

Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Geológica

Relatório de Estágio

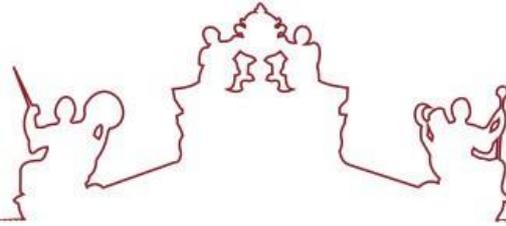
**TÉCNICAS DE PROSPEÇÃO E CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Zunchany Trinta Matola

Orientador (es) | António Chambel

Jorge Duque

Évora 2022



Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Geológica

Relatório de Estágio

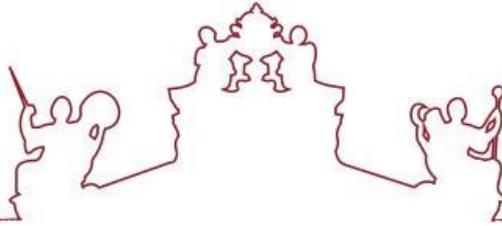
**TÉCNICAS DE PROSPEÇÃO E CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Zunchany Trinta Matola

Orientador (es) | António Chambel

Jorge Duque

Évora 2022



O relatório de estágio foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | António Bastos de Pinho (Universidade de Évora)

Vogais | António Chambel (Universidade de Évora) (Orientador)

Carlos Cupeto (Universidade de Évora) (Arguente)

AGRADECIMENTOS

No decorrer do estágio na empresa Renato Azenha, e durante a redação deste relatório, entrevistaram várias pessoas e entidades que, de alguma forma, deram o seu contributo a este trabalho. A todos eles quero agradecer profundamente.

Na empresa Renato Azenha, quero agradecer ao senhor Renato Azenha, por me ter aceiteado na sua empresa para desenvolver o meu trabalho de conclusão do curso e onde desenvolvi as minhas habilidades práticas no ramo das águas subterrâneas.

Quero ainda agradecer aos operadores de máquinas de sondagem, Policarpo, Costa, António Manuel, Lúcio e Marlon; e à senhora Lúdia, do sector administrativo da empresa.

Quero igualmente agradecer às pessoas que me acolheram quando cheguei a Portugal, Professoras Isabel Ratola e Paula Faria, aos professores Rúben Varela e Elias Miguel, ao falecido senhor Rogério Neves.

Aos meus amigos Teodoro Turrúa, Calmira Jorge e Carlos Amigo, que, de forma incansável, estiveram sempre ao meu lado, durante todo o tempo do curso de mestrado. O meu muito obrigado.

Aos meus orientadores António Chambel e Jorge Duque, muito obrigado por me apoiarem durante este processo complexo da vida de um estudante, na redação do presente relatório de estágio.

Quero agradecer de forma especial aos senhores Jean-François Fesselet e Guida Fesselet que tornaram os meus estudos possíveis.

Por último, quero agradecer à minha família, que me encheu de coragem, incentivo moral e físico, e pelo amor que, mesmo distante, senti. À minha mãe Isabel Trinta, irmãs, avós, tios, avós e sobrinhos.

A todos, meu profundo obrigado.

TÍTULO

TÉCNICAS DE PROSPEÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

RESUMO

O presente relatório de estágio apresenta uma descrição das técnicas utilizadas no processo de prospeção e captação de águas subterrâneas, desde o estudo de reconhecimento hidrogeológico, à perfuração, ao revestimento, desenvolvimento e limpeza do furo, ao ensaio de caudal e à instalação do selo sanitário e da tampa de proteção.

São ainda descritas as tarefas acompanhadas e realizadas pelo estagiário durante o período de permanência na empresa conducentes à obtenção do grau de mestre.

Palavras-chave: Águas subterrâneas; Prospeção; Captações; Hidrogeologia; Hidrologia.

TITLE**GROUNDWATER PROSPECTING AND WELL CONSTRUCTION TECHNIQUES****ABSTRACT**

This stage report presents a description of the techniques used in the process of prospecting and capturing groundwater, from the hydrogeological recognition study, drilling, hole lining, hole development and cleaning, flow testing and sanitary seal and protective cover.

The tasks followed and performed by the trainee during the period of stay in the company are also described, leading to the achievement of the master's degree.

Keywords: Groundwater; Prospecting; Wells; Hydrogeology; Hydrology.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO	5
3.	ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	6
4.	ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOMORFOLÓGICO.....	7
4.1.	Enquadramento geográfico	7
4.2.	Enquadramento geomorfológico	8
5.	ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	12
6.	ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO	18
6.1.	Unidades hidrogeológicas de Portugal.....	18
7.	MÉTODOS DE PERFURAÇÃO.....	22
7.1.	Perfuração por rotorpercussão pneumática com martelo de fundo de furo.....	22
7.2.	Perfuração por rotação/rotary.....	23
8.	ETAPAS DE PROSPECÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	27
8.1.	Estudo de reconhecimento hidrogeológico prévio	27
8.2.	Métodos de perfuração.....	28
8.3.	Revestimento do furo.....	28
8.4.	Limpeza e desenvolvimento da captação.....	29
8.5.	Ensaio de caudal.....	31
8.6.	Selo sanitário e tampa de proteção	32
9.	RELATÓRIOS DE TRABALHOS EXECUTADOS	33
9.1.	Relatório 1: Reconhecimento hidrogeológico, trabalhos de sondagem e avaliação da produtividade de captações de águas subterrâneas no município do Alandroal	33
9.2.	Relatório 2: Estudo para marcação de sondagens e captação de águas subterrâneas na propriedade do Areiro e Taipadas, concelho do Montijo	56
9.3.	Relatório 3: Estudo de reconhecimento hidrogeológico em Silveiras, concelho de Montemor-o-Novo	91
9.4.	Relatório 4: Estudo hidrogeológico para localização de sondagens e captações de água subterrânea em Portel.....	103
9.5.	Relatório 5: Relatório de técnicas de análise de testemunhos de sondagem em hidrogeologia, no estaleiro da empresa Renato Azenha, em Évora	126
9.6.	Relatório 6: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados em N ^a S ^a do Divor, Arraiolos	132
9.7.	Relatório 7: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Gafanhoeira, Arraiolos	139
9.8.	Relatório 8: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Quinta da Luz, nos Canaviais, em Évora	148
9.9.	Relatório 9: Monitorização da qualidade de água nas propriedades de Vera Cruz e Carvalho, nos concelhos do Fundão e de Idanha-a-Nova.....	163

9.10.	Relatório 10: Trabalhos de sondagem e captação de águas de subterrâneas realizados em Montemor-o-Novo.....	170
9.11.	Relatório 11: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados nas instalações logísticas da empresa Noites Imobiliário, Évora.....	182
9.12.	Relatório 12: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Quinta da Casinha, em Évora	194
9.13.	RAPLOT, um novo programa de gestão de bases de dados de captações de água subterrânea.....	205
10.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	209
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	211
12.	REFERÊNCIAS	213
12.1.	Referências bibliográficas	213
12.2.	Referências webgráficas.....	214

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Divisões geográficas do território português (Ribeiro, 1987).....	7
Figura 2. Unidades geomorfológicas de Portugal (Pereira et al. 2014).....	8
Figura 3. Carta Geológica de Portugal, na escala 1:1 000 000. Legenda nas Figura 4 e Figura 5.	12
Figura 4. Legenda da carta geológica de Portugal. Aplicável na Figura 3.....	13
Figura 5. Legenda da carta geológica de Portugal (continuação). Aplicável na Figura 3.....	14
Figura 6. Unidades hidrogeológicas portuguesas (Fonte: SNIRH.apambiente.pt).	18
Figura 7. Aquíferos das zonas de estudo. Legenda na Figura 8.....	19
Figura 8. Legenda dos aquíferos das diversas zonas de estudo. Aplicável na Figura 7.	20
Figura 9. Perfuração por rotopercussão com martelo de fundo de furo (Fonte: IPQ, 2012).	22
Figura 10. Máquina de perfuração da empresa Renato Azenha a realizar uma sondagem à rotopercussão.	23
Figura 11. Perfuração por rotary com circulação direta (Fonte: IPQ, 2012).	24
Figura 12. Perfuração por rotação com circulação inversa (Fonte: IPQ, 2012).....	25
Figura 13. Máquina de perfuração inversa, com o tanque de lamas em primeiro plano.	26
Figura 14. Alguns tipos de rasgos de tubos-ralo.....	29
Figura 15. Limpeza e desenvolvimento de uma captação pelo método ar comprimido.....	30
Figura 16. Dispositivos de medição de caudal.	31
Figura 17. Representação esquemática de uma captação protegida.....	32

1. INTRODUÇÃO

O presente estágio curricular foi realizado na empresa Renato Lima Azenha, vocacionada para a execução de trabalhos de prospeção e pesquisa de águas subterrâneas e construção das captações em caso de sucesso. Este estágio corresponde à fase final do curso do mestrado em Engenharia Geológica da Universidade de Évora do ano letivo 2020/2021 e teve a duração de cerca de um ano. Esta empresa tem sede na Assafora, Sintra, e tem uma filial na cidade de Évora, o que permitiu desenvolver a maioria das atividades planeadas para estágio na parte sul de Portugal, na província do Alentejo (cidade de Évora, Arraiolos, Montemor-o-Novo, Alandroal, Montijo, Silveiras e Portel). Foi ainda feito algum trabalho também na zona do Fundão e Idanha-a-Nova.

O estágio curricular abrangeu um conjunto de tarefas que comumente são realizadas profissionalmente por um engenheiro geólogo ou um hidrogeólogo, como o reconhecimento das zonas de estudo, com o fim de localizar pontos para pesquisa e captação de águas subterrâneas. A marcação de pontos para sondagem e captação de águas subterrâneas exige normalmente um estudo profundo de reconhecimento da zona, primeiro com estudos de gabinete, que envolve pesquisas bibliográficas e cartográficas disponíveis, sobretudo das cartas geológicas, hidrogeológicas, geográficas e militares, morfológicas ou topográficas, e também através de dados históricos dos relatórios antigos dos furos feitos e inventários de captações existentes. Em casos em que a zona a estudar é totalmente desconhecida em termos hidrogeológicos, aplica-se a geofísica através do método de resistividade elétrica com o fim de detetar água. Porém, não foi necessário o uso deste método ao longo do presente estágio curricular.

A fase de reconhecimento da zona de estudo é, em geral, efetuada através de dois métodos essenciais, método da deteção remota, que permite reconhecer a zona de estudo com base no processamento de imagens de satélite, hoje muitas vezes substituído por imagens do próprio Google Earth, proporcionando assim uma visão a maior escala da zona de estudo e dos aspetos geológicos, morfológicos e ecológicos da mesma. O método de deteção remota é complementado por visitas de campo, onde se tentam confirmar os aspetos pré estudados remotamente ou no gabinete e permite também estar em contato físico com a zona de estudo, isto é, permite avaliar melhor a área e marcar o ponto mais promissor para realização da sondagem de águas subterrâneas.

Na obra de sondagem e captação de água subterrânea, o especialista é posto diante de diversos desafios esperados e inesperados, portanto deverá ser capaz de tomar decisões que sejam adequadas tanto para obra, quanto para o bem-estar dos operadores de máquinas e para os clientes.

Ao longo do estágio observou-se que, o responsável pelos estudos tem de tomar decisões acerca de várias questões técnicas que se vão colocando numa obra de sondagem, isto é, dependendo da evolução da mesma o especialista tem de saber decidir quando deve continuar ou parar uma sondagem, o que sucede, por exemplo, se se estiver a atravessar maciços geológicos compactos (que não sejam propícios para encontrar água), pese embora, se tenha estudado a zona previamente. Quando a decisão é de parar a sondagem, os motivos dessa decisão deverão ser explicados de forma clara, coerente e concisa, ao cliente. É também feito oficialmente por escrito um documento ou relatório para o conhecimento da empresa e do cliente.

Numa obra de sondagem e captação de água subterrânea, o responsável técnico tem a responsabilidade de analisar as amostras dos testemunhos de sondagem (esta análise pode ser feita *in-situ* ou no laboratório), englobando todas as camadas atravessadas ao longo da perfuração, para perceber melhor a composição e tipo de maciço que compõe o perfil da sondagem e localizar as mais fraturadas (F) e mais alteradas (W) dentro das litologias atravessadas; também através das amostras dos testemunhos de sondagem é possível verificar as zonas aquíferas ou produtivas dentro das litologias atravessadas. Em seguida o responsável técnico pela sondagem define a coluna de revestimento, identificando a dimensão e material dos tubos de revestimento (PVC, aço ou outro), desenhando o posicionamento dos tubos fechados e dos tubos-ralo, os primeiros colocados nas zonas improdutivas do aquífero e os segundos localizados nas zonas produtivas do mesmo. No final, o técnico que acompanha a sondagem faz também o planeamento técnico do ensaio do caudal em termos da sua duração, temporização de caudais de extração, para perceber as variações dos níveis e volumes de água que o furo pode produzir no futuro.

Após a transformação de um furo de sondagem em captação, o responsável técnico tem a responsabilidade de proceder à entrega do furo de captação de água ao cliente.

Feito isto, segue-se a redação dos relatórios e a inserção dos mesmos na base de dados RAPLOT (Renato Azenha PLOT). Trata-se de uma base de dados recém-criada, instalada na sede da empresa na Assafora, Sintra, e que é manuseada remotamente. O estagiário foi

a primeira pessoa na empresa Renato Lima Azenha a trabalhar com o RAPLOT, o que considerou um privilégio. Esta base de dados permite desenhar o corte do furo e o perfil litológico e também permite monitorizar vários dados dos clientes remotamente.

No âmbito deste estágio foram acompanhadas obras executadas através de dois métodos de perfuração distintos, o método de perfuração por rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo, que, em linhas gerais, é utilizado em zonas de maciços consolidados e muito consolidados e o método de perfuração por rotação com circulação inversa à lamas, utilizado em zonas constituídas por maciços brandos e muito brandos. Este segundo método é muito mais dispendioso em termos económicos do que o método de rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

Como foi mencionado, as atividades planeadas para o estágio foram desenvolvidas, na sua maioria, na região do Alentejo, que é, na maior parte do seu território, composta por formações geológicas ígneas e metamórficas da unidade hidrogeológica do Maciço Antigo. Trata-se de uma das regiões ou unidades hidrogeológicas menos produtivas de Portugal, mas, ainda assim, uma parte significativa da população do Alentejo, principalmente nos meios rurais, é abastecida através de furos e poços, com caudais normalmente satisfatórios para as necessidades de cada cidadão, pelo menos em termos de abastecimento doméstico.

Pela lei portuguesa, é obrigatória a solicitação e emissão de uma licença de prospeção e pesquisa para se dar início à execução de uma pesquisa de águas subterrâneas. Finalizada a pesquisa, em caso de sucesso e da sua transformação em captação, é então solicitada a licença de exploração, que, depois de aprovada, autoriza a utilização desse recurso hídrico, dentro das limitações estabelecidas nessa mesma licença. Ambas estas licenças são emitidas pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente).

O presente trabalho está organizado em capítulos principais, como são os casos da introdução, que é acompanhada pelos objetivos do trabalho, depois os enquadramentos teóricos da zona do estudo, geográfico e geomorfológico, geológico e hidrogeológico. O terceiro capítulo é dedicado aos métodos de prospeção de águas subterrâneas que foram utilizados durante a realização das obras de prospeção e captação de águas subterrâneas. Em seguida são apresentados os relatórios feitos ao longo dos trabalhos efetuados no terreno e em gabinete, como os trabalhos realizados no âmbito da prospeção e captação de águas subterrâneas, englobando o reconhecimento hidrogeológico e marcação das

sondagens, acompanhamento da perfuração, do revestimento da coluna, da limpeza do furo, dos ensaios de caudal, da colocação do filtro de seixo calibrado e do selo do furo e da respetiva tampa de proteção. Os conteúdos relativos a estes capítulos são apresentados com o máximo detalhe e reforçados pelas figuras ilustrativas.

2. OBJETIVO

O presente trabalho corresponde à apresentação do relatório final do estágio realizado na empresa Renato Lima Azenha e tem como finalidade a conclusão do curso de Mestrado em Engenharia Geológica da Universidade de Évora. Teve como objetivo principal o acompanhamento e caracterização das técnicas utilizadas para prospeção e captação dos recursos hídricos subterrâneas na região do Alentejo.

3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório está organizado em doze pontos principais, cujos conteúdos são apresentados, resumidamente, de seguida.

Nos Pontos 1, 2 e 3 são referidos o âmbito e objetivos principais do estágio. É também feita uma breve descrição dos conteúdos de cada capítulo.

