados pelo LNEC), com base nos quais se propôs uma metodologia de atuação para apoiar o MDN (Rel. LNEC 140/2015, cf. Leitão e Antunes, 2015).
- Em 2016 fez-se uma análise da situação existente em 41 Sites, dos quais 38 tinham sido identificados como contaminados ou potencialmente contaminados num estudo promovido pela USAFE (CH2MHILL, 2004). A informação analisada compreendeu, para além dos resultados desse estudo, os relatórios de estudos subsequentes, incluindo relatórios de encerramento, bem como ações de remediação e de monitorização da qualidade das águas subterrâneas. Nesse estudo foram identificados, com a devida justificação, 23 Sites para os quais o LNEC considerou não haver recomendações adicionais e 18 Sites para os quais o LNEC recomendou a realização de ações adicionais de caracterização ou de reabilitação (Rel. LNEC 375/2016, cf. Antunes, Leitão e Jeremias, 2016). Neste último grupo encontravam-se os dois *pipelines* entretanto inertizados.
- Em 2017 foi apreciado o relatório promovido pela USAFE "Perform remedial action: installation of monitoring wells and groundwater monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal Semi-Annual Monitoring Report. November 2017" (Rel. LNEC 452/2017, cf. Leitão e Antunes, 2017).
- Em 2018, na sequência da concretização de algumas ações de reabilitação entretanto efetivadas pela USAFE, o LNEC apresentou uma reapreciação de mais seis Sites para os quais considerou não haver recomendações adicionais (Rel. LNEC 424/2018, cf. Antunes e Leitão, 2018).
- Em 2019 foram efetuados os seguintes trabalhos:
 - Revisão dos restantes 10 Sites que o LNEC considerou necessitarem de caracterização adicional, com estudos realizados pelo LNEC, em colaboração com o Laboratório Regional de Engenharia Civil dos Açores (LREC). Em resultado dessa análise foram recomendadas novas ações de monitorização e de reabilitação (Rel. LNEC 145/2019, cf. Leitão, Mota e Antunes, 2019).
 - Apreciado o relatório promovido pela USAFE "Perform remedial action: installation of monitoring wells and groundwater monitoring at Sites 3001 and 5001. Lajes Field, Azores, Portugal. Annual groundwater monitoring report. August 2019" (Rel. LNEC 397/2019, cf. Leitão e Antunes, 2019a).
 - Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2019 (Rel. LNEC 452/2019, cf. Leitão e Antunes, 2019b).
- Em 2020 foram efetuados os seguintes estudos relacionados com a qualidade dos solos e das águas subterrâneas:

- Apreciado o relatório promovido pela USAFE "Medical Report - Substantial Impact to Human Health and Safety – Lajes Field Remediation Sites 3001 and 5001" (Rel. LNEC 201/2020, cf. Leitão e Antunes, 2020a)
- Parecer sobre os materiais a utilizar para a instalação de novas redes de abastecimento de água em zonas com solos potencialmente contaminados e análise de solos no traçado previsto para o sistema de abastecimento a Santa Rita (Rel. LNEC 280/2020, cf. Antunes, Real e Leitão, 2020).
- Nova prospeção geofísica e análise da qualidade dos solos na área a SE do Site 5001 (Rel. LNEC 308/2020, cf. Leitão, Mota e Antunes, 2020).
- Nivelamento geométrico de precisão dos pontos de monitorização da qualidade das águas subterrâneas (Rel. LNEC 360/2020, cf. Candeias e Fonseca, 2020).
- Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2020 (Rel. LNEC 467/2020, cf. Leitão e Antunes, 2020b).
- Estudo da Rede de Abastecimento de Água em Zonas com Solos Potencialmente Contaminados (Rel. LNEC 478/2020, cf. Loureiro, Mesquita, Rosa, Leitão e Antunes, 2020).
- Em 2021 foram efetuados os seguintes trabalhos:
 - Parecer sobre a eventual perigosidade de um antigo pipeline que atravessa o bairro de Santa Rita / Juncal e eventual necessidade da sua remoção (cf. Leitão, 2021).
 - Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2021 (Rel. LNEC 443/2021, cf. Leitão, Martins e Antunes, 2021).
- Em 2022 foram efetuados os seguintes relatórios:
 - Pareceres sobre sete projetos apresentados pela USAFE ao MDN:
 - MQNA 20-1002 Convert T-660 into Mortuary e MQNA 21-1002 Repair T-811 for Security Forces (cf. Leitão e Antunes, 2022a).
 - TSAX 20-1900 Decommission Inactive Fuel Pipeline; FA8903-21-R-0059 Demolish Fuel Storage Tanks, T-635 & T-164 and Product Recovery TANK, T-16261(8901); MQNA - Project AFCEC 1190683 - Grounds Fuels Concept Design Storage Tanks at Military Service Station; MQNA20-1003-Renovate FMO T-751; MQNA 18-1002 Efficiency - Convert T-621 into Substation and T-624 into Structures Shop (cf. Leitão e Antunes, 2022b).
 - Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2022 e dos projetos apresentados pela USAFE (Rel. LNEC 1/2023, cf. Leitão, Martins e Antunes, 2023).
- Em 2023 foram efetuados os seguintes relatórios:
 - Pareceres sobre oito projetos apresentados pela USAFE ao MDN:
 - P-281 HAAZ Request Renovate T-705, P-290-22-HAAZ Request to Convert T-169, P-291-22 Request to Convert T-827, P-294 Request to Renovate T-810 and Demolish T-815 (cf. Leitão, 2023a).

