

Câmara Municipal do Cadaval



ESTUDO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

OFICINAS – EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO E ECOCENTRO

CADAVAL



Abril 2021

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	4
3. SISMICIDADE	5
3.1. REQUISITOS DE DESEMPENHO E CRITÉRIOS DE CONFORMIDADE	5
3.2. IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE TERRENOS	6
3.3. TIPOS DE AÇÃO SÍSMICA E ZONAS SÍSMICAS	6
4. PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA	9
4.1. SONDAGENS MECÂNICAS E ENSAIOS SPT	9
4.2. INSTALAÇÃO DE PIEZÓMETROS E NÍVEIS DE ÁGUA	13
5. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA	15
5.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	15
5.2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA	16
5.3. ZONAMENTO GEOTÉCNICO	17
5.4. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
6.1. CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO	20
7. EQUIPA RESPONSÁVEL	21

ANEXO I – PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

ANEXO II – PEÇAS DESENHADAS

DESENHO 1 – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

DESENHO 2 – PERFIL GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO INTERPRETATIVO AA'

1. INTRODUÇÃO

Por solicitação da Câmara Municipal do Cadaval, na pessoa da Eng.^a Rita Faustino, a Riasonda, Lda. realizou um estudo geológico – geotécnico no âmbito do projeto de construção do edifício administrativo das oficinas municipais e de um Ecocentro no Cadaval.

Visando a caracterização geotécnica, associada ao ambiente geológico ocorrente no local em estudo, foi implementada uma campanha de prospeção geotécnica, que constou na execução dos seguintes trabalhos:

- Furos de sondagem à rotação com a realização de ensaios SPT (3 un);
- Instalação de piezómetros em furo de sondagem (1 un);

Os trabalhos de campo decorreram nos dias 16 e 17 de Março de 2021. O local da realização da campanha de prospeção apresenta-se na Figura 1, assinalado a vermelho, e no Anexo II (Peças Desenhadas) a localização em planta dos furos de sondagem realizados.



Figura 1 – Localização do local em estudo (Fonte: Google Earth, 2021)

O presente relatório geotécnico descreve os trabalhos realizados e as metodologias que regularam a sua execução, com a apresentação dos resultados e os valores dos parâmetros geotécnicos que se sugerem para o projeto geotécnico de acordo com o zonamento geotécnico estabelecido.

Como apoio à realização deste estudo dispôs-se de planta de localização fornecida pelo Requerente, em formato editável (ACAD), que serviu de base para localização dos trabalhos de prospeção e elaboração do perfil geológico – geotécnico interpretativo.

Os trabalhos de prospeção geotécnica executados, assim como, as suas localizações foram definidas pelo Requerente.

2. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

De acordo com a Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, Folha 30 – B (Bombarral), os terrenos abrangidos pela presente campanha de prospeção, localizam-se nos terrenos de idade jurássica, cartografados “Camadas de Freixial”, que estão representadas por grés argilosos, por vezes micáceos, com algumas intercalações conglomeráticas, por argilas e margas, por vezes com concreções calcárias. A cor das formações é amarelada, acastanhada, esverdeada, mas sobretudo avermelhada.

Na Figura 2 apresenta-se um extrato da Folha 30 – B (Bombarral) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000, com a zona de intervenção assinalada e a respetiva legenda.



Figura 2 – Extrato da Folha 30 – B (Bombarral) da Carta Geológica de Portugal Continental (escala 1:50 000)

(Fonte: geoportal.ineg.pt)

3. SISMICIDADE

Os parâmetros a seguir apresentados encontram-se presentes na Parte 1 do Eurocódigo 8 (EC8), priorizando as disposições constantes no Anexo Nacional NA que faz parte integrante do referido documento, e aplicam-se ao projeto de edifícios e de outras obras de engenharia civil em zonas sísmicas. Trata-se de documentos que estabelecem regras para a quantificação da ação sísmica e regras gerais de projeto.

3.1. REQUISITOS DE DESEMPENHO E CRITÉRIOS DE CONFORMIDADE

As estruturas nas regiões sísmicas devem ser projetadas e construídas para que sejam satisfeitos os seguintes requisitos, cada um com um adequado grau de fiabilidade:

- **Requisito de não ocorrência de colapso:** a estrutura deve ser projetada e construída de forma a resistir à ação sísmica de cálculo sem colapso local ou global, mantendo assim a sua integridade estrutural e uma capacidade resistente residual depois do sismo. A ação sísmica de cálculo é expressa em função: da ação sísmica de referência associada a uma probabilidade de excedência de referência (P_{NRC}) em 50 anos ou a um período de retorno de referência (T_{NCR}) (os valores recomendados pelo EC8 são $P_{NRC} = 10\%$ e $T_{NCR} = 475$ anos) e do coeficiente de importância (I) para ter em conta a diferenciação da fiabilidade.
- **Requisito de limitação de danos:** a estrutura deve ser projetada e construída de forma a resistir a uma ação sísmica cuja probabilidade de ocorrência seja maior que a da ação sísmica de cálculo, sem a ocorrência de danos e de limitações de utilização cujos custos sejam desproporcionadamente elevados em comparação com os da própria estrutura. A ação sísmica a considerar no “requisito de limitação de danos” tem uma probabilidade de excedência (P_{DLR}) em 10 anos e um período de retorno (T_{DLR}) (os valores recomendados pelo EC8 são $P_{DLR} = 10\%$ e $T_{DLR} = 95$ anos).

Para satisfazer estes requisitos fundamentais, os seguintes estados limites devem ser verificados: **estados limites últimos** e **estados limites de danos**. Os estados limites últimos são os associados ao colapso ou a outras formas de rotura estrutural que possam por em perigo a segurança das pessoas. Os estados de limitação de danos são os associados a danos para além dos quais determinados requisitos de utilização deixam de ser satisfeitos.