No Ponto 4 é feito o enquadramento geográfico e geomorfológico da zona onde foram executados os trabalhos.

O Ponto 5 é dedicado ao enquadramento geológico da zona regional do Alentejo e local.

No Ponto 6 faz-se o enquadramento hidrogeológico da região do Alentejo e local.

No Ponto 7 são apresentados os métodos de perfuração utilizados na execução dos trabalhos de prospeção e captação de águas subterrâneas.

No Ponto 8 apresentam-se as etapas que normalmente são seguidas para execução de um trabalho de prospeção e captação de águas subterrâneas, nomeadamente: estudo de reconhecimento hidrogeológico, perfuração, revestimento da coluna, desenvolvimento e limpeza da captação, ensaio de caudal e selo sanitário.

No Ponto 9 descrevem-se os relatórios dos trabalhos executados ao longo do estágio realizado na Empresa Renato Azenha. São apresentados 12 relatórios.

No Ponto 10 é feita a discussão dos resultados dos relatórios executados.

No Ponto 11 são apresentadas as considerações finais obtidas a partir dos resultados alcançados durante a realização do estágio. São também tecidas as recomendações relativamente aos trabalhos executados durante a realização do estágio.

No Ponto 12 são apresentadas as referências bibliográficas e webgráficas consultadas para a redação do presente relatório de estágio.

4. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOMORFOLÓGICO

4.1. Enquadramento geográfico

Na Figura 1 mostra-se o mapa das divisões geográficas do território português. A região do Alentejo engloba Évora, Alandroal, Portel, Montemor-o-Novo, Arraiolos, Odemira, Ourique, Almodôvar, Mértola, Castro Verde, Aljustrel, Serpa, Sines, Beja, Santiago do Cacém, Grândola, Ferreira do Alentejo, Vidigueira, Moura, Alvito, Cuba, Alcácer do Sal, Barrancos, Mourão, Reguengos de Monsaraz, Redondo, Viana do Alentejo, Vendas Novas, Mora, Sousel, Avis, Fronteira, Monforte, Elvas, Vila Viçosa, Campo Maior, Arronches, Ponte do Sor, Alter do Chão, Portalegre, Crato, Marvão, Castelo de Vide e Nisa e a zona de trabalho centra-se nas unidades Extremadura setentrional, geralmente baixa, Alentejo de planície com raras elevações isoladas, Alentejo litoral com elevações e Depressão do Sado.

Limites:

- 1 - Limite entre o Norte e o Sul
- 2 - Limite entre as áreas atlântica e transmontana
- 3 - Outros limites importantes determinados pelo relevo ou pela natureza das rochas
- 4 - Limites entre áreas pertencentes ao mesmo conjunto de paisagens

Unidades de paisagem:

- 1 - Entre Douro e Minho
- 2 - Montanha do Minho
- 3 - Montanhas do Norte da Beira e do Douro
- 4 - Terras de média altitude da Beira Litoral
- 5 - Planaltos da Beira Alta
- 6 - Beira Litoral
- 7 - Cordilheira Central
- 8 - Planaltos e montanhas de Trás-os-Montes
- 9 - Planaltos e montanhas da Beira transmontana
- 10 - Alto Douro e depressões anexas
- 11 - Baixo Mondego
- 12 - Estremadura setentrional, geralmente baixa
- 13 - Maciços calcários da Estremadura e Arrábida
- 14 - Depressões e colinas entre 7 e 13
- 15 - Estremadura meridional, geralmente acidentada
- 16 - Beira Baixa
- 17 - Ribatejo
- 18 - Alentejo de planície com raras elevações isoladas
- 19 - Alto Alentejo
- 20 - Alentejo litoral com elevações
- 21 - Depressão do Sado
- 22 - Serra algarvia
- 23 - Algarve litoral ou Baixo Algarve

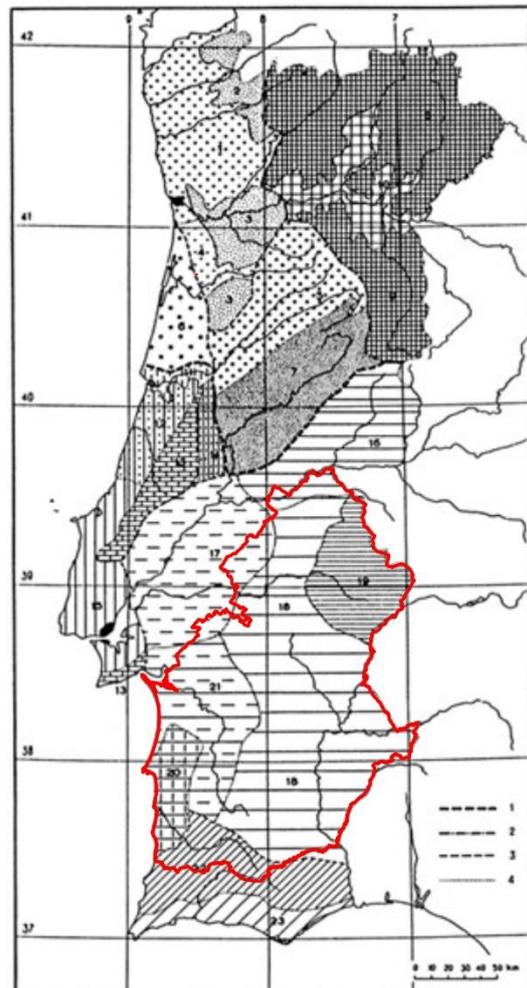


Figura 1. Divisões geográficas do território português (Ribeiro, 1987).

4.2. Enquadramento geomorfológico

Em relação à geomorfologia, o território português é constituído por quatro unidades geomorfológicas principais, o Maciço Antigo, as Orla Ocidental e Meridional, e a Bacia Sedimentar do Tejo-Sado (Figura 2).



Figura 2. Unidades geomorfológicas de Portugal (Pereira et al. 2014).

4.2.1. Maciço Antigo

Caracterizado essencialmente pelas rochas pré-mesozoicas (varisco, séries sedimentares e vulcano-sedimentares do paleozoico e granitoides variscos) e ocupa cerca de 70% do território de Portugal continental, abrangendo, sobretudo, a região oriental de Portugal, praticamente de norte a sul do país. O relevo é dominado por superfícies de aplanamento com erosão fluvial ou separadas pela tectónica cenozoica (Ferreira & Ferreira, 2004 in Pereira et al. 2014).

A evolução do relevo que compõe esta unidade é condicionada pela diferenciação tectónica e condições climáticas. Daí as estruturas tectónicas de maior dimensão terem um rumo dominante NW-SE, correspondentes ao alinhamento da maioria das cristas de quartzitos, barreiras estreitas e alongadas que caracterizam a paisagem de áreas importantes do Maciço Antigo, devido ao efeito seletivo da erosão (Ferreira & Ferreira, 2004 in Pereira et al. 2014).

O ciclo Alpino contribuiu significativamente para a ocorrência das fraturas e falhas mais tardias, e que ocorrem ao longo do Maciço Antigo, facultando a drenagem de águas através das fissuras e fraturas. Esta unidade é composta por subunidades morfológicas, planaltos e montanhas do NW peninsular, sistema central, planaltos do SW península e Berlengas. As obras de sondagem e captação de águas subterrâneas foram realizadas ao longo desta unidade geomorfológica, uma vez que compõe a maior extensão territorial do Alentejo. Dentro do Alentejo foram desenvolvidos trabalhos nas áreas de Évora, Portel, Alandroal, Montemor-o-Novo, Silveiras e Arraiolos.

De acordo com Feio & Martins, (1993) in Carvalhosa, (1999), Évora faz parte da grande peneplanície do Alentejo. Esta superfície, levemente dissecada pela rede hidrográfica, revela, na região em causa, altitudes bastante uniformes, compreendidas entre 230 e 260 m. Portel é constituída por dois elementos fundamentais: um de relevos, constituído por parte da serra de Portel, de orientação geral E-W, outro formado por zona aplanada, pertencente à extensa peneplanície do Alentejo. Sendo destacada pelo relevo oriental que evoluiu ao longo do tempo e atingiu uma altitude de 412 m é o caso de S. Pedro. As planícies, com altitudes médias de 200 m, são atravessadas pelos rios Guadiana e Degebe. O comportamento geomorfológico dos diversos tipos de rocha. Por exemplo os quartzitos, por serem muito duros e muito pouco alteráveis, são muito pouco vulneráveis à erosão, pelo que se destacam claramente na paisagem, onde forma cristas com algumas dezenas de metros de altura.

A zona do Alandroal é também ocupada pela peneplanície do Alentejo perfazendo cerca de $\frac{3}{4}$ desta zona e arredores. Destaca-se pelas deformações morfológicas devido à composição das rochas cristalinas e metassedimentares. A presença de formações de calcários e dolomitos cristalinos permite a acumulação de águas subterrâneas, que, por dissolução, criaram condições para a existência de grutas. Existem inclusivamente muitos abatimentos de terrenos nesta área, principalmente durante ciclos pluviosos. A peneplanície do Alentejo para NW e W do Alandroal, nomeadamente para a zona de Évora, Arraiolos e Montemor-o-Novo. Trata-se de uma peneplanície caráter do poligénica, com o desenvolvimento de várias fases de aplanamento, sob influência da litologia e com algumas complexidades associadas a pequenos deslocamentos tectónicos. Esta peneplanície, alta e baixa, varia entre os 300 e 230 m de cota (Feio & Martins, 1993 in Carvalhosa, 1999).

4.2.2. Bacias Mesozoicas Ibéricas Poucos de Deformadas (Ocidental e Meridional)

As Bacias Mesozoicas Ibéricas Pouco Deformadas tomam essa designação atendendo à existência na Península Ibérica de unidades morfoestruturais mesozoicas intensamente deformadas, em geral em conjunto com um núcleo Paleozoico (Cordilheiras Alpinas Ibéricas – Pirinéus, Cantábrica, Ibérica, Costeira Catalã e Bética), não representadas em Portugal.

As Bacias Mesozoicas Ibéricas Pouco Deformadas estão representadas em Portugal pelas Bacias Lusitânica e Algarvia, respetivamente nas orlas ocidental e meridional e correspondem a 8% do território de Portugal continental, nomeadamente 7% na Bacia Lusitânica e 1% na Bacia Algarvia. Contudo, deve atender-se a que, nas proximidades da fachada atlântica, as unidades mesozoicas estão frequentemente cobertas por sedimentos cenozoicos não consolidados ou pouco consolidados, descritos neste trabalho no âmbito das Planícies Costeiras englobadas nas Bacias Cenozoicas (Kullberg et al. 2012 in Pereira et al. 2014). As orlas sedimentares ocidental e meridional incluem as bacias Lusitânicas e Mesozoica de Algarve, respetivamente.

4.2.3. Bacias Cenozoicas Ibéricas / Bacia Sedimentar

As Bacias Cenozoicas Ibéricas ou Bacias sedimentares ocorrem com maior extensão em Espanha. Em Portugal têm maior expressão as Bacias Cenozoicas do Tejo-Sado e de Alvalade, correspondentes a 15% do território de Portugal continental. As Bacias Cenozoicas do Douro e do Guadiana têm uma reduzida expressão em Portugal.

4.2.4. Bacias Cenozoicas do Tejo-Sado

As bacias Cenozoicas do Tejo-Sado e de Alvalade, separadas por um pequeno horst atravessado pelo rio Sado no Quaternário, expressam-se como planícies de enchimento aluvial contíguas, com escalonamento de diversas superfícies. As superfícies mais antigas evidenciam um padrão de erosão por incisão de cursos de água. Os níveis inferiores são relativos aos terraços e aluviões quaternários.

A Bacia Cenozoica do Baixo Tejo-Sado estende-se desde a região de Lisboa-Península de Setúbal (Montijo e Silveiras), ultrapassando a fronteira com Espanha na área de Castelo Branco. Em Portugal, ocupa todo o Ribatejo, grande parte do Alto Alentejo e a região sul da Beira Baixa. O enchimento sedimentar iniciou-se a meados do Eocénico,

mas a partir do Pliocénico ocorreu a transição para a etapa de incisão (Antunes & Meine, 1989, in Pereira et al. 2014).

5. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A maior parte dos estudos e trabalhos decorreram na região do Alentejo, mas houve um trabalho que foi realizado no Distrito de Castelo Branco, região do Centro de Portugal, na subregião das Beiras e Serra da Estrela, concretamente entre as proximidades do Fundão e de Idanha-a-Nova, onde a geologia é representada pelas formações de xistos da Zona Centro-Ibérica, e por diversas manchas de granitos (Ribeiro, 1987). As zonas de estudos e trabalhos estão representadas na Figura 3. Os estudos decorreram maioritariamente em rochas eruptivas e metassedimentares (maciços cristalinos e cristalofilinos), mas também em zonas sedimentares, como é o caso da zona da propriedade do Arieiro. Em geral os pontos em que foram desenvolvidas as atividades durante o período de estágio são, Évora, Arraiolos, Montemor-o-Novo, Portel, Silveiras, Montijo, Alandroal, Fundão e Idanha-a-Nova.

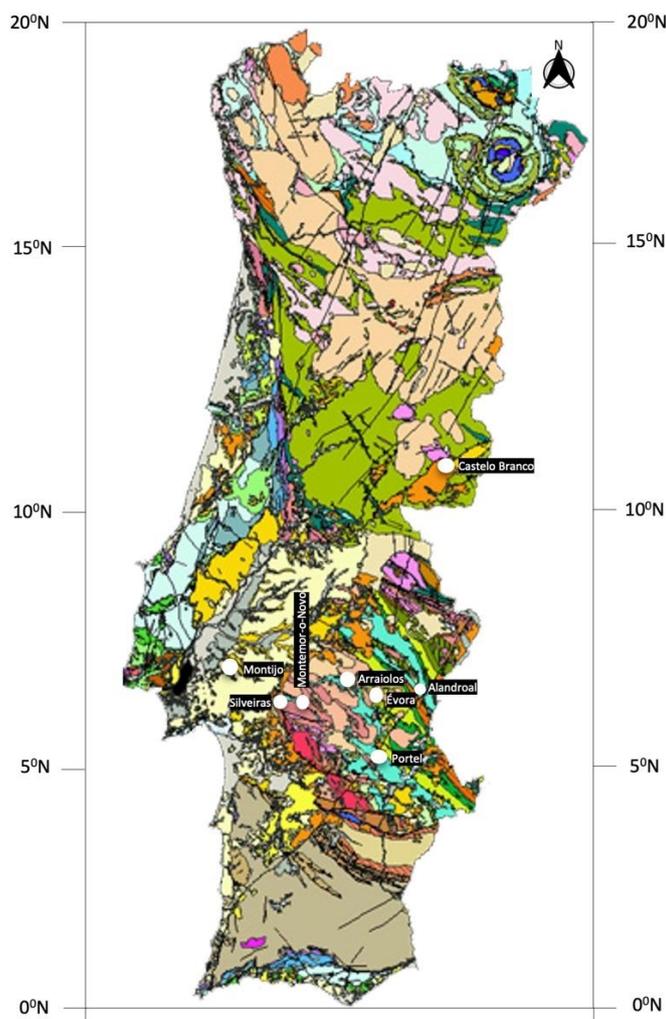


Figura 3. Carta Geológica de Portugal, na escala 1:1 000 000. Legenda nas Figura 4 e Figura 5.



Figura 4. Legenda da carta geológica de Portugal. Aplicável na Figura 3.

	TJ1 - Arenitos, argilitos e evaporitos com intercalações carbonatadas; magmatismo básico:vulcanitos e filões (200-180 Ma)
	at - Zona de Intervenção Humana: aterro
	ep1 - Metaconglomerados, filitos, quartzofilitos, metavulcanitos ácidos a básicos e peralcalinos.
	ep1c - Metacalcários
	ep2 - Filitos, quartzofilitos e metavulcanitos ácidos e básicos
	epL - Micaxistos com intrusões de basaltos e gabros, metamorfizados
	f - Pórfiros graníticos
	f1 - Filões básicos
	f2 - Filões básicos
	g - Granitos e gnaisses migmatíticos
	g1_a - Granitos de duas micas
	g1_b - Granitos biotíticos com plagioclase cálcica
	g1a - Tonalitos e granodioritos
	g2_a - Granitos de duas micas
	g2_b - Granitos biotíticos com plagioclase cálcica
	g3 - Granitos biotíticos
	g4 - Granito biotítico de Sintra
	gap - Pórfiros graníticos e aplito-pegmatitos
	gz - Ortognaisses, granitos e dioritos deformados
	pi - Granófiros, pórfiros e riolitos
	qz - Filões de quartzo
	sigma - Ortognaisses graníticos e metassienitos peralcalinos
	sigma1 - Metavulcanitos peralcalinos
	sigma2 - Sienitos de Sintra e Sines e sienitos nefelínicos de Monchique
	v - Xistos verdes (crusta oceânica), equivalente a D2-3_a (?)

