



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 2022 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 2022 e pareceres sobre projetos ou estudos
promovidos pela USAFE**

Ministério da Defesa Nacional

Lisboa • janeiro 2023

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 1/2023 – **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 2022 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 1/2023

Proc. 0605/1201/23217

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

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 2022, além de se ter dado continuidade aos trabalhos de monitorização e de amostragem de águas subterrâneas, de águas de escorrência e da água do Paul da Praia, em curso desde 2018 nos Sites em análise, foram igualmente apreciados os documentos sobre obras e projetos, em curso ou previstos, bem como o seu potencial impacte nos solos e águas subterrâneas da área de estudo.

Este relatório apresenta os resultados obtidos nos trabalhos de monitorização e amostragem em 2022, analisados no contexto dos resultados de campanhas anteriores. 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 2022 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 2022, in addition to continuing the monitoring and sampling of groundwater, runoff water and Paul da Praia water, underway since 2018 at the Sites under analysis, several documents on works and projects were also reviewed, both ongoing or planned, as well as their potential impact on soils and groundwater in the study area.

This report presents the results obtained from monitoring and sampling work in 2022, analysed in the context of the results of previous campaigns. 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 2022 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 classificaçŁo do estado quÍmico das Águas subterrĒneas e suas alteraçŁes	4
4	CaracterizaçŁo da evoluçŁo da situaçŁo nos Sites em aberto e nas Áreas envolventes	10
4.1	Site 3001: <i>Main Gate</i>	10
4.1.1	Contexto histÓrico	10
4.1.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	11
4.1.3	Plano de monitorizaçŁo	14
4.1.4	Espessuras de LNAPL	14
4.1.5	Resultados obtidos	15
4.1.6	ConclusŁes e recomendaçŁes	22
4.2	Site 3003: <i>Main Power Plant</i>	23
4.2.1	Contexto histÓrico	23
4.2.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	24
4.2.3	Plano de monitorizaçŁo	25
4.2.4	Resultados obtidos	26
4.2.5	ConclusŁes e recomendaçŁes	31
4.3	Site 5001: <i>South Tank Farm</i>	32
4.3.1	Contexto histÓrico	32
4.3.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	34
4.3.3	Plano de monitorizaçŁo	34
4.3.4	Resultados obtidos	35
4.3.5	ConclusŁes e recomendaçŁes	47
4.4	Site 5002: <i>Cinder Pit Fuel Tanks</i>	48
4.4.1	Contexto histÓrico	48
4.4.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	49
4.4.3	Plano de monitorizaçŁo	49
4.4.4	Resultados obtidos	50
4.4.5	ConclusŁes e recomendaçŁes	53
4.5	Site 5003: <i>North Storm Sewer Drainage Outfall</i>	54
4.5.1	Contexto histÓrico	54
4.5.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	55
4.5.3	Resultados obtidos	56
4.5.4	ConclusŁes e recomendaçŁes	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 2022	62
4.6.3	Plano de monitorizaçŁo	62
4.6.4	Resultados obtidos	62
4.6.5	ConclusŁes e recomendaçŁes	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 2022	66
4.8	Site 5010: <i>Medium Port Command</i>	67
4.8.1	Contexto histÓrico	67

4.8.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	68
4.8.3	Plano de monitorização	68
4.8.4	Resultados obtidos	68
4.8.5	Conclusões e recomendações	73
4.9	Site 5014: <i>Former Running Track</i>	75
4.9.1	Contexto histórico	75
4.9.2	Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022	76
4.9.3	Plano de monitorização	76
4.9.4	Resultados obtidos	77
4.9.5	Conclusões e recomendações	84
4.10	Furos no aquífero basal	85
4.10.1	Considerações gerais	85
4.10.2	Plano de monitorização	85
4.10.3	Resultados obtidos	86
4.10.4	Conclusões e recomendações	91
5	Outros pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela USAFE	92
5.1	Reparação e a adaptação do edifício T-811.....	92
5.2	Anteprojecto para a colocação de dois tanques de combustível subterrâneos e quatro tanques à superfície.....	92
6	Conclusões e recomendações.....	93
7	Referências bibliográficas	100
	ANEXOS.....	105
	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	107
	ANEXO II Apresentação efetuada na reunião de 4 de agosto de 2022 pelo LNEC	111
	ANEXO III Apresentação efetuada na reunião de 1 de setembro de 2022 pelo LNEC.....	117
	ANEXO IV Apresentação efetuada na reunião de 1 de setembro de 2022 pela USAFE.....	123

Índice de figuras

Figura 1.1 – Mapa dos Sites em análise pelo LNEC em 2022	2
Figura 4.1 – Mapa do Site 3001	10
Figura 4.2 – Isopiezas do aquífero basal com o Well 8 em extração (adaptado de USAFE, 2022).....	12
Figura 4.3 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 3001	19
Figura 4.4 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 3001	20
Figura 4.5 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 3001	21
Figura 4.6 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 3001	21
Figura 4.7 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3001 em 2022	22
Figura 4.8 – Mapa do Site 3003	23
Figura 4.9 – Obra em curso no Site 3003, onde se observa a remoção parcial dos solos (à esquerda: vista nascente do edifício T-624; à direita: vista nascente do edifício T-621).....	25
Figura 4.10 – Concentração em HTP nos piezómetros do Site 3003.....	29
Figura 4.11 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 3003	30
Figura 4.12 – Concentração em COV nos piezómetros do Site 3003	30
Figura 4.13 – Concentração em HAP nos piezómetros do Site 3003	31
Figura 4.14 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2022	32
Figura 4.15 – Mapa do Site 5001	33
Figura 4.16 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 5001	39
Figura 4.17 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5001	40
Figura 4.18 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 5001.....	40
Figura 4.19 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 5001	41
Figura 4.20 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001.....	42
Figura 4.21 – Concentração em BTEX e COV nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001.....	42
Figura 4.22 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001	43
Figura 4.23 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5001 e jusante em 2022	47
Figura 4.24 – Mapa do Site 5002	48
Figura 4.25 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5002 em 2022	54
Figura 4.26 – Mapa do Site 5003	55
Figura 4.27 – Bacia de retenção das águas de drenagem superficial da pista de aviação das Lajes ..	56
Figura 4.28 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2022	60
Figura 4.29 – Mapa do Site 5008	61
Figura 4.30 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2022	65
Figura 4.31 – Foto do Site 5009 em outubro de 2022	67
Figura 4.32 – Mapa do Site 5010	68
Figura 4.33 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5010	71
Figura 4.34 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5010	72
Figura 4.35 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5010	73
Figura 4.36 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2022	74
Figura 4.37 – Mapa do Site 5014	76
Figura 4.38 – Concentrações em HTP nas águas subterrâneas do Site 5014.....	81

Figura 4.39 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5014	82
Figura 4.40 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5014	82
Figura 4.41 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5014	83
Figura 4.42 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2022	84
Figura 4.43 – Mapa da localização dos furos do aquífero basal (FB)	85
Figura 4.44 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	89
Figura 4.45 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	90
Figura 4.46 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal	90
Figura 4.47 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2022	91

Índice de quadros

Quadro 3.1 – Valores de referência em águas subterrâneas para os parâmetros analisados	5
Quadro 3.2 – Comparação dos Limiares de qualidade estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021 ...	8
Quadro 4.1 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3001	14
Quadro 4.2 – Espessuras de LNAPL em três piezómetros do Site 3001	14
Quadro 4.3 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e furos do Site 3001 e outras áreas, julho de 2022	17
Quadro 4.4 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros e furos do Site 3001 e outras áreas, outubro de 2022	18
Quadro 4.5 – Principais características dos piezómetros amostrados no Site 3003	25
Quadro 4.6 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 3003, em 2022	27
Quadro 4.7 – Principais características dos pontos de água amostrados no Site 5001 e área envolvente	35
Quadro 4.8 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em julho de 2022	37
Quadro 4.9 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em outubro de 2022	38
Quadro 4.10 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Paul, a sul do Site 5001	45
Quadro 4.11 – Principais características do piezómetro do Site 5002	50
Quadro 4.12 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no Site 5002	51
Quadro 4.13 – Resultados das análises químicas de amostras de água de escorrência recolhidas no Site 5003	57
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	68
Quadro 4.16 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos piezómetros do Site 5010, em 2022	69
Quadro 4.17 – Principais características dos piezómetros e do poço do Site 5014	77
Quadro 4.18 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em julho de 2022	79
Quadro 4.19 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em outubro de 2022	80
Quadro 4.20 – Principais características dos furos do aquífero basal amostrados	86
Quadro 4.21 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nos furos do aquífero basal	87
Quadro 6.1 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas entre 2018 e 2022	94
Quadro 6.2 – Resumo das principais conclusões e recomendações relativamente aos locais analisados em 2022	97

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 do Coronel Raúl Afonso Paixão e do Sargento Paulo Silva, 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) - Composto Orgânico Volátil

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 2022 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 2022 foram realizados pareceres relativos aos seguintes sete projetos, apresentados pela USAFE ao MDN (cf. Leitão e Antunes, 2022a e 2022b):

- *MQNA 20-1002 Convert T-660 into Mortuary;*
- *MQNA 21-1002 Repair T-811 for Security Forces (cf.);*
- *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.*

Além deste trabalho foi efetuada a análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas, de águas de escorrência e da água do Paul da Praia, realizada em 2022, e que surge no seguimento dos trabalhos anteriores. A monitorização da qualidade das águas subterrâneas foi realizada em oito dos nove Sites que estavam “em aberto” (cf. Figura 1.1). Note-se que o Site 5009 (Cume da TACAN) não tem piezómetros pois o nível de águas subterrâneas é muito profundo e que, no relatório final de 2021 (cf. Leitão, Martins e Antunes, 2021), não se recomendaram ações adicionais no Site 5013 (*Military Highway Spill*):

- *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*

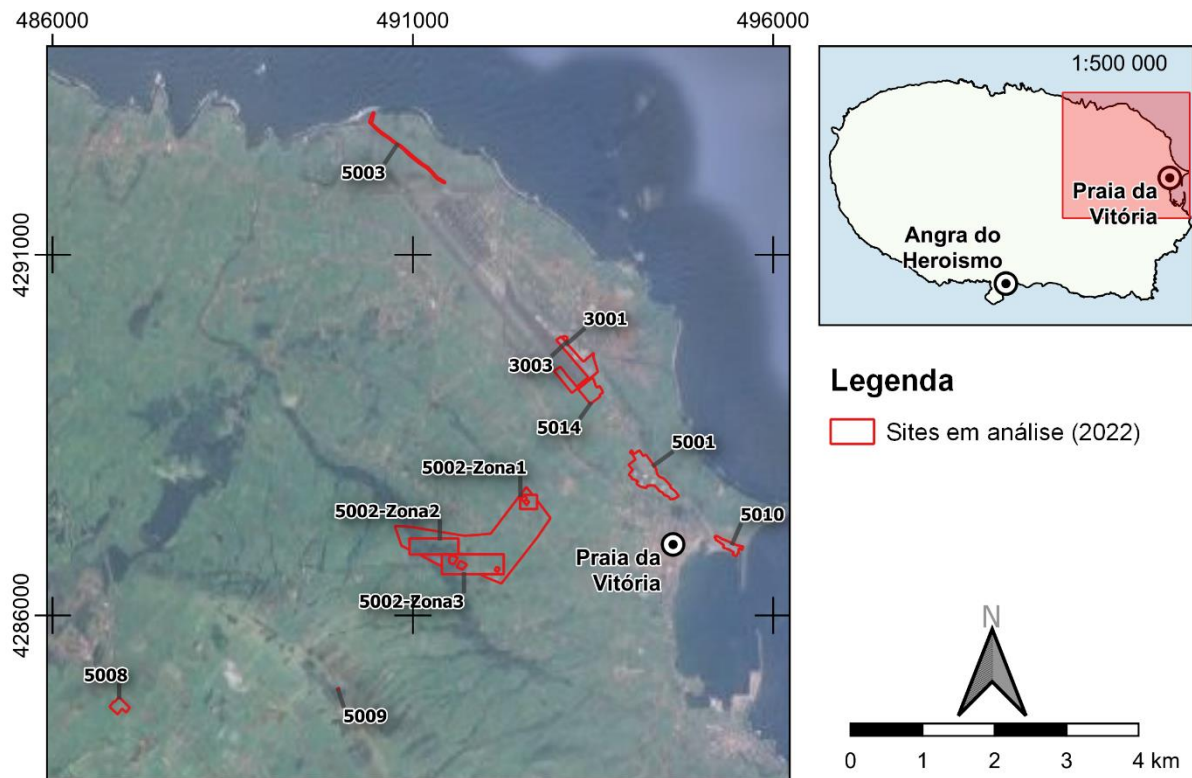


Figura 1.1 – Mapa dos Sites em análise pelo LNEC em 2022

Em 2022, o LNEC participou em três reuniões da Comissão Técnica, a 6 de maio, a 26 de agosto e a 4 de novembro.

As reuniões de peritos entre os USA e Portugal onde o LNEC participou foram cinco, realizadas por videoconferência a 7 de abril, 22 de abril, 4 de agosto, 1 de setembro e 13 de outubro. Nos Anexos II e III encontram-se as apresentações efetuadas pelo LNEC nas reuniões de 4 de agosto e de 1 de setembro. No Anexo IV está o *powerpoint* /relatório apresentado pela USAFE a 1 de setembro de 2022.

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

Em 2022 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 9 de julho e de 29 de outubro a 5 de novembro.

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.

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 etilbenzeno no duplicado e na amostra original não.

O branco de campo (i.e., amostra de água destilada colocada dentro dos frascos que são abertos durante o procedimento de amostragem) apresentou concentrações em hidrocarbonetos abaixo dos limites de quantificação. Contudo, atendendo a que os resultados de outras campanhas já apresentaram valores acima do limite de quantificação, o que traduz contaminação do ar no local de recolha, procura-se minimizar que a mesma afete as amostras de águas subterrâneas recolhidas através do procedimento de apenas abrir os frascos para amostragem no próprio ato de os encher.

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 HTP, BTEX, COV e 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).

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

No final de 2021, a APA introduziu alterações nos Limiares, com implicações na análise que é apresentada. Efetivamente, a Diretiva das Águas Subterrâneas estabelece que a lista dos Limiares deve ser revista a cada ciclo de planeamento, podendo ser introduzidas novas substâncias, serem retiradas, ou revistos os valores estabelecidos no ciclo anterior, devido a um melhor conhecimento sobre novas informações de contaminantes ou indicadores de contaminação, tendo em vista a proteção da saúde humana e do ambiente. Assim, no terceiro ciclo de planeamento, a APA procedeu à revisão dos Limiares anteriormente estabelecidos (APA, 2015) e à introdução de novas substâncias. No total foram estabelecidos Limiares para 54 substâncias.

No Quadro 3.1 destacam-se a vermelho os Limiares cujos valores foram alterados relativamente a 2015 e 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.
- L - Limiares (APA, 2021).
- VP - Valor Paramétrico, DL 152/2017 Qualidade da água destinada ao consumo humano.
- Canadá - *Standards in a Potable Groundwater Condition* (T2), ME (2011).
- Canadá - *Standards in a non-Potable Groundwater Condition* (T3) ME (2011).
- Holanda – *Intervention Value* (IV), VROM (2000).

No Quadro 3.2 apresentam-se os Limiares estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021.

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

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)*	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Temperatura	°C						
pH	Sorensen		≥ 5,5; ≤ 9	≥ 6,5; ≤ 9,5			
Condutividade elétrica	μS/cm (20°C)		2500	2500			
Índice de fenóis	mg/L				0,89	12	2
Carbonatos	mg/L						
Cloretos	mg/L		250	250	790	2300	
Bicarbonatos	mg/L						
Nitratos	mg/L	50		50			
Sulfatos	mg/L		250	250			
Alumínio - Al	mg/L		0,2	0,2			
Antimônio - Sb	mg/L		0,01	0,005			0,02
Arsénio - As	mg/L		0,01	0,01	0,025	1,9	0,06
Bário - Ba	mg/L		1,3		1	29	0,625
Berílio - Be	mg/L				0,004	0,067	0,015
Boro - B	mg/L		2,4	1	5	45	
Cádmio - Cd	mg/L		0,005	0,005	0,0027	0,0027	0,006
Cálcio - Ca	mg/L						
Chumbo - Pb	mg/L		0,01	0,01	0,01	0,025	0,075
Crómio - Cr	mg/L		0,05	0,05	0,05	0,81	0,03
Cobalto - Co	mg/L				0,0038	0,066	0,1
Cobre - Cu	mg/L		2	2	0,087	0,087	0,075
Ferro - Fe	mg/L		0,2	0,2			
Fluoreto - F	mg/L		1,5	1,5			
Fósforo - P	mg/L		0,13				
Lítio - Li	mg/L		1,65				
Magnésio - Mg	mg/L						
Manganês - Mn	mg/L		0,05	0,05			
Mercurio - Hg	μg/L		1	1	0,29	0,29	0,3
Molibdeno - Mo	mg/L				0,07	9,2	0,3
Níquel - Ni	mg/L		0,02	0,02	0,1	0,49	0,075
Potássio - K	mg/L						
Prata - Ag	mg/L				0,0015	0,0015	0,04
Selénio - Se	mg/L		0,03	0,01	0,01	0,063	0,16
Sódio - Na	mg/L			200	490	2300	
Tálio - Ta	mg/L				0,002	0,51	0,007
Vanádio - V	mg/L				0,0062	0,25	0,07
Zinco - Zn	mg/L		0,05		1,1	1,1	0,8
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo HTP (C10-C40)	mg/L		0,01		0,75	0,75	

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

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)*	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
BTEX:							
Benzeno	µg/L		1	1	5	44	30
Etilbenzeno	µg/L		4		2,4	2300	150
Meta-para xileno	µg/L		2,4		300	4200	70
Orto-xileno	µg/L				300	4200	70
Tolueno	µg/L		7		24	18000	1000
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados:							
1.1.1.2-Tetracloroetano	µg/L				1,1	3,3	
1.1.1-Tricloroetano	µg/L				200	640	300
1.1.2.2-Tetracloroetano	µg/L				1	3,2	
1.1.2-Tricloroetano	µg/L				4,7	4,7	130
1.1-Dicloroetano	µg/L				5	320	900
1.1-Dicloroetano	µg/L				1,6	1,6	10
1.1-Dicloropropileno	µg/L						
1.2.3-Triclorobenzeno	µg/L						
1.2.3-Tricloropropano	µg/L						
1.2.4-Triclorobenzeno	µg/L				70	180	
1.2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L						
1.2-Dibromoetano (EDB)	µg/L						
1.2-Diclorobenzeno	µg/L				3	4600	
1.2-Dicloroetano	µg/L		3	3	1,6	1,6	400
1.2-Dicloropropano	µg/L				5	16	
1.3.5-Triclorobenzeno	µg/L						
1.3-Diclorobenzeno	µg/L				59	9600	
1.3-Dicloropropano	µg/L						
1.4-Diclorobenzeno	µg/L				1	8	
2.2-Dicloropropano	µg/L						
2-Clorotolueno	µg/L						
4-Clorotolueno	µg/L						
Bromobenzeno	µg/L						
Bromoclorometano	µg/L						
Bromodiclorometano	µg/L				16	85000	
Bromofórmio	µg/L				25	380	
Bromometano	µg/L				0,89	5,6	
cis-1.2-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	

Parâmetro	Unidade	Normativo					
		NQ	L (2021)*	VP	Canadá T2	Canadá T3	Holanda IV
Diclorometano	µg/L		20				1000
Hexaclorobutadieno	µg/L				0,44	0,44	
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L		10	10	1,6	1,6	40
Tricloroetileno (TCE)	µg/L		10	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						
n-Propilbenzeno	µg/L						
p-Isopropiltolueno	µg/L						
sec-Butilbenzeno	µg/L						
Estireno	µg/L				5,4	1300	300
tert-Butil álcool	µg/L						
tert-Butilbenzeno	µg/L						
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)							
Acenafteno	µg/L		0,06		4,1	600	
Acenaftileno	µg/L		1,3		1	1,8	
Antraceno	µg/L		0,0007		2,4	2,4	5
Benzo(a)antraceno	µg/L		0,0001		1	4,7	0,5
Benzo(a)pireno	µg/L		0,01	0,01	0,01	0,81	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L				0,1	0,75	0,05
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L		0,1		0,2	0,2	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L				0,1	0,4	
Indeno(1.2.3.cd)pireno	µg/L				0,2	0,2	0,05
Criseno	µg/L		0,003		0,1	1	0,2
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L		0,0014		0,2	0,52	
Fenantreno	µg/L		0,003		1	580	5
Fluoranteno	µg/L		0,003		0,41	130	1
Fluoreno	µg/L		1,5		120	400	
Naftaleno	µg/L		10		11	1400	70
Pireno	µg/L		0,0023		4,1	68	
Soma de 4 HAP [Benzo(b)fluoranteno + Benzo(g,h,i)perileno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1.2.3.cd)pireno]	µg/L		0,1				

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

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

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

Canadá T2 - *Standards in a Potable Groundwater Condition*; Canadá T3 - *Standards in a Non-Potable Ground Water Condition*

Holanda, *Intervention value*

Observam-se alterações assinaláveis entre os Limiares estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021 (cf. Quadro 3.2), com valores mais e menos restritivos, facto que tem impacte na interpretação que vem sendo feita em relação ao estado de qualidade da água, e.g. 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. Também para o caso do acenaftileno, o valor aceite em 2021 é 100 vezes superior ao aceite em 2015, sendo inversamente também muitos os exemplos em que os valores são mais restritivos (e.g. antraceno, fluoranteno, cf. Quadro 3.2). Finalmente, salienta-se que, para a maioria dos HAP, os valores de referência portugueses continuam a ser bastante mais restritivos que as demais legislações internacionais.

Quadro 3.2 – Comparação dos Limiares de qualidade estabelecidos pela APA em 2015 e em 2021

Parâmetro	Unidade	L	
		(2015)	(2021)
Alumínio - Al	mg/L	-	0,2
Antimónio - Sb	mg/L	-	0,01
Bário - Ba	mg/L	-	1,3
Boro - B	mg/L	-	2,4
Crómio - Cr	mg/L	-	0,05
Cobre - Cu	mg/L	-	2
Ferro - Fe	mg/L	-	0,2
Fluoretos - F	mg/L	-	1,5
Fósforo - P	mg/L	-	0,13
Lítio - Li	mg/L	-	1,65
Manganês - Mn	mg/L	-	0,05
Níquel - Ni	mg/L	-	0,02
Nitritos	mg/L	-	0,5
Selénio - Se	mg/L	-	0,03
Zinco - Zn	mg/L	-	0,05
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo HTP (C10-C40)	mg/L	-	0,01
BTEX:			
Etilbenzeno	µg/L	1,3	4
Meta-para xileno	µg/L	1,3	2,4
Orto-xileno	µg/L	1,3	
Tolueno	µg/L	1,3	7
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados:			
1,2-Dicloroetano	µg/L	-	3
Cloreto de vinilo	µg/L	-	0,5
Clorofórmio	µg/L	-	6
Diclorometano	µg/L	-	20
Tetracloroetileno (PCE)	µg/L	0,65	10
Tricloroetileno (TCE)	µg/L	0,65	
Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados:			
Metil tert-Butil Éter	µg/L	0,65	-
Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (HAP)			

Parâmetro	Unidade	L (2015)	L (2021)
Acenafteno	µg/L	0,0065	0,06
Acenaftileno	µg/L	0,013	1,3
Antraceno	µg/L	0,1	0,0007
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,0065	0,0001
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,1	
Benzo(g,h,i)perileno	µg/L	0,1	0,1
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,1	
Indeno(1.2.3.cd)pireno	µg/L	0,1	
Criseno	µg/L	0,0065	0,003
Dibenz(a,h)antraceno	µg/L	0,0065	0,0014
Fenantreno	µg/L	0,0065	0,003
Fluoranteno	µg/L	0,1	0,003
Fluoreno	µg/L	0,0065	1,5
Naftaleno	µg/L	2,4	10
Pireno	µg/L	0,003	0,0023
Soma de 4 HAP [Benzo(b)fluoranteno + Benzo(g,h,i)perileno + Benzo(k)fluoranteno + Indeno(1.2.3.cd)pireno]	µg/L	-	0,1

" - " Sem valor definido

L (2015) - Limiar definido APA (2015)

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

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).

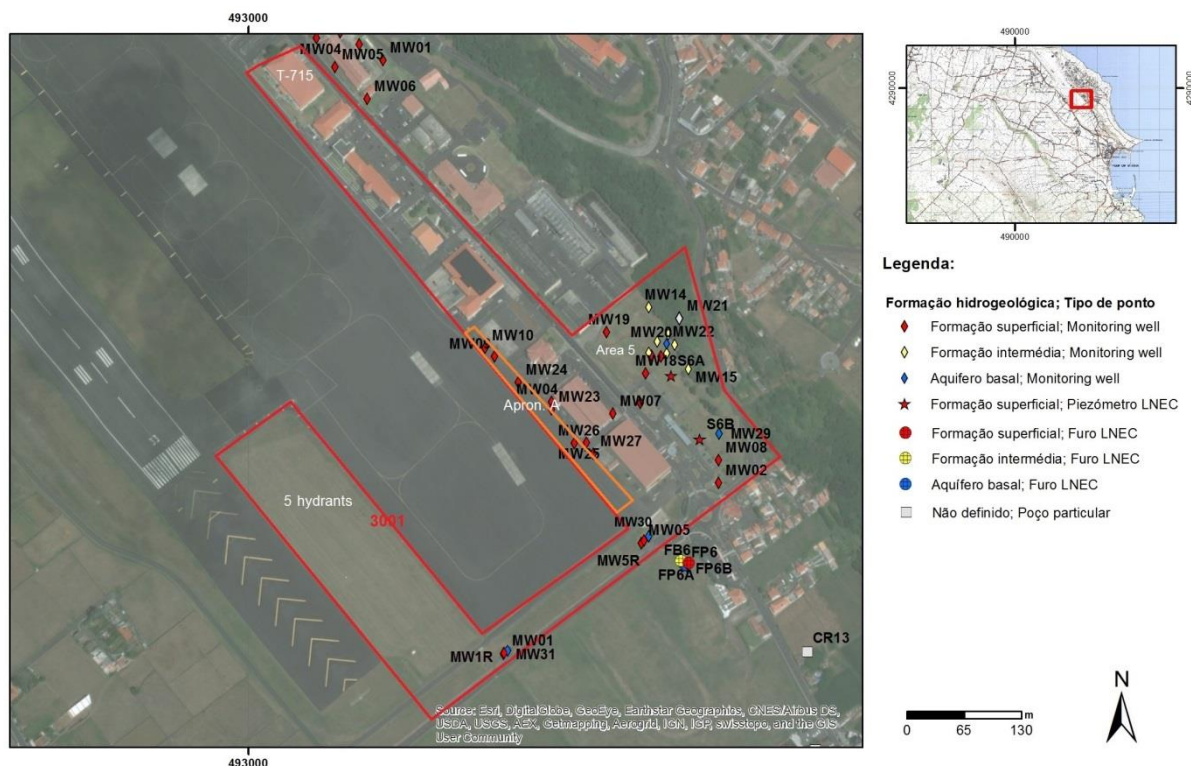


Figura 4.1 – Mapa do Site 3001

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 nos últimos anos), 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 breve (cf. secção 4.1.2.1).

4.1.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

4.1.2.1 *Estudo sobre o sentido do escoamento das águas subterrâneas no aquífero basal na área envolvente do Site 3001 e trabalhos de reabilitação*

Entre o verão de 2021 e a primavera de 2022, a USAFE desenvolveu um estudo cujo principal objetivo foi melhorar a compreensão do sentido do escoamento das águas subterrâneas no aquífero basal na área envolvente do Site 3001 (visando verificar se os focos de contaminação estão a montante ou jusante dos alvos a proteger, como furos de captação) e, assim, avaliar se a Determinação de Nenhum Impacto Substancial para a Saúde e Segurança Humanas (*no Substantial Impact to Human Health and Safety*, SIHHS) era válida.

Este estudo reveste-se da maior importância já que, em maio de 2020, a USAFE (USAFE, 2020) apresentou a determinação de não SIHHS, tendo como principal implicação não serem financiáveis quaisquer novas ações de monitorização ou de reabilitação do Site 3001. No parecer apresentado à data pelo LNEC sobre aquela determinação (Leitão e Antunes, 2020a), discordou-se dos pressupostos que conduziram àquela decisão já que se entendeu que "o escoamento das águas subterrâneas na zona do Site 3001 se faz para leste até à falha de Santiago, após o que é defletido para sul e para norte, de acordo com o modelo apresentado em Lobo-Ferreira *et al.* (2010), pelo que a contaminação nesta zona poderia ter repercussões na zona de captação de águas no Juncal", a sul, bem como para norte, já que o escoamento subterrâneo diverge junto à Porta de Armas. Apresentaram-se quatro razões principais que fundamentavam a necessidade de dar continuidade à reabilitação dos Sites em aberto e nove recomendações, a primeira das quais relativa à determinação da direção do escoamento das águas subterrâneas que é agora apresentada.

No Anexo IV encontra-se o relatório/*powerpoint* apresentado pela USAFE com os resultados de um estudo, que se considera exaustivo e bem fundamentado, apresentado na reunião mensal de peritos do dia 1 de setembro.

O trabalho consistiu na análise da superfície piezométrica e do sentido de escoamento subterrâneo, sendo também analisada a influência da maré e da recarga natural, bem como a variação da condutividade elétrica ao longo do perfil de alguns furos. Para a obtenção de dados foram colocadas sondas de medição de nível piezométrico e, em alguns casos, de condutividade elétrica (*transducers*) em diversos furos, tendo a informação sido recuperada para três furos de abastecimento do aquífero basal, quatro furos do Site 3001 e dois furos na formação hidrogeológica intermédia no Site 3001 parcialmente apresentados na Figura 4.2.

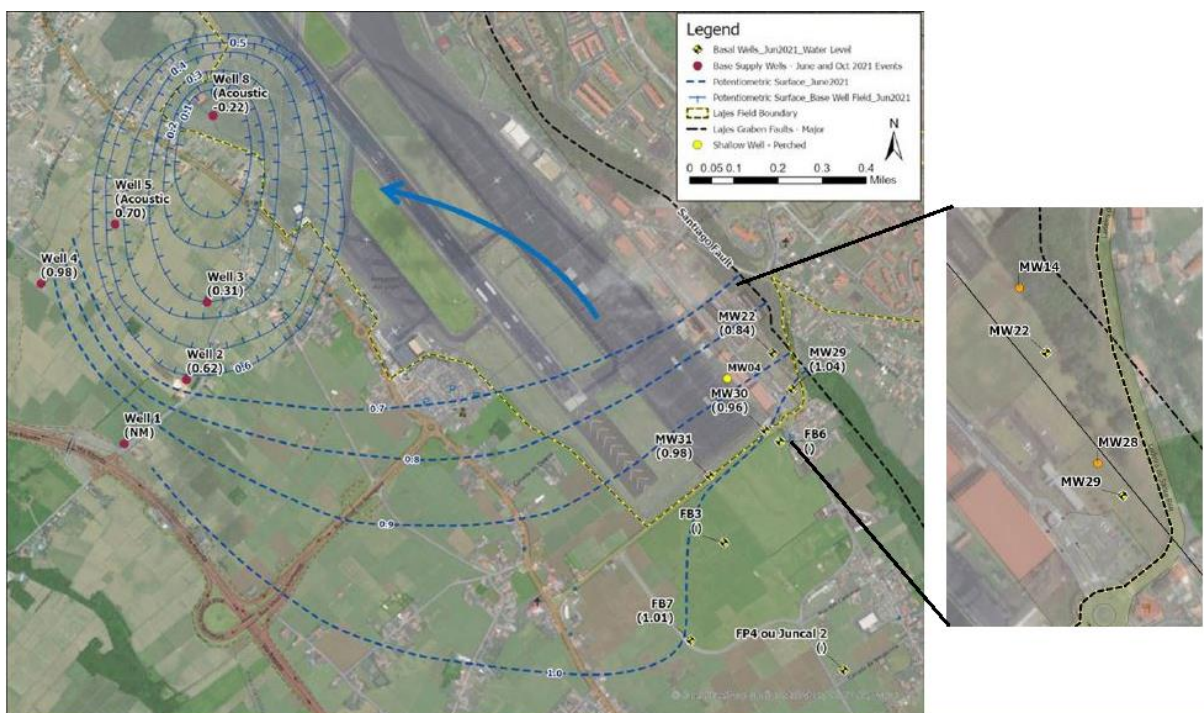


Figura 4.2 – Isopiezas do aquífero basal com o Well 8 em extração (adaptado de USAFE, 2022)

As principais conclusões a reter do estudo são as seguintes:

- O escoamento das águas subterrâneas no Site 3001 tem sentido predominantemente para noroeste (entre a Porta de Armas e os furos de captação dos USA).
- O gradiente hidráulico é mais acentuado junto aos furos de captação (*well*) da USAFE, onde há um cone de depressão da piezometria, e mais suave ou mesmo nulo na zona leste do Site 3001 (junto à Porta de Armas), local onde deverá haver uma divergência do sentido do escoamento das águas subterrâneas.
- A superfície potenciométrica sugere a migração de águas subterrâneas através da falha de Santiago ou escoamento da própria falha.

- A variação do nível da água subterrânea nos piezómetros das formações hidrogeológicas suspensas junto à falha de Santiago sugerem uma resposta direta a eventos de precipitação no 3001-MW14, mais próximo da falha, enquanto outro mais afastado sugere confinamento parcial (3001-MW28). O primeiro também poderá estar mais ligado a uma zona superficial de solos mais soltos.
- A variação do nível da água subterrânea nos piezómetros do aquífero basal mostra resposta equivalente a episódios de precipitação, com o piezómetro 3001-MW22 a apresentar menor subida no nível piezométrico (é sugerida a explicação de ser uma área mais transmissiva ou de menor recarga por estar numa zona mais elevada do *horst*).
- O perfil vertical da condutividade elétrica do piezómetro no aquífero basal 3001-MW22 (onde os ralos de entrada de água subterrânea deverão intercetar a falha) e os gradientes hidráulicos entre este piezómetro, o 3001-MW29 e 3001-MW30 sugerem haver ligação das águas subterrâneas entre níveis aquíferos na zona da falha e recarga de água de precipitação diretamente na falha.