3.2. IDENTIFICAÇÃO DOS TIPOS DE TERRENOS

Os terrenos dos tipos A, B, C, D e E descritos por perfis estratigráficos e pelos parâmetros apresentados no Quadro 1, poderão ser utilizados para ter em conta a influência das condições locais do terreno na ação sísmica. No Quadro 1 encontra-se assinalado o perfil correspondente ao terreno em estudo.

QUADRO 1 – Tipos de terreno

Tipo de Terreno de Fundação	Descrição do perfil estratigráfico	Parâmetros		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (NP/30 cm)	C_u (KPa)
A	Rocha ou outra formação geológica de tipo rochoso que inclua no máximo 5m de material mais fraco à superfície	>800	–	–
B	Depósitos de areia muito compacta, de seixo (cascalho) ou de argila muito rija, com espessura de, pelo menos, várias dezenas de metros, caracterizados por um aumento gradual das propriedades mecânicas em profundidade	360 – 800	> 50	> 250
C	Depósitos profundos de areia compacta ou medianamente compacta, de seixo (cascalho) ou de argila rija com 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 espessura variando entre 5 e 20m, assente sobre um estrato mais rígido com valores de v_s superiores a 800m/s			
S ₁	Depósitos constituídos ou contendo um estrato com pelo menos 10m de espessura de argilas ou siltes moles com um elevado índice de plasticidade (IP > 40) e um elevado teor em água	<100 (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			

Nota: o terreno deverá ser classificado de acordo com o valor da velocidade média das ondas de corte, $V_{s,30}$, se disponível. Caso contrário, deverá utilizar-se o valor de N_{SPT} .

3.3. TIPOS DE AÇÃO SÍSMICA E ZONAS SÍSMICAS

No dimensionamento das estruturas em Portugal continental devem ser considerados dois tipos de ação sísmica:

- Ação sísmica tipo 1
- Ação sísmica tipo 2

No arquipélago da Madeira apenas é necessário considerar a **Ação sísmica Tipo 1**. No arquipélago dos Açores apenas é necessário considerar a **Ação sísmica Tipo 2**.

Esta necessidade de, em Portugal, considerar dois tipos de ação sísmica decorre do facto de haver dois cenários de geração dos sismos que podem afetar o país:

- um cenário designado de “afastado” referente, em geral, aos sismos com epicentro na região Atlântica e que corresponde à Ação sísmica Tipo 1;
- um cenário designado de “próximo” referente, em geral, aos sismos com epicentro no território continental, ou no arquipélago dos Açores, e que corresponde à Ação sísmica Tipo 2.

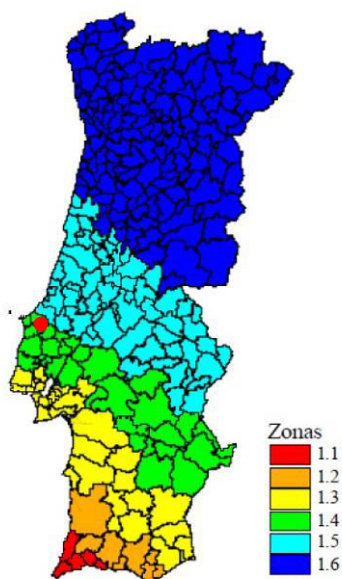


Figura 3

Ação Sísmica Tipo 1. Sismo afastado.

LOCAL EM ESTUDO

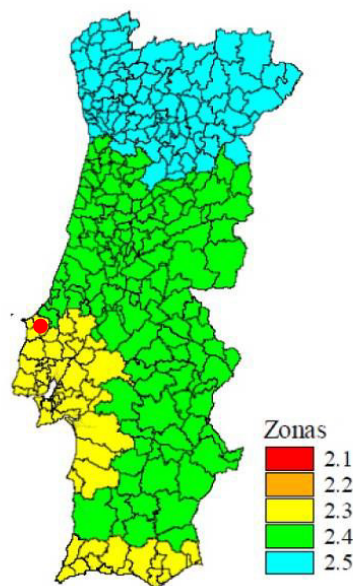


Figura 4

Ação Sísmica Tipo 2. Sismo próximo.

Nota: as zonas 2.1 e 2.2 identificadas na figura 4 (sismo próximo) não têm correspondência no território continental, sendo unicamente definidas para o arquipélago dos Açores (não abrangido pelas presentes especificações).

Em Portugal, os valores da aceleração máxima de referência (a_{gR}) para as várias zonas sísmicas e para os dois tipos de ação sísmica a considerar são os indicados no quadro seguinte. Encontram-se assinalados os valores correspondentes ao local em estudo.

QUADRO 2 – Aceleração máxima de referência (a_{gR}) nas várias zonas sísmicas

Ação Sísmica Tipo 1		Ação Sísmica Tipo 2	
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	–	–

O valor de referência da aceleração máxima à superfície do terreno, definidos para cada zona sísmica pelas autoridades nacionais, corresponde ao período de retorno de referência (T_{NCR}) da ação sísmica para o requisito de “não ocorrência de colapso” (ou, de forma equivalente, a probabilidade de excedência de referência em 50 anos, P_{NRC}) escolhido pelas autoridades nacionais. A este período de retorno de referência é associado um coeficiente de majoração (γ_I) igual a 1.0. Para períodos de retorno que não sejam o de referência, o valor de cálculo da aceleração à superfície de um terreno do tipo A (a_g) é igual a a_{gR} multiplicado pelo coeficiente de majoração γ_I ($a_g = a_{gR} \times \gamma_I$).

4. PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

4.1. SONDAGENS MECÂNICAS E ENSAIOS SPT

A campanha de prospeção geotécnica foi realizada por uma máquina da marca RIASONDA, modelo RIA 12, equipada com amostrador de parede dupla T2-76mm (Figura 6) para a realização dos furos de sondagem, tendo sido acompanhados da execução de ensaios SPT.

Os locais de execução dos furos de sondagem e de instalação do piezômetro encontram-se assinalados na Figura 5 e na Figura 6, fotografias da campanha de prospeção com o equipamento de perfuração nos locais de execução dos furos de sondagem.

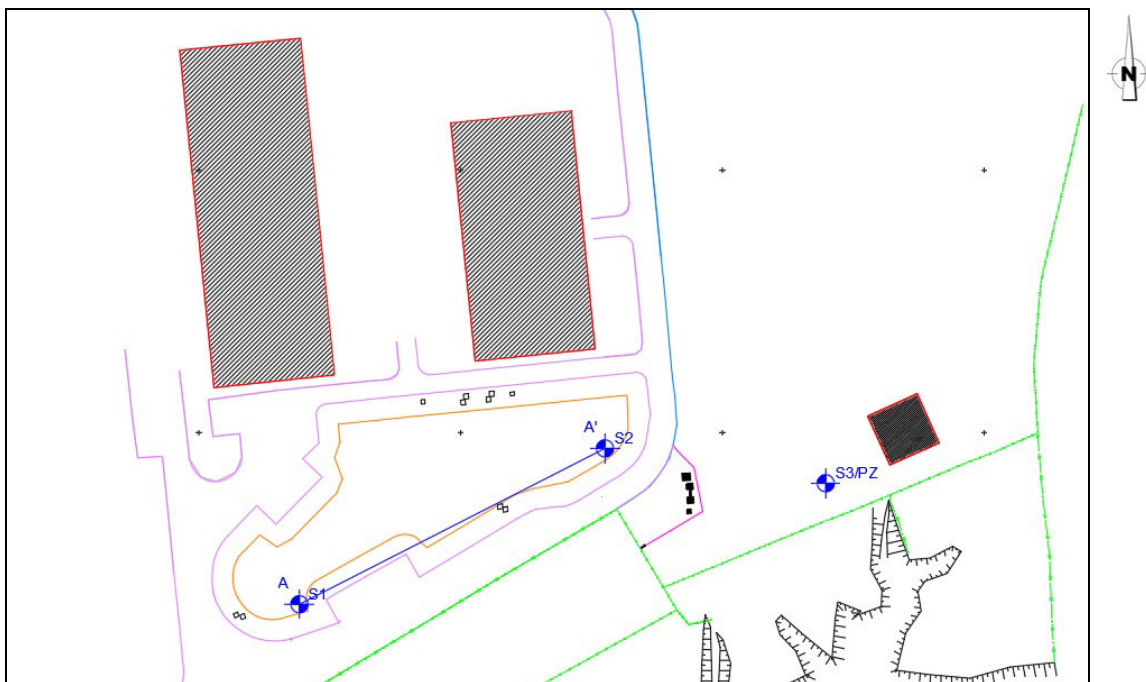


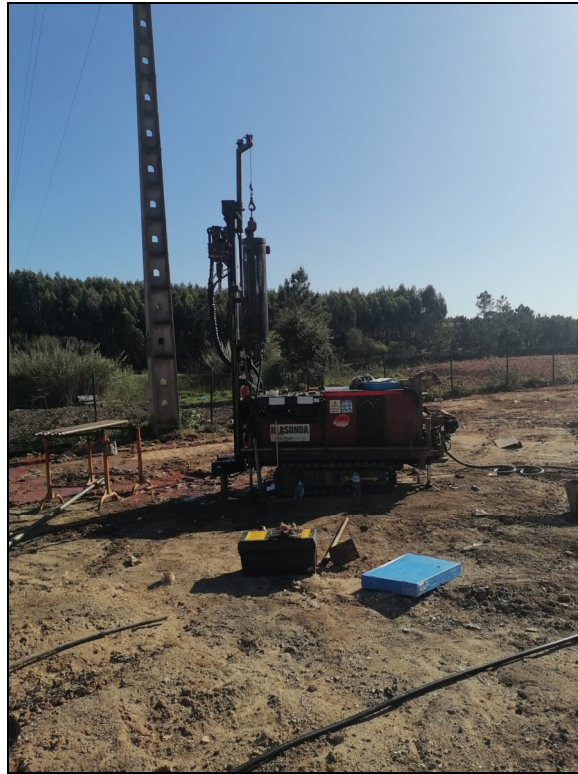
Figura 5 – Localização dos furos de sondagem (S1 e S2 – Edifício administrativo) (S3 - Ecocentro) e piezômetro (S3/PZ - Ecocentro)
(extrato da planta de localização que consta no Anexo I)



a)



b)



c)

Figura 6 – Equipamento utilizado nos furos de sondagem: a) execução do furo de sondagem S1
b) execução do furo de sondagem S2, c) execução do furo de sondagem S3

Ao longo da furação procedeu-se à execução de ensaios SPT em intervalos de 1.50m. Os ensaios de penetração dinâmica normalizada (*SPT – Standart Penetration Test*) foram realizados no interior dos furos de sondagem, utilizando o amostrador Terzaghi normalizado e anotando-se o número de pancadas para a cravação de 0.15+0.15+0.15m, correspondendo os últimos 0.30m ao valor do ensaio SPT (N_{SPT}). A cravação do amostrador é efetuada dinamicamente pela queda de um pilão de 63.5kg de uma altura de queda de 0.76m.