Figura 5. Legenda da carta geológica de Portugal (continuação). Aplicável na Figura 3.

O Alentejo, situado na região sul de Portugal localiza-se, em grande parte, sobre Maciço Ibérico, um substrato paleozóico da Península Ibérica, parte de uma antiga cadeia de montanhas que se destaca geologicamente por algumas ocorrências excepcionais do ponto de vista económico, como são a faixa de Mármore de Extremoz ou a Faixa Piritosa Ibérica. Uma vez que os trabalhos desenvolvidos nesta empresa decorreram em várias zonas desta região e não só, far-se-á a descrição das mesmas numa sequência geográfica, referindo as zonas onde se realizaram os trabalhos da empresa que foram acompanhados.

A zona de Portel situa-se sobre terrenos paleozóicos e pré-câmbricos, complexos do tipo cristalofílico e ígneo (Carvalhosa, 1967). Sobre estas formações existem algumas zonas cobertas por unidades modernas, como os depósitos plistocénicos e formações paleogénicas. Na zona de Portel foram estudadas diversas propriedades, situadas todas elas sobre formações do complexo cristalofílico, largamente representadas nesta zona. São paleontologicamente estéreis e compreendem, na maior parte, rochas epimetamórficas.

A zona de Évora, sendo a área onde se realizaram mais estudos hidrogeológicos e de acompanhamento de sondagens e captações de água subterrânea, é composta por formações geológicas metamórficas e ígneas, séries cristalofílicas, azoicas de idade indeterminada, corneanas, gnaisses granitoides e migmatitos, rochas eruptivas de idade hercínica e rochas filonianas, a que se sobrepõem, por vezes, depósitos cenozoicos. As zonas em que as obras foram realizadas são compostas maioritariamente por gnaisses granitoides e migmatitos do maciço cristalino de Évora, rochas sintectónicas que compreendem gnaisses e migmatitos com texturas muito variadas. A lineação e foliação encontram-se sempre bem patentes. Estes gnaisses e migmatitos estão associados a maciços granitoides, geralmente, de idêntica composição, mas sem orientação dos elementos mineralógicos. Trata-se habitualmente de quartzodioritos e granodioritos, e, mais raramente, granitos. Distribuem-se por várias manchas, constituindo vasto maciço, bastante heterogéneo, que se estende para sudeste, ligando-se às manchas de Monte do Trigo e de Aguiar. Para noroeste, estas formações prolongam-se em direção à mancha de S. Sofia (Carvalhosa et al. 1969).

A zona de Montemor-o-Novo é constituída por terrenos cuja idade vai desde o Proterozoico superior até aos tempos modernos. Nela se destaca um substrato hercínico (sobre o qual se depositou a cobertura cenozoica) constituído pelas seguintes unidades litostratigráficas: Formação de Cabrela (Devónico superior a Carbónico inferior).

Formação de Pedreira da Engenharia (Devónico médio), Formação de Carvalhal (Ordovícico-Silúrico), Formação de Monfurado (Câmbrico inferior) e Formação de Escoural (Proterozoico superior). As formações geológicas que constituem a zona de Montemor-o-Novo são, na sua maioria, de origem da era hercínica, formadas através do processo orogénico, sendo compostas por rochas intrusivas e migmatitos, sobretudo um complexo gnaisso-migmatíticos, constituído por migmatitos heterogéneos, gnaisses migmatíticos e granitos biotíticos associados (Carvalhosa e Zbyszewski, 1994).

A zona do Alandroal situa-se sobre a Carta Geológica 36-D à escala 1/50 000 do Redondo. Geomorfologicamente o Alandroal fica situado sobre um extenso planalto pliocénico, o qual sobe suavemente de NW (altitudes de 20 a 30 m) para SE (altitudes de 75 a 125 m). A geologia regional é representada por metavulcanitos, mármore escuros, dolomitos e xistos negros e, ao longo do perfil vertical, predomina a ocorrência de calcários. Por essa razão, a zona do Alandroal é uma região extrativa, repleta de pedreiras ativas de mármore (Oliveira et al. 1987).

A norte de Évora encontra-se a zona do Arraiolos, e, de acordo com a Carta Geológica 36-C à escala 1:50.000, a zona de estudo é composta por formações rochosas metassedimentares (são formações metamórficas que derivam das rochas sedimentares iniciais), como é caso da formação dos Xistos de Moura, constituída por micaxistos ricos em quartzo e metapsamitos associados (xistos bandados), anfibolitos (metabasitos) e raros calcários (Carvalhosa, 1999).

A carta geológica da folha 35-D, à escala 1:50.000, inclui a zona de Silveiras. A zona em que foram desenvolvidos os estudos é constituída por um sistema de abastecimento de 3 captações, situadas sobre o aquífero do Escoural. A norte, a cerca de 1 km, situa-se o aquífero de Montemor-o-Novo, ambos situados numa zona em que predomina territorialmente o Sector Pouco Produtivo da Zona de Ossa-Morena (ZOM). A oeste o limite é com as formações sedimentares da Bacia do Tejo-Sado. Dentro do aquífero do Escoural, a zona das atuais captações situa-se sobre metabasitos e/ou metapelitos com abundante quartzo de exsudação da Formação de Carvalhal. As 3 captações estão aliás situadas numa zona em que estes dois tipos de rochas se intercalam, pelo que é muito natural que, em profundidade, as captações tenham apanhado ambas as formações.

A carta geológica da folha 35-C, de Santo Isidro de Pegões, à escala 1:50.000, inclui a zona da propriedade do Areiro, na Freguesia de Canha, Concelho do Montijo. A região abrangida pelo mapa é constituída por duas grandes unidades geológicas e morfológicas:

- Um extenso planalto pliocénico ocupando as zonas central e ocidental do mapa. O referido planalto sobe suavemente de NW (altitudes de 20 a 30 m) para SE (altitudes de 75 a 125 m). As suas características planas e extensão contribuíram para escolhê-lo como uma das possibilidades para a instalação do futuro aeroporto internacional de Lisboa.

- Uma zona mio-pliocénica, mais alta, entre 110 m e 135 m de altitude, ocupando toda a parte oriental do mapa. A referida área está profundamente recortada pelas redes hidrográficas do rio Almansor e da ribeira de Marateca.

A zona é composta por rochas sedimentares, e pertence à unidade hidrogeológica do Bacia do Tejo-Sado, como grés argiloso, seixo e areias. Grande parte das formações destas zonas são do Quaternário, Pliocénico e Miocénico superior (Zbyszewski e Veiga Ferreira, 1968).

6. ENQUADRAMENTO HIDROGEOLÓGICO

6.1. Unidades hidrogeológicas de Portugal

Segundo Almeida et al. (2000), a distribuição dos recursos hídricos subterrâneos em Portugal continental está intimamente ligada a quatro unidades hidrogeológicas (Figura 6), que correspondem às quatro grandes unidades morfo-estruturais de Portugal continental: Maciço Antigo (A), Orla Mesocenozóica Ocidental (O), Orla Mesocenozóica Meridional (M) e Bacia Terciária do Tejo-Sado (T).

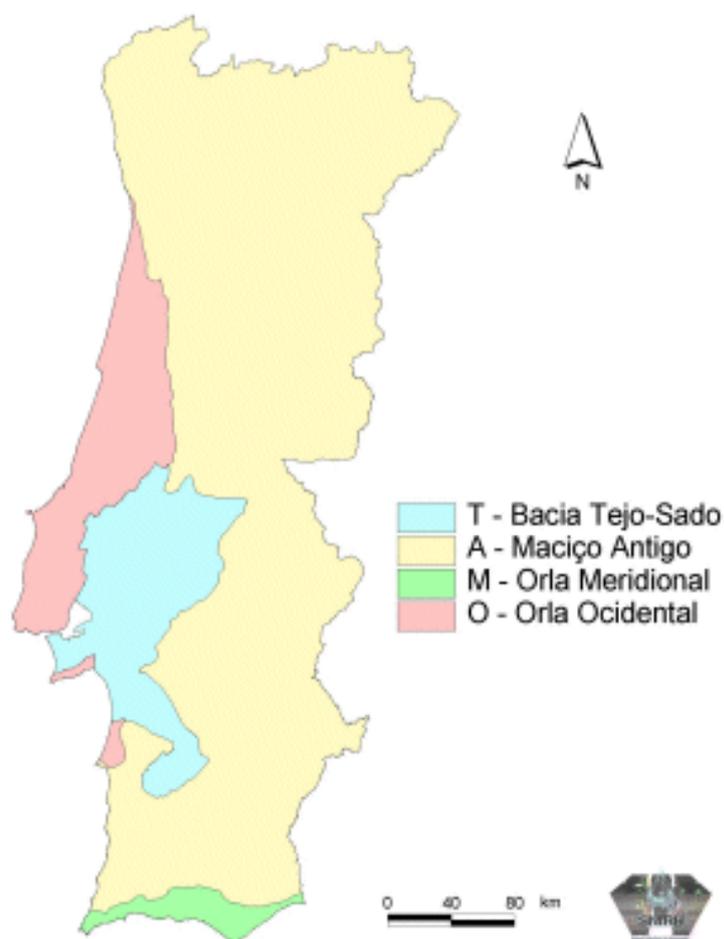


Figura 6. Unidades hidrogeológicas portuguesas (Fonte: SNIRH.apambiente.pt).

6.1.1. Maciço Antigo (A)

Trata-se da unidade geológica e hidrogeológica que ocupa a maior extensão em Portugal, sendo constituída por rochas eruptivas e metassedimentares. A litologia corresponde essencialmente a rochas cristalinas e cristalofílicas. Apesar de deter maior extensão territorial em Portugal, considera-se a unidade menos produtiva, uma vez que é constituída por materiais com escassa aptidão hidrogeológica, isto é, pobre em recursos subterrâneos (Almeida et al. 2000).

O Maciço Antigo desenvolve-se de norte a sul de Portugal continental, e tem como substrato geológico as formações metamórficas e ígneas das designadas, de norte para sul, Zona Galaico-Transmontana, Zona Centro-Ibérica, Zona de Ossa-Morena e Zona Sul-Portuguesa.

A maioria dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas no Maciço Antigo foi desenvolvida na Zona de Ossa-Morena. Um dos trabalhos ocorreu na Zona Centro-Ibérica. Em geral, os caudais nestas zonas variam entre muitas sondagens completamente improdutivas (0 l/s) e máximos muito excepcionais de 10 l/s, sendo que a média andarà entre 1 e 2 l/s se considerarmos apenas as sondagens produtivas e transformadas em captações. Contando com as sondagens improdutivas o valor médio deverá decrescer para 1 l/s ou menos.

Na Figura 7 estão ilustrados os aquíferos onde foram desenvolvidos os estudos e trabalhos de sondagem e captação de água subterrânea.

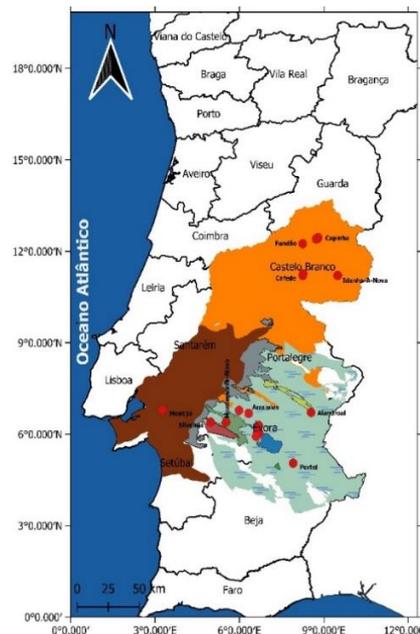


Figura 7. Aquíferos das zonas de estudo. Legenda na Figura 8.



Figura 8. Legenda dos aquíferos das diversas zonas de estudo. Aplicável na Figura 7.

6.1.2. Orla Ocidental (O)

Dada a heterogeneidade das formações do Jurássico superior, por vezes com variações laterais significativas, as condições hidrogeológicas variam em função das camadas captadas e da localização das captações. A grande variedade de litologias reflete-se nas características dos aquíferos nelas instalados.

Assim, as formações detríticas suportam aquíferos porosos, em geral multicamada, livres a confinados, enquanto nos aquíferos associados às litologias calcárias e calco-margosas a carsificação, embora pouco desenvolvida, pode assumir um papel predominante. Por outro lado, o sistema poroso é caracterizado por formações quaternárias e plio-pleistocénicas como aluviões, cascalheiras, areias, areias argilosas e argilas arenosas, contemplando produtividades que variam na ordem de 0.1 a 125 l/s e transmissividades entre os 120 e os 1820 m²/dia (Almeida et al. 2000).

O sistema cársico é caracterizado por formações de idade jurássica: calcários, calcários margosos, calcários oolíticos, calcários dolomíticos e dolomitos. Os aquíferos neste sistema cársico têm uma produtividade entre 0 e 280 l/s, enquanto a transmissividade oscila entre 1 e 2800 m²/dia.

6.1.3. Orla Meridional (M)

A orla meridional é constituída por terrenos sedimentares de idade mesozoica e cenozoica, assentes sobre o soco hercínio, constituído por xistos e grauvaques de idade carbónica. Os terrenos mesozoicos são representados pelos arenitos de Silves, pelitos, calcários e evaporitos de Silves, constituindo um substrato impermeável (Almeida et al. 2000). As formações do jurássico médio e superior são representadas por

rochas margo-calcárias, com permeabilidade fraca, que constituem o substrato de formações carbonatadas.

As formações cretácicas produzem caudais menos importantes do que as formações calcárias e dolomíticas jurássicas, apesar de apresentarem maior extensão e espessura como aquíferos. Ocasionalmente, podem produzir caudais avultados, tal como aos produzidos pelos calcários jurássicos.

O Miocénico está representado por uma formação com grande interesse hidrogeológico, a Formação Carbonatada de Lagos-Portimão, que constitui o suporte de sistemas aquíferos que têm assumido uma importância assinalável para abastecimento e regadio. Nesta unidade meridional, os caudais e os níveis variam sazonalmente, mas grande parte dos furos apresentam produtividades acima dos 3 l/s (Almeida et al. 2000).

6.1.4. Bacia do Tejo-sado (T)

Segundo Almeida et al. (2000) a unidade hidrogeológica designada por Bacia do Tejo-Sado corresponde a uma grande bacia sedimentar preenchida por sedimentos terciários e quaternários. Constitui uma depressão alongada na direção NE-SW, que é marginada a W e N pelas formações mesozoicas da orla ocidental, a NE-E e SE pelo substrato hercínico, comunicando a sul com o Atlântico, na península de Setúbal (Figura 2).

O enchimento é constituído por depósitos paleogénicos, miocénicos e pliocénicos, recobertos em grande parte por depósitos quaternários. A espessura total dos depósitos cenozoicos da bacia pode atingir os 1400 m entre Benavente e Coruche. A bacia do Tejo-Sado divide-se em duas subunidades principais, a Bacia Terciária do baixo Tejo, que integra o maior sistema hidrogeológico português, com recursos hídricos subterrâneos consideráveis e grande importância nos abastecimentos urbano, rural, agrícola e industrial, e a Bacia de Alvalade, localizada na sua parte sul.

As produtividades dos sistemas aquíferos integrados nesta unidade hidrogeológica são, em geral, muito elevadas, havendo captações que ultrapassam os 100 l/s. As séries gresocalcárias, são as mais produtivas, situando-se os valores mais frequentes de caudal entre 20 e 50 l/s. As transmissividades variam entre 8 e 4760 m²/dia. De notar que, neste trabalho, algumas obras de sondagem e captação de águas subterrâneas foram desenvolvidas nesta unidade, onde se alcançou uma produtividade bastante satisfatória (Almeida et al. 2000).

7. MÉTODOS DE PERFURAÇÃO

As metodologias de perfuração para prospeção de águas subterrâneas são fundamentalmente duas hoje em dia: a rotopercussão pneumática e a rotação, a qual pode ser com circulação direta ou circulação inversa. As duas metodologias que foram acompanhadas neste estudo foram a rotopercussão pneumática e a rotação com circulação inversa, pelo que irão ser explicadas de seguida.

7.1. Perfuração por rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo

Segundo Driscoll (1986), o método de perfuração por rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo baseia-se numa ação principal de esmagamento e corte provocada por uma ferramenta acionada por ar comprimido, em que se pode combinar um pequeno movimento de rotação de um bit transmitido pelas hastes de perfuração e um movimento de percussão de elevada frequência e de pequeno curso, dado por um martelo de fundo de furo (Figura 9).