O LNEC concorda com os resultados deste estudo, com uma exceção: "a falha de Santiago não é uma barreira ao escoamento". Considera-se que sim, que a falha de Santiago é uma barreira natural ao escoamento subterrâneo do aquífero basal em direção ao mar, apesar de não se observar a elevação dos níveis piezométricos dos furos a montante após eventos de precipitação (explicação dada pela USAFE). Em nosso entender, a razão que explica que o piezómetro 3001-MW22 apresente menos resposta aos eventos de precipitação é o facto de a caixa da falha onde se localiza apresentar formações muito fraturadas, por isso com maior transmissividade, não permitindo a subida dos níveis piezométricos da mesma forma que os demais furos do aquífero basal e favorecendo a circulação de água subterrânea para SE ao longo da falha vindo a formar o Paul da Praia.

A principal conclusão do estudo, com a qual se concorda, refere que os dados suportam a revogação da Determinação de Nenhum Impacto Substancial à Saúde e Segurança Humana para o Site 3001 e a retomada das atividades de monitorização e reabilitação.

Com base nas conclusões obtidas, prevê-se a perfuração de três piezómetros adicionais para auxiliar na monitorização da área, para esclarecimento de algumas das divergências atrás mencionadas.

Também será realizado um levantamento do estado de todos os piezómetros de águas subterrâneas existentes, até setembro de 2023, quando se espera um relatório sobre os resultados. O objetivo da pesquisa é avaliar os piezómetros envelhecidos ou a funcionar como *by-pass* entre formações hidrogeológicas distintas e iniciar reparos ou fecho, se necessário. O trabalho de campo para este contrato está previsto começar em dezembro de 2022.

Atendendo à presença de focos de contaminação identificados no Site 3001, relacionados com um antigo pipeline situado nas proximidades do piezómetro 3001-MW04, foi adjudicado um contrato para a remoção de LNAPL nesse local e a remoção de até 300 metros cúbicos de solo potencialmente contaminado, caso seja encontrado produto derramado.

4.1.2.2 Projeto para a renovação interior e exterior do edifício T-751

O projeto submetido é relativo à renovação interior e exterior do edifício T-751 (cf. MQNA20-1003-Renovate FMO, T-751).

Este edifício localiza-se no Site 3001, junto a uma área contaminada por hidrocarbonetos. Não se antevê que as obras previstas tenham impactes na qualidade de solos e águas subterrâneas, desde que sejam cumpridas as recomendações ambientais previstas, designadamente em relação à análise e destino de eventuais contaminantes nos solos removidos, devendo também ser tida em consideração a legislação portuguesa sobre gestão de Resíduos de Construção e Demolição, bem como a eventual presença de contaminantes orgânicos voláteis com perigo de explosão durante a obra.

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 em análise.

4.1.4 Espessuras de LNAPL

O Quadro 4.2 apresenta as espessuras de LNAPL observadas nas últimas sete campanhas.

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

* Piezómetro considerado não representativo, face aos atuais conhecimentos.

As variações da espessura de LNAPL verificadas nos piezómetros 3001-MW04 e 3001-MW23 foram atribuídas, pela USAFE, a uma potencial fuga de um antigo pipeline desativado após um sismo registado, que poderá também ter danificado os piezómetros. Também se presumiu que o piezómetro 3001-MW04 pudesse ter os ralos de entrada de água colmatados. Estas questões conduziram ao início dos trabalhos referidos nos últimos parágrafos da secção 4.1.2.1, necessários para reabilitar o local e para esclarecer as variações encontradas.

4.1.5 Resultados obtidos

O Quadro 4.3 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 2022 e o Quadro 4.4 apresenta os resultados relativos a outubro de 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2022 foram encontrados diversos hidrocarbonetos (HTP, COV e HAP) com concentrações acima dos valores de referência, à semelhança do verificado nas campanhas anteriores.

A presença de HTP acima do Limiar é verificada, nas amostras de águas subterrâneas de 2022, em três piezómetros da formação hidrogeológica superficial do Site 3001 (3001-MW05R, 3001-MW25, em julho, e 3001-MW27) e no furo 3001-MW31 do aquífero basal (cf. Quadro 4.3, Quadro 4.4 e Figura 4.3). Atendendo ao novo Limiar estabelecido (10 µg/L), todas as amostras ultrapassam esse Limiar já que esse valor corresponde ao próprio limite de quantificação. Conforme referido em relatórios anteriores, estes piezómetros e furos localizam-se em áreas onde passavam antigos *pipelines* e junto a depósitos de combustível (*Apron. A*).

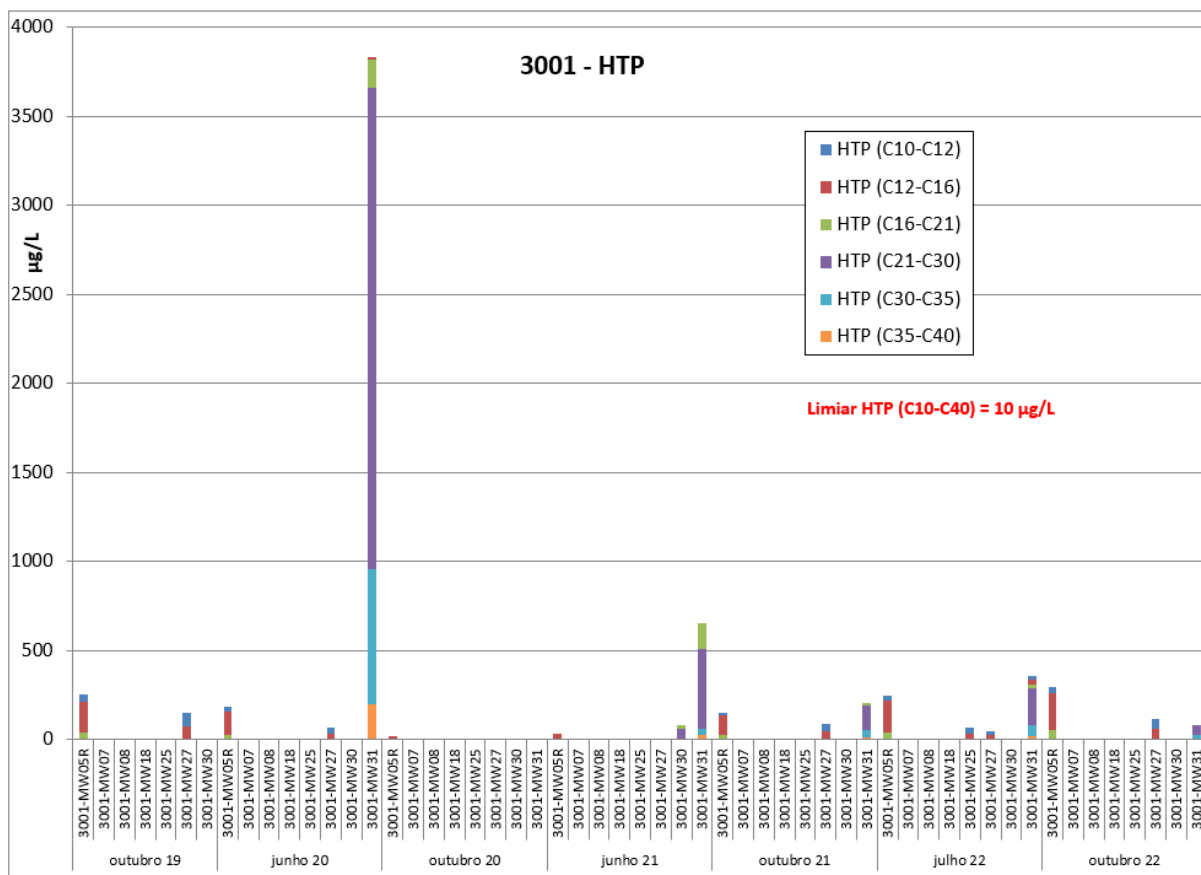


Figura 4.3 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 3001

Em relação aos BTEX, as concentrações encontradas em 2022 são inferiores aos valores de referência, tal como verificado em todas as campanhas anteriores (Quadro 4.3, Quadro 4.4 e Figura 4.4). Acresce que há vários piezómetros onde não foram encontrados BTEX em nenhuma das campanhas de 2022, facto que é inédito e que mostra uma aparente diminuição da contaminação nestes compostos, a confirmar em campanhas posteriores.

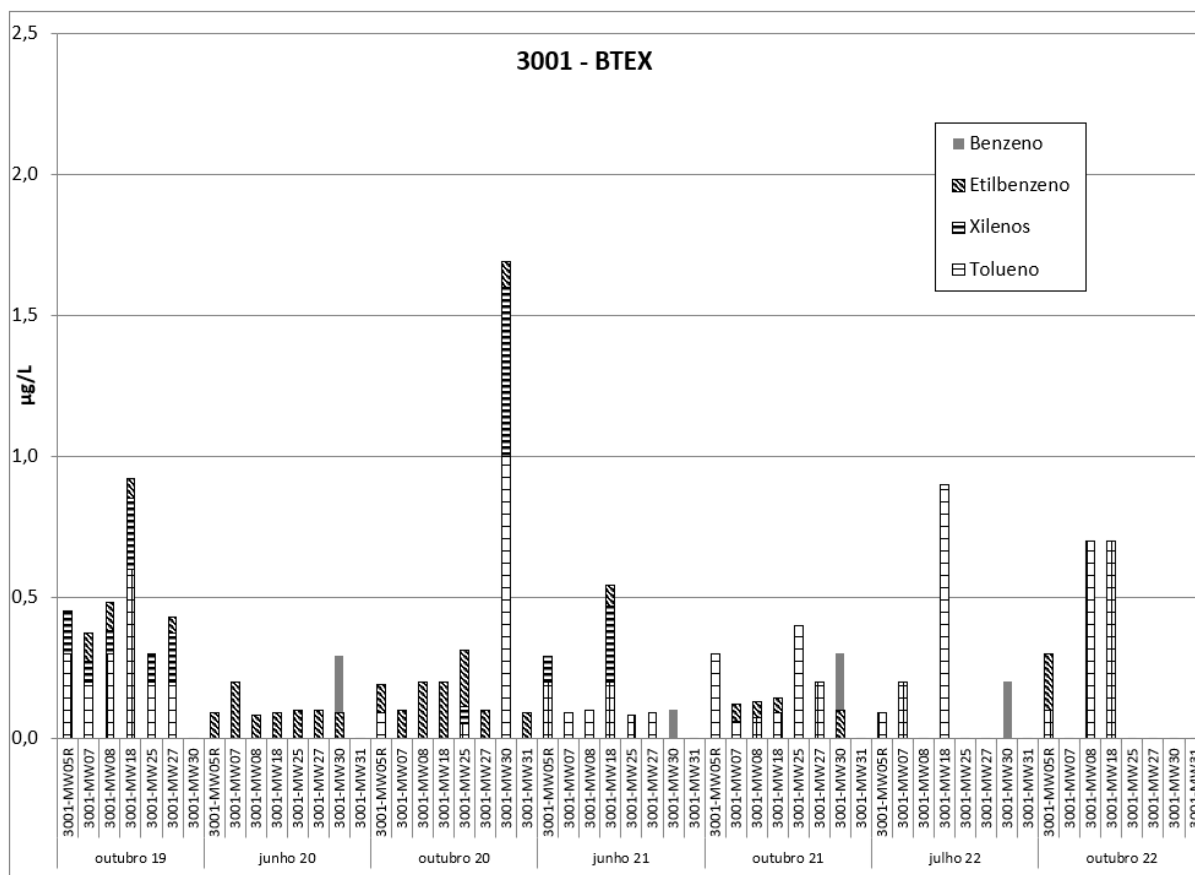


Figura 4.4 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 3001

A presença de vários COV acima dos valores de referência das águas subterrâneas continua apenas a ser verificada no furo 3001-MW30 (cf. Quadro 4.3, Quadro 4.4 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 em 2021 e 2022 o aparecimento dos mesmos COV registados em campanhas anteriores, voltando em julho de 2022 a registar-se quatro COV acima dos valores de referência. O registo de TCE no FB6 pode ter origem neste furo (cf. Figura 4.45).

Em 2022 há diversos HAP que surgem em concentrações acima dos Limiares estabelecidos pela APA (Quadro 3.1), embora sem ultrapassar as normas do Canadá. É natural que o mesmo se passe nos piezómetros não amostrados por conterem LNAPL, onde as concentrações nas águas subterrâneas poderão estar acima dos valores de referência.

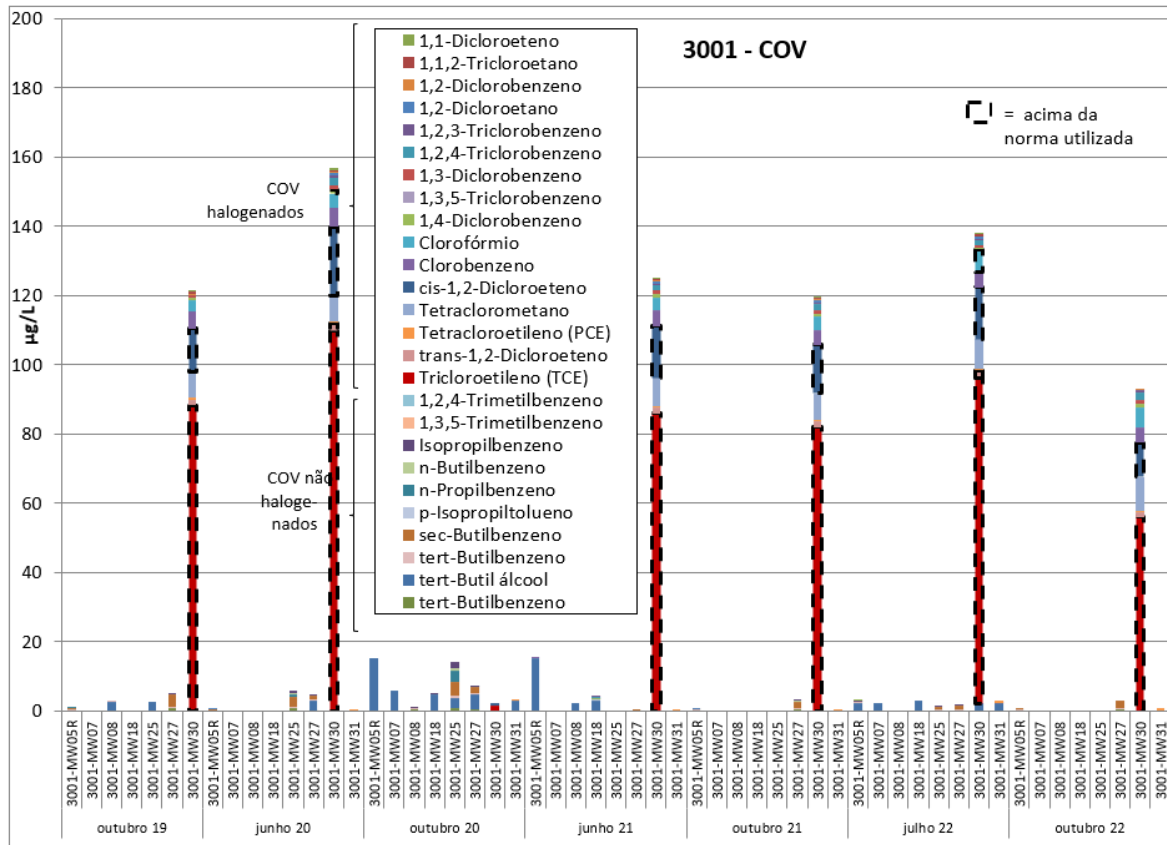


Figura 4.5 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 3001

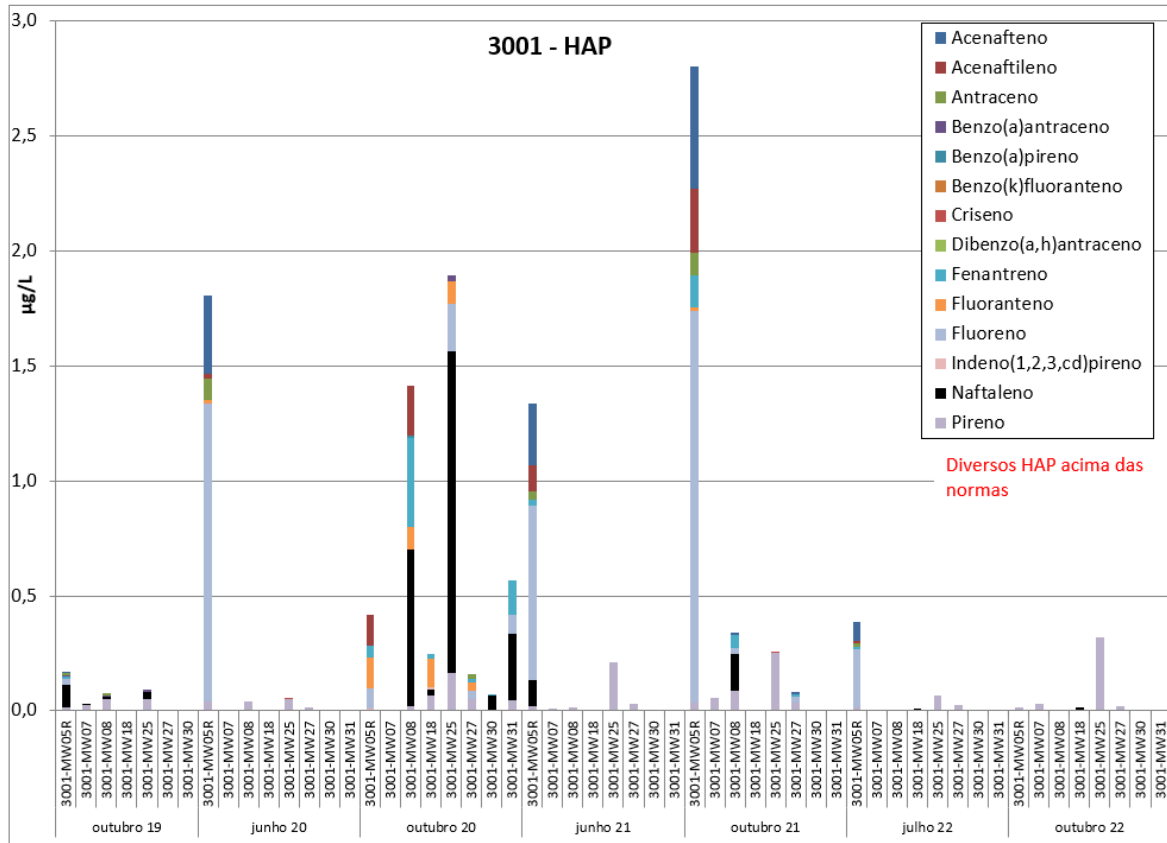


Figura 4.6 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 3001

Embora se observem alguns metais pesados (ferro, manganês e alumínio, 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, com uma exceção no furo 3001-MW31.

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 2022.

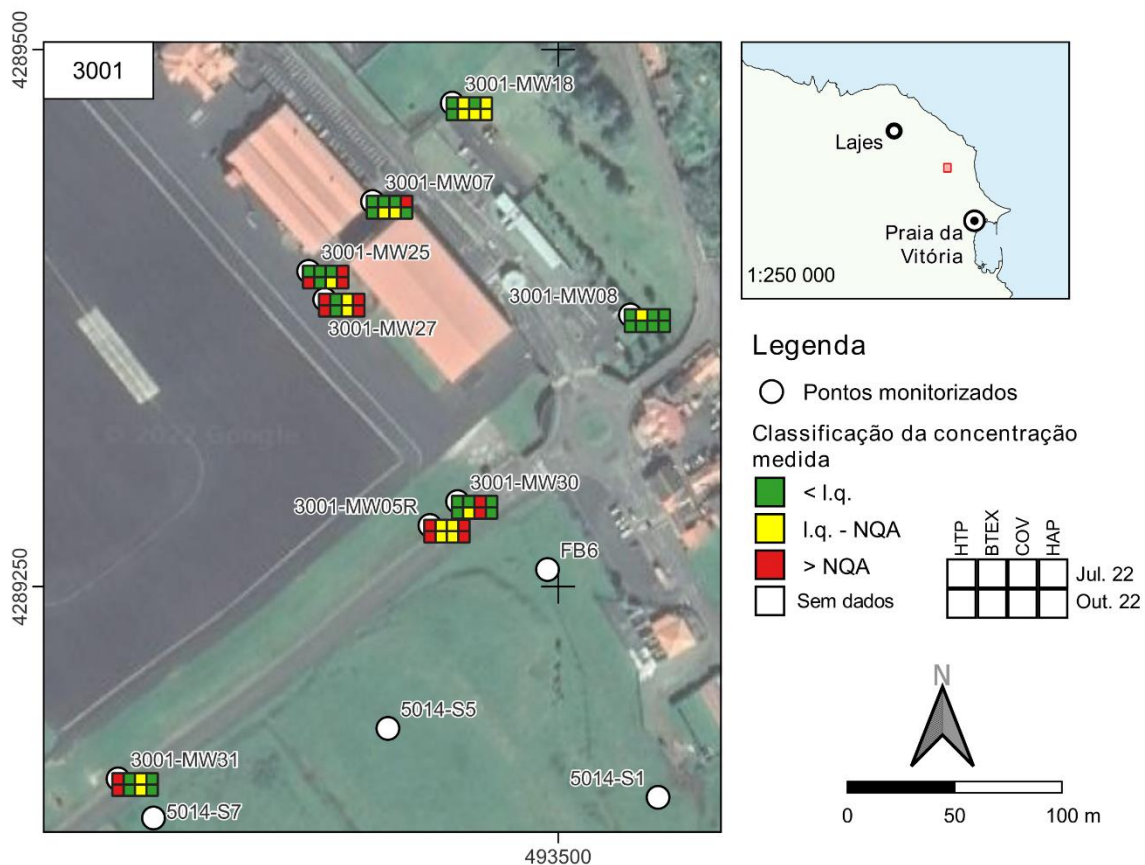


Figura 4.7 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3001 em 2022

A presença de LNAPL em algumas áreas do Site 3001 continua a verificar-se. Espera-se que esta situação seja alterada muito em breve, com os trabalhos descritos nos últimos parágrafos da secção 4.1.2.1.

Em 2022, as águas subterrâneas do Site 3001 continuam a apresentar valores de HTP, COV e HAP acima dos valores de referência. Acresce que nos piezómetros 3001-MW04, 3001-MW20 e

3001-MW23, que apresentavam LNAPL, será de esperar concentrações assinaláveis dos diversos hidrocarbonetos referidos.

São diversas as ações programadas pela USAFE, com início ainda em 2022. Estas incluem a remoção de LNAPL nos piezómetros afetados, juntamente com a eventual remoção de um troço de antigo pipeline aí existente e a remoção dos solos que ainda contenham hidrocarbonetos, evitando a sua lixiviação para horizontes inferiores após episódios de precipitação. Os trabalhos consideram diversas outras ações, incluindo a reabilitação ou o fecho de piezómetros ou furos com mau funcionamento, que se espera contribuam para reabilitar e melhor conhecer a extensão da contaminação deste Site (cf. secção 4.1.2.1). Os trabalhos programados, e outros que decorrerão dos resultados a obter, serão acompanhados em 2023 pelo LNEC.

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 que é a antiga central elétrica. Este local foi classificado como potencialmente contaminado de maior risco no estudo de reconhecimento (DISCO *study*) realizado em 2004 (CH2MHILL, 2004).

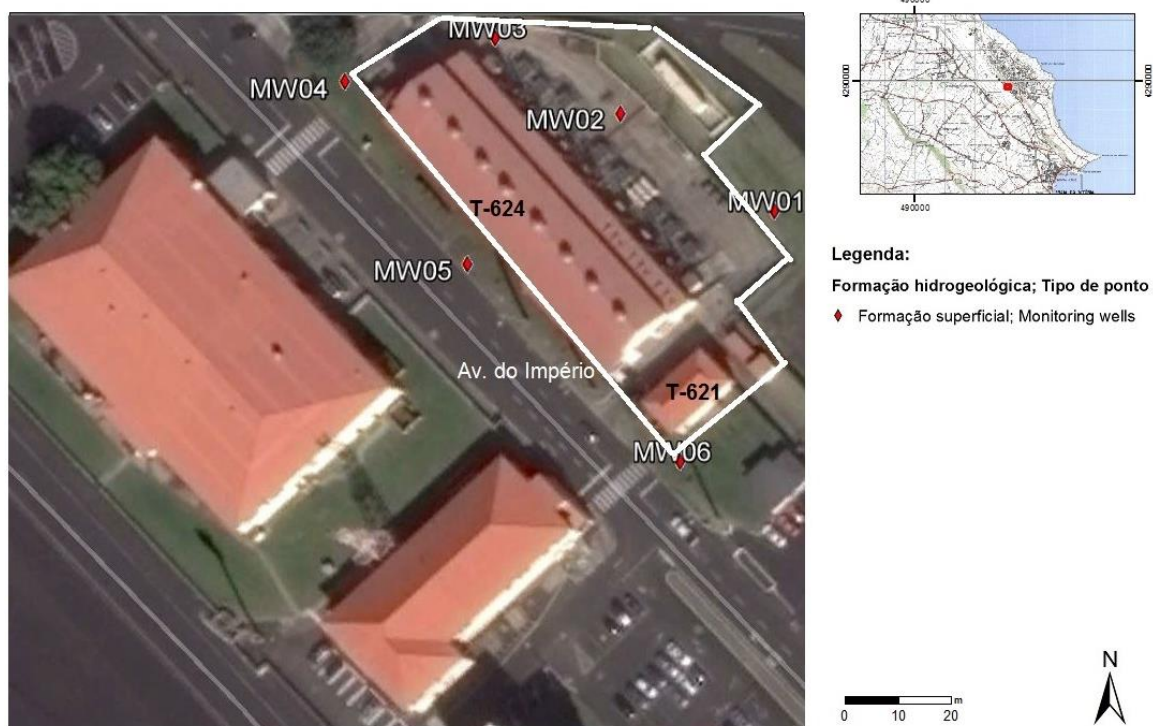


Figura 4.8 – Mapa do Site 3003

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

Em 2014 foram 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, observa-se que presentemente esta cobertura apresenta fendas não inibindo totalmente a entrada de água e, conseqüentemente, a progressão dos contaminantes em profundidade, podendo a qualidade da água da formação hidrogeológica superficial ser afetada.

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 2022

4.2.2.1 *Obra para a renovação dos edifícios T-621 e T-624*

Presentemente este Site está a ser intervencionado. Trata-se de uma obra para a renovação dos edifícios T-621 e T-624 (*Convert T-621 into substation AND T-624 Into Structures Shop*) (Figura 4.8), do Site 3003. A obra prevê, ainda, a remoção do solo potencialmente contaminado e a repavimentação da área.

Não se prevê que a execução desta obra tenha impactes negativos na qualidade de solos e águas subterrâneas, desde que sejam cumpridas as recomendações ambientais previstas no projeto. A remoção de solo traz a vantagem de retirar contaminantes acelerando o processo de biodegradação natural em curso.

A obra teve início em 2022, estando prevista a sua conclusão para novembro de 2023. Em outubro de 2022, aquando da campanha de monitorização, verificou-se a remoção dos solos referida (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Obra em curso no Site 3003, onde se observa a remoção parcial dos solos (à esquerda: vista nascente do edifício T-624; à direita: vista nascente do edifício T-621)

4.2.2.2 Projeto de reparação e conversão do edifício T-660

A cerca de 100 m para oeste do Site 3003, encontra-se o edifício T-660 para o qual foi apresentado um projeto que visa a reparação do edifício T-660 (*MQNA 20-1002 Convert T-660 into Mortuary*), antigo laboratório de combustíveis, óleos e lubrificantes, com vista a acomodar as funções mortuárias, em substituição do atual edifício T-875, o qual será objeto de intervenção para ser utilizado como armazém de resíduos perigosos. O edifício T-875 não se encontra perto de locais identificados no *DISCO Study*.

Não se antevê que as obras previstas venham a ter impactes na componente da qualidade dos solos e das águas subterrâneas. O LNEC concorda com as recomendações ambientais previstas, designadamente em relação à análise e destino de eventuais contaminantes nos solos removidos e à remoção e acondicionamento dos materiais provenientes de demolição.

4.2.3 Plano de monitorização

A monitorização do Site 3003 consistiu na análise da qualidade das águas subterrâneas nos seis piezómetros que têm vindo a ser monitorizados pelo LNEC desde 2019 e que captam água da formação hidrogeológica superficial (Quadro 4.5).

Quadro 4.5 – 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 4.6 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 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Nas campanhas de 2022 não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto acima dos valores de referência nas águas subterrâneas amostradas.

A concentração em HTP no Site 3003 foi inferior aos limites de quantificação (l.q.) em 2022. Nas oito campanhas realizadas, apenas em outubro de 2020 foram registados valores acima dos l.q. e do Limiar (cf. Figura 4.10 para os piezómetros 3003-MW01 e 3003-MW06). Destaca-se que o Limiar de 0,01 mg/L (10 µg/L) definido pela APA (2021) é bastante inferior à norma do Canadá anteriormente utilizada cujo valor é de 0,75 mg/L, cf. Quadro 3.1).

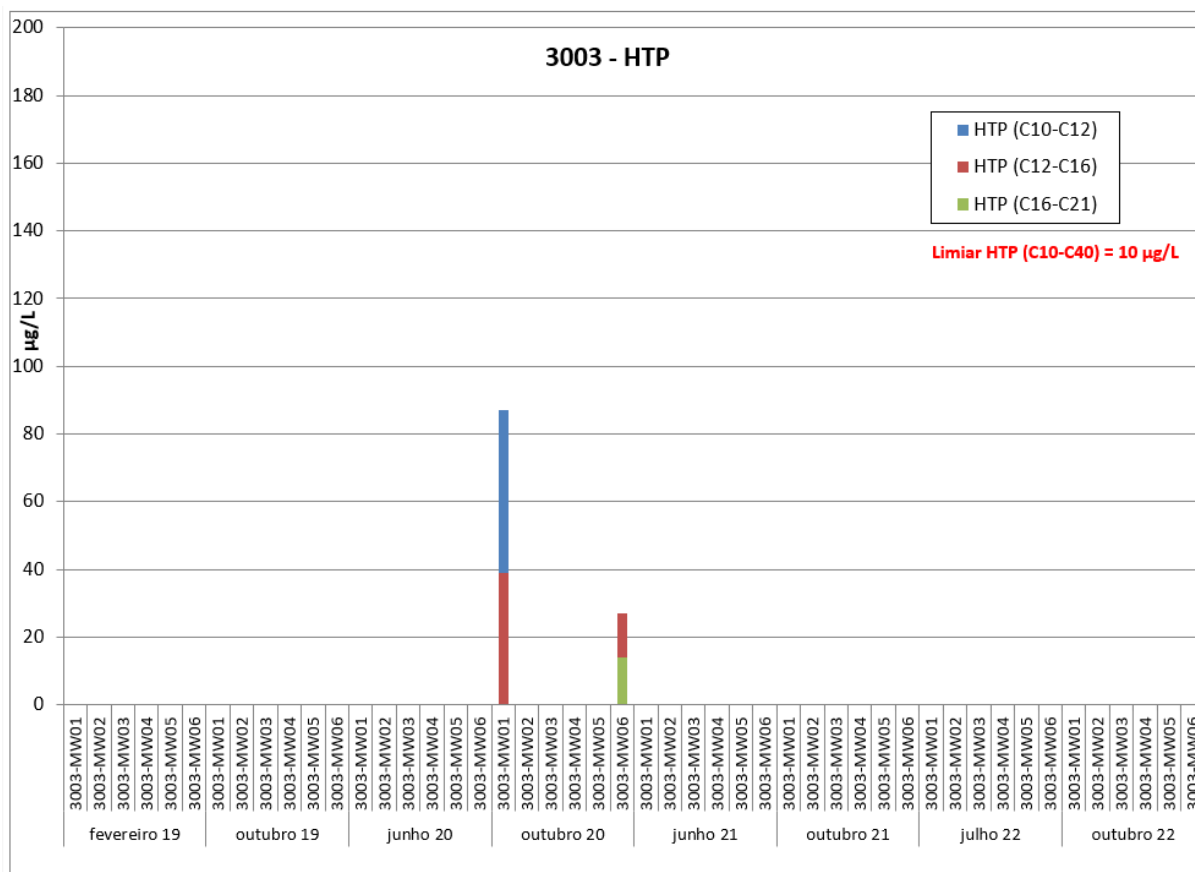


Figura 4.10 – Concentração em HTP nos piezómetros do Site 3003

Quanto à presença de BTEX têm sido registadas apreciáveis oscilações entre campanhas (cf. Quadro 4.6 e Figura 4.11). Em outubro de 2019 foi a única altura em que 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). 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*. Os trabalhos em curso poderão remover estes contaminantes.

Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2022 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela USAFE

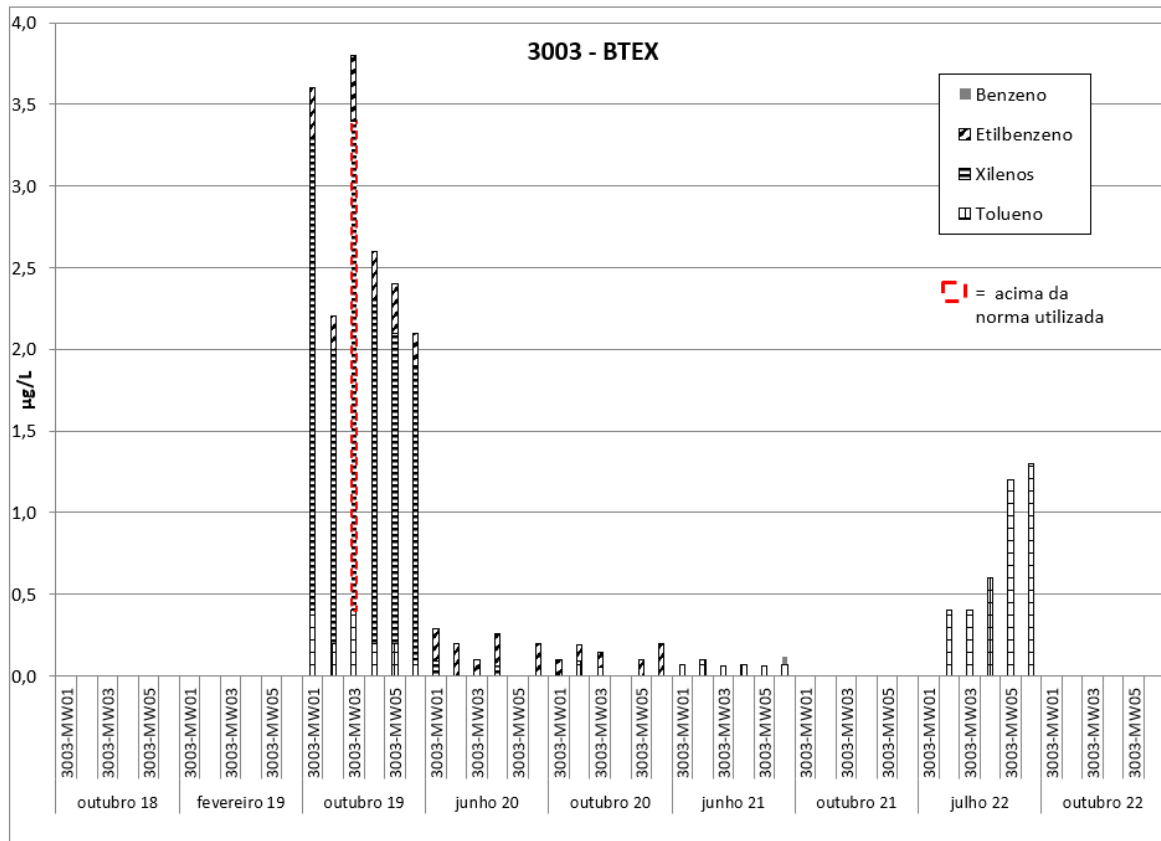


Figura 4.11 – Concentração em BTEX nos piezómetros do Site 3003

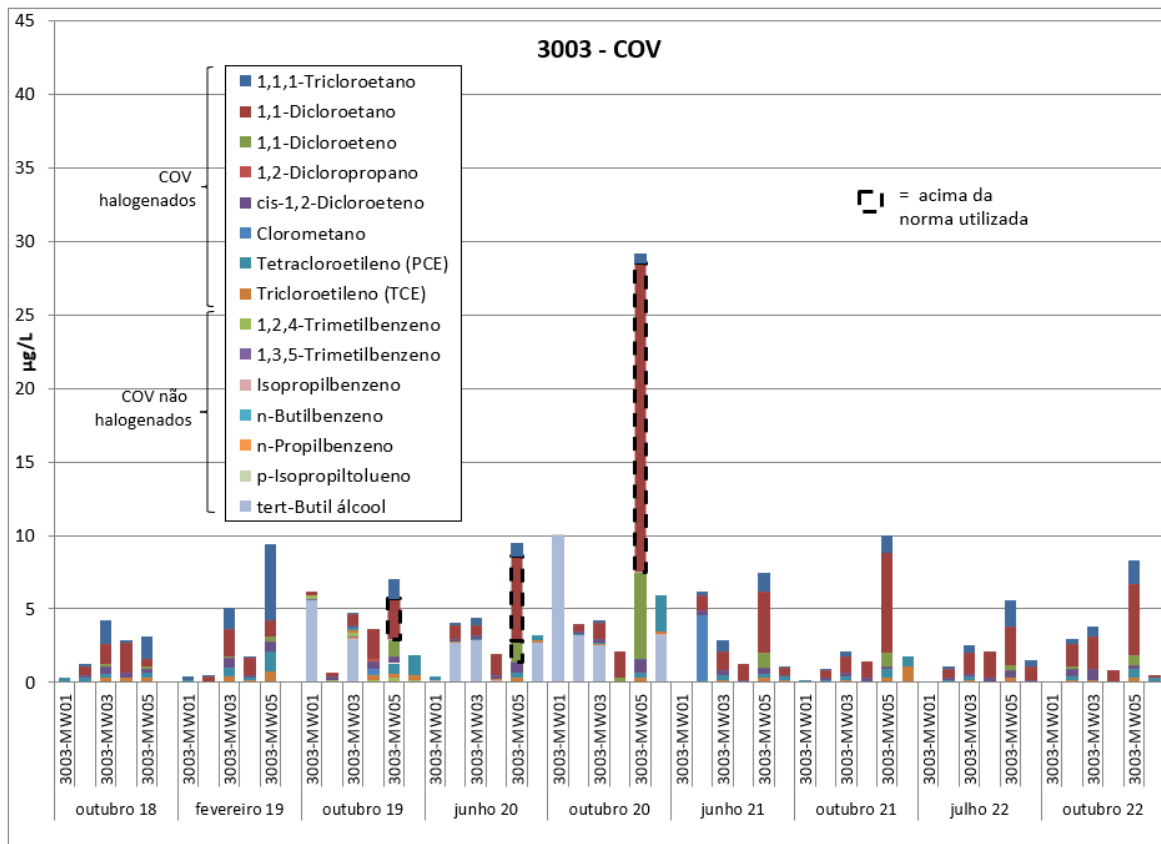


Figura 4.12 – Concentração em COV nos piezómetros do Site 3003

Embora em 2022 a presença de COV seja inferior aos valores de referência continua a observar-se, em concentrações mais elevadas no piezómetro 3003-MW05 (Figura 4.12 e Quadro 4.6), TCE, PCE ou um dos seus subprodutos de degradação, o 1,1-dicloroetano ou 1,1-dicloroetano.

Em 2022 não se regista a presença de HAP (cf. Figura 4.13) e os seus valores têm vindo a diminuir nas últimas campanhas.

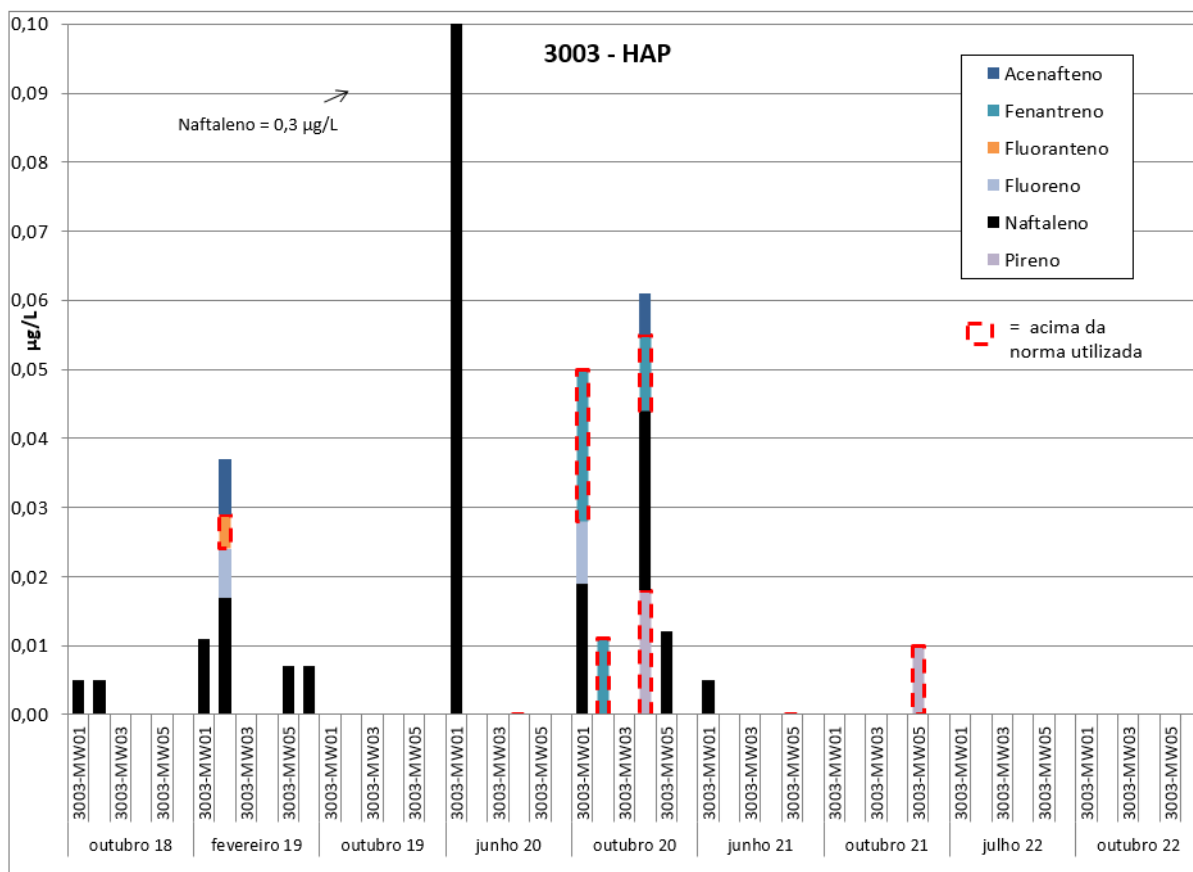


Figura 4.13 – Concentração em HAP nos piezómetros do Site 3003

Relativamente aos metais pesados e metalóides observa-se que a concentração em ferro, manganês e alumínio excede o valor paramétrico da água para consumo humano na maioria dos piezómetros, assim como o arsénio e chumbo. Os valores muito elevados em ferro poderão estar associados à degradação do material das tubagens antigas.

4.2.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.14 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2022.

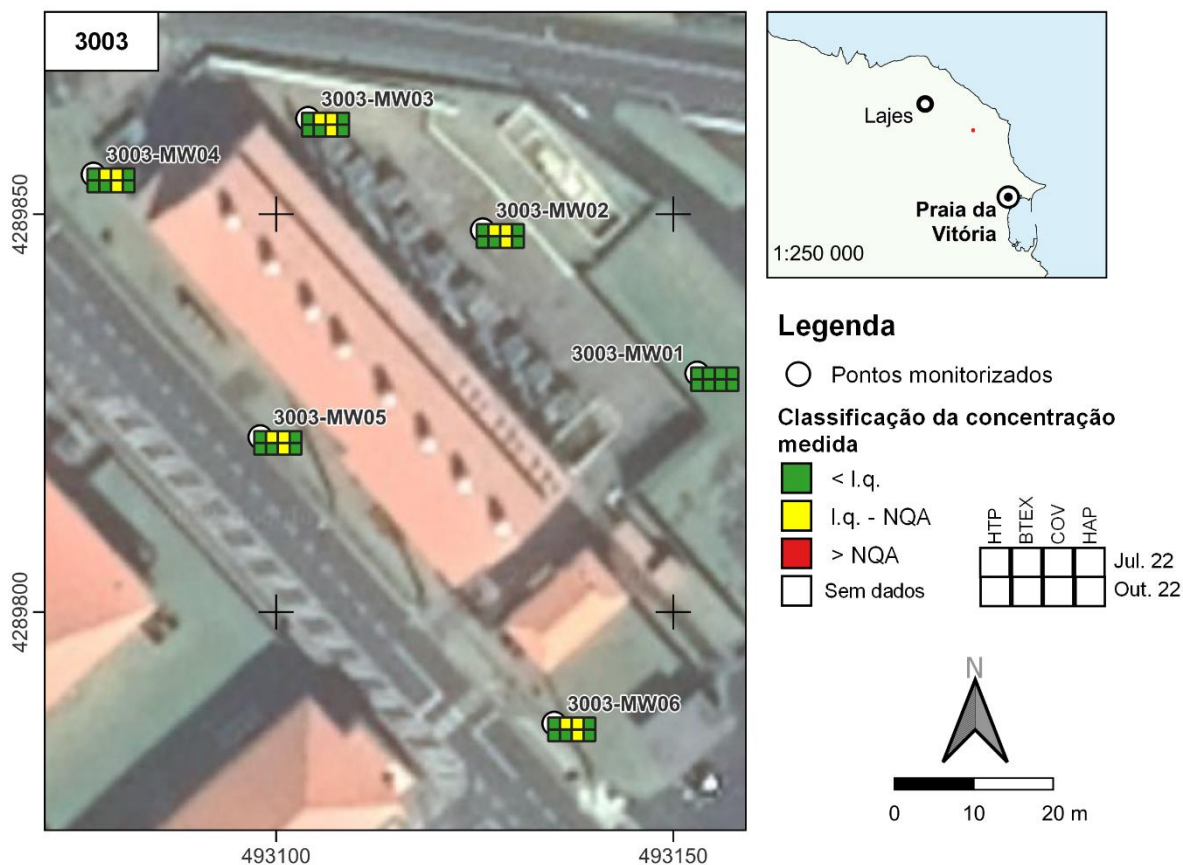


Figura 4.14 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 3003 em 2022

Em 2022, não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência. As concentrações de HTP e HAP nas águas estiveram mesmo abaixo dos limites de quantificação, enquanto as concentrações em BTEX e COV estiveram acima dos limites de quantificação, mas abaixo dos valores de referência.

Não obstante, observa-se que ainda estão presentes nos solos alguns contaminantes que vão sendo lixiviados pela precipitação e recarga até atingirem o nível das águas subterrâneas. As obras atualmente em curso, que incluem a remoção dos solos superficiais contaminados, deverão contribuir para resolver o problema de contaminação, admitindo que os contaminantes remanescentes se encontram em baixas concentrações e serão biodegradados. Será mantido o programa de monitorização bianual das águas subterrâneas, durante dois anos após a conclusão das obras, 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, onde o combustível que abastece a Base chega através de petroleiros, e a Base Aérea n.º 4. 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 ao afloramento do aquífero basal (Figura 4.15).

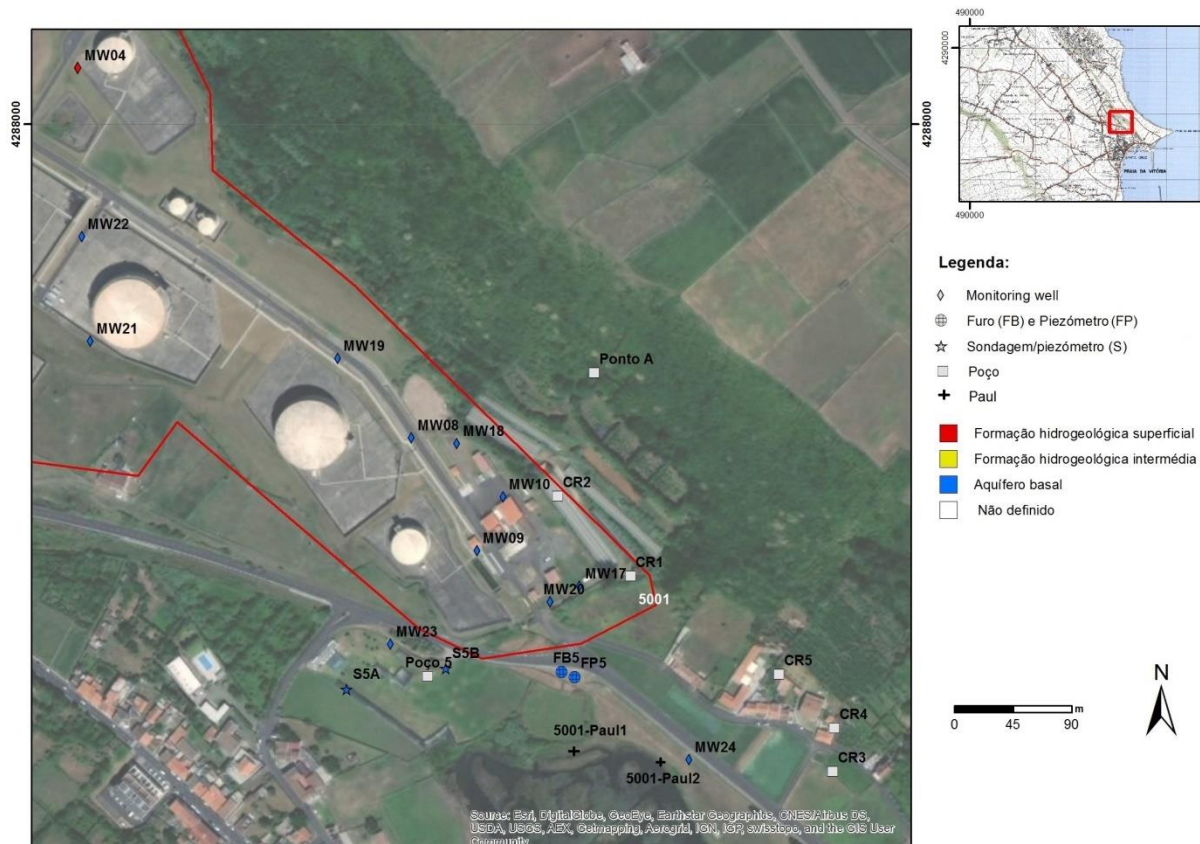


Figura 4.15 – Mapa do Site 5001

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, segundo CH2MHILL (2004), o torna 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 12 tanques de combustível de dimensões variáveis, 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.

Os resultados apresentados pelo LNEC em relatórios anteriores referem que 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 nas secções seguintes.

4.3.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

4.3.2.1 *Projeto para a demolição de dois tanques de armazenamento (T-1635 e T-1641) e de um tanque de recuperação de combustível (T-1626-1) na STF*

Em 2022 foi apresentado um projeto tendo em vista a demolição de dois tanques de armazenamento e de um tanque de recuperação de combustível na STF (*FA8903-21-R-0059-Demolish Fuel Storage Tanks, T-1635 & T-1641 and Product Recovery Tank, T-1626-1*) no Site 5001.

Os trabalhos propostos 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 4.7), na medida em que esta representa a água de descarga do aquífero basal, misturada com água salobra vinda do mar.

As análises da amostra Paul 2 para pesquisa de HAP, em outubro de 2022, não foram efetuados por problemas com as amostras no laboratório.

Esta análise é complementar à que tem vindo a ser feita nos últimos anos em dois piezómetros (FB5 e o S5B, cf. Figura 4.15), 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 e que também vêm representados na Figura 4.15.

Quadro 4.7 – 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 4.8 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas em julho de 2022 e o Quadro 4.9 em outubro de 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

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

Quadro 4.8 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em julho de 2022

Referência Lab	12865630	12865631	12865632	12863910	12863911	12864208	12864209	12864210	12864211	12864212	12864213	12864214	12865872	12865873					
Designação local	5001-CR3	5001-CR4	5001-CR5	5001-MW23	5001-MW24	5001-MW08	5001-MW09	5001-MW10	5001-MW17	5001-MW18	5001-MW19	5001-MW20	5001-MW22	5001-MW25					
Data amostragem	05-07-2022	05-07-2022	05-07-2022	04-07-2022	04-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022	06-07-2022					
Parâmetro	Unidade														Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação	
In situ																			
Temperatura	°C	19,0	19,1	19,0	19,7	19,4	-	19,8	20,6	18,6	20,2	20,6	19,5	20,5	20,6	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,58	6,77	7,51	7,89	7,52	-	7,27	7,44	7,38	6,86	7,16	7,26	7,68	7,55	LQ e L	5,5; 9	0	0
Condutividade elétrica	µS/cm [20°C]	950	904	851	892	16990	-	319	415	964	481	475	641	215	696	LQ e L	2500	1	1
Potencial redox (Eh)	mV	223,0	268,0	213,0	188,0	-100,6	-	-105	20,1	-98	308	289	-110	277	239	-	-	-	-
Oxigênio dissolvido	mg/L	4,04	4,07	4,43	3,23	1,17	-	1,08	1,26	1,92	4,53	3,85	2,47	6,42	5,6	-	-	-	-
Índice de fenóis	mg/L	0,001	0,001	-0,001	-0,001	0,058	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	-0,001	Canadá	0,89	0	11
Íons maiores																			
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	580	180	140	140	610	290	170	200	580	190	60	330	38	76	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Clorato - Cl	mg/L	77	120	120	140	12000	43	17	31	52	54	110	44	37	290	L	250	2	2
Nitrato - NO ₃	mg/L	2,2	120	140	14	-10	-0,1	-0,1	0,29	-0,1	13	35	0,42	11	27	NQ	50	2	2
Sulfato - SO ₄	mg/L	3,0	87	34	26	1600	-0,5	4,2	3,8	-0,5	12	24	0,97	13	42	L	250	1	1
Cálcio - Ca	mg/L	82	34	35	23	280	5,1	24	14	51	13	9,6	49	7	23	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	37	22	23	17	750	9,7	5,7	13	26	16	11	15	5,3	24	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	15	20	1	10	220	8,8	7,5	14	11	8,2	4,9	10	2,7	8,5	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	74	120	110	90	6000	100	18	39	81	44	63	46	29	160	VP	200	1	1
Metais em solução																			
Alumínio - Al	mg/L	-0,10	-0,10	-0,10	0,14	0,43	0,39	-0,10	0,48	-0,10	0,92	1,00	0,34	2,00	-0,10	L	0,2	7	7
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	-0,001	-0,001	L	0,01	0	0
Arsênio - As	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,074	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	1	1
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	0,180	-0,050	0,110	-0,050	0,120	-0,050	-0,050	0,120	0,077	-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	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	0,20	0,52	-0,10	-0,10	-0,10	0,11	-0,10	-0,10	0,15	-0,10	-0,10	0,30	-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	-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	0,025	0,049	0,008	-0,005	0,049	0,010	-0,005	0,035	-0,005	L	0,01	4	4
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	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	2	2
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,005	0,022	-0,005	0,008	0,005	-0,005	0,012	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,004	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	1,40	0,09	0,16	0,11	6,70	4,70	26,00	16,00	43,00	0,40	0,51	21,00	2,10	1,00	L	0,2	11	11
Ferro (II)	mg/L	0,65	0,07	0,08	0,07	6,70	4,90	26,00	6,60	44,00	0,12	0,18	21,00	0,22	0,34	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	0,77	-0,05	0,08	-0,05	-0,05	-0,05	0,23	9,00	-0,05	0,27	0,33	0,53	1,80	0,68	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,43	0,76	0,34	0,47	-5,00	2,60	0,50	1,20	0,33	0,42	0,26	0,63	0,48	0,32	L	1,5	1	1
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,27	0,24	0,46	0,33	2,20	1,10	6,00	0,69	1,30	0,46	1,20	5,70	1,70	0,45	L	0,40	11	11
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,39	0,81	0,02	0,01	1,60	0,26	1,30	3,70	5,20	5,00	0,43	2,20	0,58	0,01	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	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1	0	0
Molibdeno - Mo	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,006	0,011	-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	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,0010	0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	Canadá	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L	-0,005	-0,005	0,007	0,033	0,307	0,008	0,011	-0,005	0,025	0,044	0,034	0,081	0,006	-	L	0,005	0	0
Trítio - Ti	mg/L	-0,00200	0,00050	0,00040	0,00940	-0,00200	0,00640	0,00070	0,00130	-0,00200	0,00590	0,01470	0,00060	0,02010	0,01570	Canadá	0,0062	5	5
Zinco - Zn	mg/L	-0,010	0,020	-0,010	-0,010	0,160	0,070	0,030	0,120	-0,010	0,040	0,030	-0,010	0,090	0,010	L	0,05	4	4
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP																			
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	4200	420	130	160	-38	-38	60	-38	-38	L	10	5	5	5
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	510	92	20	120	-10	-10	16	-10	-10	-	-	0	0	5
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	12	2500	230	76	38	-10	-10	34	-10	-10	-	-	0	0	6
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	1000	71	26	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0	3
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	67	19	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	0	2
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	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	-0,05	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	7,60	-0,05	-0,05	3,10	-0,05	-0,05	0,09	-0,05	-0,05	L	4	1	3
Meta-para-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,30	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	-	0	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,10	-0,05	0,20	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	-	0	2
Tolueno	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	-0,05	-0,05	L	7	0	1
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	7,60	0,10	0,00	3,60	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	-	-	0	5
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,50	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	-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	-0,1	-0,1	Canadá	200	0	0
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	-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	-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	-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	-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	-0,1	-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	-0,2	-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	-0,1	-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	0,3	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-</			

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

Quadro 4.9 – Resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas no Site 5001 e jusante, em outubro de 2022

Referência Lab	13205921	13205922	13205923	13205980	13205981	13205972	13205973	13205974	13205975	13205976	13205977	13205978	13205979	13205982				
Designação local	5001-CR3	5001-CR4	5001-CR5	5001-MW23	5001-MW24	5001-MW08	5001-MW09	5001-MW10	5001-MW17	5001-MW18	5001-MW19	5001-MW20	5001-MW22	5001-MW25				
Data amostragem	01-11-2022	01-11-2022	02-11-2022	01-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022	02-11-2022				
Parâmetro	Unidade														Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
In situ																		
Temperatura	oC	15,9	15,9	17,2	18,8	19,7	-	20,9	20,3	19,9	19,4	19,8	19,5	20	19,6	-	-	-
pH	Sorensen	7,77	7,44	7,25	7,57	7,15	-	7,51	7,55	7,17	6,88	7,13	7,49	7,76	LQ e L	5,5; 9	0	-
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	1109	782	798	1020	38886	-	407,5	379,1	970	521	244,4	465,2	230,5	LQ e L	2500	1	-
Potencial redox (Eh)	mV	187,2	190,8	231,3	204,1	-99,2	-	-124,6	17,7	-123,8	234,5	220,6	-121	187,1	167,3	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	2,75	2,76	3,45	3,69	1,58	-	1,36	1,48	0,92	3,34	4,45	1,7	5,78	5,51	-	-	-
Parâmetros agregados																		
Índice de fenóis	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	-0,001	Canadá	0,89	0	0
Íons maiores																		
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	720	180	130	150	560	310	210	180	530	190	51	230	41	79	-	-	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	-	0
Cloreto - Cl	mg/L	99	110	130	120	16000	37	35	22	78	67	44	18	23	L	250	1	-
Nitrato - NO ₃	mg/L	1,2	93	140	9	-10	-0,1	-0,1	0,17	0,12	23	2,5	5,7	-0,1	NQ	50	2	-
Sulfato - SO ₄	mg/L	2	79,0	36	23	1900	7,5	0,69	9,6	0,69	17	15	7,9	1,7	L	250	1	-
Cálcio - Ca	mg/L	110	34	31	24	380	17	35	13	51	15	5,6	39	8	-	-	-	0
Magnésio - Mg	mg/L	46	18	22	15	920	16	7,8	13	27	22	6,1	10	7,2	-	-	-	0
Potássio - K	mg/L	19	23	1	10	270	9,5	9	14	12	8,2	2,9	14	2,8	-	-	-	0
Sódio - Na	mg/L	90	100	100	79	7500	72	24	38	79	56	41	31	29	VP	200	1	-
Metais em solução																		
Alumínio - Al	mg/L	-0,10	-0,10	-0,10	0,11	0,91	0,12	0,12	0,12	0,14	0,40	0,58	0,26	2,50	L	0,2	5	-
Antimónio - Sb	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	L	0,01	0	-
Arsénio - As	mg/L	0,007	-0,005	-0,005	-0,005	0,080	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	1	-
Bário - Ba	mg/L	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	0,220	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	-0,050	L	1,3	0	-
Bérblio - 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	-0,001	Canadá	0,004	0	-
Boro - B	mg/L	0,25	0,36	-0,10	-0,10	1,90	0,10	-0,10	-0,10	0,14	-0,10	-0,10	0,17	-0,10	L	2,4	0	-
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,0006	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	-
Chumbo - Pb	mg/L	0,006	-0,005	-0,005	-0,005	0,140	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,071	0,013	-0,005	0,039	L	0,01	4	-
Cobalto - Co	mg/L	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	0,017	-0,003	-0,003	-0,003	-0,003	0,004	-0,003	0,020	-0,003	Canadá	0,0038	2	-
Cobre - Cu	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,006	-0,005	0,006	0,005	-0,005	0,014	-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	-0,001	-0,001	0,002	-0,001	0,002	L	0,05	0	-
Ferro - Fe	mg/L	0,68	0,39	0,30	0,13	1,10	11,00	34,00	3,90	41,00	0,14	3,10	67,00	2,20	L	0,2	12	-
Ferro (II)	mg/L	0,37	0,16	0,19	0,06	0,98	11,00	28,00	3,00	41,00	0,06	0,80	1,10	0,77	-	-	-	0
Ferro (III)	mg/L	0,31	0,23	0,11	0,07	0,16	-0,05	6,20	0,90	0,23	0,08	2,30	66,00	1,40	-	-	-	0
Fluoreto - F	mg/L	0,54	0,78	0,35	0,51	-5,00	0,72	1,50	0,42	0,50	0,55	0,62	0,30	1,10	L	1,5	0	-
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,52	0,86	0,41	0,37	2,10	0,90	22,00	0,28	4,70	0,33	1,10	6,70	2,60	L	0,40	11	-
Lítio - Li	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,002	0,0382	0,0046	0,0046	0,00123	0,0036	0,00334	0,00103	0,00073	0,0008	L	1,65	0	-
Manganês - Mn	mg/L	1,10	0,32	0,02	-0,01	1,20	0,82	1,80	2,70	4,30	0,70	0,46	0,89	0,95	L	0,05	11	-
Mercúrio - Hg	µg/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	-0,050	L	1	0	-
Molibdeno - 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	-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	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,02	0	-
Selénio - Se	mg/L	-0,0009	0,0013	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	L	0,03	0	-
Tálio - Tl	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canadá	0,002	0	-
Titânio - Ti	mg/L	-0,002	0,004	0,017	0,005	0,0758	0,0029	0,0034	-0,002	0,0064	0,0121	0,0372	0,012	0,0271	L	0,0115	-	-
Vanádio - V	mg/L	0,0026	0,00072	0,00139	0,00923	0,00284	-0,00020	0,00050	0,00023	0,00030	0,00335	0,01300	0,00070	0,01950	Canadá	0,0062	4	-
Zinco - Zn	mg/L	0,011	0,014	-0,010	-0,010	0,230	0,023	0,039	0,030	0,016	0,039	0,027	0,049	0,070	L	0,05	2	-
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP																		
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	-38	-38	-38	56000	330	91	150	39	-38	-38	-38	L	10	5	5
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	6900	81	16	100	13	-10	-10	-10	-	-	0	5
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	30000	190	54	35	18	-10	-10	-10	-	-	0	5
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	16000	43	14	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	3
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	1000	15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	2
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	47	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	1
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	14	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	1
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	-0,05	L	1	0	0
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	9,30	0,20	-0,05	2,50	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	4	1	3
Meta-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,20	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	-	1	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,40	-0,05	-0,05	0,20	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	-	0	2
Tolueno	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	-0,05	L	7	0	0
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,70	0,20	0,00	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	3
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,40	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	-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	-0,1	Canadá	200	0	0
1,1,1,2,2-Tetracloretoano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1													

Em 2022 foram encontrados diversos hidrocarbonetos com concentrações acima dos valores de referência, à semelhança do verificado nas campanhas anteriores (Quadro 4.8 e Quadro 4.9).

Em relação à presença de HTP, o piezómetro 5001-MW08 continua a ser aquele onde se registam maiores concentrações, com valores extremamente elevados 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. Na última campanha de 2022, a concentração decrescente que se vinha observando no piezómetro 5001-MW08 foi invertida.

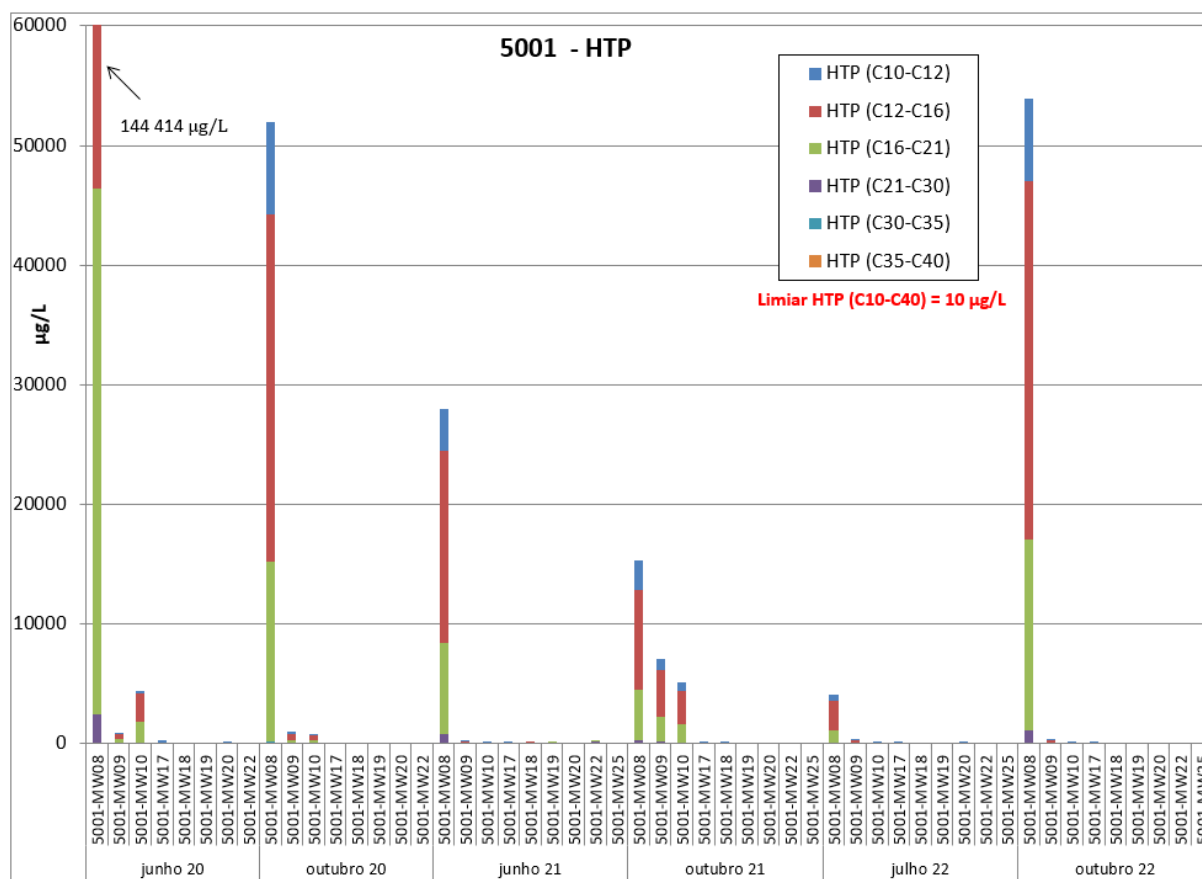


Figura 4.16 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas do Site 5001

Em 2022 mantiveram-se as concentrações elevadas em BTEX que se observaram em campanhas anteriores, em especial para o etilbenzeno, embora a recente alteração dos Limiares conduza a que apenas no 5001-MW08 os valores estejam acima dos mesmos (cf. Figura 4.17).

As concentrações em COV em 2022 acima dos limites de quantificação continuam a observar-se essencialmente nos piezómetros 5001-MW08 e 5001-MW17, para isopropilbenzeno e n-propilbenzeno, pelo que continuam essencialmente a ser de compostos não-halogenados (muitos deles utilizados como aditivos de combustível). A generalidade dos COV não-halogenados não tem normas definidas (cf. Quadro 3.1). O isopropilbenzeno é um constituinte do petróleo bruto e combustível refinado, juntamente com o n-propilbenzeno, traduzindo o tipo de atividades contaminantes associadas a este Site.

