

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ SUBTROÇO 4 E SUBTROÇO 5



PROJETO DE EXECUÇÃO V10 – AMBIENTE Tomo 10.02.04.00 – RECAPE – ANEXOS TÉCNICOS

Anexo 8 – Caracterização dos Solos a Escavar

Controlo de Assinaturas

Elaborou (Autor do Documento)	Verificou (Autor do Projeto)	Aprovou (Coordenador do Projeto)
Vários	Margarida Collaço	Fátima Teixeira
15-05-2026	15-05-2026	15-05-2026
Data e Assinatura	Data e Assinatura	Data e Assinatura

Não necessita de assinatura se aprovado eletronicamente

Informação Adicional	Informação do Documento	
O Gestor de Projeto -	Código Documento PF102AB.PR.10.02.04.00.RLT08.00_CARACTSOLO	
O Responsável Unidade -	Revisão 00	Data 15-05-2026
O Responsável Departamento -	Código Projetista	
O Diretor -	Nome do Ficheiro PF102AB.PR.10.02.04.00.RLT08.00_CARACTSOLO.DOCX	

Registo de Alterações

Rev	Data	Autor	Secção Afetada	Alterações
00	15-05-2026	Vários	Edição inicial	-----

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO 4 E SUBTROÇO 5
PROJETO DE EXECUÇÃO
ÍNDICE GERAL DO PROJETO

VOLUME 00 - GERAL

VOLUME 01 - INFRA-ESTRUTURA E PLATAFORMA DE VIA FÉRREA

VOLUME 02 - INFRA-ESTRUTURA DE OBRAS DE ARTE (VIA FÉRREA)

VOLUME 03 - SUPER-ESTRUTURA DE VIA

VOLUME 04 - PASSAGENS DE NÍVEL

VOLUME 05 - SISTEMAS SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DE EXPLORAÇÃO

VOLUME 06 - TELECOMUNICAÇÕES

VOLUME 07 - CATENÁRIA E ENERGIA DE TRAÇÃO

VOLUME 08 - EDIFICAÇÕES

VOLUME 09 - EXPROPRIAÇÕES

VOLUME 10 - AMBIENTE

Tomo 10.2 – RECAPE

Tomo 10.2.1 – Resumo Não Técnico

Tomo 10.2.2 – Relatório Base

Tomo 10.2.3 – Peças Desenhadas

Tomo 10.2.4 – Anexos Técnicos

VOLUME 11 - SERVIÇOS AFETADOS

VOLUME 12 - FASEAMENTO CONSTRUTIVO

VOLUME 13 - PROJETO DE INTEGRAÇÃO PAISAGÍSTICA

LINHA FERROVIÁRIA DE ALTA VELOCIDADE ENTRE PORTO (CAMPANHÃ) E LISBOA
TROÇO PORTO (CAMPANHÃ) A OIÃ
SUBTROÇO 4 E SUBTROÇO 5
PROJETO DE EXECUÇÃO
V10 – AMBIENTE
TOMO 10.02.04.00 – RECAPE – ANEXOS TÉCNICOS
ANEXO 8 – CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS A ESCAVAR

ÍNDICE

1	ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	1
2	DESCRIÇÃO GERAL E LOCALIZAÇÃO	3
3	CARACTERIZAÇÃO GERAL DO LOCAL	6
4	PLANO DE AMOSTRAGEM	9
4.1	Meio a Amostrar	9
4.2	Programa Analítico	9
4.3	Calendário de Amostragem	10
4.4	Número De sondagens e Distribuição ao Longo do Traçado	10
4.5	Número DE amostras a recolhidas (profundidades).....	12
4.6	Métodos de recolha de amostras e protocolo de amostragem	15
4.7	Embalagem, rotulagem, preservação e transporte das amostras.....	15
4.8	Sistema de controlo de qualidade.....	15
4.9	Observações de campo.....	16
4.10	Entidade(s) responsável(eis) pela recolha das amostras	16
4.11	Laboratório de análises.....	16
5	RELATÓRIO TÉCNICO DAS SONDAGENS.....	17
6	VALORES DE REFERÊNCIA ADOTADOS	18
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	19
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	27

DESENHOS

DESENHO CON001 PLANO DE AMOSTRAGEM (SUBTROÇOS STA4 E STA5 DO LOTE A DA LAV)

ANEXOS

ANEXO A – PROSPEÇÃO AMBIENTAL (LOTE A DA LAV)

- REGISTO LITOLÓGICO DAS SONDAGENS AMBIENTAIS
- REGISTO FOTOGRÁFICO DA AMOSTRAGEM

ANEXO B – RELATÓRIOS ANALÍTICOS (SUBTROÇOS STA4 E STA5 DO LOTE A DA LAV)

- ACREDITAÇÃO LABORATÓRIO E ÂMBITO DE ACREDITAÇÃO
- BOLETINS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Desenvolvimento geral do traçado e divisão em subtroços	4
Figura 2 – Sequência litológica interessada pelos subtroços STA4 e STA5 (Fonte: STA4, Tomo 01.07 – Geologia e Geotecnia, GEG, 2026)	7

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Municípios e freguesias interessadas pelo Projeto	3
Quadro 2 – Sequência de litologias interessadas pelos subtroços STA4 e STA5 (Fonte: STA4&STA5, Tomos 01.07 – Geologia e Geotecnia, GEG, 2026)	8
Quadro 3 – Programa analítico	9
Quadro 4 – Sistematização das sondagens realizadas e amostras recolhidas	13
Quadro 5 – Resultados das análises laboratoriais aos solos e confrontação com os valores de referência	21

1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

O presente documento corresponde ao relatório de Caracterização dos Solos a Escavar, estudo desenvolvido no âmbito da resposta aos elementos a apresentar em sede de Projeto de Execução e RECAPE, definidos na Declaração de Impacte Ambiental (DIA, anexa ao Título Único Ambiental TUA20230821002476 que se apresenta no Volume 10.02.04.01-Anexo 1, resultante do Procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental, AIA n.º 3610), designadamente o elemento 19.

19. Caracterização dos solos contaminados, de forma a aferir se os solos e rochas provenientes de operações de escavação podem ser utilizados na obra ou devem ser encaminhados para licenciamento prévio.

Este estudo serve ainda, desde já, de suporte às respostas ao elemento 37 a apresentar em sede de Projeto de Execução e RECAPE, bem como ao elemento 45, incluído nos elementos a apresentar em fase prévia à obra.

O desenvolvimento do Projeto de Execução para o Lote A, e em particular para estes Subtroços STA4 e STA5, teve como base o traçado em fase de Estudo Prévio e respetivo corredor, para o qual foi emitida DIA favorável condicionada ao cumprimento dos termos e condicionamentos nela expressos. Não tendo sido identificada, em sede de Estudo Prévio, EIA e correspondente DIA favorável condicionada, qualquer zona potencialmente crítica em termos de contaminação do solo ao longo do traçado, esta caracterização, feita em sede de Projeto de Execução e RECAPE, corresponde a uma despistagem geral e inicial, mas abrangendo toda a área de intervenção onde serão realizadas escavações para o estabelecimento da plataforma da via.

Pretende-se com esta despistagem determinar – conforme o elemento 19 da DIA – os potenciais níveis de contaminação das terras a escavar, com o objetivo de avaliar a possibilidade da sua reutilização em obra ou a necessidade de proceder a qualquer licenciamento prévio para a sua escavação. Por outro lado, esta constitui também a primeira etapa de caracterização, que permite apoiar a definição do destino final dos solos de escavação sobrantes.

No desenvolvimento destes trabalhos são tidos em conta os Guias Técnicos desenvolvidos pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), no âmbito da prevenção da contaminação e remediação do solo, nomeadamente no que se refere aos planos de amostragem, valores de referência para o solo e matrizes de referência, nas suas revisões atuais, além do *Regime geral de gestão de resíduos*.

A caracterização do solo a escavar, no que se refere a uma eventual contaminação antrópica, baseia-se assim num plano de amostragem de solo in situ e respetiva análise laboratorial, já que não se dispõem de dados históricos, estudos ou conhecimento prévio da qualidade dos solos da área. A amostragem tem como objetivo identificar e quantificar, por meio de métodos analíticos, os contaminantes presentes no solo a diferentes profundidades, de modo a despistar uma eventual contaminação do solo a escavar e quando considerado o uso futuro pretendido para esta área, conforme os valores de referência (risco para a saúde humana e ambiente) adotados pela Autoridade Portuguesa (APA).

No âmbito deste estudo, as principais atividades corresponderam (i) à definição do plano de amostragem a realizar; (ii) à realização de sondagens mecânicas para a recolha de amostras de solo in situ às profundidades definidas; (iii) à realização das correspondentes análises laboratoriais; e (iv) ao desenvolvimento de uma avaliação e diagnóstico da qualidade do solo a escavar.

Com este objetivo, e considerando-se a compatibilização entre estes trabalhos de prospeção ambiental e os trabalhos geotécnicos a realizar, no arranque do desenvolvimento do projeto de execução do Lote A procedeu-se à definição do plano de amostragem, tendo por base o projeto / traçados e locais para a realização das sondagens geotécnicas, tendo-se procedido à realização de sondagens geoambientais, de modo que os resultados analíticos das amostras recolhidas permitissem concluir sobre a qualidade do solo e a eventual existência de solos contaminados por atividades antrópicas.

Face à grande extensão e características do projeto, considerou-se assim a caracterização geral da qualidade do solo ao longo de todo o traçado onde serão realizadas as principais escavações em plena via, entre muros e em túnel cut&cover, de modo a ser representativa do local da escavação, da formação presente e dos diferentes usos atuais do solo. Encontram-se ainda, pontualmente, sondagens e a caracterização do solo realizadas em trechos passados por túnel NATM, decorrentes da evolução do desenvolvimento dos traçados, que passaram de executados pelo método cut & cover para método mineiro, dados que são naturalmente também apresentados, e sendo, de qualquer modo, representativos daqueles locais e formação/solo.

Ou seja, durante o período de desenvolvimento do projeto de execução foi implementado este plano de amostragem, com a recolha de amostras de solo in situ e envio para laboratório acreditado para a realização das análises laboratoriais, apresentando-se os resultados obtidos para os subtroços STA4 e STA5 no presente relatório, que resume todos os aspetos anteriores.