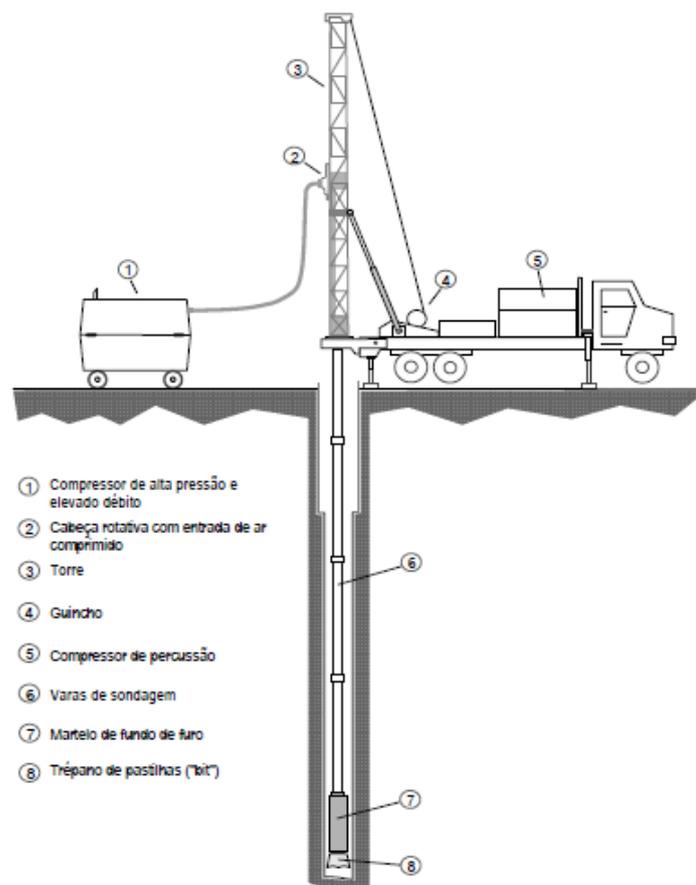


Figura 9. Perfuração por rotopercussão com martelo de fundo de furo (Fonte: IPQ, 2012).

O fluido de circulação é o próprio ar comprimido, produzido a partir de um compressor, que é transmitido pelo interior da coluna de perfuração, passando pelo martelo e bit, servindo também como fluido de limpeza. Como complemento à utilização de ar comprimido e visando resolver problemas de limpeza ou de instabilidade das paredes de perfuração, são por vezes adicionadas espumas ao fluido de circulação, para diminuição do seu peso específico (Sterrett, 2007).

Exemplo ilustrativo de uma máquina de perfuração por rotopercussão com martelo de fundo (Figura 10), foi utilizada na obra realizada no Alandroal.



Figura 10. Máquina de perfuração da empresa Renato Azenha a realizar uma sondagem à rotopercussão.

7.2. Perfuração por rotação/rotary

Este método também designado rotary, consiste em triturar e desgastar as formações litológicas, reduzindo-as a pequenas partículas através da utilização de um trépano giratório. Os movimentos rotativos do trépano são acompanhados pela circulação de um fluido, usualmente lamas constituídas por misturas mais ou menos estáveis, densas e

viscosas, à base de bentonite e de outras substâncias com água, cuja função é remover e trazer os detritos da perfuração até à superfície, evitar o desmoronamento das paredes da perfuração, lubrificar e arrefecer as ferramentas cortantes.

7.2.1. Perfuração por rotação com circulação direta

No caso da circulação direta (Figura 11), por ação de uma bomba de alta pressão as lamas são injetadas pelo interior da cabeça da sonda, saindo no fundo do furo por orifícios do trépano (trépano de roletes ou trialeta). De seguida, as lamas ascendem pelo espaço compreendido entre a parede exterior das varas de perfuração e as paredes da sondagem, arrastando consigo os detritos da formação perfurada até à superfície.

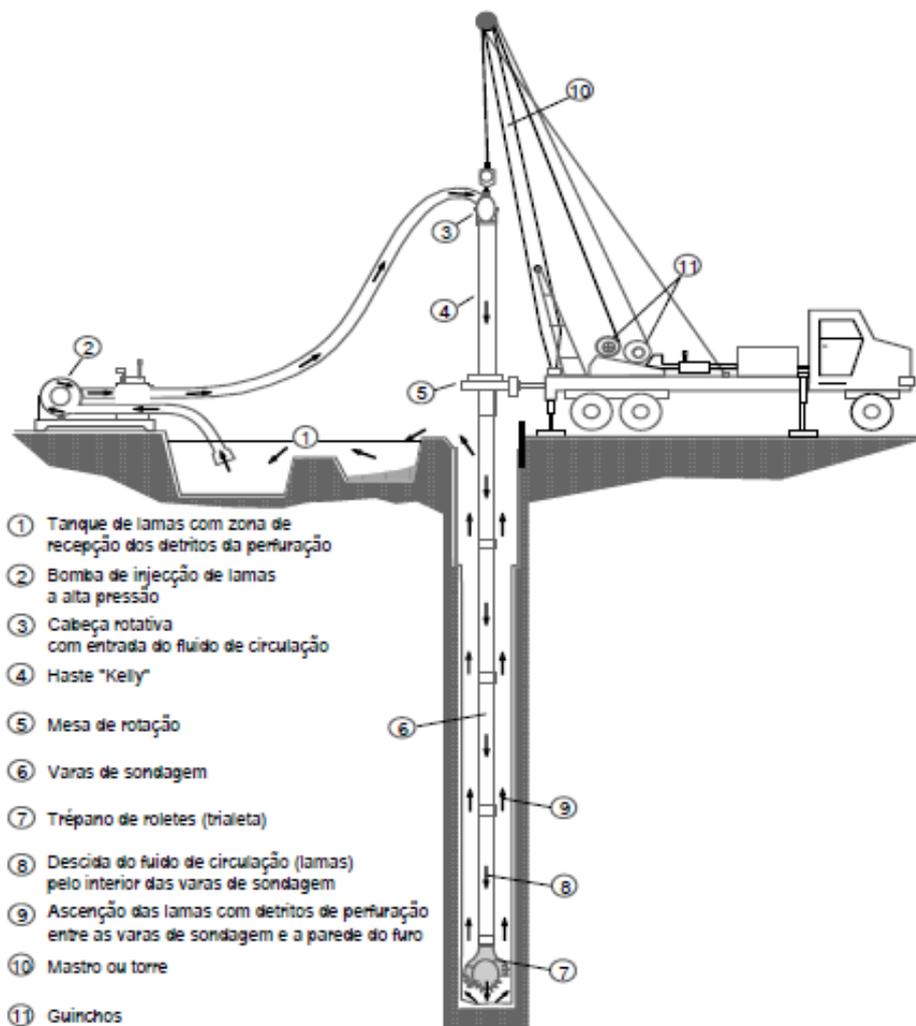


Figura 11. Perfuração por rotary com circulação direta (Fonte: IPQ, 2012).

7.2.2. Perfuração por rotação com circulação inversa a lamas

Na circulação inversa (Figura 12), as lamas descem diretamente do respetivo tanque até ao fundo do furo através do espaço compreendido entre a parede exterior das varas de perfuração e as paredes da sondagem.

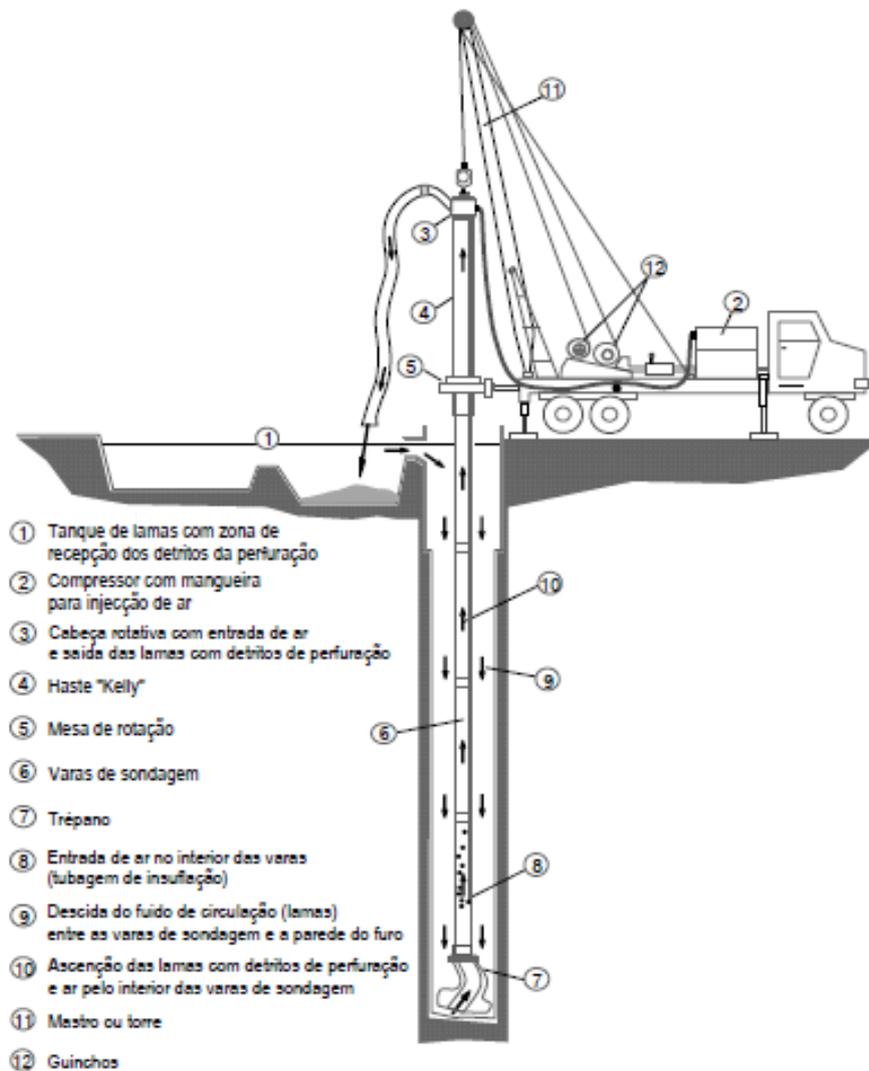


Figura 12. Perfuração por rotação com circulação inversa (Fonte: IPQ, 2012).

Posteriormente, a ascensão das lamas e dos detritos efetua-se pelo interior das varas que constituem a coluna de perfuração, com ajuda de ar comprimido, formando-se uma emulsão ar-lamas de menor densidade (Sterrett, 2007). Durante a perfuração, esta ascensão da mistura de lamas, ar e detritos das formações perfuradas é mantida em equilíbrio com o volume de lamas do tanque.

Na Figura 13 mostra-se um exemplo ilustrativo de uma máquina de perfuração por rotação com circulação inversa, que foi utilizada na obra que foi realizada no concelho do Montijo.



Figura 13. Máquina de perfuração inversa, com o tanque de lamas em primeiro plano.

8. ETAPAS DE PROSPECÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As fases para prospecção e captação de águas subterrâneas aqui apresentadas foram extraídas do manual de boas práticas para a execução e exploração de furos de captação de águas subterrâneas, do Instituto Português de Qualidade do ano 2012 (IPQ, 2012). São seis etapas conducentes à prospecção e captação de águas subterrâneas, nomeadamente estudo de reconhecimento hidrogeológico, perfuração, revestimento da coluna, desenvolvimento ou limpeza da captação, ensaio de caudal e selo sanitário e tampa de proteção, que irão ser explicadas de seguida.

8.1. Estudo de reconhecimento hidrogeológico prévio

A fase de reconhecimento hidrogeológico, contempla antes de mais, o contacto entre o dono da obra, o empreiteiro da sondagem e o hidrogeólogo responsável. O dono da obra deve informar sobre o local onde pretende que o furo esteja instalado, e qual a sua finalidade (como por exemplo: regadio, consumo doméstico ou industrial). O hidrogeólogo tem, então o dever de fazer um estudo de reconhecimento hidrogeológico na área selecionada pelo dono da obra, e deve prestar as informações ao dono de obra e sugerir, caso seja possível, locais alternativos para pesquisar.

O estudo de reconhecimento hidrogeológico é muito complexo, inicia-se normalmente primeiro a partir de estudos de gabinete, através da interpretação de cartas geológicas, hidrogeológicas, morfológicas e através do método de deteção remota (fotos de satélite, imagens radar e fotos aéreas). Em seguida é feita uma análise local no campo, cuja função é de confirmar, ajustar ou eliminar as observações e conclusões obtidas a partir da análise feita em gabinete.

Nesse momento o hidrogeólogo deve prever a dimensão em profundidade que o furo pode atingir e os prováveis caudais de extração. Depois do hidrogeólogo e o dono da obra concordarem com o local ou locais a sondar, são extraídas as coordenadas geográficas e pedem-se as licenças de autorização para sondagem e captação de águas subterrâneas à Agência Portuguesa do Ambiente (APA), uma entidade estatal que zela pelo meio ambiente.

Finalmente contacta-se com o empreiteiro, para que realize as sondagens.

8.2.Métodos de perfuração

Existem vários métodos de perfuração para a construção de furos de captação de águas subterrâneas. A seleção do melhor método depende da finalidade, da profundidade que se pretende atingir, das formações geológicas a perfurar e de fatores económicos. Os principais métodos de perfuração são os atrás descritos: Rotação com Circulação Direta, Rotação com Circulação Inversa e Rotopercussão Pneumática com Martelo de Fundo de Furo.

8.3.Revestimento do furo

Normalmente as paredes interiores da perfuração mostram-se instáveis, mesmo nos casos em que a obra de sondagem ocorre em zonas de maciços geológicos consolidados, pelo que, por segurança, praticamente todas as captações devem ser construídas através da introdução de uma coluna de revestimento dentro da estrutura perfurada. Apesar de há alguns anos atrás, no caso das formações geológicas se apresentarem consolidadas, não se ver necessidade de se revestir o furo, atualmente a tendência vai no sentido de, quer as formações sejam mais ou menos estáveis, quase todas as captações são revestidas. A definição da coluna de revestimento baseia-se na série litológica atravessada pela perfuração (análise das amostras). Por vezes, dispõe-se também de informação obtida a partir de ensaios granulométricos e da execução de diagrfias.

Para cada captação deve ser selecionado o tipo de material a empregar no revestimento da mesma, assim como os diâmetros da tubagem adequados. Esta seleção depende de vários fatores, nomeadamente das características físico-químicas da água a explorar, da profundidade e diâmetro da captação, do tipo de formação aquífera, da resistência mecânica e do custo desse revestimento. Para o revestimento do furo de captação de água subterrânea existem diferentes tipos de materiais, destacando-se, entre os mais utilizados, o PVC, ferro fundido, aço normal e inoxidável. O diâmetro da tubagem de revestimento pode ser igual para toda a coluna ou pode apresentar uma ou mais reduções sucessivas. Neste último caso, o revestimento é do tipo telescópico, sendo a ligação entre os troços de tubagem de diferentes diâmetros feita através de cones de redução. Os diâmetros da tubagem de revestimento estão, obviamente, relacionados com os diâmetros de perfuração, dependendo ambos do caudal de exploração previsto (IPQ, 2012).

A seleção do diâmetro da tubagem de revestimento deverá ter em consideração as dimensões do equipamento de bombagem, permitindo que este seja instalado com

facilidade (colocado no interior da captação), removido com facilidade (em caso de avaria ou necessidade de manutenção da bomba) e que opere com eficiência. Na prática, evita-se assim não só o choque da bomba com esse revestimento nos momentos de arranque, mas também o contacto daquele equipamento com o revestimento. As uniões entre os diferentes troços de tubagem podem ser georoscadas, abocardados e soldadas.

É necessário revestir a captação com uma coluna de revestimento que é constituída por troços de tubo fechado e troços de tubo-ralo (tubo com aberturas que permitem a passagem de água do aquífero para o interior da captação). Entretanto, existem tubos ralos mais utilizados, dentre eles, fenda vertical e horizontal, de estrutura em ponte e de fenda contínua (Figura 14).

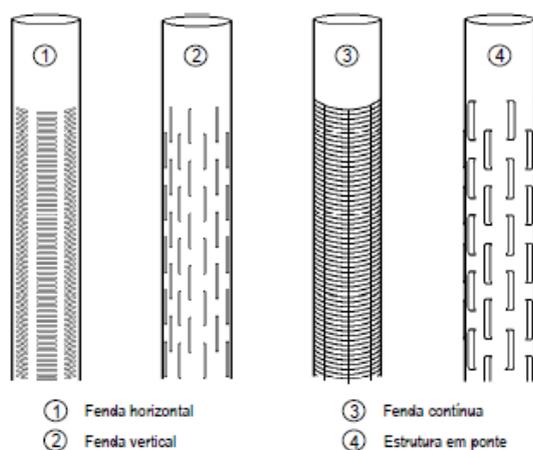


Figura 14. Alguns tipos de rasgos de tubos-ralo.

