



Reconhecimento geológico e hidrogeológico dos terrenos da 1ª fase do TagusPark

Anexo preparado no âmbito do Estudo de Impacte Ambiental da Operação Urbanística de
Loteamento da Subunidade UOPOG 2.1 do TagusPark

Julho 2022

Introdução

No âmbito do projeto da 1ª fase do TagusPark, foram realizados estudos de reconhecimento geológico e geotécnico (Beoteste 2019; Geocontrolo, 2019).

Dada a proximidade desta zona à atual área de estudo do EIA da 2ª fase do Taguspark, bem como facto de ambas as áreas se enquadrarem em zona de complexo vulcânico, sumarizam-se, neste documento autónomo, os principais resultados dos estudos realizados.

Estudo Geológico e Hidrogeológico – Betoteste, 2019

Por solicitação da Taguspark, S.A., executou-se o reconhecimento geológico e hidrogeológico dos terrenos interessados pelo projeto de construção de loteamentos 1, 2 e 3 referente ao Alvará 2/96, no terreno adjacente à Estrada Leião, em São Marcos, Oeiras, (Betoteste, 2019).

Foi realizada uma campanha de prospeção geológica-geotécnica nos terrenos onde se pretende proceder a alterações aos lotes 1, 2 e 3, conforme Figura 1.

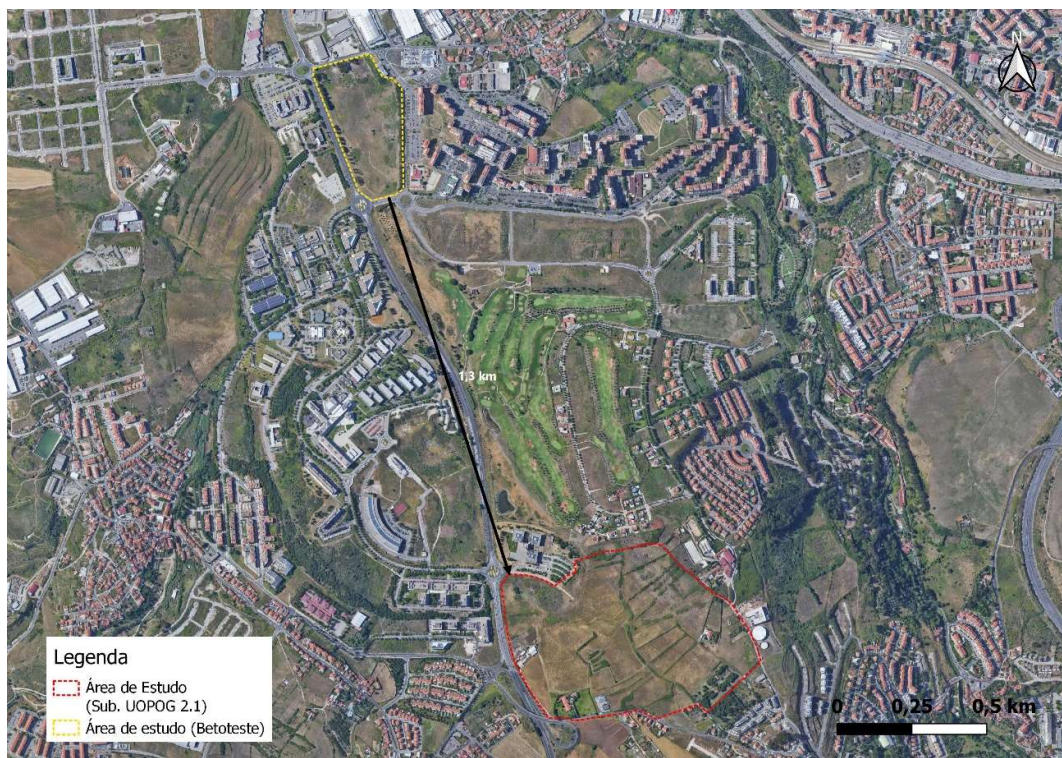


Figura 1 - Localização do terreno alvo da campanha relativamente a área de estudo do presente projeto. Distância entre áreas de 1,3 km.

A área de estudo acima referida e a área de estudo do presente projeto, padecem de semelhante caracterização geológica, estando ambos no Complexo Vulcânico de Lisboa, com intercalações vulcano-sedimentares, pertencendo ao Cretácico, Figura 2.



LEGENDA:

-  Localização da área em estudo.
-  Complexo Vulcânico de Lisboa com intercalações Vulcano-sedimentares (β^1) com intercalações Vulcano-sedimentares piroclásticas (β^{1*})
-  Calcários com rudistas e "Camadas com *Neolobites vibrayeanus*"

Figura 2 - Excerto da Folha 34-C - Cascais da Carta Geológica de Portugal, com a localização da área de estudo alvo de prospeção geológica e geotécnica.

Fonte: Betoteste, 2019

Sondagens na zona

Para a campanha de sondagens realizada foi utilizada furação à rotação com uma sonda da marca COMACCHIO. A furação foi realizada 60% com recuperação e 40% sem recuperação, ou seja, à destruição de maneira a reconhecer os terrenos ocorrentes e cumprir os prazos de execução. As amostras recuperadas foram dispostas por ordem de obtenção em caixas de PVC, devidamente compartimentadas e referenciadas, de forma a facilitar a sua análise e classificação, Figura 3

Erro! A origem da referência não foi encontrada., (Betoteste, 2019).



Figura 3 - Caixas de amostras das sondagens realizadas S1 e S7.

Fonte: Betoteste, 2019

A campanha consistiu na realização de dez (10) sondagens verticais, com profundidades finais variáveis entre os 3.0m e 4.5m (Figura 4 e Figura 5).