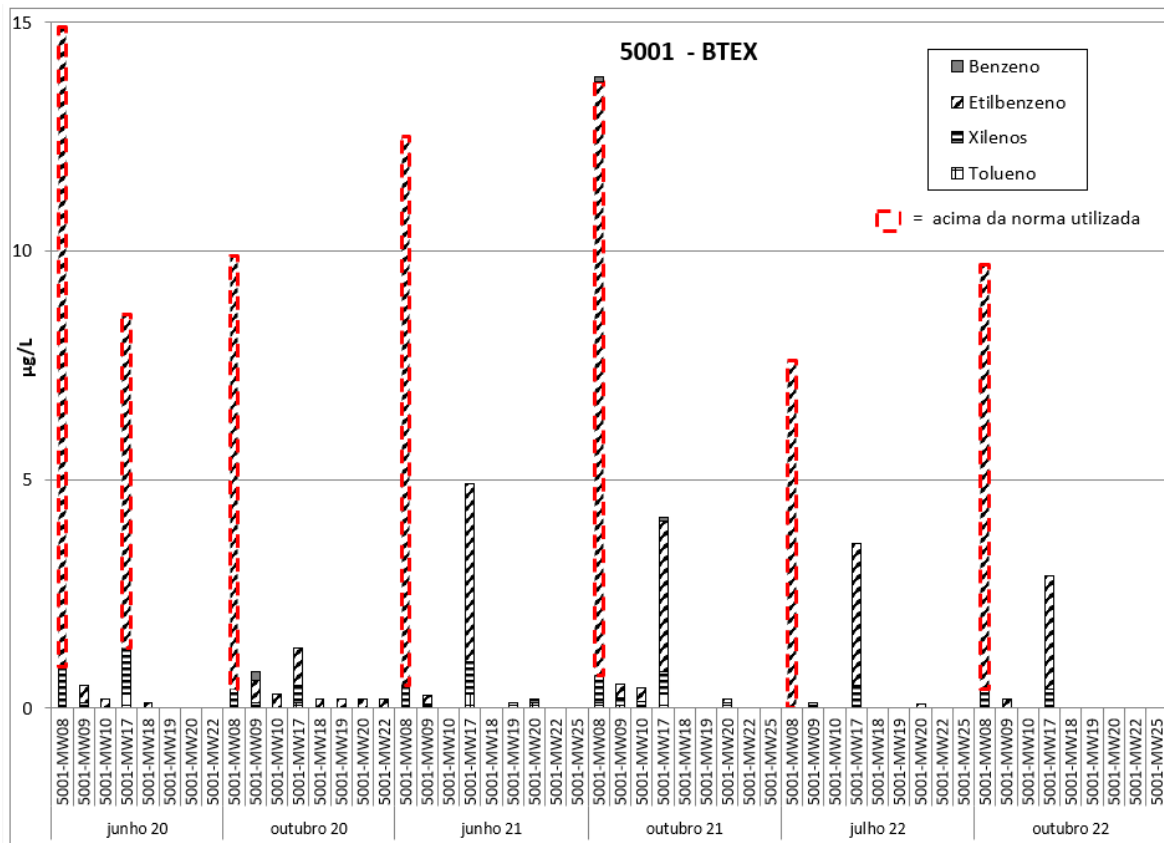


Figura 4.17 – Concentração em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5001

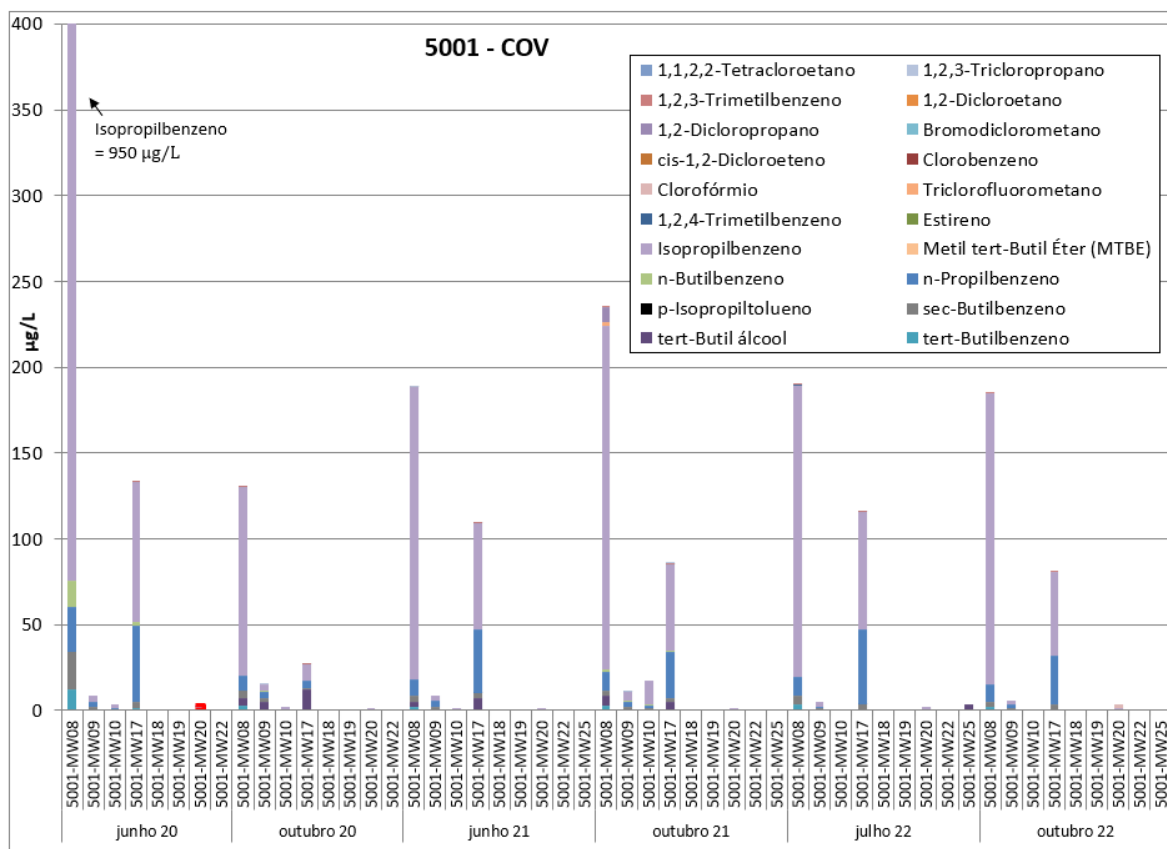


Figura 4.18 – Concentração em COV nas águas subterrâneas do Site 5001

Os HAP continuam a ser os hidrocarbonetos com mais valores acima dos Limiares nas águas subterrâneas amostradas (Quadro 4.8). Os valores mais elevados verificam-se em especial para o naftaleno, fluoreno e fenantreno e para os mesmos piezómetros identificados para os outros grupos de hidrocarbonetos (i.e. 5001-MW08, 5001-MW09, 5001-MW10 e 5001-MW17).

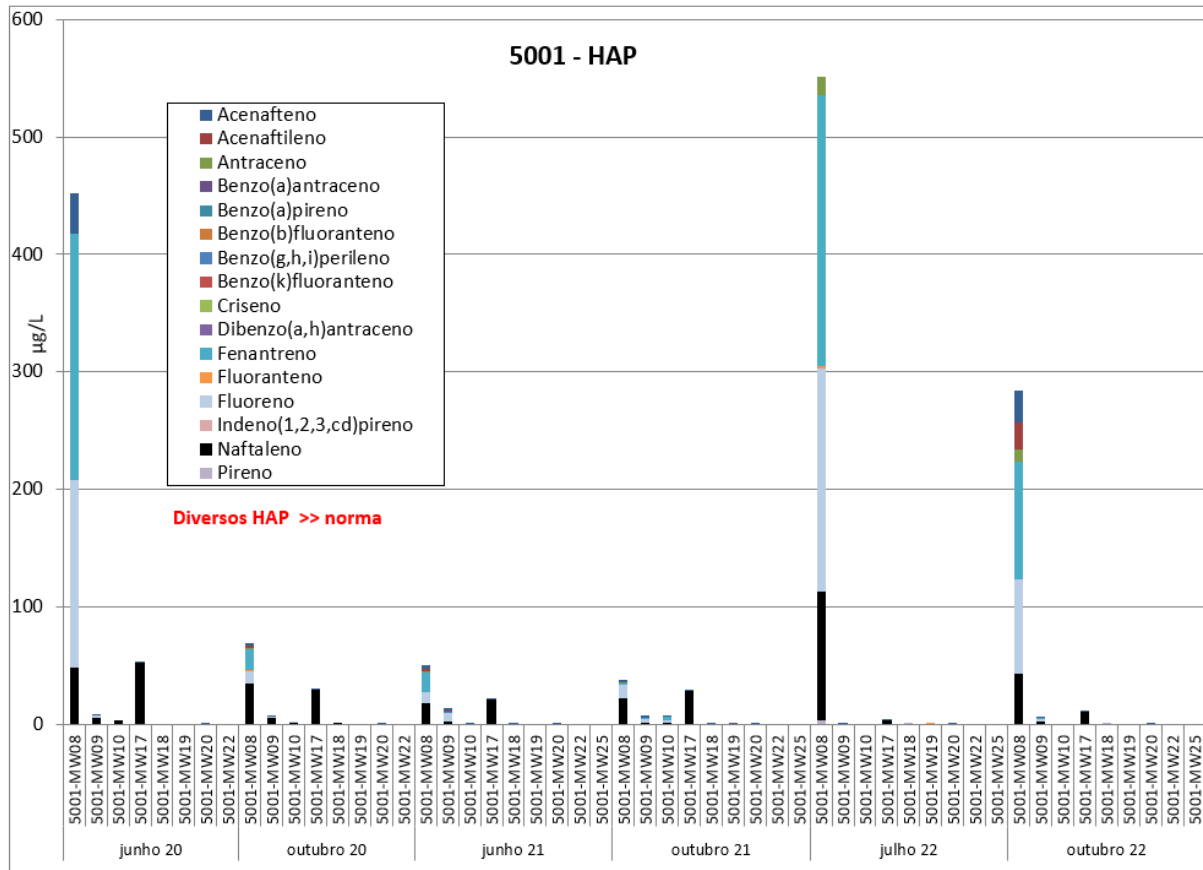


Figura 4.19 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas do Site 5001

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. Dadas as concentrações existentes a bioreabilitação natural não será suficiente para resolver este problema, sendo necessário definir novas ações de reabilitação, além do referido na secção 4.3.2.1.

Em relação à qualidade das águas a jusante do Site 5001, em 2022, as concentrações em hidrocarbonetos ultrapassaram os Limiares para o caso do piezómetro 5001-MW24, para o benzo(a)antraceno, em julho, e para o pireno, em outubro (Quadro 4.8, Quadro 4.9 e Figura 4.22). Ambos os valores são muito inferiores aos valores de referência do Canadá (cf. Quadro 3.1). Além do referido, na campanha de julho foram encontrados outros hidrocarbonetos apenas no piezómetro 5001-MW23 (HTP, tolueno, p-isopropiltolueno tert-butilálcool e naftaleno) (Figura 4.20, Figura 4.21, Figura 4.22 e Quadro 4.8). Na campanha de outubro, além do referido para o piezómetro 5001-MW24, apenas foi encontrado naftaleno na mina CR4 (Figura 4.22).

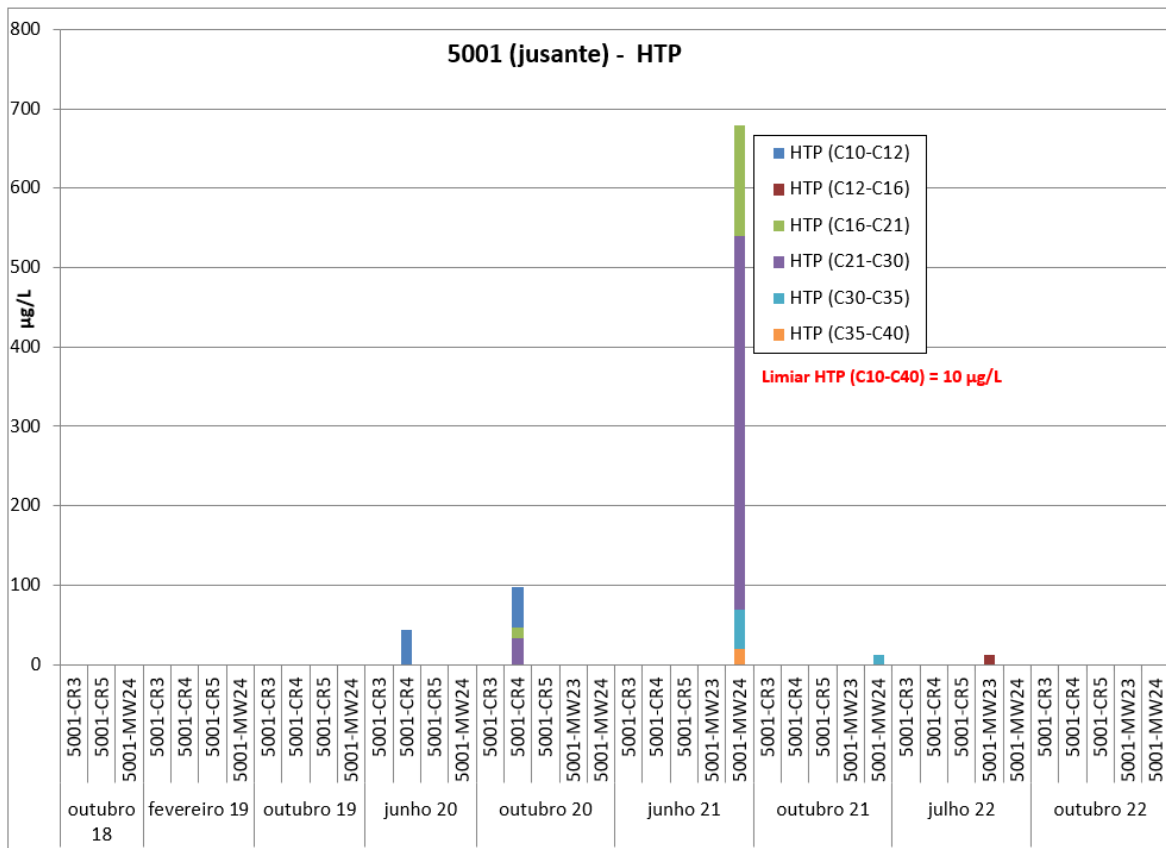


Figura 4.20 – Concentração em HTP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

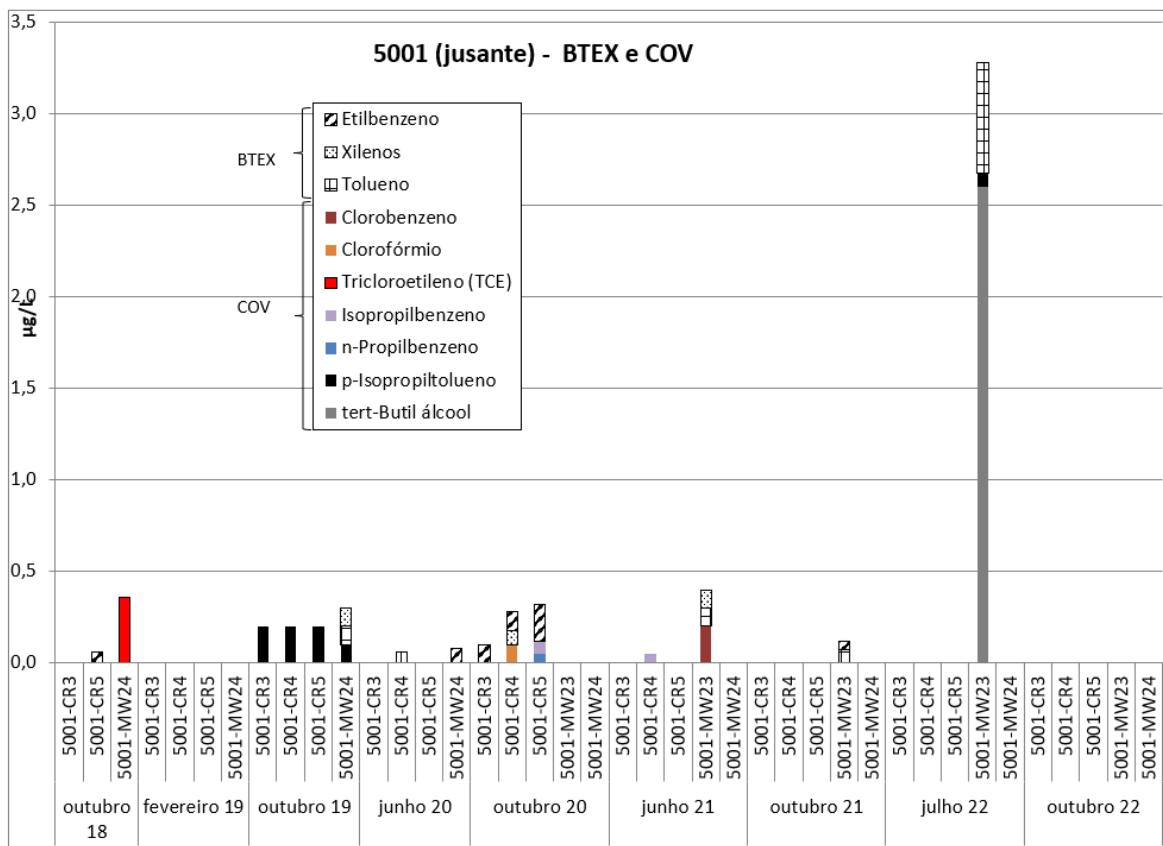


Figura 4.21 – Concentração em BTEX e COV nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

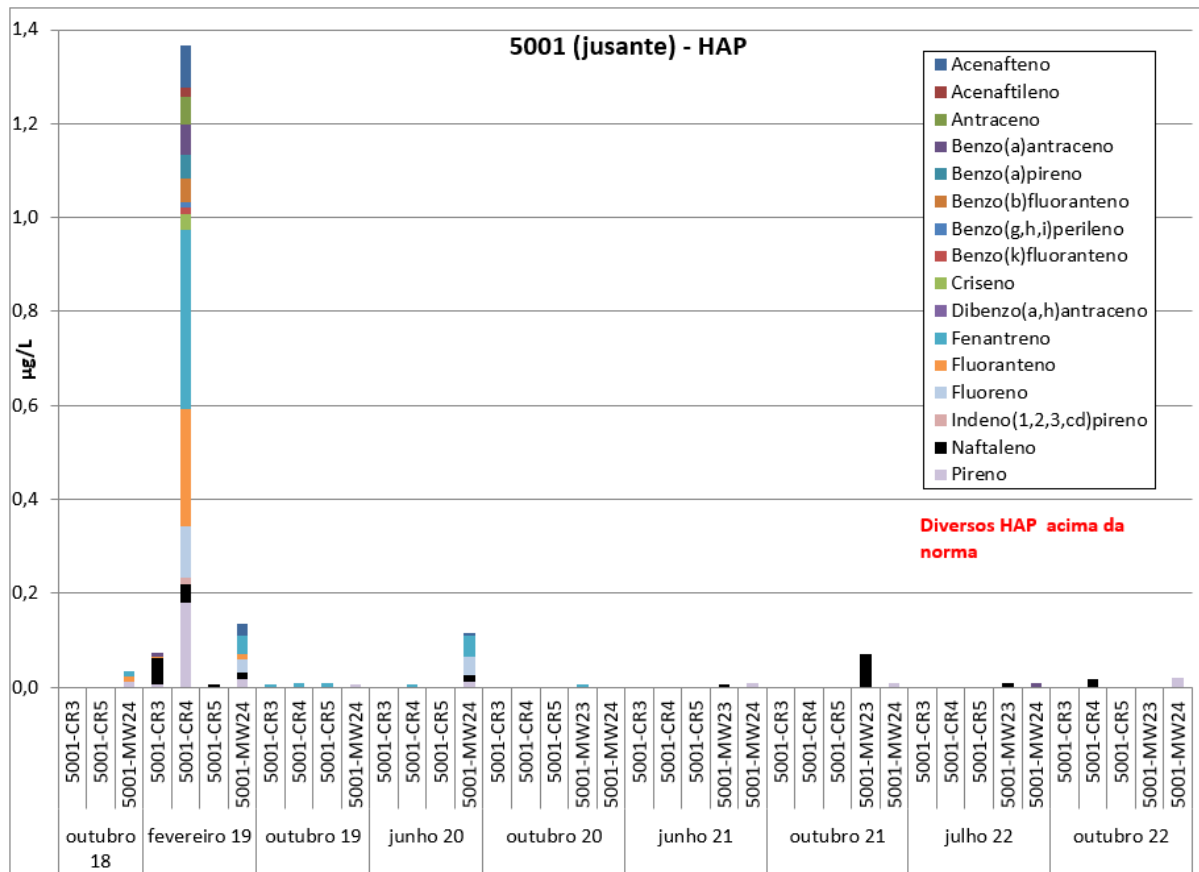


Figura 4.22 – Concentração em HAP nas águas subterrâneas a jusante do Site 5001

A monitorização da concentração em hidrocarbonetos a jusante do Site 5001, com destaque para o piezómetro 5001-MW23 dada a sua localização, deverá prosseguir para avaliar a evolução desta situação.

Os metais pesados com concentrações acima das normas são os habitualmente encontrados neste meio hidrogeológico (Al, Fe, Mn). A presença de Pb apenas dentro do Site 5001 pode ser resultado de contaminação. 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 2022, entre cerca de 17 000 e 40 000 µS/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 4.10 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas nas margens do Paul da Praia, a sul do Site 5001 (Figura 4.15).

Página intencionalmente deixada em branco

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 forte a influência da água do mar, com alterações da qualidade em função da maré, e do contributo da precipitação e escoamento diretos. Estes factos justificam as oscilações da mineralização observada na água entre campanhas (traduzida na condutividade elétrica e concentrações iónicas). Tipicamente nas campanhas de outono a água apresenta maior contribuição da água do mar, com valores da condutividade elétrica muito elevados, concentrações em lítio acima de 0,1 mg/L (típicos da água do mar), por vezes associadas a menores contribuições de ferro e de manganês (cf. Quadro 4.10), enquanto nas campanhas de fevereiro se observa mais a contribuição continental (e menor condutividade elétrica), vinda da descarga do aquífero basal. Essa descarga reflete-se em maiores concentrações em hidrocarbonetos (cf. fevereiro de 2019, junho de 2020 e julho de 2022).

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 2022.

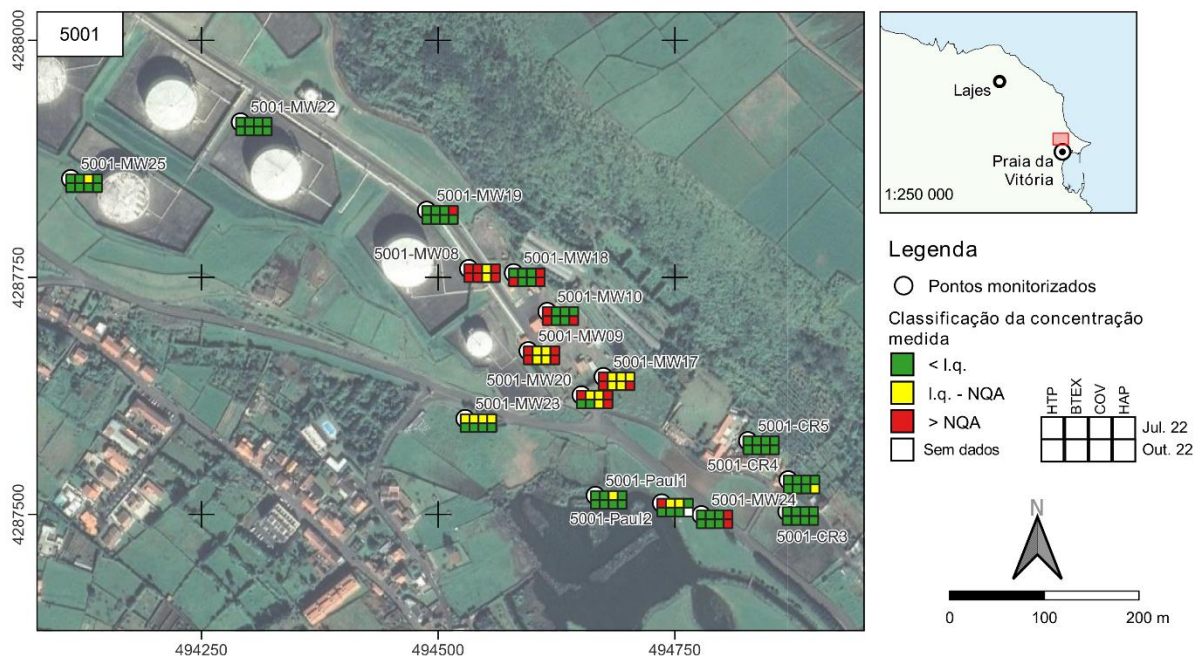


Figura 4.23 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5001 e jusante em 2022

Os resultados das campanhas realizadas em 2022 mostram que se mantém elevada a contaminação dentro do Site 5001, com consequências nas águas a jusante.

Destaca-se, ainda, a manutenção da concentração muito elevada em nitratos (cerca do dobro do limite estabelecido na norma) registada 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.
- Elaboração de um programa que permita remover, de forma eficaz e continuada no tempo, os contaminantes identificados nas áreas poluídas do Site 5001, de que fará parte o referido na secção 4.3.2.1.
- 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).

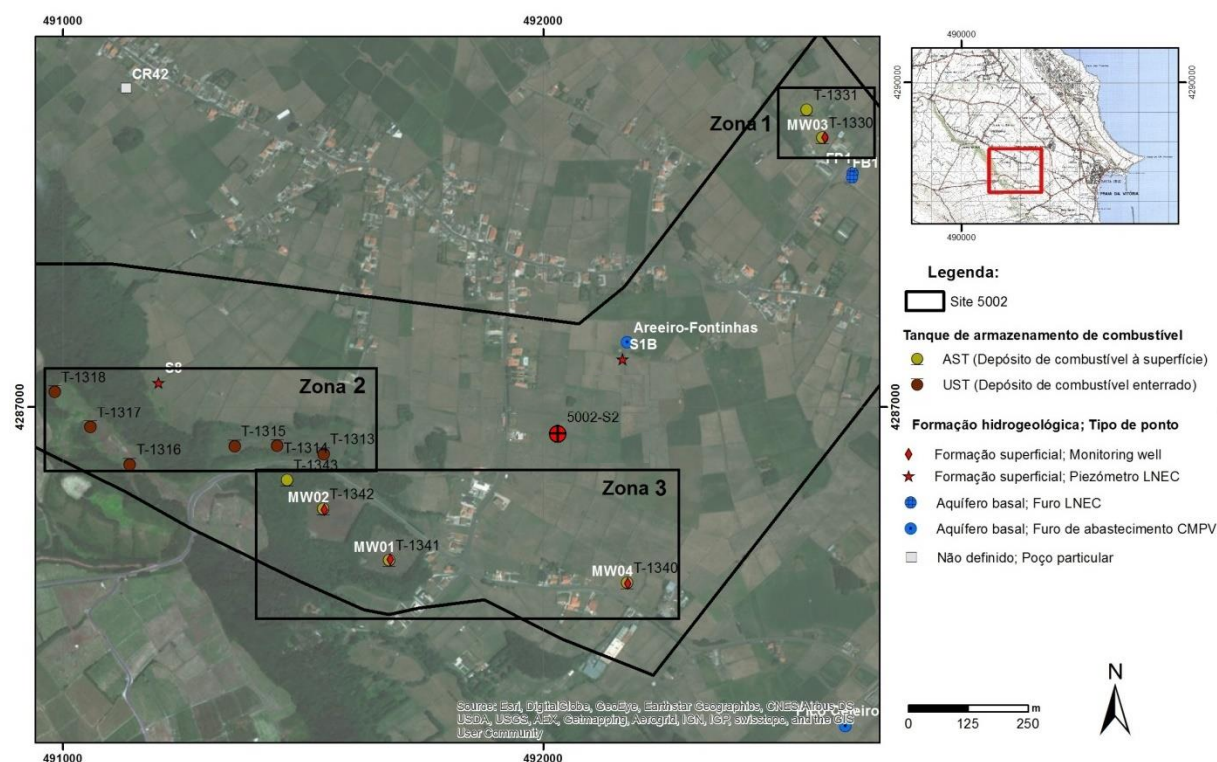


Figura 4.24 – Mapa do Site 5002

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. 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, 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 impacte 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 2022

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2022.

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 4.11 – 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 4.12 apresenta os resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no piezómetro 5002-MW03 nas nove campanhas realizadas entre 2018 e 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2022, à semelhança com o que já havia acontecido em 2021, não se registou a presença de nenhum hidrocarboneto acima dos limites de quantificação nas águas subterrâneas do único piezómetro analisado.

Os resultados das análises químicas das amostras de água de anos anteriores mostraram a ausência de HTP e de COV halogenados. Os três BTEX (etilbenzeno, meta-para xileno e tolueno) apresentam valores abaixo dos Limiares (entretanto alterados, cf. Quadro 3.2), e os dois COV não halogenados (p-isopropiltolueno e tert-Butil álcool) apresentaram concentrações acima dos limites de quantificação e mantêm-se sem valores de referência definidos.

Os HAP que apresentaram concentrações nas águas subterrâneas acima dos Limiares foram os registados em outubro de 2019 e 2020. Entretanto as alterações dos Limiares estabelecidos pela APA em 2021 fizeram alterar a classificação dos que se encontram acima dos valores estabelecidos (antraceno, benzo(a)antraceno, criseno, fenantreno, fluoranteno e pireno) (cf. Quadro 4.12). Contudo, as concentrações são muito inferiores aos valores de referência de outros países (cf. Quadro 3.1).

Em 2022, os dois metais pesados com concentrações acima dos valores de referência foram o Al e Mn. Assim, mantêm-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 4.25 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5002 em 2022.

Em 2021 e em 2022, a Zona 1, não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto 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. 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 interseam 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. Recomenda-se, ainda, a instalação de novos piezómetros mais profundos na área do 5002-S2.

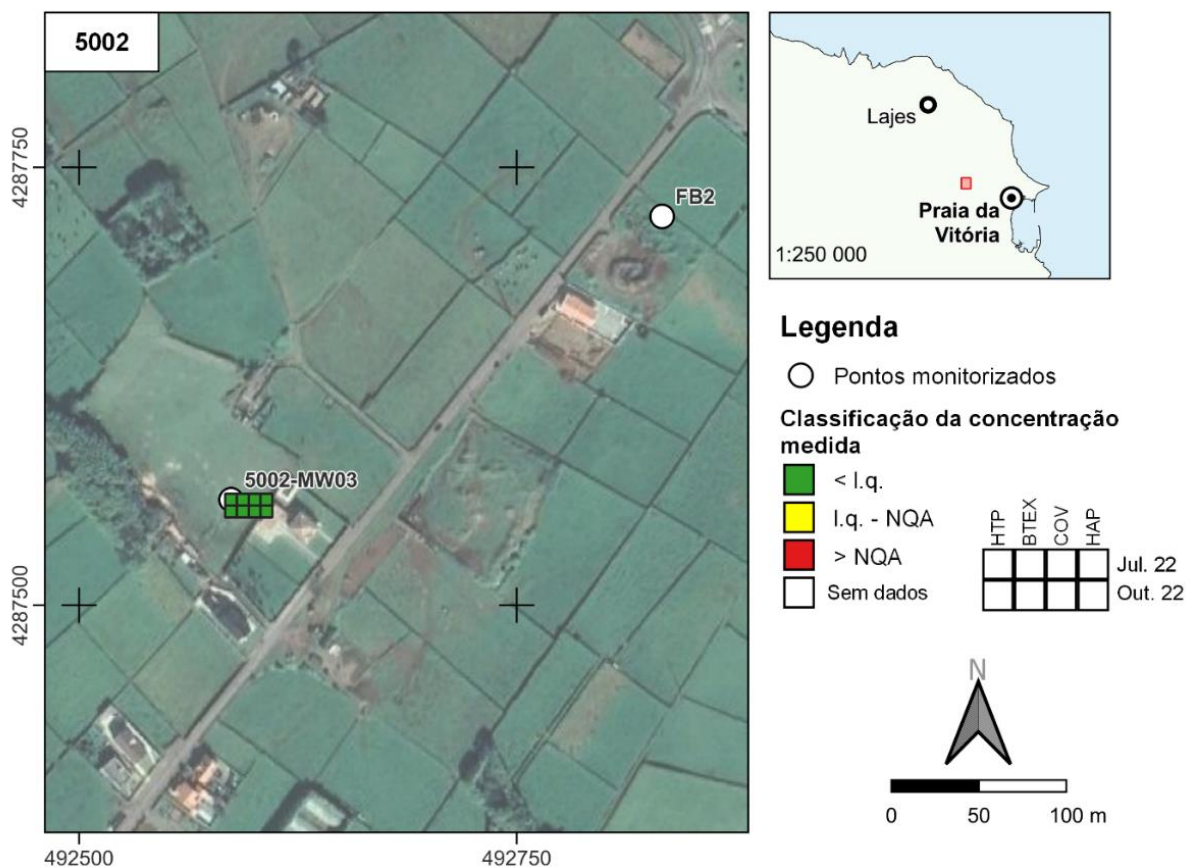


Figura 4.25 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5002 em 2022

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 4.26). 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.

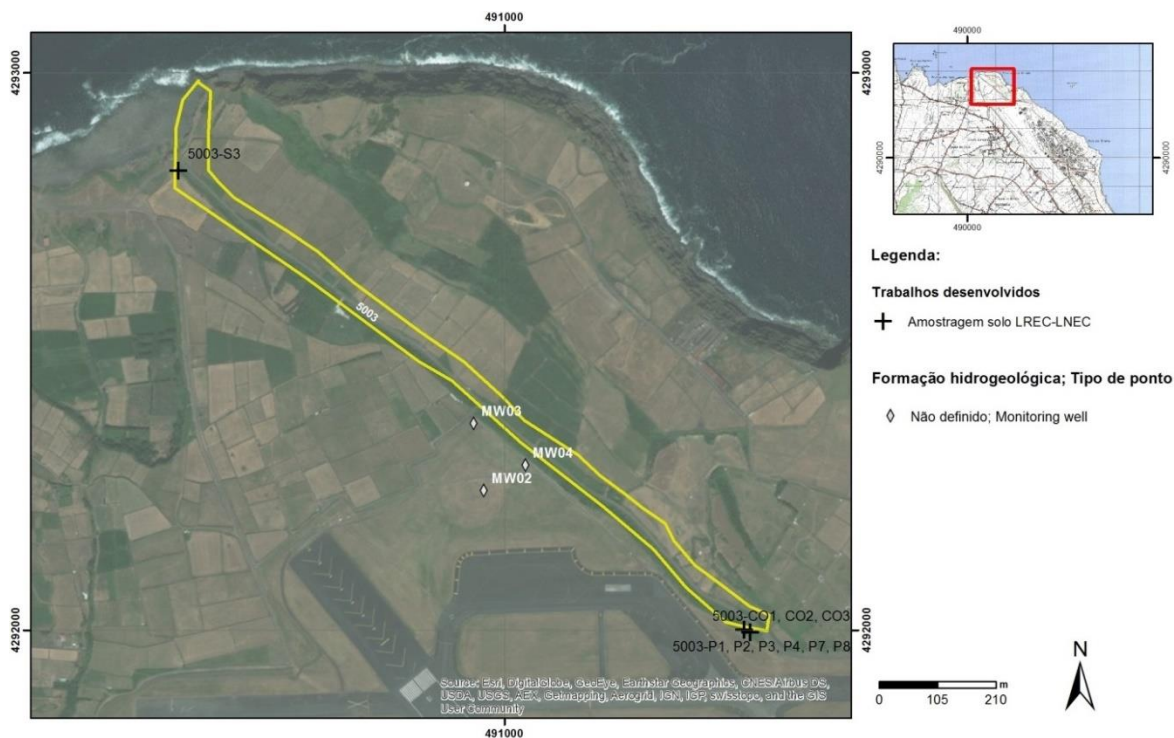


Figura 4.26 – Mapa do Site 5003

Em 2019 foram efetuadas análises a solos amostrados no Site 5003 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, conforme referido na secção seguinte.