8.4. Limpeza e desenvolvimento da captação

Nesta etapa, com o furo de pesquisa já transformado em captação, seguem-se as operações de limpeza e desenvolvimento do mesmo. De facto, qualquer método de perfuração altera as características hidráulicas das formações aquíferas na área adjacente à captação, tornando-se necessário proceder a estas operações. Os métodos de desenvolvimento de captações podem ser físico-mecânicos ou químicos. A seleção do tipo de método a empregar depende do modo de construção da captação e do tipo de aquífero (IPQ, 2012).

8.4.1. Métodos químicos

Os métodos químicos consistem na utilização de agentes químicos que dissolvem a rocha ou dispersam as argilas (efeito dispersante), libertando as frações finas que obstruem as

fissuras/fraturas da formação aquífera. Como exemplos destes métodos temos a aplicação de polifosfatos e a acidificação.

8.4.2. Métodos físico-mecânicos

Os métodos mecânicos de desenvolvimento das formações aquíferas são os mais comumente usados, e consistem em criar fluxos superiores aos naturais através de agitação ou bombagem. Como exemplo destes métodos temos a pistonagem, a sobrebombagem, o desenvolvimento com ar comprimido, o desenvolvimento por jato a alta pressão, o desenvolvimento de níveis produtivos isolados com recurso a “packers” e os sistemas de desenvolvimento por fracturação (hidrofracturação e emprego de explosivos).

8.4.3. Ar comprimido (air-lift)

Um dos métodos mais usados é o desenvolvimento com ar comprimido (Figura 15), em regime de paragens e arranques, incidindo sobre toda a extensão produtiva do furo, isto é, as zonas dos tubos-ralo. Neste método, o compressor deve proporcionar pressão e débito de ar injetado suficientes para iniciar e manter a operação de desenvolvimento da captação. O compressor deve trabalhar em regime de paragens e arranques durante o tempo suficiente até a água sair limpa, sem arrastamento de areias finas ou turvação. Esta limpeza pode durar entre poucas horas e alguns dias (24 a 48 horas), dependendo do tipo de aquífero e do seu grau de alteração ou fraturação.

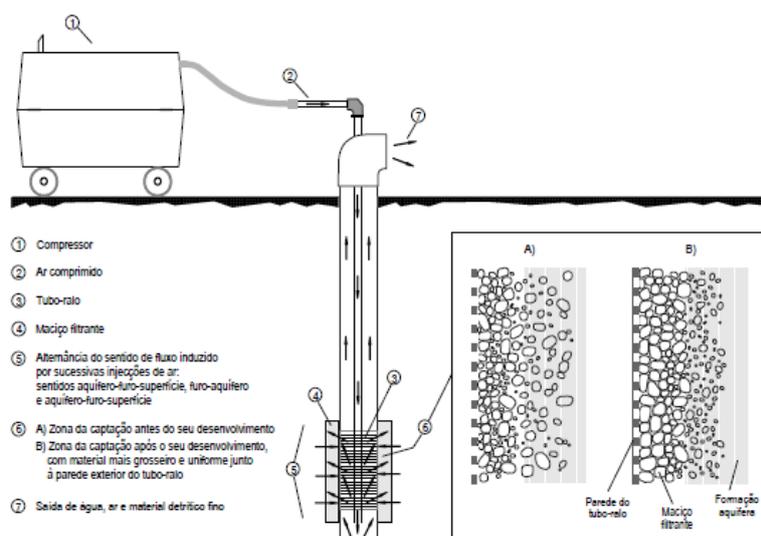


Figura 15. Limpeza e desenvolvimento de uma captação pelo método ar comprimido.

8.5. Ensaio de caudal

Uma vez terminado o desenvolvimento da captação, deve realizar-se um ensaio de caudal, a fim de verificar a sua produtividade e a otimização do caudal de exploração, a seleção do tipo de bomba (bomba de aspiração, bomba de eixo vertical e, mais comumente, bomba submersível), o dimensionamento (potência) da eletrobomba submersível e as condições da sua montagem, e a obtenção de parâmetros hidrodinâmicos que permitem perspetivar a resposta do aquífero a determinado regime de exploração (IPQ, 2012).

Conforme mostra a Figura 16, o ensaio de caudal deve ser dotado de dispositivos que permitam o controlo dos caudais bombeados e a medição dos níveis hidrodinâmicos (ou dos rebaixamentos dos níveis de água a partir do nível hidrostático) em função de uma escala de tempos adequada.

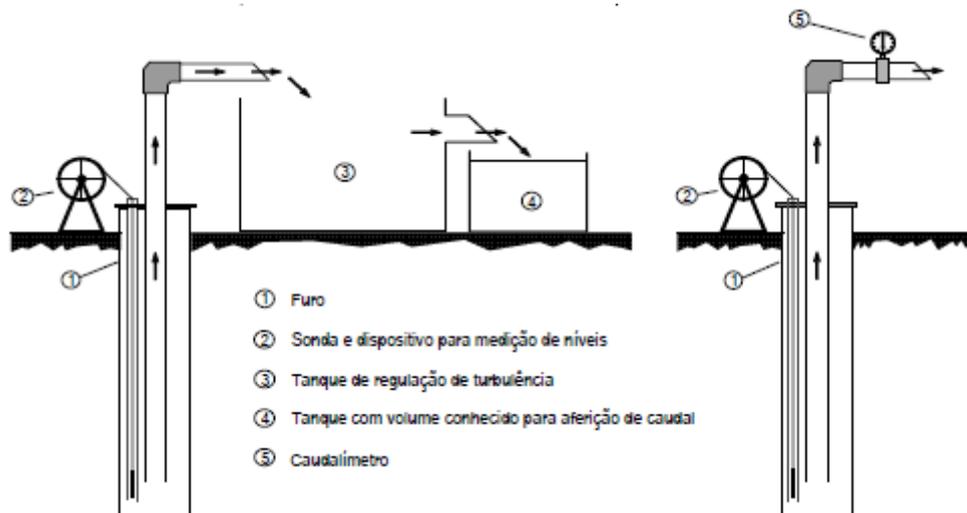


Figura 16. Dispositivos de medição de caudal.

Antes de iniciada a bombagem, é sempre medido o nível hidrostático no interior do furo ou, se possível, num piezómetro ou noutros furos próximos que captem nos mesmos níveis aquíferos. Posteriormente é medida a evolução temporal do nível hidrodinâmico (rebaixamentos), registando-se, numa tabela de ensaio, os caudais, tempos e níveis. Após a cessação da bombagem, da mesma forma, deverão também ser registados os níveis hidrodinâmicos de recuperação (ascensões). O tempo de duração do ensaio de caudal é muito variável pois depende das características hidrodinâmicas do furo e dos aquíferos a explorar. Por exemplo nos aquíferos confinados, quando sujeitos a uma certa extração, o tempo de estabilização hidrodinâmica é, em regra, muito menor do que nos aquíferos livres (IPQ, 2012).

8.6. Selo sanitário e tampa de proteção

Conforme a Figura 17, a cabeça do furo deve ficar protegida dentro de uma caixa de alvenaria ou betão, também conhecida como selo sanitário. Pode usar-se um anel de betão, pré-fabricado, com cerca de 0,50 m de altura e 1,0 m de diâmetro, sobressaindo do terreno ou enterrado. Embora importe assegurar o seu arejamento eficiente, esta caixa deverá ser coberta com uma tampa encaixada de modo a proteger o seu interior da entrada de qualquer material, incluindo água, proveniente do exterior.

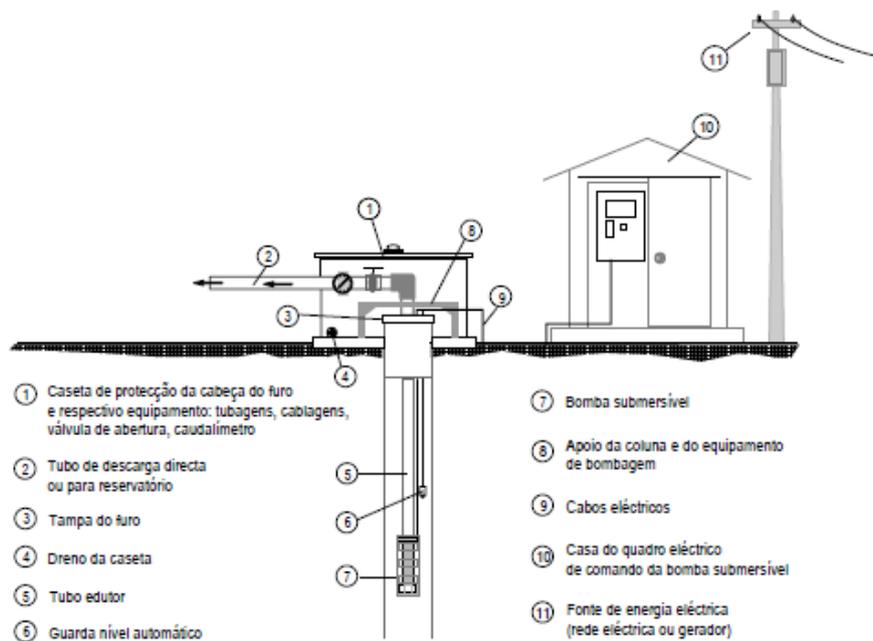


Figura 17. Representação esquemática de uma captação protegida.

A caixa deve ser drenada, devendo haver o cuidado de colocar uma rede (ou outro sistema) logo na ligação do tubo de drenagem à caixa para evitar a entrada de material ou pequenos animais. A tubagem do furo deve sobressair da base da caixa o suficiente para que não sejam dificultadas quaisquer operações de limpeza ou manutenção. Em alternativa à caixa pode optar-se pela construção de uma caseta sobre o furo. Neste caso, essa caseta deve prever, no seu teto, uma abertura para as operações de instalação ou de retirada de equipamento, nomeadamente o de bombagem, para reparação, manutenção ou substituição. A cabeça do furo deve ficar protegida por uma tampa roscada ou justaposta por onde passarão, através de aberturas próprias, a tubagem de extração de água, cabos elétricos, cabo de segurança da bomba e cabos de ligação aos sensores internos do furo. Deverá igualmente ser instalado um tubo piezométrico para permitir a observação dos níveis no interior da captação ao longo do tempo (IPQ, 2012).

9. RELATÓRIOS DE TRABALHOS EXECUTADOS

9.1. Relatório 1: Reconhecimento hidrogeológico, trabalhos de sondagem e avaliação da produtividade de captações de águas subterrâneas no município do Alandroal

4 DE AGOSTO A 19 DE SETEMBRO DE 2020

9.1.1. Introdução

Foi realizado um estudo de reconhecimento hidrogeológico, trabalhos de sondagem destinados à eventual captação de águas subterrâneas e ensaios de caudal para avaliação dos recursos hídricos subterrâneos, no município do Alandroal.

9.1.2. Zona de estudo

Alandroal é um município do distrito de Évora, situado na parte leste deste distrito. A zona de estudo (Figura 1) fica localizada no Município do Alandroal, a norte da povoação do Alandroal, que fica na zona das coordenadas de latitude $38^{\circ}43'11.60''N$ e longitude $7^{\circ}24'47.75''W$.

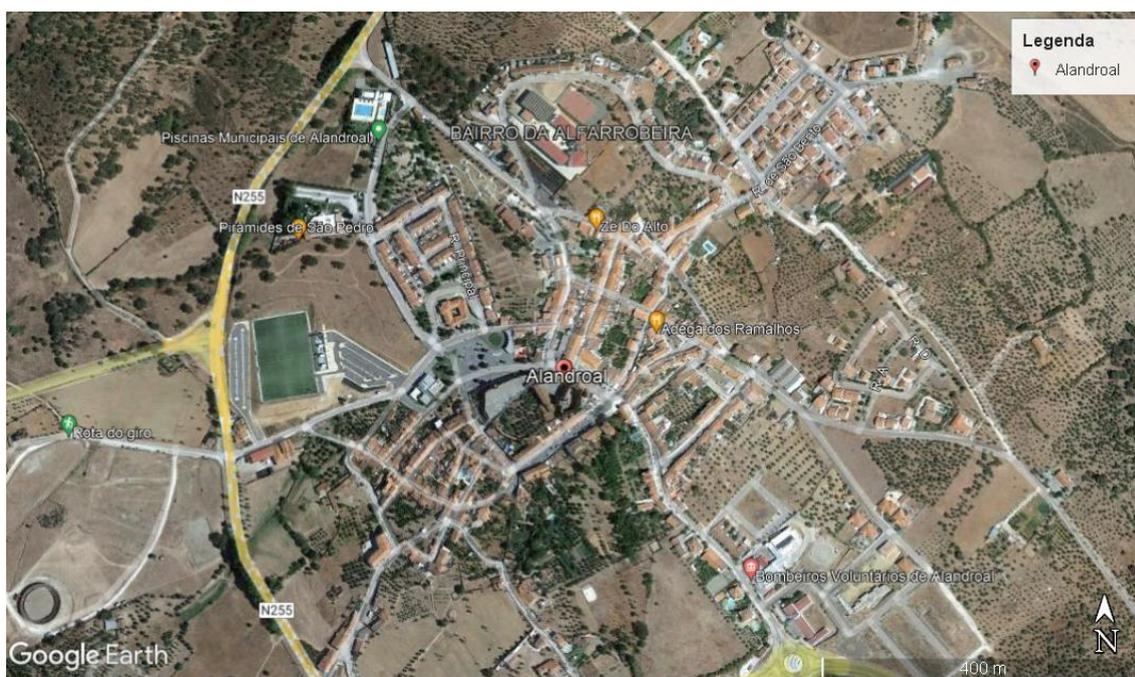


Figura 1. Povoação do Alandroal.

9.1.3. Geologia local

Segundo Oliveira e Carvalhosa (1987), o local de estudo, situado no Alandroal (Figura 2), pertence ao substrato hercínico, sendo uma continuidade do anticlinal de Estremoz e do complexo Vulcano-sedimentar de Estremoz, constituído por calcários cristalinos pouco xistificados, geralmente de grão médio (mármore de Estremoz), parcialmente dolomitizados (Olho de Mocho).

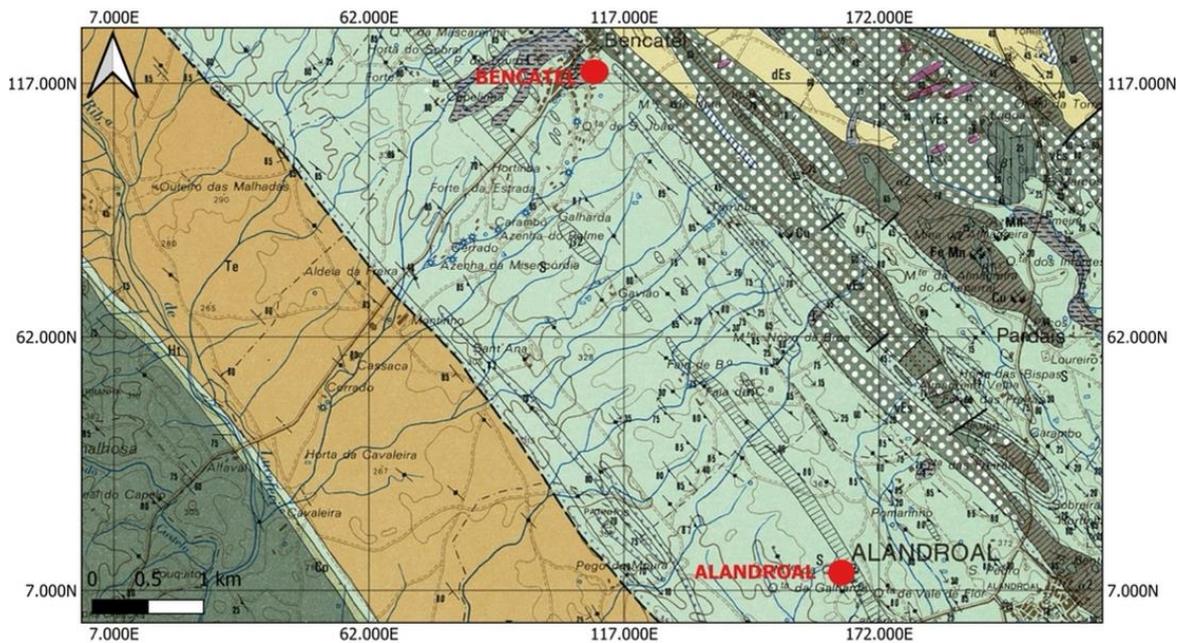


Figura 2. Geologia da zona de estudo. Extrato da carta geológica folha 36-D – Redondo, Esc:1:50 000. Legenda na Figura 3.



Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 36-D. Aplicável na Figura 2.

9.1.4. Hidrogeologia do local

A maior parte desta unidade hidrogeológica é ocupada por rochas metassedimentares e eruptivas com escassa aptidão aquífera. Estas rochas dão origem a aquíferos, em geral livres, descontínuos, de produtividade baixa (Almeida et al. 2000). Apesar destas condições desfavoráveis, ainda assim a maioria dos concelhos sobre formações do Maciço Antigo são abastecidas por águas subterrâneas. A zona de estudo situa-se na parte sul da unidade hidrogeológica designada por Maciço Antigo, conforme indicado na Figura 4. Esta é principalmente composta por afloramentos rochosos com formações

geológicas de grauvaques, xistos, granitos, rochas básicas e ultrabásicas, mas, dentro desta zona menos produtiva, estão definidos aquíferos mais produtivos e com características especiais. A zona de estudo encontra-se sobre ou muito próxima do extremo sul de um desses aquíferos, o aquífero de Estremoz-Cano, como se pode ver nas Figura 4 e Figura 6.

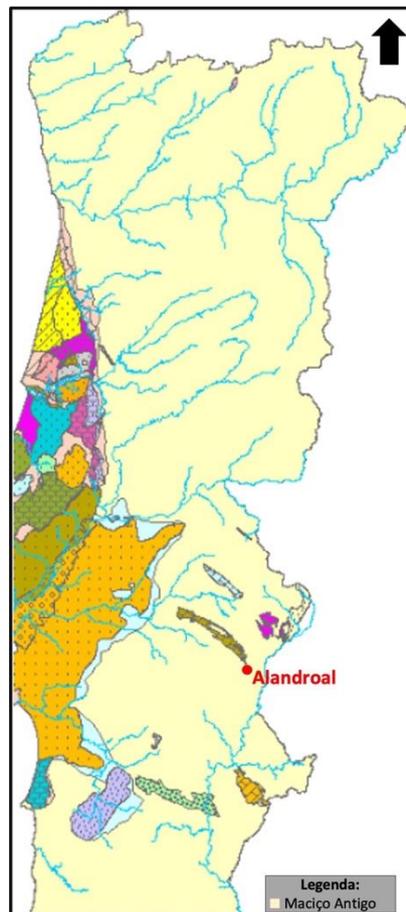


Figura 4. Unidade hidrogeológica do Maciço Antigo, destacando-se a vermelho a zona de estudo.

9.1.5. Metodologia de prospeção pré-sondagem

9.1.5.1. Materiais, equipamentos utilizados e método de prospeção

Foram utilizados GPS, sonda hidrométrica (Figura 5) e bloco de notas para o estudo de reconhecimento hidrogeológico. E para os trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas foi utilizado o equipamento de perfuração TH900. O método utilizado para a sondagem foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

9.1.5.2.Reconhecimento hidrogeológico

Primeiramente foram analisadas com atenção as cartas geológicas e hidrogeológicas da região. A zona em causa situa-se no extremo sul do aquífero de Estremoz-Cano, um aquífero cársico, rodeado por formações de caráter xistento menos produtivas. Desse modo, a prospeção foi imediatamente dirigida para as formações carbonatadas do aquífero de Estremoz-Cano.

Como o grande problema na altura na zona do Alandroal eram os níveis de água muito baixos em toda a zona das captações pré-existentes (A1 e A2 na Figura 6), que deixaram mesmo de ter água ao nível das bombas de extração nalguns períodos, houve necessidade de fazer um inventário de outras captações (furos e poços) nas imediações do Alandroal, a fim de perceber um pouco melhor o que se estaria a passar. Na realidade, os níveis encontravam-se rebaixados pelos valores de extração principalmente nestas duas captações de abastecimento público nos últimos anos, e esse rebaixamento foi possivelmente agravado pelos valores de extração noutras captações particulares, pelas extrações de água nas pedreiras a norte do Alandroal e, também, pela recarga reduzida nos últimos anos, devido a um deficit de precipitação.

Foi então feito um inventário de captações, para perceber um pouco melhor a dinâmica hidrogeológica da zona. Os pontos de água foram localizados por GPS e foram medidos, sempre que possível, os níveis hidroestáticos da água (NHE), através da utilização de uma sonda hidrométrica (Figura 5).



Figura 5. Sonda hidrométrica.

Após reconhecimento dos pontos de água e de outros pontos de interesse para a hidrogeologia, foram marcadas uma série de sondagens, cuja localização se encontra nas figuras e tabela seguintes.

Nas Figuras 7 e 8 e na Tabela 1 e mostram-se os pontos de captação atualmente existentes, como os algares da Morenas (A1) e Santo António (A2), alguns furos (F), poços (P) e, também, os locais de sondagem que foram identificados para possível reforço do sistema de abastecimento no âmbito deste trabalho (S). Dentro da sequência de sondagens previstas, foram executadas 4, as sondagens S1, S3, S4 e S5, todas sem sucesso. Na Figura 8 mostra-se um pormenor da Figura 7, num local onde os pontos estão demasiado próximos para poderem ser identificados nesta figura.

Para além dos pontos de água, foram ainda inventariados outros pontos de interesse para a hidrogeologia, como algumas zonas de abatimento em algares, que eram visíveis na altura, e algumas pedreiras, como zonas de acesso direto às rochas do aquífero e possíveis zonas de extração de água para obviar o alagamento das mesmas durante trabalhos de extração da rocha (mármore, no caso).

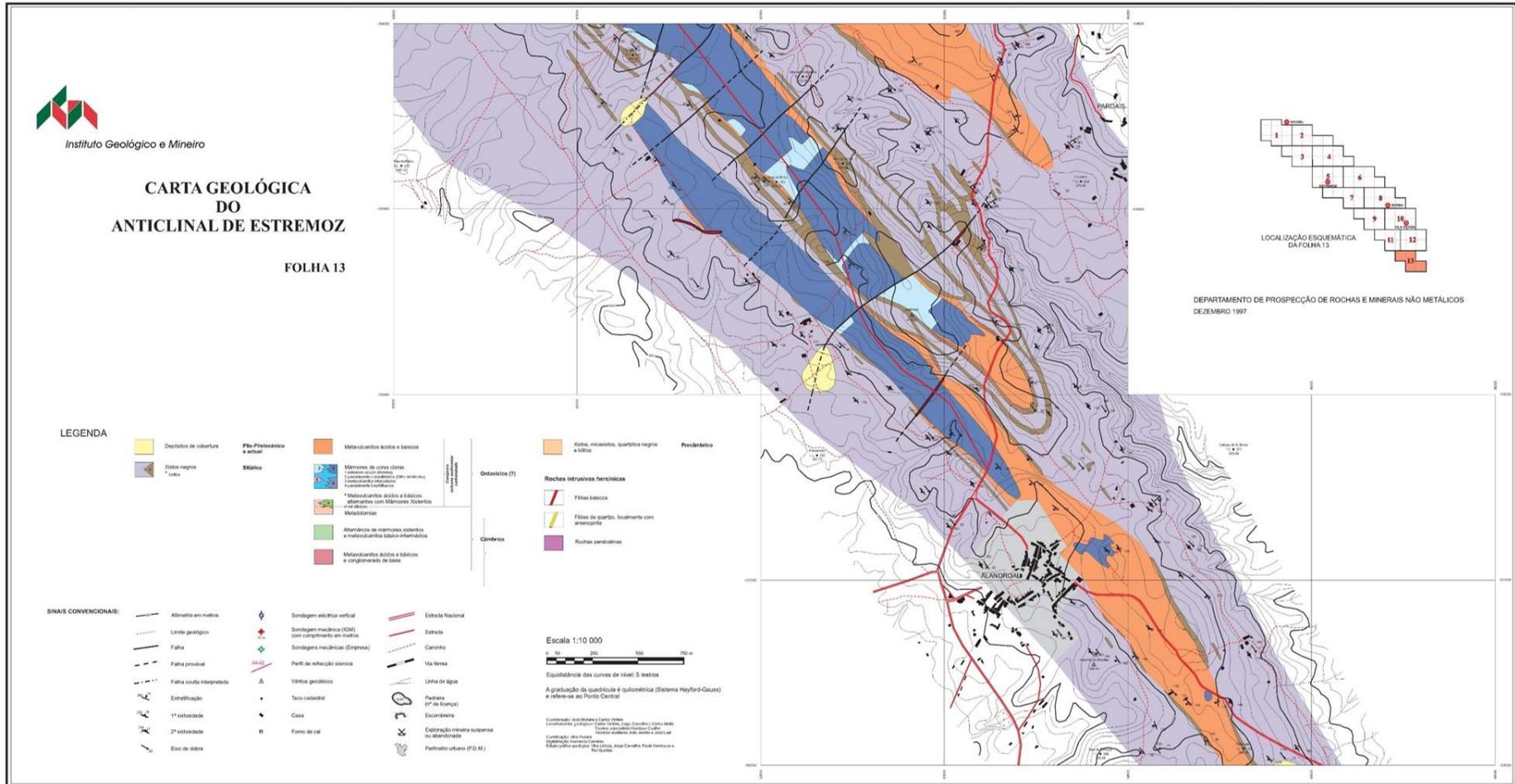


Figura 6. Geologia da zona do Alandroal.

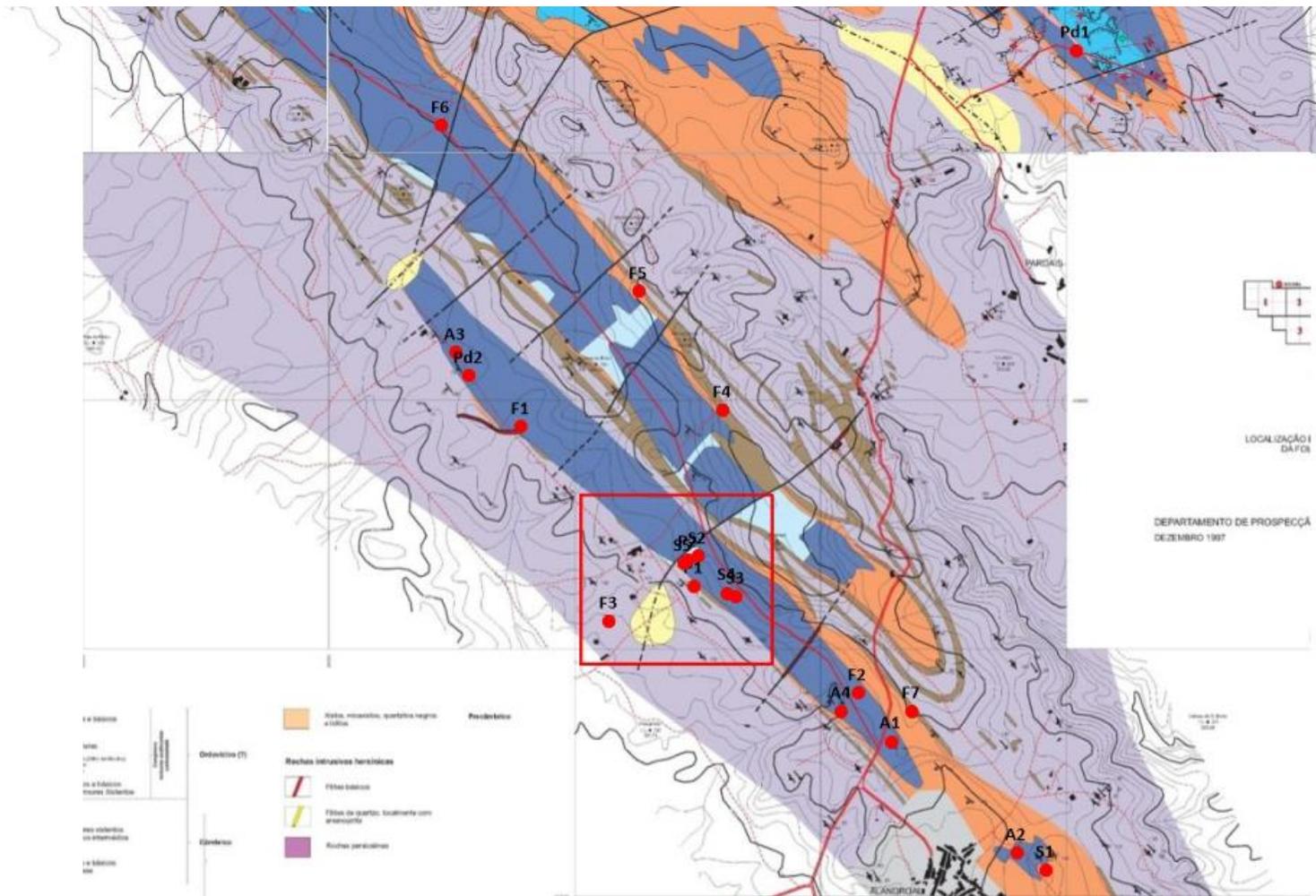


Figura 7. Localização dos pontos de água, das sondagens e de outros pontos de interesse hidrogeológico na área do Alandroal. Pormenor da zona do retângulo na Figura 8, para melhor visualização.

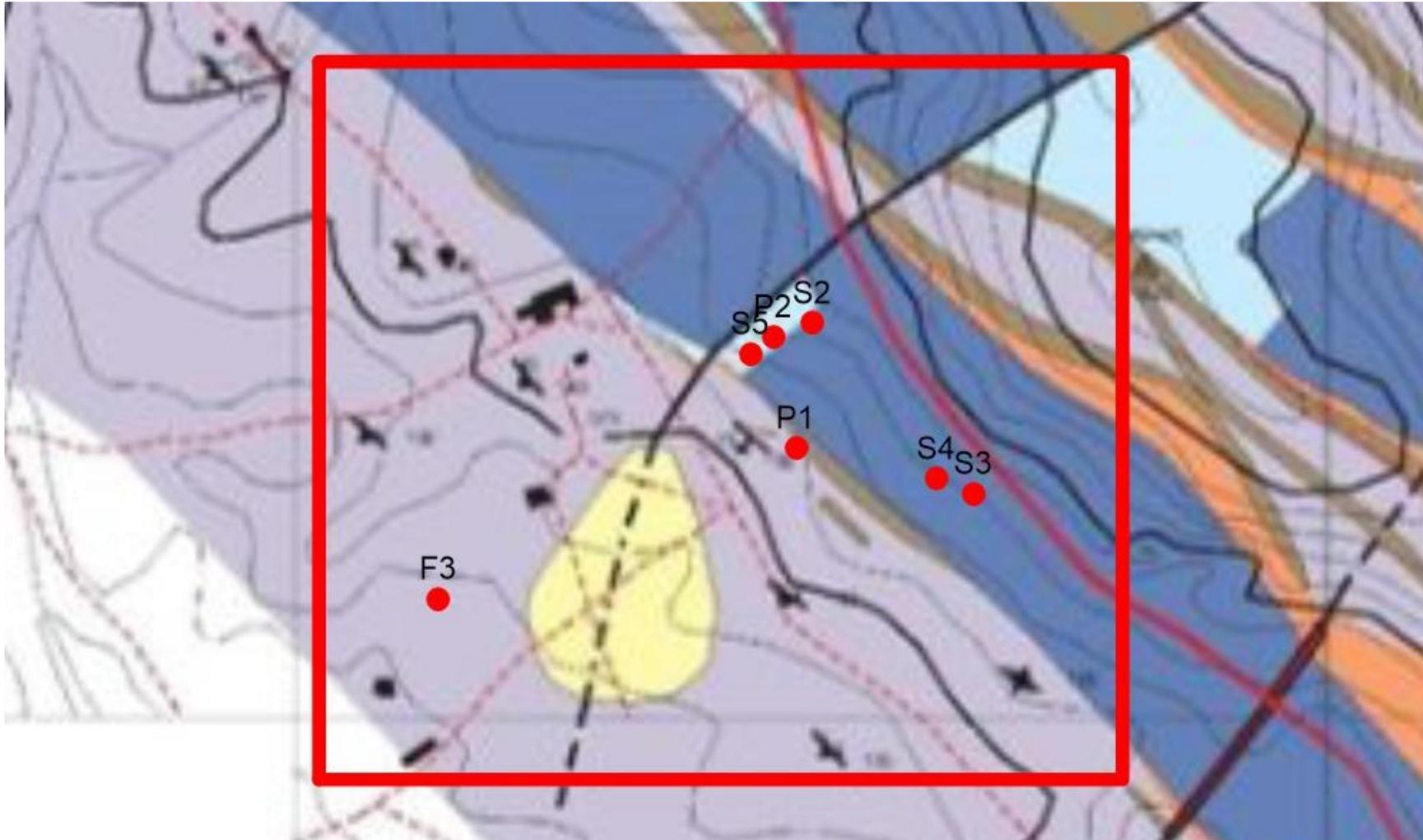


Figura 8. Pormenor da imagem da figura 7, para melhor visualização de alguns pontos que estão muito próximos.