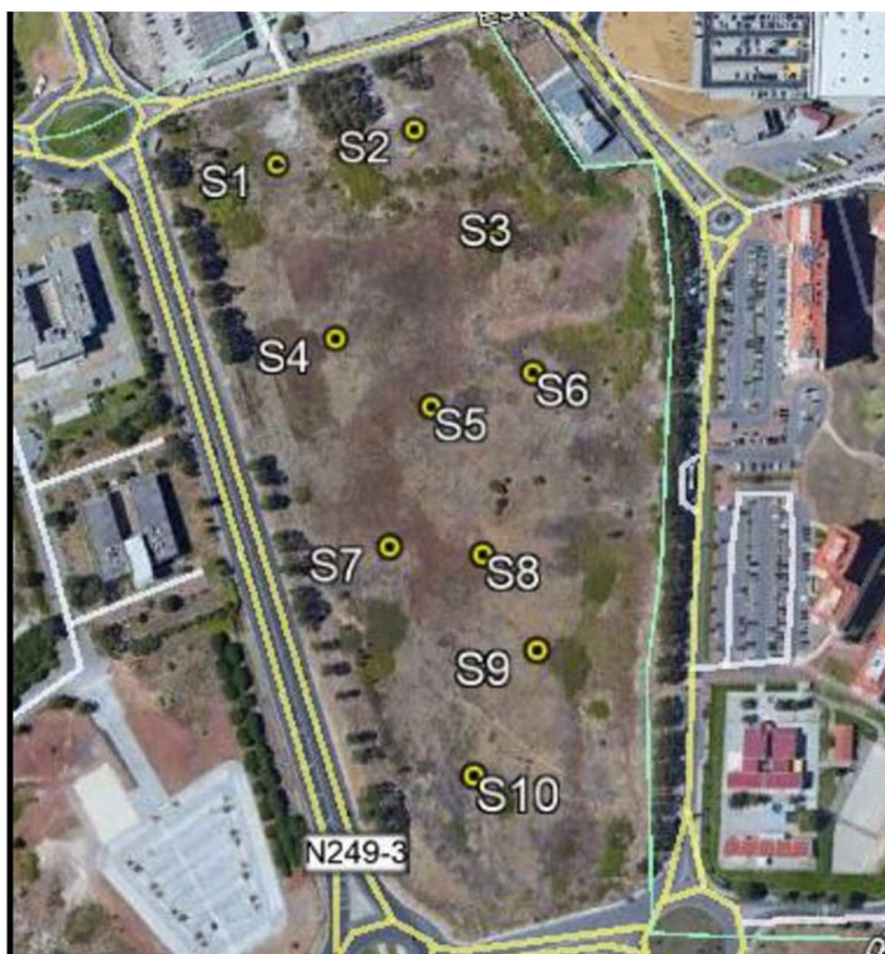


Figura 4 - Localização pormenorizada dos trabalhos.

Fonte: Betoteste, 2019

Sondagens	Profundidade Final (m)	Tipologia de Furação
S1	4.50	T2 86
S2	4.50	Trialeta
S3	4.50	Trialeta
S4	3.00	T2 86
S5	4.50	T2 86
S6	4.50	Trialeta
S7	3.00	T2 86
S8	4.50	T2 86
S9	4.50	Trialeta
S10	4.50	T2 86

Figura 5 - Sondagens realizadas.

Fonte: Betoteste, 2019

Com base nas informações do reconhecimento geológico de superfície e da prospeção geotécnica foram identificadas as seguintes unidades geológicas:

Depósitos Recentes

At – Depósitos de Aterro: estes depósitos foram reconhecidos apenas na sondagem S3 com cerca de 1.0m de espessura máxima. São constituídos por solos areno-argilosos de cor castanho, com fragmentos de alvenaria dispersos.

Complexo Vulcânico de Lisboa

β e β' – Basaltos e tufos vulcânicos: foi reconhecido em todas as sondagens, com uma cobertura de solos residuais argilo-arenosos de cor castanha. Os solos residuais apresentavam uma espessura máxima de 2.00m. O maciço rochoso apresenta-se pouco a medianamente alterado (W2 a W3) e fraturado (F4 a F5), muito embora as fracturas tenham uma abertura na ordem dos 10mm encontram-se preenchidas por solo argilo-arenoso.

ENSAIOS IN SITU - Ensaios de permeabilidade Lefranc

Os ensaios Lefranc são ensaios que permitem, exclusivamente, caracterizar a permeabilidade de maciços terrosos. Estando na presença de um maciço essencialmente rochoso, os resultados obtidos são apenas indicativos.

Quadro 1 - Resultados dos ensaios Lefranc realizados.

Fonte: Betoteste, 2019

Sondagem	Profundidade (m)	K (m/s)	Sondagem	Profundidade (m)	K (m/s)
S1	1.00 – 1.50	1.72×10^{-7}	S6	1.00 – 1.50	4.95×10^{-7}
	2.50 – 3.00	8.77×10^{-8}		2.50 – 3.00	1.32×10^{-7}
	4.00 – 4.50	7.88×10^{-8}		4.00 – 4.50	9.81×10^{-8}
S2	1.00 – 1.50	1.29×10^{-6}	S7	1.00 – 1.50	2.62×10^{-8}
	2.50 – 3.00	5.20×10^{-8}		2.50 – 3.00	8.47×10^{-8}
	4.00 – 4.50	5.38×10^{-8}		-	-
S3	1.00 – 1.50	2.59×10^{-7}	S8	1.00 – 1.50	1.34×10^{-7}
	2.50 – 3.00	1.37×10^{-7}		2.50 – 3.00	1.29×10^{-7}
	4.00 – 4.50	8.46×10^{-8}		4.00 – 4.50	1.05×10^{-7}
S4	1.00 – 1.50	8.28×10^{-8}	S9	1.00 – 1.50	2.80×10^{-7}
	2.50 – 3.00	9.49×10^{-8}		2.50 – 3.00	1.29×10^{-7}
	-	-		4.00 – 4.50	3.84×10^{-8}
S5	1.00 – 1.50	4.30×10^{-7}	S10	1.00 – 1.50	1.87×10^{-6}
	2.50 – 3.00	9.73×10^{-8}		2.50 – 3.00	7.81×10^{-7}
	4.00 – 4.50	9.00×10^{-8}		4.00 – 4.50	8.63×10^{-8}

Com base nos resultados obtidos, resumidos no Quadro 1, pode-se constatar que a condutividade hidráulica média para os solos residuais é de 10^{-7} m/s e de 10^{-8} a 10^{-9} m/s para o maciço rochoso vulcânico-sedimentar.

A estes valores de condutividade hidráulica, estão associados terrenos de fraca capacidade drenante e comportamento impermeável. Facto que a somar ao declive natural do terreno

(pendente para WSW) fará com que as águas de escorrência superficial se acumularão na área de cotas inferiores, formando uma zona de retenção. É possível observar no terreno indícios deste fenómeno uma vez que a zona SW do terreno encontra-se frequentemente alagada durante as épocas das chuvas, (Betoteste, 2019).