- 233-CT-MQNA 18-1017 Renovate T-618 with Yard for COMM, 234-CT-MQNA 18-1908 Renovate T-619 for COMM Storage e 235-MQNA 2021-00005 Enterprise Land Mobile Radio Resiliency (ELMR) (cf. Leitão, 2023b).
- Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2023 e dos projetos apresentados pela USAFE (o presente relatório).

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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

ANEXO II

Apresentação efetuada pelo LNEC na reunião de 2 de fevereiro de 2023

ESTUDOS COMPLEMENTARES NO ÂMBITO DOS PROCESSOS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADOS COM A UTILIZAÇÃO DA
BASE DAS LAJES PELOS EUA

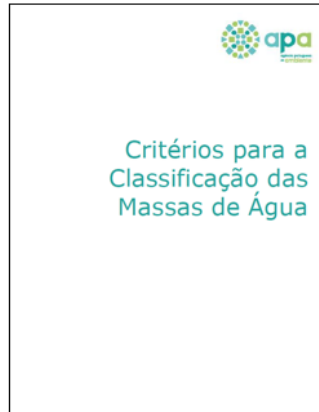
Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

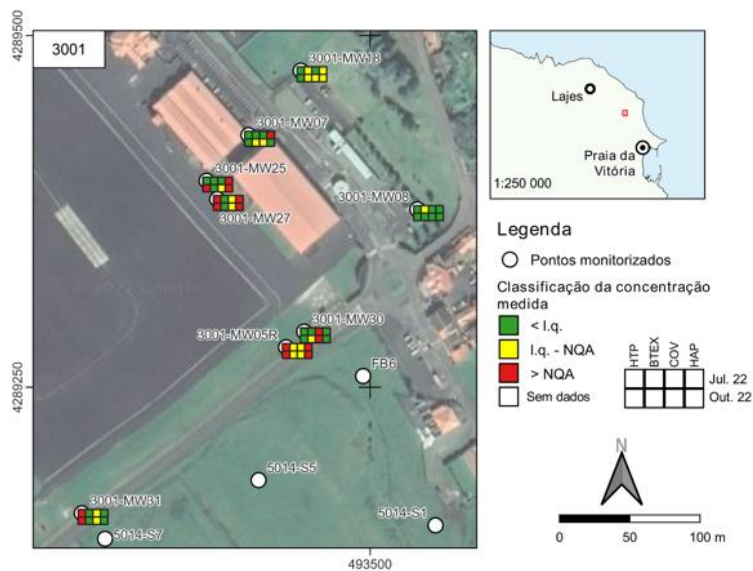
The Portuguese Water Authority, Environmental Protection Agency, APA has published new rules for groundwater standards (Limiares) in:

- https://www.apambiente.pt/sites/default/files/_Agua/DRH/ParticipacaoPublica/PGRH/2022-2027/3_Fase/PGRH_3_SistemasClassificacao.pdf

cf. page 115



Site 3001 – Main Gate



In 2022, groundwater from Site 3001 continues to show TPH, VOC and PAH values above the reference values. In addition, in piezometers 3001-MW04, 3001-MW20 and 3001-MW23, which were not sampled due to the presence of LNAPL, are expected to have significant concentrations of the different hydrocarbons mentioned.