Refira-se, por fim, que o plano de amostragem e respetivo relatório de sondagens foi desenvolvido para todo o Lote A da LAV, correspondendo a todo o Troço Porto (Campanhã) a Oiã. Deste modo, em anexo é apresentado o Relatório da Prospeção Ambiental completo para o Lote da LAV e mantém-se no presente relatório a numeração das sondagens e das amostras, de modo a serem inequívocas para todo o Lote A. No entanto, no presente relatório apenas são consideradas e avaliadas as sondagens e amostras que interessam os subtroços STA4 e o STA5 do Lote A, ou seja, a partir do km 49+900 e da sondagem 29 (realizada cerca do pk 50+000) até ao final do traçado, nos troços de interesse.

2 DESCRIÇÃO GERAL E LOCALIZAÇÃO

A área avaliada corresponde, no essencial, aos trechos em escavação do projeto de execução dos **subtroços STA4 e STA5 do Lote A (LAV-Lote A) da Linha Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto (Campanhã) e Oia**, com início cerca do km 49+900 deste Lote A.

O projeto destes dois subtroços desenvolve-se ao longo de pouco mais de 21 km, com início ainda no concelho de Ovar e já próximo do concelho de Espinho, cerca do km 49,9 do Lote A e terminando na Estação de Campanhã da LAV, cerca do km 71, no município do Porto.

O projeto do STA4 e STA5 abrange uma extensa área, desenvolve-se região (NUT II) Norte e também marginalmente, na região Centro, e nas sub-regiões (NUT III) da Área Metropolitana do Porto (AMP) e Região de Aveiro, interessando o território de 5 municípios e 16 freguesias (considerando já efetivada a reposição freguesias anteriormente agregadas), conforme sistematizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Municípios e freguesias interessadas pelo Projeto

Região (NUT II)	Sub-Região (NUT III)	Concelho	Freguesia	Subtroço
Centro	Região de Aveiro	Ovar	- Esmoriz	STA4
Norte	Área Metropolitana do Porto	Santa Maria da Feira	- São Paio de Oleiros - Nogueira da Regedoura	STA4
		Espinho	- Paramos - Silvalde - Anta - Guetim	STA4
		Vila Nova de Gaia	- Grijó - Serzedo - Perosinho - Canelas - Vilar do Paraíso - Mafamude - Oliveira do Douro	STA4
		Porto	- Bonfim - Campanhã	STA4&STA5 STA5

O desenvolvimento geral do traçado no território e divisão em subtroços é representado de uma forma esquemática na Figura 1.

O projeto de execução e o desenvolvimento do traçado são apresentados em detalhe nos capítulos correspondentes do RECAPE e respetivas Peças Desenhadas, bem como no ANEXO 02 – Elementos de Projeto, incluído no Tomo 10.02.04 – ANEXOS TÉCNICOS (incluindo a planta e perfil do traçado e o estudo geológico geotécnico, co particular interesse para esta caracterização).

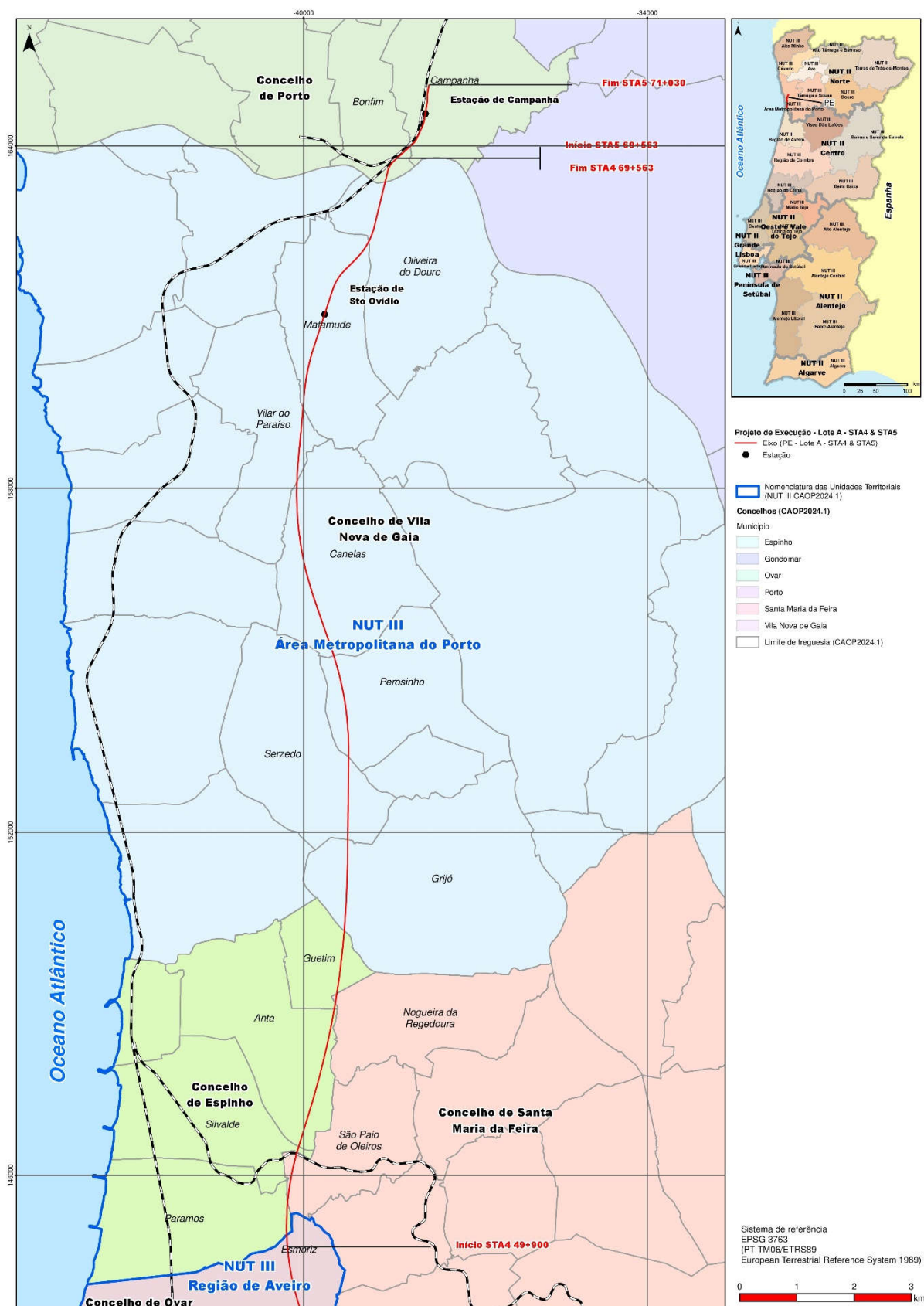


Figura 1 – Desenvolvimento geral do traçado e divisão em subtróços

Com especial interesse para o presente estudo tem-se que o desenvolvimento total do traçado tem 21 130 m. Cerca de 52% do traçado desenvolve-se em plena via, em aterro, mas principalmente em escavação, inclusiva ao abrigo de muros.

O restante traçado desenvolve-se através de:

- Túneis, tendo-se um total de 6 túneis com quase 7 465 m de extensão, dos quais, cinco são túneis mineiros (NATM) a grande profundidade (Cassufas, A41, Casaldeita, Negrelos 1 e parte do de Vila Nova de Gaia) com pouco mais de 7 km extensão (cerca de 33% do traçado) e os demais, tratam-se de túneis mais superficiais, construídos pelo método cut&cover (cerca de 2% do traçado);
- Obras de arte especiais, constituídas por 3 pontes sobre linhas de água, num total de cerca de 2 307,60 m (11% do traçado), destacando-se pela sua extensão a ponte sobre o rio Douro e por viadutos (6% do traçado), nomeadamente para o atravessamento da A29, da zona das Pedreiras e o de Campanhã.

Por fim e quanto a estações, tem-se uma nova estação, a Estação de Gaia, estação subterrânea instalada em túnel a grande profundidade, e o novo cais e remodelação da Estação de Campanhã para a alta velocidade.

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO LOCAL

O Projeto interessa território maioritariamente ocupado por áreas agrícolas e áreas florestais, a que se associam múltiplas tipologias de ocupação do solo, incluindo solo urbano disperso com densidades de ocupação diversas e, apenas no final do traçado, atravessando tecido urbano consolidado, maioritariamente passado por túneis e viadutos, com exceção das zonas das atividades económicas em Vila Nova de Gaia (áreas industriais dos Terços e de São Caetano), passadas por túneis cut&cover e/ou escavação ao abrigo de muros de contenção, conforme apresentado nas Peças Desenhadas do RECAPE e, em particular, no desenho relativo ao Uso do Solo.

Encontram-se ainda na proximidade do traçado, e sendo mesmo atravessadas por este, importantes vias de circulação rodoviária e ferroviária, com destaque para as autoestradas A41, A29, A1 e A44 e a Linha Ferroviária do Norte, passadas por túnel ou por viaduto.

As zonas do traçado em que este se desenvolve em escavação, em plena via ou em túnel pelo método cut&cover, interessam no essencial áreas florestais e agrícolas, com atravessamentos pontuais de território urbano, maioritariamente de baixa densidade, seja de uso residencial ou de atividades económicas de pequena dimensão, e não sendo esperada, pelas suas características, a presença de contaminação antrópica.

Como eventual exceção retiveram-se para análise as áreas de traçado em escavação ou em túnel superficial (cut & cover) que estejam mais próximas de importantes vias de transporte rodoviário de grande circulação e de instalações de carácter industrial, como seja a proximidade a aterros de resíduos urbanos e a pequenas instalações de carácter industrial presentes no final do traçado, destacando-se nestas últimas as zonas dos Terços e São Caetano.

A caracterização detalhada do solo, bem como o quadro geológico e hidrogeológico e a caracterização local são apresentados em detalhe no Estudo Geológico-Geotécnico (EGG) realizado, que é apresentado no ANEXO 02 – Elementos de Projeto, incluído no Tomo 10.02.04 – ANEXOS TÉCNICOS, encontrando-se estes elementos organizados por subtroço.