Estudo Geológico e Hidrogeológico – Geocontrolo, 2019

No âmbito do projeto do Edifício Simulador II previsto para o Lote 33 do Taguspark – Parque da Ciência e Tecnologia, Oeiras, foi realizado um estudo geológico-geotécnico pela Geocontrolo - Geotecnia e Estruturas de Fundação, SA, por solicitação de **Alphalink, Gestão de Projectos Lda**.

Foi realizada uma campanha de prospeção geológica-geotécnica nos terrenos onde se pretende construir o lote 1, 2 e 3, conforme Figura 6.



Figura 6 - Vista aérea do local em estudo. Distância de 0,48 km entre as respetivas áreas

À semelhança da caracterização geológica e geotécnica da área de estudo do presente projeto, o ambiente geológico prevalente na área investigada assinala a ocorrência de um substrato de natureza vulcânica representado pelo *Complexo vulcânico de Lisboa* (β^1), por vezes recoberto por depósitos de aterro (At) de génese recente e solos orgânicos (So), Figura 7 (Geocontrolo, 2019).

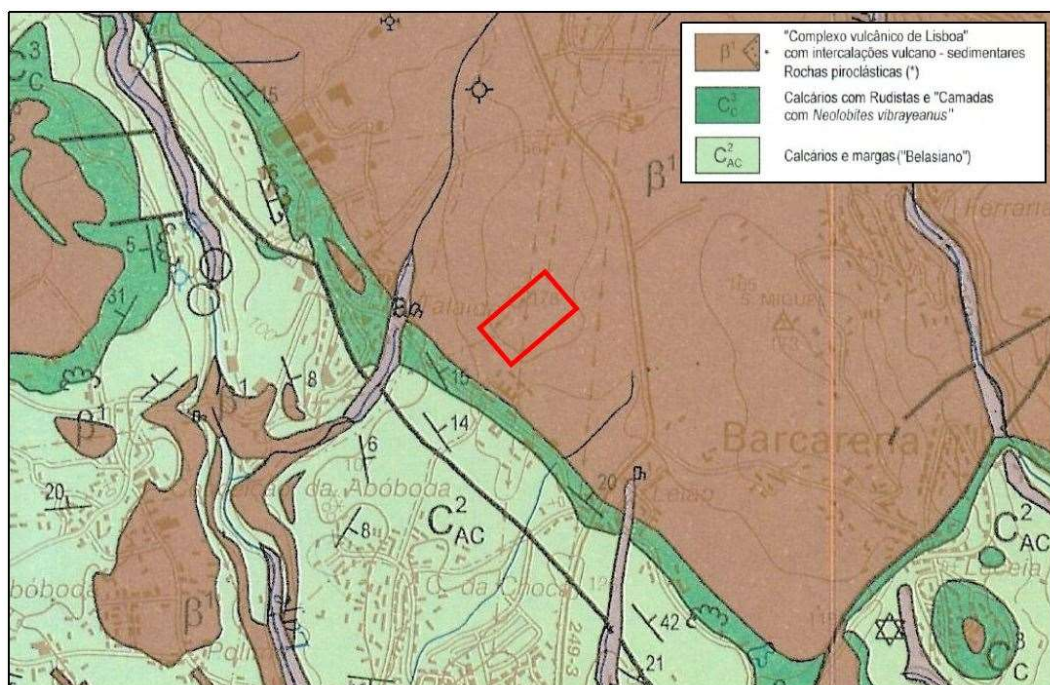


Figura 7 - Enquadramento geológico da área em estudo, (adaptado da Carta geológica de Portugal, Folha 34C Cascais, à escala 1:50000; escala indeterminada).

Fonte: Geocontrolo, 2019

Tendo em vista a caracterização geotécnica associada aos terrenos geológicos ocorrentes no local em análise, foi realizada uma campanha de prospeção geotécnica envolvendo a realização de cinco sondagens de furação vertical, S1 à S5, acompanhadas de ensaios de caracterização in situ, SPT, no domínio terroso e rochoso brando. Os furos das sondagens S2 e S3 foram aproveitados para a instalação de piezómetros hidráulicos de tubo aberto, Figura 8 (Geocontrolo, 2019).

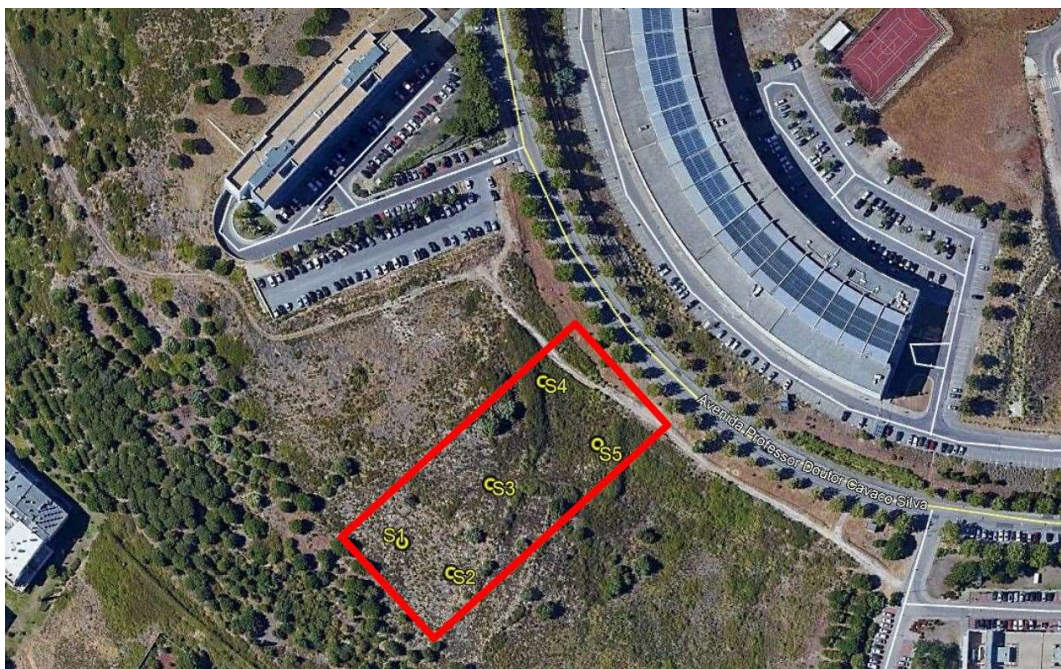


Figura 8 - Localização dos pontos de sondagem.

Fonte: Geocontrole, 2019

As sondagens foram realizadas com equipamento de perfuração Oxidril OG300 montado em veículo de rastros.