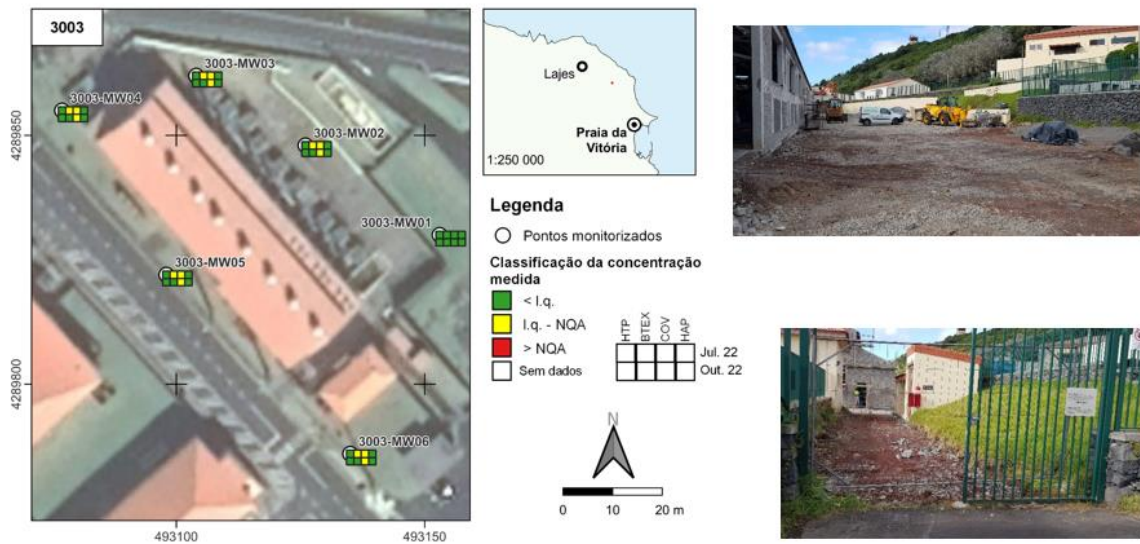
Site 3001 – Main Gate

Quadro 4.2 – Espessuras de LNAPL em três piezómetros do Site 3001

Ponto	Formação hidrogeológica	Espessura LNAPL (m)						
		Outubro 2019	Junho 2020	Outubro 2020	Junho 2021	Outubro 2021	Junho 2022	Outubro 2022
3001-MW04	Superficial	0,64 *	0,73*	1,94*	2,52*	5,14*	1,07*	1,10*
3001-MW20	Intermédia	0,47	0,45	0,42	0,45	0,52	0,33	0,81
3001-MW23	Superficial	0,08	0,16	0,29	0,16	0,19	0,68	0,27

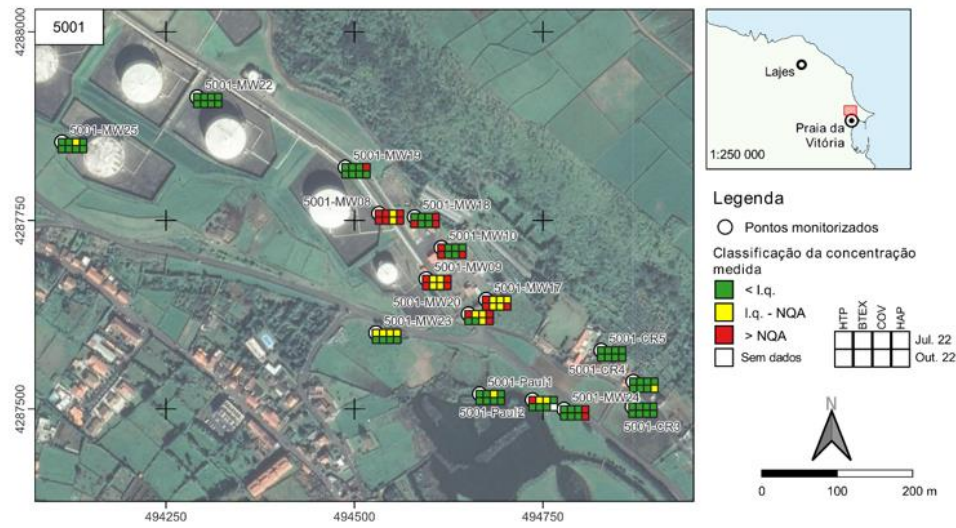


Site 3003 – Main Power Plant



In 2022, no hydrocarbons were found in groundwater above reference values.
The concentrations of TPH and PAH < l.q. (before 2022 there were some campaigns with TPH, BTEX, VOC and PAH above reference values)

Site 5001 – South Tank Farm

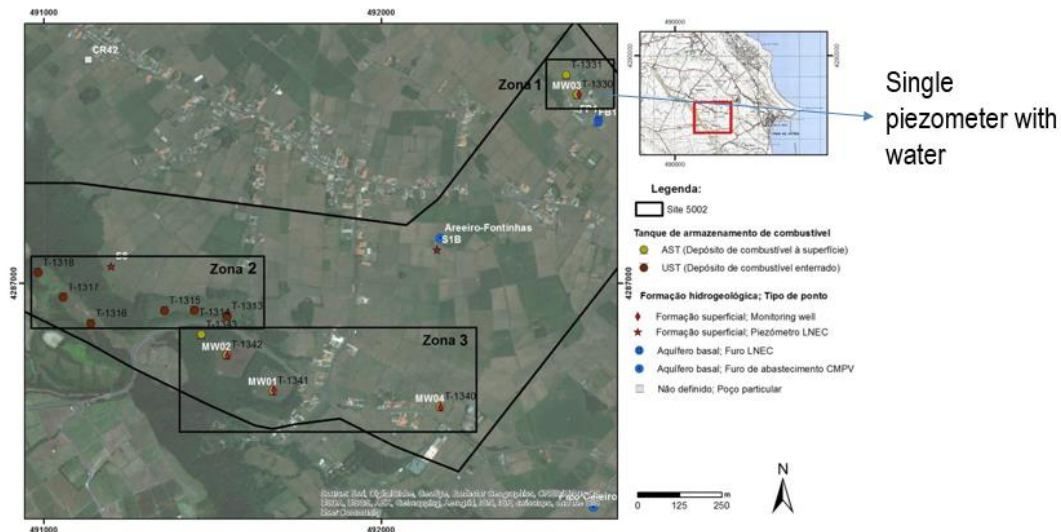


The results of the campaigns carried out in 2022 show that contamination within Site 5001 remains high, with consequences for downstream waters, including Paul da Praia water.

Ask which containers are programmed to be removed.