O valor de N_{SPT} de 60 pancadas corresponde à designada “nega”, isto é, à obtenção de 60 pancadas para uma penetração igual ou inferior a 0.30m. Os ensaios SPT foram realizados seguindo as recomendações da EN ISO 22476-3:2005 Field testing - Part 3: Standard penetration test (indicada no EC7).

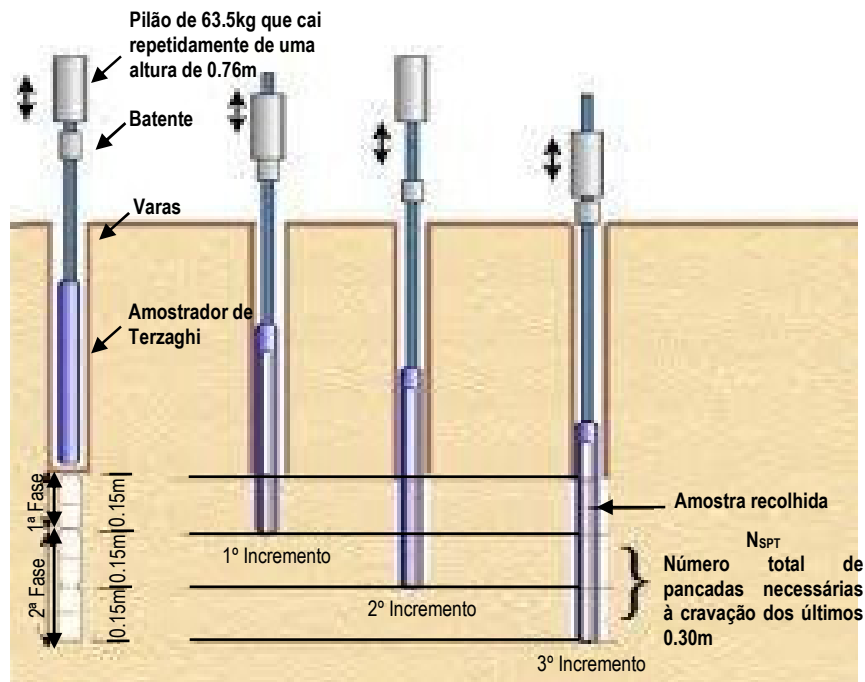


Figura 7 – Esquema do procedimento de execução do ensaio SPT

Com vista à caracterização do terreno mais à superfície foram realizados, ainda, ensaios de SPT a 0.50m de profundidade.

Os furos de sondagem deram-se por concluídos, quando foi atingida a formação com resistência ao ensaio SPT igual ou superior a 60 pancadas ($N_{SPT} \geq 60$ pancadas), em pelo menos três (3) ensaios consecutivos (critério de paragem dos furos de sondagem).

As amostras recolhidas na execução dos ensaios SPT foram guardadas em sacos individuais, onde foi inscrito o número da sondagem e a profundidade de recolha da amostra respetiva.

No quadro seguinte apresenta-se o resumo da informação dos furos de sondagem realizados.

QUADRO 3 – Resumo dos furos de sondagem realizados

Referência do furo de sondagem		Cota de boca do furo de sondagem (m)	Coordenadas		Profundidade atingida (m)	Ensaio SPT
			X	Y		
Edifício Administrativo	S1	100.12	-83230.7810	-48232.7460	7.50	6
	S2	99.45	-83172.4230	-48203.0220	10.50	8
Ecocentro	S3	98.61	-83130.2570	-48209.6710	13.50	10

No Anexo I (Prospecção Geotécnica) apresentam-se os boletins dos furos de sondagem à rotação com a realização de ensaios SPT.

4.2. INSTALAÇÃO DE PIEZÓMETROS E NÍVEIS DE ÁGUA

Para a monitorização da posição do nível freático foi instalado um (1) piezómetro no furo de sondagem S3, designado por S3/PZ, com 13.50m de comprimento (Figura 8).

**Figura 8** – Piezómetro instalado no furo de sondagem S3

O dispositivo do piezómetro foi do tipo “ tubo aberto” de configuração simples, de PVC de 50mm de diâmetro externo em séries telescópicas, com câmara de tomada de água constituída por tubo crepinado na base e com uma altura de 6.00, ranhurado sub-milimetricamente, e com manga geotêxtil de baixa gramagem. Foi introduzido no furo de sondagem, após a sua limpeza, selado com cimento/bentonite cerca de 0.5m no topo do piezómetro e colocada uma tampa de plástico.

A medição dos níveis de água é feita através da introdução de uma sonda de tubo aberto nos piezómetros. Esta sonda de medição é constituída por uma fita graduada onde estão incorporados dois terminais elétricos que, em contacto com a água, emite um sinal sonoro.

No Quadro 4 apresenta-se o resumo da informação e o registo do nível piezométrico obtido na monitorização do piezómetro instalado.

QUADRO 4 – Resumo do piezómetro e registo do nível piezométrico

			Data das leituras			
			17/03/2021		08/04/2021	
Referência piezómetro	Cota de boca do piezómetro (m)	Piezómetro (m)	Profundidade do nível freático (m)	Cota do nível freático (m)	Profundidade do nível freático (m)	Cota do nível freático (m)
S3/PZ	98.61	13.50	6.80	91.81	7.00	91.61

Recomenda-se a realização de campanhas periódicas ao longo do tempo (por exemplo, até ao início da obra), com vista a verificar a variação dos níveis.

5. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA

5.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

Com base nas amostras recolhidas nos furos de sondagem, foi possível caracterizar o perfil de investigação, nomeadamente, no que diz respeito aos valores dos ensaios SPT e à identificação visual dos terrenos atravessados, nomeadamente quanto à estratigrafia, presença de contaminação orgânica (cor e odor), granulometria e cor.