Conforme EGG, o corredor do traçado atravessa duas unidades geológicas constituintes do NW da Península Ibérica: a zona tectonoestratigráfica Zona Centro Ibérica (ZCI) e o Terreno de Finisterra (representado pela Unidade de Lourosa) – pontualmente cobertos por depósitos de idade plio-plistocénica, depósitos aluvionares e aterros.

O traçado tem início (subtroço STA4) em terrenos da Unidade de Lourosa (Xyz), pertencente ao Terreno de Finisterra. As litologias ocorrentes na ZCI pertencem ao Supergrupo Dúrico-Beirão (CXG), de idade ante-ordovícica, e englobam micaxistos, migmatitos e gnaisses, intruídos pelo Granito da Madalena, a sul (entre Canelas e Vilar do Paraíso), Granitos associados ao CXG (γx) na zona de Santo Ovídio e Granito do Porto (γm) a norte, em direção ao rio Douro e ao final do traçado, passando, a certa altura já no trecho final, para os terrenos metamórficos do Supergrupo Dúrico-Beirão (CXG), onde termina (subtroço STA5).

Esta sequência litológica é representada na Figura 2 e no Quadro 2 sistematiza-se a sequência das formações geológicas e litologias interessadas.

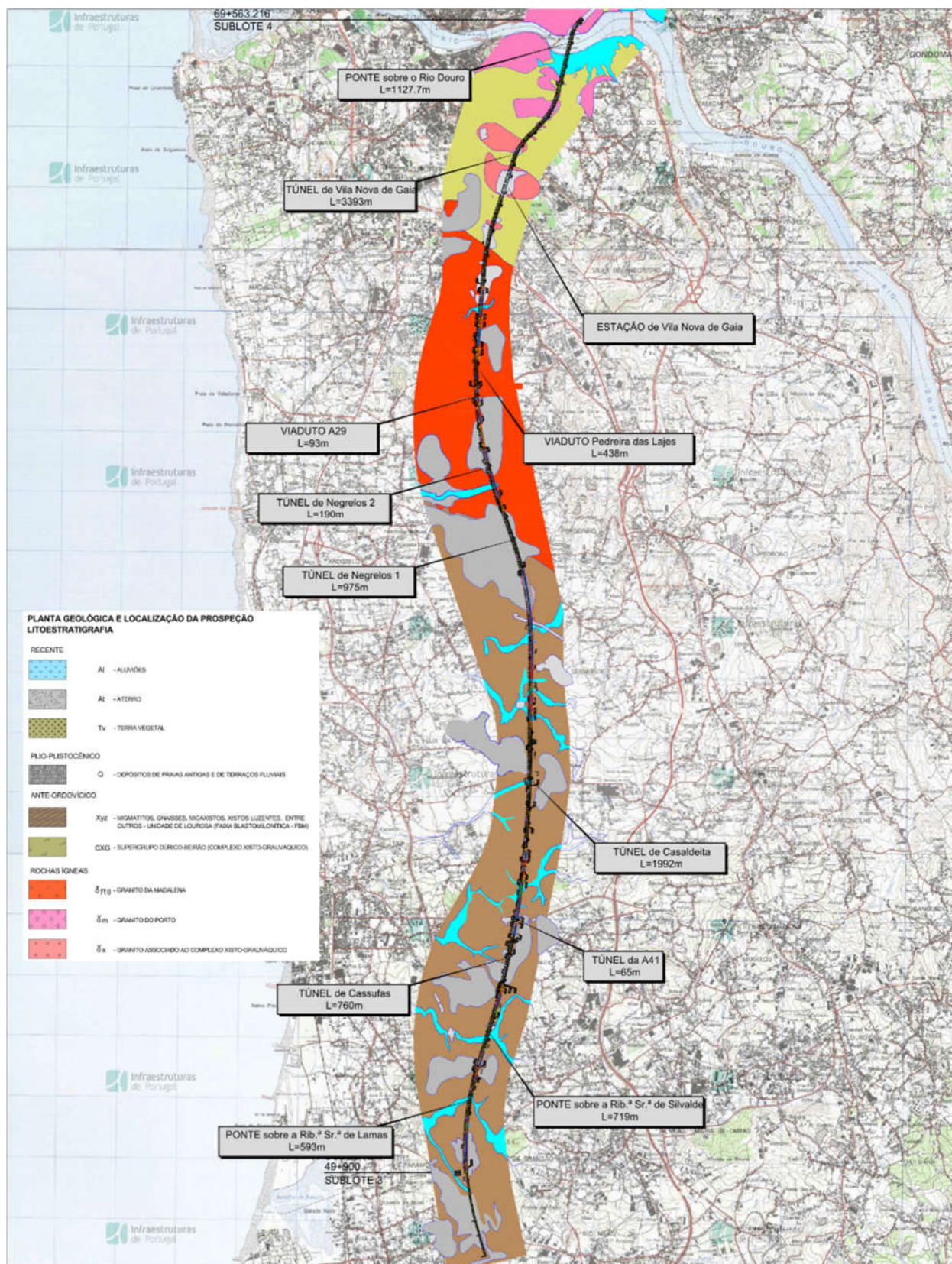


Figura 2 – Sequência litológica interessada pelos subtroços STA4 e STA5
(Fonte: STA4, Tomo 01.07 – Geologia e Geotecnia, GEG, 2026)

Quadro 2 – Sequência de litologias interessadas pelos subtroços STA4 e STA5

(Fonte: STA4&STA5, Tomos 01.07 – Geologia e Geotecnia, GEG, 2026)

PK	Formações	Descrição litológica
49+900 60+425	Unidade de Lourosa (Xyz) com Depósitos de praias antigas e terraços fluviais (Q)	Xistos luzentes, grauvaques, micaxistos, granitóides gnaissificados e migmatitos Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros
60+4250 65+425	Granito da Madalena (γπg) com Depósitos de praias antigas e terraços fluviais (Q)	Granito biotítico porfiróide de grão médio a grosseiro Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros
65+425 67+775	Supergrupo Dúrico-Beirão (CXG) e Granitos associados (γx)	Migmatitos, pelitos, metagrauvaques, micaxistos e gnaisses com intercalações graníticas Granitos heterogéneos com intercalações de fácies porfiróides de grão grosseiro a médio e fácies de grão médio a fino
67+775 70+650	Granito do Porto (γm) com Depósitos de Terraço (Q) e Aluviões (Al) e Aterros (At)	Granito de duas micas, de grão médio a grosseiro, localmente coberto por uma zona aluvionar Depósitos areno-pelíticos finos a grosseiros
70+650 71+390	Supergrupo Dúrico-Beirão (CXG), Granito do Porto (γm) com Aluviões (Al) e Aterros (At).	Migmatitos, pelitos, metagrauvaques, micaxistos, xistos e gnaisses com intercalações graníticas, por vezes intercalados com granito de duas micas de grão médio a grosseiro

4 PLANO DE AMOSTRAGEM

O Plano de Amostragem seguiu no essencial o definido no arranque dos trabalhos de planeamento de sondagens geoambientais, em fevereiro de 2025, tendo sido compatibilizado com as sondagens geotécnicas programadas para todo o Lote A, onde se incluem os subtroços STA4 e STA5.

Em campo foram feitas as adaptações necessárias em função da realidade encontrada durante a furação e a recolha de amostras, sempre tendo em conta o objetivo do trabalho de caracterizar os diferentes horizontes de solos a escavar no âmbito deste projeto, e sendo descrito nos pontos seguintes o plano efetivamente implementado.

4.1 MEIO A AMOSTRAR

O meio a amostrar é o solo nas zonas objeto de escavação, tendo esta amostragem como objetivo a caracterização do solo a escavar de modo a identificar qualquer contaminação de origem antrópica e considerando o uso futuro do local (grande infraestrutura de transporte ferroviário).

4.2 PROGRAMA ANALÍTICO

Tendo em conta os usos atuais atravessados pelo traçado, como dito, principalmente florestais e agrícolas e pontualmente áreas urbanas, maioritariamente de baixa densidade e áreas comerciais/industriais de relativa pequena dimensão, na definição dos parâmetros a analisar para determinação da eventual presença de contaminantes nas amostras recolhidas são considerados os grupos e contaminantes mais comuns, bem como as características do solo, sistematizados no Quadro 3.

Quadro 3 – Programa analítico

Grupos	Parâmetros
Metais e Outros Elementos Químicos	antimónio arsénio cádmio chumbo cobre crómio (total) mercúrio níquel zinco
Compostos Aromáticos	Hidrocarbonetos Monoaromáticos (BTEX): benzeno etilbenzeno tolueno xilenos (total)

Grupos	Parâmetros
	Hidrocarbonetos Aromáticos policíclicos (PAH): acenafteno acenaftileno antraceno benzo(a)antraceno benzo(a)pireno benzo(b)fluoranteno benzo(ghi)perileno benzo(k)fluoranteno criseno dibenzo(a,h) antraceno fenantreno fluoranteno fluoreno indeno(1,2,3-cd)pireno naftaleno pireno
Hidrocarbonetos de Petróleo (TPH)	Hidrocarbonetos de Petróleo fração C>10-C16 Hidrocarbonetos de Petróleo fração C>16 - C34 Hidrocarbonetos de Petróleo fração C>34 - C50
Características do solo	pH matéria seca carbono orgânico total (COT)

Os métodos analíticos e respetivas normas são identificados nos Relatórios Analíticos que se apresentam no ANEXO 3 e os limites de quantificação são os adequados para a comparação com os valores de referência, sendo também apresentados nos boletins.

4.3 CALENDÁRIO DE AMOSTRAGEM

As amostragens decorreram entre os dias 21 de abril e 04 de junho de 2025 apresentando-se estes dados em maior detalhe, por sondagem, no *relatório técnico das sondagens* designado “Prospecção Ambiental” (ANEXO A) e que, como dito, incluiu todo o Lote A da LAV, onde se incluem os subtroços STA4 e STA5 objeto do presente relatório, e por amostra nos respetivos relatórios de análise (ANEXO B).

4.4 NÚMERO DE SONDAGENS E DISTRIBUIÇÃO AO LONGO DO TRAÇADO

A seleção dos pontos para recolha de amostras de solos para análise laboratorial, e dada a profundidade pretendida atingir, teve como base inicial a localização das sondagens (e não poços, que chegam apenas até cerca dos 3 m de profundidade) a realizar no âmbito da prospeção geológica-geotécnica para o projeto LAV-A, conforme *plano de prospeção geral do Lote A*.