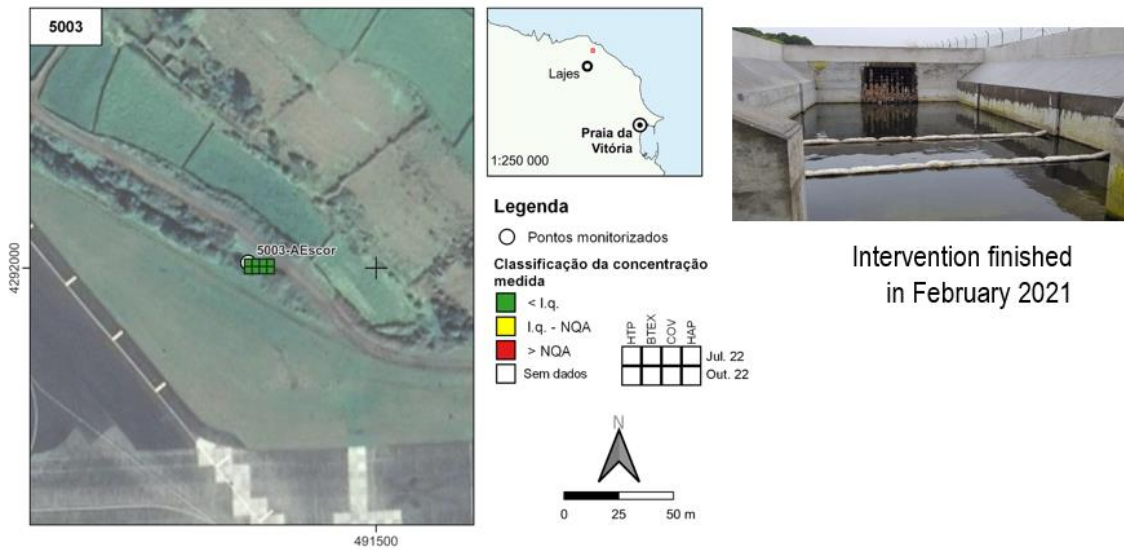
Site 5002 – Cinder Pit Fuel Tanks



In 2021 and 2022, in Zone 1, no hydrocarbons were found in the groundwater of the sampled piezometer (before 2022 there were some campaigns with HAP above reference values). Zone 3: no further actions needed; Zone 2: contaminated soils in 2018. I requires further action due to the presence of Areiro-Fontinhas (showing low concentrations of PAH in 2022)



Site 5003 – North Storm Sewer Drainage Outfall

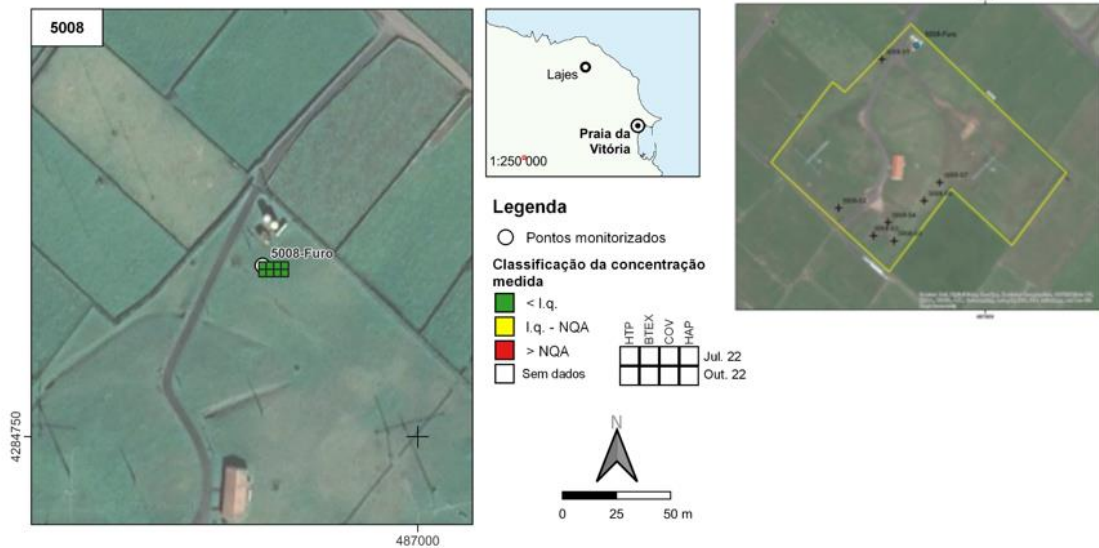


Intervention finished in February 2021

In 2022, there was no presence of any hydrocarbon above the quantification limits, similarly to what happened in 2021 (before 2022 there were some campaigns with TPH and PAH above reference values)

Monitoring will proceed until 1st semester 2024. If the situation stays similar-> no further action