A classificação utilizada quanto ao estado de consistência e de compacidade dos solos ensaiados, através da relação com valor de N_{SPT} , encontram-se expostas nos quadros seguintes.

QUADRO 5 – Valor de referência para a definição da consistência de solos argilosos (Peck, Hanson & Thornburn, 1974)

Consistência						
	Muito mole	Mole	Média	Dura	Muito dura	Rija
N_{SPT}	<2	2 – 4	4 – 8	8 – 15	15 – 30	> 30

QUADRO 6 – Valor de referência para a definição da compacidade de solos arenosos (Terzaghi & Peck, 1948)

Compacidade					
	Muito solta	Solta	Medianamente compacta	Compacta	Muito compacta
N_{SPT}	<4	4 – 10	10 – 30	30 – 50	> 50

De acordo com amostragem recolhida nos furos de sondagem, individualizaram-se as seguintes unidades litoestratigráficas:

ATUAL	Camada superficial de solo com contaminação orgânica/solo de aterro, detetada em todos os furos de sondagem, com espessura a variar de 1.45 a 8.50m, sensivelmente. De acordo com a amostragem disponível, esta camada é constituída por uma mistura heterogénea de solos de aparência argila arenosa, areia argilosa e argila, com contaminação orgânica, de cor castanha avermelhada, acinzentada e acastanhada, por vezes, com restos vegetais (raízes e madeira), seixos e cascalheira de dimensão variada. Os ensaios SPT realizados resultaram nos valores de N_{SPT} a variar de 1 a 10 pancadas.
JURÁSSICO	Subjacente à camada superficial de solo com contaminação orgânica/solo de aterro, ocorre o terreno natural/maciço de fundação das Camadas de Freixial que apresenta duas unidades litológicas distintas: • fácies granular, constituída por areias de grão predominantemente fino, com alguma fração argilosa, de cor castanha avermelhada, castanha alaranjada e acinzentada, por vezes, com alguns seixos e cascalheira de dimensão variada, caracterizada por valores de N_{SPT} a variar de 19 a 60 pancadas; • fácies coesiva, constituída por argilas, por vezes, com alguma fração arenosa, de castanha avermelhada e acinzentada, caracterizada por valores de N_{SPT} a variar de 13 a 60 pancadas.

5.2. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA

Com base na caracterização realizada através dos ensaios SPT conjugada com a observação macroscópica das amostras recolhidas, foram individualizadas as seguintes zonas geotécnicas do maciço de fundação, do topo para a base:

ATUAL	ZG5	Corresponde à camada superficial de solo com contaminação orgânica/solo de aterro, em que os ensaios SPT realizados resultaram nos valores de N_{SPT} variar de 1 a 10 pancadas, o que evidencia a presença de materiais muito moles a duros/soltos.
	ZG4	Corresponde ao horizonte granular, de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, de cor castanha avermelhada, castanha alaranjada e acinzentada, por vezes, com alguns seixos e cascalheira de dimensão variada, caracterizado por valores de N_{SPT} de 19 e 33 pancadas, indicadores de solos medianamente compactos a compactos. Este horizonte foi detetado nos furos de sondagem S2 e S3.
JURÁSSICO	ZG3	Corresponde ao horizonte coesivo, de cor castanha avermelhada e acinzentada, por vezes, com alguma fração arenosa, detetado nos furos de sondagem S1 e S2, em que os ensaios SPT aí realizados resultaram em valores de N_{SPT} a variar de 13 a 32 pancadas, evidenciando a presença de solos duros a rijos.
	ZG2	Corresponde ao horizonte arenoso, de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, de cor castanha avermelhada e acinzentada, por vezes, com alguns seixos e cascalheira de dimensão variada, caracterizado por valores de N_{SPT} superiores a 60 pancadas, indicadores de solos muito compactos. Este horizonte foi detetado em todos os furos de sondagem.
	ZG1	Corresponde ao horizonte coesivo, de cor castanha avermelhada e acinzentada, detetado em todos os furos de sondagem, em que os ensaios SPT aí realizados resultaram em valores de N_{SPT} superiores a 60 pancadas, evidenciando a presença de solos muito rijos.

5.3. ZONAMENTO GEOTÉCNICO

A definição do modelo geotécnico do maciço prospetado e a atribuição de valores aos parâmetros geotécnicos teve por base a interpretação da informação que a campanha de prospeção permitiu obter, conjugada com a consulta de bibliografia da especialidade.

O critério adotado na definição das várias unidades que constituem o modelo geotécnico baseou-se na análise de diferentes aspetos, de entre os quais se destacam:

- unidades litoestratigráficas;
- características dos solos, nomeadamente, presença de contaminação orgânica, granulometria;
- resultados dos ensaios SPT.

Com base nestes critérios foram definidas as cinco (5) zonas geotécnicas, anteriormente mencionadas, e que se encontram discriminadas no Quadro 7. Em complemento, foi elaborado um (1) perfil geológico-geotécnico

interpretativo com o objetivo de representar o desenvolvimento expectável das diferentes zonas geotécnicas entre os locais de furo de sondagem. O referido perfil consta do Anexo II, no entanto, este consiste numa interpretação possível e simplificada do comportamento do maciço de fundação, baseada na informação que a campanha de prospeção permitiu obter.