Apresentam-se de seguida na Figura 9, as profundidades das sondagens e dos piezómetros e as quantidades de ensaios realizados em cada uma delas.

Sond.	Furação	SPT	Piezóm.
	(m)	(Un)	(m)
S1	13,52	9	0
S2	10,53	7	9,5
S3	13,55	9	12,0
S4	15,06	10	0
S5	10,55	7	0

Figura 9 - Quantidades de trabalho: sondagens e trabalhos associados

Fonte: Geocontrole, 2019

Com o propósito de inferir as condições geológicas locais, até profundidades modestas, detetar eventual produtividade hidrogeológica, e proceder à colheita de amostragem remexida para identificação laboratorial e caracterização no domínio das terraplenagens (compactação) e da

pavimentação (índice CBR), foi realizado um conjunto de três trados de reconhecimento: T1, T2 e T3 com o equipamento de furação das sondagens, (Geocontrole, 2019).

Na Figura 10 seguinte são apresentados os resultados da caracterização laboratorial empreendida sobre as amostras de solo.

S o n d a g e m	Amostra (N ^o)	Prof. (m)	Descrição	L i t. - E s t. r.	Classif.	w _n Sr	ρ _d (g/cm ³) Dens. Part. G	LL IP LR	VA (g/100g Solo Seco) MO (%) Ph	Granulometria				Comp. W _{opt} (%) γ _{dmax} (g/cm ³) Leve Pesado	CBR				
					Unificada ASTM (D2487-00) GTR Rodoviária (E 240)					<2.0 mm (%)	<0.074 mm (%)	dim. maior part. Max. Min. (mm)	CR		Desv.	Ind.	Expansibi lidade	CBR a 95%	
T 1	65358	0.00 2.00	Silte arenoso, levemente argiloso, castanho.		(SM) A-4(2)	15.1 9		31 7	1.58	87 69	47		100 95 89	+0.5 +1.0 +1.1	26 13 5	0.4 0.7 1.0		13 (5.0)	
T 2	65359	0.00 2.00	Silte arenoso, levemente argiloso, castanho escuro.		s(ML) A-4(3)	14.7 12		30 6	1.49	90 70	50		100 97 92	-0.1 -0.4 -0.3	31 25 10	0.1 0.3 0.7		20 (5.0)	
T 3	65360	0.00 2.00	Silte arenoso, levemente argiloso, com seixo disperso, castanho escuro.		(SM) A-4(2)	21.1 10		31 7	1.51	81 62	44		100 96 91	+0.5 +0.1 +0.1	17 11 5	0.7 0.8 1.2		10 (5.0)	

Figura 10 - Síntese dos resultados dos ensaios laboratoriais sobre amostras remexidas (trados).

Fonte: Geocontrole, 2019)

De seguida, apresentam-se nas Figura 11 e Figura 12 , a planta de localização dos pontos de amostragem, bem como os perfis geotécnicos interpretativos.