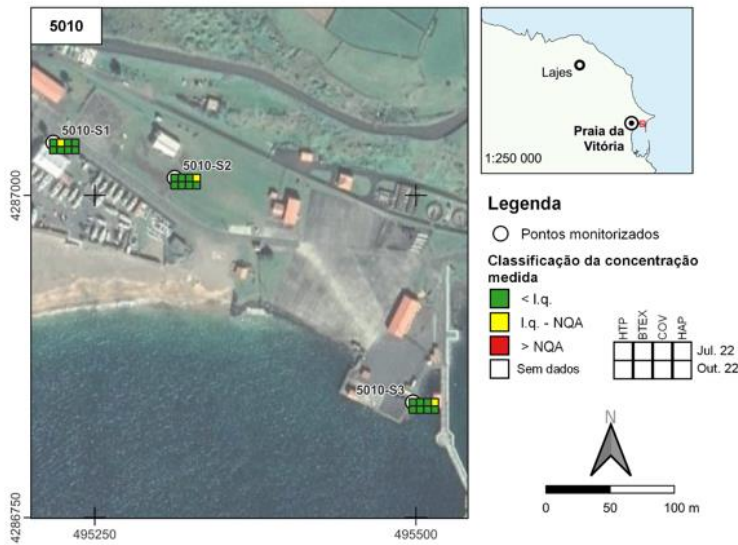
Site 5008 – Cinco Picos Globe



The results obtained in recent years show that only in the October 2019 campaign the presence of PAH were above APA thresholds.

Having in mind the small portion of contaminated soils (2018 values), they should be removed until 0.5 m

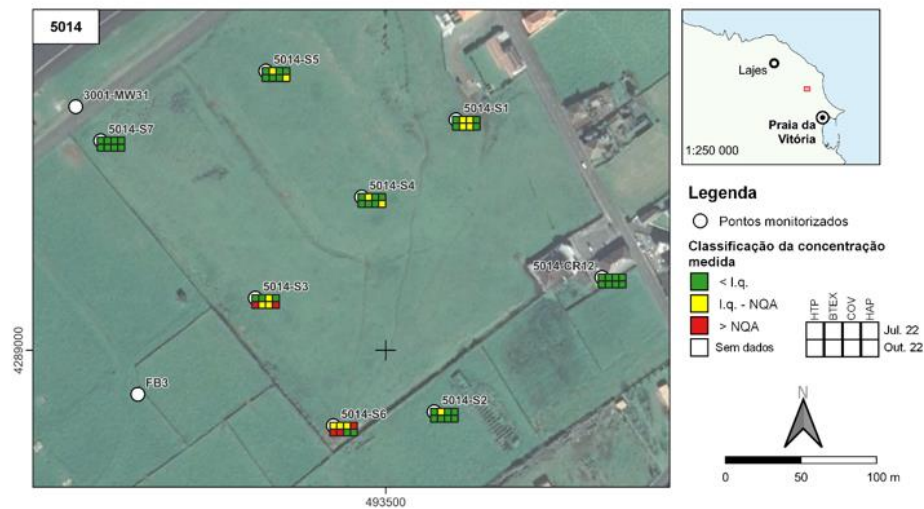
5010 – Medium Port Command



In 2022, no hydrocarbons were found in groundwater above the quality reference values (before 2022 there were some campaigns with BTEX and PAH above reference values).

Due to the fluctuations in the concentration of hydrocarbons between campaigns and because it is a sensitive area, the recommendation remains: remove contaminated surface soils and repave the area.

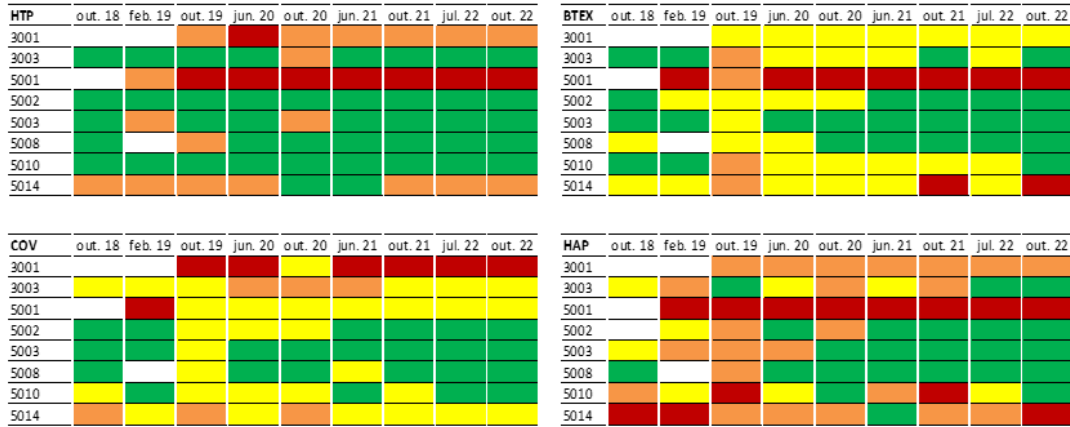
5014 – Former Running Track



In 2022, at Site 5014, the presence of contamination with values above the reference values was observed in several classes of hydrocarbons, as recorded in previous campaigns.

Pipeline inertization in 2023?