QUADRO 7 – Proposta de zonamento geotécnico

Zona Geotécnica		Descrição
	ZG5	Solo com contaminação orgânica/solo de aterro, muito moles a duros/solto. Os resultados do ensaio SPT variam de 1 a 10 pancadas.
	ZG4	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, medianamente compacta a compacta. Os resultados do ensaio SPT são de 19 a 33 pancadas.
	ZG3	Argila, por vezes, alguma com fração arenosa, dura a muito rija. Os resultados do ensaio SPT variam de 13 a 32 pancadas.
	ZG2	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, muito compacta. Os resultados do ensaio SPT são iguais ou superiores a 60 pancadas.
	ZG1	Argila, muito rija. Os resultados do ensaio SPT são iguais ou superiores a 60 pancadas.

5.4. PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

Atendendo ao zonamento geotécnico proposto, definiu-se a parametrização geotécnica do subsolo, conforme se apresenta no quadro seguinte, determinada com base nas correlações com os resultados dos ensaios SPT e outros existentes na bibliografia da especialidade em função das litologias atravessadas e do comportamento geomecânico evidenciado pelos materiais, assim, como as tensões admissíveis de referência para cada unidade geotécnica, tendo por base fundações diretas, com base horizontal, sujeita a carga vertical estática e considerando um assentamento máximo de 25mm.

QUADRO 8 – Valores propostos para as propriedades físicas, características de resistência e de deformabilidade e tensões admissíveis das zonas geotécnicas (domínio dos maciços terrosos)

Zona Geotécnica	N _{SPT}	$\gamma^{a) 1)}$ (KN/m ³)	$C_u^{1)}$ (kPa)	$\phi^{b) 1)}$ (°)	$E^{c) 1)}$ (MPa)	Tensão admissível (kPa)
 ZG5 ²⁾	1 – 10	–	–	–	–	–
 ZG4	19 – 33	18 – 19	0 – 5	30 – 32	25 – 35	150 – 200
 ZG3	13 – 32	19 – 20	20 – 30	22 – 24	10 – 25	100 – 200
 ZG2	> 60	21 – 22	5 – 10	36 – 38	80 – 100	350 – 450
 ZG1	> 60	21 – 22	> 150	–	60 – 80	350 – 450

γ : peso específico em condições não drenadas / C_u : coesão em condições não drenada / ϕ : ângulo de atrito em condições não drenadas / E : módulo de deformabilidade em condições não drenadas.

a) Parâmetro estimado a partir do N_{SPT} de acordo com as correlações na bibliografia da especialidade.

b) Parâmetro estimado a partir do N_{SPT} de acordo com valores típicos para vários tipos de solos (Bowles, 1982).

c) Parâmetro para solo deduzido a partir da relação entre E (módulo de deformabilidade) e N_{SPT} (Teixeira e Godoy, 1996) e com outras correlações na bibliografia da especialidade.

1) Não foram aplicados os coeficientes parciais de segurança do EC7

2) Parâmetros geotécnicos não atribuídos. Unidade geotécnica não considerada para efeitos de dimensionamento

As tensões apresentadas correspondem a uma estimativa da capacidade de suporte do subsolo ao nível da fundação e do seu comportamento deformável, a verificação relativa aos estados limites últimos e de utilização deverá ser feita pelo engenheiro projetista da obra tendo em conta o plano de cargas previsto para as fundações da estrutura e as características geotécnicas evidenciadas pelo maciço de fundação (Quadro 8).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO

Com base nas informações disponibilizadas pelo Requerente, o projeto contempla a construção de um edifício administrativo, constituído por dois pisos acima do solo e de um Ecocentro.

Atendendo às condições reconhecidas ao longo do alinhamento investigado pelo perfil geotécnico (edifício administrativo), e caso ocorra a solicitação, em simultâneo, de diferentes zonas geotécnicas (por exemplo ZG4 e ZG3), que apresentam diferentes características de resistência e de deformabilidade, à que ter em consideração a possível ocorrência de assentamentos diferenciais que poderão colocar em causa a estabilidade da estrutura.

No que respeita à edificação do Ecocentro, e tendo em vista a minimização e uniformização dos assentamentos, desaconselha-se a solicitação da zona geotécnica ZG5 para instalação das fundações dos elementos estruturais. A definição do tipo de solução deverá privilegiar a eleição da zona geotécnica ZG2, que ocorre inferiormente, caracterizada por valores de $N_{SPT} > 60$ pancadas, para horizonte de fundação, devendo atender a vários aspetos, de entre os quais se destacam as cargas atuantes, a estabilidade global da estrutura e satisfação das verificações associadas aos estados limites últimos e estados limites de utilização.

7. EQUIPA RESPONSÁVEL

Macinhata do Vouga, 12 de Abril de 2020

RIASONDA – Sondagens e Consultoria Unipessoal, Lda.



Teresa Vergas
Eng.ª GEÓLOGA

ANEXO I

Prospecção Geotécnica



PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Diagrama de sondagem à rotação com ensaios SPT

SONDAGEM

S1

Data de Início
17/03/2021

Data de Fim
17/03/2021

Página 1 de 1

Escala: 1/100

Cliente: Câmara Municipal do Cadaval

Coordenadas

Inclinação = Vertical

X = -83230.7810

Y = -48232.7460

Nível freático (m) = ---

Obra/Local: Oficinas - Edifício Administrativo, Cadaval

Cota (m) = 100.12

Profundidade atingida (m) = 7.50

Método de furação: Rotação com colunas de revestimento com coroa de metal duro
φ externo: 84 mm/φ interno: 77mm Amostrador T2-76 mm