4.5.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

4.5.2.1 *Obra de reparação na zona de descarga da água de drenagem da pista*

Em 2021, a USAFE iniciou obras de reparação na zona de descarga da água da drenagem superficial da pista de aviação tendo sido removidas mais de 31 toneladas de solos contaminados, colocados em local referido como adequado para o efeito. Foi construída uma nova bacia de retenção que permite a detenção temporária da água de drenagem e a separação de hidrocarbonetos, através de meias absorventes flutuantes, antes da descarga para a linha de água. A obra terminou em fevereiro de 2022.

Durante a campanha de monitorização de outubro de 2022, a nova bacia tinha o aspeto apresentado na Figura 4.27.



Figura 4.27 – Bacia de retenção das águas de drenagem superficial da pista de aviação das Lajes

4.5.3 Resultados obtidos

O Quadro 4.13 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 2018 e 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2022 não se registou a presença de nenhum hidrocarboneto acima dos limites de quantificação, de forma idêntica ao já ocorrido em 2021.

Em 2022, os metais pesados apresentaram concentrações abaixo dos limites de quantificação para todos os elementos menos o ferro e o manganês. As concentrações são baixas, embora com valores acima dos Limiares para águas subterrâneas, aqui usados apenas como termo de comparação.

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. A forma como se tem procurado ultrapassar esta questão é proceder, sempre que possível, a amostragens após eventos de precipitação que consigam lavar a pista para obter o pior cenário. A amostragem também é feita na água à saída do sistema de drenagem, integrando assim águas de diferentes eventos. Tem-se observado que as amostras de água que apresentam menores condutividades elétricas, em resultado da diluição após dias de elevada precipitação (e.g. fevereiro e outubro de 2019, e junho de 2020), são aquelas onde se observaram maiores concentrações em hidrocarbonetos possivelmente resultantes da lavagem da pista. A amostragem de 30 outubro de 2022 foi efetuada no final de um dia com elevada precipitação, embora a água de amostragem ainda apresentasse valores de CE médios.

No Quadro 4.13 podem observar-se os compostos que surgiram, em anos anteriores, acima do respetivo limite de quantificação: HTP, BTEX e HAP. Regista-se que os COV estão praticamente ausentes atendendo às condições de amostragem serem favoráveis à sua volatilização.

4.5.4 Conclusões e recomendações

A Figura 4.28 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2022.

Os parâmetros que excederam, apenas em anos anteriores a 2021, os Limiares estabelecidos pela APA para águas subterrâneas (aqui utilizados apenas como referência) foram os TPH e alguns HAP. 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).

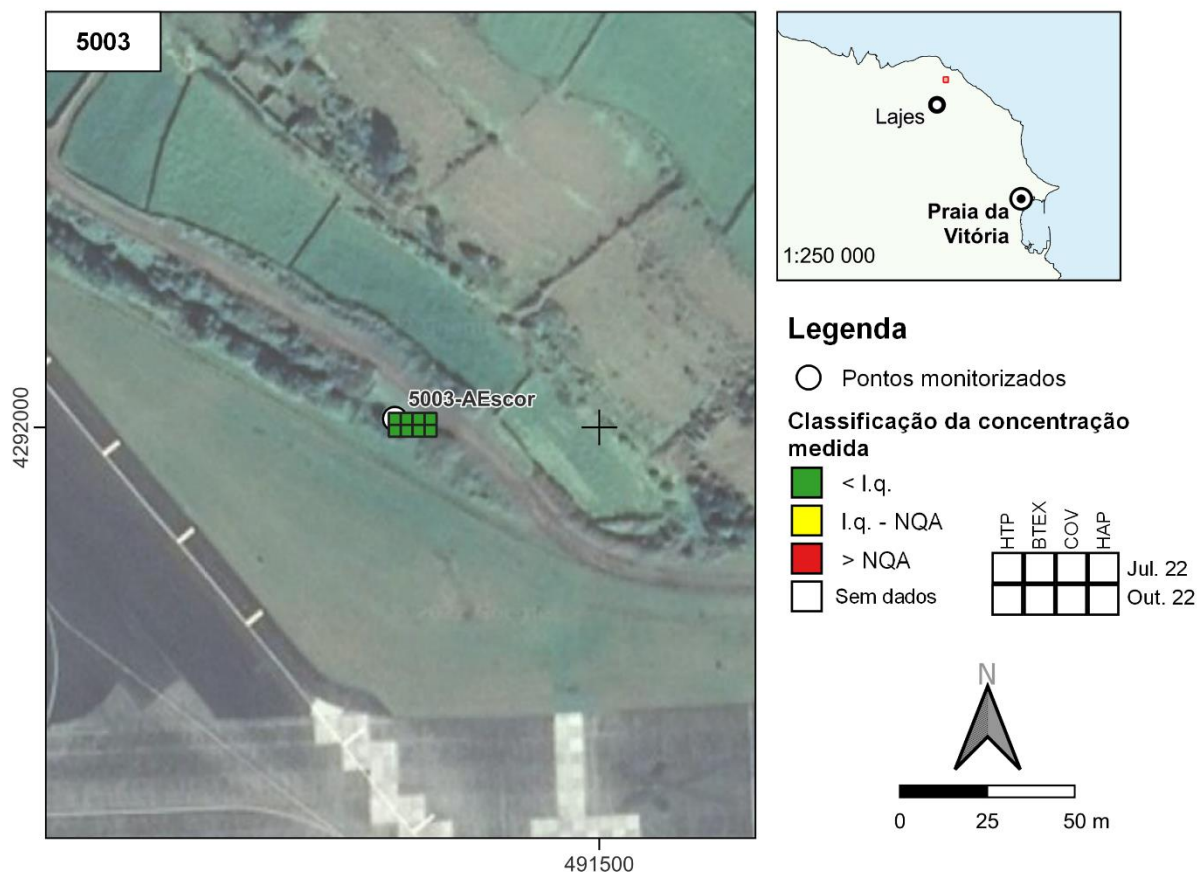


Figura 4.28 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas de drenagem da pista no Site 5003 em 2022

As obras de requalificação da área da descarga da água drenada da pista, e a respetiva remoção dos solos contaminados, permitirão melhorar a qualidade ambiental deste local. Todavia, importa manter a análise da qualidade destas águas que, apesar de apresentarem concentrações baixas, têm um efeito cumulativo nos solos da zona de descarga. Assim, será feita uma análise dos solos um ano após a construção da estrutura (1.ª campanha de 2023) para verificar o efeito eventual cumulativo da contaminação. Será mantida a análise das águas de escorrência nas campanhas até fevereiro de 2024, dois anos após a conclusão da obra.

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 4.29) 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.

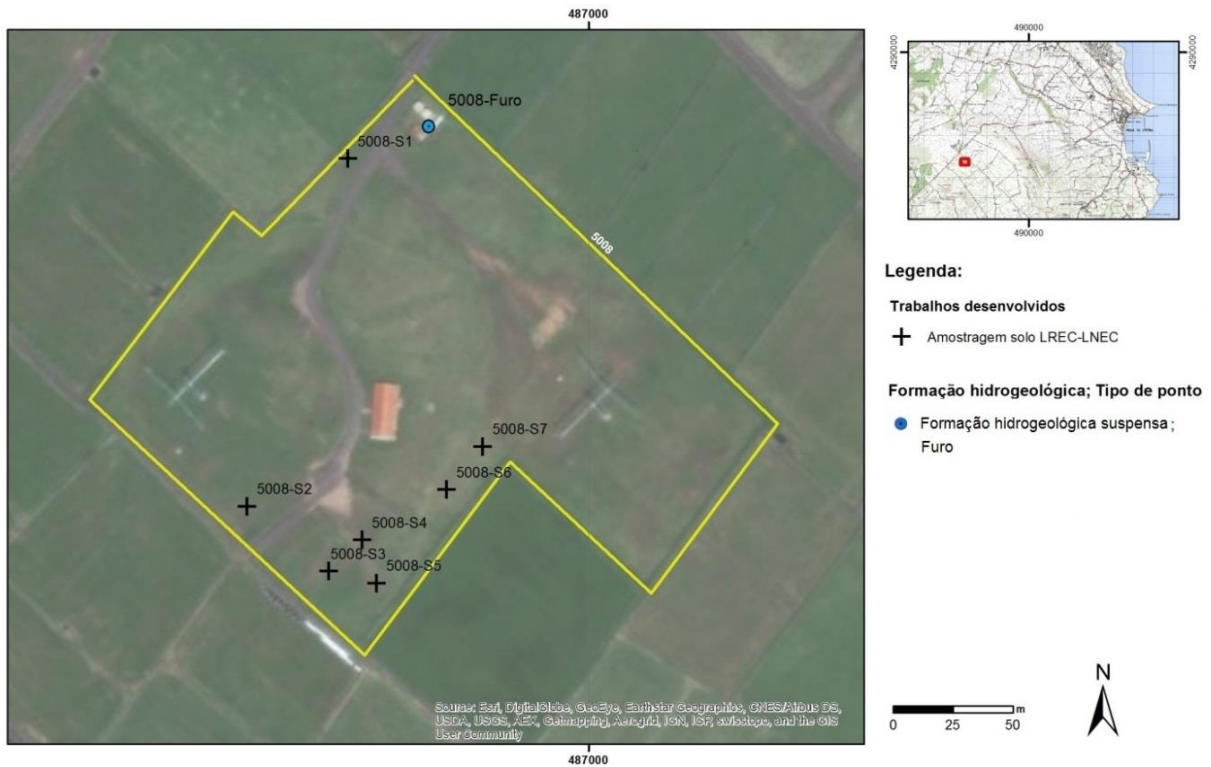


Figura 4.29 – Mapa do Site 5008

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 2022

Em 2022 foram terminadas as obras de substituição da vedação do local, no âmbito das quais terão sido removidos alguns solos a profundidades de 0,2 a 0,5 m pelo que, a haver implicações ambientais decorrentes da execução desta obra, estas serão positivas.

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 2022.

Quadro 4.14 – Resultados das análises químicas das amostras de água recolhidas no furo do Site 5008

Referência Lab	2018154994	2019150118	11451588	11653495	12155381	12371355	12865634	13205629					
Designação local	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo	5008-Furo					
Data amostragem	18-10-2018	03-10-2019	29-06-2020	19-10-2020	01-07-2021	26-10-2021	05-07-2022	31-10-2022					
Parâmetro	Unidade									Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências positivas
In situ													
Temperatura	°C	17,1	16,6	18,3	15,0	16,1	16,4	15,8	16,7	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,11	6,86	6,46	7,37	7,01	7,04	7,36	6,91	LQ e L	5,5; 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	162,9	149,2	169,7	163,0	190,0	161,0	165,0	157,1	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	79,0	140,9	127,6	80,7	176,9	143,4	172	109,9	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/l	-	2,99	4,02	1,89	4,5	4,72	6,79	5,2	-	-	-	-
Parâmetros agregados													
Índice de fenóis	mg/L	0,0025	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-	-0,0010	-0,0010	Canadá	0,89	0	1
Iões maiores													
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	60	51	59	70	65	65	58	60	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	18	17	17	16	25	19	15	47	L	250	0	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	5,9	5,3	7,0	4,5	7,1	6,5	4,5	16	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	5,0	7,4	7,1	5,1	6,2	5	9,2	11	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	5,6	5,1	5,9	6,2	6,2	5,7	5,3	5,2	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	4,2	3,8	5,0	5,3	5,1	5	4,4	4,5	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	5,5	5,3	6,0	6,0	6,2	5,8	5,6	5,9	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	19	19	20	91	24	21	19	21	VP	200	0	0
Metais em solução													
Alumínio - Al	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-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	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	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	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	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	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	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	-0,005	0,030	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	1	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	0
Cobre - Cu	mg/L	0,0100	0,1300	0,0063	0,0470	-0,0050	0,1700	0,0120	0,0120	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,0010	0,0011	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	0,0010	-0,0010	L	0,05	0	0
Ferro total (Fe total)	mg/L	0,73	2,30	0,37	0,37	0,23	2,60	1,00	0,88	L	0,2	8	8
Ferro (II)	mg/L	-	-	0,19	0,22	0,08	0,62	0,45	0,36	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	-	-	0,18	0,14	0,18	1,9	0,58	0,52	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,27	0,25	0,26	0,27	0,24	0,23	0,26	0,18	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,24	0,22	0,21	-0,15	0,2	0,19	0,22	0,23	L	0,40	0	0
Lítio - Li	mg/L	0,020	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,00109	L	1,65	0	0
Manganês - Mn	mg/L	0,036	0,037	0,019	-0,010	-0,010	0,050	0,020	0,019	L	0,05	0	0
Mercúrio - Hg	µg/L	-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	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	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	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	-0,05	-0,002	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,00426	0,00257	-0,05000	0,00450	0,00470	0,00450	0,00460	0,00424	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	0,14	1,00	0,12	0,25	0,09	1,8	0,19	0,16	L	0,05	8	8
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP													
HTP (C10-C40)	µg/L	-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	-	-	0	0
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	18	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-	-	0	1
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-	-	0	0
BTEX													
Benzeno	µg/L	-0,05	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	1	0	1
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	4	0	1
Meta-para-xileno	µg/L	-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	Σ	-	0	0
Tolueno	µg/L	0,06	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	L	7	0	2
Soma BTEX	µg/L	0,06	0,20	0,10	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	3
Soma xileno	µg/L	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-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-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-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	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-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	0
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	70	0	0
1,2-Dibromo-3-cloropropano	µg/L	-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	0
1,2-Diclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	3	0	0
1,2-Dicloroetano	µg/L	-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	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-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	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-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	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	0
2-Clorotolueno	µg/L	-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	0
Bromobenzeno	µg/L	-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	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
c													

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2022 não se registou a presença de nenhum hidrocarboneto acima dos limites de quantificação na água do furo amostrado.

A amostra desta água subterrânea da formação hidrogeológica suspensa é muito pouco mineralizada, com valores de cloreto (Cl^-) e de sódio (Na^+) muito inferiores aos valores típicos da água do aquífero basal (mediana $\text{Cl}^- = 162,5 \text{ mg/L}$ e $\text{Na}^+ = 96,2 \text{ mg/L}$, cf. Quadros *et al.*, 2018). A concentração em fluoreto também é típica das formações suspensas.

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.

Apesar de se ter observado a presença de hidrocarbonetos em campanhas anteriores, observa-se que a maioria das análises apresentam resultados abaixo ou próximos dos limites de quantificação e muito abaixo dos valores estabelecidos noutros países.

4.6.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.30 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2022.

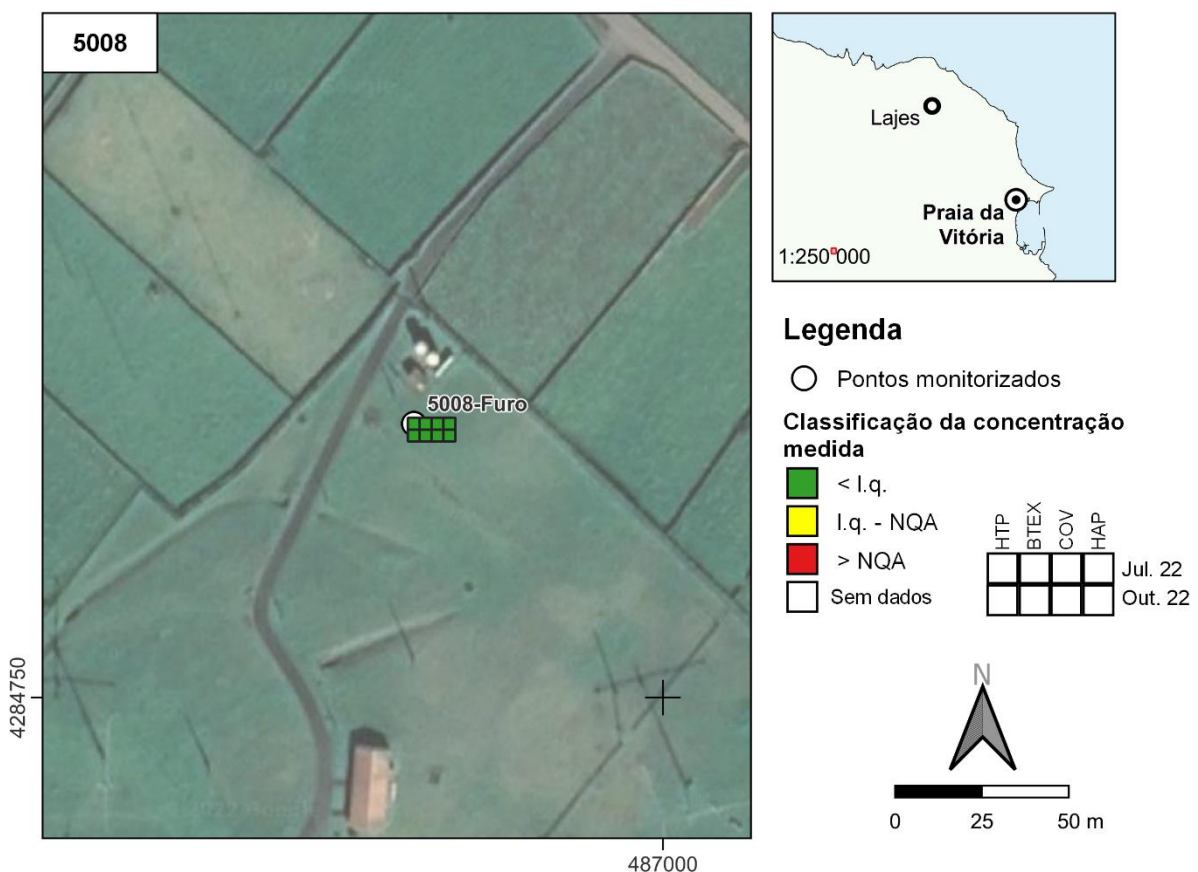


Figura 4.30 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5008 em 2022

Os resultados obtidos nos últimos anos mostram que apenas na campanha de outubro de 2019 se observa a presença de HAP acima dos limiares estabelecidos pela APA, embora em concentrações muito abaixo dos valores de referência estabelecidos noutros países. Atendendo a que todos estes hidrocarbonetos existem nos solos analisados (Leitão, Mota e Antunes, 2019) é possível que a sua presença nas águas resulte de processos de lixiviação.

Com base nos resultados obtidos, mantém-se a sugestão de proceder à monitorização da qualidade da água, remover os solos contaminados até às profundidades de 0,2 a 0,5 m e fazer uma revisão da análise de risco apresentada, atendendo ao uso essencialmente agrícola do local.

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. 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 duas sondagens pelo LREC em 2019 para uma avaliação das condições à data. As amostras de solos analisadas apresentaram diversos resultados 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), propôs-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 incluam toda a zona afetada.

4.7.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

Em 2022, além da modificação do tipo e da posição da vedação, foram removidos pela USAFE cerca de 15 metros cúbicos de solo que estão a ser analisados quanto à presença de contaminantes. Aquando da deslocação ao local, em outubro de 2022, observou-se o preenchimento da zona em que o solo foi removido por "rachão" (basalto britado) e coberto com *tout venant* (brita com granulometria extensa) (cf. Figura 4.31). Foi referido que a espessura desse preenchimento teria entre 50 e 100 cm.

Está prevista a conclusão da obra em 2022.



Figura 4.31 – Foto do Site 5009 em outubro de 2022

Aguarda-se informação sobre os resultados da qualidade dos solos e os trabalhos realizados.

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 4.32). Trata-se do local de apoio à entrada e distribuição de combustível para a ilha através de diversas *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 de esta área ter apresentado solos contaminados por HTP e HAP em diversos locais, a análise do risco não recomendou nenhuma ação de reabilitação com base no argumento de que o local se encontra pavimentado. No entanto, recomenda que a água do porto adjacente à área dos solos impactados por hidrocarbonetos seja monitorizada periodicamente.

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.

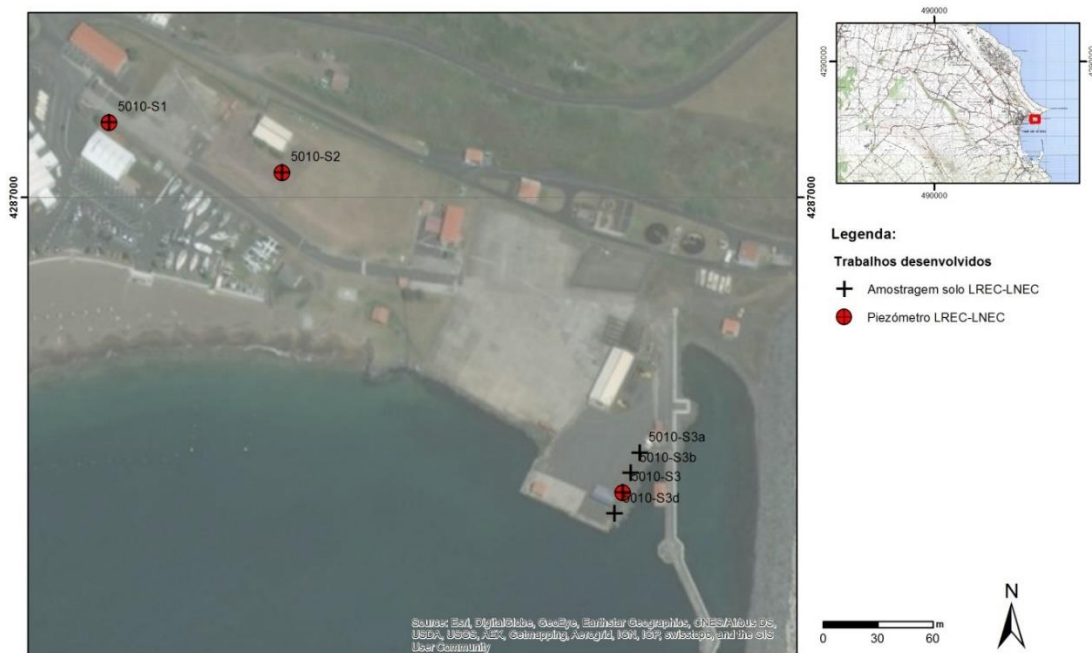


Figura 4.32 – Mapa do Site 5010

Neste relatório apresentam-se os resultados das duas campanhas de recolha de águas subterrâneas para análise química realizadas em 2022.

4.8.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

Não foram realizados trabalhos neste Site em 2022.

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 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Em 2022 não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência de qualidade. Observaram-se valores acima dos limites de quantificação em dois hidrocarbonetos: tolueno (BTEX) e naftaleno (HAP), ambos com valores muito abaixo dos respetivos Limiares (Quadro 4.16).

Nas campanhas realizadas desde 2018 não se registaram HTP nas águas subterrâneas amostradas.

A Figura 4.33 apresenta os resultados das concentrações em BTEX ao longo dos últimos anos, com valor acima do Limiar apenas para os xilenos, em outubro de 2019. Em 2022, observou-se a presença de tolueno no piezómetro 5010-S1.

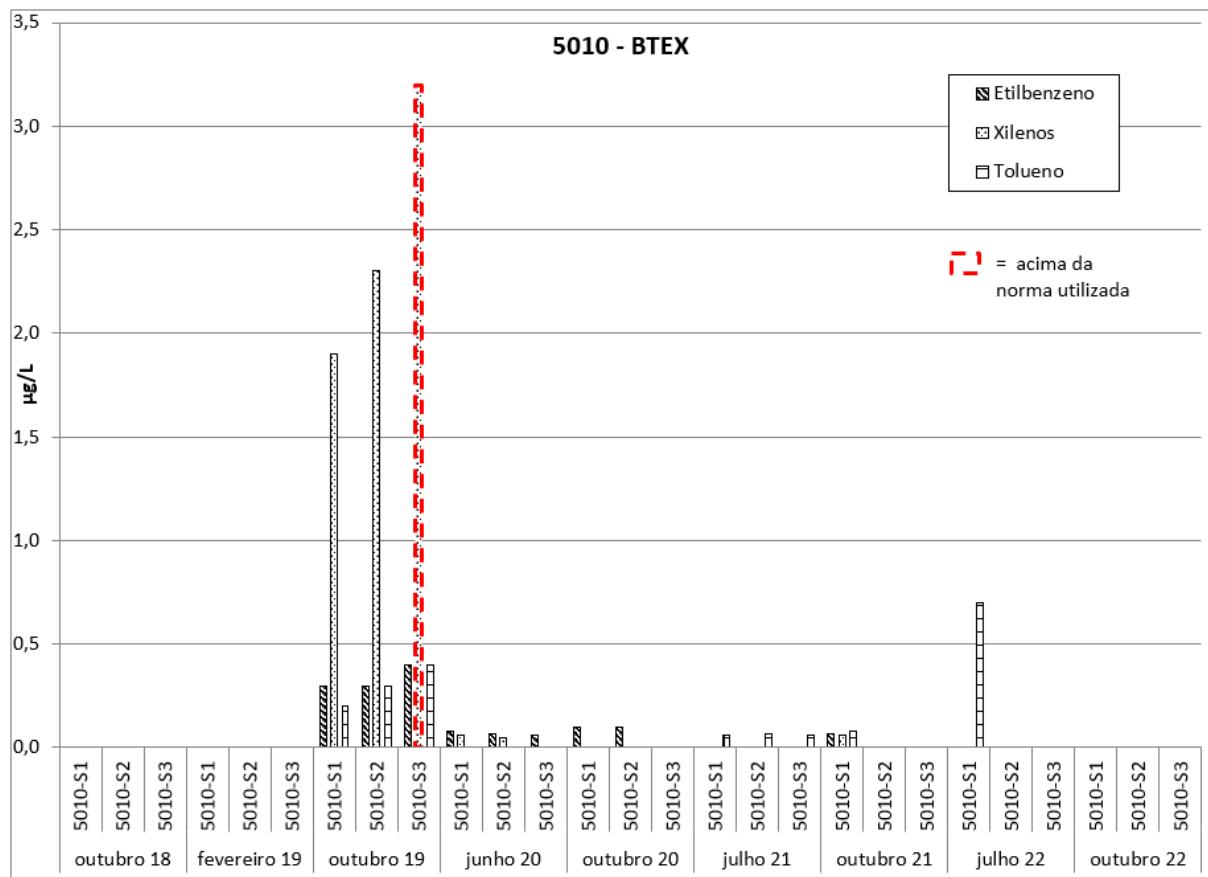


Figura 4.33 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5010

Em 2022 não se observou a presença de COV nas águas amostradas nos três piezómetros. A Figura 4.34 apresenta os resultados dos últimos anos, sem nenhum registo de COV acima dos valores de referência para a qualidade das águas subterrâneas.

Embora em 2022, o único HAP com concentrações acima do limite de deteção tenha sido o naftaleno, na campanha de julho, em anos anteriores houve duas situações em que se mediram concentrações acima dos Limiares estabelecidos pela APA (em diversos casos, também acima dos limites estabelecidos noutros países, Canadá e Holanda) nas campanhas de outubro de 2019 e de 2021 (cf. Figura 4.35), sendo o piezómetro 5010-S3 o que apresenta as maiores concentrações. No relatório

anterior colocou-se a hipótese de haver uma possível justificação para a contaminação mais recente ter a ver com a utilização temporária deste local como *Drive Through* para rastreio de COVID-19, associada aos elevados níveis piezométricos e à permeabilidade do pavimento, facto que não justifica os valores encontrados na água do piezómetro 5010-S3, que se encontra fora do percurso dos carros. Havia obras nos pipelines próximo a este piezómetro na altura da amostragem. Importa manter esta monitorização para analisar a evolução da situação.

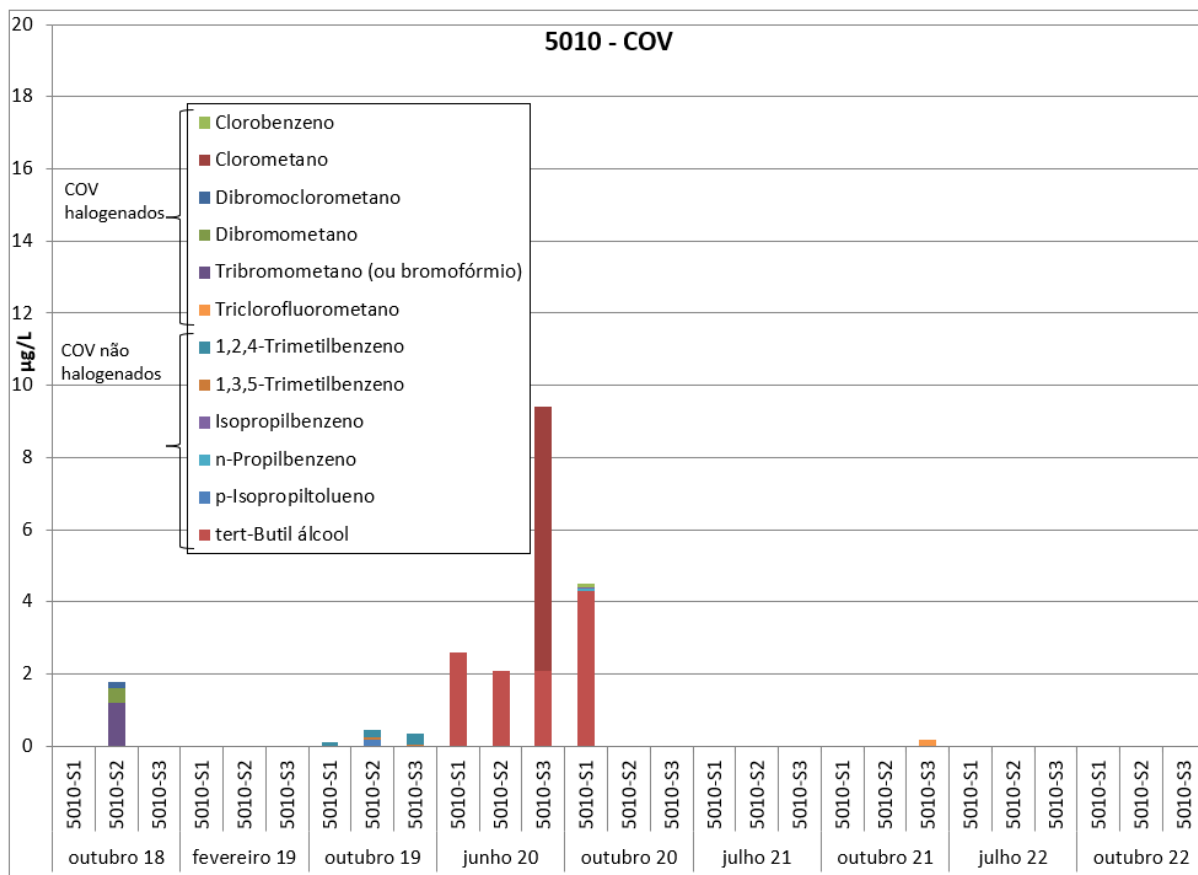


Figura 4.34 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5010

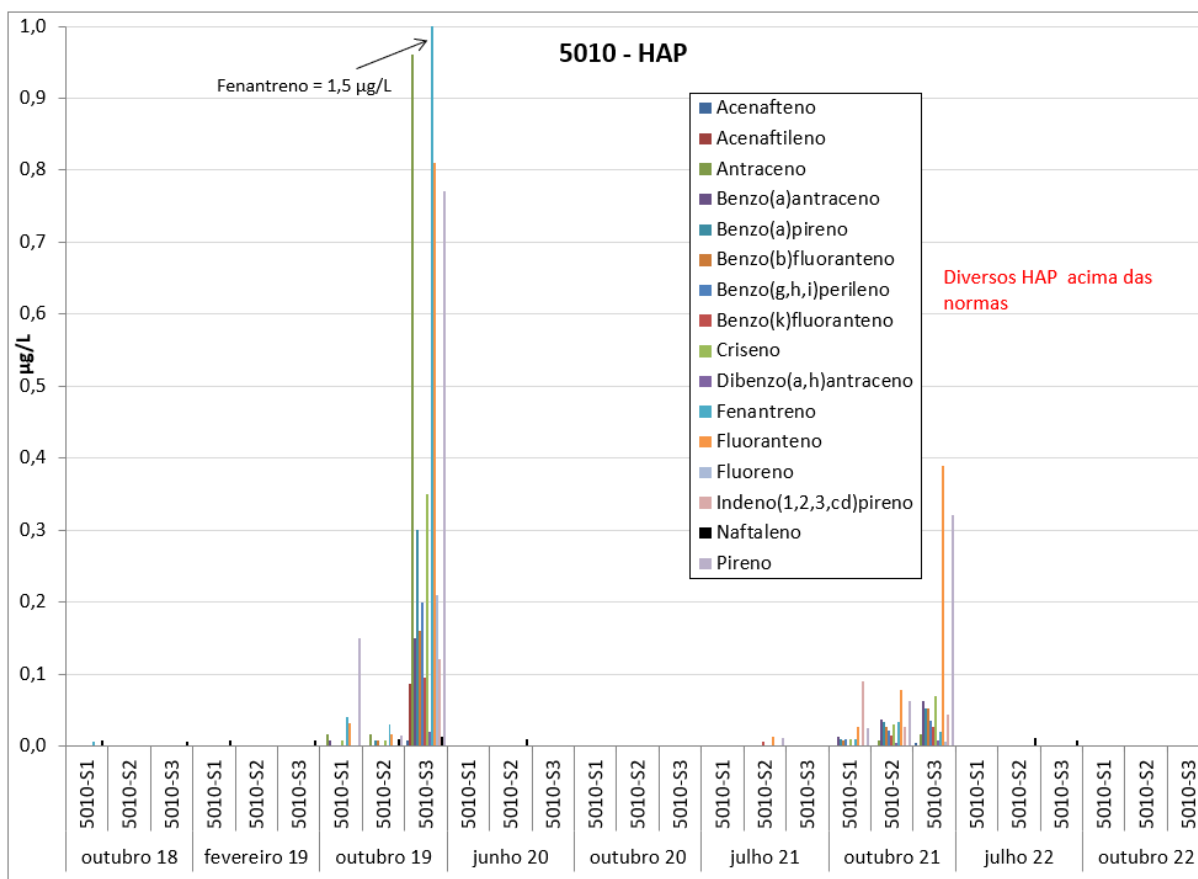


Figura 4.35 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5010

Os valores muito elevados de cloreto, sódio, sulfatos, lítio e de condutividade elétrica no piezômetro 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 4.36 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2022.