Na fase de definição do plano de amostragem, para a seleção da localização das sondagens, não foi assim considerado o quadro geológico e hidrogeológico ou qualquer critério relativo a formações geológicas presentes ao longo do traçado. Também as zonas de túneis profundos, a realizar pelo método mineiro e que interessarão apenas substrato rijo (maciço rochoso / formação natural), não foram aqui consideradas, já que constituem materiais naturais resultantes da escavação no âmbito de atividades de construção, conforme RGGR. No entanto, e decorrente da evolução do traçado em

perfil longitudinal procedeu-se também à realização de sondagens e amostragens em zonas que se verifica interessarem túneis mineiros, a executar pelo método NATM.

Face ao objetivo do estudo foi considerada uma malha de amostragem essencialmente direcionada aos trechos em escavação, em plena via ou ao abrigo de muros e para a execução de túneis cut&cover. Não foi pré-definido qualquer espaçamento entre sondagens, mas, dada a grande extensão do traçado, com uma malha relativamente espaçada.

Sempre que possível e justificado pela sua extensão ou dimensão, foi feita mais do que uma sondagem por trecho, fosse pela extensão de cada trecho em escavação, fosse por serem atravessados diferentes usos do solo ou mesmo pela programação de sondagens geotécnicas, que como se sabe é um trabalho moroso e cuja realização teria de permitir, em tempo, a obtenção de resultados para o desenvolvimento do projeto de execução, integrado num contrato de concessão (que inclui a conceção, projeto e construção) e para a inclusão nos relatórios de avaliação da qualidade do solo.

Refira-se que, além de alterações e evoluções do traçado ao longo do desenvolvimento do projeto de execução, quando não foi possível fazer coincidir as sondagens com os trechos em escavação, a sondagem geoambiental foi feita em zona próxima e com o mesmo uso do solo, mesmo que coincidente com uma zona de aterro ou de túnel NATM, de forma a permitir caracterizar aquele trecho.

Assim, na definição do plano de amostragem a implementar foram inicialmente selecionadas (das sondagens programadas realizar no âmbito da prospeção geológica-geotécnica) as sondagens em zonas em que verificava (em planta) que as escavações atingiriam maiores profundidades em plena via, entre muros de suporte ou em túneis a construir pelo método cut&cover. Nestas áreas foram ainda considerados os diferentes usos do solo ocorrentes no território: agrícola, agrícola de produção, florestal, urbano e industrial ou próximos a estes últimos.

Com base nestes pressupostos – e agora já retendo apenas as sondagens relativas aos subtroços STA4 e STA5 objeto do presente estudo e RECAPE – foi assim definida a realização de 24 sondagens ao longo dos cerca de 9 km da extensão de traçado em escavação ou túnel cut&cover, que em campo tiveram de ser pontualmente ajustadas (Nota: estava prevista a realização de mais uma sondagem – cerca do pk 56+600 – mas foi impedido o acesso, tanto ao terreno definido, como a terrenos próximos, nomeadamente para sul, não tendo sido de todo realizada por haver uma outra, imediatamente a norte).

Foram assim **realizadas um total de 23 sondagens ao longo de cerca de 9 km em que o traçado se encontra em escavação em plena via, ao abrigo de muros ou em túneis superficiais executados a céu aberto (cut & cover).**

Em cada sondagem foi preconizada a furação até uma profundidade da ordem dos 6 m para caracterização da coluna de solo atravessada, sendo o ponto de paragem definido ou por esta profundidade ou pela presença de material rijo / maciço rochoso que não permita a furação/penetração pelo método adotado (recolha de uma amostra indeformada, sem recurso a água ou ar).

Refira-se que, **pontualmente**, em 5 sondagens interessando maioritariamente os xistos e grauvaques da Unidade da Lourosa, e até cerca do km60, **apenas foi possível a recolha de uma amostra por sondagem, com profundidades máximas atingidas nas sondagens da ordem dos 1 a 2 m,**

quando atingida a capacidade de penetração pelo método direct push e **correspondendo** esta à **profundidade a que se encontra o maciço rochoso**.

No Quadro 4 é apresentada a sistematização das 23 sondagens realizadas, da profundidade da furação, bem como a sua localização no traçado e desenvolvimento e o uso do solo. No DESENHO 01 é apresentada a planta com a implantação do traçado e a localização de cada sondagem que caracterizam estes subtroços STA4 & STA5.

Para maior facilidade de referenciação e sequência, nos relatórios de caracterização do solo a escavar foi feita a correspondência entre as sondagens geotécnicas e uma numeração sequencial das sondagens geoambientais de sul para norte, considerando todo o Lote A da LAV, e que se mantém neste relatório e neste RECAPE relativo aos subtroços SAT4 e STA5. Deste modo, neste relatório, no referido Quadro 4 e nos demais quadros e matriz de solos do presente documento e também no DESENHO 01, que se junta no separador DESENHOS, as sondagens têm início na Sondagem SGA28, sequencial com os anteriores subtroços deste Lote A da LAV.

Note-se, no entanto, que é o código das sondagens geotécnicas que constitui a identificação que foi usada nos LOGs, fotografias e nas análises laboratoriais de forma a ser inequívoca e facilmente rastreável, dado o elevado número de sondagens realizadas e as diferentes equipas envolvidas nestes trabalhos.

4.5 NÚMERO DE AMOSTRAS A RECOLHIDAS (PROFUNDIDADES)

No mesmo Quadro 4, é também apresentada a sistematização do número de amostras recolhidas em cada uma das sondagens realizadas. Este número teve por base o princípio geral adotado nesta despistagem inicial de proceder à recolha de amostras a 3 profundidades, simples e sem mistura entre estratos ou amostras, considerando uma profundidade máxima (sempre que possível) da ordem dos 5,5 a 6 m e/ou até ao interface solos/bedrock (critério de paragem), independentemente da profundidade da escavação em cada local, até por estar ainda em desenvolvimento o projeto de execução e em particular os perfis de escavação.

Adotou-se assim um critério geral em que as profundidades de recolha serão idênticas em todas as amostras (e não em função da formação atravessada), com a recolha de amostras de solos para análise às seguintes profundidades:

- 1 m (abaixo da camada artificial e da camada de terra vegetal)
- 3,0 m
- 5,0 m ou interface solos/bedrock (critério de paragem)

A recolha de amostras ficou assim condicionada à profundidade que foi possível atingir na sondagem e pontualmente à recuperação da amostra, tendo-se procedido à **recolha de um total de 51 amostras para análise laboratorial**.

Naturalmente, durante a realização das sondagens e na abertura dos liners, caso o técnico achesse de interesse (alterações significativas) poderia ser necessário fazer amostragens suplementares, mas que conforme relatório técnico das sondagens e prospeção ambiental não se terá justificado neste caso.

Quadro 4 – Sistematização das sondagens realizadas e amostras recolhidas

Referência Sondagem		Desenvolvimento do Traçado		Coordenadas PT-TM06/ETRS89		Uso do solo (COS2018)	Profundidade atingida (m)	N.º amostras recolhidas
Ident.	Sondagem geotécnica	pk aprox.	Traçado	M	P			
SGA28	S1 M49.2D	50+000	escavação muros	-40281,3	144862,2	Floresta de produção, junto a nó da autoestrada A29	6	3
SGA29	S04 T-SL4	50+400	escavação PV	-40294,8	145234,8	Outro espaço florestal, junto à autoestrada A29	6	3
SGA30	S2 R51.1	51+600	escavação muros	-40107,0	146410,2	Espaço urbano de baixa densidade	6	3
SGA31	S05 T-SL4	51+700	escavação PV	-40054,9	146522,0	Outro espaço florestal	4	2
SGA32	S08 T-SL4	53+000	escavação muros / trincheira túnel	-39679,3	147818,0	Espaço urbano de baixa densidade	4	1
SGA33	S11 T-SL4	53+500	túnel NATM	-39588,4	148274,3	Outro espaço florestal	4	2
SGA34	S14 T-SL4	53+900	saída túnel / início escav. trincheira	-39510,7	148654,0	Espaço de atividades económicas	5	2
SGA35	S03 TNCSD1	55+400	túnel NATM, após escav. trincheira	-39314,2	150163,8	Pastagens / Espaço habitacional	1,35	1
SGA36	S07 TNCSD1	55+800	túnel NATM	-39300,0	150520,9	Espaço habitacional	3	1
SGA37	S03 TNCSD2	55+950	túnel NATM	-39274,2	150703,2	Vinhas/ Espaço habitacional	6	3
SGA38	S24 T-SL4	57+000	túnel NATM	-39235,8	151732,4	Espaço verde, junto a área urbana	4	2
SGA39	S03 TNCSD3	57+200	túnel NATM/antes escav. trincheira	-39198,0	151942,1	Espaço habitacional	4	2
SGA40	S29 T-SL4	58+500	escavação PV	-39193,0	153304,1	Espaço de atividades económicas (atualmente com florestal) e junto a aterro RSU	2	1
SGA41	S32 T-SL4	59+500	escavação PV	-39302,6	154211,2	Espaço de atividades económicas (atualmente com uso florestal)	6	3
SGA42	S01 NEG1	60+000	início túnel, após escav. trincheira	-39386,9	154718,4	Espaço habitacional	3	1

Referência Sondagem		Desenvolvimento do Traçado		Coordenadas PT-TM06/ETRS89		Uso do solo (COS2018)	Profundidade atingida (m)	N.º amostras recolhidas
Ident.	Sondagem geotécnica	pk aprox.	Traçado	M	P			
SGA43	S35 T-SL4	61+300	Escavação PV	-39808,9	155901,9	Área de expansão urbana	4	2
SGA44	S02 NEG2	61+700	túnel C&C	-39894,1	156381,3	Espaço habitacional, junto a atividades económicas (Terços)	6	3
SGA45	S37 T-SL4	62+000	escavação PV	-39964,4	156627,9	Espaço de atividades económicas (Terços)	6	3
SGA46	S2 M62.1D	62+400	escavação muros	-40040,1	156984,0	Espaço de atividades económicas (Terços)	6	3
SGA47	S41 T-SL4	63+800	escavação muros	-40112,0	158446,2	Espaço de atividades económicas (São Caetano)	4	2
SGA48	S5	64+250	escavação muros	-40058,3	158865,6	Área de expansão urbana (a seguir a São Caetano)	6	3
SGA49	S18	64+515	escavação PV	-40082,7	159135,1	Espaço agrícola de conservação	4	2
SGA50	SP38	64+665	escavação PV	-40091,1	159284,8	Outro espaço agrícola, imediatamente antes da área urbana de Gaia, passada por túnel)	6	3

4.6 MÉTODOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS E PROTOCOLO DE AMOSTRAGEM

Os métodos de recolha das amostras e protocolo de amostragem obedeceram a procedimentos e normas definidos, de modo a minimizar eventuais contaminações cruzadas ou outros incidentes, a sua rastreabilidade e controlo da qualidade.