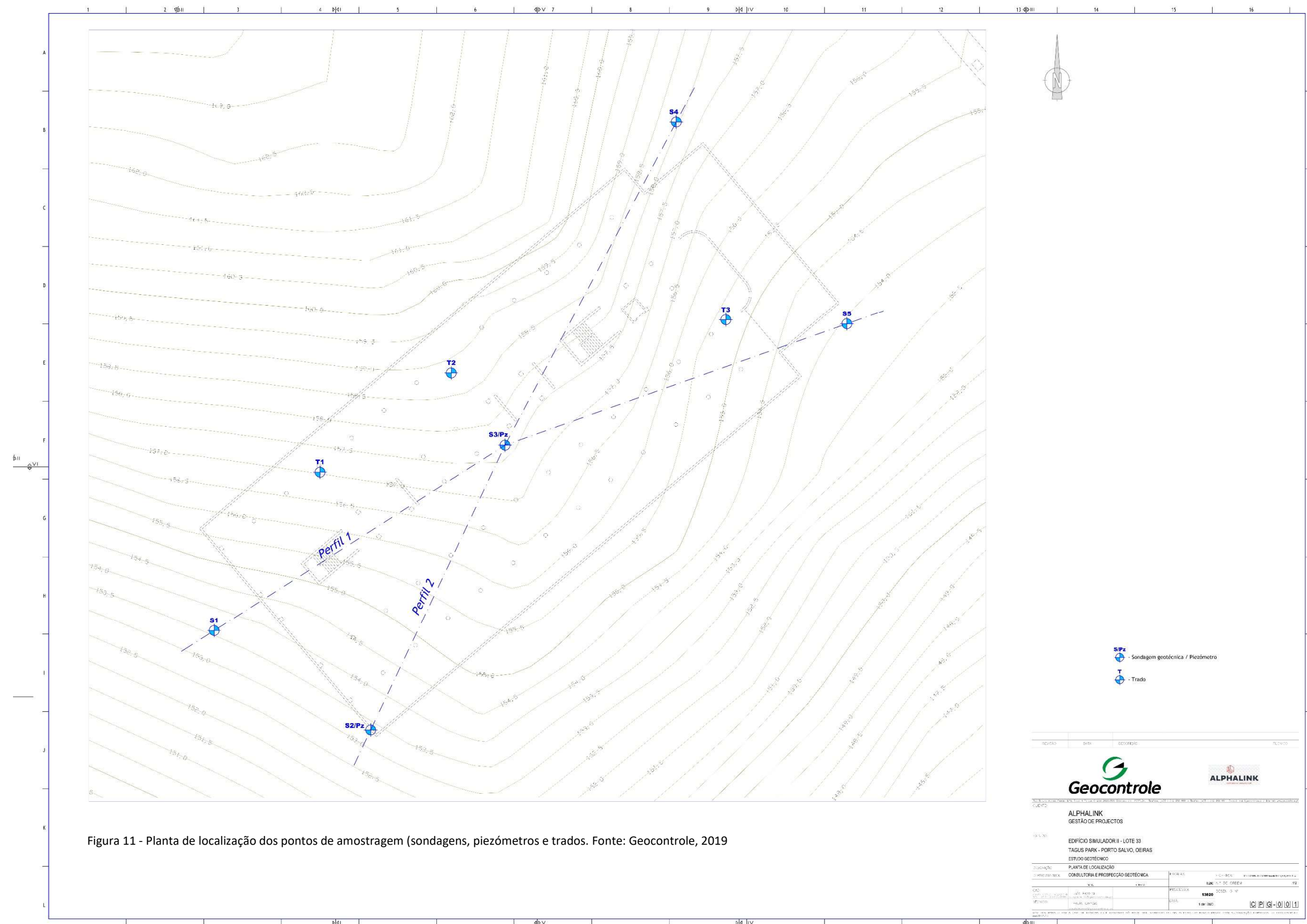
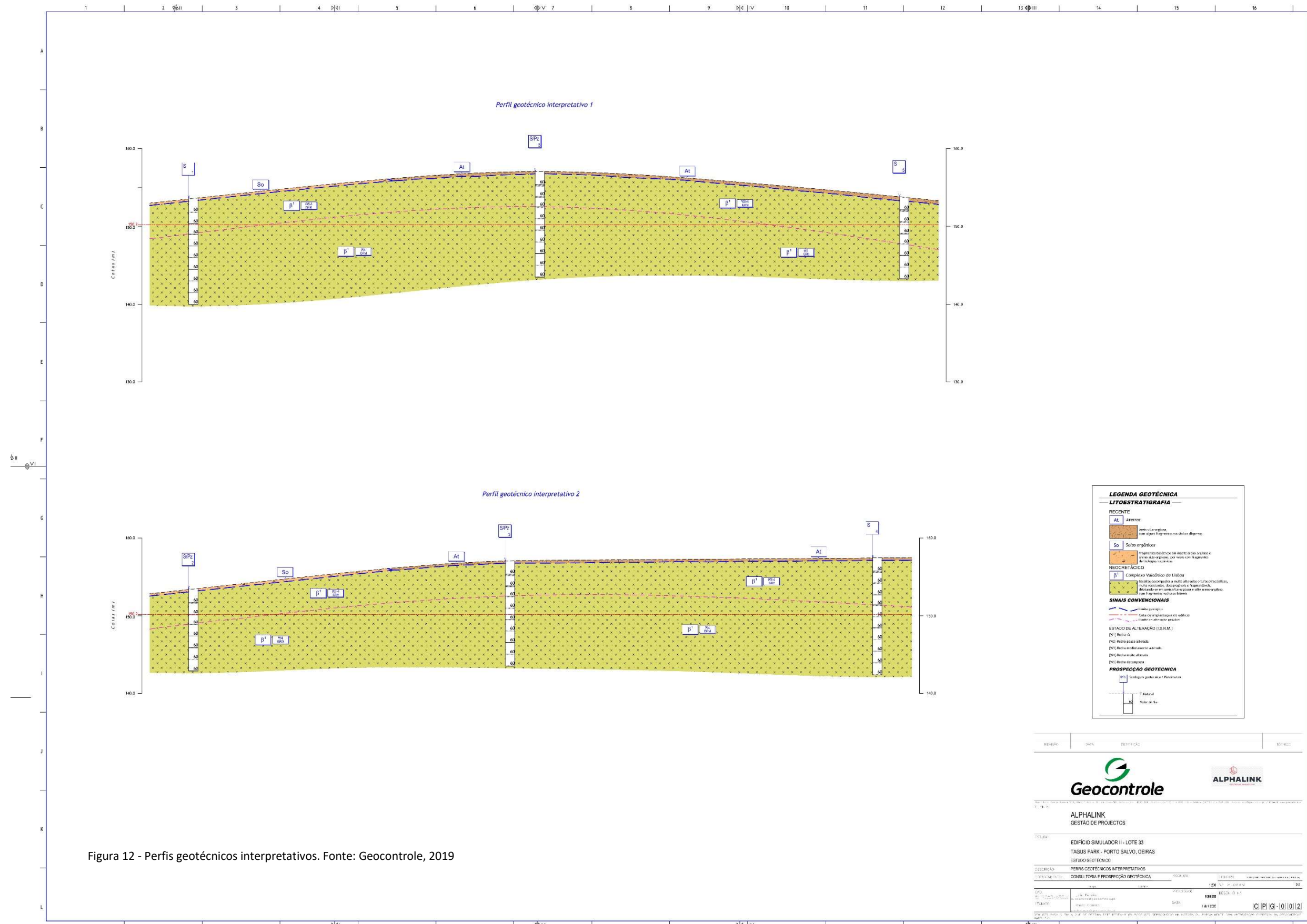


Figura 11 - Planta de localização dos pontos de amostragem (sondagens, piezômetros e trados. Fonte: Geocontrole, 2019



Estudo Geológico e Hidrogeológico – Geocontrolo, 2019

No âmbito do projeto do Edifício 1 previsto para o Lote 33 do Taguspark – Parque da Ciência e Tecnologia, Oeiras, foi realizado um estudo geológico-geotécnico pela Geocontrolo - Geotecnia e Estruturas de Fundação, SA, por solicitação de Alphalink, Gestão de Projectos Lda.

Foi realizada uma campanha de prospeção geológica-geotécnica nos terrenos onde se pretende construir o lote 1, 2 e 3, conforme Figura 13.



Figura 13 - Vista aérea do local em estudo. Distância de 0,55 km entre as respetivas áreas

À semelhança da caracterização geológica e geotécnica da área de estudo do presente projeto, o ambiente geológico prevalente na área investigada assinala a ocorrência de um substrato de natureza vulcânica representado pelo *Complexo vulcânico de Lisboa* (β^1), genericamente recoberto por depósitos de aterro (At) de génese recente, Figura 14 (Geocontrolo, 2019a).

