

CALB EUROPE
UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO
PROJETO DE EXECUÇÃO
ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO
RELATÓRIO

Versão 00

Lisboa, 18 de abril de 2023

CALB**RELATÓRIO****ÍNDICE GERAL**

1	INTRODUÇÃO	1
2	CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO	2
3	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	4
3.1	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO	4
3.1.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	4
3.1.2	HOLOCÉNICO	6
3.1.3	CENOZÓICO	6
3.2	GEOMORFOLOGIA	6
3.3	HIDROGEOLOGIA	7
3.4	TECTÓNICA	8
3.5	NEOTÉCTÓNICA E SISMICIDADE	11
4	TRABALHOS DE PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA	15
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
4.2	PROSPEÇÃO GEOFÍSICA	16
4.2.1	PERFIS SÍSMICOS DE REFRACÇÃO	16
4.2.2	PERFIS DE RESISTIVIDADE ELÉCTRICA	17
4.3	PROSPEÇÃO MECÂNICA	17
4.3.1	POÇOS DE RECONHECIMENTO	17
4.3.2	SONDAGENS MECÂNICAS	22
4.4	ENSAIOS IN SITU	32
4.4.1	ENSAIOS SPT	32
4.4.2	ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA SUPER-PESADA (DPSH)	38
4.5	ENSAIOS DE LABORATÓRIO	41
5	CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS	48
5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	48
5.2	HOLOCÉNICO	48
5.2.1	TERRA VEGETAL (TV)	48
5.3	DEPÓSITOS PLIO-PLISTOCÉNICOS	49
5.3.1	FORMAÇÃO PQ1	49
5.3.2	FORMAÇÃO PQ2	52
5.3.3	FORMAÇÃO PQ3	56
5.3.4	FORMAÇÃO PQ4	59
5.3.5	FORMAÇÃO PQ5	62

5.4	ZONAMENTO GEOTÉCNICO	65
6	<u>ZONAS DE IMPLANTAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA EM CONDIÇÕES ADVERSAS</u>	67
6.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	67
6.2	ZONAS HÚMIDAS E/OU INUNDÁVEIS	67
6.3	SOLOS DEFORMÁVEIS.....	67
6.4	MAPEAMENTO QUANTO AO POTENCIAL DE LIQUEFAÇÃO	67
6.5	IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS COM SUSPEITA DE ACTIVIDADE OU OUTRAS SITUAÇÕES ESTRUTURAIS E/OU TECTÓNICAS RELEVANTES	67
6.6	IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE CARSIFICAÇÃO DE MACIÇOS E DISSOLUÇÃO/COLAPSIBILIDADE DE SOLOS	68
7	<u>CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO</u>	68
8	<u>FONTES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO</u>	68

ANEXOS

ANEXO I – PEÇAS DESENHADAS

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Coluna Litoestratigráfica	5
Quadro 3.2 – Aceleração máxima de referência de anteprojeto agR (m/s ²) nas várias zonas sísmicas	13
Quadro 3.3 – Tipos de terreno, de acordo com EC8.....	14
Quadro 3.4 – Tipo de terreno de acordo com o EC8	14
Quadro 4.1 – Quantidades dos trabalhos de prospecção realizados	15
Quadro 4.2 – Distribuição dos ensaios de laboratório em solos.	16
Quadro 4.3 – Resumo das Principais Características dos Perfis Sísmicos de Refracção.	16
Quadro 4.4 – Resumo das Principais Características dos Poços de Reconhecimento....	18
Quadro 4.5 - Principais unidades litológicas identificadas nos poços de reconhecimento	22
Quadro 4.6 – Resumo das Principais Características das sondagens mecânicas.....	23
Quadro 4.7 - Síntese da descrição litológica das formações intercetadas pelas sondagens mecânicas	31
Quadro 4.8 - Síntese das leituras do nível de água nos piezómetros instalados.....	31
Quadro 4.9 – Classificação de areias quanto à compacidade.....	32
Quadro 4.10 – Classificação de argilas quanto à consistência.....	32
Quadro 4.11 - Análise estatística dos resultados do nº de pancadas do ensaio SPT.....	35
Quadro 4.12 – Resumo das principais características dos ensaios DPSH	38
Quadro 4.13 - Síntese das principais conclusões retiradas dos ensaios DPSH	40
Quadro 4.14 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório sobre amostras de solos	42
Quadro 4.15 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios e triaxiais (CU+U).....	45
Quadro 4.16 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios de corte directo (CD).....	46
Quadro 4.17 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios químicos sobre solos.....	47
Quadro 5.1 - Zonamento geotécnico	66
Quadro 8.1 – Lista de pedreiras	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Enquadramento administrativo da área de estudo.....	3
Figura 3.1 - Enquadramento geológico da região em estudo. Extrato da folha 42-C da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000	5
Figura 3.2 - Zonas com cavalgamentos e com clivagem xistenta regional (F_1) de pequena e média inclinação para NE. Restantes áreas do Paleozóico com clivagem de forte inclinação para NE (extracto da noticia explicativa da carta geológica 42-C)	9
Figura 3.3 - Zonas afectadas pelas fases de dobramento tardi-hercínica F_3 e F_4 (extracto da noticia explicativa da carta geológica 42-C).	9
Figura 3.4 – Esquema tectónico da bacia de Santiago do Cacém (extracto da noticia explicativa da carta geológica 42-C).....	11
Figura 3.5 – Zonamento sísmico do território nacional de acordo com o Anexo Nacional NA da NP EN 1998 -1:2010	13
Figura 4.1 - Variação do nº de pancadas do ensaio SPT com a profundidade, em termos de unidade geológica.....	33
Figura 4.2 - Gráficos de extremos e quartis relativos ao nº de pancadas do ensaio SPT	36
Figura 4.3 - Variação do nº de pancadas do ensaio SPT em profundidade e respectivos valores característicos	37
Figura 5.1 - Variação da espessura de terra vegetal na área em estudo.....	48
Figura 5.2 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1.....	50
Figura 5.3 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1.....	50
Figura 5.4 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1	51
Figura 5.5 – Distribuição dos valores de VAM e EA – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1.....	51
Figura 5.6 – Distribuição e dos valores de densidade seca máxima e teor em água ótimo (compactação normal) – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1.....	52
Figura 5.7 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2.....	53
Figura 5.8 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2.....	54

Figura 5.9 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2	55
Figura 5.10 – Distribuição dos valores de VAM e EA – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2.....	55
Figura 5.11 – Distribuição e dos valores de densidade seca máxima e teor em água ótimo (compactação normal) – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2.....	56
Figura 5.12 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ3.....	57
Figura 5.13 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ3.....	58
Figura 5.14 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ3	59
Figura 5.15 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ4.....	60
Figura 5.16 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ4.....	61
Figura 5.17 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ4	62
Figura 5.18 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ5.....	63
Figura 5.19 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ5.....	64
Figura 5.20 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ5	65

CALB

UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍCIO

PROJETO DE EXECUÇÃO

ESTUDO GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO

RELATÓRIO

1 INTRODUÇÃO

O presente documento constitui a Memória Descritiva da especialidade de Geologia e Geotecnia, desenvolvida no âmbito do Projeto Base da Unidade Industrial de produção Baterias de Lítio, contratado pela CALB (Europe), S.A., ao Consórcio QUADRANTE - ENGENHARIA E CONSULTORIA e COBA - CONSULTORES DE ENGENHARIA E AMBIENTE.

O estudo geológico-geotécnico tem por objetivo abordar aspetos relacionados com a geologia e geomorfologia do local da obra, descrever e interpretar os resultados da campanha de prospeção geotécnica realizada e, fornecer uma caracterização geotécnica da área do estudo, bem como a caracterização da natureza e origem de materiais de construção (solos e rochas).

Os trabalhos iniciaram-se pela recolha e análise de toda a informação geológica e geotécnica existente, em particular a Carta Geológica de Portugal nº 42-C Santiago do Cacém (IGM, 1986), à escala 1:50 000. Procedeu-se, igualmente, à análise da fotografia aérea da região, a que se seguiu um reconhecimento geológico de superfície.

No âmbito do presente estudo foi programada uma campanha de prospeção geotécnica e ensaios “in situ” e em laboratório. Na sequência de uma análise conjunta de toda a informação disponível, definiu-se um programa de prospeção composto por diversos trabalhos de campo (sondagens mecânicas, poços de reconhecimento, ensaios de penetração dinâmica DPSH, perfis sísmicos de refração e perfis de resistividade eléctrica) e ensaios de laboratório sobre materiais terrosos. Estes trabalhos foram realizados no período compreendido entre Janeiro e Março de 2023, pela empresa MOTA-ENGIL, Engenharia e Construção, SA.

Referem-se nesta Memória as principais características geológicas das diferentes formações interessadas, em termos de litoestratigrafia, geomorfologia, tectónica, sismicidade e hidrogeologia.

Apresenta-se uma descrição e interpretação dos resultados dos trabalhos de prospeção geotécnica executados, assim como de todo o conjunto de ensaios laboratoriais realizados, seguido da caracterização das unidades geotécnicas identificadas.



Inclui-se, também, um conjunto de considerações geotécnicas, nas quais se analisam a eventual ocorrência de zonas de implantação da infraestrutura com condições geológico-geotécnicas adversas, designadamente, zonas húmidas e/ou inundáveis, presença de solos deformáveis, mapeamento do terreno quanto ao potencial de liquefação, identificação de falhas com suspeita de atividade ou outras situações estruturais e/ou tectónicas relevantes e identificação de possíveis situações de carsificação de maciços e dissolução/colapsabilidade de solos.

Fazem parte desta memória um conjunto de peças desenhadas (plantas e perfis longitudinais geológicos e geotécnicos) à escala 1/2000 (horizontal) e 1/1000 (vertical).

Os boletins com os resultados dos trabalhos de prospeção geotécnica e ensaios realizados foram apresentados no relatório “Lithium Battery Giggafactory Plant. Prospeção Geotécnica”, Edição 2, nº 17040.443ED01, elaborado pela empresa MOTA-ENGL- Engenharia e Geotecnia, em 12/04/2023.

Interessa referir que na elaboração do modelo geológico e geotécnico da área em estudo, foi utilizado o software *ROCKWORKS*, desenvolvido pela empresa *ROCKWARE® – Earth Science Software, Consulting and Training*. Trata-se de um programa de software abrangente desenvolvido para a criação de mapas 2D e 3D, logs e seções transversais, modelos geológicos, relatórios de volume e diagramas de geologia geral para as indústrias ambiental, geotécnica, de mineração e de petróleo.

Pretende-se com esta metodologia a análise e interpretação integrada e tridimensional dos trabalhos de prospeção geotécnica realizados. De referir que o recurso a este *software*, não obstante as inúmeras vantagens na sua utilização, conduz a algumas discrepâncias entre a linha auxiliar para modelação tridimensional geológico-geotécnica gerada pelo próprio programa e a superfície do terreno do levantamento topográfico de projecto, com influência nas camadas superficiais do modelo geológico.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O projeto tem como o objetivo a construção e operação de uma unidade de produção de baterias de lítio, em terrenos que integram a Zona Industrial e Logística de Sines (ZILS).

A fábrica será construída com recurso a tecnologia que visa a proteção do ambiente e o cumprimento da legislação ambiental aplicável, tendo igualmente em vista a construção de uma unidade industrial de operação de baixo carbono.

Esta nova unidade de produção de baterias de lítio terá uma capacidade de 15 GWh. Com o objetivo de satisfazer a grande procura dos clientes (principalmente da indústria automóvel), pretende-se garantir o início da produção até ao final de 2025.

A futura unidade industrial está localizada na Região (NUT II) do Alentejo, sub-região (NUT III) do Alentejo Litoral, mais especificamente no município de Sines e na freguesia de Sines.

Nesta fase, a área de estudo corresponde à área delimitada para a unidade industrial, correspondendo ao espaço planeado para a implantação das estruturas industriais necessárias ao desenvolvimento do projeto. A área de 100 hectares localiza-se nos terrenos da Zona Industrial e Logística (ZIL) de Sines e o projeto deverá ocupar aproximadamente 50 hectares.

Na Figura 2.1 apresenta-se um extrato do mapa cartográfico à escala 1:25.000 do CIGeoE (Centro de Informação Geo-espacial do Exército Português) com identificação da área aem estudo.

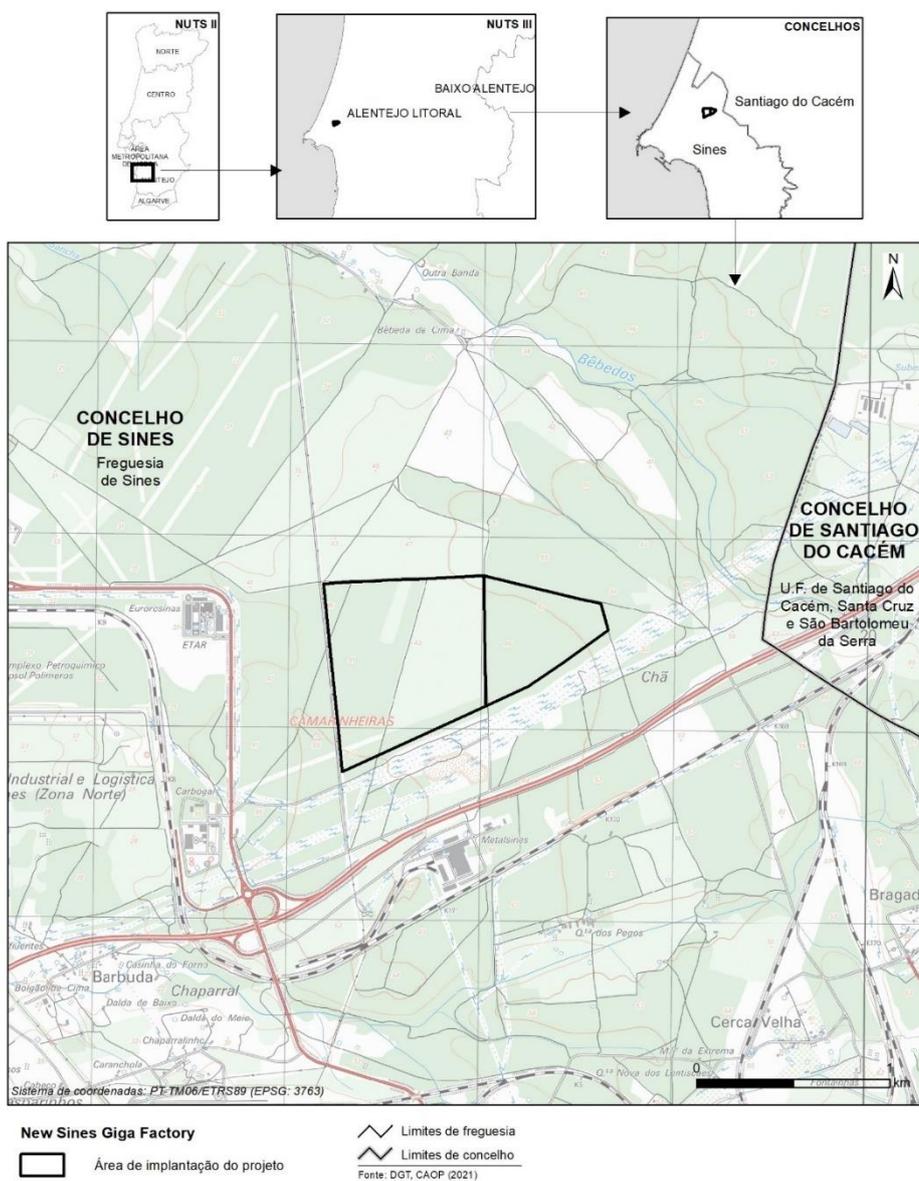


Figura 2.1 - Enquadramento administrativo da área de estudo



O terreno identificado para a fábrica de baterias de lítio tem cerca de 100 hectares. Está prevista a instalação de uma unidade de produção com uma capacidade de 15 GWh, ocupando uma área de cerca de 50 hectares.

3 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

3.1 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

3.1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A área em análise desenvolve-se segundo uma orientação genérica WSW-ENE, próxima da localidade de Sines, e enquadra-se em termos geoestruturais na denominada Orla Ocidental. A orla é uma zona heterogénea, constituída essencialmente por materiais sedimentares meso-cenozóicos, sobretudo calcários, argilas, arenitos, areias, etc., com algumas intrusões magmáticas e escoadas lávicas. Ao nível das bacias do Tejo e Sado encontram-se depósitos de cobertura de idade mais recente.

De acordo com os elementos bibliográficos existentes, com o reconhecimento geológico de superfície efetuado e os trabalhos de prospeção geológico-geotécnica, a área em estudo insere-se numa região caracterizada por elevada homogeneidade ao nível litológico, constituído por litologias de natureza sedimentar de idade Plio-pleistocénica (Figura 3.1).

No que se refere a terrenos de cobertura recentes (Holocénicos), para além dos depósitos aluvionares que são referenciados nas cartas geológicas, regista-se a presença de a existência de outros pequenos enchimentos aluvionares ou aluvio-eluvionares na dependência de algumas das linhas de água secundárias. Ocorrem ainda pequenos depósitos de aterro ou entulho, de composição variada, resultantes da atividade antrópica.

Nas peças desenhadas nº BD-GGS-GN-0001-DWG a BD-GGS-GN-0003-DWG. apresenta-se o enquadramento geológico da área em estudo e respetivo modelo geológico e geotécnico, à escala 1:2000 (horizontal) e 1:1000 (vertical). Na elaboração da referida cartografia foi tida em consideração a carta geológica de Santiago do Cacém (Folha 42-C), na escala 1:50 000, e respetiva notícia explicativa, complementada e aferida por fotointerpretação, numa primeira fase, e, posteriormente, por reconhecimento de campo.

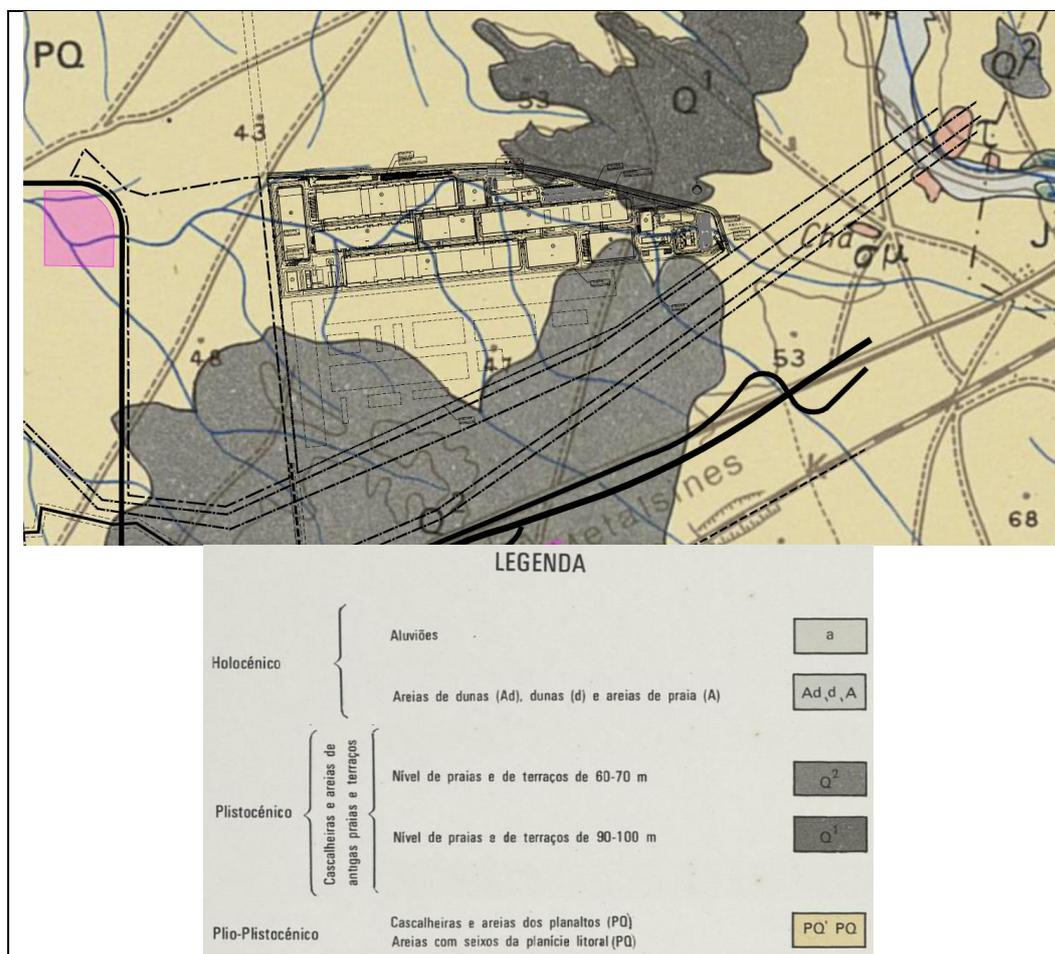


Figura 3.1 - Enquadramento geológico da região em estudo. Extrato da folha 42-C da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000

No Quadro 3.1 apresenta-se a coluna estratigráfica dos terrenos interessados pela região em estudo, cuja descrição está de acordo com a carta geológica 1/50 000 da zona em estudo.