Equipamento de furação: RIASONDA, modelo RIA 12

Sondador: Mykhailo

Verificou: Teresa Vergas

Prof. (m)	Manobras do Esquema	Piezómetro	Complexo	Simbologia	Descrição litológica (observação macroscópica das amostras de solo recolhidas no amostrador Terzaghi normalizado e testemunhos de rocha)	Ensaio SPT Pancadas						IR (%) R.Q.D. (%)				Grau de Alteração (ISRM, 1981)	Fracturação (ISRM, 1981)
						1ª fase	2ª e 3ª fases					20	40	60	80		
1	0.5m		Atual		Argila arenosa, de cor castanha avermelhada com laivos acinzentados, com contaminação orgânica, restos vegetais e com seixos e cascalheira de dimensão variada (Provável aterro)	8 (2+6)						IR = 0%				-	-
2	1.0m					13 (6+7)						RQD = 0%				-	-
3	1.5m				Argila, por vezes, com alguma areia, de cor castanha avermelhada e acinzentada	32 (12+20)						IR = 0%				-	-
4	1.5m					60 (30+30)						RQD = 0%				-	-
5	1.5m		Jurássico		Areia fina com alguma argila, de cor castanha avermelhada e acinzentada	20 (28 cm)						IR = 0%				-	-
6	1.5m					60 (27+33)						RQD = 0%				-	-
7	1.5m				Argila, de cor castanha avermelhada	15 (29 cm)						IR = 0%				-	-
						60 (33+27)						RQD = 0%				-	-
						21 (29 cm)											
					FIM DE SONDAGEM (7.94m)												

Observações:



PROSPECÇÃO GEOTÉCNICA

Diagrama de sondagem à rotação com ensaios SPT

SONDAGEM

Data de Início
16/03/2021

Página 1 de 1

S2

Data de Fim
16/03/2021

Escala: 1/100

Cliente: Câmara Municipal do Cadaval

Coordenadas

Inclinação = Vertical

X = -83172.4230

Y = -48203.0220

Nível freático (m) = ---

Obra/Local: Oficinas - Edifício Administrativo, Cadaval

Cota (m) = 99.45

Profundidade atingida (m) = 10.50

Método de furação: Rotação com colunas de revestimento com coroa de metal duro
φ externo: 84 mm/φ interno: 77mm Amostrador T2-76 mm

Equipamento de furação: RIASONDA, modelo RIA 12

Sondador: Mykhailo

Verificou: Teresa Vergas

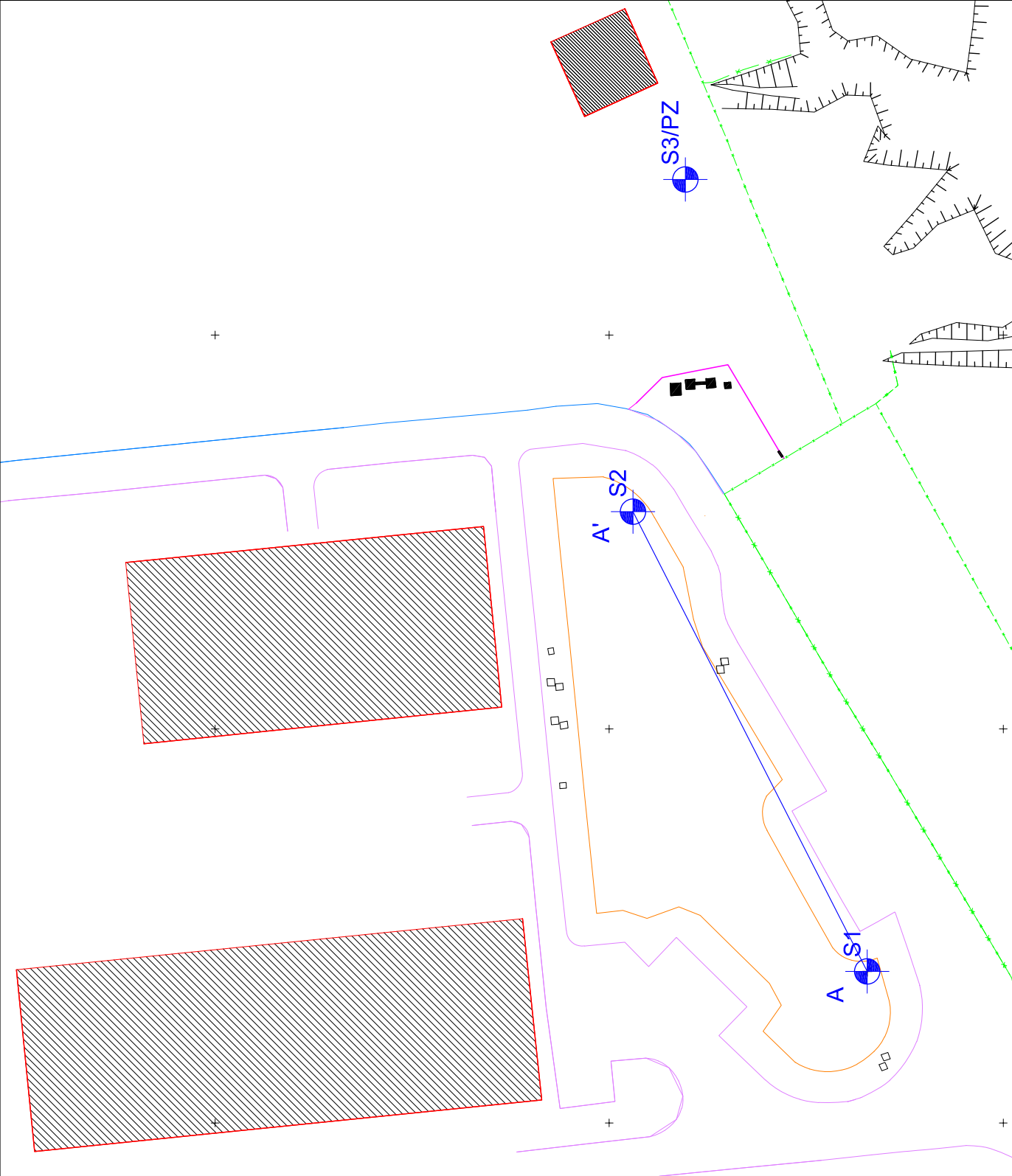
Prof. (m)	Manobras Esquema do Piezômetro	Complexo	Simbologia	Descrição litológica (observação macroscópica das amostras de solo recolhidas no amostrador Terzaghi normalizado e testemunhos de rocha)	Ensaio SPT Pancadas							IR (%) R.Q.D. (%)		Grau de Alteração (ISRM, 1981)	Fracturação (ISRM, 1981)			
					1ª fase	2ª e 3ª fases												
						10	20	30	40	50	60	20	40	60	80			
1	0,5 m 1,0 m			Argila arenosa, de cor castanha avermelhada e acastanhada, com contaminação orgânica, restos vegetais e com alguns seixos e cascalheira de dimensão variada (Provável aterro)	1	2 (1+1)						IR = 0%				-	-	
					1	6 (2+4)							RQD = 0%			-	-	
2	1,5 m											IR = 0%				-	-	
3	1,5 m											RQD = 0%						
4	1,5 m	Jurássico		Areia fina com alguma argila, de cor castanha alaranjada								IR = 0%				-	-	
5	1,5 m												RQD = 0%					
6	1,5 m			Argila, de cor castanha avermelhada com laivos acinzentados									IR = 0%				-	-
7	1,5 m													RQD = 0%				
8	1,5 m													IR = 0%				-
9	1,5 m													RQD = 0%				
10	1,5 m			Areia fina com alguma argila, de cor castanha avermelhada	60							IR = 0%				-	-	
													RQD = 0%					
				FIM DE SONDAGEM (10,77m)	46													

