



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

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

## **1.º Relatório – Caderno de encargos para realização de análises químicas em águas subterrâneas**

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

Lisboa • dezembro de 2014

**I&D** HIDRÁULICA E AMBIENTE

RELATÓRIO 468/2014 – **DHA/NRE**

## **Título**

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

1.º Relatório – Caderno de encargos para realização de análises químicas em águas subterrâneas

## **Autoria**

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

**Teresa E. Leitão**

Investigadora Principal com Habilitação, 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](mailto:lnec@lnec.pt)

[www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

Relatório 468/2014

Proc. 0605/121/18422

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

## Resumo

---

O presente estudo tem por objeto dar seguimento ao trabalho de análise e de acompanhamento dos processos de reabilitação das águas subterrâneas, que vêm sendo desenvolvidos desde há alguns anos, através de uma assessoria técnica anual em curso desde 2012 para a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA).

Este é o 1.º Relatório elaborado no âmbito do ajuste direto n.º AjD/ERSARA/2014/07, tendo como objetivo estabelecer o Caderno de Encargos para realização de análises químicas em águas subterrâneas do concelho de Praia da Vitória, ilha Terceira, Açores.

O objetivo destas análises químicas é a monitorização semestral das águas subterrâneas, visando o complemento e a fiscalização dos dados de qualidade das águas obtidos pela Força Aérea Americana (dentro dos locais contaminados) e da entidade gestora da água para consumo humano (furos de captação), na perspetiva da salvaguarda da água para consumo humano, incluindo a repetição de algumas das análises de TCE e PCE realizadas pela entidade gestora nos furos de captação. Os elementos fornecidos no caderno de encargos visam: (1) fornecer as especificações técnicas e os elementos necessários para dar resposta ao pedido de realização de um conjunto de análises químicas em amostras de águas subterrâneas; (2) definir os responsáveis pela recolha de amostras; (3) explicitar as informações necessárias e as responsabilidades do laboratório a contratar e (4) definir os parâmetros de referência que serão utilizados pelo LNEC para a seleção do laboratório.

Palavras-chave: Assessoria, reabilitação, águas subterrâneas, Praia da Vitória

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

## Abstract

---

This study's purpose is to continue the work of analysis and monitoring of the groundwater rehabilitation processes, which have been developed for several years, through an ongoing annual technical assistance since 2012 to the Regulatory Authority for Water Services and Waste of Azores (ERSARA).

This is the 1<sup>st</sup> report prepared under the contract No. AjD/ERSARA/2014/07, aiming to establish the bidding documents procedure for conducting the groundwater chemical analysis in Praia da Vitoria municipality, Terceira, Azores.

The purpose of these chemical analysis is the semi-annual groundwater monitoring, targeting the complement and the surveillance of the quality of water data obtained by the US Air Force (within the contaminated sites) and the drinking water manager (i.e. water supply boreholes), from the perspective of the safety of drinking water. This includes the repetition of some of the analysis of TCE and PCE held by the operator in the boreholes. The information provided in the specifications are to: (1) provide the technical specifications and the information necessary to respond to the request for a set of chemical analysis of groundwater samples; (2) determine the persons responsible for the collection of samples; (3) clarify the necessary information and laboratory responsibilities and (4) define the benchmarks that will be used by LNEC for the laboratory selection.

Keywords: advisory, rehabilitation, groundwater, Praia da Vitória

# Índice

1	Introdução .....	1
2	Objetivos .....	3
3	Caderno de Encargos .....	5
3.1	Elementos sobre as análises químicas e os pontos de amostragem águas subterrâneas .....	5
3.2	Responsáveis pela recolha de amostras .....	9
3.3	Responsabilidades do laboratório de análises químicas .....	9
3.4	Parâmetros de referência para a avaliação .....	11
	Referências Bibliográficas .....	13

## Índice de figuras

Figura 3.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas .....	5
---	---

## Índice de quadros

Quadro 3.1 – Características dos pontos de água a monitorizar .....	6
Quadro 3.2 – Parâmetros a analisar .....	7

# 1 | Introdução

No âmbito da assessoria técnica anual em curso desde 2012 para a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) foi efetuado um procedimento de ajuste direto n.º AjD/ERSARA/2014/07 para a continuação da análise e acompanhamento dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental envolvente aos furos de abastecimento de água do concelho de Praia da Vitória, Açores, para um período de 15 meses.