Quadro 3.1 – Coluna Litoestratigráfica

Idade	Simbologia	Descrição
HOLOCÉNICO	A	<u>Depósitos aluvionares:</u> Areias com seixos e lodos.
PLISTOCÉNICO	Q1	<u>Níveis de praia de 90-100m:</u> Cascalheira com seixos mal rolados.
	Q2	<u>Níveis de praia de 600-70m:</u> Areias com seixos, em regra bem rolados
CENOZÓICO	PQ	<u>Areias com seixos da planície litoral:</u> Areias com seixos de quartzo, lascas de xisto e fragmentos de arenitos, por vezes com grandes calhaus rolados de quartzo.
PLIO-PLISTOCÉNICO		

Descrevem-se em seguida as principais características das unidades litoestratigráficas ocorrentes na região.

3.1.2 HOLOCÉNICO

Depósitos aluvionares (a)

As linhas de água, com orientação predominante E-W, apresentam aluviões constituídas por areias com seixos e por lodos.

3.1.3 CENOZÓICO

PLISTOCÉNICO

É constituído por tufos calcários, dunas consolidadas e cascalheiras de antigas praias e de terraços.

Níveis de praias de 90-100 m (Q1)

Tratam-se de depósitos constituídos por cascalheiras com seixos mal rolados.

Níveis de praias de 60-70 m (Q2)

Afloram no interior em retalhos dispersos. São constituídos por areias com seixos, em regra bem rolados.

PLIO-PLISTOCÉNICO

Areias com seixos da planície litoral (PQ)

Trata-se de depósitos marinhos e continentais, sem fósseis, constituídos, em regra, por areias alaranjadas e avermelhadas com pequenos seixos de quartzo, lascas de xisto e fragmentos de arenitos avermelhados do Triásico. Por vezes ocorrem níveis com grandes calhaus rolados de quartzo. Localmente existem argilitos, concreções carbonatadas e abundantes pisólitos ferruginosos.

3.2 **GEOMORFOLOGIA**

A região em estudo insere-se nos terrenos terciário-quadernários da bacia do Sado, que constitui uma região aplanada, correspondente a uma superfície de enchimento, com altitudes de 90-125 m, sendo as mais elevadas a noroeste junto ao soco paleozóico. Somente algumas ribeiras correm a cotas ligeiramente inferiores, ocorrendo terraços quadernários principalmente ao longo das ribeiras.

A planície litoral tem uma largura de 4-14 km e desce gradualmente desde a cota de 90-150 m, junto à zona da serra, até ao mar. A planície litoral é constituída por terrenos predominantemente plio-quadernários, mas está talhada no Paleozóico que se reconhece em pequenos retalhos, e ainda em toda a costa a sudeste de Sines e ao



longo das linhas de água mais meridionais. Trata-se duma plataforma de abrasão marinha possivelmente do Plistocénico-Calabriano, sendo hoje observável apenas a acumulação dominante posterior das areias quaternárias.

3.3 HIDROGEOLOGIA

A região em estudo é drenada superficialmente por pequenos cursos de água, que a partir da Serra de Grândola se dirigem directamente para o mar.

A linha divisória de águas superficiais localiza-se nas proximidades do contacto da bacia meso-cenozóica com o Paleozóico, implicando que as ribeiras que correm para ocidente atravessem os materiais detríticos e/ou carbonatados. O mesmo não sucede na restante rede hidrográfica, que antes de entrar na bacia sedimentar de Sado/Alvalade intersecta o meio fissurado, pontualmente interrompido por retalhos plio-quaternários que conseqüentemente recebem uma recarga aquífera diferida por perdas do escoamento superficial, a acrescentar à realimentação proveniente da precipitação directa.

Os principais aquíferos que ocorrem na área fazem parte da bacia hidrogeológica de Santiago do Cacém. Esta pequena província hidrogeológica constituída, essencialmente, pelos sistemas plio-quaternário, mio-pliocénico e jurássico origina-se nas formações que se desenvolvem a ocidente do soco paleozóico e para norte do Complexo Eruptivo de Sines, até à sua junção com sector terminal da Bacia Sedimentar do Sado, que continua para fora dos limites da folha. A região em estudo insere-se essencialmente no sistema Plio-quaternário.

A extensão e a espessura que os materiais do Sistema Plio-quaternário ocupam na bacia, aliados à diferenciação do grau de permeabilidade que normalmente os caracteriza, tornam estas formações interessantes do ponto de vista hidrogeológico pela função que desempenham, quer na realimentação diferida dos aquíferos regionais subjacentes, quer na formação de pequenos lençóis freáticos, quer ainda na génese de aquíferos relativamente profundos, de excelente produtividade, em especial se as espessuras atingem desenvolvimento relevante.

Os reservatórios mais superficiais estão na dependência da geomorfologia e desenvolvem-se normalmente a partir da linha divisória de águas superficiais, raramente ultrapassando o espaço interfluvial. Estabelecem frequentemente conexão hidráulica com a rede hidrográfica, tanto directamente quando esta intersecta o aquífero, como indirectamente através dos depósitos aluvionares. Em ambas as situações, embora com tempos de resposta desfasados, a rede hidrográfica é, respectivamente nos semestres húmido e seco, influente e efluente.

As obras de captação de água subterrânea, que na área normalmente não excedem os 50 m de profundidade, apresentam produtividades médias da ordem dos 5 l/s.

3.4 TECTÓNICA

A área de Santiago do Cacém foi afectada por movimentos tectónicos de idade Varisca e por movimentos tectónicos de idade Meso-Cenozóica.

A. TECTÓNICA VARISCA

Dobramentos

Na área em estudo, a tectónica Varisca ou Hercínica é resultado de quatro fases de deformação, F_1 , F_2 , F_3 e F_4 . As duas primeiras são de idade intra-Vestefaliana e anterior ao Vestefaliano D.

1ª fase de deformação (F_1)

A primeira fase de deformação, F_1 , gerou dobras cilíndricas com eixos sub-horizontais orientados NW-SE e estiramento segundo a direcção cinemática α . São dobras similares nos conjuntos litológicos de turbiditos finos do Culm e xistos do Subculm e dobras concêntricas nos conjuntos litológicos de grauvaques grosseiros e quartzovaques ou psamitos do Culm e do Subculm, respectivamente.

Estas dobras F_1 são assimétricas com vergência para SW e de amplitude relativamente pequena. As dobras F_1 mostram clivagem xistenta S_1 de plano axial, a qual constitui a clivagem regional.

O esforço compreensivo desta fase F_1 levou em última instância à formação de cavalgamentos para sudoeste que ocorrem a nordeste e leste de Santiago do Cacém, a sul da Abela e no litoral a sul da Praia do Burrinho (Figura 3.2).

O efeito de metamorfismo regional traduziu-se no crescimento de clorite e sericite nos planos da clivagem xistenta S_1 .

2ª fase de deformação (F_2)

A fase de deformação F_2 afectou os níveis estruturais mais profundos, correspondentes ao Subculm, e traduziu-se pela formação de dobras quase homoaxiais com as de F_1 , mas com eixos ligeiramente mais rodados para NNW, com inclinações suaves para esse sector. Gerou-se também simultaneamente uma clivagem crenulação S_2 , de orientação NNW-SSE e inclinações fortes para ENE que vão até à posição vertical.

Nos níveis estruturais mais altos esta fase F_2 apenas originou alguns cisalhamentos, predominantemente esquerdos e em menor escala direitos, de orientação WNW-ESE a NNW-SSE, cuja posição foi fortemente influenciada pela anisotropia anterior, a clivagem xistenta S_1 .

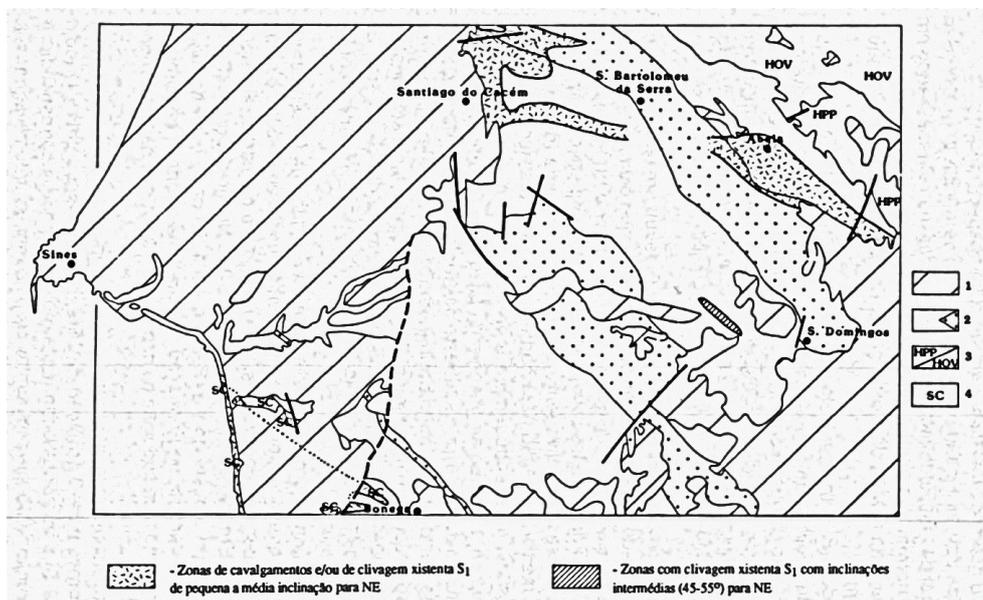


Figura 3.2 - Zonas com cavalgamentos e com clivagem xistenta regional (F₁) de pequena e média inclinação para NE. Restantes áreas do Paleozóico com clivagem de forte inclinação para NE (extracto da notícia explicativa da carta geológica 42-C)

3ª e 4ª fases de deformação (F₃ e F₄)

As duas fases de deformação seguintes, F₃ e F₄, são tardi-hercínicas, de idade estefaniana a pérmica (RIBEIRO, 1979). Durante as fases de deformação F₃ e F₄ as direcções da compressão σ_3 eram de N-S e E-W, respectivamente. Tais compressões deram origem a dobras kink com planos kink S₃ e S₄, subverticais, de orientação E-W e N-S, respectivamente, e com eixos subverticais ou sub-horizontais. Por vezes originaram-se kinks conjugados em torno das orientações típicas de S₃ e S₄ (Figura 3.3).

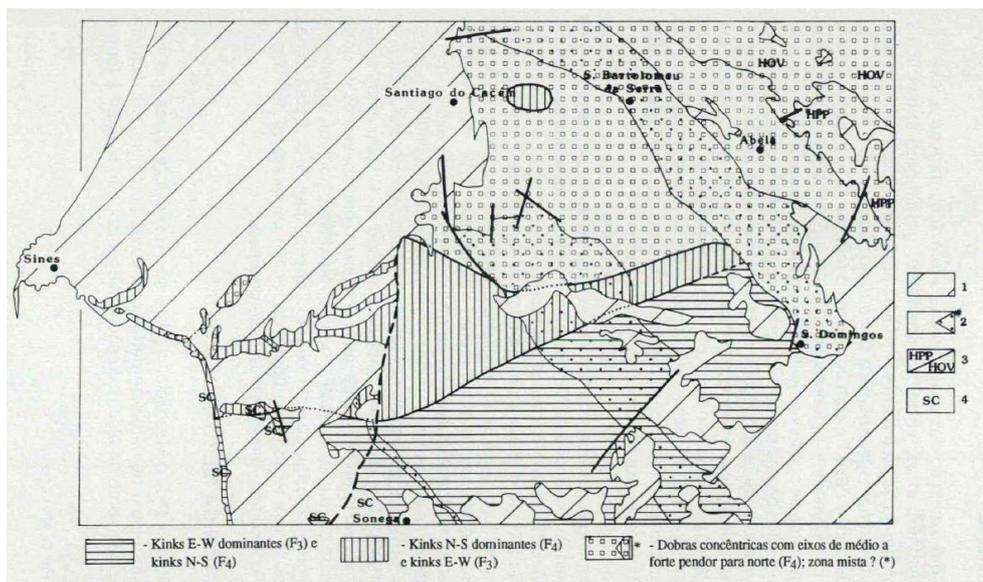


Figura 3.3 - Zonas afectadas pelas fases de dobramento tardi-hercínica F₃ e F₄ (extracto da notícia explicativa da carta geológica 42-C).



Fracturação

Com exceção dos cavalgamentos formados durante a fase F_1 , as falhas principais, geralmente subverticais, formaram-se na região durante as fases tardi-hercínicas F_3 e F_4 , e algumas tiveram rejogo durante o Meso-cenozóico.

Durante a Fase F_3 , com compressão máxima N-S, desenvolveram-se desligamentos esquerdos NNE-SSW a ENE-WSW e desligamentos direitos NNW-SSE a NW-SE. Durante a Fase F_4 , com compressão máxima E-W, desenvolveram-se desligamentos direitos NE-SW.

As falhas normais são igualmente tardi-hercínicas, de forte inclinação, com orientações em torno da direcção N-S, tal como a falha que atravessa a Abela, e em muito menor abundância E-W. Apesar de se deverem ter formado em regime distensivo, não é de excluir que as primeiras se possam assemelhar, quanto à génese, às falhas normais NNE-SSW que cortam os flancos do antiforma da Bordeira (SILVA et al., 1990). Com efeito, na carta de Santiago do Cacém estas falhas normais em torno da orientação N-S ocorrem principalmente na parte norte da carta onde a fase F_4 , equivalente da que originou o antiforma da Bordeira, originou aqui dobras concêntricas N-S. Estas falhas poder-se-iam ter formado dentro do regime compressivo da Fase F_4 em «corredores» em que houvesse distensão.

B. TECTÓNICA MESO-CENOZÓICA

Durante todo o Mesozóico assiste-se a fases distensivas que através do rejogar de falhas herdadas ou não do hercínico, provocaram o basculamento de blocos do soco paleozóico, dando lugar à formação de uma bacia intra-cratónica (o soco volta a aflorar sob o mar para oeste), da qual actualmente se dispõe de uma pequena parcela sub-aérea para estudo.

Acrescente-se ainda que uma espessa cobertura Plio-Quaternária não permite aquisições de dados de facto sobre as unidades terciárias, a não ser de pequenos retalhos miocénicos.

Quatro estruturas fundamentais dominaram a evolução morfo-estrutural da Bacia de Santiago do Cacém, controlando a movimentação dos blocos, cujos sucessivos basculamentos controlaram eficazmente a subsidência e a sedimentação. Estas estruturas são: Falha de Santo André, Falha de Santa Cruz, Falha de Grândola e posteriormente o alinhamento estrutural, Portimão, Monchique-Sines-Sesimbra-Sintra (Figura 3.4).

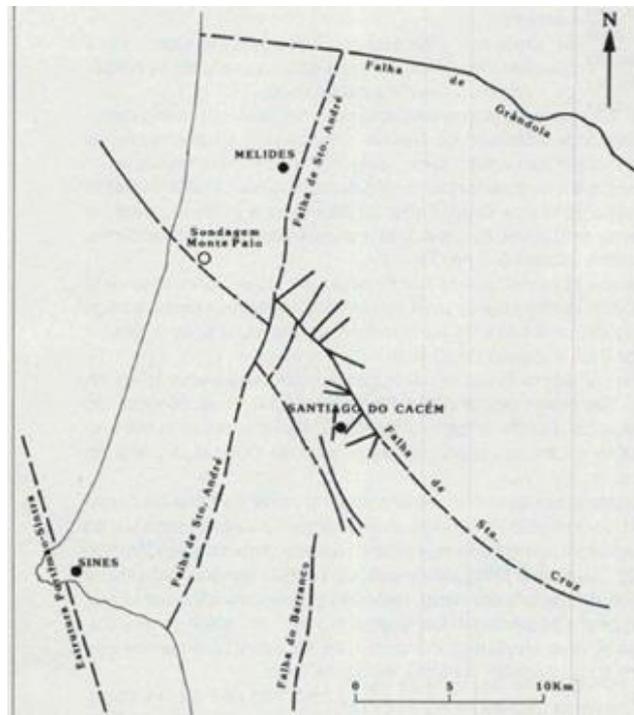


Figura 3.4 – Esquema tectónico da bacia de Santiago do Cacém (extracto da notícia explicativa da carta geológica 42-C)

Contínuos abatimentos do bordo oeste do bloco controlado pela falha de Santo André permitiram a sedimentação de mais de mil metros para oeste daquela falha de crescimento, que levou o soco a abater da cota de 220 m à cota de 1140 m.

São conhecidos, ao longo da falha de Santo André e de Santa Cruz, marcados movimentos pós-pleiocénicos, bem como uma marcada fracturação N40°W, que afecta toda a cobertura pós-Mesozóica.

3.5 NEOTÉCTÓNICA E SISMICIDADE

Atendendo ao conceito, tido por conservativo, de “falha ativa” proposto por João Cabral (1995), são “neotectónicos os movimentos ocorridos após a última reorganização significativa da tectónica regional”. Apesar do último período de reorganização ter ocorrido durante o período Miocénico, o período Pliocénico que se lhe seguiu caracterizou-se por uma relativa estabilidade tectónica, pelo que a definição de neotectónica em Portugal continental se encontra, em geral, associada à atividade tectónica desde o final do Pliocénico até à atualidade, período que abrange os últimos 2 milhões de anos.

A notícia explicativa da carta geológica nº42-C (Santiago do Cacém), à escala 1:50 000, refere que são conhecidos movimentos pós-pleiocénicos ao longo da falha de Santo André e de Santa Cruz, bem como uma marcada fracturação N40°W, que afecta toda a cobertura pós-Mesozóica.



Não obstante, nos reconhecimentos de campos realizados na zona em estudo, de acordo com o conceito anteriormente referido, não foram observadas evidências relativas à possível existência de atividade recente nas descontinuidades ou falhas existentes, o que é apoiado pela análise da Carta Neotectónica de Portugal Continental à escala 1/1.000.000 (J. Cabral e A. Ribeiro, 1989), na qual, é apenas assinalado dois alinhamentos geológico a alguns kms para Este e para Oeste, que poderão corresponder a falhas com tipo de movimentação desconhecida.

No quadro da tectónica de placas, Portugal encontra-se inserido na placa Eurasiática, relativamente próxima da fratura Açores - Gibraltar que constitui fronteira entre aquela placa e a placa Africana.

Neste contexto, Portugal pertence à subplaca ibérica, separada da restante área continental europeia pela cadeia pirenaica.

As placas Americana e Eurasiática estão divididas pelo Rift (Dorsal) do Médio Atlântico Norte, onde domina, maioritariamente, uma geodinâmica caracterizada pela expansão das placas referidas e, em grande parte, responsável pela sismicidade da região dos Açores. Daqui deriva, em direção a Gibraltar prosseguindo pelo Mar Mediterrâneo, a falha Açores - Gibraltar.

Os sismos que afetam o território nacional tem duas fontes de geração distintas:

- Sismicidade interplaca, associada à fronteira das placas Eurasiática e Africana, gerada na Zona de fratura Açores - Gibraltar, com registo de sismos de magnitudes elevadas (1755 e 1969);
- Sismicidade intraplaca, associada a movimentos ao longo de estruturas de ressonância no interior da placa Eurasiática, resultantes da acumulação de tensões e desenvolvimento de deformações, originando sismos de magnitudes moderadas (1909).

De acordo com o estipulado na norma NP EN 1998-1: 2010 e no respetivo Anexo Nacional NA, a área em estudo atravessa as subzonas sísmicas 1.3 e 2.3, por afetação simultânea do território com perturbações dinâmicas com origem interplacas (sismos longe) e intraplacas (sismos perto), respetivamente (Figura 3.5).

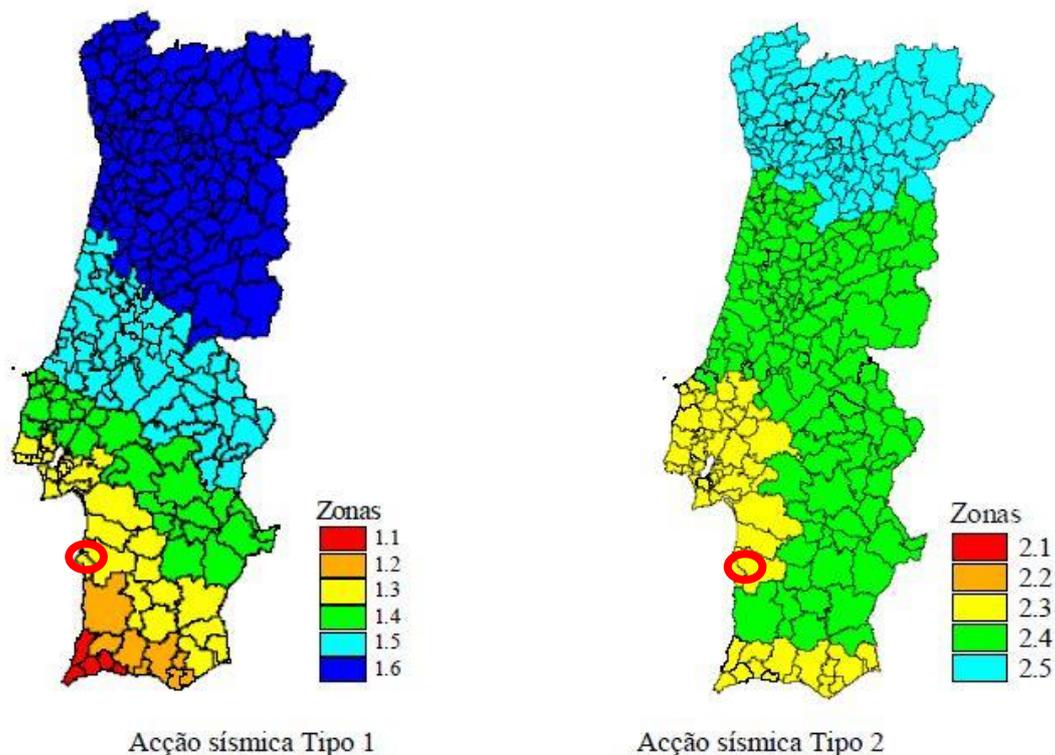


Figura 3.5 – Zonamento sísmico do território nacional de acordo com o Anexo Nacional NA da NP EN 1998 -1:2010

Os valores da aceleração máxima de referência de anteprojecto, para cada uma das zonas sísmicas em função dos dois tipos de actividade sísmica a considerar, são os indicados no Quadro 3.2, estando assinaladas a sombreado cinzento os valores a considerar para a área em análise.