Observações:

Observações:

ANEXO II

Peças Desenhadas



LEGENDA



Sondagem à rotação com realização de ensaios
SPT
(PZ - Sondagem com a instalação de piezômetro)

Perfil geológico - geotécnico interpretativo



CLIENTE:

Câmara Municipal do Cadaval

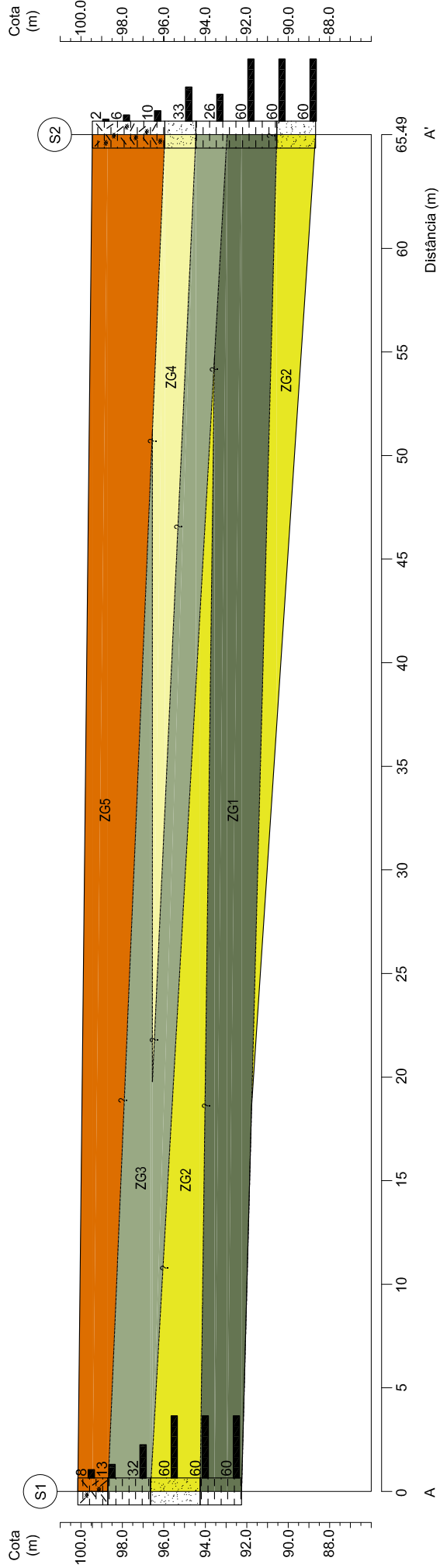
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM
Oficinas - Edifício Administrativo e Eocentro
Cadaval

Desenho: 1

Folha: A3

Escala: 1/500

Data: Abril 2021



ZONAMENTO GEOTÉCNICO - LITOLOGIAS		LEGENDA	
ACTUAL	ZG5	Solo com contaminação orgânica/solo de aterro, muito moles a duros/soltos: $1 < NSPT < 10$	
	ZG4	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, medianamente compacta a compacta: $19 < NSPT < 33$	
JURÁSSICO	ZG3	Argila, por vezes, com fração arenosa, dura a muito rija: $13 < NSPT < 32$	
	ZG2	Areia de granulometria predominantemente fina, com alguma fração argilosa, muito compacta: $NSPT > 60$	
JURÁSSICO	ZG1	Argila, muito rija: $NSPT > 60$	
	ZG5	Solo com contaminação orgânica/solo de aterro, muito moles a duros/soltos: $1 < NSPT < 10$	

		CLIENTE:	
		Câmara Municipal do Cadaval	
PERFIS GEOLÓGICOS - GEOTECNICOS INTERPRETATIVOS			
Oficinas - Edifício Administrativo e Ecoentro Cadaval			
Desenho: 2	Folha: A3	Escala: 1/200	Data: Abril 2021