Apresenta-se o primeiro relatório do estudo contendo uma introdução e apresentação de objetivos, bem a definição dos elementos técnicos do caderno de encargos para realização de análises químicas em águas subterrâneas no concelho de Praia da Vitória, ilha Terceira, Açores".

Este trabalho surge no seguimento do primeiro estudo desenvolvido pelo LNEC, para a Câmara Municipal da Praia da Vitória (CMPV) e para o Governo Regional dos Açores, intitulado "Análise e Parecer sobre a Situação Ambiental nas Áreas de Captação dos Furos de Abastecimento do Concelho de Praia da Vitória – Açores" e dos resultados de um ano e meio de análise e acompanhamento dos trabalhos de reabilitação, promovidos pela ERSARA.

Os primeiros trabalhos, desenvolvidos para a CMPV, tiveram por base a análise e a interpretação de um vasto conjunto de nova informação recolhida ao longo de um ano e meio, incluindo novos dados de caracterização litológica de logs (com seis novos furos no aquífero basal e dez novos piezómetros), de prospeção geofísica (40 perfis de resistividade elétrica em 32 alinhamentos), de medição de características hidráulicas (sete ensaios de caudal e centenas de medições do nível piezométrico) e de qualidade das águas subterrâneas (11 610 análises químicas efetuadas em 54 pontos de água em diversos períodos) e um modelo numérico de escoamento, para permitir compreender e justificar os resultados obtidos e para analisar possíveis cenários de evolução da situação atual. Da análise do estado da qualidade e da quantidade das águas subterrâneas, das perspetivas de evolução futura e da sua interligação com a avaliação da qualidade dos solos e a prospeção geofísica, uma das principais recomendações obtidas foi que: as origens de poluição deveriam ser controladas e o processo de reabilitação, natural e/ou induzido, das áreas restritas afetadas deveria ser posto em marcha pela Força Aérea Americana, sob supervisão do Estado Português.

No seguimento dessas conclusões o LNEC tem vindo a trabalhar para a ERSARA desde 2012. Do vasto conjunto de conclusões e recomendações, apresentadas no relatório final de 2013 (Leitão *et al.*, 2013), salienta-se a conclusão global de que, pese embora a caracterização do estado ambiental das áreas analisadas ter confirmado a presença de áreas poluídas na região estudada, apenas se mediu uma situação de concentração de poluentes acima dos valores permitidos em furos e/ou piezómetros que captam no aquífero basal. Tal já havia sido identificado nalguns furos de abastecimento da Base Americana. Note-se, contudo, que a simples presença em diversos pontos de água de concentrações acima dos limites de deteção é um indício de uma potencial situação de risco que importa continuar a

monitorizar no futuro. Nesse processo, as origens de poluição devem ser controladas e o processo de reabilitação, natural e/ou induzido, das áreas restritas afetadas deve ser continuado pela Força Aérea Americana, atendendo às recomendações anteriormente apresentadas quer para a monitorização quer para a reabilitação, sob supervisão do Estado Português, predispondo-se o LNEC a manter esta assessoria à ERSARA. Nesse mesmo relatório recomendou-se a remoção total dos poluentes detetados nas formações suspensas, uma vez que se não forem retirados, se infiltrarão podendo vir a atingir a médio prazo o aquífero basal nos perímetros alargados do furo do Juncal.



## 2 | Objetivos

O objetivo global do presente estudo é a continuação da "Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental envolvente aos Furos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores".