A recolha de amostras de solos foi feita in situ, através da realização de **sondagens mecânicas por cravação direta**, técnica conhecida por **direct push**. Assim, por cravação dinâmica de uma coluna exterior de revestimento, em simultâneo com um amostrador interno de aço, revestido com liner transparente, descartável, fechado e em material não reativo, é feita a recuperação contínua e integral da coluna de solo, evitando a perturbação das amostras e a contaminação cruzada entre amostras de diferentes níveis, sendo a cravação realizada sempre a seco e sem uso de ar comprimido.

A quantidade de amostra a recolhida em cada liner é sempre superior à quantidade de amostra necessária para as análises laboratoriais a realizar, conforme requisitos do laboratório, apesar dos liners utilizados terem comprimentos variáveis.

As amostras foram recolhidas, sensivelmente, às profundidades de 1, 3 e 5 m a partir do terreno natural. Assim, as amostras foram recolhidas a cada profundidade definida, sempre que a sondagem tenha atingido essa profundidade, tratando-se sempre, em todos os casos, da recolha de amostras simples e sem mistura entre diferentes estratos/horizontes ou amostras. Na recolha de amostras não se procedeu a qualquer homogeneização, preservação, preparação ou recolha de subamostras, sendo todos esses procedimentos realizados já em laboratório.

Os métodos de recolha de amostras e protocolo de amostragem são descritos em detalhe, nomeadamente no ponto 4.2.1 do relatório técnico das sondagens designado “Prospecção Ambiental” de 16/06/2025 e realizado pela Mota Engil Geotecnia (Mota Engil, 2025), que se junta no ANEXO A.

4.7 EMBALAGEM, ROTULAGEM, PRESERVAÇÃO E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

Como dito, as amostras integrais foram recolhidas em liners fechados descartáveis, de modo a evitar quaisquer contaminações cruzadas e a volatilização de compostos orgânicos, tendo sido também adotados procedimentos usuais neste tipo de trabalhos em termos de embalagem, rotulagem, preservação e transporte das amostras que obedecem às normas técnicas e cuidados específicos de manuseamento e acondicionamento e que são detalhadamente descritos no relatório que se inclui no ANEXO A, nomeadamente no ponto 4.2.2.

4.8 Sistema de controlo de qualidade

No âmbito do sistema de controlo de qualidade, durante os trabalhos de campo e até entrega no laboratório, é garantido o adequado rastreamento das amostras, incluindo a referenciação das amostras e rotulagem de cada embalagem, além da realização dos trabalhos por equipa especialista em amostragem geoambiental.

Além da rotulagem de cada embalagem com a referência da amostra e código de barras associado, duplicados no frasco e ficha de campo, validados na recolha de cada amostra, de modo a garantir a rastreabilidade de cada amostra, no interior de cada caixa térmica é ainda colocada uma Cadeia de Custódia parcialmente preenchida, que após receção e validação pelo Laboratório é assinada e devolvida, como prova da entrega das amostras e das suas adequadas condições.

No presente trabalho não foi preconizada a recolha ou realização de quaisquer ensaios a ‘brancos de amostragem’.

4.9 Observações de campo

Em campo apenas foi realizada a caracterização dos solos e a análise de alguma condição particular organolética, que não foi identificada em nenhuma sondagem / amostra. Também durante a realização das sondagens não foi detetada presença de água no terreno, até às profundidades investigadas, conforme LOGs anexos ao relatório Prospeção Ambiental (Mota Engil, 2025) em anexo.

4.10 ENTIDADE(S) RESPONSÁVEL(EIS) PELA RECOLHA DAS AMOSTRAS

Os trabalhos de campo foram realizados por diversas empresas da área geotécnica, especializadas na realização de sondagens geoambientais. A recolha de amostras foi garantida pela empresa Mota Engil Geotecnia, com grande experiência nestes trabalhos.

4.11 LABORATÓRIO DE ANÁLISES

Todas as análises laboratoriais foram realizadas pelo laboratório *AL-West B.V* do grupo *AGROLAB*, laboratório acreditado de acordo com os critérios para laboratórios de ensaio EN ISO/IEC 17025:2017, com o número de registo L 005, atribuído pela *Dutch Accreditation Council*. Estando também maioritariamente no âmbito de acreditação os métodos de amostragem para a análise de cada parâmetro / contaminante, especificamente definidos neste caso, conforme anexo à declaração de acreditação (âmbito da acreditação <<https://www.rva.nl/en/alle-geaccrediteerden/I005/>>).

Os métodos analíticos, acreditados, e respetivas normas são identificados nos Relatórios Analíticos que se apresentam no ANEXO B. Também os limites de quantificação são os adequados para a comparação com os valores de referência a aplicar, sendo também apresentados nos mesmos Relatórios Analíticos (ANEXO B), ou seja, os valores analíticos das amostragens permitem a sua comparação/confrontação com os valores de referência a aplicar na avaliação dos dados.

5 RELATÓRIO TÉCNICO DAS SONDAGENS

O *relatório técnico das sondagens* designado “Prospecção Ambiental” de 16/06/2025 e realizado pela Mota Engil Geotecnia (Mota Engil, 2025) compreende todo o Lote A da Linha de Alta Velocidade Porto-Lisboa, apresentando o detalhe dos trabalhos de campo bem como os LOGs de todas as 53 sondagens e as fotografias do material amostrado (100 amostras). Este relatório – completo – é assim apresentado no ANEXO A, integrando as sondagens e correspondentes amostras de interesse para os subtroços STA4 e STA5 que se iniciam cerca do km 50.

Como dito anteriormente, e sem prejuízo do número de ordem dado para maior facilidade de organização e representação, a referência das sondagens e amostras é feita de acordo com identificação da «sondagem geotécnica», identificação esta também usada nos boletins analíticos.

6 VALORES DE REFERÊNCIA ADOTADOS

Para a avaliação da qualidade do solo são adotados no presente relatório e para todos os contaminantes analisados, os valores de referência sistematizados nos anexos do documento “Solos Contaminados – Guia Técnico. Valores de Referência para o Solo” (APA, rev.3, setembro de 2022) e adaptados das Normas de Ontário (“Soil, Ground Water and Sediment Standards for Use Under Part XV.1 of the Environmental Protection Act”, Ministry of Environment, abril de 2011, na sua versão atual).

Estes valores de referência correspondem à concentração de um contaminante no solo acima da qual pode haver risco inaceitável para a saúde humana e/ou para o ambiente e tendo em consideração os recetores potencialmente expostos e as vias de exposição preferenciais.

Em termos da seleção da tabela de valores de referência a aplicar, apesar da área de projeto apresentar uma grande variabilidade de características, condições e usos, dados os objetivos deste estudo, que pretende a caracterização dos solos a escavar para a implantação de uma grande infraestrutura de transporte ferroviário, opta-se por adotar para o terreno a avaliar a aplicação dos valores de referência genéricos para o solo (Tabela E).

Quanto à classificação dos solos em termos de textura, assume-se que têm textura grosseira, situação mais conservadora e sendo esta representativa do solo do local em avaliação, ou seja, que para toda a área o solo apresenta textura grosseira.

Em termos de uso do solo, consideram-se os usos futuros previstos e numa situação conservadora correspondentes a um uso industrial/comercial (uso considerado para uma estação de passageiros e não para a infraestrutura de transporte propriamente dita, em que não haverá permanência de qualquer utilizador).

Apesar de se tratar de uma caracterização de solos a escavar, opta-se também, de forma conservadora, por considerar os valores referência com utilização de água subterrânea ao longo de todo o traçado.

Em resumo, face ao acima exposto, os valores de referência a confrontar com os valores analíticos da amostragem correspondem aos apresentados na **Tabela E – Valores de referência genéricos para o solo, com textura grosseira, uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea**.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

No Quadro 5 (5 folhas), e também no ficheiro excel que se junta, apresenta-se a matriz de resultados analíticos para o solo, obtidos para cada uma das 51 amostras recolhidas no local em avaliação, as profundidades a que foram recolhidas as amostras e a sua designação/referenciação, bem como a respetiva a descrição do tipo de solo/litologia, assim como a localização das correspondentes 23 sondagens realizadas.

No ANEXO B apresentam-se os respetivos Relatórios Analíticos, que incluem, conforme atrás referido, os métodos de análise para todas as amostras de interesse para os subtroços STA4 e STA5.

Da análise dos resultados analíticos da amostragem e da sua confrontação com os valores de referência aplicados, **nas 51 amostras, onde foi feita a avaliação dos solos in situ a diferentes profundidades, todos os parâmetros analisados apresentam concentrações sempre muito inferiores aos valores genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea, com exceção do arsénio, onde foram encontradas excedências em 5 amostras** face ao valor de referência aplicado (18 mg/kg), considerando um uso do solo industrial/comercial que é uma situação conservadora (uso em geral considerado para uma estação de passageiros e não para a infraestrutura de transporte propriamente dita, em que não haverá permanência de qualquer utilizador).

Estas excedências, que apresentam, nestas 5 amostras **concentrações a variar entre 21 mg/kg e 35 mg/kg**, foram determinadas em 3 amostras a uma profundidade da ordem de 1 m e em 2 amostras a uma profundidade da ordem dos 3 m, **sempre em zona florestal ou em terreno imediatamente adjacente e sem atividade conducente a qualquer contaminação antrópica**.