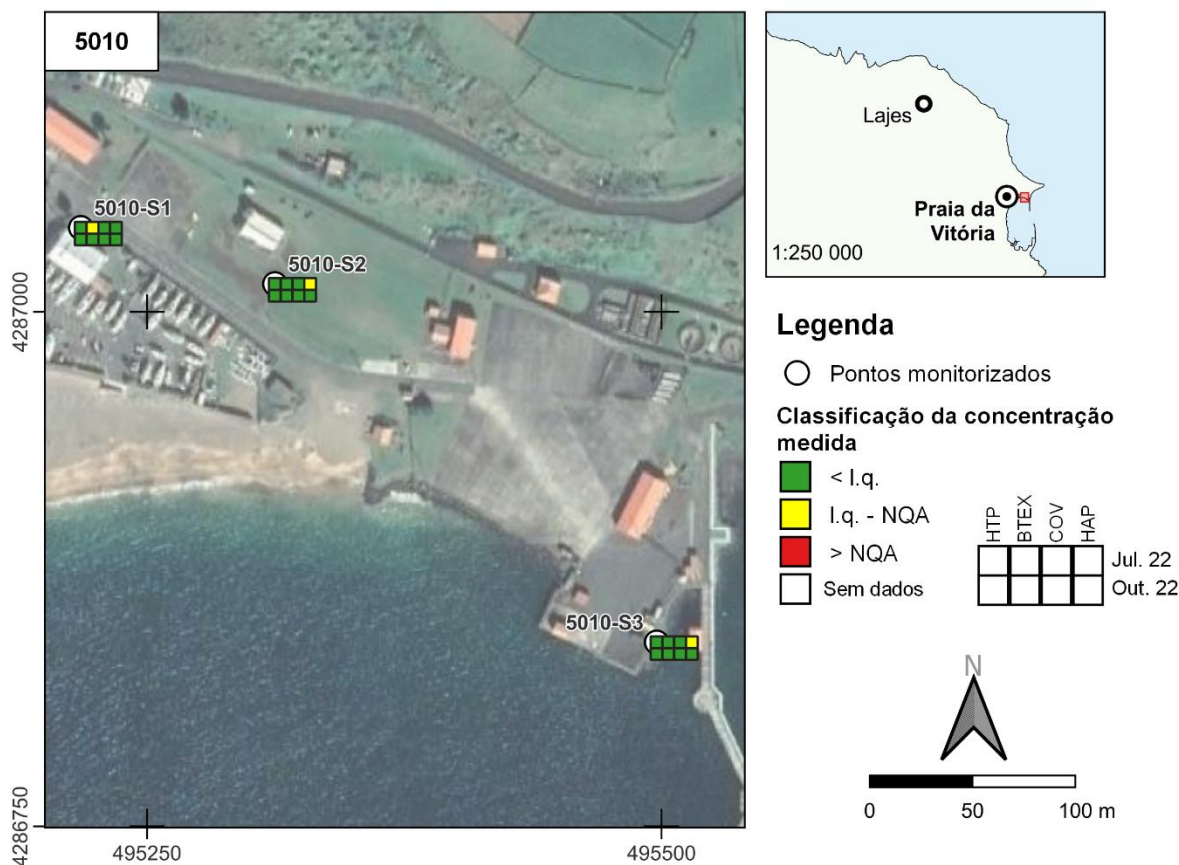


Figura 4.36 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5010 em 2022

Em 2022, não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência de qualidade. As concentrações de HTP e COV nas águas estiveram mesmo abaixo dos limites de quantificação, enquanto a concentração de um BTEX (tolueno) e um HAP (naftaleno) estiveram acima dos limites de quantificação, mas abaixo dos valores de referência de qualidade.

Não obstante, observam-se oscilações na concentração de hidrocarbonetos entre campanhas, o que revela 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 apresentada pelo LNEC abaixo transcrita.

Atendendo ao facto de parte da área pavimentada estar em más condições, permitindo infiltração da água da chuva e arraste de contaminantes existentes nos solos, e considerando a presença de águas subterrâneas do aquífero basal a poucos metros de profundidade e a proximidade do mar, sugere-se que as medidas indicadas na análise do risco apenas para o caso de mudança do uso do local sejam,

desde já, postas em prática. Nelas se incluem a 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.

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, 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 4.37 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.

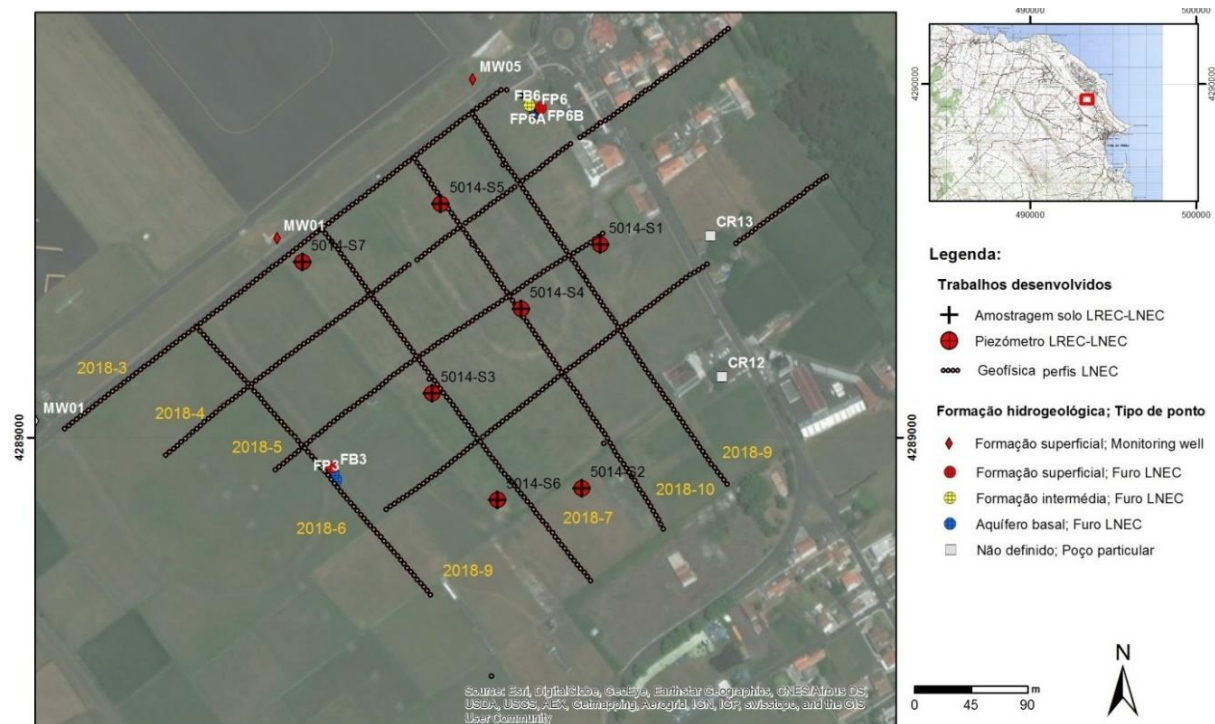


Figura 4.37 – Mapa do Site 5014

4.9.2 Trabalhos efetuados pela USAFE em 2022

4.9.2.1 Projeto para a inertização do pipeline entre a South Tank Farm (STF) e a Base das Lajes

Trata-se do projeto para a inertização do pipeline entre a South Tank Farm (STF) e a Base das Lajes, que atravessa os Sites 5013 e 5014, usando técnicas semelhantes às utilizadas na empreitada do pipeline do Cabrito e Cinder Pit (*TSAX 20-1900 Decommission Inactive Fuel Pipeline*). É um projeto que foi recentemente ratificado.

O LNEC considera ser uma iniciativa muito positiva e que vai de encontro às recomendações de efetivar medidas para reabilitar o Site 5014 sugeridas. Terá de haver cuidados, de um modo geral, para evitar qualquer derrame de combustível durante os trabalhos, especialmente no troço do pipeline que passa junto ao furo de abastecimento do Juncal 2 (ocasionalmente usado).

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 2022 e o Quadro 4.19 apresenta os resultados relativos a outubro de 2022.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 4.19 – Resultados das análises químicas de amostras de água recolhidas no Site 5014, em outubro de 2022

Parâmetro	Referência Lab	13205965	13205966	13205967	13205969	13205968	13205970	13205828	13205829	Norma	Valor	N.º ocorrências acima do valor	N.º ocorrências acima do limite de quantificação
		5014-S1	5014-S2	5014-S3	5014-S4	5014-S5	5014-S6	5014-S7	5014-CR12				
		Outubro 22											
Data amostragem		30-10-2022	02-11-2022	30-10-2022	02-01-1900	02-11-2022	30-10-2022	30-10-2022	29-10-2022				
In situ													
Temperatura	°C	17,4	17,9	17,2	17,2	17,5	16,9	16,9	18,1	-	-	-	-
pH	Sorensen	7,6	7,45	6,86	7,65	7,54	7,69	6,96	7,68	LQ e L	5,5, 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	652	582	398	456	756	1081	415	587	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	111,3	221,8	12,8	180,8	-53,0	-105,0	175,0	199,4	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	3,07	4,44	4,98	2,99	1,70	5,20	5,06	5,45	-	-	-	-
Parâmetros agregados													
Índice de fenóis	mg/L	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	0,0270	-0,0010	-0,0010	Canadá	0,89	0	1
Iões maiores													
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	350	300	160	220	280	660	170	310	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Clorato - Cl	mg/L	57	59	32	51	69	140	56	38	L	250	0	0
Nitrato - NO ₃	mg/L	2,1	2,6	10,0	1,3	0,2	0,1	1,9	18,0	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	21	11	13	12	18	2	21	23	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	60	40	14	42	53	80	25	66	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	22	18	9	15	24	28	13	14	-	-	0	0
Potássio - K	mg/L	13	13	7	8	24	24	6	22	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	50	59	49	40	49	100	53	43	VP	200	0	0
Metais em solução													
Alumínio - Al	mg/L	0,91	0,24	-0,10	1,00	0,37	0,89	0,19	-0,10	L	0,2	5	
Antimónio - Sb	mg/L	-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	L	0,01	0	0
Bário - Ba	mg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,059	-0,05	-0,05	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	Canadá	0,004	0	0
Boro - B	mg/L	-0,1	-0,1	-0,1	0,13	-0,1	0,12	-0,1	-0,1	L	2,4	0	0
Cádmio - Cd	mg/L	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	0,00074	-0,0004	-0,0004	L	0,005	0	0
Chumbo - Pb	mg/L	0,009	-0,005	0,011	0,026	0,015	0,028	-0,005	-0,005	L	0,01	4	
Cobalto - Co	mg/L	-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	0,0064	-0,005	-0,005	0,0088	0,008	0,012	-0,005	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	0,0038	-0,001	-0,001	L	0,05	0	0
Ferro - Fe	mg/L	0,93	0,12	35,00	0,23	1,60	29,00	0,35	-0,05	L	0,2	6	
Ferro (II)	mg/L	0,26	0,13	27,00	0,11	1,50	30,00	0,12	-0,05	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	0,67	-0,05	7,60	0,12	0,11	-0,05	0,23	-0,05	-	-	0	0
Fluoreteto - F	mg/L	0,83	0,73	0,46	0,56	0,61	0,30	0,38	0,78	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	0,25	-0,15	-0,15	1,30	0,95	17,00	-0,15	0,63	L	0,40	4	
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,002	0,000	L	1,65	0	0
Manganés - Mn	mg/L	2,00	2,00	4,80	0,14	0,60	1,70	4,50	-0,01	L	0,05	7	
Mercurio - Hg	µg/L	-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	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	Canadá	0,007	0	0
Níquel - Ni	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,007	-0,005	-0,005	L	0,02	0	0
Selénio - Se	mg/L	-0,0009	0,0013	-0,0009	0,0032	-0,0009	-0,0009	0,0050	0,0050	L	0,03	0	0
Tálio - Tl	mg/L									Canadá	0,002	0	0
Titânio - Ti	mg/L	0,033	-0,005	-0,005	0,006	0,029	0,014	-0,002	-0,002	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,00118	0,00057	0,00127	Canadá	0,0062	0	0
Zinco - Zn	mg/L	0,036	0,010	0,025	0,025	0,055	0,380	0,033	0,056	L	0,05	3	
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP													
HTP (C10-C40)	µg/L	-38	-38	170	-38	-38	160	-38	-38	L	10	2	2
HTP (C10-C12)	µg/L	-10	-10	98	-10	-10	12	-10	-10	-	-	2	2
HTP (C12-C16)	µg/L	-10	-10	50	-10	-10	16	-10	-10	-	-	2	2
HTP (C16-C21)	µg/L	-10	-10	11	-10	-10	14	-10	-10	-	-	2	2
HTP (C21-C30)	µg/L	-15	-15	-15	-15	-15	61	-15	-15	-	-	1	1
HTP (C30-C35)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	31	-10	-10	-	-	1	1
HTP (C35-C40)	µg/L	-10	-10	-10	-10	-10	14	-10	-10	-	-	1	1
BTX													
Benzeno	µg/L	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	2,50	-0,05	-0,05	L	1	1	1
Etilbenzeno	µg/L	-0,05	-0,05	0,90	-0,05	-0,05	1,30	-0,05	-0,05	L	4	0	2
Meta-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	0,10	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	1
Orto-xileno	µg/L	-0,05	-0,05	0,08	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	Σ	-	0	1
Tolueno	µg/L	2,70	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	45,00	-0,05	-0,05	L	7	1	2
Soma BTX	µg/L	2,70	0,00	1,08	0,00	0,00	48,80	0,00	0,00	-	-	0	3
Xilenos	µg/L	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	L	2,4	0	1
Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados													
1,1,1,2-Tetracloreto	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-Tetracloreto	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	4,7	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	5	0	0
1,1-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
1,1-Dicloroeteno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
1,1-Dicloropropileno	µg/L	-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	0
1,2,3-Tricloropropano	µg/L	-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	0,66	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	1	1
1,2,4-Triclorobenzeno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	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	0
1,2-Dibromoetano (EDB)	µg/L	-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	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	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	0
1,3,5-Triclorobenzeno	µg/L	-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	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-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	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	0
2-Clorotolueno	µg/L	-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	0
Bromobenzeno	µg/L	-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	0
Bromodiodrometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-	-	0	0
Bromometano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	16	0	0
cis-1,2-Dicloroetano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	0,89	0	0
cis-1,3-Dicloropropileno	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	Canadá	1,6	0	0
cis+trans 1,2													

Em 2022, embora com oscilações assinaláveis entre as duas campanhas, registou-se a presença de diversos hidrocarbonetos (HTP, BTEX e HAP) acima dos valores de referência.

A Figura 4.38 apresenta os resultados obtidos para os HTP ao longo dos últimos anos, onde é possível verificar que os piezómetros 5014-S3 e 5014-S6 são os que apresentam maiores concentrações, embora com oscilações assinaláveis entre campanhas. Com o novo limiar de 10 µg/L (cf. Quadro 3.1), todas as concentrações observadas ultrapassam sempre esse valor.

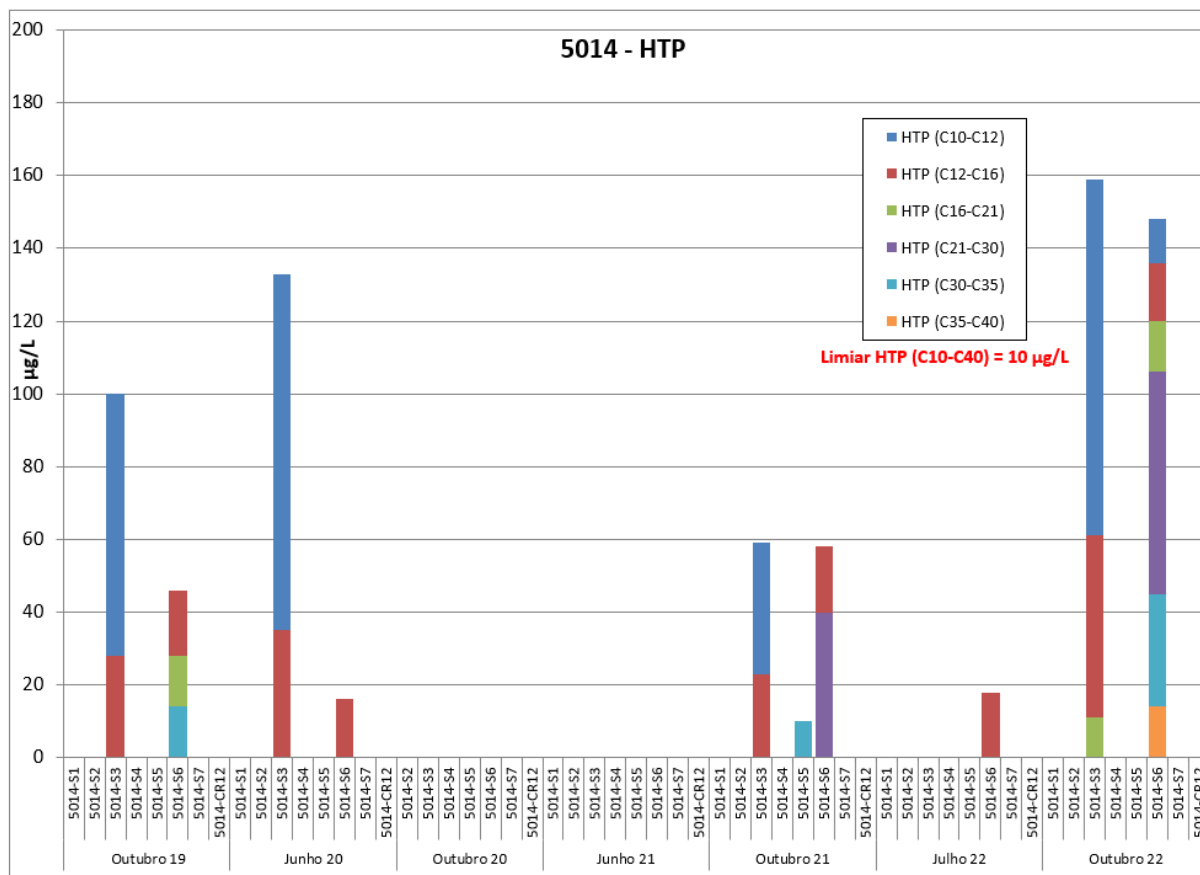


Figura 4.38 – Concentrações em HTP nas águas subterrâneas do Site 5014

As concentrações em BTEX nas águas amostradas em outubro de 2022 apresentam concentrações superiores aos Limiares estabelecidos para o benzeno e o tolueno no piezómetro 5014-S6, como já havia acontecido em outubro de 2021 (Figura 4.39). O tolueno surgiu acima do Limiar estabelecido pela APA e também acima da norma do Canadá (24 µg/L, T2 - standards para zonas com águas subterrâneas potáveis, cf. Quadro 3.1). 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 prevê seja inertizado nos próximos tempos (cf. secção 4.9.2.1). A presença esporádica deve-se a condições mais ou menos favoráveis à sua volatilização ou solubilização.

Em 2022, como em 2021, os COV encontrados apresentaram concentrações abaixo dos valores de referência, quando estes existem (Quadro 4.18 e Figura 4.40).

Análise dos resultados da monitorização de águas subterrâneas realizada em 2022 e pareceres sobre projetos ou estudos promovidos pela USAFE

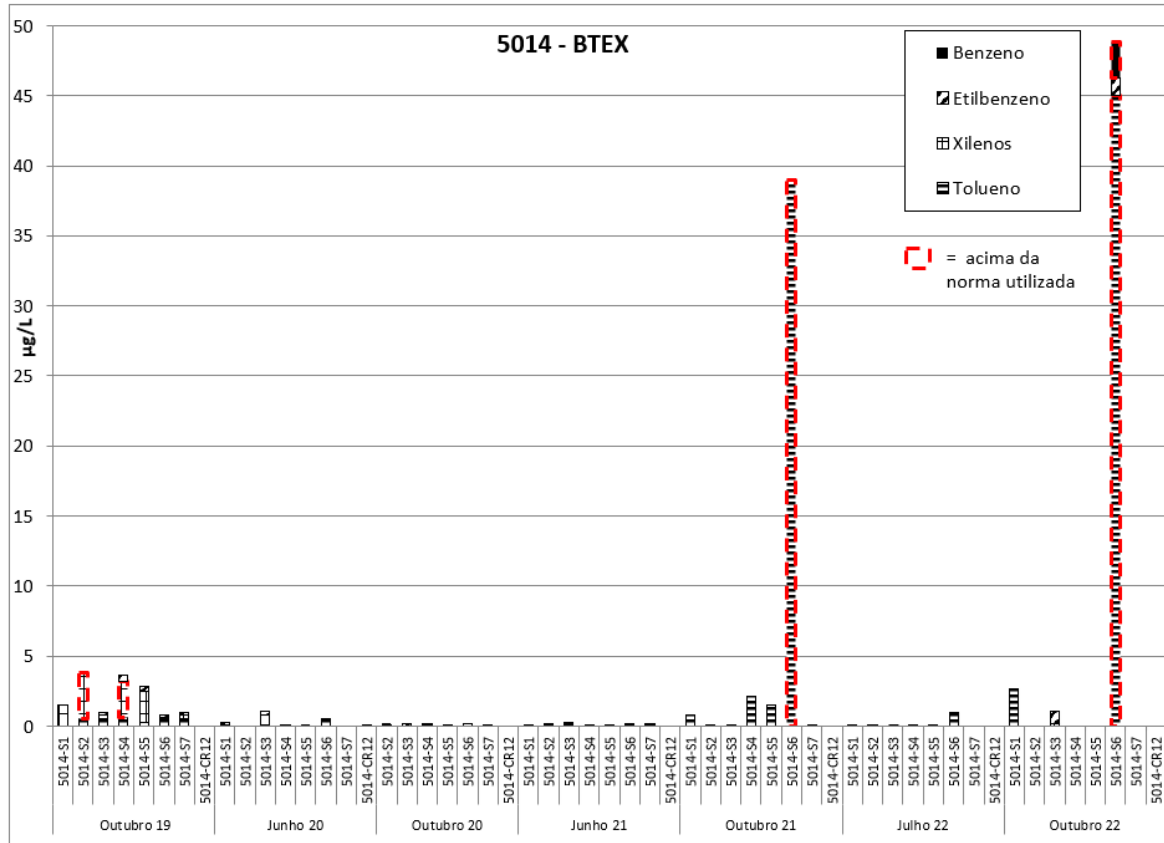


Figura 4.39 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas do Site 5014

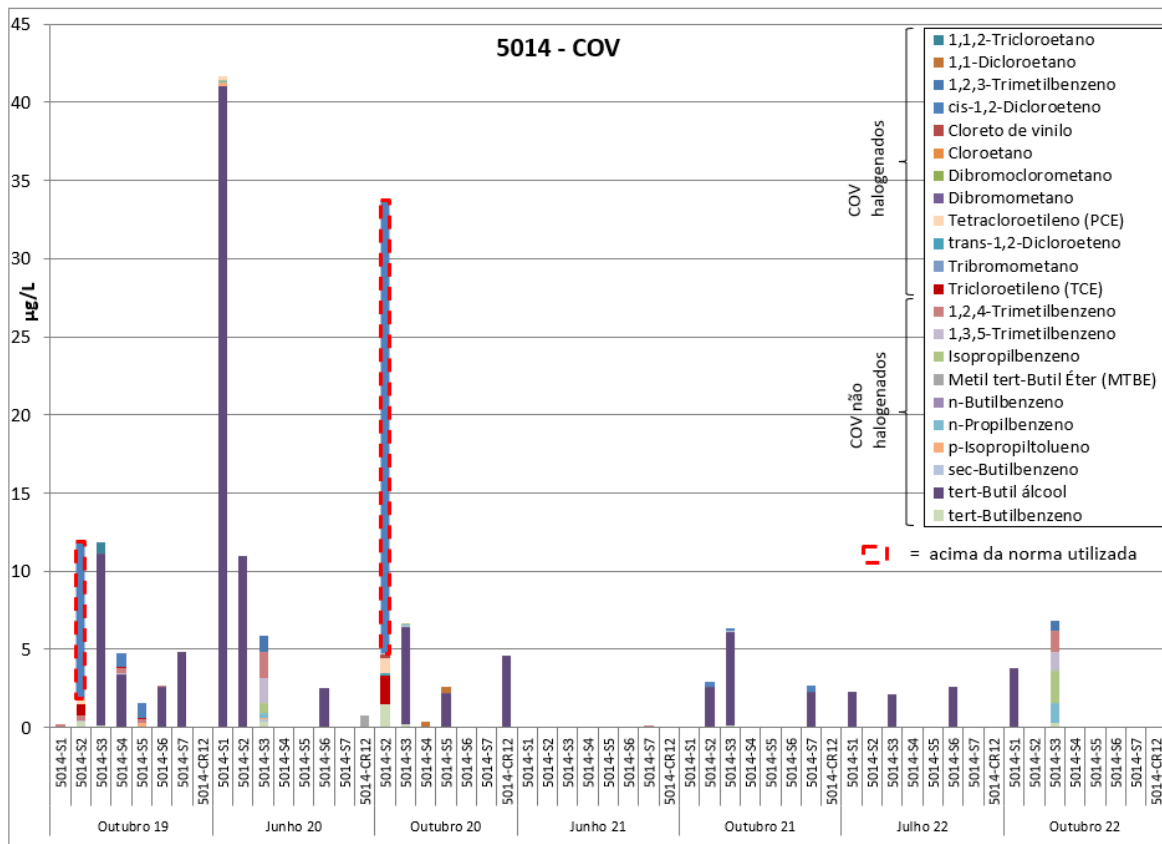


Figura 4.40 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas do Site 5014

Há diversos COV que voltam a ressurgir no piezómetro 5014-S3, mostrando a sua presença nos solos envolventes.

Em relação aos HAP há diversos compostos com valores bastante acima dos Limiares (Quadro 4.18) e superiores aos valores de referência utilizados noutros países (Canadá) no caso do benzo(a)pireno. É, novamente, o piezómetro 5014-S3 aquele que apresenta valores mais elevados, o que se crê estar associado à proximidade com o antigo *pipeline*.

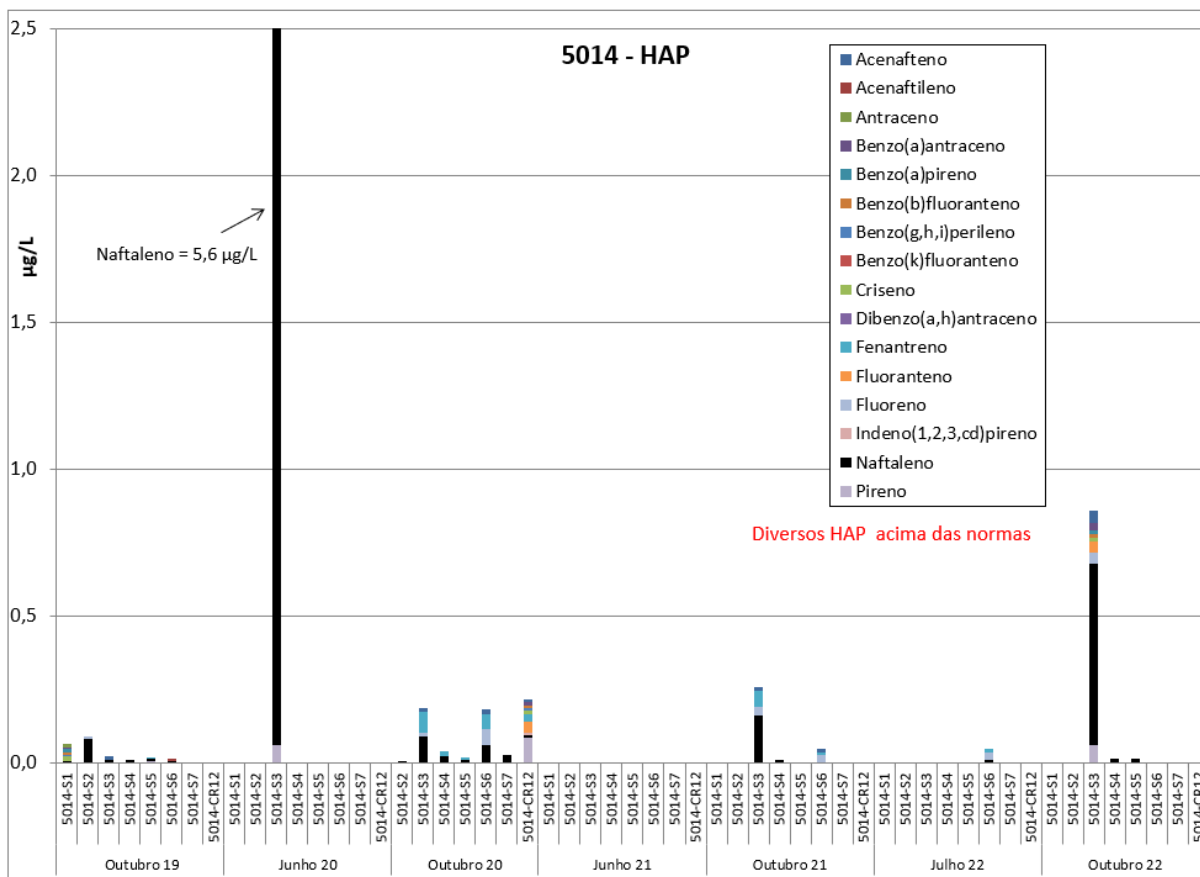
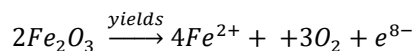


Figura 4.41 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas do Site 5014

Os piezómetros 5014-S3 e 5014-S6 junto ao antigo *pipeline* apresentaram solos contaminados com hidrocarbonetos (Leitão, Mota e Antunes, 2019) sendo, por isso, aqueles onde as águas subterrâneas estão contaminadas e onde se observam geralmente Eh (potencial oxidação-redução) menores (cf. Quadro 4.19), típico de ambientes redutores resultantes do consumo de oxigénio pelos microrganismos que degradam os hidrocarbonetos.

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. Na segunda campanha de 2022 registaram-se também valores elevados de Zn. O Fe apresenta valores muito elevados nas águas dos piezómetros 5014-S3 e 5014-S6, na forma de Fe²⁺, possivelmente como resultado da degradação do

próprio *pipeline* que, devido às condições redutoras (induzidas pelo consumo de oxigénio usado pelas bactérias para a biodegradação dos hidrocarbonetos) provocam a reação:



O Fe surge, assim, essencialmente na forma Fe^{2+} (cf. Quadro 4.19) e o oxigénio é consumido na biodegradação.

4.9.5 Conclusões e recomendações

A Figura 4.42 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2022.

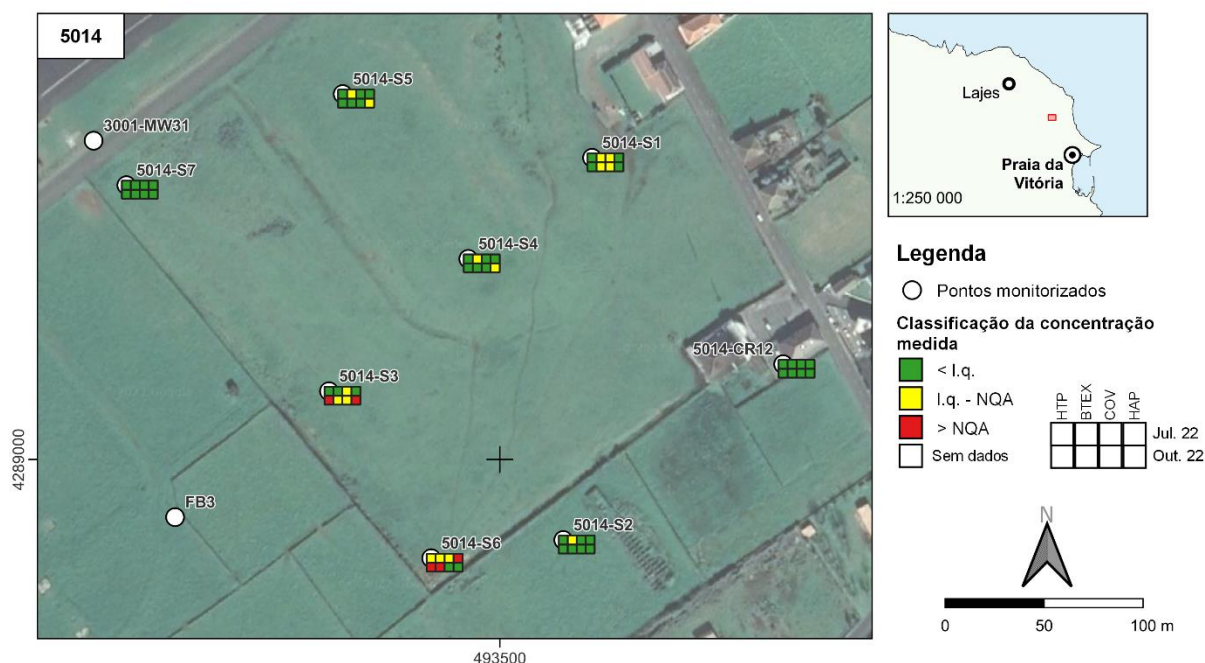


Figura 4.42 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas do Site 5014 em 2022

Em 2022, no Site 5014 observou-se a presença de contaminação com valores acima dos valores de referência em várias classes de hidrocarbonetos, tal como registado em campanhas anteriores.

Está em projeto a inertização do *pipeline* que atravessa este local esperando-se, se for esse o caso, conter a fuga de combustível que aparenta estar a ocorrer junto ao piezómetro 5014-S3 (Leitão, Mota e Antunes, 2019). O facto de esta área poder ser uma área de recarga preferencial, atendendo à acumulação da água de precipitação em diversas depressões de terreno existentes neste local, favorece a infiltração de água através de solos poluídos (provenientes do Site 5001, cf. secção 4.9.1), pelo que se sugere que sejam tomadas medidas para minimizar esse efeito e caracterizar com maior pormenor a contaminação deste Site.