O programa de trabalhos que se propõe está discriminado nos seguintes aspetos:

- a) definir o caderno de encargos das análises químicas a serem efetuadas para este estudo, por um laboratório químico acreditado (o presente relatório);
- b) propor as melhores soluções técnicas a implementar nas zonas contaminadas e potencialmente contamináveis, por forma a obter a mais rápida reabilitação e melhoria ambiental;
- c) avaliar e emitir um breve parecer sobre os trabalhos realizados pela Força Aérea Americana (adiante referida por FAA (65 ABW da USAFE)) entre dezembro de 2013 e a presente data (período de interregno do acompanhamento anual do LNEC);
- d) avaliar a adequação da proposta de reabilitação das águas subterrâneas promovida pela FAA, na perspetiva da proteção das águas subterrâneas para abastecimento público do Concelho de Praia da Vitória;
- e) analisar, acompanhar e promover a boa execução dos trabalhos de reabilitação diligenciados pela FAA, através da:
  - i. deslocação ao Concelho para acompanhamento parcial dos trabalhos;
  - ii. promoção e realização de três reuniões anuais e presenciais, em coordenação com o Comando da Zona Aérea dos Açores, com a participação do LNEC, da ERSARA e de representantes do destacamento das Forças Armadas dos Estados Unidos da América nas Lajes, para acompanhamento do desenvolvimento e da eficácia dos trabalhos em curso;
  - iii. promoção e realização de duas reuniões anuais e presenciais, em coordenação com a ERSARA, com a participação do LNEC e de autoridades regionais e locais a designar pela ERSARA, para apresentação dos trabalhos promovidos pelo LNEC;
  - iv. leitura, avaliação e emissão de parecer dos documentos que forem sendo elaborados para a FAA sobre esta temática;
  - v. monitorização semestral *in situ* de parâmetros globais da qualidade da água (nível piezométrico, condutividade elétrica, temperatura, pH) nos furos e piezómetros instalados aquando do estudo do LNEC, localizados a montante dos furos de captação;

- vi. recolha semestral de amostras de água para análises químicas, visando o complemento e a fiscalização dos dados obtidos pela FAA (dentro dos locais contaminados) e da entidade gestora da água para consumo humano (furos de captação), na perspetiva da salvaguarda da água para consumo humano, incluindo a repetição de algumas das análises de TCE e PCE realizadas pela entidade gestora nos furos de captação; as campanhas terão um intervalo de, pelo menos, 4 meses entre si;
  - vii. tratamento da informação recolhida.
- f) efetuar perfis geofísicos junto à área dos depósitos de combustível com processo de reabilitação em curso (local do Site 3001 onde se tem verificado o aparecimento de hidrocarbonetos flutuando sobre as águas subterrâneas) visando uma análise indireta não destrutiva para localização dos derrames e sua delimitação;
  - g) preparar propostas de atas das reuniões previstas nos pontos ii e iii, no prazo de 07 dias úteis após a sua realização e submissão via e-mail, em formato editável, à ERSARA;
  - h) analisar o programa de controlo da qualidade da água para consumo humano apresentado pela entidade gestora (alínea d), do n.º 1, artigo 7.º, do DLR n.º 8/2010/A) e propor eventuais alterações que se julguem necessárias face aos resultados obtidos, incluindo a validação dos métodos analíticos e limites de deteção usados pelos laboratórios que executam as análises (alínea f), n.º 1, artigo 7.º, do DLR n.º 8/2010/A), bem como novas ações que se julguem necessárias;
  - i) elaborar um relatório semestral com a síntese da informação obtida para apresentação à ERSARA;
  - j) elaborar um relatório final com a análise do ponto de situação dos trabalhos de reabilitação para melhoria da situação ambiental envolvente aos furos de abastecimento de água do concelho de Praia da Vitória, após integração das recomendações e comentários acordados entre o LNEC e a ERSARA;
  - k) apoiar a ERSARA em qualquer questão técnico-científica que entenda colocar, incluindo a deslocação e o apoio durante as reuniões para que possa ser chamado.