Summary of the results of chemical analyzes of groundwater between 2018 and 2022



Legenda:

- < Limite de quantificação (Lq.)
- < Limiar estabelecido pela APA ou outro valor de referência
- > Limiar estabelecido pela APA ou outro valor de referência
- Limite estabelecido em mais do que um valor de referência

- Meaning of the colors
- Sites 3001, 5001 and 5014
- BTEX low in 3001
- VOC low in 5001

ANEXO III

Apresentação efetuada pelo LNEC na reunião de 9 de novembro de 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 2023 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela
USAFE

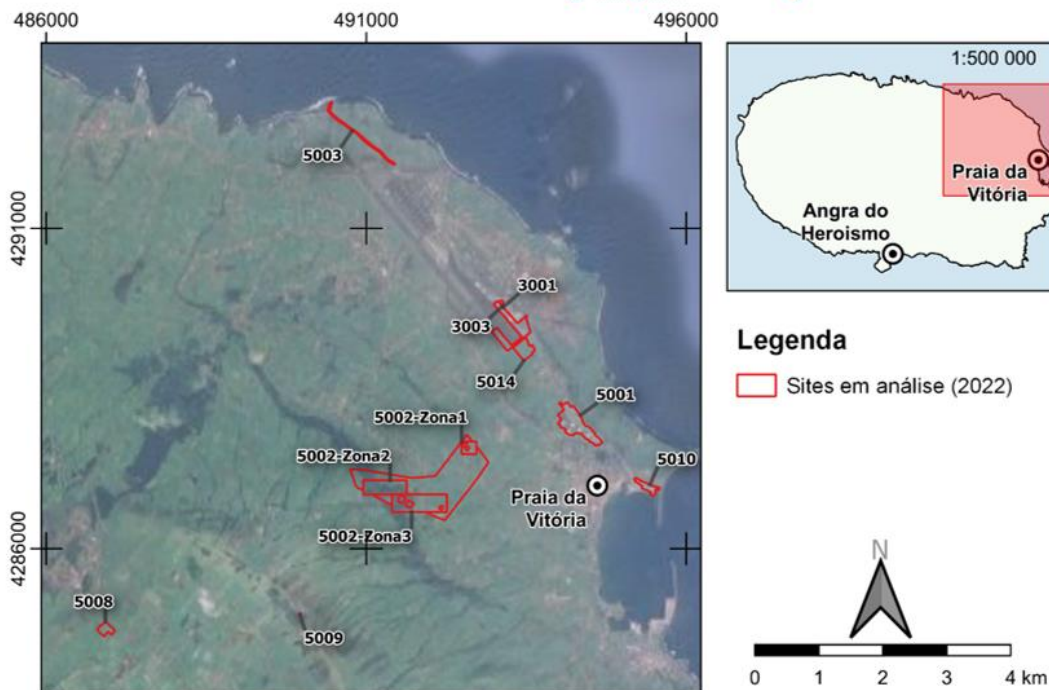


ENVIRONMENTAL SITUATION SURROUNDING LAJES MILITARY AIR BASE

PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES

70 TC
November 9th, 2023

Environmental situation surrounding Lajes Military Air Base



Environmental situation surrounding Lajes Military Air Base

	<ul style="list-style-type: none"> Sites 3001, 5001 and 5014 have very high levels of contamination. Monitoring and rehabilitation work is needed in all of them. Interventions planned are not enough to reverse the current situation.
	<ul style="list-style-type: none"> Sites 5002, 5008 and 5010 are sites where LNEC has suggested recommendations, but USAFE is not considering them. They are, therefore, at an impasse. To be further analyzed.
	<ul style="list-style-type: none"> Sites 3003, 5003 and 5009 have been subject to interventions in recent years. The evaluation of its effectiveness is being carried out through semestral monitoring, during two years after the intervention is completed. If the quality values are below the standards, no additional recommendations will be made.