Quadro 3.2 – Aceleração máxima de referência de anteprojecto a_{gR} (m/s²) nas várias zonas sísmicas

Acção sísmica Tipo 1 (afastada)		Acção sísmica Tipo 2 (próxima)	
Zona Sísmica	a_{gR} (m/s ²)	Zona Sísmica	a_{gR} (m/s ²)
1.1	2,5	2.1	2,5
1.2	2,0	2.2	2,0
1.3	1,5	2.3	1,7
1.4	1,0	2.4	1,1
1.5	0,6	2.5	0,8
1.6	0,35	-	-

Para a definição dos espectros de resposta elásticos a utilizar em cada Zona Sísmica, o EC8 considera os seguintes tipos de terrenos:

Quadro 3.3 – Tipos de terreno, de acordo com EC8

Tipo de terreno	Descrição do perfil litoestratigráfico	$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT}	C_u [kPa]
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso, que inclua, no máximo, 5 m de material mais fraco à superfície	>800	-	-
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com uma espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas com a profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com uma espessura entre várias dezenas e muitas centenas de metros	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Depósitos de solos não coesivos de compactidade baixa a média (com ou sem alguns estratos de solos coesivos moles), ou de solos predominantemente coesivos de consistência mole a dura	< 180	< 15	< 70
E	Perfil de solo com um estrato aluvionar superficial com valores de v_s do tipo C ou D e uma espessura entre cerca de 5 m e 20 m, situado sobre um estrato mais rígido com v_s >800 m/s	-	-	-
S_1	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10 m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade ($IP > 40$) e um elevado teor em água	< 180 (indicativo)	-	10 – 20
S_2	Depósitos de solos com potencial de liquefação, de argilas sensíveis ou qualquer outro perfil de terreno não incluído nos tipos A – E ou S_1	-	-	-

Ainda de acordo com o RSAEEP, os terrenos são classificados em três tipos principais, com vista à determinação dos parâmetros característicos de ação sísmica. No Quadro 3.3 apresenta-se a tipologia dos terrenos cartografados, de acordo com o RSAEEP, fazendo-se ainda a correlação com os tipos de terrenos definidos no Eurocódigo EC8 (2010), os quais são descritos no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Tipo de terreno de acordo com o EC8

Formações geológicas / Litologias	Tipo de terreno		
	Solos B	Solo C	Solos D
Aterros, depósitos aluvionares e depósitos de terraço (At, A e PQ1)		O	•
Solos plio-pleistocénicos (PQ2)		•	O
Solos plio-pleistocénicos (PQ3, PQ4 e PQ5i)	•	O	

• - mais provável; O – menos provável.

4 TRABALHOS DE PROSPEÇÃO GEOTÉCNICA

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nos próximos capítulos apresentam-se e interpretam-se os trabalhos de prospeção geológica e geotécnica e ensaios realizados e que serviram de base para o desenvolvimento do presente projeto.

Para a presente fase de Projeto de Base foi estabelecido um Plano de Prospeção Geológica e Geotécnica, que teve em consideração a natureza e dimensão da obra, as características geológicas dos terrenos interessados e o prazo de execução do estudo. Este plano teve como objetivo o esclarecimento adequado das propriedades dos terrenos e consequente definição dos parâmetros geotécnicos de projeto.

Assim, foi realizada uma campanha de trabalhos de prospeção geotécnica, que incidiu essencialmente no reconhecimento das zonas de fundação das principais estruturas e respectivos acessos. Interessa destacar que parte dos trabalhos planeados não foram realizados por dificuldades de acesso (designadamente, as sondagens S22 e S23, tendo sido substituídas pelos ensaios DPSH17 e DPSH18), havendo igualmente a necessidade de alteração do local de realização previsto em alguns trabalhos.

No Quadro 4.1 apresenta-se o resumo das quantidades de trabalhos de prospeção realizados na presente fase de estudo.

Quadro 4.1 – Quantidades dos trabalhos de prospeção realizados

Trabalhos de prospeção geotécnica	Unidade	Quantidade
Poços de reconhecimento	Un	17
Sondagens mecânicas	Un	23
Furação em solos	m	265.5
Furação em rocha	m	34.5
Instalação de piezómetros	Un / m	6 / 82.5
Perfis sísmicos de refração	Un	15
Perfis de resistividade eléctrica	Un	20
Ensaio “Standard Penetration test” (SPT)	Un	200
Recolha de amostras indeformadas	Un	15
Ensaio de penetração dinâmica super-pesada (DPSH)	Un	18

No que se refere aos ensaios de laboratório, foram executados ensaios sobre amostras indeformadas e remexidas de materiais provenientes das sondagens mecânicas e dos poços de reconhecimento, respectivamente. No Quadro 4.2 apresentam-se as quantidades dos ensaios laboratoriais realizados.

Quadro 4.2 – Distribuição dos ensaios de laboratório em solos.

Ensaio de laboratório	Unidade	Quantidade
Análise granulométrica (peneiração)	Un	32
Limites de consistência (LL e IP)	Un	32
Ensaio de azul de metileno	Un	17
Teor em água natural	Un	22
Equivalente de areia	Un	17
Compactação Proctor Modificado	Un	11
Ensaio CBR	Un	11
Densidade das partículas sólidas	Un	21
Compressão triaxial (CU+U)	Un	4
Ensaio de corte direto (CD)	Un	7
Análise química	Un	3

A prospeção geotécnica considerada encontra-se representada nas peças desenhadas BD-GGS-GN-0001-DWG a BD-GGS-GN-0003-DWG.

4.2 PROSPEÇÃO GEOFÍSICA

4.2.1 PERFIS SÍSMICOS DE REFRACÇÃO

Contou-se com a realização de 15 perfis sísmicos de refração, realizados com tiro direto, inverso e central, possuindo um comprimento de 60 metros. Para cada perfil sísmico foi traçada a respetiva dromocrónica (curva tempo/espaço) que permitiu o cálculo das velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais e das diferentes espessuras dos horizontes geotécnicos.

Os perfis sísmicos foram distribuídos pela área de implantação do empreendimento, o que permitiu realizar um zonamento do maciço em termos de velocidade de propagação das ondas sísmicas longitudinais (V_p), tendo em vista a avaliação das suas características de escavabilidade e compacidade.

Com base nos resultados obtidos, interpretados conjuntamente com os resultados das sondagens mais próximas, foram definidos três horizontes sísmicos principais que se apresentam de forma resumida no Quadro 4.3 as principais conclusões.

Quadro 4.3 – Resumo das Principais Características dos Perfis Sísmicos de Refracção

Horizonte Sísmico	Velocidade de propagação das ondas Vp (m/s)	Intervalo N _{SPT} (valor médio)	Formação geológica associada
HS1	<500	15-52 (34)	PQ1, PQ2 e PQ3
HS2	500-1000	43-60 (58)	PQ2, PQ3, PQ4 e PQ5
HS3	1000-1500	>60	PQ4 e PQ5

4.2.2 PERFIS DE RESISTIVIDADE ELÉCTRICA

Na área de implantação da obra foram realizados 20 perfis de resistividade eléctrica.

O método de medição da resistividade eléctrica consistiu na injeção de corrente eléctrica no terreno através de um par de eléctrodos (A e B – eléctrodos de corrente) e medição da diferença de potencial resultante entre outro par de eléctrodos (M e N – eléctrodos de potencial). A resistividade do terreno foi então calculada a partir das distâncias entre os eléctrodos, corrente aplicada e diferença de potencial medida, com base na Lei de Ohm.

Para o presente estudo, o dispositivo montado para aquisição dos perfis de resistividade eléctrica teve a seguinte disposição:

- Número de eléctrodos: 48
- Espaçamento entre eléctrodos: 5.0 m
- Dispositivos: Dipolo-Dipolo. Wenner. Polo-Dipolo Forward. Polo-Dipolo Reverse.
- Comprimento total (orientação): PE1 a PE11 com 100 m (W-E), PE12 a PE19 com 100 m (N-S) e PE20 com 100 m (SW-NE)

Da análise dos ensaios realizados, regista-se significativa heterogeneidade de valores de resistividade eléctrica, da ordem dos 500 a 5000 ohm.m, até cerca dos 6 a 8 m de profundidade. Abaixo desta profundidade, registam-se frequentemente valores de resistividade eléctrica inferiores a 500 ohm.m.

4.3 **PROSPEÇÃO MECÂNICA**

4.3.1 POÇOS DE RECONHECIMENTO

No âmbito do presente estudo foram realizados 17 poços de reconhecimento abertos com retro-escavadora. Os poços de reconhecimento foram realizados até profundidades da ordem dos 2,4-3,6 m ou até esgotada a capacidade da máquina.

Estes trabalhos de prospeção foram executados nas zonas a escavar, sempre que possível próximo da transição aterro-escavação, de modo a permitir, em simultâneo, a caracterização da aptidão geotécnica dos terrenos na perspectiva da sua reutilização, bem como o acesso aos materiais situados imediatamente abaixo da cota da plataforma de terraplenagens.

Foram igualmente executados poços na fundação de aterro, por vezes acompanhados da execução de ensaios de penetração dinâmica super-pesada (DPSH), tendo em vista a definição da espessura de decapagem, a caracterização dos materiais subjacentes e a eventual deteção de níveis freáticos mais elevados.

Os poços permitiram a observação direta das formações ocorrentes, a recolha de amostras remexidas para posterior caracterização laboratorial e a verificação da profundidade a que se encontra o nível freático, caso o mesmo fosse intersectado.

No Quadro 4.4 se apresenta as suas principais características.

Quadro 4.4 – Resumo das Principais Características dos Poços de Reconhecimento

Poço nº	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Prof. de recolha da amostra (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados nos poços		
					Prof. (m)	Unidade geológica interpretada	Descrição de campo
TP01	3.0	---	0.05	---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, negra, com presença de vegetação
				---	0,05 - 0,27	Tv	Areia de grão fino a médio, cinzenta, com ligeira presença de raízes.
				---	0,27 - 2,00	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada, com ligeira presença de raízes a topo.
				2,00 - 3,00	2,00 - 3,00	PQ2	Areia de grão médio grosseiro, amarelada, com presença de seixo rolado pequeno.
TP02	3.20	---	0.50	---	0,00 - 0,50	Tv	Areia de grão fino a médio, cinzenta intercalações esbranquiçadas, presença de raízes.
				0,50 - 3,20	0,50 - 3,20	PQ1	Areia de grão médio a grosseiro, com presença de seixo rolado pequeno. Intercalação com areia amarelada a esbranquiçada, com ligeiras nuances a negras a topo.
TP03	3.4	---	0.30	---	0,00 - 0,30	Tv	Areia argilosa, cinza-escura a negra, com presença de raízes.
				---	0,30 - 0,55	Tv	Areia de grão fino a médio, acinzentada, com presença de raízes.
				---	0,55 - 2,40	PQ1	Areia de grão fino a médio, amarelada a alaranjada com veios negros, presença de raízes.
				2,40 - 3,35	2,40 - 3,35	PQ1	Areia de grão médio a grosseiro, esbranquiçada, com presença de seixo

Poço nº	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Prof. de recolha da amostra (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados nos poços		
					Prof. (m)	Unidade geológica interpretada	Descrição de campo
							rolado pequeno.
TP04	3.55	---	0.19	---	0,00 - 0,19	Tv	Areia argilosa, negra a acinzentada, com presença de raízes
				---	0,19 - 0,90	PQ1	Areia de grão fino a médio, alaranjada, com presença de raízes.
				0,90 - 3,15	0,90 - 3,15	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada com alguns pontos negros e presença de raízes.
				---	3,15 - 3,55	PQ2	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada com forte presença de seixo rolado.
TP05	3.30	---	0.25	---	0,00 - 0,25	Tv	Areia argilosa, acinzentada, com presença de raízes.
				---	0,25 - 2,40	PQ2	Areia de grão fino, amarelada, presença dispersa de raízes.
				2,40 - 3,30	2,40 - 3,30	PQ2	Areia de grão fino a médio, alaranjada.
TP06	3.60	---	0.05	---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, negra, com forte presença de raízes.
				---	0,05 - 0,20	PQ1	Areia de grão fino a médio, acinzentada.
				---	0,20 - 1,90	PQ1	Areia de grão médio a grosseiro, acastanhada com veios negros, presença de raízes.
				1,90 - 3,60	1,90 - 3,60	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, esbranquiçada, presença de seixo pequeno na base.
TP07	3.40	---	0.05	---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, cinza-escura a negra.
				---	0,05 - 0,20	PQ1	Areia de grão fino a medio, acinzentada a esbranquiçada na base, com presença de raízes.
				---	0,20 - 0,75	PQ2	Areia de grão fino a medio, alaranjada, com presença de raízes.
				0,75 - 3,00	0,75 - 3,00	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, esbranquiçada, com presença de raízes dispersas.
				---	3,00 - 3,40	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, alaranjada com intercalações esbranquiçadas.
TP08	2.40	---	0.15	---	0,00 - 0,15	Tv	Areia argilosa, cinzenta a acastanhada na base, com

Poço nº	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Prof. de recolha da amostra (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados nos poços		
					Prof. (m)	Unidade geológica interpretada	Descrição de campo
TP09	2.80	---	0.20	---	0,15 - 1,60	PQ2	forte presença de raízes.
				---	1,60 - 2,40	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada.
				---	1,60 - 2,40	PQ2	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada.
				---	0,00 - 0,20	Tv	Areia argilosa, negra a cinzenta-escura, com presença de raízes.
				---	0,20 - 0,65	PQ1	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada.
				---	0,65 - 2,40	PQ2	Areia de grão fino, amarelada, com presença dispersa de raízes.
TP10	3.27	---	0.20	---	2,40 - 2,80	PQ2	Areia de grão fino, alaranjada.
				---	0,00 - 0,20	Tv	Areia argilosa, acastanhada a negra, com presença de raízes.
				---	0,20 - 0,50	PQ1	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada com nuances acinzentadas.
TP12	3.00	---	0.05	---	0,50 - 3,27	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, amarela-alaranjada, eventuais ocorrências de raízes.
				---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, negra, com presença de raízes.
				---	0,05 - 0,30	PQ1	Areia de grão fino a médio, cinzenta, com raízes.
				---	0,30 - 1,80	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada, com presença de raízes dispersas.
TP13	3.00	---	0.05	---	1,80 - 3,00	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, alaranjada.
				---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, com presença de raízes.
				---	0,05 - 0,25	PQ1	Areia de grão fino, com de raízes, acinzentada.
TP14	3.10	---	0.05	---	0,25 - 0,70	PQ1	Areia de grão fino a médio, acastanhada, com presença de raízes.
				---	0,70 - 3,00	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, amarelada.
				---	0,00 - 0,05	Tv	Areia argilosa, negra, com presença de raízes.
				---	0,05 - 0,20	PQ1	Areia de grão fino a médio, cinzenta, com raízes.
				---	0,20 - 2,00	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, amarelada, com eventuais vestígios de raízes.
				---	2,00 - 3,10	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, alaranjada, com

Poço nº	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Prof. de recolha da amostra (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados nos poços		
					Prof. (m)	Unidade geológica interpretada	Descrição de campo
TP15	3.20	---	0.05	---	0,00 - 0,05	Tv	seixo rolado pequeno.
				---	0,05 - 0,25	PQ1	Areia de grão fino a médio, acinzentada, com presença de raízes.
				---	0,25 - 0,45	PQ1	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada, com presença de raízes.
				0,45 - 3,20	0,45 - 3,20	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, alaranjada, com ligeira presença de raízes a topo, e eventualmente algumas a meio do poço.
TP16	3.00	---	0.10	---	0,00 - 0,10	Tv	Areia argilosa, negra, com presença de raízes.
				---	0,10 - 0,45	PQ1	Areia de grão fino a médio, cinzenta, com presença de raízes.
				---	0,45 - 0,65	PQ1	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada, com presença de raízes dispersas.
				0,65 - 3,00	0,65 - 3,00	PQ2	Areia de grão média a grosseiro, amarelada com nuances negras, com seixo rolado pequeno na base.
TP18	2.90	---	0.08	---	0,00 - 0,08	Tv	Areia de grão fino a médio, acinzentada, com forte presença de raízes.
				0,08 - 1,40	0,08 - 1,40	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada, com ligeira presença de raízes.
				---	1,40 - 2,90	PQ2	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada.
TP19	2.45	---	0.40	---	0,00 - 0,40	Tv	Areia de grão fino a médio, acinzentada, com presença de raízes.
				---	0,40 - 1,00	PQ1	Areia de grão fino a médio, esbranquiçada.
				1,00 - 2,45	1,00 - 2,45	PQ2	Areia de grão fino, alaranjada, com presença de seixos dispersos.

Legenda: Tv: terra vegetal; PQ1 - depósitos plio-pleistocénicos arenosos.

Da análise da informação obtida, é possível concluir que:

- A espessura de terra vegetal detetada variou, no geral, entre 0,1 e 0,5 m, sendo no entanto difícil a distinção entre a camada de solo orgânico e eventuais depósitos arenosos com restos de raízes subjacente.
- Abaixo da terra vegetal ocorre frequentemente um horizonte arenoso, de grão fino a médio, acinzentado a acastanhado (PQ1), seguido de um horizonte arenoso, de grão fino a médio, amarelado a acastanhado, por vezes com seixos dispersos (PQ2)
- A profundidade atingida pelos poços de reconhecimento variou entre 2,4 e 3,6 m, com uma profundidade média alcançada de cerca de 3,0 m, tendo-se esgotado a capacidade do equipamento de escavação.

No Quadro 4.5 apresenta-se uma síntese das principais unidades litológicas identificadas com os poços de reconhecimento.

Quadro 4.5 - Principais unidades litológicas identificadas nos poços de reconhecimento

Formação	Espessura do horizonte m	Descrição
Tv	0,1 – 0,5	Areia argilosa negra a acinzentada, com presença de raízes
PQ1	0,2-2,8	Areia, grão fino a médio, acinzentada a acastanhada.
PQ2	0,8 - >3,2	Areia de grão fino a médio, amarelada a acastanhada, por vezes com seixos dispersos

4.3.2 SONDAGENS MECÂNICAS

Na presente fase de estudo foram realizadas 23 sondagens mecânicas, distribuídas pela área de implantação dos edifícios e estruturas. As sondagens estão localizadas em zonas onde se pretendeu obter informação que possibilitem definir critérios geológico-geotécnicos para:

- Avaliação da escavabilidade do terreno nas principais escavações e da eventual necessidade de aplicação de medidas de estabilização;
- Observação e caracterização do material resultante das escavações tendo em vista a sua reutilização;
- Aferição da capacidade de carga dos terrenos de fundação dos principais aterros e estruturas associadas;

As sondagens foram, sempre que possível, acompanhadas de ensaios SPT, tendo como objetivo a avaliação das características geotécnicas dos terrenos em estudo no que respeita à compacidade e/ou consistência do material. Foram ainda recolhidas amostras indeformadas das formações geológicas consideradas mais representativas do terreno de fundação.

No Quadro 4.6 apresenta-se um resumo das principais características das sondagens.