O objetivo particular do presente relatório é definir as especificações técnicas do caderno de encargos relativo às análises químicas a serem efetuadas para este estudo. Visa: (1) fornecer as especificações técnicas e os elementos necessários para dar resposta ao pedido de realização de um conjunto de análises químicas em amostras de águas subterrâneas; (2) definir os responsáveis pela recolha de amostras; (3) explicitar as informações necessárias e as responsabilidades do laboratório a contratar e (4) definir os parâmetros de referência que serão utilizados pelo LNEC para a seleção do laboratório.

### 3 | Caderno de Encargos

#### 3.1 Elementos sobre as análises químicas e os pontos de amostragem águas subterrâneas

Pretendem-se realizar análises químicas num conjunto de 20 amostras de águas subterrâneas, provenientes de 10 pontos, a serem recolhidas em dois períodos diferentes (10 amostras em cada período), bem como de algumas análises de TCE e PCE nos furos de captação.

O local de amostragem bem como as características dos pontos a amostrar são apresentados na Figura 3.1 e no Quadro 3.1, respetivamente. O universo de pontos representado é superior a 10 (alguns pontos aparecem sobrepostos na figura dada a sua proximidade) permitindo selecionar, em função do desenvolvimento dos trabalhos, os locais mais relevantes para a realização de análises químicas.

Prevê-se que o tempo necessário para cada recolha seja de dois dias completos no local.

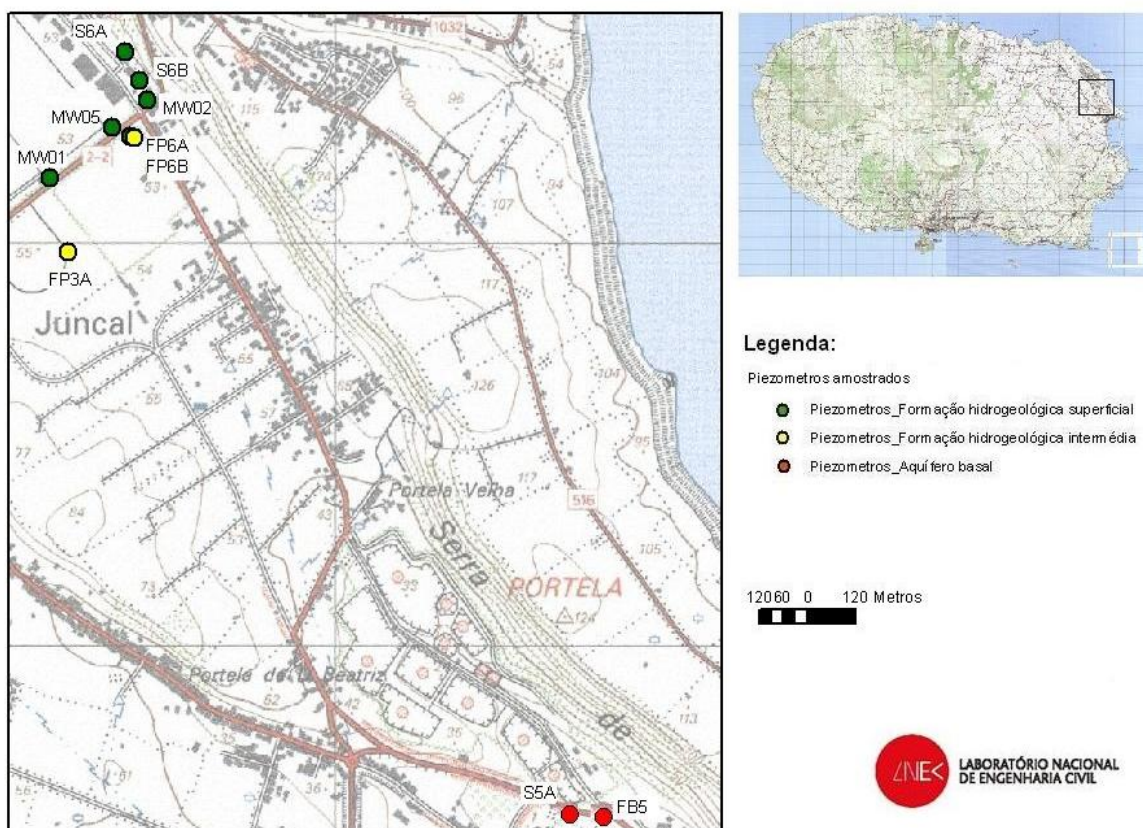


Figura 3.1 – Localização dos pontos de amostragem de águas subterrâneas

Quadro 3.1 – Características dos pontos de água a monitorizar

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

Em cada ponto de amostragem serão analisados os seguintes parâmetros, cf. Quadro 3.2:

Quadro 3.2 – Parâmetros a analisar

Parâmetro
<b>Inorgânicos não metálicos</b>
Cloretos
Nitratos
Sulfatos
<b>Metais em solução / Catiões maiores</b>
Alumínio - Al
Antimônio - Sb
Arsênio - As
Bário - Ba
Berílio - Be
Boro - B
Cádmio - Cd
Cálcio - Ca
Crômio - Cr
Cobalto - Co
Cobre - Cu
Ferro - Fe
Chumbo - Pb
Lítio - Li
Magnésio - Mg
Manganês - Mn
Mercúrio - Hg
Molibdeno - Mo
Níquel - Ni
Fósforo - P
Potássio - K
Selênio - Se
Prata - Ag
Sódio - Na
Vanádio - V
Zinco - Zn
<b>Hidrocarbonetos Totais do Petróleo - HTP</b>
Hidrocarbonetos Totais do Petróleo
<b>BTEX</b>
Benzeno
Etilbenzeno
Meta-para xileno
Orto-xileno
Tolueno
<b>Compostos Orgânicos Voláteis Halogenados</b>
1.1.1.2-Tetracloroetano
1.1.1-Tricloroetano
1.1-Dicloroetano
1.2.3-Triclorobenzeno
1.2.4-Triclorobenzeno
1.2-Dicloroetano
1.3.5-Triclorobenzeno
1.3-Dicloropropano
2.2-Dicloropropano
2-Clorotolueno
Bromoclorometano
Bromodiclorometano

Parâmetro
Bromofórmio
Clorobenzeno
Clorofórmio
cis-1.2-Dicloroetano
Dibromoclorometano
Tetracloroetileno (PCE)
Tetraclorometano
trans-1.3-Dicloropropeno
Tricloroetileno (TCE)
<b>Compostos Orgânicos Voláteis não Halogenados</b>
1.2.4-Trimetilbenzeno
1.3.5-Trimetilbenzeno
Isopropilbenzeno
Metil tert-Butil Éter (MTBE)
n-Butilbenzeno
n-Propilbenzeno
p-Isopropiltolueno
sec-Butilbenzeno
Estireno
tert-Butil álcool
tert-Butilbenzeno
<b>Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares (PAHs)</b>
Acenafteno
Acenaftileno
Antraceno
Benzo(a)antraceno
Benzo(a)pireno
Benzo(b)fluoranteno
Benzo(g,h,i)perileno
Benzo(k)fluoranteno
Criseno
Dibenz(a,h)antraceno
Fluoranteno
Fluoreno
Indeno(1.2.3.cd)pireno
Naftaleno
Fenantreno
Pireno
<b>Parâmetros agregados</b>
Índice de fenóis
Soma de 4 PAH (DL 306/2007)

O LNEC reserva-se a possibilidade de proceder a ajustes relativamente ao número de pontos de amostragem e de análises, que poderá não ser exatamente o indicado, estando dependente da verba disponível no projeto para este efeito.

## 3.2 Responsáveis pela recolha de amostras

A recolha de amostras de águas subterrâneas na ilha Terceira, Açores, bem como a sua entrega ao laboratório químico, é da responsabilidade da empresa concorrente, com o apoio de técnicos do LNEC no local. O LNEC poderá disponibilizar algum equipamento de recolha de amostras.