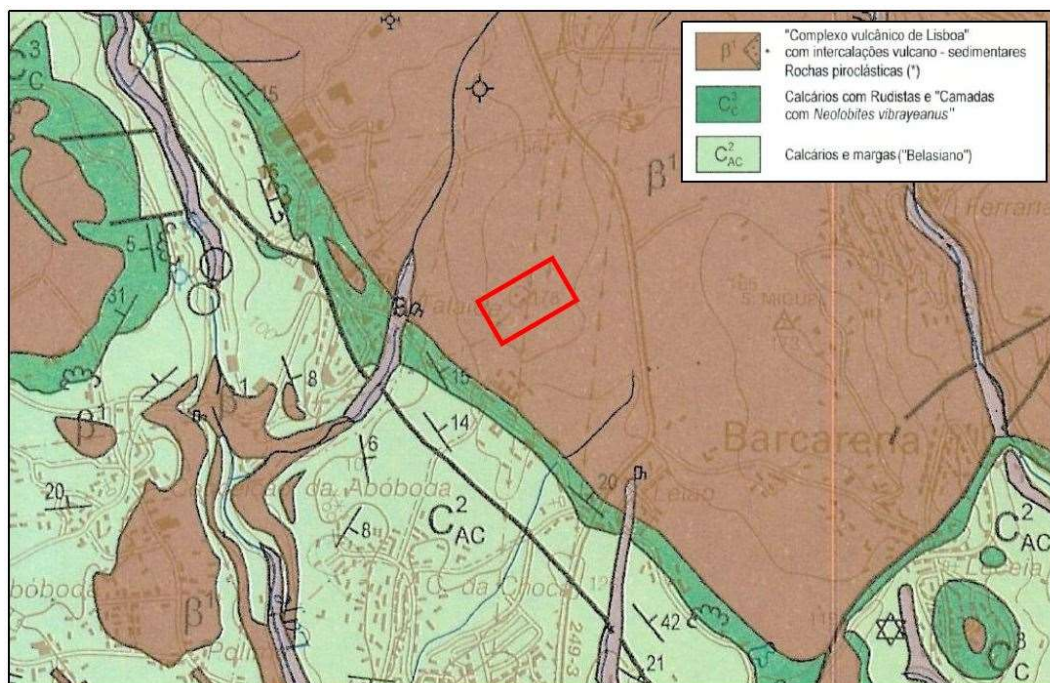


Figura 14 - Enquadramento geológico da área em estudo, (adaptado da Carta geológica de Portugal, Folha 34C Cascais, à escala 1:50000; escala indeterminada).

Fonte: Geocontrolo, 2019a

Tendo em vista a caracterização geotécnica associada aos terrenos geológicos ocorrentes no local em apreço, foi implementada campanha de prospeção geotécnica envolvendo a realização de cinco (5) sondagens de furação vertical, S1 a S5, acompanhadas de ensaios de caracterização in situ, SPT, no domínio terroso e rochoso brando. O furo da sondagem S3 foi aproveitado para a instalação de um piezómetro hidráulico de tubo aberto, Figura 15 (Geocontrolo, 2019a).

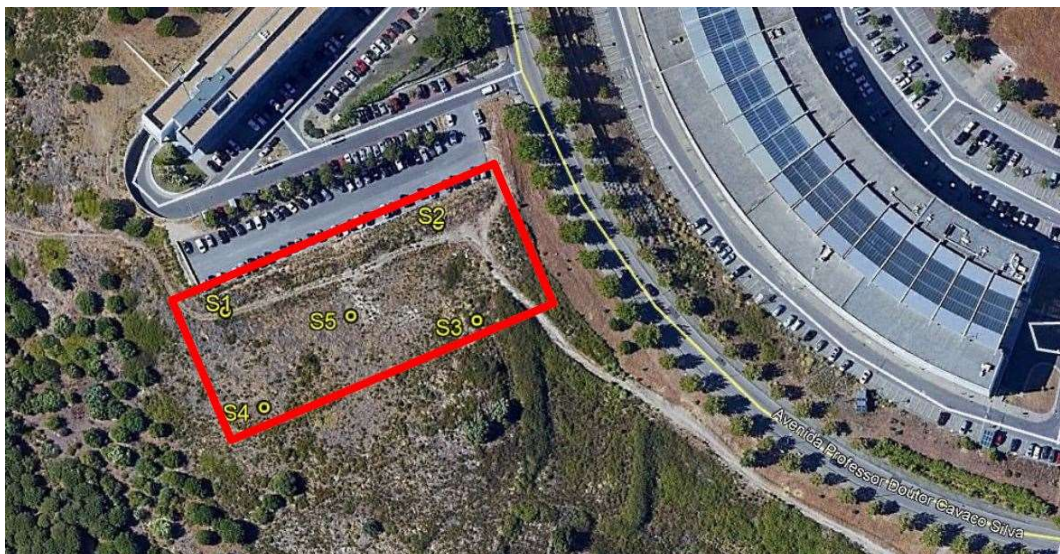


Figura 15 - Localização dos pontos de sondagem.

Fonte: Geocontrolo, 2019a

Foram ainda realizados três trados de reconhecimento, T1 a T3, para colheita de amostragem remexida com vista ao processamento laboratorial no âmbito das terraplenagens e pavimentação.

As sondagens foram realizadas com equipamento de perfuração Mustang A32 CB-D montado em veículo de rastros.

Apresentam-se de seguida na Figura 16, as profundidades das sondagens e dos piezómetros e as quantidades de ensaios realizados em cada uma delas.

Sond.	Furação. (m)			SPT (Un)	Piezóm. (m)
	Solo	Rocha	Total		
S1	4,50	9,11	13,61	7	0
S2	6,00	6,00	12,00	4	0
S3	9,00	1,56	10,56	7	8
S4	6,00	4,55	10,55	7	0
S5	9,00	4,57	13,57	9	0

Figura 16 - Quantidades de trabalho: sondagens e trabalhos associados

Fonte: Geocontrolo, 2019a

Com o propósito de inferir as condições geológicas locais, até profundidades modestas, detetar eventual produtividade hidrogeológica, e proceder à colheita de amostragem remexida para identificação laboratorial e caracterização no domínio das terraplenagens (compactação) e da pavimentação (índice CBR), foi realizado um conjunto de três trados de reconhecimento: T1, T2 e T3 com o equipamento de furação das sondagens, (Geocontrole, 2019a).