Quadro 4.6 – Resumo das Principais Características das sondagens mecânicas

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens				
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição
BH01-PZ	16.5	---	0.2	0,0 - 0,20	Tv	---	---	Terra Vegetal.
				0,20 - 3,0	PQ1	1,5 m: 18 (30)		Areia, grão médio, acinzentada
				3,0 - 6,0	PQ2	3,0 m: 44 (30) 4,5 m: 46 (30)		Areia, grão médio, amarelada.
				6,0 - 9,0	PQ3	6,0 m: 53 (30) 7,5 m: 47 (30)		Areia de grão fino, vermelha-acastanhada.
				9,0 - 10,5	PQ3	9,0 m: ≥60 (24)		Areia de grão fino, vermelha-acastanhada, compacta.
				10,5 - 13,5	PQ3	10,5 m: 48 (30) 12,0 m: 51 (30)		Areia de grão fino, vermelha-acastanhada.
				13,5 - 16,5	PQ4	13,5 m: ≥60 (29) 15,0 m: ≥60 (26) 16,5 m: ≥60 (23)		W4-5
BH02	12.0	---	0,5	0,0 - 0,50	Tv	---	---	Terra Vegetal.
				0,5 - 3,0	PQ1	1,5 m: 18 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara a esbranquiçada, medianamente compacta.
				3,0 - 4,5	PQ2	3,0 m: 44 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara a esbranquiçada, compacta.
				4,5 - 7,5	PQ3	4,5 m: 44 (30) 6,0 m: 48 (30)		Areia de grão fino, amarela-avermelhada, compacta.
				7,5 - 12,0	PQ4	7,5 m: ≥60 (29) 9,0 m: ≥60 (24) 10,5 m: ≥60 (26) 12,0 m: ≥60 (28)		W5
BH03	10.5	---	0,4	0,0 - 0,40	Tv	---	---	Areia de grão médio, acinzentada.
				0,40 - 3,0	PQ1	1,50 m: 32 (30)		Areia de grão médio, castanha-escura.
				3,0 - 4,5	PQ2	3,0 m: 44 (30)		Areia de grão médio, amarelada.
				4,5 - 6,0	PQ3	4,5 m: 57 (30)		Areia de grão fino, vermelha-acastanhada.
				6,0 - 7,5	PQ3	6,0 m: 50 (30)		Areia de grão fino, acastanhada.
				7,5 - 10,5	PQ4	7,5 m: ≥60 (22) 9,0 m: ≥60 (26)		W4-5

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens				
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição
						10,5 m: ≥60 (21)		
BH04	10.5	---	0,55	0,0 - 0,55	Tv		---	
				0,55 - 3,0	PQ1	1,5 m: 15 (30)		Areia de grão médio, cinzenta.
				3,0 - 4,5	PQ2	3,0 m: 45 (30)		Areia de grão médio, amarelada.
				4,5 - 6,0	PQ2	4,5 m: 57 (30)		Areia de grão médio, amarelada, compacta.
				6,0 - 9,0	PQ4	6,0 m: ≥60 (27) 7,5 m: ≥60 (26)	W4-5	Arenito, amarelado a vermelho-acastanhado.
				9,0 - 10,5	PQ4	9,0 m: ≥60 (17) 10,5 m: ≥60 (17)		Arenito, vermelho-acastanhado.
BH05	12.0	---	0,9	0,0 - 0,9	Tv	1,5 m: 32 (30)	---	Terra Vegetal.
				0,9 - 1,5	PQ1	1,5 m: 32 (30)		Areia de grão médio, acastanhado.
				1,5 - 4,5	PQ2	3,0 m: 53 (30)		Areia de grão médio, amarelado, medianamente compacta a compacta.
				4,5 - 6,0	PQ2	4,5 m: 53 (30)		Areia de grão fino, acastanhada, com seixo miudo rolado.
				6,0 - 7,5	PQ3	6,0 m: 58 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.
				7,5 - 12,0	PQ4	7,5 m: ≥60 (30) 9,0 m: ≥60 (26) 10,5 m: ≥60 (24) 12,0 m: ≥60 (21)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
BH06-Pz	10.5	---	0,9	0,0 - 0,9	Tv	---	---	Terra Vegetal.
				0,9 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão fino, castanha.
				1,5 - 3,0	PQ2	1,5 m: 32 (30)		Areia de grão fino, amarelo-acastanhado, compacta.
				3,0 - 10,5	PQ4	3,0 m: ≥60 (27) 4,5 m: ≥60 (27) 6,0 m: ≥60 (26) 7,5 m: ≥60 (23) 9,0 m: ≥60 (25) 10,5 m: ≥60 (28)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
BH07	12.0	---	0,25	0,0 - 0,25	Tv	---	---	Terra Vegetal.
				0,25 - 1,5	PQ1	1,5 m: 38 (30)		Areia de grão fino, castanha-clara.
				1,5 - 7,5	PQ2	3,0 m: ≥60 (28) 4,5 m: ≥60 (25)		Areia de grão fino, amarelada, compacta.

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens				
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição
						6,0 m: ≥60 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.
				7,5 - 9,0	PQ4	7,5 m: ≥60 (30)		
				9,0 - 12,0	PQ4	9,0 m: ≥60 (24) 10,5 m: ≥60 (22) 12,0 m: ≥60 (24)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
				0,0 - 0,20	Tv			Terra Vegetal.
BH8	13.1	---	0,2	0,2 - 1,5	PQ1			Areia de grão fino, acastanhada.
				1,5-3,0	PQ2	1,5 m: 32 (30)		Areia de grão médio, castanha-clara, com seixo pequeno disperso, compacta.
				3,0-6,0	PQ2	3,0 m: 53 (30) 4,5m: 58 (30)		Areia de grão fino, castanha-clara, compacta
				6,0-7,5	PQ3	6,0 m: 60 (15)	W4-5	Arenito, castanha-claro, muito alterado a decomposto.
				7,5-13,1	PQ4	7,5 m: ≥60 (20) 9,0 m: ≥60 (20) 10,5 m: ≥60 (28) 12,0 m: ≥60 (23)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
				0,0 - 0,20	Tv			Terra Vegetal.
BH9	13,1	---	0,2	0,2-1,5	PQ1			Areia de grão médio, acastanhada, com seixo rolado pequeno a médio disperso, medianamente compacta.
				1,5-6,0	PQ2	1,5 m :28 (30) 3,0 m: 36 (30) 4,5m: 40 (30)		Areia de grão médio, acastanhada a amarelada, com seixo rolado pequeno a médio disperso, compacta.
				6,0-9,0	PQ3	6,0 m: 57 (30) 7,5m: 59 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, com seixo rolado médio disperso, compacta.
				9,0-13,1	PQ4	9,0 m: ≥60 (27) 10,5 m: ≥60 (25) 12,0 m: ≥60 (26)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
				0,0 - 0,20	Tv	---		Terra Vegetal.
BH10	12.0	---	0,2	0,20 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão fino, castanha-clara.
				1,5 - 4,5	PQ2	1,5 m: 26 (30) 3,0 m: 35 (30)		Areia de grão fino, amarelada, medianamente compacta a compacta.
				4,5 - 9,0	PQ3	4,5 m: 43 (30)		Areia de grão fino, amarelada a avermelhada, compacta.

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens				
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição
						6,0 m: 46 (30) 7,5 m: 59 (30)		
				9,0 - 12,0	PQ4	9,0 m: ≥60 (28) 10,5 m: ≥60 (27) 12,0 m: ≥60 (25)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
BH11-Pz	15,0	---	0,2	0 - 0,20	Tv	---	---	Areia de grão fino, cinzenta.
				0,20 - 3,0	PQ1	1,5 m: 34 (30)		Areia de grão fino, cinzenta (a topo) a vermelho-acastanhada, compacta.
				3,0 - 10,0	PQ3	3,0 m: ≥60 (28) 4,5 m: 43 (30) 6,0 m: 55 (30) 7,5 m: ≥60 (28) 9,0 m: 53 (30)		Areia de grão fino, vermelho-acastanhada, compacta.
				10,0 - 12,0	PQ3	10,5 m: 51 (30)	---	Areia de grão fino, vermelho-acastanhada.
				12,0 - 15,0	PQ4	12,0 m: ≥60 (21) 13,5 m: ≥60 (29) 15,0 m: ≥60 (26)	W5	Arenito, vermelho-acastanhado a amarelado, friável.
BH12	13,5	---	0,2	0,0 - 0,20	Tv			Terra Vegetal.
				0,2-1,5	PQ1			Areia de grão fino, acastanhada, com seixos rolados pequenos a médios dispersos.
				1,5-3,0	PQ2	1,5 m: 34 (30)		Areia de grão fino, acastanhada, com seixos rolados médios a grosseiros dispersos, compacta.
				3,0-4,5	PQ3	3,0 m: 46 (30)		Areia de grão médio, alaranjado, com seixo rolado médio dispersos, compacta
				4,5-10,5	PQ3	4,5 m: 51 (30) 6,0 m: 55 (30) 7,5 m: 54 (30) 9,0 m: 59 (30)		Areia de grão fino, alaranjada, compacta.
				10,5-13,5	PQ5	10,5 m: ≥60 (19) 12,0 m: ≥60 (28) 13,5 m: ≥60 (27)	W5	Arenito, alaranjado, friável.
BH13	21,0	---	0,2	0,0 - 0,20	Tv	---		Areia de grão médio, acastanhada.

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens					
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição	
				0,20 - 3,0	PQ2	1,5 m: 40 (30)		Areia de grão médio, amarelada, compacta.	
				3,0 - 4,5	PQ3	3,0 m: ≥60 (29)		Areia de grão médio, avermelhada, compacta.	
				4,5 - 18,0	PQ3	4,5m: ≥60 (27)			Areia de grão fino, avermelhada, compacta
						6,0 m: ≥60 (26)			
						7,5 m: 57 (30)			
9,0 m: ≥60 (29)									
10,5 m: 60 (30)									
12,0 m: 31 (30)									
13,5 m: 34 (30)									
15,0 m: 32 (30)									
16,5 m: 55 (30)									
18,0 - 21,0	PQ5	18,0 m: ≥60 (27) 19,5 m: ≥60 (25) 21,0 m: ≥60 (20)	W5	Arenito amarelado, friável.					
BH14	12	---	1,5	0,0 - 1,5	Tv	1,5 m: 32 (30)	---	Areia de grão médio, castanha.	
				1,5 - 4,5	PQ2	3,0 m: 51 (30)		Areia de grão médio, castanha-amarelada, compacta.	
				4,5 - 6,0	PQ3	4,5m: 52 (30)		Areia de grão médio, avermelhada, compacta.	
				6,0 - 7,5	PQ3	6,0 m: 55 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.	
				7,5 - 9,0	PQ4	7,5 m: ≥60 (29)		W5	Arenito avermelhado, friável.
				9,0 - 12,0	PQ5	9,0 m: ≥60 (26) 10,5 m: ≥60 (27) 12,0 m: ≥60 (24)		W5	Arenito amarelado, friável.
BH15	10.5	---	0,2	0,0 - 0,20	Tv	---	---	Terra Vegetal.	
				0,20 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão fino, castanha-acinzentada.	
				1,5 - 3,0	PQ3	1,5 m: 42 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.	
				3,0 - 9,0	PQ4	3,0 m: ≥60 (28)		W5	Arenito avermelhado, friável.
						4,5m: ≥60 (17) 6,0 m: ≥60 (28) 7,5 m: ≥60 (25)			
9,0 - 10,5	PQ5	9,0 m: ≥60 (25) 10,5 m: ≥60 (22)	W5	Arenito amarelado, friável.					
BH16	12.0	---	0,3	0,0 - 0,30	Tv	---	---	Terra Vegetal.	

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens				
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição
				0,30 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão fino, acinzentada.
				1,5 - 7,5	PQ3	1,5 m: 53 (30) 3,0 m: ≥60 (17) 4,5m: ≥60 (18) 6,0 m: ≥60 (28)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.
				7,5 - 9,0	PQ3	7,5 m: 60 (30)		Areia de grão fino, avermelhada a castanha-clara, compacta.
				9,0 - 12,0	PQ5	9,0 m: ≥60 (19) 10,5 m: ≥60 (22) 12,0 m: ≥60 (19)	W5	Arenito, amarelado, friável.
BH17-Pz	12.0	---	0,7	0,0 - 0,70	Tv		---	Terra Vegetal.
				0,70 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão médio, acastanhada.
				1,5 - 3,0	PQ1	1,5 m: 27 (30)		Areia de grão médio, castanha-clara, medianamente compacta.
				3,0 - 6,0	PQ2	3,0 m: 49 (30) 4,5m: 48 (30)	W5	Areia de grão médio, amarelada, compacta.
				6,0 - 9,0	PQ3	6,0 m: 52 (30) 7,5 m: 57 (30)		Areia de grão médio, avermelhada, compacta.
				9,0 - 12,0	PQ4	9,0 m: ≥60 (25) 10,5 m: ≥60 (27) 12,0 m: ≥60 (24)	W5	Arenito, avermelhado, friável.
BH18	12.0	---	0,2	0,0 - 0,20	Tv		---	Terra Vegetal.
				0,20 - 1,5	PQ1	1,5 m: 23 (30)		Areia de grão médio, castanho-escura.
				1,5 - 3,0	PQ1	3,0 m: 32 (30)		Areia de grão médio, acastanhada, medianamente compacta
				3,0 - 6,0	PQ2	4,5m: 36 (30)		Areia de grão fino, esbranquiçada a castanha-clara, compacta.
				6,0 - 9,0	PQ2	6,0 m: 39 (30) 7,5 m: 23 (30)		Areia de grão fino, amarelada, compacta
				9,0 - 12,0	PQ5	9,0 m: ≥60 (28) 10,5 m: ≥60 (26) 12,0 m: ≥60 (20)	W5	Arenito amarelado, friável.
BH19	19.5	---	0,45	0,0 - 0,45	Tv		---	Terra Vegetal.
				0,45 - 1,5	PQ1	1,5 m: 33 (30)		Areia de grão fino, esbranquiçada a acastanhada.
				1,5 - 4,5	PQ1	3,0 m: 48 (30)		Areia de grão fino, acastanhada a avermelhada, compacta.
				4,5 - 9,0	PQ2	4,5m: ≥60 (29)		Areia de grão fino, acastanhada a amarelada, compacta.

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens					
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição	
						6,0 m: ≥60 (27) 7,5 m: 50 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.	
				9,0 - 15,0	PQ3	9,0 m: 52 (30) 10,5 m: 55 (30) 12,0 m: ≥60 (27) 13,5 m: 50 (30)			
				15,0 - 16,5	PQ5	15,0 m: 58 (30)			Areia de grão fino, amarelada, compacta.
				16,5 - 19,5	PQ5	16,5 m: ≥60 (24) 18,0 m: ≥60 (23) 19,5 m: ≥60 (19)			W5 Arenito amarelado, friável.
				0,0 - 0,45	Tv	---			Terra Vegetal.
BH20	12.0	---	0,45	0,45 - 1,5	PQ1	---	---	Areia de grão médio, castanha-escura, com seixo rolado.	
				1,5 - 3,0	PQ2	1,5 m: 28 (30)		Areia de grão médio, castanha-escura, com seixo miúdo rolado, medianamente compacta.	
				3,0 - 6,0	PQ2	3,0 m: 46 (30) 4,5m: 53 (30)		Areia de grão médio, castanha-clara, com seixo miúdo rolado disperso, compacta.	
				6,0 - 9,0	PQ3	6,0 m: 59 (30) 7,5 m: 60 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.	
				9,0 - 12,0	PQ4	9,0 m: ≥60 (26) 10,5 m: 60 (21) 12,0 m: 31 (17)		W5 Arenito, avermelhado a acastanhado, friável.	
				0,0 - 0,45	Tv	---		Terra Vegetal.	
BH21	12.0	---	0,45	0,45 - 1,5	PQ1	---	---	Areia de grão médio, acastanhada.	
				1,5 - 3,0	PQ1	1,5 m: 29 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara, medianamente compacta.	
				3,0 - 6,0	PQ2	3,0 m: 46 (30) 4,5m: 47 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara, compacta.	
				6,0 - 7,5	PQ3	6,0 m: 53 (30)		Areia de grão médio, amarelada a avermelhada, compacta.	
				7,5 - 9,0	PQ3	7,5 m: 58 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.	
				9,0 - 12,0	PQ4	9,0 m: ≥60 (23) 10,5 m: ≥60 (26) 12,0 m: ≥60 (27)		W5 Arenito avermelhado, friável.	
				0,0 - 0,45	Tv	---		Terra Vegetal.	
BH22-	18.0	---	0,65	0,0 - 0,65	Tv	---	---	Terra Vegetal.	

Sond. n°	Prof. (m)	Nível de água (m)	Espessura de solo orgânico ou de cobertura (m)	Resumo das características dos terrenos atravessados pelas sondagens					
				Prof. (m)	Formação geológica interpretada	Prof. do ensaio: N _{SPT} (valor da penetração da 2ª fase (cm))	Estado de alteração (SIMR)	Descrição	
Pz				0,65 - 1,5	PQ1	---		Areia de grão médio, acastanhada.	
				1,5 - 3,0	PQ1	1,5 m: 30 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara, medianamente compacta.	
				3,0 - 4,5	PQ2	3,0 m: 46 (30)		Areia de grão médio, castanho-clara, compacta.	
				4,5 - 10,0	PQ3	4,5m: 42 (30)			Areia de grão médio, amarelada a avermelhada, compacta.
						6,0 m: 47 (30)			
						7,5 m: 54 (30)			
10,0 - 15,0	PQ3	9,0 m: 53 (30)		Areia de grão fino, avermelhada, compacta.					
		10,5 m: 58 (30)							
				12,0 m: 60 (30)					
				13,5 m: 58 (30)					
				15,0 m: ≥60 (28)					
				16,5 m: ≥60 (26)		W5	Arenito avermelhado, friável.		
				18,0 m: ≥60 (24)					
BH23	Sondagem não realizada por dificuldade de acesso.								
BH24	Sondagem não realizada por dificuldade de acesso.								
BH25	10.5	---	0,4	0,0 - 0,40	Tv	1,5 m: 49 (30)	---	Terra Vegetal.	
				0,40 - 1,5	PQ1	1,5 m: 49 (30)	---	Areia de grão fino, castanha-acinzentada.	
				1,5 - 4,5	PQ3	3,0 m: 52 (30)	---	Areia de grão fino, castanho-avermelhado, compacta.	
						4,5m: 60 (20)			
				4,5 - 7,5	PQ5	6,0 m: 60 (16)	W5	Arenito, castanho-claro-friável.	
				7,5 m: 60 (19)					
				9,0 m: 60 (16)		W5	Arenito, castanho a amarelado, friável.		
				10,5 m: 60 (19)					

NOTAS: N_{SPT} - n° de pancadas do ensaio SPT; Wn - estado de alteração;
Geologia: Tv: terra vegetal; Pqi - depósitos plio-pleistocénicos arenosos.

No Quadro 4.7 apresenta-se uma síntese da descrição litológica das formações intercetadas pelas sondagens mecânicas.

Quadro 4.7 - Síntese da descrição litológica das formações intercetadas pelas sondagens mecânicas

Formação	Descrição litológica
Tv	Areia argilosa negra a acinzentada, com presença de raízes
PQ1	Areia, grão fino a médio, acinzentada a acastanhada.
PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada a acastanhada, por vezes com seixos dispersos
PQ3	Areia de grão fino a médio, vermelha-acastanhada.
PQ4	Arenito, vermelho-acastanhado a amarelado.
PQ5	Arenito, castanho a amarelado, friável.

Da informação obtida salientam-se os seguintes aspetos:

- A espessura de terra vegetal máxima detetada foi de 1,5 m, com uma média de cerca de 0,45 m;
- O terreno é constituído por uma sequência de areias, no geral, de granulometria fina a média, por vezes com, seixos dispersos, com compacidades sucessivamente superiores em profundidade.

Nas sondagens BH01-Pz, BH06-Pz, BH11-Pz, BH-17-Pz, BH22-Pz e BH25-Pz foram instalados tubos piezométricos, tendo a sua localização sido escolhida em função dos resultados obtidos nas mesmas e de acordo com as condições realmente encontradas. Até à data da conclusão dos trabalhos de prospecção geotécnica não foi identificada a presença de água nos furos realizados (Quadro 4.8).

Quadro 4.8 - Síntese das leituras do nível de água nos piezómetros instalados

Ref ^a	Prof. da sondagem (m)	Nível de água aquando da realização da sondagem (m)	Nível de água (m) (período de leituras)
BH01-Pz	16,5	Seco (10/01/2023)	Seco (03/02/2023)
BH06-Pz	10,5	Seco (13/01/2023)	Seco (17-01-2023 a 03/02/2023)
BH11-Pz	15,0	Seco (12/01/2023)	Seco (03/02/2023)
BH17-Pz	15,0	Seco (12/01/2023)	Seco (30/01/2023 a 03/02/2023)
BH22-Pz	18,0	Seco (17/01/2023)	Seco (23/01/2023 a 03/02/2023)
BH25-Pz	10,5	- (17/01/2023)	Seco (18-01-2023 a 03/02/2023)

4.4 ENSAIOS IN SITU

4.4.1 ENSAIOS SPT

Sempre que as condições de compacidade ou consistência o permitiram foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT (“Standard Penetration Test”), com afastamento de 1,5 m. Os ensaios foram executados em duas fases, sendo a primeira correspondente à penetração dos primeiros 15 cm e a segunda fase aos restantes 30 cm. Em cada fase registou-se o número de pancadas necessário à cravação do amostrador.

Os resultados dos ensaios SPT permitiram a caracterização geotécnica das diferentes formações interessadas, nomeadamente, a classificação das formações arenosas quanto à compacidade e das formações argilosas quanto à consistência, de acordo com o indicado no Quadro 4.9 e Quadro 4.10.