Os níveis de concentração detetados nestas amostras, recolhidas em solos argilosos siltosos, correspondentes a solos residuais das rochas metamórficas imediatamente subjacentes (xistos ou micaxistos) e em terreno natural de micaxisto, bem como a inexistência de usos históricos destas áreas florestais que possam ter relação com uma contaminação antrópica por arsénio, parecem indicar que serão devidos ao fundo geoquímico natural.

De facto, e neste trecho entre os km 49+900 e km 60+500, onde se desenvolve a Unidade de Lourosa e conforme EGG, caracteriza-se por uma alternância entre níveis de xistos luzentes, grauvaques, micaxistos, gnaisses e migmatitos, com uma tendência evolutiva de grau metamórfico de sul para norte. Ao longo do trecho são encontradas zonas mais alteradas (W5 ou W5-4) que não permitem inferir as litologias da Unidade, sendo descritas como solos residuais xistentos, solos residuais silto-arenosos ou solos areno-siltosos, pontualmente argilosos, castanho acinzentados.

Os depósitos de cobertura plio-pleistocénicos ocorrem a cotas mais elevadas, tendo sido identificados depósitos a cotas de 80 m, 85 m e 115 m, com possanças que podem ultrapassar os 10 m. A natureza destes depósitos é areno-argilosa, cinzenta a negra, geralmente com um nível de cascalheira de base e alguma matéria orgânica. Associados aos depósitos é frequente encontrarem-se Aterros (At) com possanças métricas e composição heterogénea, desde areia de grão fino a médio, a solos silto-argilosos e alguma presença de blocos rochosos.

Em zonas onde o corredor segue em ponte, são encontrados depósitos aluvionares associados a linhas de água. As aluviões têm composições heterogêneas desde cascalho argiloso com areia a areia siltosa.

De notar que, além da excedência neste metaloide, não foram encontradas quaisquer excedências relativamente a quaisquer outros parâmetros analisados, e que incluíram os grupos dos metais, compostos aromáticos (hidrocarbonetos monoaromáticos, e aromáticos policíclicos) e hidrocarbonetos de petróleo.

Refira-se ainda que as concentrações determinadas nestes outros parâmetros/contaminantes são em geral até muito baixas, e mesmo sempre inferiores aos limites de quantificação dos métodos de análise no caso dos compostos aromáticos e hidrocarbonetos e também, maioritariamente, em metais como o antimónio, cádmio e mercúrio.

Por fim de referir que as amostras recolhidas em sondagens próximas às grandes vias rodoviárias, a aterros de RSU e a áreas de atividades económicas, onde se inclui o comércio e indústria, não apresentaram qualquer excedência.

Quadro 5 – Resultados das análises laboratoriais aos solos e confrontação com os valores de referência

Avaliação da Qualidade do Solo												
AVACE Norte ACE												
LAV-A: Troço Porto (Campanhã) a Oiã - Subtroços STA4 e STA5												
Codificação do ponto de amostragem:		SA1_M49.2D_100_150	SA1_M49.2D_300_350	SA1_M49.2D_500_550	SA04_T-SL4_100_150	SA04_T-SL4_300_350	SA04_T-SL4_500_550	SA2_R51.1_100_150	SA2_R51.1_300_350	SA2_R51.1_500_550	SA005_T-SL4_100_150	SA005_T-SL4_300_350
Correspondência com pontos de amostragem de outras campanhas:		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Localização:		SGA28 SA1_M49.2D	SGA28 SA1_M49.2D	SGA28 SA1_M49.2D	SGA29 SA04_T-SL4	SGA29 SA04_T-SL4	SGA29 SA04_T-SL4	SGA30 SA2_R51.1	SGA30 SA2_R51.1	SGA30 SA2_R51.1	SGA31 SA005_T-SL4	SGA31 SA005_T-SL4
Georreferenciação (M/P):		-40281,3 144862,2	-40281,3 144862,2	-40281,3 144862,2	-40294,8 145234,8	-40294,8 145234,8	-40294,8 145234,8	-40107,0 146410,2	-40107,0 146410,2	-40107,0 146410,2	-40054,9 146522,0	-40054,9 146522,0
Tipo de amostra:		Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples
Material amostrado:		Areia siltosa	Areia siltosa	Areia siltosa	Argila arenosa	Argila arenosa	Argila arenosa	Areia siltosa	Areia siltosa	Areia siltosa	Areia fina siltosa	Areia siltosa, média e grossa
Data da amostragem:		14.05.2025	14.05.2025	14.05.2025	14.05.2025	14.05.2025	14.05.2025	16.05.2025	16.05.2025	16.05.2025	03.06.2025	03.06.2025
Profundidade de amostragem (m):		1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5
Contaminantes	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Metais e outros elementos químicos												
antimônio	40	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<1,0	1,8	0,9	<1,0	<0,5	1,7	1,4
arsénio	18	13	4,4	9,1	23	13	3,2	15	13	7,9	10	4,3
cádmio	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
chumbo	120	17	11	22	12	41	28	21	40	27	22	28
cobre	230	5,5	0,6	2,4	2,3	1,6	3,8	9,8	5,2	5,9	4,3	4,0
crómio (total)	160	21	9,3	8,2	50	49	46	25	32	17	22	12
mercúrio	3,9	<0,05	<0,05	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
níquel	270	15	3,2	6,7	13	15	14	18	16	10	12	11
zinco	340	38	5,8	5,9	5,7	7,1	6,4	48	11	13	8,6	7,5
Compostos aromáticos												
Hidrocarbonetos monoaromáticos												
benzeno	0,32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
etilbenzeno	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tolueno	6,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xileno (total→m,p-xileno+o-xileno)	26	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)												
acenafteno	21	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
acenaftileno	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
antraceno	0,67	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[a]antraceno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[d,e,f]criseno (benzo[a]pireno)	0,3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[e]acefenantrileno (benzo[b]fluoranten	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[g,h,i]perileno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[k]fluoranteno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
criseno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
dibenzo[a,h]antraceno	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fenantreno	12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoranteno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoreno	62	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
indeno[1,2,3-c,d]pireno	0,76	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
naftaleno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
pireno	96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrocarbonetos de petróleo (TPH)												
hidrocarbonetos de petróleo C ₁₀ -C ₁₆	230	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
hidrocarbonetos de petróleo C ₁₆ -C ₃₄	1 700	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0
hidrocarbonetos de petróleo C ₃₄ -C ₅₀	3 300	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Características do solo												
Unidades												
carbono orgânico total (COT)	mg/kg	9 700	<1 000	<1 000	1 600	1 200	<1 000	1 700	<1 000	<1 000	<1 000	<1 000
matéria seca	%	88,6	91,4	88,9	86,2	85	82	81,1	86,2	89	87,8	87,5
pH	—	4,9	5,4	5,7	5,4	5,7	6,1	5,2	6,1	6,1	6,7	5,3

Legenda: LQ - Limite de quantificação do método | n.d. - Não determinado | VA - Valor amostrado | VR - Valor de referência
(1) Fonte: Solos Contaminados – Guia Técnico “Valores de Referência Para o Solo” Tabela E (valores de referência genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea) APA, Revisão 3, Setembro de 2022
LQ < VA ≤ VR ... VA VA ≤ LQ..... VA VA > VR..... VA

Avaliação da Qualidade do Solo											
AVACE Norte ACE											
LAV-A: Troço Porto (Campanhã) a Oiã - Subtroços STA4 e STA5											
Codificação do ponto de amostragem:	SA008_T-SL4_300_350	SA011_T-SL4_100_150	SA011_T-SL4_300_350	SA14_T-SL4_100_150	SA14_T-SL4_300_350	SA03_TCSD1_100_150	SA007_TCSD1_100_150	SA03_TCSD2_100_150	SA03_TCSD2_300_350	SA03_TCSD2_500_550	
Correspondência com pontos de amostragem de outras campanhas:	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Localização:	SGA32 SA008_T-SL4	SGA33 SA011_T-SL4	SGA33 SA011_T-SL4	SGA34 SA14_T-SL4	SGA34 SA14_T-SL4	SGA35 SA03_TCSD1	SGA36 SA007_TCSD1	SGA37 SA03_TCSD2	SGA37 SA03_TCSD2	SGA37 SA03_TCSD2	
Georreferenciação (MJP):	-39679,3 147818,0	-39588,4 148274,3	-39588,4 148274,3	-39510,7 148654,0	-39510,7 148654,0	-39314,2 150163,8	-39300,0 150520,9	-39274,2 150703,2	-39274,2 150703,2	-39274,2 150703,2	
Tipo de amostra:	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	
Material amostrado:	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa	Areia grosseira siltosa	Areia siltosa	Areia grosseira siltosa	Areia silto-argilosa	Areia grosseira	Areia silto-argilosa	Areia grosseira	Areia grosseira	
Data da amostragem:	30.05.2025	29.05.2025	29.05.2025	15.05.2025	15.05.2025	14.05.2025	03.06.2025	16.05.2025	16.05.2025	16.05.2025	
Profundidade de amostragem (m):	3-3,5	1-1,5	3-3,5	1-1,5	3-3,5	1-1,35	1-1,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	
Contaminantes	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	
Metals e outros elementos químicos											
antimónio	40	1,4	<0,5	1,6	<1,0	<1,0	<0,5	<0,5	<0,5	<1,0	<1,0
arsénio	18	2,3	10	32	5,5	2,9	7,9	3,9	16	2,8	7
cádmio	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
chumbo	120	51	23	49	30	43	12	33	24	86	69
cobre	230	47	6,9	21	16	20	16	34	15	47	39
crómio (total)	160	120	19	44	23	17	72	44	42	79	83
mercúrio	3,9	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
níquel	270	83	11	16	14	23	22	30	23	45	51
zinco	340	220	43	120	50	120	58	95	61	220	230
Compostos aromáticos											
Hidrocarbonetos monoaromáticos											
benzeno	0,32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
etilbenzeno	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tolueno	6,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xileno (total→m,p-xileno+o-xileno)	26	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)											
acenafteno	21	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
acenaftileno	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
antraceno	0,67	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[a]antraceno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,13	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[d,e,f]criseno (benzo[a]pireno)	0,3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,11	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[e]acefenantrileno (benzo[b]fluoranten	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,13	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[g,h,i]perileno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[k]fluoranteno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
criseno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,13	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
dibenzo[a,h]antraceno	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fenantreno	12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoranteno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,32	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoreno	62	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
indeno[1,2,3-c,d]pireno	0,76	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
naftaleno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
pireno	96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,24	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrocarbonetos de petróleo (TPH)											
hidrocarbonetos de petróleo C _{>10} -C ₁₆	230	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>16} -C ₃₄	1 700	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	22	<6,0	<6,0	<6,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>34} -C ₅₀	3 300	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Características do solo											
Unidades											
carbono orgânico total (COT)	mg/kg	<1 000	1 500	<1 000	3 600	<1 000	1 400	1 800	4 600	1 800	<1 000
matéria seca	%	83,8	84,9	87,3	78,8	74,8	84,7	86,1	76,5	76,9	80,8
pH	—	5,9	5,1	5,1	4,8	6	5,1	5,7	5,1	5,5	5,5