Tabela 1. Descrição dos pontos de água reconhecidos no campo, das sondagens marcadas e realizadas e de outros pontos de interesse para a hidrogeologia da zona.

Coordenadas Datum Lisboa		Coordenadas ETRS89		Local	Designação	Cota (m)	GPS	Prof ao solo (m)	NHE (m)	Observações
M1	P1	M2	P2							
Pontos de água										
263289	193621	-7.405486	38.707805	A1	Algar 1	360	637			Algar das Morenas
263800	193170	-7.399653	38.703706	A2	Algar 2	369				Algar de Santo António
261781	194892	-7.422709	38.719360	F1	Furo 1	359	644		35.46	Furo abandonado; deve ter entre 50 e 70 m de profundidade
263154	193816	-7.407020	38.709571	F2	Furo 2	367	656			Furo em propriedade privada, para ensaiar
262140	194107	-7.418912	38.712253	F3	Furo 3	343	652			Furo da pousada HFF
262604	194960	-7.413242	38.719913	F4	Furo 4	404	653	90	70	Furo João Galhardas, para ensaiar, caudal expetável de 10 m ³ /h
262261	195439	-7.417141	38.724254	F5	Furo 5	415	654	90	70	Furo João Galhardas utilização vinha
261455	196110	-7.426491	38.730348	F6	Furo 6	374	655			Furo tapado com terra, não se sabe se produtivo
263375	193743	-7.404483	38.708897	F7	Furo 7	372		120	63.40	Furo dos Caracóis
262486	194250	-7.414661	38.713528	P1	Poço 1	359	640	10.05		Não tem água
262464	194356	-7.414904	38.714483	P2	Poço 2	370	641	12.35		Não tem água
Sondagens										
263921	193101	-7.398269	38.703076	S1	Sondagem 1	371	639	178		1ª sondagem feita, improdutiva
262502	194369	-7.414466	38.714599	S2	Sondagem 2	365	642			Não se conseguiu levar o equipamento de sondagem ao local
262658	194207	-7.412686	38.713129	S3	Sondagem 3	373	645	37.6		2ª sondagem feita 2020/08/11, improdutiva
262622	194221	-7.413100	38.713257	S4	Sondagem 4	371	647	123		3ª sondagem feita, improdutiva
262442	194340	-7.415158	38.714342	S5	Sondagem 5	369	646	98		4ª sondagem feita, improdutiva
Outros pontos identificados com interesse hidrogeológico										
261514	195193	-7.425752	38.72209	A3	Algar 3	366	643			Abatimento de 3 oliveiras
263087	193743	-7.407797	38.70892	A4	Algar 4	362	649			Abatimento de oliveiras
264044	196414	-7.396549	38.73291	Pd1	Pedreira 1	370	648			Pedreira Cochicho Pardais
261569	195098	-7.425220	38.72120	Pd2	Pedreira 2	366	651			Pedreira abandonada, sem água

9.1.6. Metodologia de prospeção de águas subterrâneas

Em geral os trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas seguem uma sequência de fases para sua realização, nomeadamente:

- i. Localização do ponto de pesquisa no campo
- ii. Perfuração
- iii. Alargamento da perfuração e de isolamento das camadas superiores
- iv. Revestimento definitivo da coluna
- v. Introdução do pré-filtro em areão calibrado
- vi. Limpeza e desenvolvimento da captação
- vii. Ensaio de caudal
- viii. Colocação do selo sanitário e tampa de proteção
- ix. Execução do relatório final

Neste caso específico, e porque as sondagens foram todas improdutivas, apenas se cumpriram as duas primeiras tarefas.

9.1.6.1. Atividades de prospeção de águas subterrâneas no Alandroal

No Alandroal, a primeira opção de sondagem foi a S1 (ver Figura 7). Foram vários os motivos práticos para esta decisão: estava-se dentro do aquífero, a sondagem situava-se na zona do depósito que distribui água à povoação do Alandroal, o que permitiria uma ligação com custos de adução muito reduzidos ao sistema de abastecimento, e, por último e muito importante também, o terreno está já sob administração da entidade fornecedora de água em alta ao município, o que permitiria utilizar o terreno sem ter de pagar indemnizações. Quando esta sondagem se mostrou negativa, foi então decidido avançar para zonas mais afastadas da povoação. O facto de a sondagem não ter produzido água suficiente para poder transformá-la em captação pode ser interpretado não só pela eventual menor fraturação dessa zona em relação à do algar que se encontra muito próximo (Santo António), que parece transparecer da análise dos testemunhos de sondagem, mas pode também ter sido provocada pelo facto de a água subterrânea já se

encontrar, em Agosto de 2020, a cerca de 80 m de profundidade no Algar de Santo António, pelo que, situando-se a sondagem num nível topográfico ainda superior, pode ter levado a que, caso houvesse fraturas até essa profundidade, estas já não terem água.

Os pontos de sondagem S2, S3, S4 e S5 só foram definidos depois da sondagem S1 não ter tido sucesso. Estes foram então localizados já fora da zona mais urbana da povoação, e tiveram como objetivo tentar perceber se existia água subterrânea na antiga zona de abastecimento ao Alandroal, que era efetuada a partir de 2 poços com cerca de 10-12 m de profundidade (P1 e P2, nas Figuras 7 e 8), que estão há muitos anos secos, devido ao rebaixamento dos níveis freáticos ao longo do tempo.

9.1.6.1.1. Sondagem S1

Os trabalhos realizados para a sondagem S1, na ETA do Alandroal (ver localização na Figura 9), tiveram uma duração correspondente a 3 dias.



Figura 9. ETA de Alandroal.

A sondagem S1 atingiu os 178 m de profundidade, e foi executado com o martelo de 7". A sondagem foi alargada até aos 18 m de profundidade com o martelo de 8,5", para poder isolar as camadas mais superficiais. Durante toda a perfuração foram recolhidos testemunhos geológicos (Figura 10), a cada 3 m de profundidade, exceto a 1ª amostra que é colhida aos 4 m de profundidade (a soma entre o martelo de 1 m de comprimento e a primeira vara de 3 m de comprimento). As varas utilizadas para a pesquisa no Alandroal

tinham 6 m de comprimento, isto é, a cada vara inserida eram colhidas duas vezes as amostras de solos, a cada 3 m de profundidade.



Figura 10. Amostras dos testemunhos da sondagem S1.

As amostras de rocha foram analisadas *in-situ* através da técnica de peneiração por via húmida. Desta análise resultou o perfil litológico que se pode observar na Tabela 3, em Anexo. A pesquisa foi improdutiva, embora tenha chegado a dar 2.000 l/h, caudal muito baixo para as necessidades de abastecimento ao Alandroal e para poder ser aproveitado. Quando a sondagem foi finalizada, o caudal de produção já era até mais baixo do que o que tinha sido registado aos 166 m.

9.1.6.1.2. Sondagem S3

A sondagem S2 não pode ser realizada porque o equipamento de sondagem não conseguiu chegar ao local, pelo que se passou de imediato ao local de sondagem S3.

Na sondagem S3 foram perfurados 32 m com o martelo de 7", e a perfuração foi alargada com o martelo de 8,5" até aos 6 m de profundidade para isolar as camadas superiores do solo. Foram recolhidas amostras de rocha a cada 3 m de profundidade (ver Figura 11), exceto a 1ª amostra, que foi colhida aos 4 m de profundidade (a soma entre o martelo de 1 m de comprimento e a vara de 3 m de comprimento). As varas utilizadas para esta

pesquisa no Alandroal tinham 6 m de comprimento, o que significa que, a cada vara inserida, eram recolhidas duas amostras de rocha, a cada 3 m de profundidade.



Figura 11. Amostras dos testemunhos da sondagem S3.

As amostras foram analisadas *in-situ* através da técnica de peneiração por via húmida e o perfil litológico pode ser observado na Tabela 4, em Anexo.

Esta sondagem foi interrompida e abandonada por força maior, devido a uma croca com cerca de 7 m de altura que foi encontrada aos 25 m de profundidade. Depois de atravessada a gruta, ainda se tentou dar continuidade à sondagem, mas o fundo da croca era inclinado e a broca desviava-se permanentemente da vertical, dobrando as varas, pelo que não se conseguiu dar prosseguimento ao objetivo. A pesquisa foi improdutiva.

9.1.6.1.1. Sondagem S4

Nesta sondagem S4 foram perfurados 123 m com o martelo de 7", e a perfuração foi alargada com o martelo de 8,5" até aos 13 m de profundidade para isolar as camadas superiores do solo. Foram recolhidas amostras de rocha a cada 3 m de profundidade, exceto a 1ª amostra, que foi colhida aos 4 m de profundidade (a soma entre o martelo de 1 m de comprimento e a vara de 3 m de comprimento). As varas utilizadas para esta pesquisa no Alandroal tinham 6 m de comprimento, o que significa que, a cada vara inserida, eram recolhidas duas amostras de rocha, a cada 3 m de profundidade.

As amostras de solos foram analisadas *in-situ* através da técnica de peneiração por via húmida e o perfil litológico pode ser observado na Tabela 5, em Anexo.

Foi decidido parar esta sondagem aos 123 m, por esta se mostrar improdutiva.

9.1.6.1.2. Sondagem S5

Nesta sondagem S5 foram perfurados 98 m com o martelo de 7", e a perfuração foi alargada com o martelo de 8,5" até aos 7 m de profundidade para isolar as camadas superiores do solo. Foram recolhidas amostras de rocha a cada 3 m de profundidade, exceto a 1ª amostra, que foi colhida aos 4 m de profundidade (a soma entre o martelo de 1 m de comprimento e a vara de 3 m de comprimento). As varas utilizadas para esta pesquisa no Alandroal tinham 6 m de comprimento, o que significa que, a cada vara inserida, eram recolhidas duas amostras de rocha, a cada 3 m de profundidade.

As amostras de solos foram analisadas *in-situ* através da técnica de peneiração por via húmida e o perfil litológico pode ser observado na Tabela 6, em Anexo.

Esta sondagem foi interrompida aos 98 m porque se mostrou improdutiva e também pela tipologia das rochas, pois continha essencialmente xistos na parte final, quando as formações mais produtivas são os mármore. A sondagem atravessou algumas camadas de mármore entre os 15 e os 76 m, que se mostraram igualmente improdutivas.

9.1.7. Ensaios de caudal

Aquando do reconhecimento de campo, foram também identificadas 3 captações particulares (furos) que estavam desativadas ou inativas e que poderiam ser aproveitadas para reforço do abastecimento ao Alandroal, caso se provasse terem produtividade suficiente. Havia indicação oral de que seriam relativamente produtivas, mas não havia indicações científicas desse facto. Trata-se dos furos F2, F4 e F7 (ver Figura 7), e, para comprovar os valores de produtividade, foram seleccionados para realização de ensaios de caudal.

O primeiro ensaio foi feito no Furo F2 (ver Figura 12), o segundo no furo F7 e, depois de, em ambos, se terem obtido caudais muito inferiores às indicações recebidas oralmente a partir dos proprietários, tomou-se a decisão de não realizar já o ensaio no furo F4, porque estava muito mais afastado do ponto de captação do Algar das Morenas (ao contrário dos

dois anteriores, muito próximos desse ponto), o ponto a partir do qual a água chegaria ao sistema de abastecimento da povoação do Alandroal, o que tornaria a adução muito cara.

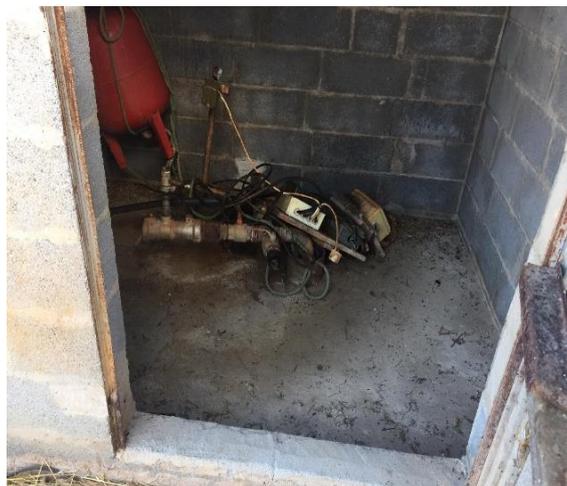


Figura 12. Furo F2 proposto para realização do ensaio de caudal.

Para a realização dos ensaios de caudal foram usados os materiais e equipamentos descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Material e equipamento utilizados para ensaio de caudal.

Cabo de aço	Contador
Lagarteira	Cronómetro
Fita métrica	Varas 6 m, 2''
Sonda métrica	1 vara de 2 m
Bomba submersível CRI de 2,90 m, 2''	Mapa geológico de Estremoz
Mangueira	

Os ensaios de caudal foram realizados na Herdade dos Caracóis (F7, ver localização na Figura F7 e Tabela 1), um furo com 120 m de profundidade e NHE de 63,4 m, e na Herdade da Ramalha (F2, ver localização na Figura 7 e Tabela 1) um furo com 75,6 m profundidade, e NHE de 66,7 m. As zonas onde foram realizados os ensaios de caudal são caracterizadas por formações geológicas de xistos negros com pequenas intercalações de mármore, e metavulcanitos, xistos e mármore.

9.1.7.1. Montagem e calibração das bombas submersíveis

Em ambos os furos, antes de se dar início ao procedimento do ensaio de caudal, removeram-se as bombas submersíveis instaladas, retirando toda a tubagem e cordas de

segurança dessas bombas. Isto foi feito com recurso a uma lagarteira. Em seguida, utilizou-se um cabo de aço para conhecer a profundidade total dos furos (Figura 13) e uma sonda métrica para medir o nível da água. Os dados dos furos F7 e F2 podem ver-se na Tabela 1, com mais detalhes.



Figura 13. Cabo de aço sendo introduzido no furo de captação F7.

A bomba submersível introduzida nos furos tem um comprimento de 2,90 m, com o ralo da bomba localizado a 1,70 m do topo (ver Figura 14) e serve para retirar a água do furo. A primeira vara, que foi acoplada à bomba, tinha 2 m de comprimento, e as restantes tinham 6 m de comprimento. À medida que se iam introduzindo as varas no interior do furo de captação, era também introduzida uma mangueira anexada ao lado das varas, que permitia introduzir a sonda métrica (ver Figura 14) para fazer as leituras dos níveis, à medida que se ia extraindo água do furo.



Figura 14. Bomba submersível (à esquerda) e mangueira e sonda métrica (à direita).

9.1.7.2. Ensaio de caudal no furo F7, na Herdade dos Caracóis

Para o ensaio de caudal foi introduzida a bomba submersível no furo, a qual, em funcionamento, foi retirando água da captação. Mediu-se então o rebaixamento da água dentro da captação em função do tempo decorrido. O caudal inicial de extração era de 10.000 l/h. A medição do caudal fez-se inicialmente de 2 em 2 minutos, simultaneamente com o registo dos níveis de rebaixamentos dentro do furo, passando depois a medições de 15 em 15 minutos, durante um total de 2 horas (ver resultados do ensaio na Figura 17, em anexo). À medida que o ensaio decorria percebeu-se que o caudal inicial era muito superior ao que a captação poderia suportar, pelo que se foi reduzindo o caudal de extração, que terminou, ao fim de 2 horas, com um caudal de extração de 5.500 l/h, como se pode ver em anexo, na Figura 17. Depois do ensaio de bombeamento, a recuperação de níveis foi medida durante meia hora (ver também a Figura 17, em anexo). O ensaio inicial foi projetado para 24 h de bombeamento, mas foi interrompido ao fim de 2 h, uma vez que a captação não produzia o caudal esperado e necessário para o reforço do abastecimento ao Alandroal.

Para medir o volume que é extraído dentro furo, utilizou-se um contador: o visor com ponteiro vermelho maior mede o volume extraído através de uma volta completa; cada volta corresponde a 0,1 m³ (100 litros). Este procedimento foi feito com o cronómetro ligado, o que permitiu controlar o rebaixamento em função do tempo (Figura 15).



Figura 15. Contador para medição do volume extraído.