Quadro 4.9 – Classificação de areias quanto à compacidade

N_{SPT}	Compacidade	Índice de compacidade
0 – 4	Muito solta	$\leq 0,15$
4 – 10	Solta	0,15 - 0,35
10 – 30	Média	0,35 - 0,65
30 – 50	Compacta	0,65 - 0,85
> 50	Muito Compacta	0,85 - 1,00

Quadro 4.10 – Classificação de argilas quanto à consistência

N_{SPT}	Consistência	Resistência à Compressão Simples [kN/m ²]
0 – 2	Muito mole	< 25
2 – 4	Mole	25 – 50
4 – 8	Média	50 – 100
8 – 15	Dura	100 – 200
15 – 30	Muito dura	200 – 400
> 30	Rija	> 400

Na Figura 4.1 apresenta-se uma distribuição, em profundidade, dos resultados de N_{SPT} obtidos nas sondagens consideradas

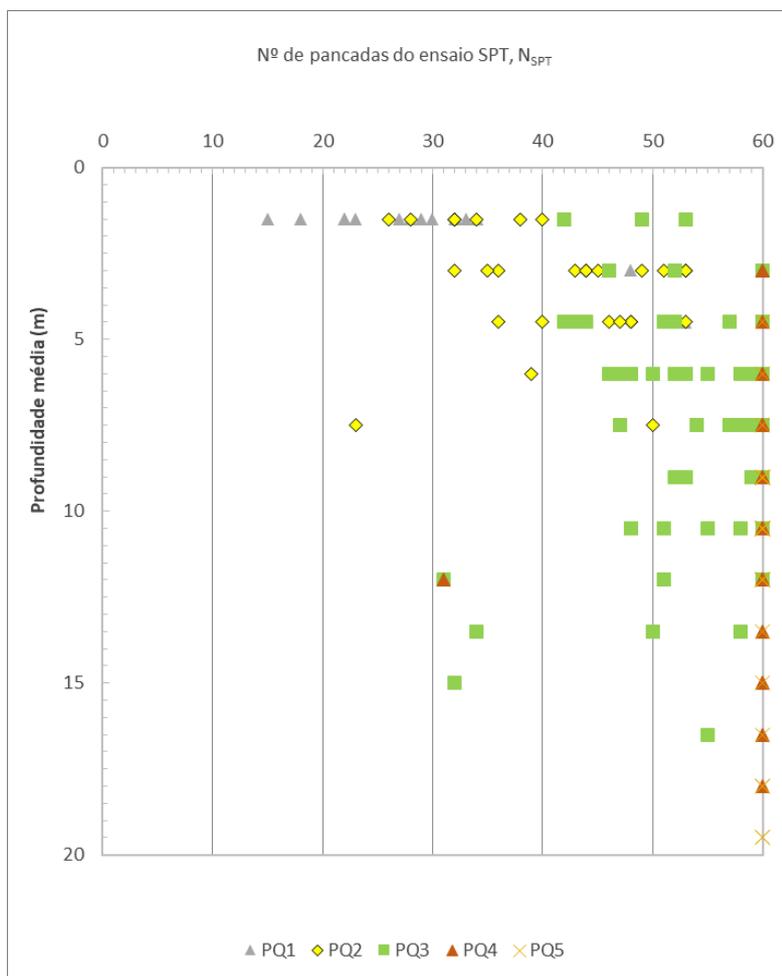


Figura 4.1 - Variação do nº de pancadas do ensaio SPT com a profundidade, em termos de unidade geológica.

No

Quadro 4.11 e nas Figura 4.2 e Figura 4.3 apresenta-se a análise estatística dos resultados do n.º de pancadas do ensaio SPT interessado pelas sondagens mecânicas e os respectivos valores característicos por unidade geológica.

Quadro 4.11 - Análise estatística dos resultados do nº de pancadas do ensaio SPT

	PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PQ5
N.º de Dados c/ valores atípicos (n)	16	36	64	58	26
N.º de Dados s/ valores atípicos (n)	15	36	61	57	26
Média (M_x)	29.3	44	54	60	60
Desvio padrão (S_x)	9.12	10.29	5.56	0	0
Coef. Variação (V_x)	0.31	0.23	0.1	0	0
1º Quartil (Q₁)	23	36	50	60	60
Mínimo	15	23	31	31	60
Mediana	30	46	55	60	60
Máximo	53	60	60	60	60
3º Quartil (Q₃)	33	52	59	60	60
Amplitude interquartis (A_q)	11	16	10	0	0
Valor atípico sup.	49	75	74	60	60
Valor atípico inf.	7	13	36	60	60
a	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
L_v	8.0	24.0	24.0	44.0	44.0
Valor Característico (X_k)	24	41	52	60	60

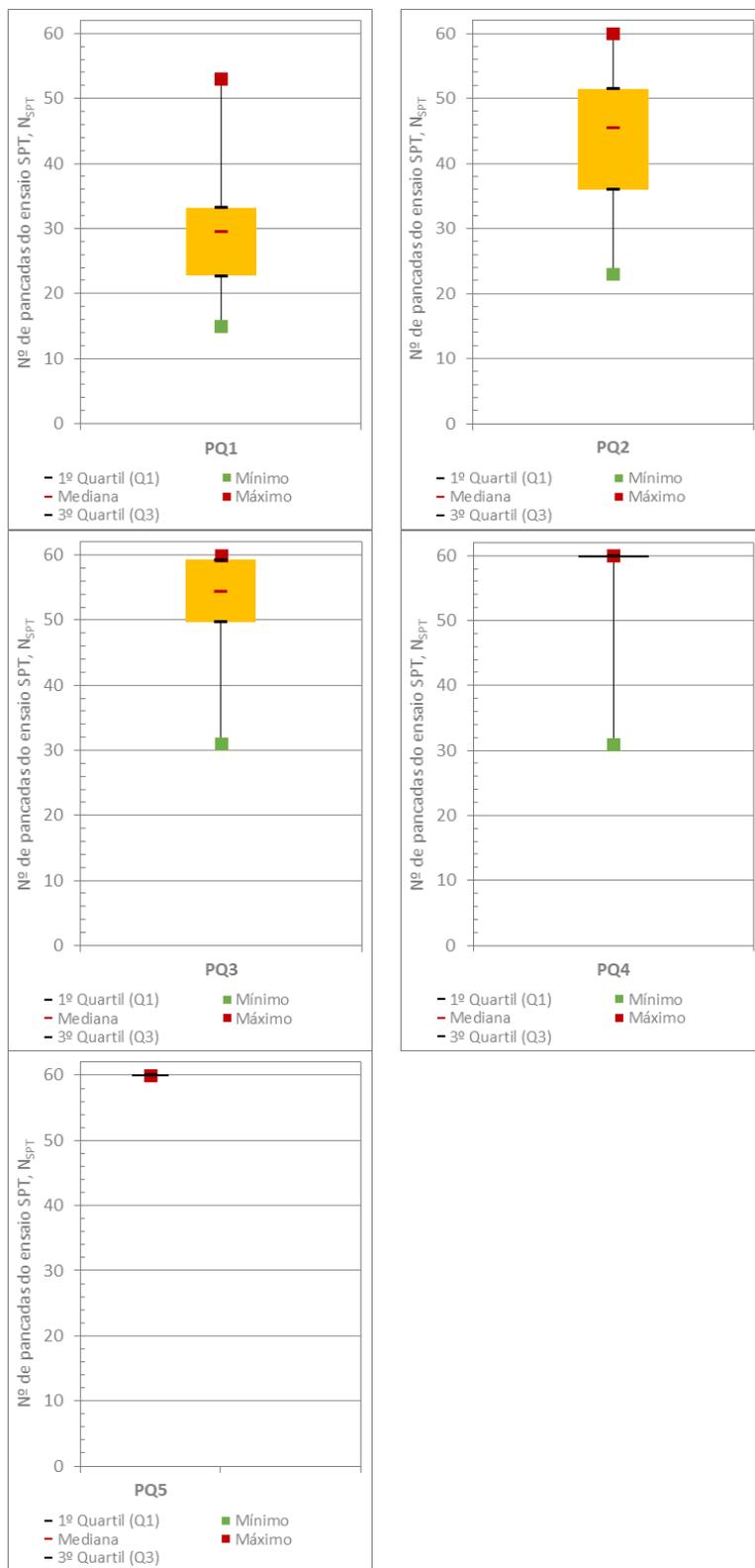


Figura 4.2 - Gráficos de extremos e quartis relativos ao nº de pancadas do ensaio SPT

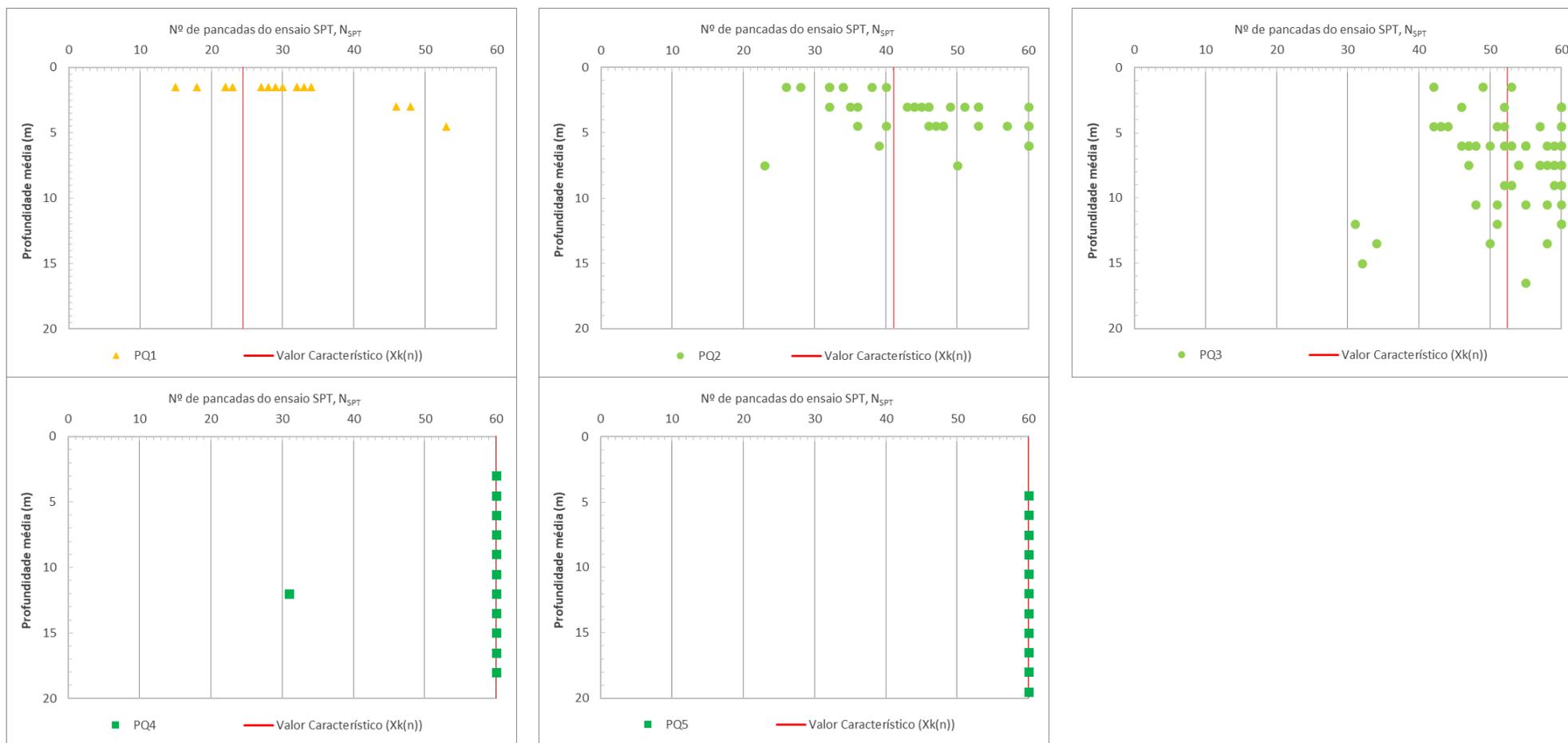


Figura 4.3 - Variação do nº de pancadas do ensaio SPT em profundidade e respectivos valores característicos

4.4.2 ENSAIOS DE PENETRAÇÃO DINÂMICA SUPER-PESADA (DPSH)

No presente estudo foram realizados 18 ensaios de penetração dinâmica super-pesada – DPSH. Os ensaios DPSH's foram acompanhados da realização de um poço de reconhecimento, por forma a permitir uma avaliação preliminar das características de resistência à penetração dinâmica dos materiais de fundação.

Como referido anteriormente, o princípio de utilização dos ensaios de penetração dinâmica baseia-se na cravação vertical no solo de um conjunto de varas cilíndricas fixadas topo a topo, terminando por uma ponteira cónica normalizada. A penetração da ponteira ligada às varas, é efetuada mediante pancadas de um pilão normalizado que cai de uma altura normalizada, contando-se o número de pancadas necessárias para a cravação de uma determinada profundidade.

Uma vez que a penetração do aparelho no terreno é contínua, o resultado é expresso sob forma gráfica, em função da profundidade atingida pela ponteira cónica. As abcissas dos gráficos apresentam o número de pancadas ou as correspondentes resistências à penetração dinâmica corrigidas (Q_d) em kg/cm²

$$Q_d = \frac{N \cdot M^2 \cdot h}{S \cdot P \cdot (M + \phi)}$$

determinadas habitualmente através da seguinte expressão:

onde M (kgf) é a peso do pilão, h (cm) é a altura de queda do pilão, S (cm²) é a secção da ponteira, P (cm) é a penetração, N é o número de pancadas e ϕ (kgf) é o peso do penetrómetro [varas + batente].

No Quadro 4.12 apresenta-se um resumo das principais características dos DPSH's, no qual foi tida em consideração os trabalhos de prospecção geotécnica mais próximos (poços de reconhecimento e/ou sondagens mecânicas).

Quadro 4.12 – Resumo das principais características dos ensaios DPSH

DPSH nº	Profund. atingida (m)	Nível de água (m)	Resultados dos Ensaios		
			Profundidade (m)	Resistência dinâmica Q_d (MPa)	Litologia interessada / Formação geológica interpretada
DPSH1	10.0	---	0-0,4	7-18	Tv
			0,4-3,2	14-22	PQ1
			3,2-4,4	22-29	PQ2
			4,4-7,4	27-38	PQ3
			7,4-10,0	20-53	PQ4
DPSH2	8.6	---	0-0,2	7	Tv
			0,2-0,6	10	PQ1
			0,6-5,8	9-49	PQ2

DPSH nº	Profund. atingida (m)	Nível de água (m)	Resultados dos Ensaios		
			Profundidade (m)	Resistência dinâmica Qd (MPa)	Litologia interessada / Formação geológica interpretada
DPSH3	4.6	---	5,8-8,6	34-56	PQ4
			0-0,2	7	Tv
			0,2-1,0	7-12	PQ1
			1,0-4,6	11-68	PQ2
DPSH4	5.8	---	0-0,2	7	Tv
			0,2-5,8	7-65	PQ2
DPSH5	9.2	---	0-0,2	8	Tv
			0,2-1,8	9-18	PQ1
			1,8-6,0	18-34	PQ2
			6,0-8,8	21-48	PQ3
DPSH6	9.4	---	8,8-9,2	51-53	PQ4
			0-0,2	9	Tv
			0,2-0,4	15	PQ1
			0,4-3,4	8-31	PQ2
DPSH7	12.6	---	3,4-9,4	28-54	PQ3
			0-0,2	12	Tv
			0-2,4	7-17	PQ2
			2,4-7,4	16-40	PQ3
DPSH8	14.2	---	7,4-9,0	19-29	PQ4
			9,0-12,6	19-47	PQ5
			0-0,2	8	Tv
			0,2-0,6	15-18	PQ1
DPSH9	12	---	0,6-2,8	11-23	PQ2
			2,8-9,0	23-46	PQ4
			9,0-14,2	26-44	PQ5
			0-0,2	6	Tv
DPSH10	10.4	---	0,2-0,6	8-11	PQ1
			0,6-3,2	10-31	PQ2
			3,2-11,4	17-47	PQ3
			14,4-12,0	40-49	PQ4
DPSH11	9	---	0-0,2	13	Tv
			0,2-4,4	9-29	PQ2
			4,4-7,4	19-43	PQ3
			7,4-9,0	21-40	PQ4
DPSH12	4.6	---	9,0-10,4	35-51	PQ5
			0-0,2	8	Tv
			0,2-0,4	9	PQ1
			0,4-8,8	10-49	PQ2
DPSH13	3.6	---	8,8-9,0	56	PQ4
			0-0,2	6	Tv
			0,2-0,4	7	PQ1
			0,4-4,6	5-68	PQ2
			0-0,2	8	Tv
			0,2-0,4	11	PQ1
			0,4-3,6	13-72	PQ2

DPSH nº	Profund. atingida (m)	Nível de água (m)	Resultados dos Ensaios		
			Profundidade (m)	Resistência dinâmica Qd (MPa)	Litologia interessada / Formação geológica interpretada
DPSH14	23.8	---	0-0,2	10	Tv
			0,2-0,6	9-11	PQ1
			0,6-4,4	7-34	PQ2
			4,4-15,0	16-31	PQ3
			15,0-23,8	21-30	PQ4
DPSH15	3.4	---	0-0,2	7	Tv
			0,2-0,4	8	PQ1
			0,4-3,4	10-72	PQ2
DPSH16	5.63	---	0-0,2	14	Tv
			0,2-2,8	11-35	PQ2
			2,8-4,2	34-65	PQ3
			4,2-5,6	39-65	PQ4
DPSH17	20	---	0-0,2	7	Tv
			0,2-0,6	8-11	PQ1
			0,6-4,4	7-24	PQ2
			4,4-15,0	8-27	PQ3
			15,0-20,0	17-37	PQ4
DPSH18	19.8	---	0-0,2	7	Tv
			0,2-0,6	8	PQ1
			0,6-4,4	8-60	PQ2
			4,4-15,0	18-41	PQ3
			15,0-19,8	18-37	PQ4

NOTAS: Nd - nº de pancadas do ensaio DPSH; Qd - resistência dinâmica.

Geologia: terra vegetal; PQi - depósitos plio-pleistocénicos arenosos.

Da análise do quadro anterior, verifica-se que os ensaios DPSH atingiram profundidades entre 3,4 e 23,8 m, com uma média de 10,4 m.

No Quadro 4.13 apresenta-se uma síntese das principais conclusões retiradas dos ensaios DPSH realizados.

Quadro 4.13 - Síntese das principais conclusões retiradas dos ensaios DPSH

Formação geológica	Resistência dinâmica - Qd (MPa)		
	Min.	Máx.	Média
PQ1	7	22	14
PQ2	5	72	25
PQ3	8	65	27
PQ4	17	65	31
PQ5	20	51	32

4.5 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

No que se refere aos ensaios laboratoriais sobre materiais terrosos, foram realizados ensaios de identificação e caracterização sobre amostras remexidas, recolhidas nos poços de reconhecimento, e sobre amostras indeformadas, recolhidas no decorrer da realização das sondagens mecânicas. Os principais ensaios realizados foram:

✓ Ensaio de Identificação

Neste grupo incluem-se a análise granulométrica por peneiração, limites de Atterberg, ensaios com azul-de-metileno, determinação do equivalente de areia, do teor em água natural e da densidade das partículas. Estes ensaios foram, essencialmente, executados com vista à identificação e classificação dos solos de escavação a reutilizar nos aterros e avaliar o comportamento do terreno de fundação.

✓ Ensaio de Caracterização

Os ensaios Proctor modificado, realizados sobre amostras remexidas selecionadas, consideradas representativas das condições geotécnicas dos solos provenientes das escavações nos diferentes tipos de materiais escavados, tiveram o objetivo de determinar a baridade seca máxima ($\gamma_{dm\acute{a}x}$) e o teor ótimo de humidade ($W_{\acute{o}pt}$), com vista à sua reutilização em aterros.

Os ensaios CBR foram executados sobre as amostras remexidas selecionadas utilizadas nos ensaios de compactação pesada, de forma a avaliar a capacidade de suporte desses solos.

Os Ensaio de corte direto (CD), realizados em amostras indeformadas recolhidas nas sondagens mecânicas, tiveram como objetivo a obtenção dos parâmetros de resistência dos solos ocorrentes na fundação da área em estudo. Com o mesmo objectivo, foram ainda realizados ensaios triaxiais realizados sobre em amostras indeformadas recolhidas nas sondagens mecânicas.

Foram ainda realizados ensaios químicos sobre solos no sentido de avaliar a agressividade do ambiente ao betão.

No Quadro 4.14, Quadro 4.15 e Quadro 4.17 apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos nos ensaios de identificação sobre amostras de solo e nos ensaios de caracterização sobre amostras de solo, respetivamente.