Site 3001 – Main Gate



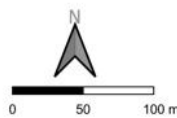
Legenda

○ Pontos monitorizados

Classificação da concentração medida

■	< I.q.	HTP	BTEX	COV	HAP
■	I.q. - NQA				
■	> NQA				
■	Sem dados				

Jul. 22 Oct. 22



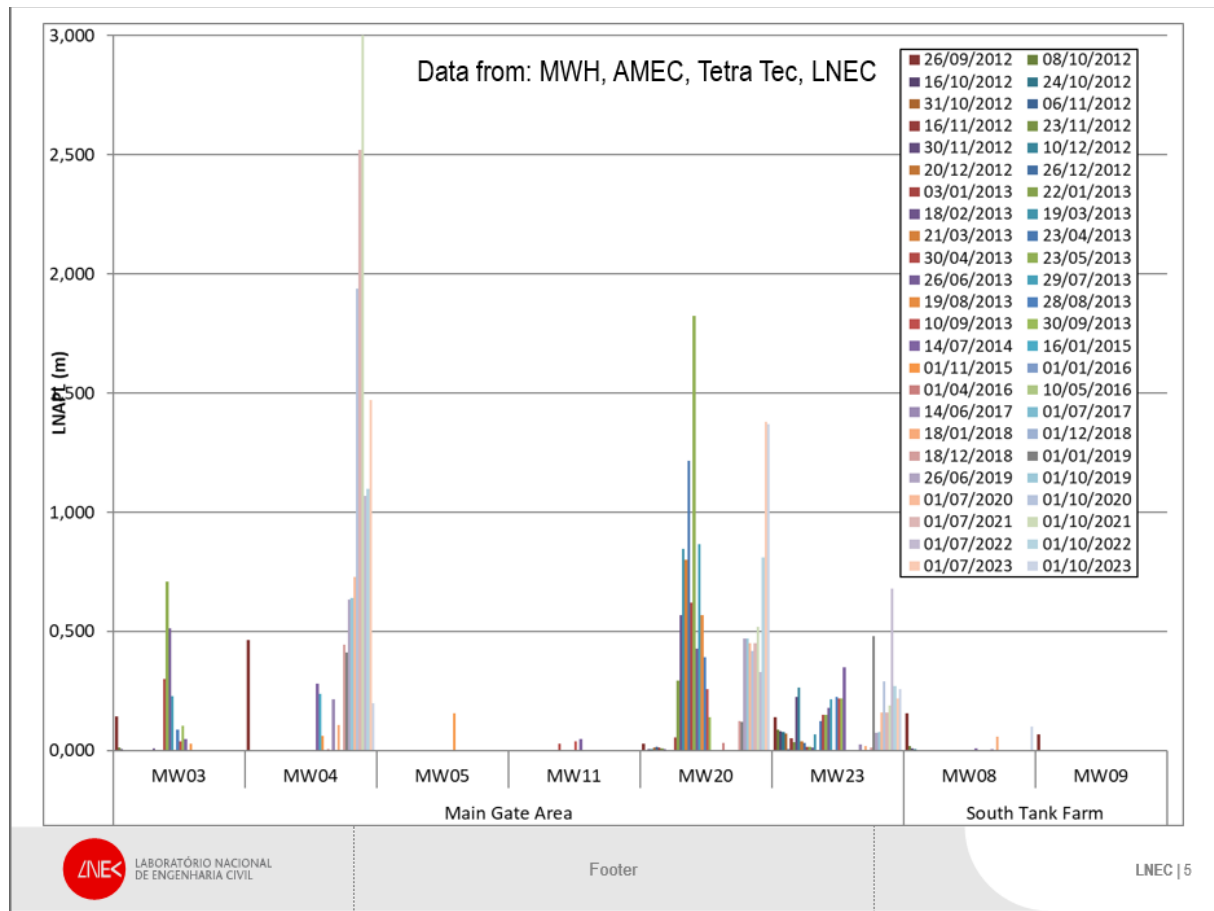
2023: groundwater with TPH, VOC and PAH > reference values

Presence of LNAPL:

- 3001-MW04 – 1.47 m & 0.2 m
- 3001-MW20 – 1.38 m & 1.37 m
- 3001-MW23 – 0.22 m & 0.26 m



Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
3001	Main Gate	Contaminated soil and LNAPL removal; new wells for monitoring and characterization - 2023 (?)	Ongoing intervention (?); maintain monitoring; evaluate effectiveness of measures

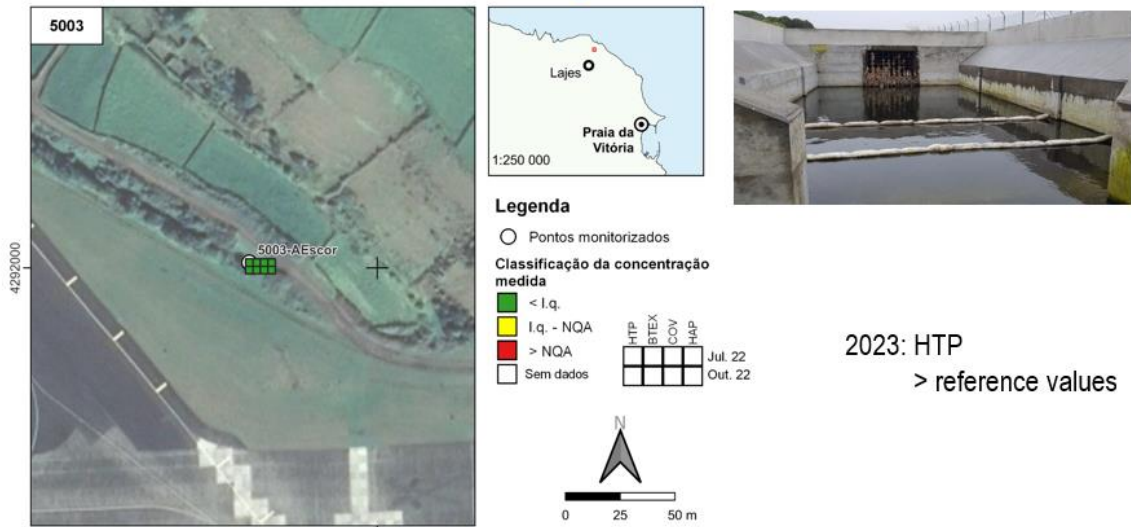


Site 3003 – Main Power Plant



Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
3003	Main Power Plant	Works that included ~ 30 cm soil removal - 2022/Nov23	Maintain monitoring until 1 st S/2025; evaluate the effectiveness of the measures; SRA if quality < standards