Legenda: LQ - Limite de quantificação do método | n,d - Não determinado | VA - Valor amostrado | VR - Valor de referência

⁽¹⁾ Fonte: Solos Contaminados – Guia Técnico “Valores de Referência Para o Solo ” Tabela E (valores de referência genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea) APA, Revisão 3, Setembro de 2022

LQ < VA ≤ VR ... VA VA ≤ LQ..... VA VA > VR..... VA

(Quadro 5, folha 3/5)

Avaliação da Qualidade do Solo											
AVACE Norte ACE											
LAV-A: Troço Porto (Campanhã) a Oiã - Subtroços STA4 e STA5											
Codificação do ponto de amostragem:		SA24_T-SL4_100_150	SA24_T-SL4_300_350	SA003_TCSD3_100_150	SA003_TCSD3_300_350	SA029_T-SL4_100_150	SA32_TSL4_100_150	SA32_TSL4_300_350	SA32_TSL4_500_550	SA01_TNEG1_100_150	SA035_T-SL4_100_150
Correspondência com pontos de amostragem de outras campanhas:		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Localização:		SGA38 SA24_T-SL4	SGA38 SA24_T-SL4	SGA39 SA003_TCSD3	SGA39 SA003_TCSD3	SGA40 SA029_T-SL4	SGA41 SA032_TSL4	SGA41 SA032_TSL4	SGA41 SA032_TSL4	SGA42 SA01_TNEG1	SGA43 SA035_T-SL4
Georreferenciação (MIP):		-39235,8 151732,4	-39235,8 151732,4	-39198,0 151942,1	-39198,0 151942,1	-39193,0 153304,1	-39302,6 154211,2	-39302,6 154211,2	-39302,6 154211,2	-39386,9 154718,4	-39808,9 155901,9
Tipo de amostra:		Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex	Simplex
Material amostrado:		Areia siltosa	Areia silto-argilosa	Areia silto-argilosa	Areia silto-argilosa	Areia argilosa	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia fina siltosa
Data da amostragem:		15.05.2025	15.05.2025	04.06.2025	04.06.2025	30.05.2025	13.05.2025	13.05.2025	13.05.2025	16.05.2025	30.05.2025
Profundidade de amostragem (m):		1-1,5	3-3,5	1-1,5	3-3,5	1-1,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	1-1,5
Contaminantes	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
Metais e outros elementos químicos											
antimónio	40	<0,5	1,0	<0,5	<0,5	1,6	<0,5	<1,0	<0,5	1,0	<0,5
arsénio	18	16	8,5	18	10	3,6	35	21	8,7	27	6,8
cádmio	1,9	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	0,2	<0,1	<0,1
chumbo	120	41	44	21	25	42	19	43	19	44	13
cobre	230	17	31	40	22	40	35	68	37	<0,2	1,8
crómio (total)	160	39	57	47	41	68	45	91	44	20	19
mercúrio	3,9	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	<0,05
níquel	270	16	45	30	29	26	21	39	45	5,4	11
zinco	340	77	240	120	85	110	64	140	79	11	40
Compostos aromáticos											
Hidrocarbonetos monoaromáticos											
benzeno	0,32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
etilbenzeno	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tolueno	6,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xileno (total→m,p-xileno+o-xileno)	26	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)											
acenafteno	21	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
acenaftileno	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
antraceno	0,67	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[a]antraceno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[d,e,f]criseno (benzo[a]pireno)	0,3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[e]acefenantrileno (benzo[b]fluoranteno)	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[g,h,i]perileno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[k]fluoranteno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
criseno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
dibenzo[a,h]antraceno	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fenantreno	12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoranteno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoreno	62	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
indeno[1,2,3-c,d]pireno	0,76	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
naftaleno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
pireno	96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrocarbonetos de petróleo (TPH)											
hidrocarbonetos de petróleo C _{>10} -C ₁₆	230	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>16} -C ₃₄	1 700	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	9,4	<6,0	<6,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>34} -C ₅₀	3 300	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Características do solo											
carbono orgânico total (COT)	mg/kg	1 900	1 800	2 500	1 300	2 800	1 400	1 700	1 500	<1 000	10 000
matéria seca	%	83,4	87,9	88,7	86,4	87,8	84,2	83,8	70,1	84,9	80
pH	—	5,2	6	6,9	6,7	5	5,2	5,1	5,7	5,2	5,4

Legenda: LQ - Limite de quantificação do método | n,d, - Não determinado | VA - Valor amostrado | VR - Valor de referência

⁽¹⁾ Fonte: Solos Contaminados – Guia Técnico “Valores de Referência Para o Solo ” Tabela E (valores de referência genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea) APA, Revisão 3, Setembro de 2022

LQ < VA ≤ VR ... VA VA ≤ LQ..... VA VA > VR..... VA

Avaliação da Qualidade do Solo											
AVACE Norte ACE											
LAV-A: Troço Porto (Campanhã) a Oiã - Subtroços STA4 e STA5											
Codificação do ponto de amostragem:	SA035_T-SL4_300_350	SA02_TNEG2_100_150	SA02_TNEG2_300_350	SA02_TNEG2_500_550	SA037_T-SL4_100_150	SA037_T-SL4_300_350	SA037_T-SL4_500_550	SA2_M62.1D_100_150	SA2_M62.1D_300_350	SA2_M62.1D_500_550	
Correspondência com pontos de amostragem de outras campanhas:	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Localização:	SGA43 SA035_T-SL4	SGA44 SA02_TNEG2	SGA44 SA02_TNEG2	SGA44 SA02_TNEG2	SGA45 SA037_T-SL4	SGA45 SA037_T-SL4	SGA45 SA037_T-SL4	SGA46 SA2_M62.1D	SGA46 SA2_M62.1D	SGA46 SA2_M62.1D	
Georreferenciação (M P):	-39808,9 155901,9	-39894,1 156381,3	-39894,1 156381,3	-39894,1 156381,3	-39964,4 156627,9	-39964,4 156627,9	-39964,4 156627,9	-40040,1 156984,0	-40040,1 156984,0	-40040,1 156984,0	
Tipo de amostra:	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	Simples	
Material amostrado:	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia siltosa (TN Micaxisto)	Areia fina siltosa	Areia siltosa (TN Granito)	Areia siltosa (TN Granito)	Areia fina siltosa	Areia siltosa	Areia siltosa	
Data da amostragem:	30.05.2025	07.05.2025	07.05.2025	07.05.2025	30.05.2025	30.05.2025	30.05.2025	13.05.2025	13.05.2025	13.05.2025	
Profundidade de amostragem (m):	3-3,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	
Contaminantes	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	
Metais e outros elementos químicos											
antimônio	40	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,9	<0,5	0,9
arsénio	18	4,6	8,9	4,5	2,5	3,0	2,2	3,2	3,9	4,6	2,4
cádmio	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
chumbo	120	22	30	31	21	21	17	16	25	18	25
cobre	230	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,9	1,0	1,3
crómio (total)	160	14	24	15	9,1	13	11	13	14	8,7	10
mercúrio	3,9	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
níquel	270	6,5	8,6	5,8	3,3	5,5	3,9	4,4	4,1	6	3,3
zinco	340	50	34	43	28	38	35	38	23	5,7	32
Compostos aromáticos											
Hidrocarbonetos monoaromáticos											
benzeno	0,32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
etilbenzeno	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tolueno	6,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xileno (total→m,p-xileno+o-xileno)	26	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)											
acenafteno	21	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
acenaftileno	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
antraceno	0,67	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[a]antraceno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[d,e,f]criseno (benzo[a]pireno)	0,3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[e]acefenantrileno (benzo[b]fluoranten	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[g,h,i]perileno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[k]fluoranten	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
criseno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
dibenzo[a,h]antraceno	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fenantreno	12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoranten	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoreno	62	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
índeno[1,2,3-c,d]pireno	0,76	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
naftaleno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
pireno	96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrocarbonetos de petróleo (TPH)											
hidrocarbonetos de petróleo C _{>10} -C ₁₆	230	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>16} -C ₃₄	1 700	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	8,7
hidrocarbonetos de petróleo C _{>34} -C ₅₀	3 300	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Características do solo											
Unidades											
carbono orgânico total (COT)	mg/kg	<1 000	1 900	<1 000	<1 000	<1 000	<1 000	<1 000	<1 000	1 300	<1 000
matéria seca	%	84,5	81	81,9	81,1	81,3	80,5	76,5	78,5	87,1	80,3
pH	—	5,2	5,1	4,9	5,3	5,1	5,6	6,4	5,1	5,4	4,9

Legenda: LQ - Limite de quantificação do método | n,d, - Não determinado | VA - Valor amostrado | VR - Valor de referência

⁽¹⁾ Fonte: Solos Contaminados – Guia Técnico “Valores de Referência Para o Solo” Tabela E (valores de referência genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea) APA, Revisão 3, Setembro de 2022

LQ < VA ≤ VR ...

VA

 VA ≤ LQ.....

VA

 VA > VR.....