Quadro 4.14 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios de laboratório sobre amostras de solos

Poço / Sond. nº	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Granulometria (% passada)				D _{máx.} (mm)	Gs (g/cm ³)	Limites de consistência		W _{nat} (%)	VAM (g/100g)	EA (%)	Classificação de solos			Compactação Proctor Modificado			CBR	
										LL (%)	IP (%)				AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	W _{opt} (%)	γ _d máx (g/cm ³)	EXP. (%)	Índice CBR (%)	CBR (Cr=95%)
				3/4"	#10	#40	#200															
TP1	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo rolado pequeno	2,00 - 3,00	100	83	9	3	19.0	2.64	NP	NP	5.0	0.05	82	A-1-b (0)	SP	B ₁	11	1.920	0	19	15
TP2	PQ1	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo rolado pequeno	0,50 - 3,20	100	90	7	2	19.0	---	NP	NP	5.6	0.01	83	A-1-b (0)	SP	B ₁	11.5	1.858	0	42	14
TP3	PQ1	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo rolado pequeno	2,40 - 3,35	100	94	15	4	19.0	2.65	NP	NP	5.1	0.06	57	A-1-b (0)	SP	B ₁	11.7	1.833	0	27	22
TP4	PQ2	Areia de grão fino a médio	0,90 - 3,15	99	83	12	6	37.5	---	NP	NP	5.8	0.09	30	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	---	---	---	---	---
TP5	PQ2	Areia de grão fino a médio	2,40 - 3,30	100	99	27	7	9.5	2.62	NP	NP	6.2	0.14	26	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	12.2	1.815	0	40	17
TP6	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo pequeno na base	1,90 - 3,60	100	87	5	2	19.0	---	NP	NP	6.9	0.10	24	A-1-b (0)	SP	B ₁	11.6	1.820	0	39	20
TP7	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro	0,75 - 3,00	100	90	11	3	9.5	---	NP	NP	5.4	0.11	44	A-1-b (0)	SP	B ₁	---	---	---	---	---
TP8	PQ2	Areia de grão fino a médio	1,60 - 2,40	100	99	18	3	4.75	2.66	NP	NP	5.9	0.08	84	A-1-b (0)	SP	B ₁	12.3	1.700	0	32	10
TP9	PQ2	Areia de grão fino	0,65 - 2,40	100	99	43	7	25.0	---	NP	NP	6.8	0.13	34	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	---	---	---	---	---
TP10	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro	0,50 - 3,27	100	97	17	7	19.0	---	NP	NP	6.8	0.20	25	A-1-b (0)	SP-SM	B ₂	---	---	---	---	---
TP12	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro	1,80 - 3,10	100	98	46	8	19.0	---	NP	NP	8.9	0.38	23	A-1-b (0)	SP-SM	B ₂	---	---	---	---	---
TP13	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro	0,70 - 3,00	100	85	8	3	19.0	2.63	NP	NP	7.0	0.09	40	A-1-b (0)	SP	B ₁	10.2	1.860	0	31	15

Poço / Sond. nº	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Granulometria (% passada)				D _{máx.} (mm)	Gs (g/cm ³)	Limites de consistência		W _{nat} (%)	VAM (g/100g)	EA (%)	Classificação de solos			Compactação Proctor Modificado			CBR	
				3/4"	#10	#40	#200			LL (%)	IP (%)				AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	W _{opt} (%)	γ _d máx (g/cm ³)	EXP. (%)	Índice CBR (%)	CBR (Cr=95%)
TP14	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo rolado pequeno	2,00 - 3,10	100	93	19	10	19.0	2.63	29	8	5.7	0.38	23	A-2-4 (0)	SP-SC	B ₂	7.9	1.992	0	63	32
TP15	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro	0,45 - 3,20	100	97	23	7	19.0	2.62	NP	NP	8.6	0.18	25	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	9.0	1.940	0	38	17
TP16	PQ2	Areia de grão médio a grosseiro, c/ seixo rolado pequeno na base.	0,65 - 3,00	100	84	14	4	19.0	---	NP	NP	6.6	0.11	31	A-1-b (0)	SP	B ₁	8.9	1.895	0	35	13
TP18	PQ2	Areia de grão fino a médio	0,08 - 1,40	100	100	45	11	4.75	---	NP	NP	7.8	0.05	49	A-1-b (0)	SP	B ₁	---	---	---	---	---
TP19	PQ2	Areia de grão fino, c/ seixos dispersos	1,00 - 2,45	100	100	45	11	4.75	2.61	NP	NP	8.8	0.79	21	A-1-b (0)	SW-SM	B ₂	9.0	2.001	0	64	38
BH8	PQ2	Areia de grão fino, castanho-clara	5,00 - 5,60	100	99	21	14	19.0	2.64	NP	NP	10	---	---	A-1-b (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---
BH8	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	9,50 - 10,10	100	100	51	14	4.75	2.61	NP	NP	---	---	---	A-2-4 (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---
BH8	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	12,50 - 13,00	100	89	23	11	19.00	2.63	34	19	---	---	---	A-2-6 (0)	SP-SC	B ₂	---	---	---	---	---
BH9	PQ2	Areia de grão médio, acastanhada a amarelada.	5,00 - 5,60	100	100	48	14	4.75	2.57	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---
BH9	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	9,50 - 10,10	100	95	31	9	9.50	2.61	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	---	---	---	---	---
BH9	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	12,50 - 12,90	100	91	29	11	19.0	---	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	---	---	---	---	---
BH12	PQ3	Areia de grão fino, alaranjada.	5,00 - 5,60	98	86	18	9	37.5	2.62	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	---	---	---	---	---
BH12	PQ3	Areia de grão fino, alaranjada	9,50 - 10,00	100	98	65	18	9.5	3	NP	NP	13.0	---	---	A-2-4 (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---
BH12	PQ5	Arenito, alaranjado, friável.	12,50 - 13,10	100	99	57	13	9.50	---	NP	NP	---	---	---	A-2-4 (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada.	5,00 - 5,45	100	96	28	11	4.75	2.65	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	---	---	---	---	---
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada	9,50 - 9,95	100	97	45	15	9.5	3	NP	NP	12.9	---	---	A-1-b (0)	SM	B ₅	---	---	---	---	---

Poço / Sond. nº	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Granulometria (% passada)				D _{máx.} (mm)	Gs (g/cm ³)	Limites de consistência		W _{nat} (%)	VAM (g/100g)	EA (%)	Classificação de solos			Compactação Proctor Modificado			CBR		
				3/4"	#10	#40	#200			LL (%)	IP (%)				AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	W _{opt} (%)	γ _d máx (g/cm ³)	EXP. (%)	Índice CBR (%)	CBR (Cr=95%)	
				BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada.	12,56 - 13,10			100	100				80	16	4.75	2.62	NP	NP	---	---	---
BH18	PQ2	Areia de grão fino, esbranquiçada a castanha-clara, compacta.	5,0 - 5,60																				
BH18	PQ5	Arenito amarelado, friável.	9,50 - 9,95	100	97	36	11	9.50	2.62	NP	NP	---	---	---	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	---	---	---	---	---	
BH18	PQ5	Arenito amarelado, friável.	12,50 - 13,0	100	85	21	9	19.00	2.63	24	9	---	---	---	A-2-4 (0)	SW-SC	B ₂	---	---	---	---	---	

NOTAS: # - peneiro; 3/4" - % < 19,0 mm; #10 - % < 2,0 mm; #40 - % < 0,42 mm; #200 - % < 0,074 mm; D_{máx.} - diâmetro máximo do material da amostra; Gs - densidade das partículas sólidas ou massa específica dos sólidos; LL - limite de liquidez; IP - índice de plasticidade; W_{nat} - teor em água natural; VAM - valor de azul de metileno; EA - equivalente de areia; AASHTO - classificação rodoviária; ASTM - classificação unificada; GTR - LCPC - classificação francesa (N; F P 11-300); W_{opt} - teor em água ótimo; γ_dmáx - baridade (massa específica aparente) seca máxima; Exp - expansão; CBR - índice CBR.

Quadro 4.15 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios e triaxiais (CU+U)

Sond. nº	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Granulometria (% passada)				Limites de consistência		Classificação de solos			Ensaio de compressão triaxial (Consolidado não drenado)												
				3/4"	#10	#40	#200	LL (%)	IP (%)	AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	Parâmetros de resistência ao corte								Características de deformabilidade				
													Critério de rotura = $q_{máx}$		Critério de rotura = $q_{máx} (c'=0)$		Critério de rotura = $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{máx}$		Critério de rotura = $(\sigma'_1/\sigma'_3)_{máx} (c'=0)$		σ'_{cons} (kPa)	E_0 (MPa)	$E_{30\%}$ (MPa)	$E_{50\%}$ (MPa)	$E_{75\%}$ (MPa)
													c' (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ' (°)					
BH8	PQ2	Areia de grão fino, castanho-clara	5,0 - 5,6	100	99	32	14	NP	NP	A-1-b (0)	SM	B ₅	72.0	34.5	0.0	37.7	29.5	37.3	0.0	38.9	150.0	100	34	27	4
													300.0	171	35	32	28								
													600.0	198	27	12	7								
BH12	PQ3	Areia de grão fino, alaranjada	9,5 - 10,0	100	98	65	18	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	B ₅	27.7	40.5	0.0	41.6	30.7	41.3	0.0	42.6	150.0	34.5	16.2	19.3	21.5
													300.0	170.8	35.0	31.5	27.6								
													600.0	178.4	64.0	58.3	1.8								
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada	9,5 - 9,95	100	97	45	15	NP	NP	A-1-b (0)	SM	B ₅	87.8	37.2	0.0	40.0	38.7	39.5	0.0	41.0	150.0	67.9	25.3	28.1	29.3
													300.0	115.9	45.4	42.3	41.1								
													600.0	152.0	91.0	72.6	64.7								
BH18	PQ5	Arenito amarelado, friável.	9,5 - 9,95	100	97	36	11	NP	NP	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	1.4	38.7	0.0	38.7	16.9	39.0	0.0	39.9	150.0	35	16	19	22
													300.0	171	35	32	28								
													600.0	178	64	58	2								

NOTAS: # - peneiro; 3/4" - % < 19,0 mm; #10 - % < 2,0 mm; #40 - % < 0,42 mm; #200 - % < 0,074 mm; LL - limite de liquidez; IP - índice de plasticidade; AASHTO - classificação rodoviária; ASTM - classificação unificada; GTR - LCPC - classificação francesa (N; F P 11-300); c - Coesão; ϕ ângulo de atrito; σ'_{cons} - Tensão de consolidação; E - módulo de deformabilidade

Quadro 4.16 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios de corte directo (CD)

Poço / Sond. n°	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Granulometria (% passada)				Limites de consistência		Classificação de solos			Ensaio de corte directo (CD)	
				3/4"	#10	#40	#200	LL (%)	IP (%)	AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	C (kN/m ²)	φ (°)
BH8	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	9,50 - 10,10	100	100	51	14	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	B ₅	14	30.5
BH9	PQ2	Areia de grão médio, acastanhada a amarelada.	5,00 - 5,60	100	100	48	14	NP	NP	A-1-b (0)	SM	B ₅	31	25.6
BH9	PQ4	Arenito, avermelhado, friável.	9,50 - 10,10	100	95	31	9	NP	NP	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	10	29.8
BH12	PQ3	Areia de grão fino, alaranjada.	5,00 - 5,60	98	86	18	9	NP	NP	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	29	26.8
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada.	5,00 - 5,45	100	96	28	11	NP	NP	A-1-b (0)	SP-SM	B ₁	34	31.1
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada.	12,56 - 13,10	100	100	80	16	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	B ₅	30	29.0
BH18	PQ5	Arenito amarelado, friável.	9,50 - 9,95	100	97	36	11	NP	NP	A-1-b (0)	SW-SM	B ₁	7	29.7

NOTAS: # - peneiro; 3/4" - % < 19,0 mm; #10 - % < 2,0 mm; #40 - % < 0,42 mm; #200 - % < 0,074 mm; LL - limite de liquidez; IP - índice de plasticidade; AASHTO - classificação rodoviária; ASTM - classificação unificada; GTR - LCPC - classificação francesa (N; F P 11-300); c - Coesão; φ ângulo de atrito;

Quadro 4.17 – Síntese dos resultados obtidos nos ensaios químicos sobre solos

Poço / Sond. n°	Litologia interessada / Formação geológica interpretada	Descrição de campo	Profund. de recolha da amostra (m)	Classificação de solos			Análise química							
				AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	Refª. Amostra	Sulfatos (%)	Mg (%)	MgO (%)	Cloretos (%)	CO ₂ (%)	CaCO ₃ (%)	Acidez Baumann-Gully (mg/kg)
BH9	PQ2	Areia de grão médio, acastanhada a amarelada.	5,00 - 5,60	A-1-b (0)	SM	B ₅	2023.11.937DV	<0.1	0.027	0.044	<0.01	1.3	3	7.9
BH12	PQ3	Areia de grão fino, alaranjada	9,50 - 10,00	A-2-4 (0)	SM	B ₅	2023.14.1414/DV	<0.1	0.015	0.025	<0.01	2.1	4.9	12
BH13	PQ3	Areia de grão fino, avermelhada.	12,56 - 13,10	A-2-4 (0)	SM	B ₅	2023.11.936DV	<0.1	0.064	0.11	<0.01	0.64	1.5	9

5 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES GEOTÉCNICAS

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente capítulo procede-se à caracterização geológico-geotécnica dos terrenos interessados pela obra. Esta caracterização baseou-se no reconhecimento geológico de superfície e na análise e interpretação dos diversos trabalhos de prospeção geotécnica e ensaios (“in situ” e laboratoriais) realizados.

Nos capítulos seguintes apresenta-se um resumo das principais características geotécnicas dos tipos litológicos predominantes ao longo da obra.

De referir que, da análise do Quadro 4.17, considera-se que os solos não exibem agressividade química ao betão.

5.2 HOLOCÉNICO

5.2.1 TERRA VEGETAL (TV)

A espessura e constituição da terra vegetal está diretamente relacionada, entre outros aspetos, com a natureza das formações superficiais ocorrentes, o tipo e densidade da cobertura vegetal.

Em termos gerais, do reconhecimento de campo verifica-se que a terra vegetal é constituída por uma areia siltosa acastanhada, com presença de raízes, com uma espessura compreendida entre 0,2 e 0,5 m (Figura 5.1).

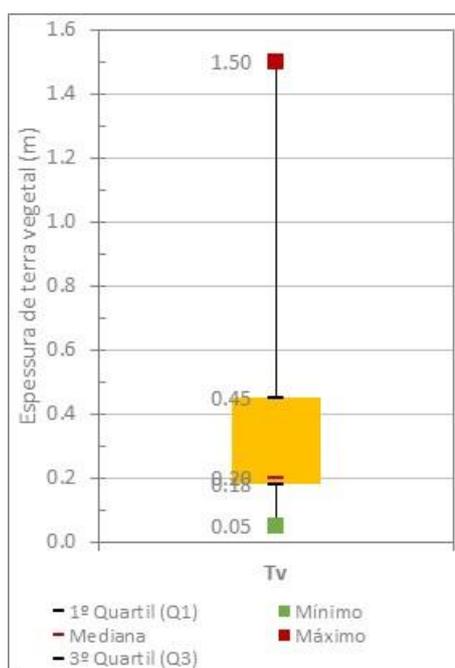


Figura 5.1 - Variação da espessura de terra vegetal na área em estudo

5.3 DEPÓSITOS PLIO-PLISTOCÉNICOS

5.3.1 FORMAÇÃO PQ1

Trata-se um depósito sedimentar de idade plio-pleistocénica, constituído no geral por areia, de grão fino a médio, acinzentada a acastanhada, que ocorre frequentemente abaixo da terra vegetal, até cerca de 2 a 3 m de profundidade.

Trata-se de uma formação que se apresenta medianamente compacta (N_{SPT} frequentemente entre 23 e 33 pancadas), com resistência dinâmica (Q_d) média de 14 MPa e com velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais, no geral, inferiores a 500 m/s.

Os ensaios realizados sobre amostras de solos desta natureza forneceram, em regra, os seguintes resultados:

Classificação ASTM		SP
Classificação SETRA-RTR		B ₁
Classificação AASHTO		A-1-b
% passada no peneiro n.º 200 (ASTM) (%)		<5
Índice de Plasticidade		NP
G_s		2,65
Valor de Azul de Metileno (VAM)		0,01-0,06
Equivalente de Areia (%)		57-83
Teor em água Natural		5,1-5,6
Proctor modificado	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (kN/m³)	18,3-18,5
	W_{opt} (%)	11,5-11,7
CBR_{95%} (%)		14-22
Corte Direto (CD)	ϕ' (°)	-
	c' (kPa)	-
Triaxial (CU+U)	ϕ' (°)	-
	c' (kPa)	-

Nas figuras seguintes apresentam-se um conjunto de gráficos elucidativos da distribuição das diferentes classificações e resultados obtidos.

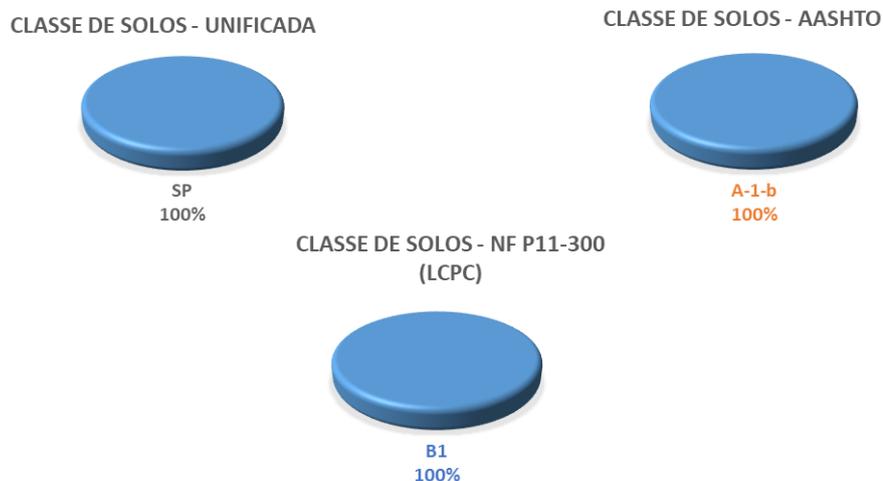


Figura 5.2 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1

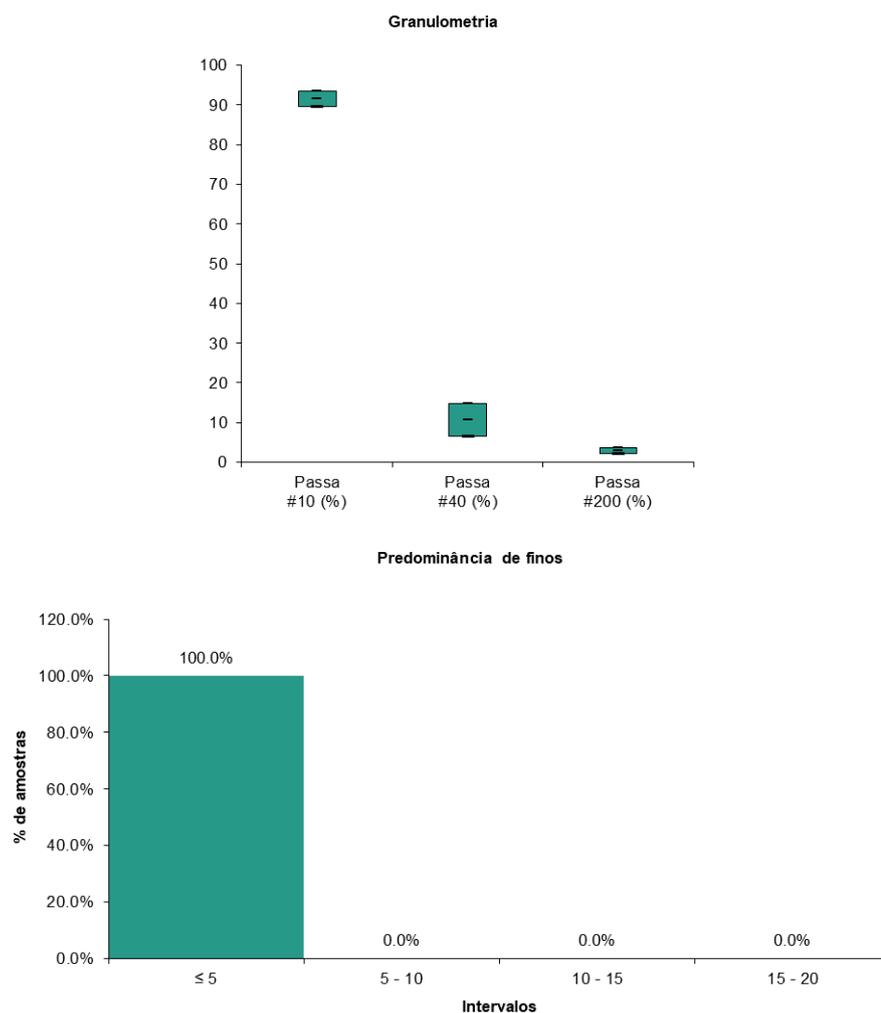


Figura 5.3 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1

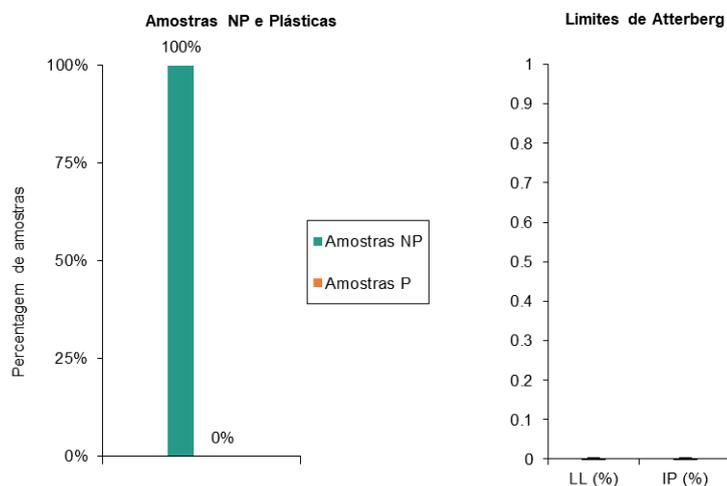


Figura 5.4 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1

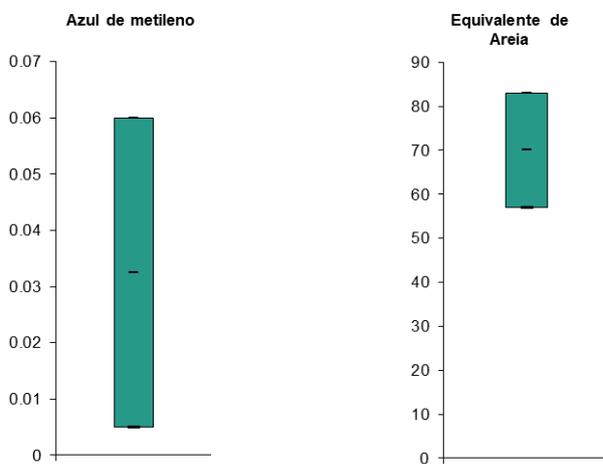


Figura 5.5 – Distribuição dos valores de VAM e EA – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1

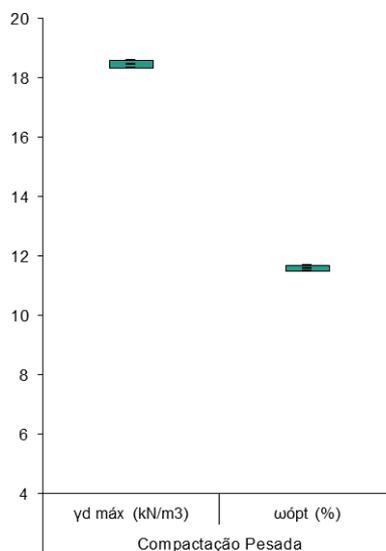


Figura 5.6 – Distribuição e dos valores de densidade seca máxima e teor em água ótimo (compactação normal) – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ1

5.3.2 FORMAÇÃO PQ2

Trata-se um depósito sedimentar constituído essencialmente por areia de grão fino a médio, amarelada a acastanhada, por vezes com seixos dispersos, que ocorre a profundidades compreendidas entre 1,5 e 9,0 m.