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. O número de furos em análise tem vindo a aumentar, face aos resultados obtidos e, nas últimas campanhas, decidiu-se que as águas subterrâneas de todos os furos disponíveis no aquífero basal seriam objeto de monitorização (cf. Figura 4.43), complementando assim as análises que vêm sendo feitas pela Praia Ambiente nos furos de captação.

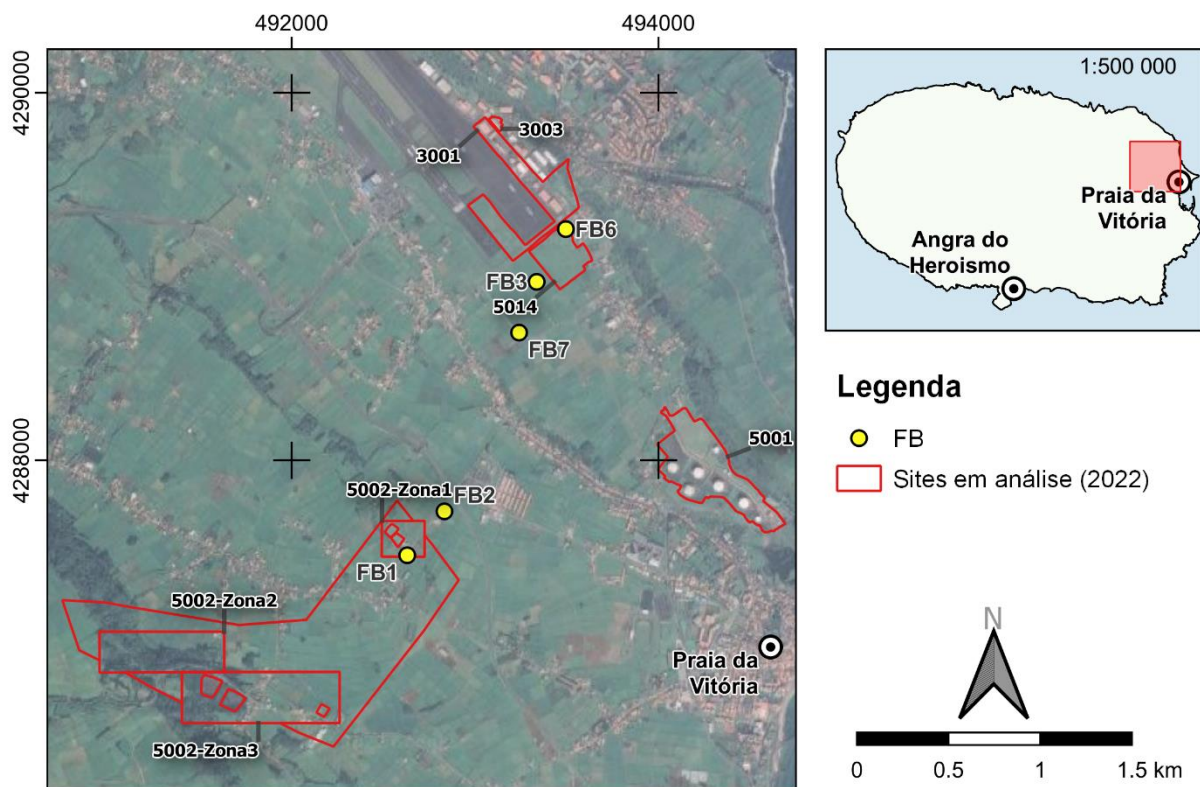


Figura 4.43 – Mapa da localização dos furos do aquífero basal (FB)

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 2022.

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

Referência Lab	12865956	12863909	12864044	12864042	12864043	13205628	13205964	13205832	13205830	13205831					
	julho 22														
	outubro 22														
Designação local	FB1	FB2	FB3	FB6	FB7	FB1	FB2	FB3	FB6	FB7					
Data amostragem	06-07-2022	03-07-2022	03-07-2022	03-07-2022	03-07-2022	30-10-2022	30-10-2022	30-10-2022	30-10-2022	30-10-2022					
Parâmetro	Unidade										Norma	Valor	N.º ocorrências acima da norma	N.º ocorrências acima do limite de quantificação	
In situ															
Temperatura	oC	19,0	18,8	18,9	19,6	19,9	18,6	18,3	19,2	18,4	20,2	-	-	-	-
pH	Sorenson	7,41	7,20	7,19	7,21	7,34	7,37	7,63	7,20	7,32	7,18	LQ e L	5,5; 9	0	0
Condutividade eléctrica	µS/cm (20°C)	748	615	634	400	841	710	467	1145	573	1426	LQ e L	2500	0	0
Potencial redox (Eh)	mV	215,0	197,0	178,0	192,0	172,0	181,5	192,0	198,2	226,6	221,3	-	-	-	-
Oxigénio dissolvido	mg/L	6,18	5,04	4,53	4,13	4,42	6,12	6,16	6,33	3,35	5,19	-	-	-	-
Parâmetros agregados															
Índice de fenóis	mg/L	0,0010	-0,0010	0,0013	0,0011	0,0018	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	Canadá	0,89	0	4
Iões maiores															
Bicarbonato - HCO ₃	mg/L	65	86	150	87	180	65	84	150	90	180	-	-	0	0
Carbonato - CO ₃	mg/L	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-	-	0	0
Cloreto - Cl	mg/L	200	110	300	65	370	200	140	310	68	370	L	250	4	4
Nitrato - NO ₃	mg/L	23,00	31,00	26,00	7,70	25,00	22,00	29,00	23,00	8,80	24,00	NQ	50	0	0
Sulfato - SO ₄	mg/L	28,0	19,0	38,0	20,0	50,0	28,0	22,0	37,0	24,0	46,0	L	250	0	0
Cálcio - Ca	mg/L	23,0	19,0	28,0	8,3	39	23,0	21,0	28,0	9,6	41	-	-	0	0
Magnésio - Mg	mg/L	17,0	12,0	30,0	7,1	34	17,0	14,0	28,0	7,6	33	-	-	0	0
Polássio - K	mg/L	6,2	5,2	9,9	11,0	10	6,3	5,7	11,0	12,0	11	-	-	0	0
Sódio - Na	mg/L	98,0	47,0	160,0	50,0	190	96,0	63,0	150,0	56,0	190	VP	200	0	0
Metais em solução															
Alumínio - Al	mg/L	0,49	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	0,14	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	L	0,2	1	1
Antímónio - 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	0,015	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	L	0,01	1	1
Bário - Ba	mg/L	0,055	-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	0,003	-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	0,11	-0,10	0,12	-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	-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	0,077	-0,003	-0,003	-0,003	0,004	0,013	0,005	-0,003	-0,003	-0,003	Canadá	0,0038	4	4
Cobre - Cu	mg/L	0,960	0,018	-0,005	-0,005	0,011	0,061	0,018	-0,005	-0,005	-0,005	L	2	0	0
Crómio - Cr	mg/L	17,0	0,200	0,1	0,0	0,550	0,910	0,210	0,1	0,0	0,046	L	0,05	7	7
Ferro - Fe	mg/L	52,00	24,00	0,14	0,06	3,40	6,60	5,10	1,30	1,60	0,56	L	0,2	8	8
Ferro (II)	mg/L	0,62	0,48	0,09	-0,05	0,29	0,26	0,22	0,13	0,15	0,14	-	-	0	0
Ferro (III)	mg/L	52,00	24,00	0,05	-0,05	3,10	6,30	4,90	1,20	1,50	0,42	-	-	0	0
Fluoreto - F	mg/L	0,12	0,16	0,42	0,93	-0,50	0,14	0,14	0,49	0,99	0,42	L	1,5	0	0
Fosfato - PO ₄	mg/L	10,00	-0,15	0,76	1,40	1,20	1,00	-0,15	0,77	1,40	0,37	L	0,40	7	7
Lítio - Li	mg/L	-0,005	-0,005	-0,005	-0,005	0,009	0,001	-0,005	0,001	0,001	0,004	L	1,65	0	0
Manganés - Mn	mg/L	0,74	0,02	-0,01	0,58	0,0	0,13	0,05	-0,01	0,62	0,0	L	0,05	4	4
Mercúrio - Hg	µg/L	-0,050	-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	0,3000	0,1500	0,0080	0,0050	0,0440	0,1800	0,0086	0,0065	0,0360	0,0360	Canadá	0,07	3	3
Níquel - Ni	mg/L	0,630	1,300	0,021	-0,005	0,450	0,094	1,900	0,021	-0,005	0,340	L	0,02	8	8
Selénio - Se	mg/L	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-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	0,019	0,010	-0,002	-0,002	-0,002	0,003	0,011	-0,002	0,004	-0,002	-	-	0	0
Vanádio - V	mg/L	0,0863	0,0133	0,0194	0,0004	0,0337	0,0257	0,0160	0,0158	0,0006	0,0144	Canadá	0,0062	8	8
Zinco - Zn	mg/L	0,010	-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	-38	L	10	0	0
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	-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	-	-	0	0
HTP (C35-C40)	µg/L	-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	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	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	-0,05	-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	-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	-0,05	L	7	0	0
Soma BTEX	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	0	0
Soma xilenos	µg/L	0,00	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	-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
1,1,1,2-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	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	-0,2	-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	-0,1	-	-	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	-0,1	-	-	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	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	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	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	-0,1	-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	-0,1	-	-	0	0
1,3-Dicloropropano	µg/L	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0									

Página intencionalmente deixada em branco

Nas campanhas de 2022, as concentrações de hidrocarbonetos nas águas subterrâneas apresentaram valores inferiores aos limites de quantificação para HTP, BTEX e HAP e inferiores aos valores de referência para dois COV (TCE e tert-butil álcool).

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. Note-se que o Limiar apenas foi estabelecido em 2021 pela APA, sendo o valor anterior usado de 75 µg/L (norma do Canadá).

Em 2022 as concentrações em BTEX nas águas foram inferiores aos limites de quantificação. Apenas nas campanhas de outubro de 2019 e 2020 foi registada a presença de etilbenzeno e tolueno, no caso da primeira, com valores abaixo dos Limiares estabelecidos (cf. Figura 4.44).

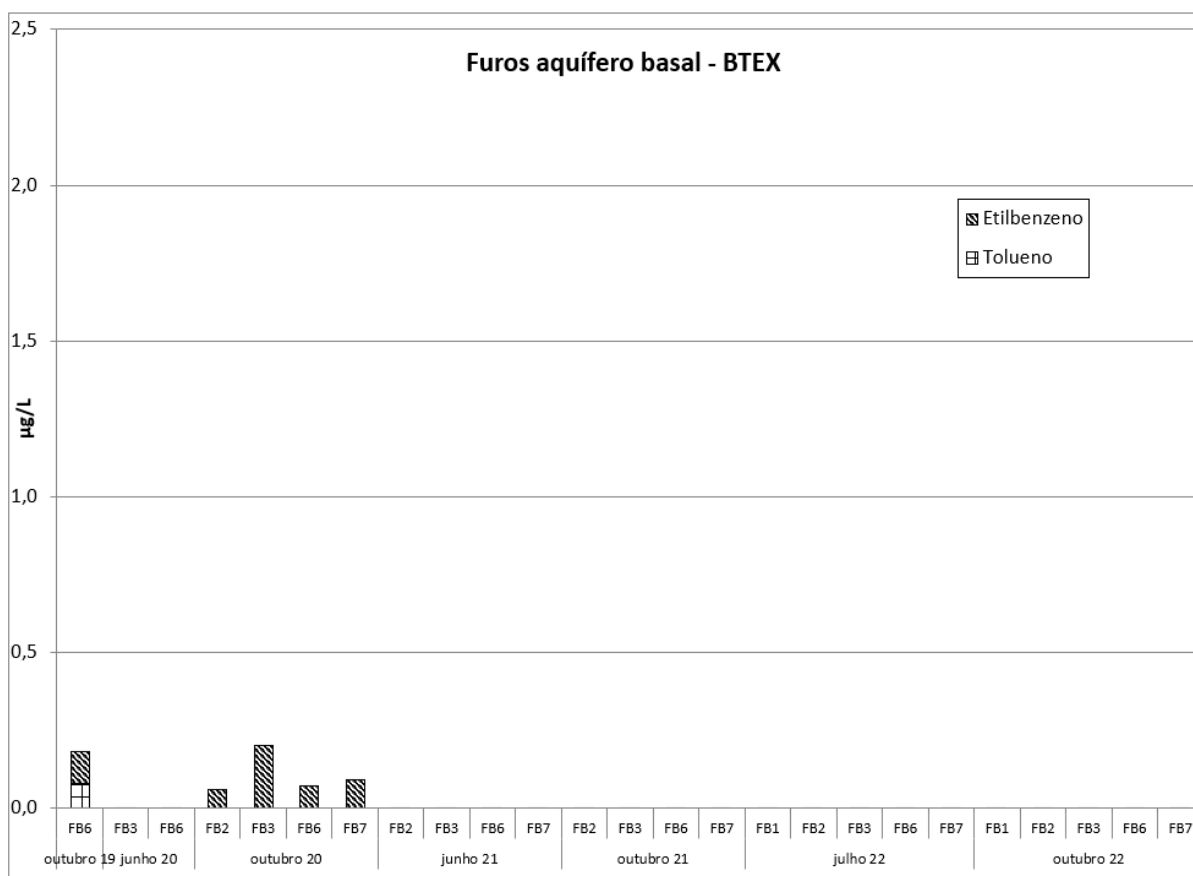


Figura 4.44 – Concentrações em BTEX nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

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 4.45). Crê-se que esta contaminação resulta da proximidade ao furo 3001-MW30 que apresenta valores muito elevados de TCE (Figura 4.5). Há outros COV, como o tert-butil álcool, entre outros, que têm surgido nalgumas campanhas, cujas concentrações estão abaixo dos valores de referência, quando existem.

A concentração em HAP em 2022, tal como em 2021, foi inferior aos Limiares. Os HAP que foram os únicos compostos que apresentaram concentrações na água acima dos Limiares (Quadro 3.1), em campanhas realizadas até outubro de 2020, embora inferiores aos valores de referência utilizados noutros países (Canadá e Holanda).

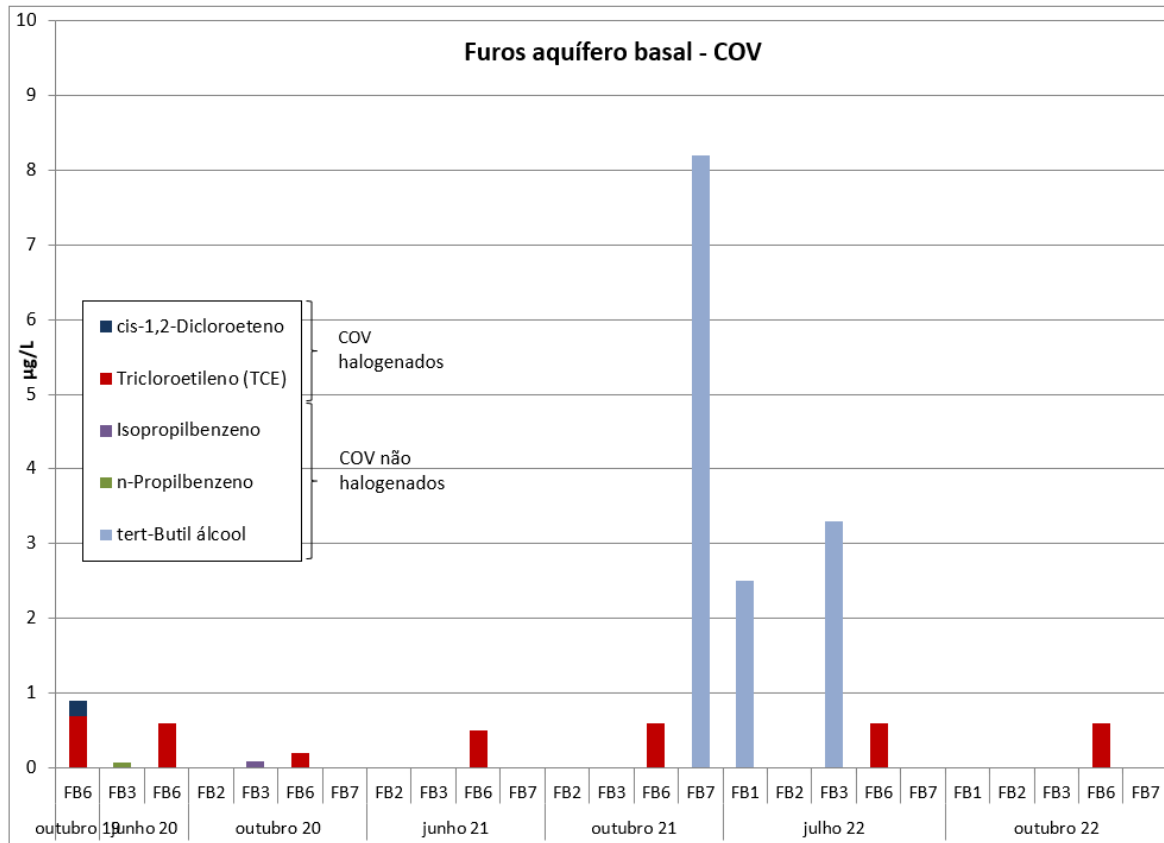


Figura 4.45 – Concentrações em COV nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

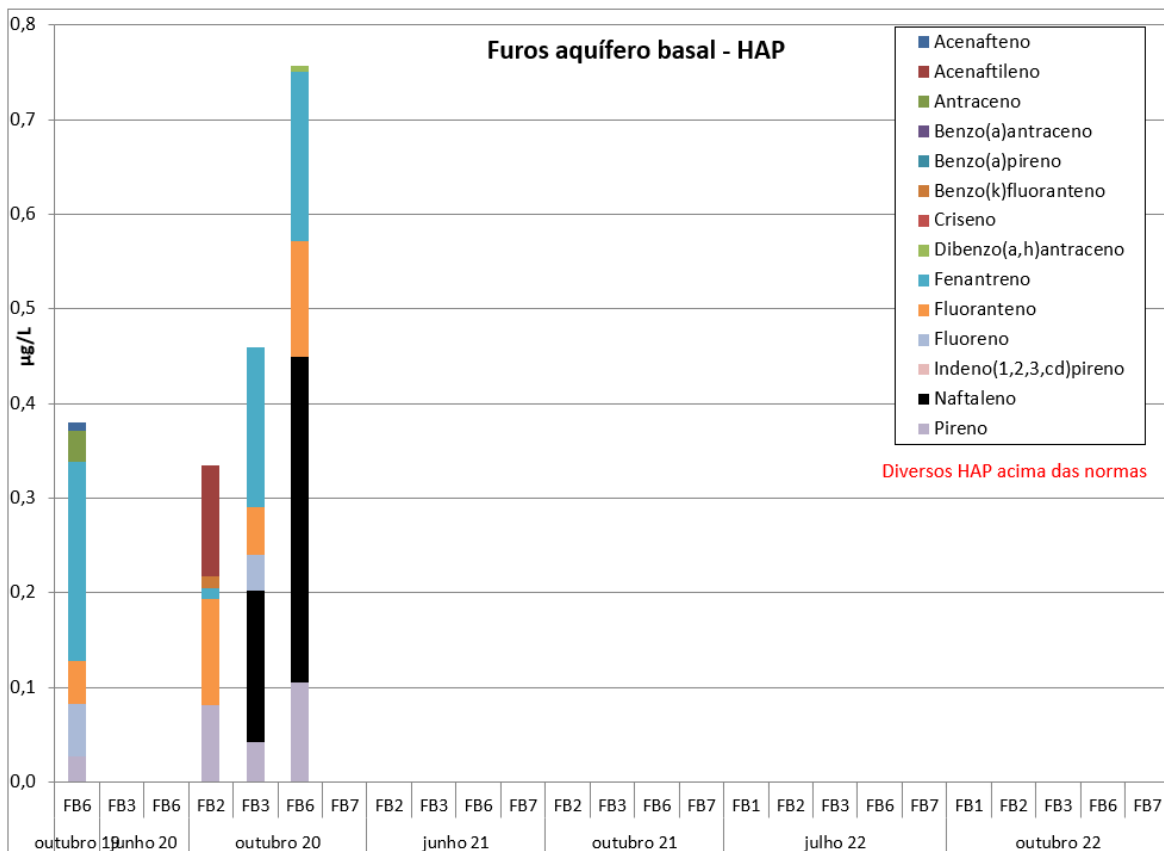


Figura 4.46 – Concentrações em HAP nas águas subterrâneas dos furos do aquífero basal

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. Observa-se, contudo, uma oscilação assinalável entre campanhas e entre furos, p.e. da concentração em ferro na sua forma insolúvel que poderá ter a ver com a presença de nódulos de ferro no material vulcânico. Será analisada em maior profundidade esta questão, atendendo aos resultados de novas campanhas.

4.10.4 Conclusões e recomendações

A Figura 4.47 apresenta uma síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2022.

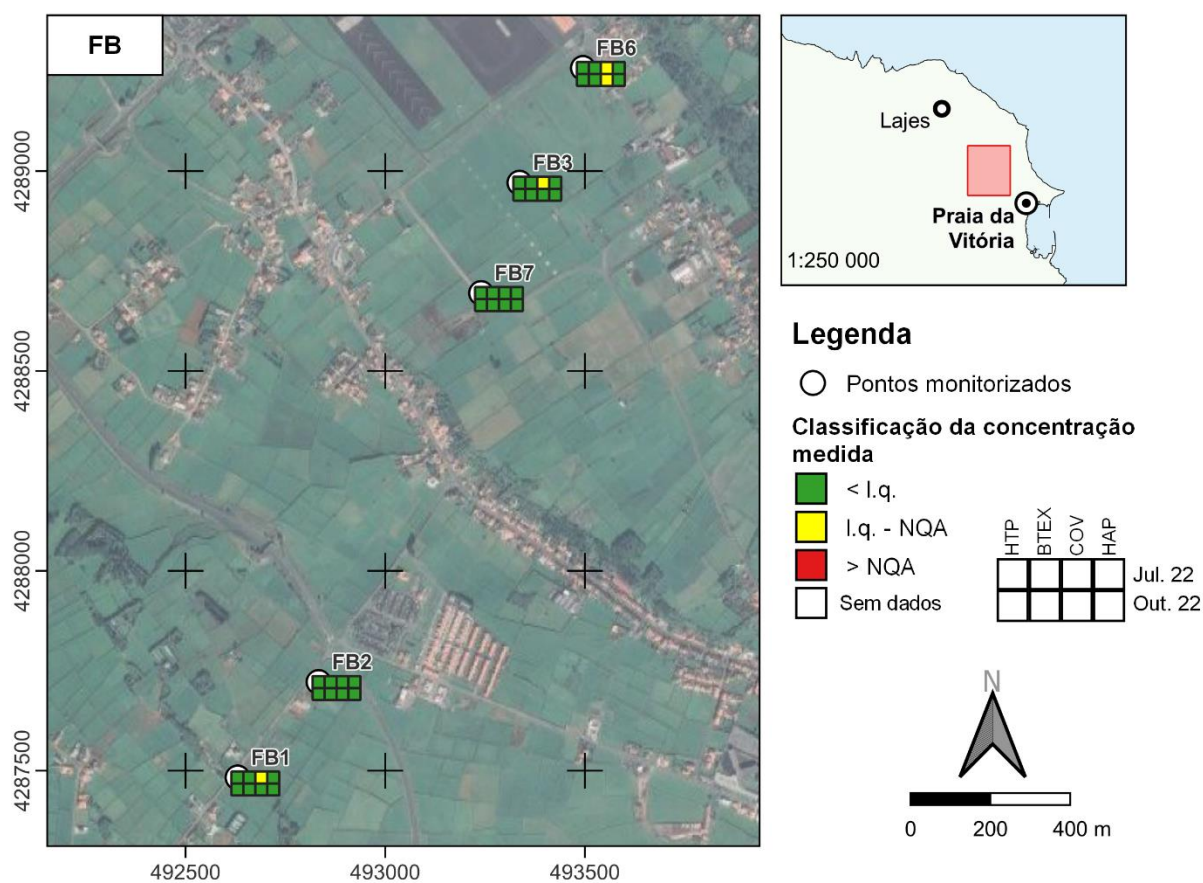


Figura 4.47 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas dos furos do aquífero basal em 2022

Nas campanhas de 2022 não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência. As concentrações em HTP, BTEX e HAP foram inferiores aos limites de quantificação.

Em anos anteriores, apenas se registou HTP acima do Limiar uma vez, no furo FB3. 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 fez referência no Capítulo 4.

5.2 Reparação e a adaptação do edifício T-811

O anteprojeto em apreço visa a reparação e a adaptação do edifício T-811 (*MQNA 21-1002 Repair T-811 for Security Forces*), antigo edifício de armazenamento coberto da engenharia, para apoio das Operações das Forças de Segurança, incluindo a reparação da vedação exterior.

O edifício T-811 não se encontra perto de locais identificados no DISCO *Study*.

Não se antevê que as obras previstas venham a ter impactes na componente da qualidade dos solos e das águas subterrâneas. O LNEC concorda com as recomendações ambientais previstas, designadamente em relação à análise e destino de eventuais contaminantes nos solos removidos e à remoção e acondicionamento dos materiais provenientes de demolição, incluindo asbesto, conforme transcrito no ofício n.º 7206 de 2022/06/06.

5.3 Anteprojeto para a colocação de dois tanques de combustível subterrâneos e quatro tanques à superfície

Trata-se do anteprojeto para a colocação de dois tanques de combustível subterrâneo e quatro tanques à superfície (*GROUND_FUELS*), com respetivos sistemas para abastecimento dos mesmos.

Esta infraestrutura localiza-se no Site 3006 *Refuelling Maintenance* e a escassas dezenas de metros do furo de captação da BA4, o que implica situar-se na área do perímetro de proteção imediata ou intermédia do furo de captação, considerando que o furo se localiza num sistema aquífero Tipo 5 (sistema aquífero cujo suporte litológico é constituído por formações ígneas e metamórficas fissuradas, onde o raio de proteção intermédia é, pelo menos, de 140 m).

De acordo com a legislação portuguesa, Decreto-Lei 382/1999 de 22 de setembro (<https://files.dre.pt/1s/1999/09/222a00/66236627.pdf>), atividades e instalações de depósitos de hidrocarbonetos dentro deste perímetro são interditas (artigo 6.º, alínea 3 - c)).

6 | Conclusões e recomendações

Neste relatório apresentam-se (1) os resultados das análises químicas das amostras de águas subterrâneas, de águas de escorrência e da água do Paul da Praia, obtidos nas duas campanhas de monitorização da qualidade realizadas em 2022 e (2) uma síntese das obras ou projetos apresentados pela USAFE, no ano 2022, para a área de estudo.

Os resultados da qualidade das águas são analisados tendo em atenção a informação de campanhas anteriores, tanto sobre a qualidade das águas como dos solos (nos locais onde estes foram analisados, cf. Leitão, Mota e Antunes, 2019). Embora haja alguns Sites onde houve ações de reabilitação (e.g. Site 5003), permitindo fazer uma primeira avaliação do seu impacto na melhoria da qualidade das águas, a maioria dos Sites não foi alvo de intervenção em 2022, pelo que se avalia a evolução da qualidade natural, nomeadamente biodegradação de hidrocarbonetos.

O Quadro 6.1 apresenta 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 2022. 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 outro valor de referência (cf. capítulo 3 |), o laranja representa valores acima do Limiar estabelecido pela APA ou 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.

A análise deste quadro permite verificar que os Sites com maior contaminação das águas subterrâneas continuam a ser os Sites 3001, 5001 e 5014.

Quadro 6.1 – Síntese dos resultados das análises químicas das águas subterrâneas entre 2018 e 2022

HTP	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22
3001									
3003									
5001									
5002									
5003									
5008									
5010									
5014									

BTEX	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22
3001									
3003									
5001									
5002									
5003									
5008									
5010									
5014									

COV	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22
3001									
3003									
5001									
5002									
5003									
5008									
5010									
5014									

HAP	out. 18	feb. 19	out. 19	jun. 20	out. 20	jun. 21	out. 21	jul. 22	out. 22
3001									
3003									
5001									
5002									
5003									
5008									
5010									
5014									

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

Em relação aos HTP, o estabelecimento de um novo Limiar de 10 µg/L (APA, 2021), em vez do valor que vem 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. Contudo, os valores máximos registados são muito diferentes, com destaque para o Site 5001 que, em 2022, apresentou concentrações máximas de 56 000 µg/L no piezómetro 5001-MW08. Este e o Site 3001 (cujo valor máximo não reflete os prováveis valores muito elevados nos piezómetros não amostrados por conterem LNAPL) são aqueles que representam maior preocupação. O Site 5014 também apresenta HTP, embora em concentrações menores, e os restantes Sites não têm apresentado HTP nas águas subterrâneas amostradas nos últimos anos.

Os dois Sites que apresentam maiores concentrações em BTEX são os Sites 5001 e 5014, com valores não só acima dos Limiares como ultrapassando também os limites estabelecidos noutras normas. 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 uma melhoria da qualidade das águas em resultado da degradação natural destes compostos. Os BTEX são compostos encontrados na gasolina e derivados de petróleo.

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. Os compostos que surgem com maior frequência acima dos valores de referência são o PCE, TCE, cis-1,2 dicloroetano. Os COV são 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.

Finalmente os HAP são os compostos que mais ocorrem acima dos valores de referência (cf. Quadro 3.1), em todos os Sites analisados em pelo menos uma das campanhas, embora a situação também tenha vindo a melhorar nos últimos anos (cf. Quadro 6.1). 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. 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. Apesar da alteração dos Limiares da APA efetuada em 2021, continua a observar-se uma grande diferença entre estes e os valores de referência definidos por outros países (cf. capítulo 3). 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.

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, posteriormente, a eficácia das medidas de reabilitação a implementar.

Página intencionalmente deixada em branco

Quadro 6.2 – Resumo das principais conclusões e recomendações relativamente aos locais analisados em 2022

Identificação do Local		Classificação DISCO	Antecedentes / Trabalhos efetuados pela USAFE	Principais resultados das campanhas de 2022	Recomendações
Ref.	Designação	(CH2MHILL, 2004)			
3001	Main Gate	Contaminado	<p>Ressurgimento dos COV registados em campanhas anteriores à purga do furo 3001-MW30</p> <p>Encontrados HTP, COV e HAP em concentrações superiores aos Limiares definidos pela APA, em alguns piezómetros, havendo casos em que os limites do Canadá são também excedidos. Encontrados LNAPL em alguns piezómetros.</p> <p>Ações programadas pela USAFE, com início ainda em 2022 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.</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 2022/23, 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>Redução das concentrações de COV e HAP, embora ainda com alguns valores superiores aos Limiares definidos pela APA.</p> <p>Obras atualmente em curso neste local incluem a remoção dos solos superficiais contaminados.</p>	<p>Em 2022, apenas foram detetados BTEX e COV acima dos limites de quantificação. Não se detetaram quaisquer concentrações de hidrocarbonetos acima dos valores de referência nas águas subterrâneas.</p>	<p>Obras em curso deverão contribuir para resolver o problema de contaminação, admitindo que os contaminantes remanescentes se encontram em baixas concentrações e serão biodegradados.</p> <p>Manutenção do programa de monitorização bianual das águas subterrâneas durante dois anos após a conclusão das obras, 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>USAFE apresentou projeto tendo em vista a demolição de dois tanques de armazenamento e de um tanque de recuperação de combustível neste Site que inclui a remoção de cerca de 18 m³ de solos contaminados na envolvente dos tanques, não existindo ainda previsão de datas para a sua execução.</p>	<p>Mantém-se a elevada a contaminação dentro do Site 5001, com consequências nas águas a jusante.</p> <p>Foram encontrados valores de HTP, 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>Realização das obras propostas pela USAFE logo que possível, dado que permitirão a melhoria da situação em relação a solos contaminados.</p> <p>Aprofundamento da caracterização da presença de solos contaminados no Site 5001 e realização de medidas de reabilitação neste local.</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 2022 apenas um piezómetro localizado na Zona 1 tinha água, estando todas as concentrações em hidrocarbonetos estiveram abaixo dos limites de quantificação.</p>	<p>Mantém-se apenas um piezómetro localizado na Zona 1 com água, com concentrações de hidrocarbonetos abaixo dos limites de quantificação.</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>

Identificação do Local		Classificação DISCO	Antecedentes / Trabalhos efetuados pela USAFE	Principais resultados das campanhas de 2022	Recomendações
Ref.	Designação	(CH2MHILL, 2004)			
5003	North Storm Sewer Drainage Outfall	Potencialmente contaminado de maior risco	Anteriormente tinha-se detetado presença de HAP acima dos Limiares estabelecidos pela APA para águas subterrâneas. Realizadas obras de requalificação da área da descarga da água drenada da pista, e a respetiva remoção dos solos contaminados.	Em 2022 não foram detetadas concentrações de hidrocarbonetos acima dos Limites de Quantificação.	Monitorizar os solos um ano após a construção para confirmar que não há contaminação acumulada. Monitorizar águas de escorrência durante mais um ano, por forma a perfazer dois anos de monitorização após conclusão das obras.
5008	Cinco Picos Globe	Potencialmente contaminado de maior risco	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.	Não foi detetada presença de chumbo ou HAP nas águas subterrâneas em ambas as campanhas realizadas em 2022.	Nova amostragem de solos e remoção de solos superficiais contaminados, caso estes ainda existam. Monitorização da qualidade das águas até remoção de solos contaminados.
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 cerca de 15 metros cúbicos de solo que estão a ser analisados quanto à presença de contaminantes.	Não há furos para monitorização da qualidade das águas.	Caso os resultados da qualidade dos solos não revelem contaminação, este será um Site 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 outubro de 2021 verificou-se o reaparecimento de HAP com valores acima dos limites estabelecidos pela APA e, nalguns casos, acima dos estabelecidos no Canadá.	Em 2022, não se verificou a presença de nenhum hidrocarboneto nas águas subterrâneas acima dos valores de referência de qualidade, embora se tenha detetado um BTEX (tolueno) e um HAP (naftaleno) acima dos limites de quantificação.	Pelo facto de se observarem oscilações na concentração de hidrocarbonetos entre campanhas e por ser uma zona sensível, mantém-se a recomendação de: <ul style="list-style-type: none"> • Remover os solos superficiais contaminados e repavimentar a área. • Prosseguir a monitorização da qualidade das águas subterrâneas.
5014	Former Running Track	Potencialmente contaminado	USAFE apresentou projeto para inertização do pipeline que atravessa este local.	Em 2022, observou-se a presença de contaminação com valores acima dos valores de referência em várias classes de hidrocarbonetos, tal como registado em campanhas anteriores.	Realização das obras propostas pela USAFE logo que possível esperando-se, se for esse o caso, conter a fuga de combustível que aparenta estar a ocorrer junto ao piezómetro 5014-S3. 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, dezembro de 2022

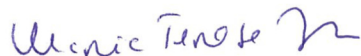
VISTOS

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.
- 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.; 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.; 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. 0605/121/2068601. 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. 0605/121/2285001. Relatório 280/2020 – CD.