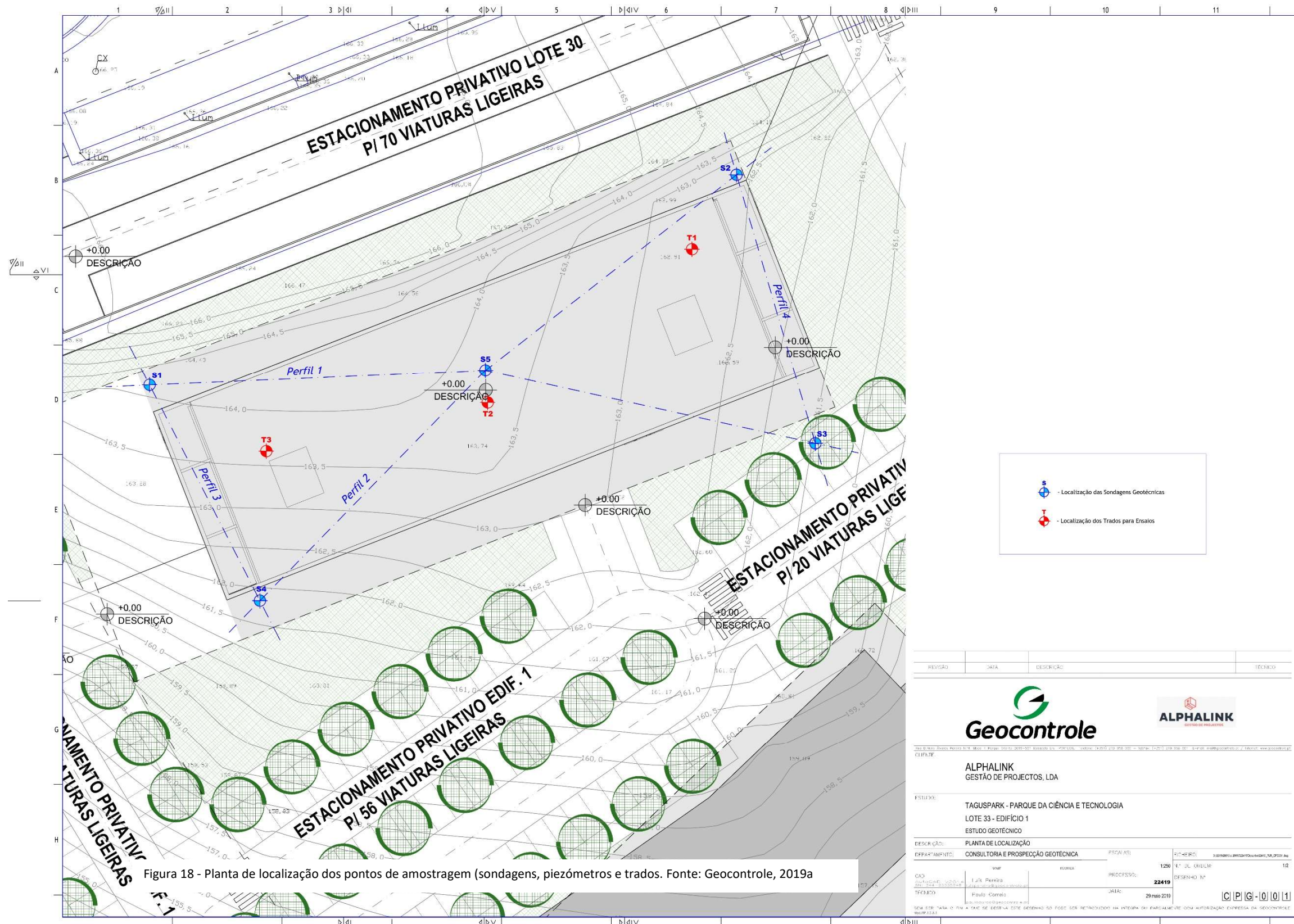
Na Figura 17 seguinte são apresentados os resultados da caracterização laboratorial empreendida sobre as amostras de solo.

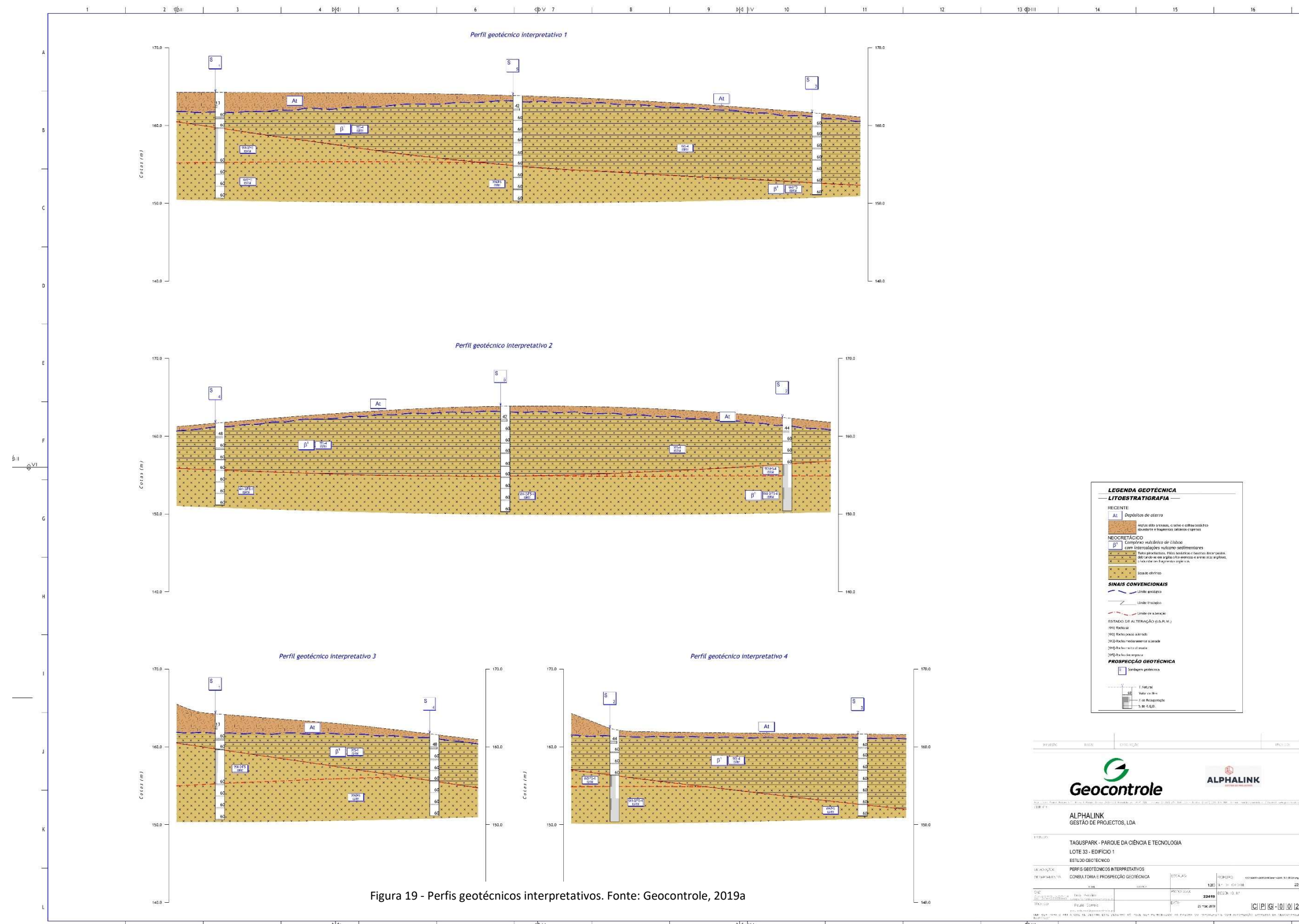
Sondagem (N°)	Amostra (N°)	Prof. (m)	Descrição	Lit. - Estr.	Classif.	w _n	ρ	LL	VA	Granulometria				Comp.	CBR				
					Unificada ASTM (D2487-00)	Sr	ρ _d	IP	(g/100g Solo Seco)	<2.0 mm	<0.075 mm	dim. maior part.	W _{opt}	7 dmax (g/cm³)	CR	Desv.	Ind. CBR	Expansibilidade (%)	CBR a 95%
					GTR (E 240)	EA	(g/cm³)	LR	MO (%)	<0.42 mm	<0.002 mm	Max. Min. (mm)	7 dmax (g/cm³)						
					Rodoviária (E 240)		Dens. Part. G	(%)	Ph				Leve Fenda						
Trado 1	64412	0.20	Argila silto-arenosa, vermelho escuro acastanhado.		s(CL)	18,3		35		100	66								
		3.00			A-6(8)			14		90									
Trado 2	64413	0.50	Argil silto-arenosa, castanho escuro.		s(CL)	14,7		34		96	62				98	+0.7	8	2.2	6
		3.00			A-6(7)			14		83			13.5 2.07		93 87	+1.1 +0.6	5 2	2.5 2.7	
Trado 3	64414	1.00	Argila silto-arenosa, castanho escuro.		s(CL)	19,4		45		91	61				100	+0.9	6	2.6	4
		3.00			A-7-6(11)			22		81			15.1 1.89		94 88	+1.5 +1.2	4 2	3.3 3.7	