Trata-se de uma formação que se apresenta compacta (N_{SPT} frequentemente compreendido entre 36 e 52 pancadas), com resistência dinâmica (Q_d) média de 25 MPa e com velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais, no geral, inferiores a 1000 m/s.

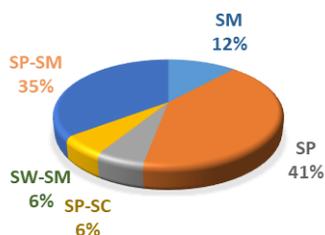
Os ensaios realizados sobre amostras de solos desta natureza forneceram, em regra, os seguintes resultados:

Classificação ASTM	SP, SP-SM, SM, SW-SM e SP-SC	
Classificação SETRA-RTR	B ₁ e B ₂	
Classificação AASHTO	A-1-b	
% passada no peneiro n.º 200 (ASTM) (%)	2-14	
Índice de Plasticidade	NP (excepcionalmente, 8%)	
G_s	2,6-2,7	
Valor de Azul de Metileno (VAM)	0,05-0,79	
Equivalente de Areia (%)	21-49 (excepcionalmente, 82-84%)	
Teor em água Natural	5,0-10,3	
Proctor modificado	γ_{dmax} (kN/m³)	17,0-20,21
	ω_{opt} (%)	7,9-12,3

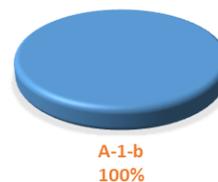
CBR_{95%} (%)		10-38
Corte Direto (CD)	ϕ' (°)	26
	c' (kPa)	31
Triaxial (CU+U)	ϕ' (°)	35-39
	c' (kPa)	<30-72

Nas figuras seguintes apresentam-se um conjunto de gráficos elucidativos da distribuição das diferentes classificações e resultados obtidos.

CLASSE DE SOLOS - UNIFICADA



CLASSE DE SOLOS - AASHTO



CLASSE DE SOLOS - NF P11-300 (LCPC)

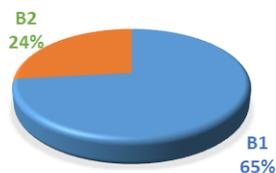


Figura 5.7 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2

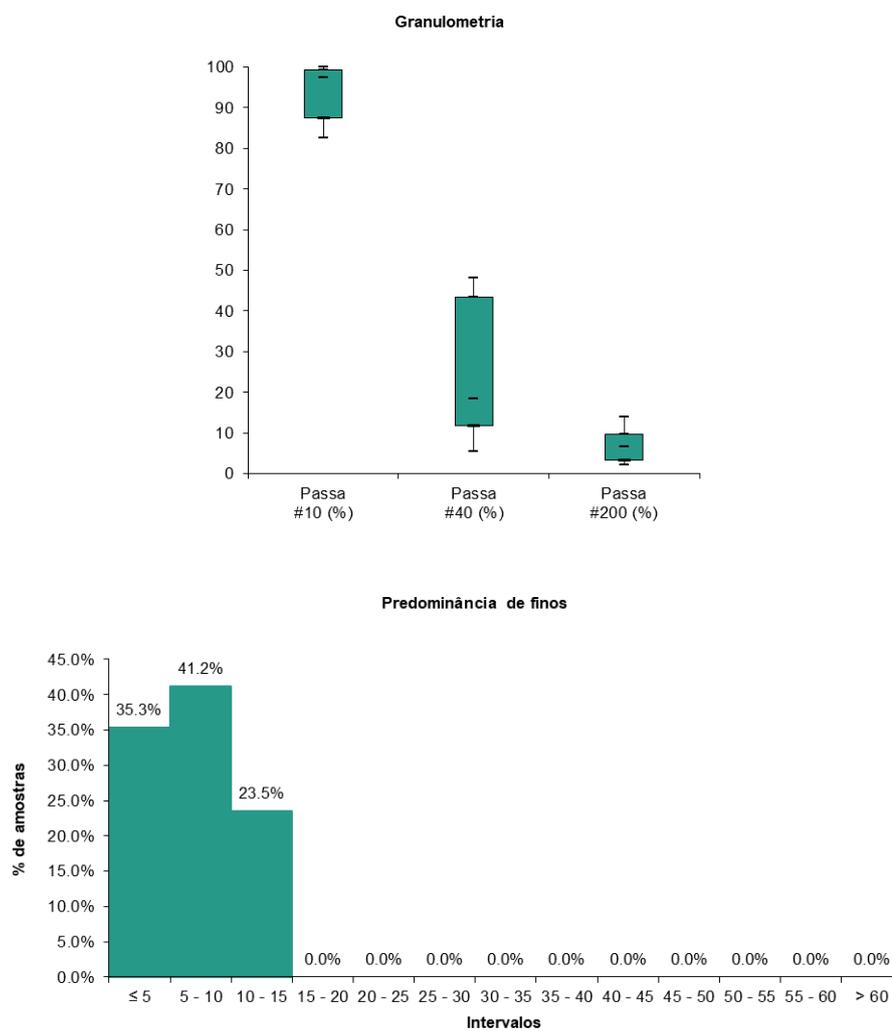


Figura 5.8 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2

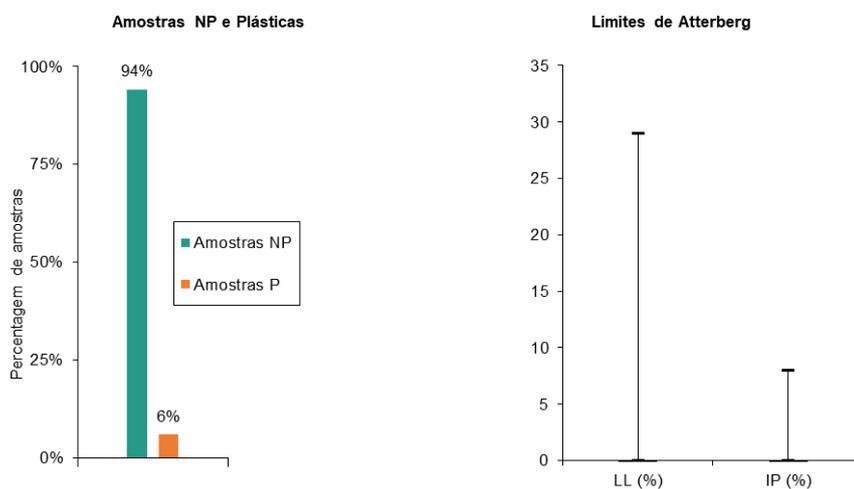


Figura 5.9 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2

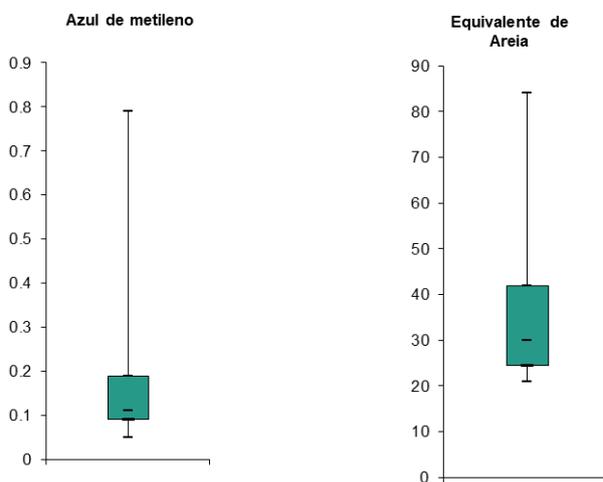


Figura 5.10 – Distribuição dos valores de VAM e EA – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2

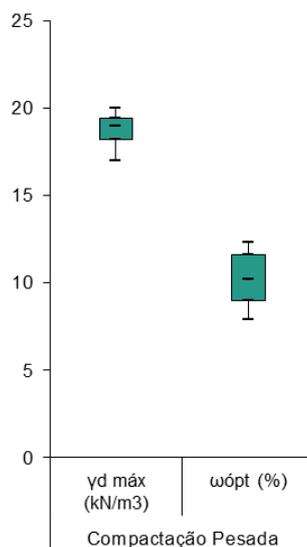


Figura 5.11 – Distribuição e dos valores de densidade seca máxima e teor em água ótimo (compactação normal) – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ2

5.3.3 FORMAÇÃO PQ3

Trata-se um depósito sedimentar de idade plio-pleistocénica, constituído no geral por areia de grão fino a médio, vermelha-acastanhada, que ocorre a profundidades variáveis, no geral compreendidas entre 1,5 e 18,0 m.

Trata-se de uma formação que se apresenta muito compacta (N_{SPT} frequentemente entre 50 e 59 pancadas), com resistência dinâmica (Q_d) média de 27 MPa e com velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais, no geral, inferiores a 1000 m/s.

Os ensaios realizados sobre amostras de solos desta natureza forneceram, em regra, os seguintes resultados:

Classificação ASTM	SM, SW-SM e SP-SM	
Classificação SETRA-RTR	B ₅ e B ₁	
Classificação AASHTO	A-1-b, A-2-4	
% passada no peneiro n.º 200 (ASTM) (%)	8-18	
Índice de Plasticidade	NP	
G_s	2.62-2.65	
Valor de Azul de Metileno (VAM)	-	
Equivalente de Areia (%)	-	
Teor em água Natural	12.9-13.0	
Proctor modificado	$\gamma_{d\text{máx}}$ (kN/m³)	-
	w_{opt} (%)	-

CBR_{95%} (%)		-
Corte Direto (CD)	φ' (°)	27-31
	c' (kPa)	29-30
Triaxial (CU+U)	φ' (°)	34-43
	c' (kPa)	<28-72

Nas figuras seguintes apresentam-se um conjunto de gráficos elucidativos da distribuição das diferentes classificações e resultados obtidos.

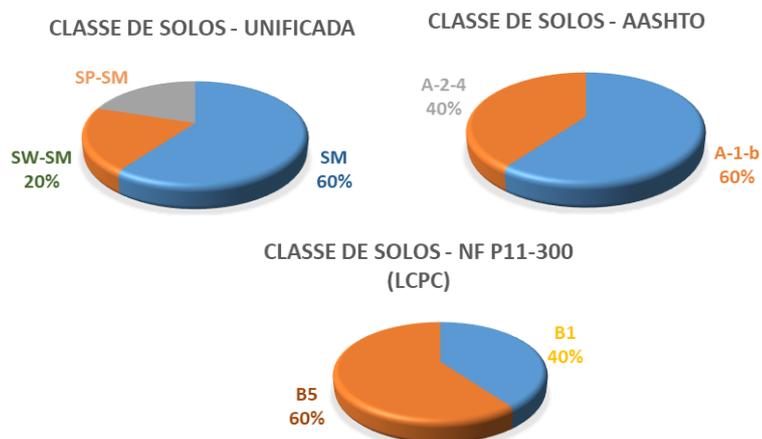


Figura 5.12 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Pleistocénicos PQ3

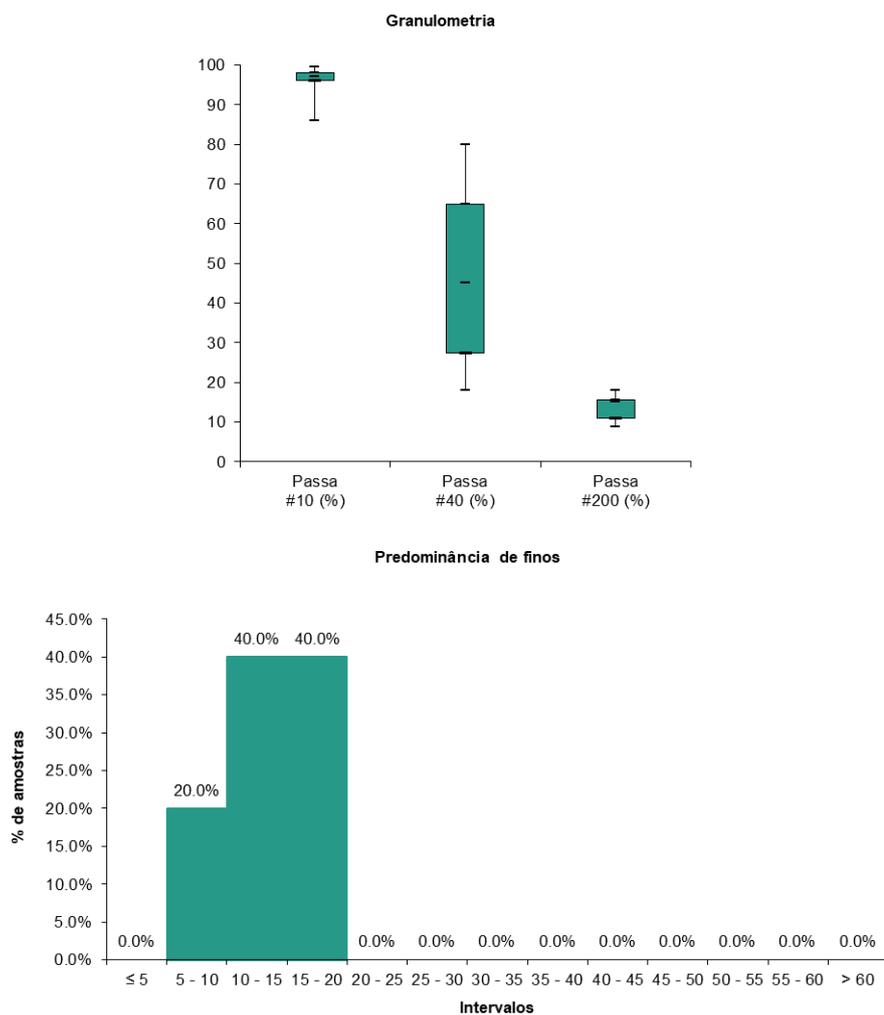


Figura 5.13 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ3

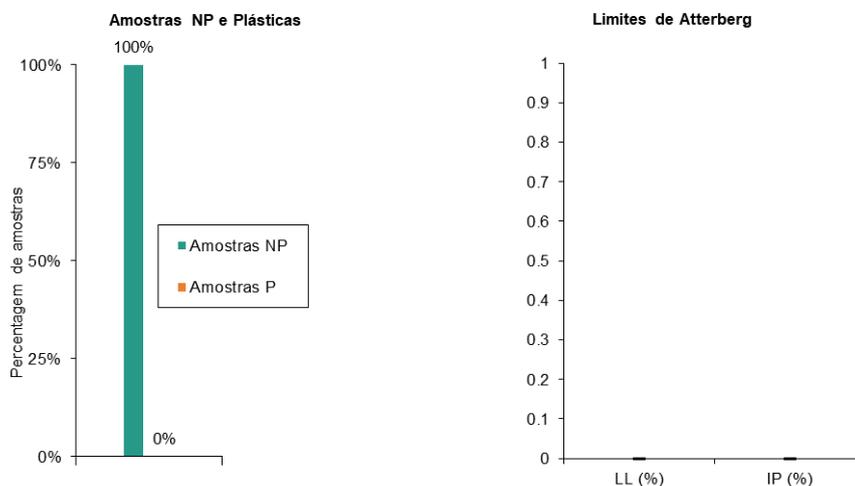


Figura 5.14 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ3

5.3.4 FORMAÇÃO PQ4

Trata-se um depósito sedimentar constituído por um arenito decomposto, vermelho-acastanhado a amarelado, que ocorre a profundidades compreendidas entre 7,5 e 15,0 m.

Trata-se de uma formação que se apresenta muito compacta (N_{SPT} frequentemente superior a 60 pancadas), com resistência dinâmica (Q_d) média de 31 MPa e com velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais, no geral, compreendida entre 500 e 1500 m/s.

Os ensaios realizados sobre amostras de solos desta natureza forneceram, em regra, os seguintes resultados:

Classificação ASTM	SM, SW-SM, SP-SM e SP-SC
Classificação SETRA-RTR	B ₁ , B ₂ e B ₅
Classificação AASHTO	A-1-b, A-2-4 e A-2-6
% passada no peneiro n.º 200 (ASTM) (%)	9-14
Índice de Plasticidade	NP (excepcionalmente, 19)
G_s	2,61-2,63
Valor de Azul de Metileno (VAM)	-
Equivalente de Areia (%)	-
Teor em água Natural	-
Proctor modificado	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (kN/m ³)
	W _{opt} (%)
CBR_{95%} (%)	-

Corte Direto (CD)	ϕ' (°)	30-31
	c' (kPa)	10-14
Triaxial (CU+U)	ϕ' (°)	-
	c' (kPa)	-

Nas figuras seguintes apresentam-se um conjunto de gráficos elucidativos da distribuição das diferentes classificações e resultados obtidos.

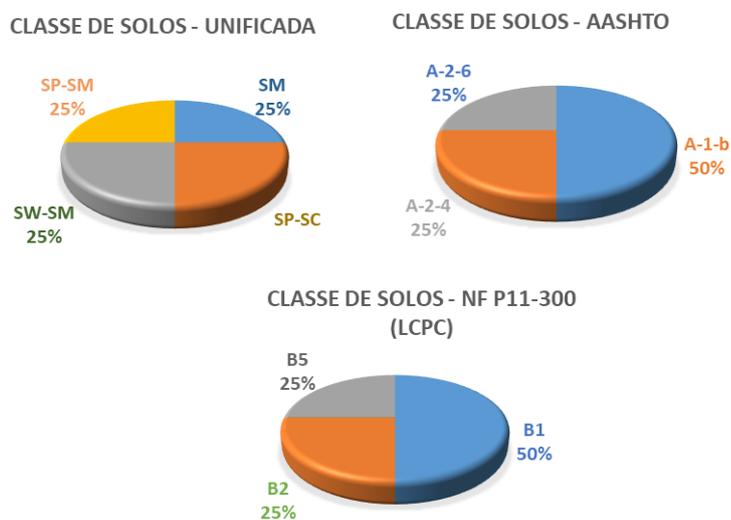


Figura 5.15 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Pleistocénicos PQ4

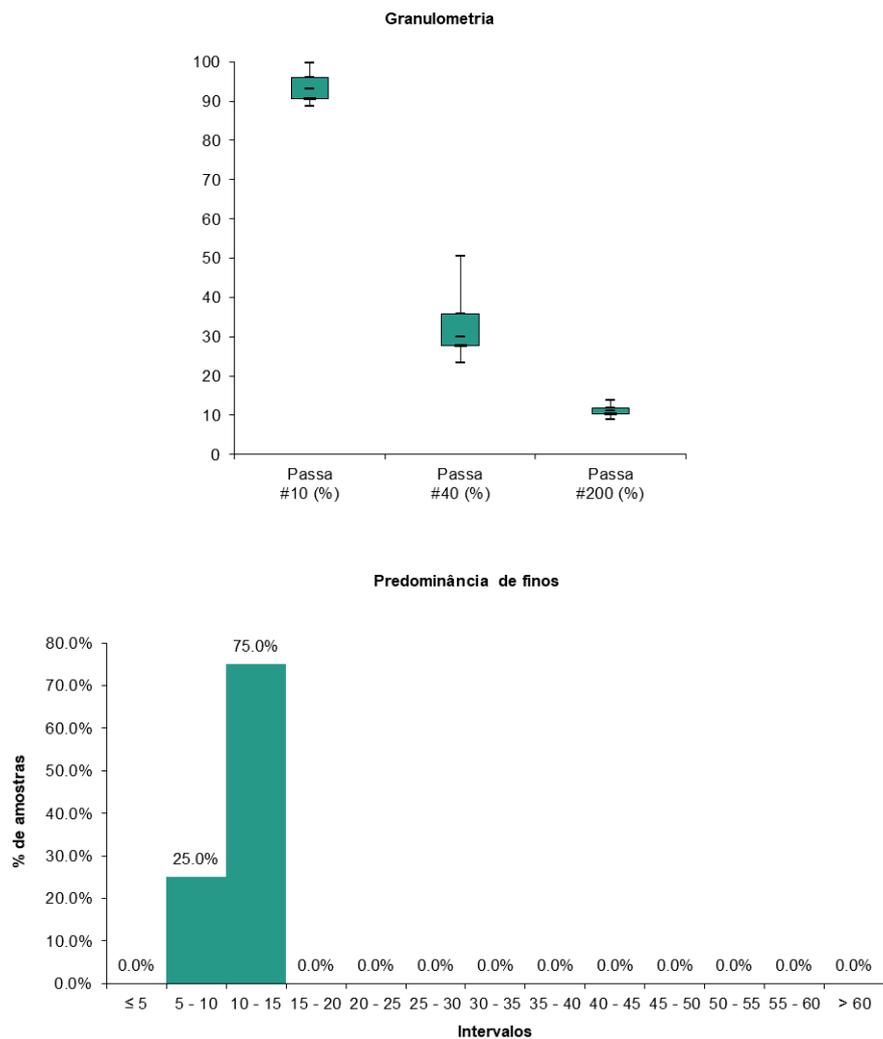


Figura 5.16 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ4

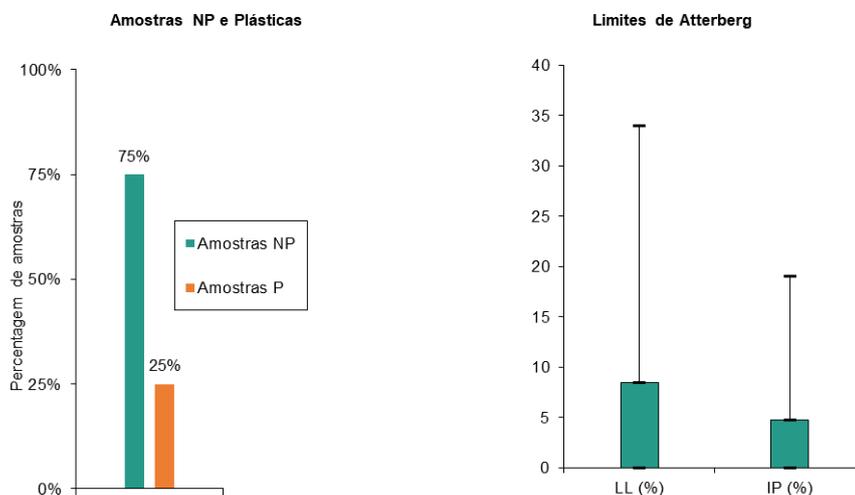


Figura 5.17 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Pleistocénicos PQ4

5.3.5 FORMAÇÃO PQ5

Trata-se de uma formação arenítica, castanha a amarelada, friável, que ocorre a profundidades superiores a 7,5-18 m m.