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 2022 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 2022 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 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 (o presente relatório).

ANEXO II

Apresentação efetuada na reunião de 4 de agosto de 2022 pelo LNEC

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



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

ENVIRONMENTAL REHABILITATION RELATED TO LAJES MILITARY BASE

PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES


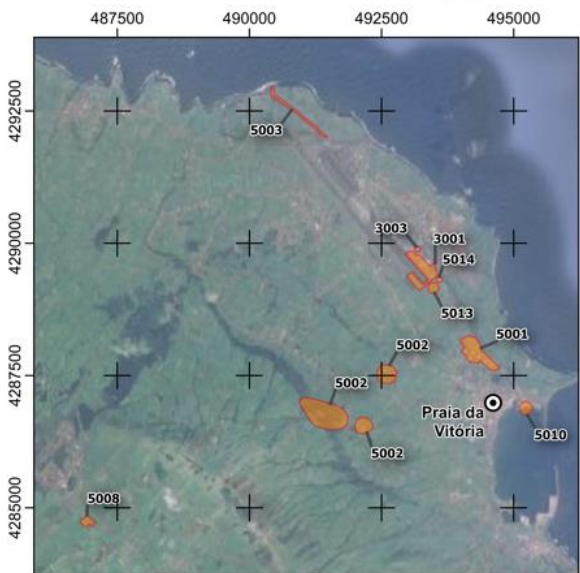
Environmental experts meeting
August 4th 2022



Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

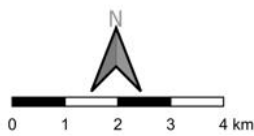
Quick update on the activities:


- Field campaign for monitoring and sampling in July 2nd to 9th**



Legenda

Sites em análise



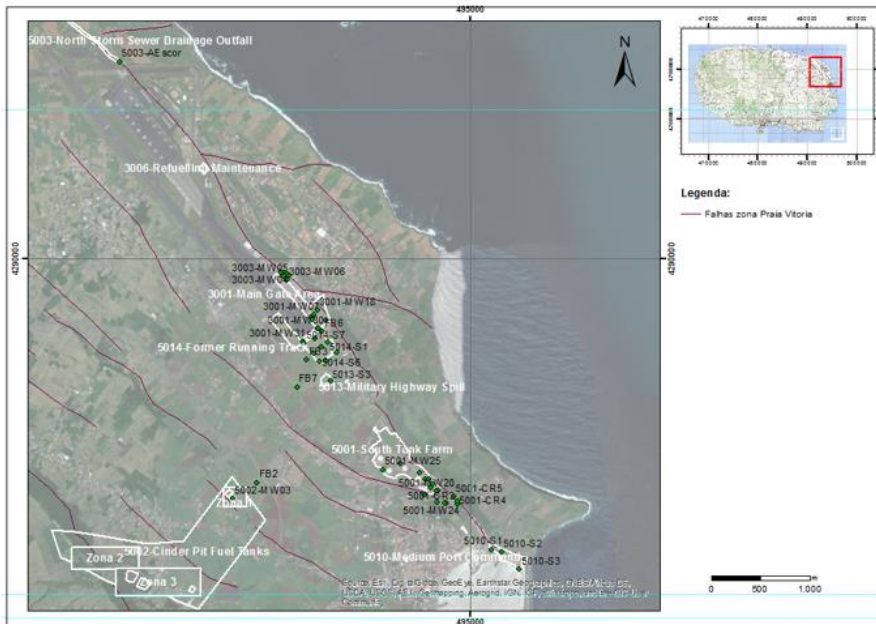


LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

LNEC | 2

Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

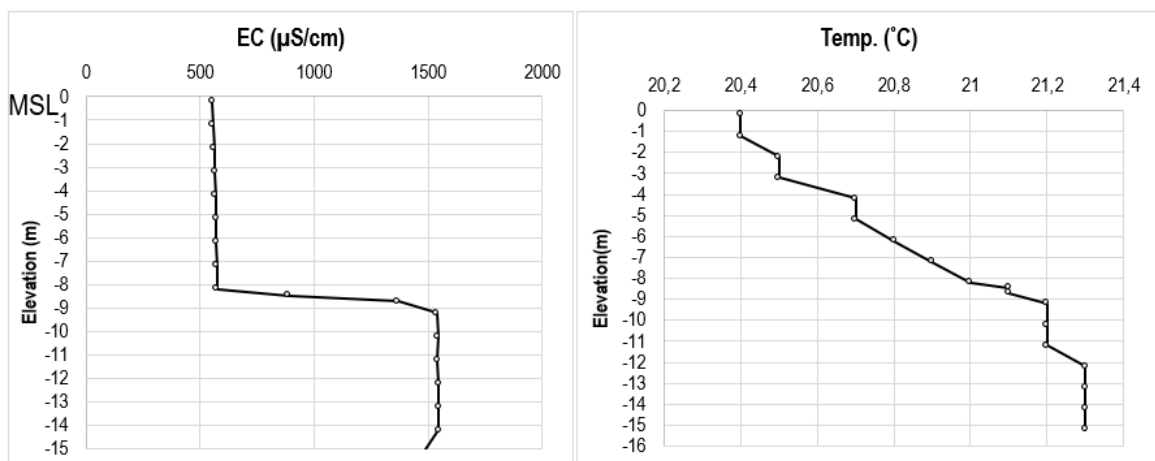
50 MW plus duplicates and blanks



Most results have arrived and we are analysing them

Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

2. Profile to see saltwater interface and temperature changes in 3001-MW30



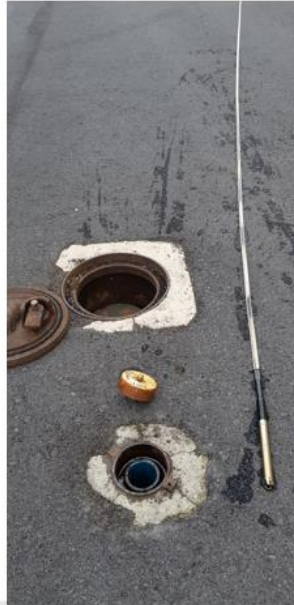
3. LNAPL in 3001

Oct.19 / Jun 20 / Oct 20 / Jun 21 / Oct 21 / Jul 22

3001-MW04 (1st perched aquifer): 0.64 / 0.73 / 1.94 / 2.52 / 5.14 m / **1.07 m**

3001-MW23 (1st perched aquifer): 0.08 / 0.16 / 0.29 / 0.16 / 0.19 m / **0.33 m**

3001-MW20 (2nd perched aquifer): 0.47 / 0.45 / 0.42 / 0.45 / 0.52 m / **0.68 m**



5001-MW08



ANEXO III

Apresentação efetuada na reunião de 1 de setembro de 2022 pelo LNEC

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



ENVIRONMENTAL REHABILITATION RELATED TO LAJES MILITARY BASE

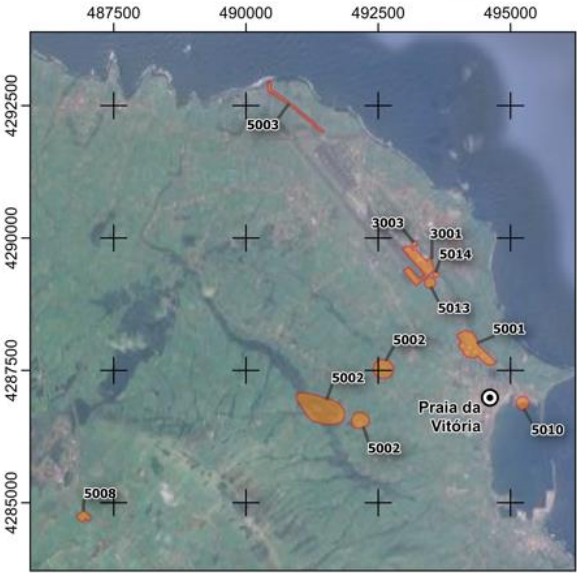
PRAIA DA VITÓRIA, AÇORES


Environmental experts meeting
September 1st 2022

Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

First results from the:

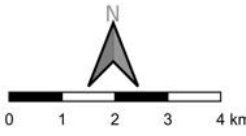
1. Field campaign for monitoring and sampling in July 2nd to 9th





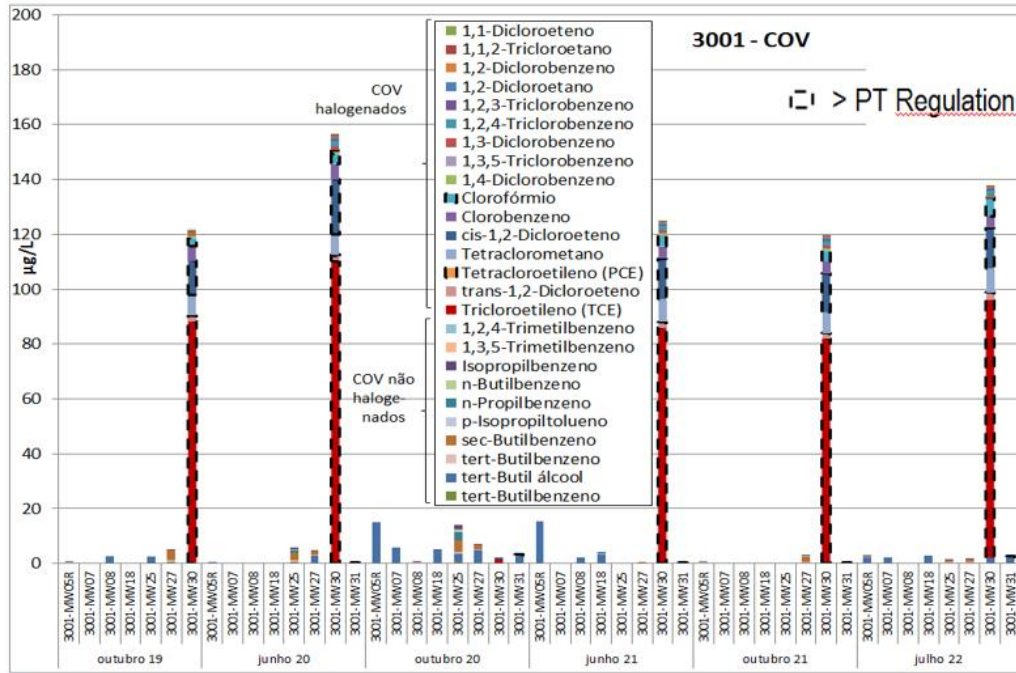
Legenda

■ Sites em análise

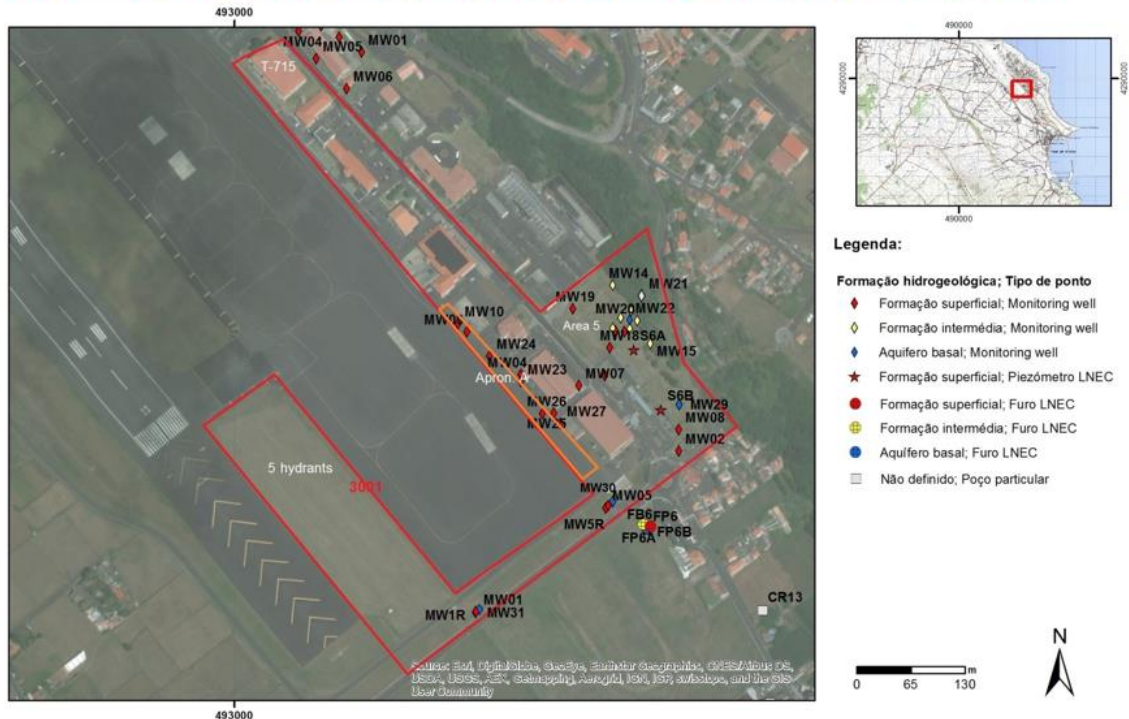


Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

1. Field campaign for monitoring and sampling in July 2nd to 9th

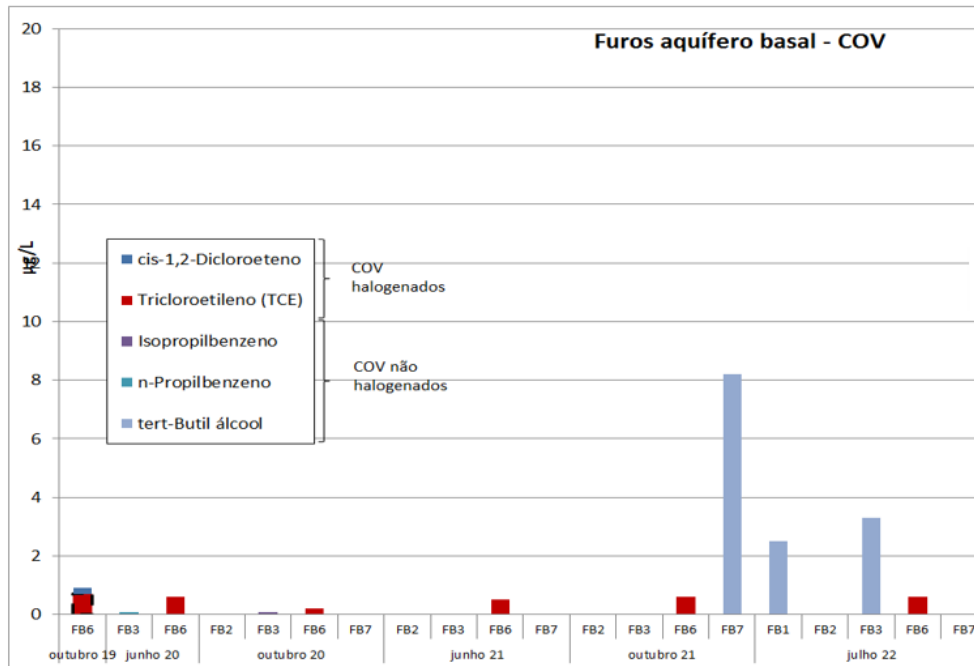


Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores



Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

1. Field campaign for monitoring and sampling in July 2nd to 9th



Environmental Rehabilitation Related to Lajes Military Base, Azores

For further discussion:

- Fate of 3001-MW30, and 3001-MW29 and 3001-MW31. Origin of contamination. Absence in MW05R. Inadequate well construction?
- How to avoid similar problems with the new basal wells planned?
- Timeline for soil removal, and other actions, near 3001-MW04 and 3001-MW23.
- Information concerning the works at Site 3003 and MW rearrangement.
- Next monitoring campaigns (October 29th to November 5th).

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

ANEXO IV
Apresentação efetuada na reunião de 1 de setembro de 2022 pela
USAFAE

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

Air Force Installation & Mission Support Center



Lajes Field –Evaluation of Winter Transducer Data & Summary of Site Study Findings

1 September 2022

UNCLASSIFIED

Your Success is Our Mission!



Topics



- Purpose of the Study
- May 2022 Potentiometric Surface
- Proximity of MW22 to Fault Zone
- Transducer Data Limitations
- Observations from Perched and Basal Aquifer Transducer Data
- Observations from Specific Conductivity Data
- Conclusions

UNCLASSIFIED

Your Success is Our Mission!

2



Purpose of the Study




- Understand groundwater flow at Lajes Field Site 3001
 - Improve understanding of basal aquifer potentiometric surface
 - Determine if No-Substantial Impact to Human Health and Safety (SIHHS) Determination for Site 3001 is valid


UNCLASSIFIED

Your Success is Our Mission!

2




Design of Study




- **Transducers in select pumping wells and all Site 3001 basal aquifer wells**
 - Data to provide more detailed representation of potentiometric surface over time
 - Tidal influence
 - Rainfall Recharge
 - In-well specific conductivity profiles
- **Deploy transducers in two intermediate perched zone wells at Site 3001**
- **Area-wide well gaging**
 - Summer 2021 & late Spring 2022

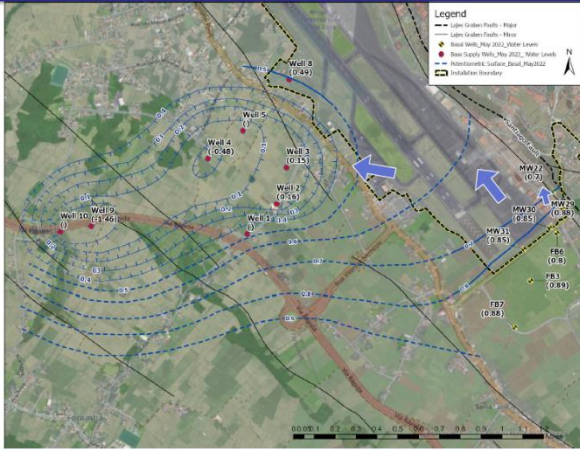
Your Success is Our Mission!




Basal Aquifer Potentiometric Surface – May 2022




- **Well field has large, established, capture zone**
 - Well 8 was out of service
 - Normal area of capture will extend further than suggested by this map
- **Large area with level potentiometric surface**
 - Minimal groundwater movement
 - Likely groundwater divide
 - MW22 water level is consistently low relative to area wells




Your Success is Our Mission!



Basal Aquifer Potentiometric Surface – June 2021



- **Well field capture zone shifts according to wells that are pumped**
 - Well 8 was pumping



Your Success is Our Mission!

Proximity of MW22 to Fault Zone

- Well construction: Total Depth – 241 ft bls, depth to water – 185 ft bls
- MW is estimated to be 90 ft from the major portion of the Santiago fault
- Most similar faults have dip angles that range from 60° - 40°
 - IF angle is 60°, intercept is at 155ft bls
 - IF angle is 45°, intercept is at 90ft bls
- Distance matters...
 - IF 120 ft from fault & 60°, intercept is at 207 ft bls (within the screened interval)
- Significance: screened interval is within fault zone & possibly on opposite side of a major fault
 - Hydraulic gradient between MW22 and MW29 / MW30 suggests there is groundwater movement into the fault zone

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!

Transducer Data Limitations – Nov 21 – Apr 22

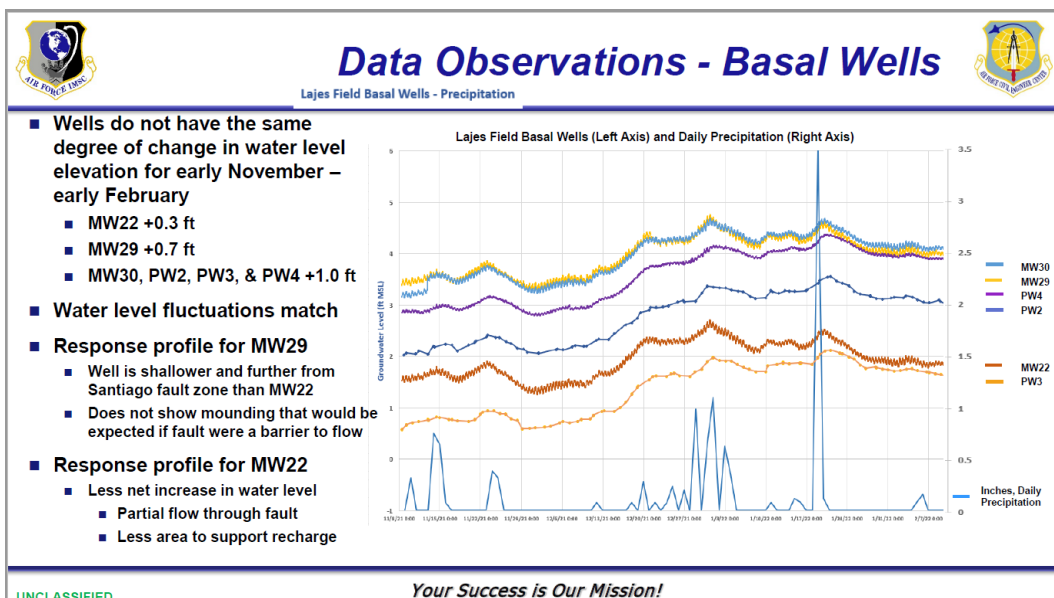
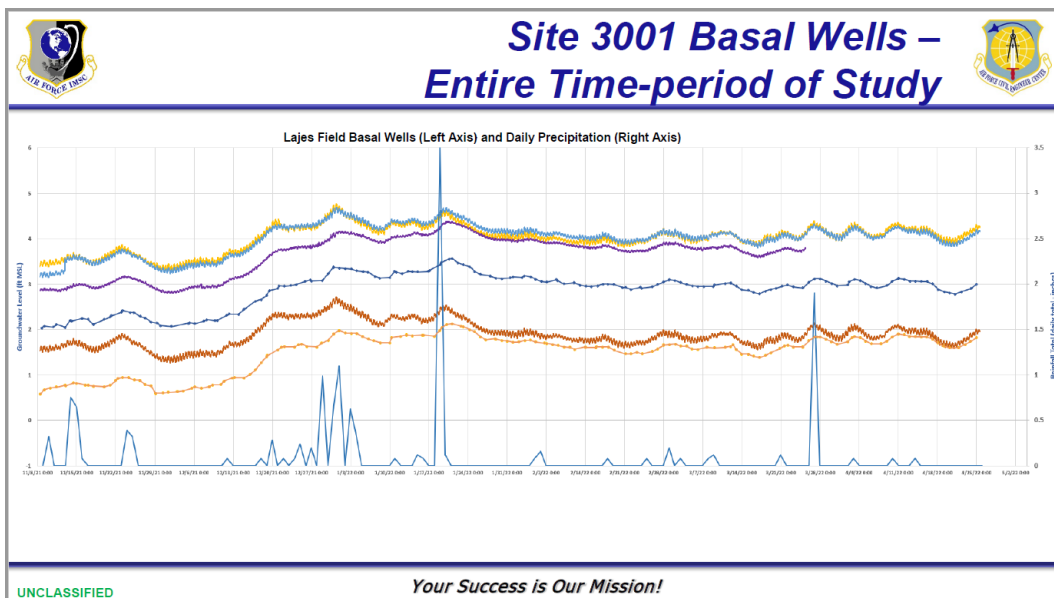
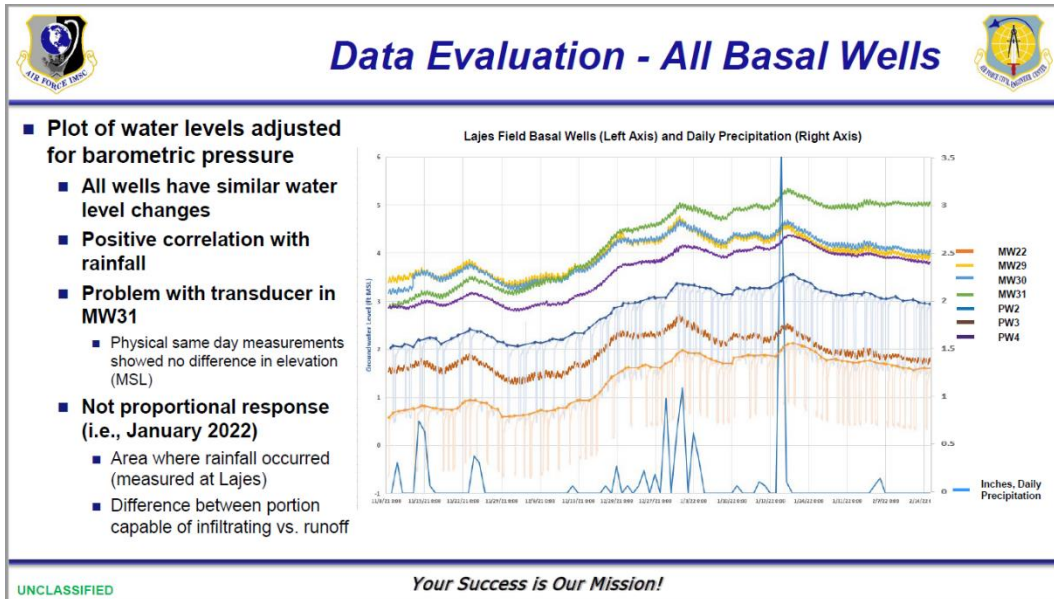
- Transducer data cannot be fully adjusted for barometric pressure
 - Transducer reading is influenced by temperature and pressure
 - Data has been adjusted according to manufacturer’s guidelines
- Data not recoverable from one transducer
 - PW 9
- Workable data set - 9 wells
 - 3 pumping wells
 - 4 Site 3001 basal aquifer wells
 - 2 Site 3001 intermediate aquifer wells

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission! 2

Data Evaluation - Intermediate Wells

- Plot of water levels adjusted for barometric pressure
 - 4-ft increase in water level from early November through mid-January
 - Positive correlation with rainfall
 - Two uncertainties
 - Variability in rainfall across area vs where rainfall was measured and recorded
 - Timing of when rainfall was recorded at station
- Response for MW14 suggests direct pathway into perched zone during high rainfall events
 - More connected to an upper zone?
 - Leaky cap?
- Response for MW28 suggests partially confined conditions

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!



Basal Aquifer – Transducer and Potentiometric Surface Findings

- All wells had the same response during the monitored October 2021 – April 2022 wet season
- Hydraulic behavior at MW22 suggests connection with the overall basal aquifer system
 - BUT – with a lesser response in water table rise
 - Horst (elevated side) has less area / ability to contribute to recharge
 - Possible area of higher incidence of interconnected fractures – more transmissive
- Conclusion based on potentiometric surface and transducer data: Portion of Santiago fault system is not a no-flow boundary/barrier

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!

Data Observations: Specific Conductivity – Perched Zones

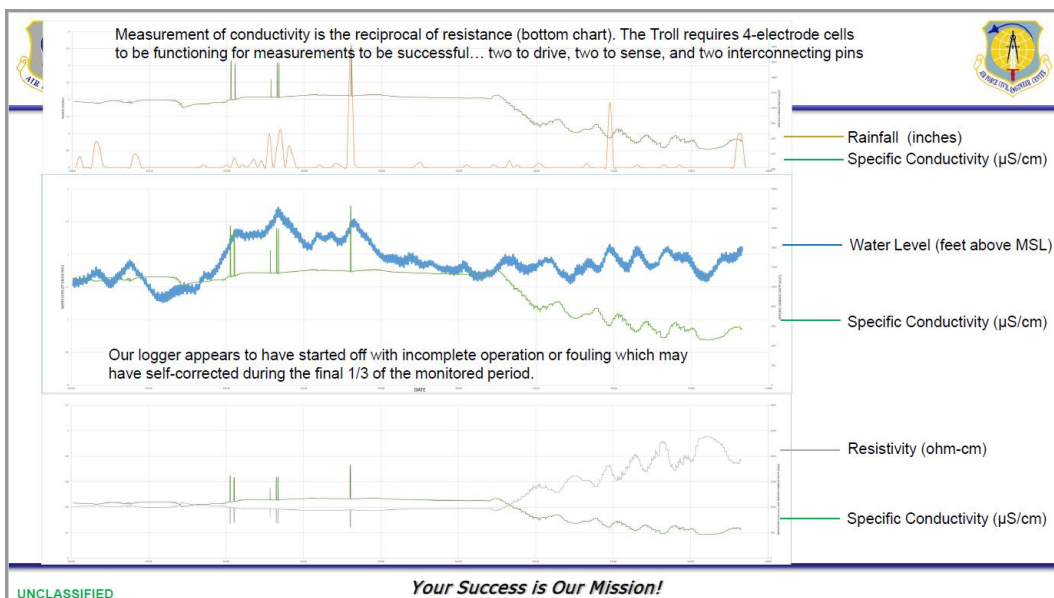
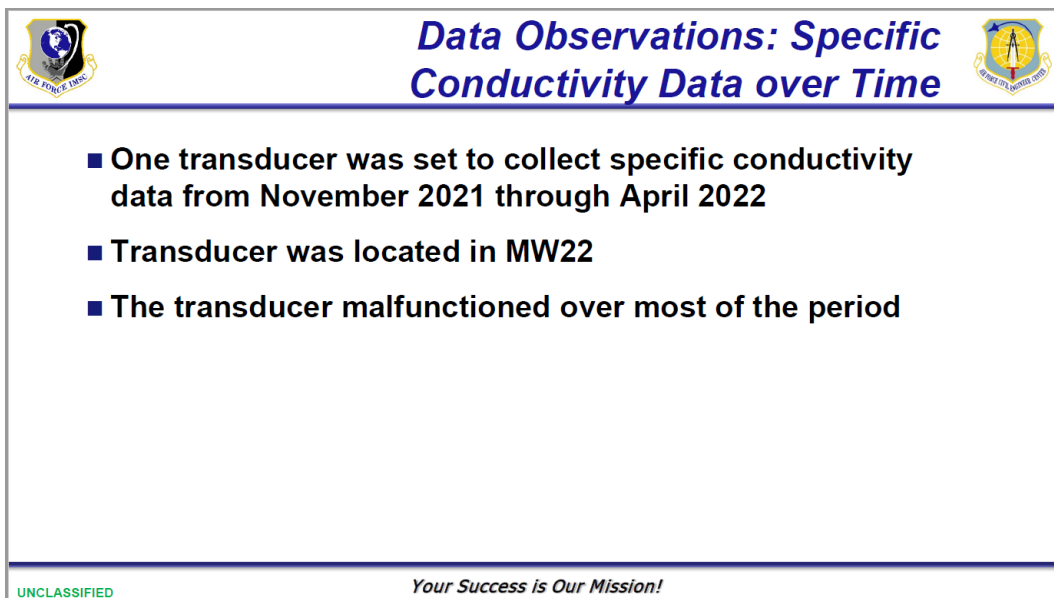
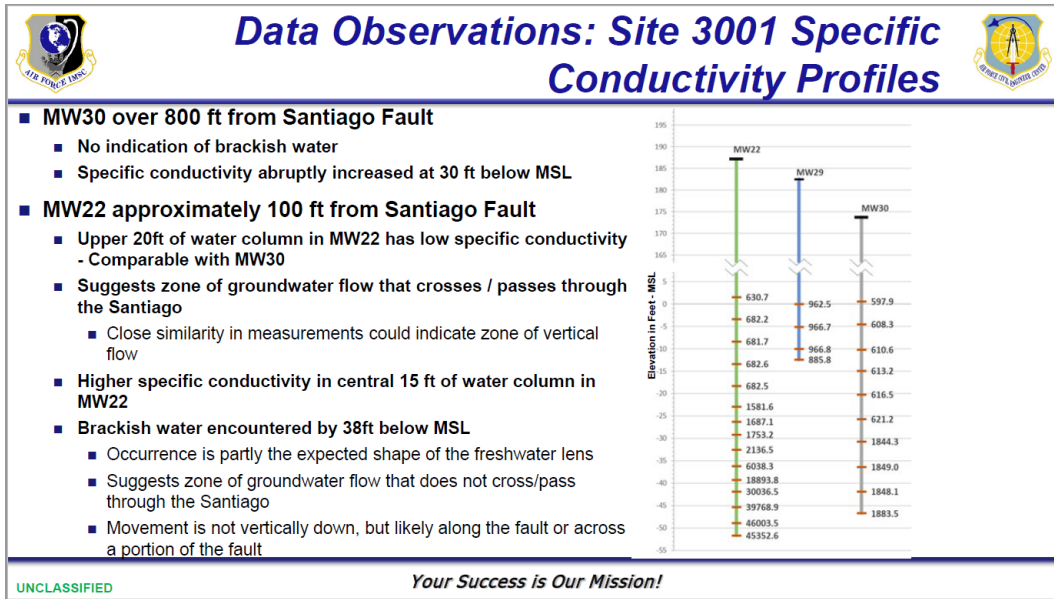
- High degree of variability across area
 - Fluoride is known concern for shallow GW
 - Some well seals could allow for direct runoff path to groundwater
 - Inspect all well caps for tightness of seal
 - Replace caps that do not fit snugly

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!

Data Observations: Specific Conductivity – Basal

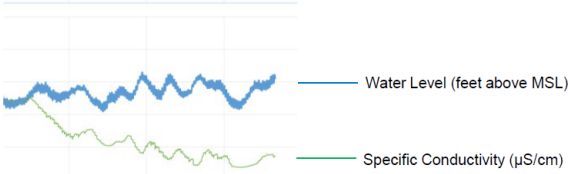
- Fair degree of consistency across area
 - FB6 – cover was on ground
 - Likely explanation for low Sp. Cond.

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!



Useable Data from Monitored Specific Conductivity

- As water level went up, specific conductivity went down
- Overall trend correlates
 - Not as well day to day
- Indicator of freshwater recharge



UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!

Conclusions

- Groundwater flow at Lajes Field, specifically Site 3001, is predominantly to the northwest
 - Eastern portion of Site 3001 and off-installation monitoring wells demonstrates large area of very low hydraulic gradient; likely groundwater divide
- Lajes well field exerts a large cone of depression which can intercept groundwater from across the runway
- Potentiometric surface suggests a degree of cross-fault groundwater migration and/or northwest flow within the fault
- MW22 - Vertical specific conductivity profile suggests a degree of cross-fault groundwater connection
- MW22 - Long-term specific conductivity profile suggests freshwater recharge at the fault

Data supports the revocation of the No-Substantial Impact to Human Health and Safety Determination for Site 3001 and resumption of field investigation activities.

UNCLASSIFIED Your Success is Our Mission!



Your Success is Our Mission!

15



www.lnec.pt

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