Figura 17 - Síntese dos resultados dos ensaios laboratoriais sobre amostras remexidas (trados).

Fonte: Geocontrole, 2019a

De seguida, apresentam-se nas Figura 18 e Figura 19, a planta de localização dos pontos de amostragem, bem como os perfis geotécnicos interpretativos.





Síntese das Prospeções Geológicas e Hidrogeológicas realizadas na zona envolvente

Os estudos foram efetuados em zonas na envolvente, com recurso à realização de sondagens, que incluíram instalações de piezómetros hidráulicos para a verificação dos níveis dos lençóis freáticos bem como realização de um conjunto de trados para recolha e análise de amostras dos terrenos. Os três estudos realizados foram em zonas do complexo vulcânico, que evidenciaram condições compatíveis com construção de edificado de diferentes alturas.

Nas sondagens realizadas, em alguns dos casos, prospeções realizadas pela Geocontrolo, houve perfurações de até 16 m de profundidade, não evidenciando a presença do lençol freático à superfície.

No ensaio de permeabilidade realizado pela Betoteste, foi identificada, maioritariamente, a seguinte estratificação:

- Depósitos de Aterro (At) – Constituído por solos areno-argilosos de cor castanho, com fragmentos de alvenaria dispersos;
- Basaltos e tufos vulcânicos (β e β^1) – Constituído por uma cobertura de solos residuais argilo-arenosos de cor castanha.

A síntese da composição da estratificação local resultante das sondagens realizadas no âmbito do projeto do Edifício Simulador II previsto para o Lote 33 do Taguspark apresenta-se de seguida na Figura 20.

ESTRATIGRAFIA	Símbolo	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
RECENTE	At	Aterros	- Areia silto-argilosa com alguns fragmentos vulcânicos dispersos.
	SO	Solos orgânicos	- Fragmentos basálticos em matriz areno-argilosa e areias silto-argilosas, por vezes com fragmentos de litologias vulcânicas.
NEOCRETÁCICO	β^1	<i>Complexo Vulcânico de Lisboa</i>	- Basaltos decompostos a muito alterados e tufos piroclásticos, muito resistentes, desagregáveis e fragmentáveis, deitando-se em areia silto-argilosa e silte areno-argiloso, com fragmentos rochosos friáveis.

Figura 20 - Coluna lito-estratigráfica local. Fonte: Geocontrolo, 2019

A síntese da composição da estratificação local resultante das sondagens realizadas no âmbito do projeto do Edifício 1 previsto para o Lote 33 do Taguspark apresentam-se de seguida na Figura 21.

ESTRATIGRAFIA	Símbolo	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
RECENTE	At	Depósitos de aterro	- Argilas siltosas e silto-arenosas, vermelho acastanhado, com seixo e calhau basáltico dispenso a abundante e fragmentos cerâmicos e calcários ocasionais.
NEOCRETÁCICO	β^1	<i>Complexo Vulcânico de Lisboa</i>	- Tufos piroclásticos, filões basálticos e basaltos decompostos a muito alterados, deitando-se em argilas silto-arenosas e/ou siltes arenosos e areno-argilosos, com abundantes fragmentos de rocha original desagregável. - Basaltos olivínicos muito alterados (W4) e muito a medianamente alterados (W4-3 a W3) e muito fraturados (F5 a F4-5), muito fragmentáveis e desagregáveis.

Figura 21 - Coluna lito-estratigráfica local. Fonte: Geocontrolo, 2019a

Das perfurações realizadas pela Geocontrolo, maioritariamente, foram identificadas formações de Aterros (At), nos primeiros 0,2 m e 0,5 m, sendo que de seguida, foram identificadas formações de Complexo vulcânico de Lisboa (β^1). De salientar que em alguns casos, foi identificado nos primeiros 0,5 m a formação de Solos Orgânicos (SO).

Na generalidade das sondagens, não foi registada a presença de água durante os trabalhos de campo, à exceção das sondagens realizadas para o edifício 1, em que em alguns furos foi registada a presença de água após a finalização da sondagem, mas que face à tendência de descida com o tempo se admitiu corresponder à água utilizada no processo de furação para arrefecimento e lubrificação da ferramenta de corte.

Bibliografia

Betoteste. (2019). Estudo Geológico-Geotécnico (Ensaio Permeabilidade - Loteamento Taguspark).

Geocontrolo. (2019). Estudo Geológico-Geotécnico (Taguspark – Parque da Ciência e Tecnologia Lote 33 – Edifício Simulador II)

Geocontrolo. (2019a). Estudo Geológico-Geotécnico (Taguspark – Parque da Ciência e Tecnologia Lote 33 – Edifício 1)