Trata-se de uma formação que se apresenta muito compacta (N_{SPT} frequentemente superior a 60 pancadas), com resistência dinâmica (Q_d) média de 32 MPa e com velocidades de propagação das ondas sísmicas longitudinais, no geral, compreendida entre 500 e 1500 m/s

Os ensaios realizados sobre amostras de solos desta natureza forneceram, em regra, os seguintes resultados:

Classificação ASTM	SM, SW-SM, SP-SM e SW-SC
Classificação SETRA-RTR	B ₁ , B ₂ e B ₅
Classificação AASHTO	A-2-4 e A-1-b
% passada no peneiro n.º 200 (ASTM) (%)	9-13
Índice de Plasticidade	NP (excepcionalmente, 9)
G_s	-
Valor de Azul de Metileno (VAM)	-
Equivalente de Areia (%)	-
Teor em água Natural	-
Proctor modificado	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (kN/m ³)
	W_{opt} (%)
CBR_{95%} (%)	-

Corte Direto (CD)	ϕ' (°)	30
	c' (kPa)	7
Triaxial (CU+U)	ϕ' (°)	38-40
	c' (kPa)	<2-17

Nas figuras seguintes apresentam-se um conjunto de gráficos elucidativos da distribuição das diferentes classificações e resultados obtidos.

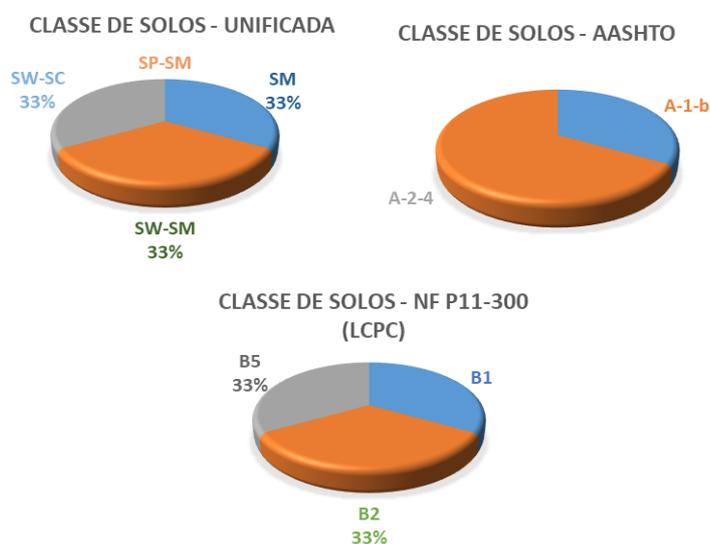


Figura 5.18 – Classificação de solos – Depósitos Plio-Pleistocénicos PQ5

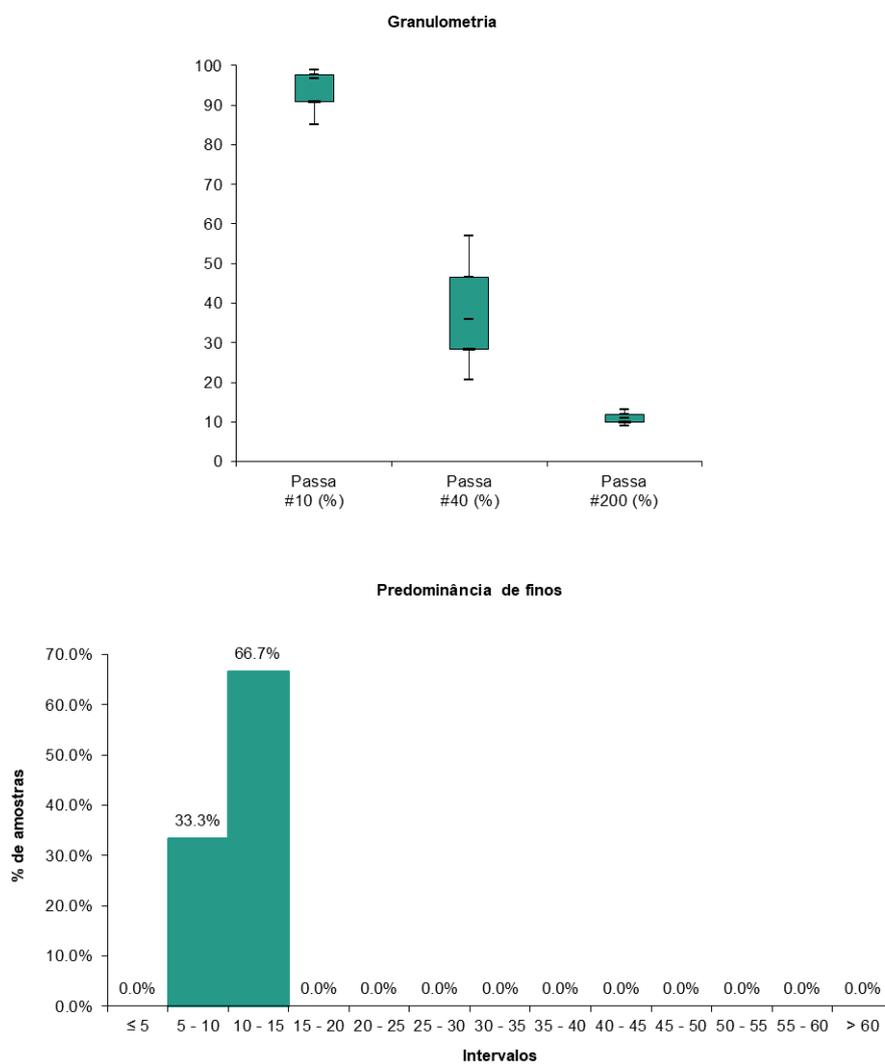


Figura 5.19 – Distribuição de % de finos e % passada nos peneiros #10, #40 e #200 – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ5

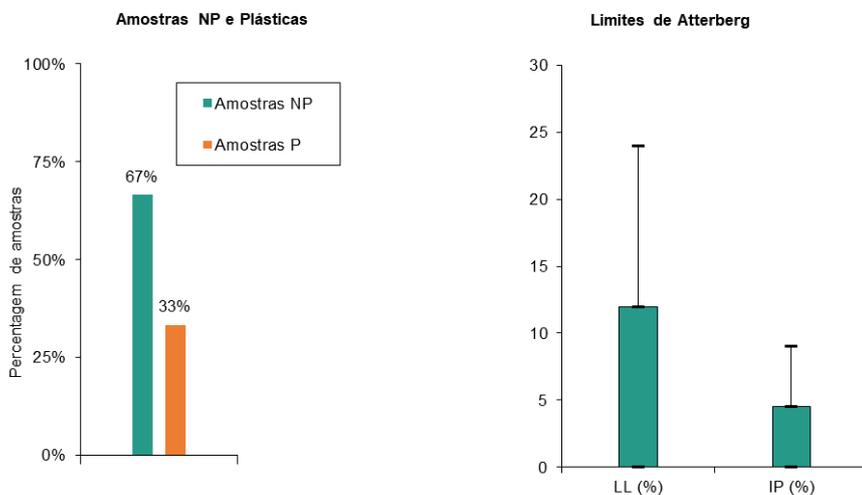


Figura 5.20 – Distribuição de amostras não plásticas/plásticas – Depósitos Plio-Plistocénicos PQ5

5.4 ZONAMENTO GEOTÉCNICO

O zonamento geotécnico do terreno de implantação das infraestruturas da fábrica foi definido tendo em conta, essencialmente, as características geológicas e geotécnicas das formações ocorrentes na área em estudo, o tipo de estruturas envolvidas e as correspondentes exigências sobre a fundação.

A definição das zonas geotécnicas foi feita considerando, essencialmente, as características físicas e mecânicas do terreno ocorrente, designadamente, velocidade de propagação de ondas sísmicas e índices de resistência obtidos a partir da análise das sondagens e ensaios DPSH realizados.

Foram consideradas 4 zonas geotécnicas principais, designadas por ZG1, ZG2, ZG3 e ZG4, correspondendo a primeira ao maciço de melhor qualidade. Em rigor e em geral, a zona geotécnica de piores características situa-se mais superficialmente enquanto as zonas ZG1 e ZG2 encontra-se a maiores profundidades.

No Quadro 5.1 descrevem-se os parâmetros e os respetivos intervalos de variação considerados representativos para cada das zonas identificadas. Os parâmetros geotécnicos específicos foram estimados com base nas relações empíricas referenciadas pela bibliografia específica.

Quadro 5.1 - Zonamento geotécnico

Zona Geotécnica	Formações interessadas	Descrição	N _{SPT}	Resistência dinâmica, Q _d (MPa)	Velocidade das ondas sísmicas longitudinais, V _p (m/s)	Classificação de solos			Parâmetros geotécnicos estimados			
						AASHTO	ASTM	GTR - LCPC	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ'(°)	E' (MPa)
ZG4	Tv	Areia argilosa negra a acinzentada, com presença de raízes	23-33	8-22	<1000	A-1-b	SP	B ₁	18	-	32-34	15-25
	PQ1	Areia, grão fino a médio, acinzentada a acastanhada.										
ZG3	PQ2	Areia de grão fino a médio, amarelada a acastanhada, por vezes com seixos dispersos	36-52	5-72	<1000	A-1-b	SP, SP-SM, SM, SW-SM e SP-SC	B ₁ e B ₂	19	-	34-36	25-35
ZG2	PQ3	Areia de grão fino a médio, vermelha-acastanhada.	>50	8-65	<1000	A-1-b e A-2-4	SM, SW-SM e SP-SM	B ₁ e B ₅	20	-	36-38	40-50
ZG1		Arenito, vermelho-acastanhado a amarelado.	>60	17-65	500-1500	A-1-b, A-2-4 e A-2-6	SM, SW-SM, SP-SM, SW-SC e SP-SC	B ₁ , B ₂ e B ₅	21	<5	38-40	50-60
	PQ5	Arenito, castanho a amarelado, friável.										

6 ZONAS DE IMPLANTAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA EM CONDIÇÕES ADVERSAS

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os pontos seguintes analisam a ocorrência de eventuais zonas de implantação da infraestrutura com condições geológico-geotécnicas adversas, designadamente:

- A. Zonas húmidas e/ou inundáveis;
- B. Solos deformáveis;
- C. Mapeamento do terreno quanto ao potencial de liquefação;
- D. Identificação de falhas com suspeita de atividade ou outras situações estruturais e/ou tectónicas relevantes;
- E. Identificação de possíveis situações de carsificação de maciços e dissolução/colapsabilidade de solos.

Tecem-se igualmente para cada uma destas tipologias de fenómenos geológicos, quando pertinente, as ações a implementar recomendadas, visando garantir as condições de implantação da infra- estrutura.

6.2 ZONAS HÚMIDAS E/OU INUNDÁVEIS

Na área em estudo não foram identificadas zonas enquadráveis como zonas húmidas e/ou inundáveis associadas a linhas de água com leito mais desenvolvido e aplanado.

6.3 SOLOS DEFORMÁVEIS

Não foram identificados solos aluvionares com características mecânicas mais fracas e elevada deformabilidade.

O reconhecimento de campo e os trabalhos de prospeção geotécnica realizados permitem antever que, de um modo geral, após efetuada a remoção dos solos mais superficiais (decapagem e eventual saneamento/sobreescavação), os terrenos deverão possuir características adequadas para fundação dos aterros previstos.

6.4 MAPEAMENTO QUANTO AO POTENCIAL DE LIQUEFAÇÃO

A considerável compacidade dos solos arenosos correntes, acrescido da ausência de água no decorrer da realização das sondagens mecânicas, permite considerar que esta temática não significado na área em análise.

6.5 IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS COM SUSPEITA DE ACTIVIDADE OU OUTRAS SITUAÇÕES ESTRUTURAIS E/OU TECTÓNICAS RELEVANTES

Tal como anteriormente referido, a notícia explicativa da carta geológica nº42-C (Santiago do Cacém), à escala 1:50 000, refere que são conhecidos, ao longo da falha

de Santo André e de Santa Cruz, movimentos pós-pleiocénicos, bem como uma marcada fracturação N40°W, que afecta toda a cobertura pós-Mesozóica.

Não obstante, nos reconhecimentos de campos realizados na zona em estudo, não foram observadas evidências relativas à possível existência de atividade recente nas discontinuidades ou falhas existentes, o que é apoiado pela análise da Carta Neotectónica de Portugal Continental à escala 1/1.000.000 (J. Cabral e A. Ribeiro, 1989), na qual, é apenas assinalado dois alinhamentos geológico a alguns kms para Este e para Oeste, que poderão corresponder a uma falha com tipo de movimentação desconhecida.

6.6 IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS SITUAÇÕES DE CARSIIFICAÇÃO DE MACIÇOS E DISSOLUÇÃO/COLAPSIBILIDADE DE SOLOS

A área em análise não interessa formações calcárias, pelo que não é espectável a ocorrência de situação de carsificação e dissolução/colapsibilidade de solos.

7 CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO

De acordo com o cenário geológico e geotécnico ocorrente, tem-se que as formações que irão constituir as fundações dos aterros são essencialmente constituídas por terrenos sedimentares, constituídos por areias e areias siltosas, no geral, medianamente a muito compactos.

O reconhecimento de campo e os trabalhos de prospeção geotécnica realizados permitem antever que, de um modo geral, após efetuada a remoção dos solos mais superficiais (decapagem e eventual sobreescavação dos solos mais descomprimidos), os terrenos deverão possuir características adequadas para fundação dos aterros previstos e das camadas nobres das camadas de pavimento, na situação de escavação

Quanto às condições de fundação dos edifícios e estruturas associadas à fábrica, considera-se deve ser avaliada caso a caso, função de estrangimentos de implantação (situação em aterro ou em escavação), das cargas transmitidas por cada estrutura, do tipo e geometria de fundação, dos assentamentos admissíveis, entre outros. Nesse sentido, as condições de fundação deverão objecto de análise e avaliação nos projectos específicos.

8 FONTES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

As características dos materiais a colocar em aterro e as técnicas construtivas devem assegurar a estabilidade dos aterros, pequenos assentamentos, capacidade de carga e durabilidade das camadas de fundação.

O balanço de volumes escavação/aterro indica a existência de um equilíbrio de materiais de construção, pelo que se admite que os aterros deverão ser construídos com os materiais resultantes da escavação em linha a partir da sua adequada seleção, bem como com o recurso a áreas de empréstimo em exploração.

De acordo com a informação disponível, considera-se que os materiais provenientes das escavações (após decapagem) poderão ser, de um modo geral, utilizados na construção dos aterros.

Os ensaios laboratoriais realizados sobre as amostras de solo colhidas nos poços de reconhecimento revelaram características adequadas para reutilização nos aterros. Das amostras ensaiadas, parte considerável pertence aos grupos A-1-b, A-2-4 e A-2-6 da Classificação Rodoviária. No que respeita à Classificação Unificada, a maior parte dos solos enquadram-se nos grupos SM, SW-SM, SP-SM, SW-SC e SP-SC. Em termos de Classificação LCPC/SETRA os solos predominantes incluem-se nas subclasses B₁, B₂ e B₅ da classificação GTR (NF P11-300 - LCPC).

Tendo em consideração as classes de solos expectavelmente predominantes ao longo da área e levando em conta as condições de utilização dos materiais em aterro definidos a partir da classificação SETRA/RTR, fazem-se nos parágrafos seguintes alguns comentários:

a) Solos B₁

Os solos **B₁** (areias siltosas) são geralmente insensíveis à água. Caracterizam-se por uma fácil erosão sob ação de escorrências superficiais. Podem colocar problemas de traficabilidade se a sua granulometria é uniforme e se estão secos. No estado hídrico húmido, estes materiais não permitem a construção do aterro com suficiente garantia de qualidade.

b) Solos B₂

Os solos **B₂** (areias argilosas) são muito sensíveis às condições meteorológicas. Em condições húmidas podem produzir um efeito de colchão, que deve ser evitado nas zonas superiores das terraplenagens, podendo a drenagem prévia (várias semanas) ser eficaz com vista a uma aplicação em obra. No estado hídrico seco, torna-se necessário compensar a insuficiência do teor em água através de uma compactação intensa, uma rega, ou uma humificação. A humificação em massa para alterar o estado hídrico é relativamente fácil de realizar.

c) Solos B₅

Os solos **B₅** (areias e seixos muito siltosos) são solos particularmente sensíveis à situação meteorológica, a qual pode rapidamente determinar a interrupção da sua colocação em obra, seja por excesso do teor em água seja, pelo contrário, por uma redução do mesmo tornando-os particularmente difíceis de compactar. Na situação de estado hídrico húmido (excesso de água) esses solos são difíceis de colocar em obra em virtude da sua fraca capacidade portante, podendo surgir o denominado “efeito de colchão” no decurso da sua compactação. Na situação de estado hídrico seco (défice de água) estes solos são muito difíceis de compactar tornando-se necessária uma compactação intensa conjugada com rega superficial.

Em resultado do equilíbrio de terras, prevê-se a eventual necessidade de recorrer a materiais de empréstimo. Desta forma, apresenta-se no Quadro 8.1 a localização de pedreiras mais próximas da área em estudo (Base de dados da Direcção Geral de Energia e Geologia - DGEG), que poderão fornecer materiais com boas características para execução dos aterros e camada de pavimento.

Quadro 8.1 – Lista de pedreiras

Nº Cadastro	Denominação	Substâncias(s)	Titular
4334	PEDREIRA DE MONTE CHÃOS	Diorito	APS - ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE SINES E DO ALGARVE, SA
6736	COVAS	Areia	JOSÉ DA SILVA RAMINHOS
6316	AREIRO DA PGS	Areia	AICEP - GLOBAL PARQUES, SA
4933	ROCHA DE CIMA	Calcário	TECNOVIA - SOCIEDADE DE EMPREITADAS, SA
6683	MONTE DAS SESMARIAS	Calcário	AGREGADOS CALCÁRIOS DAS SESMARIAS, LDA
4284	FORNECOS	Calcário	A.MORAIS DE BRITO & IRMÃO, LDA
3915	PONTE DA PEDRA N 2	Calcário	JOSE ELIAS DE JESUS
6577	ÁGUA NOVA DE BAIXO	Areia	GRANDAREIA - EXTRACÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE INERTES, LDA
6372	MONTE NOVO DOS CAVACOS	Grauvaque	BRITAZUL - SOCIEDADE PRODUTORA DE BRITAS, LDA
5318	GARCIA MENINO II	Areia	JOSÉ MANUEL DE SOUSA
6534	ANISA/PIZÃO	Areia	BURGAUSADO – AREIAS E GRAVILHAS DE SANTA MARGARIDA DO SADO, LDA
6236	AREIRO DA ÁGUA DO MONTINHO	Areia	TFG - TRANSPORTES FLORÊNCIO & GUERREIRO, LDA

Base de dados da Direcção Geral de Energia e Geologia - DGEG



T2022-0519-08-EX-GGS-GN-0002-REP-00

UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO
Relatório

ANEXOS

ANEXO I – PEÇAS DESENHADAS

Nº DE DESENHO	DESIGNAÇÃO	Nº DE ORDEM
BD-GGS-GN-0001-DWG	Planta geológica	1
BD-GGS-GN-0002-DWG	Perfis geológicos e geotécnicos longitudinais AA' e BB'	2
BD-GGS-GN-0003-DWG	Perfis geológicos e geotécnicos longitudinais CC' e DD'	3