Site 5003 – North Storm Sewer Drainage Outfall

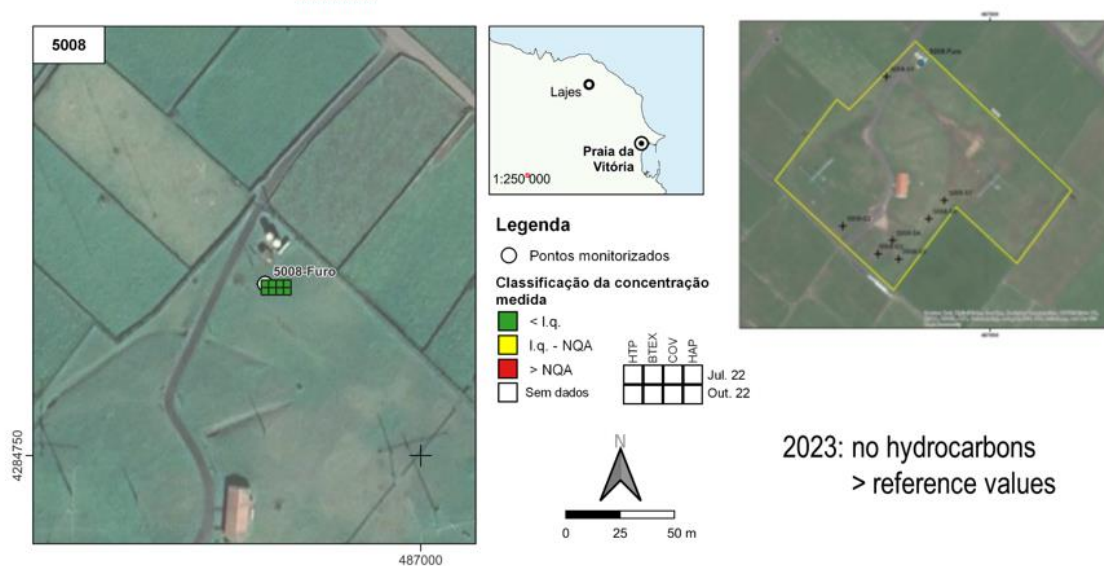


Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
5003	N Storm Sewer Drainage Outfall	Works that include soil removal - 2021/Feb22	Maintain monitoring until 1 st S/2024; evaluate the effectiveness of the measures; SRA if quality < standards



LNEC | 9

Site 5008 – Cinco Picos Globe

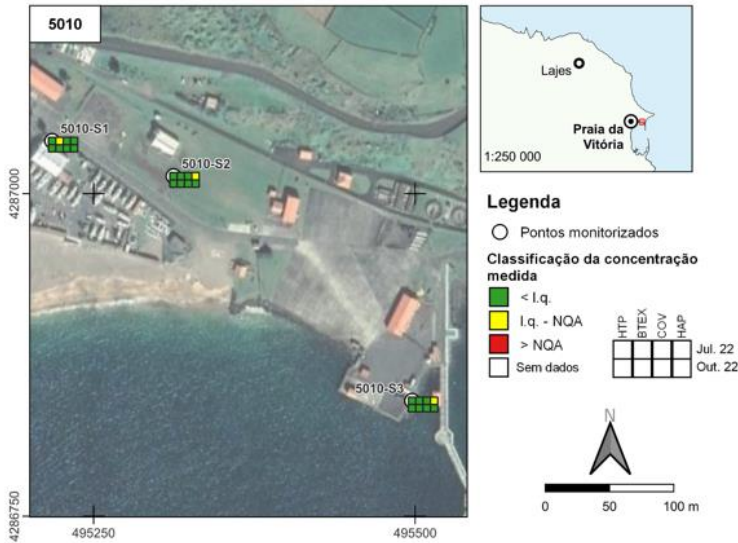


Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
5008	Cinco Picos Globe	-	Soil removal required; maintain monitoring



LNEC | 10

5010 – Medium Port Command



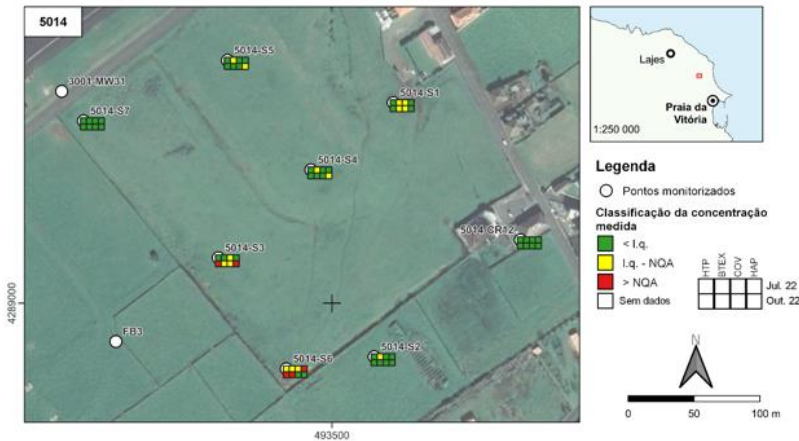
2023: no hydrocarbons
> reference values

Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
5010	Medium Port Command		Soil removal required; maintain monitoring; evaluate effectiveness of measures



LNEC | 11

5014 – Former Running Track



2023: groundwater with TPH, VOC and PAH > reference values



Site	Designation	Work carried out by USAFE - year	Current situation and recommendations
5014	Former Running Track	Pipeline work – 2023 (spill...)	More interventions needed?; maintain monitoring



LNEC | 12



www.lnec.pt

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