VA

Avaliação da Qualidade do Solo											
AVACE Norte ACE											
LAV-A: Troço Porto (Campanhã) a Oiã - Subtroços STA4 e STA5											
Codificação do ponto de amostragem:	SA041_T-SL4_100_150	SA041_T-SL4_300_350	SA5_100_150	SA5_300_350	SA5_500_550	SA18_100_150	SA18_300_350	SA25_100_150	SA25_300_350	SA25_500_550	
Correspondência com pontos de amostragem de outras campanhas:	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Localização:	SGA47 SA041_T-SL4	SGA47 SA041_T-SL5	SGA48 SA5	SGA48 SA5	SGA48 SA5	SGA49 SA18	SGA49 SA18	SGA50 SA25	SGA50 SA25	SGA50 SA25	
Georreferenciação (MJP):	-40112,0 158446,2	-40112,0 158446,2	-40058,3 158865,6	-40058,3 158865,6	-40058,3 158865,6	-40082,7 159135,1	-40082,7 159135,1	-40091,1 159284,8	-40091,1 159284,8	-40091,1 159284,8	
Tipo de amostra:	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	
Material amostrado:	Areia siltosa	Areia siltosa	Areia fina siltosa	Areia silto-argilosa (TN Micaxisto)	Areia silto-argilosa (TN Micaxisto)	Areia fina siltosa	Areia silto-argilosa (TN Micaxisto)	Silte arenoso	Areia silto-argilosa	Areia silto-argilosa	
Data da amostragem:	03.06.2025	03.06.2025	02.06.2025	02.06.2025	03.06.2025	02.06.2025	02.06.2025	02.06.2025	02.06.2025	02.06.2025	
Profundidade de amostragem (m):	1-1,5	3-3,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	1-1,5	3-3,5	1-1,5	3-3,5	5-5,5	
Contaminantes	VR ⁽¹⁾ (mg/kg de massa seca)	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	
Metais e outros elementos químicos											
antimônio	40	<0,5	<0,5	<1,0	1,2	0,9	0,9	1,0	<1,0	<1,0	1,0
arsénio	18	11	6,8	3,9	1,8	1,8	5	2	7,5	5,4	3,7
cádmio	1,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
chumbo	120	14	13	8,3	8,6	17	5,7	11	14	4,4	
cobre	230	7,2	3,2	32	12	2,6	16	10	7,4	19	22
crómio (total)	160	16	16	15	12	13	17	13	15	11	8,1
mercúrio	3,9	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
níquel	270	5,5	6,4	5,4	4,6	5,5	9,3	4,9	6,3	3,9	3,7
zinco	340	39	48	45	42	39	28	41	37	61	110
Compostos aromáticos											
Hidrocarbonetos monoaromáticos											
benzeno	0,32	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
etilbenzeno	1,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
tolueno	6,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
xileno (total→m,p-xileno+o-xileno)	26	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150	<0,150
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)											
acenafteno	21	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
acenaftileno	0,15	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
antraceno	0,67	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[a]antraceno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[d,e,f]criseno (benzo[a]pireno)	0,3	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[e]acefenantrileno (benzo[b]fluoranten	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[g,h,i]perileno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
benzo[k]fluoranteno	0,96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
criseno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
dibenzo[a,h]antraceno	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fenantreno	12	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoranteno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,098	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
fluoreno	62	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
indeno[1,2,3-c,d]pireno	0,76	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
naftaleno	9,6	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
pireno	96	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,09	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Hidrocarbonetos de petróleo (TPH)											
hidrocarbonetos de petróleo C _{>10} -C ₁₆	230	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0	<8,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>16} -C ₃₄	1 700	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0
hidrocarbonetos de petróleo C _{>34} -C ₆₀	3 300	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Características do solo											
Unidades											
carbono orgânico total (COT)	mg/kg	1 100	<1 000	<1 000	<1 000	<1 000	1 400	<1 000	1 300	<1 000	<1 000
matéria seca	%	85	87	85,3	78,9	77,3	87,4	82,8	84,5	75,8	71,1
pH	—	5,1	5,9	6,2	5,3	6,1	6,6	6,9	5	5,1	5,3

Legenda: LQ - Limite de quantificação do método | n.d. - Não determinado | VA - Valor amostrado | VR - Valor de referência
⁽¹⁾ Fonte: Solos Contaminados – Guia Técnico “Valores de Referência Para o Solo” Tabela E (valores de referência genéricos para o solo de textura grosseira com uso industrial/comercial e com utilização de água subterrânea) APA, Revisão 3, Setembro de 2022
LQ < VA ≤ VR ... VA VA ≤ LQ..... VA VA > VR..... VA

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme objetivo do presente estudo, foi verificada a possibilidade de utilização dos solos de escavação da empreitada dos Subtroços STA4 e STA5 da Linha de Alta Velocidade entre Oiã e o Porto, numa extensão de mais de 21 km na própria construção, ou a eventual necessidade de licenciamento prévio à escavação devido à presença de contaminação de origem antropogénica.

De forma a proceder à despistagem de qualquer contaminação, tendo também em conta os diferentes usos do solo atuais e em particular os daquelas áreas mais próximas de grandes infraestruturas de transporte rodoviário, aterros de RSU e pequenas instalações industriais existentes, procedeu-se à definição e implementação de um plano de amostragem direcionado às zonas de escavação do projeto (em plena via, entre muros de suporte e em túneis cut&cover), com uma malha espaçada dada a grande extensão destas zonas (cerca de 9 km), ao longo do traçado e a várias profundidades e/ou até à formação rochosa.

Foram assim realizadas, com interesse para estes subtroços STA4 e STA5 um total de 23 sondagens geoambientais que permitiram a recolha de 51 amostras in situ para determinação analítica de metais e metalóides (9), hidrocarbonetos monoaromáticos (BTEX, 4), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH, 16) e hidrocarbonetos de petróleo (TPH, frações C10 a C40), além da caracterização do solo em termos de pH e carbono orgânico total (COT).

Os resultados obtidos estão de acordo com o expectável, dado o traçado atravessar maioritariamente extensas áreas florestais, muitas naturais, quando em escavação em plena via ou próxima à superfície (túneis e muros). Também as áreas de ocupação humana atravessadas em escavação apresentam uma baixa densidade populacional, e mesmo as áreas industriais mais próximas têm um carácter comercial ou de indústria ligeira.

Apenas foram detetadas excedências em arsénio em 5 das 51 amostras, quando confrontados com os valores de referência genéricos para solo, mas estes também relativamente baixos e que parecem corresponder ao fundo natural, característico das formações geológicas atravessadas (xistos e micaxistos) presentes na Unidade de Lourosa, e não tendo certamente sido influenciados por qualquer atividade antropogénica, tanto por se encontrar em áreas florestais, como até pelas demais concentrações em outros contaminantes determinadas nessas amostras.

De referir que as amostras recolhidas em sondagens próximas às grandes vias rodoviárias, a aterros de RSU e a áreas de atividades económicas, onde se inclui o comércio e indústria, não apresentaram qualquer excedência nos contaminantes analisados.

De facto, os resultados analíticos conjugados com o histórico de ocupação, não evidenciam qualquer contaminação de origem antrópica, tendo todas as amostras apresentado valores de concentração nos diferentes contaminantes muito baixos. Inclusive, as concentrações são praticamente em todas as amostras inferiores aos limites de quantificação do método para os contaminantes amostrados, em todos os grupos de compostos aromáticos e de hidrocarbonetos e também, maioritariamente, em metais como o antimónio, cádmio e mercúrio.

Deste modo, e **conforme a despistagem feita e nesta avaliação, os solos a escavar poderão ser utilizados, na própria obra, com especial atenção aos trechos onde foi identificado arsénio, tendo os solos, nesses casos, de serem mantidos no local.**

Também nestes trechos, e sem prejuízo de que em operação não haverá qualquer contacto direto com estes solos ou qualquer via de exposição, recomenda-se que no dPSS sejam definidas medidas de proteção adequadas durante a fase de construção, nomeadamente a adoção de proteções coletivas que minimizem a suspensão de poeiras e o uso de equipamento de proteção individual pelos trabalhadores.

Em fase de preparação da obra, devido a eventuais áreas de alteração do projeto, recomenda-se ainda que, caso se venha a avaliar como necessário para a caracterização do solo a escavar, sejam realizadas amostragens complementares.

Depois, também durante a fase de obra, no âmbito do controlo ambiental previsto no *Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra* (PAAO), e em função da deteção de locais com qualquer indício da afetação da qualidade do solo por atividades antropogénicas, deverão ser realizadas amostragens sempre que tal se verifique necessário para garantir a adequada gestão dos solos escavados.

Refira-se por fim que o plano de amostragem permite ainda apoiar a definição do destino final dos solos de escavação excedentes (sem prejuízo da necessidade da realização de análises laboratoriais a outros parâmetros ou a eluatos, em função dos requisitos e critérios a cumprir para os diferentes destinos).

Assim e no que se refere aos solos e rochas não contaminados excedentes a levar a destino final, preferencialmente, estes, se tiverem a classificação como subproduto (cumprimento de todas as condições e critérios na correspondente Nota Técnica, APA, maio de 2025) deverão ser encaminhados para obras de destino. No entanto e face ao elevado volume de solos de escavação a levar a destino final, estes maioritariamente poderão ser encaminhados, como resíduos, para uma operação de valorização de resíduos, nomeadamente uma operação R10 no âmbito dos PARP (Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística) aprovados, designadamente das pedreiras existentes na área do projeto que possam receber solos e rochas não contaminados (resíduos exógenos), e desde que os solos cumpram os demais requisitos aplicáveis a cada destino.

Note-se que todos os solos analisados neste plano, caso sejam escavados e que eventualmente não possam ser utilizados nesta obra (obra de origem) ou em obra de destino como subproduto, serão geridos como resíduo, integrando-se neste caso sempre na classificação LER 17 05 04 – Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03*.

Caso, no futuro, em fases posteriores, venha a ser detetada qualquer contaminação ou, até, a presença de solos a classificar como resíduos perigosos (código LER 17 05 03*: solos e rochas, contendo substâncias perigosas) esses solos serão sujeitos a licenciamento prévio para a sua remediação e geridos em conformidade.

Em qualquer dos casos, será fundamental a adequada gestão e separação dos solos em obra, em função das suas características, qualidade, eventual contaminação ou mesmo perigosidade e destinos, caso venha a ser detetada e confirmada qualquer situação crítica, e cumprindo-se as medidas de minimização estabelecidas para a fase de construção relativas aos depósitos de solos em estaleiros e frentes de obras.