## 3.3 Responsabilidades do laboratório de análises químicas

É da responsabilidade do laboratório de análises químicas:

Disponibilizar os seguintes elementos:

- fornecer, para cada parâmetro:
  - método de referência utilizado;
  - limite de deteção (deverá ser um só limite para as duas campanhas);
  - limite de quantificação;
  - tempo entre a recolha e a análise;
  - se o parâmetro é acreditado;
  - identificação de eventual laboratório subcontratado;
  - procedimentos de conservação;
  - preço unitário.
- custo de uma análise completa de águas subterrâneas.
- custo global do trabalho.
- fornecer os frascos (volume, material), malas e eventuais conservantes necessários para o armazenamento e preservação das amostras a analisar, de acordo com os parâmetros químicos selecionados.
- fornecer o equipamento necessário à extração de águas subterrâneas.
- garantir o transporte e a preservação das amostras do local de recolha (ilha Terceira) para o laboratório de análises, dentro do prazo necessário para a respetiva análise química, sendo que as amostras serão recolhidas em duas datas diferentes, espaçadas de seis meses, ainda a acordar;
- fornecer os resultados das análises químicas dentro do prazo proposto, com cópia em papel e em formato digital (Excel).

Na ficha dos resultados para cada amostra, deverá constar:

- identificação do laboratório;

- identificação da amostra;
- data e hora da receção;
- data da colheita;
- identificação da pessoa que recebe o recipiente térmico com as amostras;
- temperatura no interior do recipiente térmico;
- tipo de amostra (campo/branco/duplicado);
- quantidade de amostra existente;
- tipo de preservação (por ex. refrigeração a 4°C);
- tempo de espera e em que condições (para extração ou para análise) – data e hora da extração e data e hora da análise;
- descrição da manobra da amostra laboratorial para a obtenção da amostra teste (método especificado ou não);
- descrição da obtenção de subamostras/réplicas representativas a tratar e a analisar (procedimento e número de réplicas);
- métodos analíticos utilizados e especificações seguidas;
- resultado(s).

Nas avaliações analíticas devem ser apresentados os procedimentos de controlo de qualidade praticados pelo laboratório, quer relativamente à repetibilidade dos ensaios/equipamento/procedimento, quer relativamente à reprodutividade do procedimento/equipamento comparativamente a outro laboratório/equipamento.

Na ficha de laboratório devem constar quatro datas/horas:

- recolha e acondicionamento;
- entrada no laboratório;
- extração;
- análise.

Os adjudicatários deverão mobilizar todos os equipamentos, instrumentos, materiais, recipientes, etc., necessários para a realização dos trabalhos, assim como todos os outros meios/utensílios/consumíveis necessários à realização dos trabalhos, mesmo que não discriminados nestas especificações técnicas.



### **3.4 Parâmetros de referência para a avaliação**

A seleção do laboratório terá em consideração, e discriminará de forma positiva, os seguintes critérios (cuja ordenação é aleatória):

- ser um laboratório acreditado;
- estar acreditado para os parâmetros a analisar e utilizar métodos referenciados pela EPA, pela ISO, pela ASTM, pelo DIN, etc.;
- poder realizar todas as análises solicitadas e determinar os parâmetros pretendidos de acordo com os protocolos estabelecidos;
- utilizar valores baixos como mínimos de deteção de parâmetros;
- ter experiência de atuação na Região Autónoma dos Açores, em particular na ilha Terceira;
- prazo de execução;
- custo.

Lisboa, LNEC, dezembro 2014

VISTOS

A Chefe do Núcleo de Recursos Hídricos e  
Estruturas Hidráulicas



Maria Teresa Viseu

AUTORIA



Teresa E. Leitão

Investigadora Principal com Habilitação

A Diretora do Departamento de Hidráulica e  
Ambiente



Rafaela de Saldanha Matos

## Referências Bibliográficas

LEITÃO, T.E., LOBO FERREIRA, J.P., e OLIVEIRA, M.M., 2013 - Análise e Acompanhamento dos Trabalhos de Reabilitação para Melhoria da Situação Ambiental envolvente aos Furos de Abastecimento de Água do Concelho de Praia da Vitória, Açores. Relatório Final. Relatório 407/2013 – DHA/NRE, 127 pp.