O cálculo do caudal foi feito utilizando a seguinte fórmula:

$$Q (l/h) = \frac{\text{volume extraído (l)}}{\text{tempo em [s]}} * 3600s$$

9.1.7.1. Ensaio de caudal no furo F2, na Herdade da Ramalha

Para este ensaio, removeu-se a tubagem que compunha o equipamento de extração de água do furo, incluindo a bomba submersível, com recurso à utilização da lagarteira (Figura 16). Com o cabo de aço foi possível conhecer a profundidade total do furo de captação, cifrando-se em 75,60 m e mediu-se o nível da água do furo de captação que foi de 66,70 m. Contabilizou-se, portanto, apenas 9,10 m de coluna de água no furo de captação da Herdade da Ramalha.



Figura 16. Remoção da tubagem através da lagarteira no furo F2.

Devido à profundidade que o furo possuía e ao nível de água muito baixo, os operadores passaram um dia inteiro de trabalho a inserir as varas que permitiriam extrair a água durante o ensaio de caudal. Coincidentemente, a bomba submersível que estava instalada na captação tinha as mesmas características que a dos operadores da empresa Renato Azenha.

Foram introduzidas 12 varas de 6 m de comprimento, mais uma bomba submersível de aproximadamente 3 m de comprimento, e a atividade do primeiro dia foi encerrada pelas

15:30 horas, com a previsão de se realizar o ensaio de caudal no dia seguinte. O ensaio de caudal teve início 10:00 horas e o fim verificou-se pelas 19:00 horas.

Tratou-se de um ensaio a caudal constante de 8.000 l/h, tal como se pode ver na Figura 18, em anexo. Nessa mesma Figura 18 pode ver-se que o nível quando se deu início ao ensaio (68,3 m) não correspondia ao nível hidrostático (NHE), que era de 66,7 m. Verificou-se que, em relação ao nível inicial do ensaio (68,3 m), o rebaixamento ao fim de 8 h de bombeamento foi de 0,32 m, o que significa que o furo tem uma produtividade superior a 8.000 l/h. A nível da recuperação de níveis, depois de parada a bombagem, verifica-se que, numa hora, o furo recuperou 1,45 m, significando que subiu muito rapidamente acima do nível inicial do ensaio. Mas, nessa hora, não atingiu o NHE, ficando ainda a 0,45 m do nível hidrostático medido antes do ensaio de caudal. Verifica-se então que este furo tem alguma capacidade de reforço ao Alandroal, mas, tendo em atenção que a povoação necessitava de 70.000 l/h, e que os níveis a explorar não iriam permitir o uso desta captação por muito tempo (apenas 9 m de coluna de água no furo), a mesma não foi também considerada apta para reforço do sistema de abastecimento do Alandroal.

9.1.8. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa.

Oliveira, F., Carvalhosa, A. (1987). Notícia Explicativa da Folha 36-D Redondo (E: 1/50000). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

9.1.9. Anexos do Relatório 1.

Tabela 3. Perfil litológico da sondagem S1.

Testemunhos de sondagem	Prof. (m)	Observações
Argilas	0-7	
Mármore branco MA e MF	7-18	18 m humidade
Mármore branco MA e MF com metavulcanitos	18-52	Caudal de 1500 l/h
Xistos MA e PF com intercalação de mármore	52-97	
Mármore branco PA e PF	97-100	
Mármore PA e não-F, com intercalações de xisto	100-103	
Xisto A e F com pouca intercalação de mármore	103-124	
Mármore branco A e F com intercalação rosa	124-127	
Xisto PA e F com intercalação de mármore	127-136	
Mármore branco com intercalação de rosa	136-151	
Xisto negro PA e não-F com intercalação de mármore	151-157	
Xistos A e F com pouca intercalação de mármore	157-166	
Mármore branco MA e MF com intercalações de rosa	166	Caudal de 2000 l/h
Mármore PA e PF com metavulcanitos avermelhados	166-178	

Legenda: **A** – Alterado; **F** – Fraturado; **P** – Pouco; **M** – Muito.

Tabela 4. Perfil litológico da sondagem S3.

Testemunhos de sondagem	Prof. (m)	Observações
Argila com pouca intercalação de mármore	0-4	
Mármore escuro, MC	4-15	Aos 8,50 m falha, ≥ 15 m tubo PVC
Mármore escuro	15-25	24,40 m teto da croca
Croca	25-31,50	Seco

Legenda: **MC** – muito consolidado.

Tabela 5. Perfil litológico da sondagem S4.

Testemunhos de sondagem	Prof. (m)	Observações
Argila vermelha	0-13	
Mármore branco NA e NF	13-34	
Metavulcânicas cinzentos NA e NF	34-40	
Mármore branco NA e NF	40-43	
Metavulcânicas cinzentos intercalados com mármore cinzento NA e NF	43-85	
Mármore branco a cinzento NA e NF	85-123	Seco e entulhado

Legenda: **N** – Não; **A** – Alterado; **F** – Fraturado.

Tabela 6. Perfil litológico da sondagem S5.

Testemunhos de sondagem	Prof. (m)	Observações
Xisto negro A e MF	0-7,5	
Xisto negro A e F	7,5-15	
Mármore cinzento NA e PF	15-37	
Xisto negro NA e NF	37-40	
Mármore cinzento NA e NF	40-43	
Mármore cinzento com pequenos filões rocha vulcânica vermelho-escuro A e F	43-52	
Mármore cinzento NA e NF	52-64	
Mármore cinzento com intercalações de xistos PA e NF	64-76	
Xisto negro A e PF	76-88	
Xisto negro NA e PF com filamentos de quartzo	88-98	Seco

Legenda: N – Não; A – Alterado; F – Fraturado; P – Pouco; M – Muito.

Montreal

RENATO AZENHA		REGISTO DE BOMBAGEM		Folha N.º													
SONDAGENS E CAPTAÇÃO DE ÁGUA		C/ bomba submersível		Data													
Bomba N.º	Motor N.º	Prof. do pé do grupo	Obra N.º	Furo													
	7,5	100 m		Caracóis													
			Local														
Dia	Hora	Nível (m)	Leituras no contador (m)	Diferença (m)	Caudal (l/s)	Arranc. Amp.	Gerador			Obs.							
15/09/2020	14:00	63,50			10000												
	02	68,85															
	04	75,70															
	06	84,15															
	08	88,97															
	10	92,18															
	15																
	20	98,90	98,90	98,90													
	25	02	99,50			6,200											
	30	04	100														
	40	06															
	50	08															
	15:00	10															
	15																
	16:30	97,79			5,500												
	02	18:00	96,20														
	04	17:00	95,90														
	06	18:00	95,78														
	08	19:00	95,41														
	10	20:00	95,22														
	15:00	94,85															
	20	93,95															
	30	93,60															
	30	93,40															
Consumos (litros)		N.º		N.º		Personal		Mestre		Horas		Água		Ambie.		Observador	
Gasóleo						Chefe de Turno											
Óleo						Auxiliar										O Engenheiro	

Figura 17. Planilha de registo de bombagem com bomba submersível – furo F7 dos Caracóis.

RENATO AZENHA SONDAGENS E CAPTAÇÃO DE ÁGUA			REGISTO DE BOMBAGEM C/ bomba submersível			Folha N.º 2 Data 19.9.2020				
Bomba N.º		Prof. do pé do grupo		Obra N.º		Furo				
Motor C.R.1 N.º 7,5		79		Local Algar das Moreiras						
Dia	Hora	Nível (m)	Leituras no contador (m)	Diferença (m)	Caudal (l/s)	Arranc. Amp.	Gerador			Obs.
							Volt.	Amp.	Freq.	
19	10:00	68,30			8,000					
	02	68,31								
	04	68,32								
	06	68,33								
	08	68,34								
	10	68,35								
	15	68,37								
	20	68,40								
	25	68,41								
	30	68,43								
	40	68,47								
	50	68,48								
	11:00	68,50			8,000					
	15	68,52								
	30	68,53								
	45	68,54								
	12:00	68,55			8,000					
	13:00	68,56								
	14:00	68,57								
	15:00	68,58			8,000					
	16:00	68,59								
	17:00	68,60								
	18:00	68,62			8,000					
	18:00	68,62								
	02	67,90								
	04	67,65								
	06	67,55								
	08	67,47								
	10	67,43								
	15	67,33								
	20	67,26								
	25	67,24								
	30	67,20								
	40	67,18								
	50	67,17								
	19:00	67,17								

Consumos (litros)	N.º		Pessoal	Mestre	Temperaturas	Horas	Água	Ambie.	Observador
	Gasóleo			Chefe de Turno					O Engenheiro
	Óleo			Auxiliar					

Figura 18. Planilha de registo de bombagem com bomba submersível – furo F2 da Ramalho.

9.2.Relatório 2: Estudo para marcação de sondagens e captação de águas subterrâneas na propriedade do Areeiro e Taipadas, concelho do Montijo

08 DE SETEMBRO DE 2020 A 19 DE FEVEREIRO DE 2021

9.2.1. Introdução

Realizou-se um estudo para marcação de pontos de pesquisa na propriedade do Areeiro e Taipadas. Trata-se de um projeto para abertura de sete furos de captação de águas subterrâneas para regadio de hortaliças num espaço de cerca de 500 ha, dos quais 350 ha serão de regadio. Para além da marcação de pontos de pesquisa, acompanharam-se também algumas das sondagens, o que incluiu a análise das amostras e definição do perfil vertical das sondagens para o relatório a entregar à Agência Portuguesa do Ambiente (APA), mas também o acompanhamento e interpretação de perfis geofísicos (diagrfias), para melhor interpretação das litologias atravessadas e melhor colocação dos tubos-ralo.

9.2.2. Zona de estudo e projeto associado

A propriedade em estudo localiza-se na freguesia de Canha, pertencente ao concelho do Montijo.

O novo Projeto pretende criar uma zona de regadio de produtos hortícolas (batata e cenoura), com rega a partir de 9 pivôs, com um total de 349,68 ha (GGT, 2020), dos quais 2 pivôs já estão implantados, com uma área de 62,66 ha (ver Figura 28, em Anexo).

A introdução dos novos 7 pivôs será faseada. Numa primeira fase prevê-se a instalação de mais 2, com um total de 74,75 ha e a segunda fase engloba cinco pivôs, com uma área regada de 212,27 ha. Este Projeto substituirá uma extensa área de plantação de eucaliptos que existia anteriormente nesta zona da propriedade.

O consumo total em dia de pico, da área atualmente instalada, é de cerca de 5.075 m³/dia, e o total anual de cerca de 456.236 m³. O consumo total em dia de pico da nova área (fase 1 mais fase 2), em fase de cruzeiro, é de cerca de 23.324 m³/dia. O consumo total anual da nova área em fase de cruzeiro, com todos os novos pivôs instalados, é de cerca de 2.546.000 m³ anuais.

De acordo com o GGT (2020) as necessidades totais de rega, por fase e por ano, são as referidas na Tabela 1.

Tabela 1. Volumes de rega por fase.

Consumos dos Pivôs Existentes	
Área Fase 1	62,7 ha
Pico Fase 1	5.075,6 m ³ /dia
Total Anual Fase 1	456.236,9 m ³
Consumos Fase 1	
Área Fase 1	74,7 ha
Pico Fase 1	6.054,6 m ³ /dia
Total Anual Fase 1	544.230,5 m ³
Consumos Fase 2	
Área Fase 2	212,3 ha
Pico Fase 2	17.194,0 m ³ /dia
Total Anual Fase 2	1.545.530,1 m ³
Consumos Totais	
Área	349,7 ha
Pico	28.324,2 m ³ /dia
Total	2.545.997,5 m ³

9.2.1. Geologia local

A zona de trabalho situa-se dentro da carta geológica da folha 35-C, de Santo Isidro de Pegões.

Geomorfologicamente, a área do Projeto é muito aplanada, e apresenta cotas entre os 50 e os 65 m, com uma rede de drenagem muito incipiente, devido à natureza muito arenosa dos terrenos, que favorecem a infiltração em relação ao escoamento superficial. Esta rede de drenagem incipiente apresenta formato dendrítico.

Segundo Pereira et al. (2014) a área do Projeto está integrada na unidade geomorfológica designada por Bacias Cenozóicas (3), Bacias do Baixo Tejo e Alvalade (3.1), Planície Alta do Alentejo (3.1.02), como pode ser visto na carta das unidades geomorfológicas de Portugal continental (redução do mapa original na escala 1/500.000, Figura 1).

Sob o ponto de vista geológico, o concelho divide-se basicamente em duas formações orogénicas do período holocénico e pliocénico, eras antropozóica e cenozóica, respetivamente (PDM Montijo 2011). A propriedade é constituída por rochas sedimentares, nomeadamente aluviões, areias superficiais e argilas. Trata-se de formações geológicas de carácter sedimentar, pouco consolidadas e de origem recente, integradas na designada Bacia Terciária do Tejo Sado, a qual constitui uma depressão alongada na direção NE-SW que é marginada a W e N pelas formações mesozóicas da

orla ocidental, a NE e E pelo substrato hercínico e a Sul comunica com o Atlântico na península de Setúbal (Almeida et al. 2000), ver Figura 2. O enchimento é constituído por depósitos paleogénicos, miocénicos e pliocénicos. A espessura total dos depósitos cenozóicos da bacia pode atingir os 1.400 m, recobertos em quase toda a área por depósitos quaternários (aluviões na área da propriedade).

Com base na Carta geológica 35-C à escala 1:50.000 (Figura 3), as formações presentes na área do Projeto são:

- a – Aluviões (Moderno)
- P – Complexo greso-argiloso de Pegões (Pliocénico)
- MP – Complexo argilo-gresoso de Bombel (Pliocénico e Miocénico indiferenciados)

Os aluviões são essencialmente constituídos por areias mais ou menos argilosas com calhaus de natureza e grau de rolamento diverso, e situam-se em zonas de vale sobre as formações P ou MP, consoante a posição topográfica destes últimos complexos. Estão associados à rede hidrográfica do Tejo.

Em relação ao preenchimento da bacia, os depósitos paleogénicos não se encontram aflorantes na propriedade, situando-se provavelmente a profundidades abaixo dos 800 1.000 m de profundidade. Sobre estes assentam os depósitos miocénicos, caracterizados por depósitos continentais alternados por outros marinhos, característicos de uma alargada planície aluvial, em forma de estuário, aberta ao Oceano (entre as serras de Sintra e da Arrábida) e sujeita a transgressões e regressões do mar. Deste modo, criaram-se ambientes de transição, fluviomarinhos, onde alternaram as ações continentais, fluviais e nitidamente marinhas (Almeida et al. 2000).



Figura 1. Localização da área da propriedade do Areeiro nas unidades geomorfológicas de Portugal Continental (redução do mapa original na escala 1/500.000, Pereira et al. 2014).

O Pliocénico, que se situa sobre o Miocénico, é constituído quase exclusivamente por areias, com intercalações lenticulares de argilas. Estes sedimentos, que afloram em grande parte da área do sistema (ou estão a pequena profundidade), são de origem fluvial.

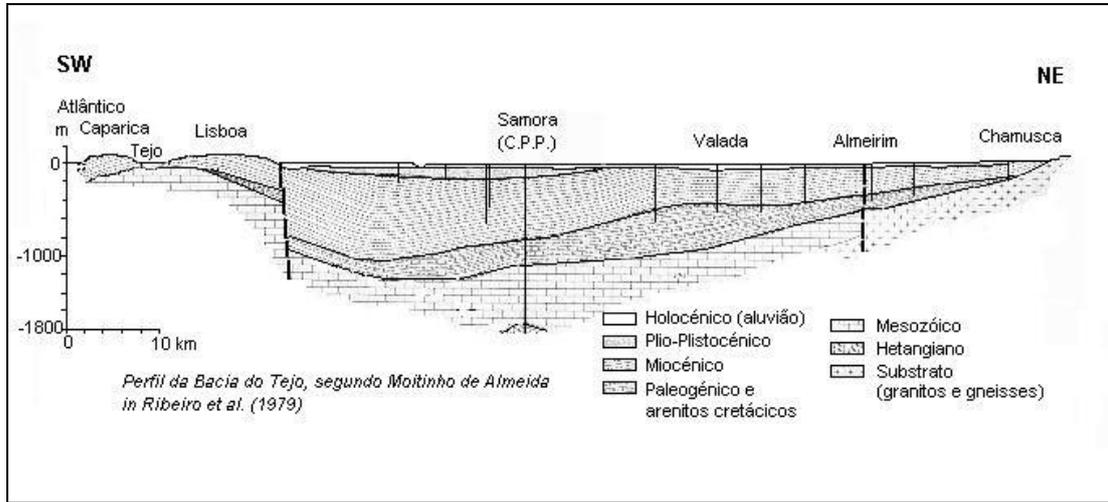


Figura 2. Perfil geológico da Bacia do Baixo Tejo (Ribeiro et al. 1979).

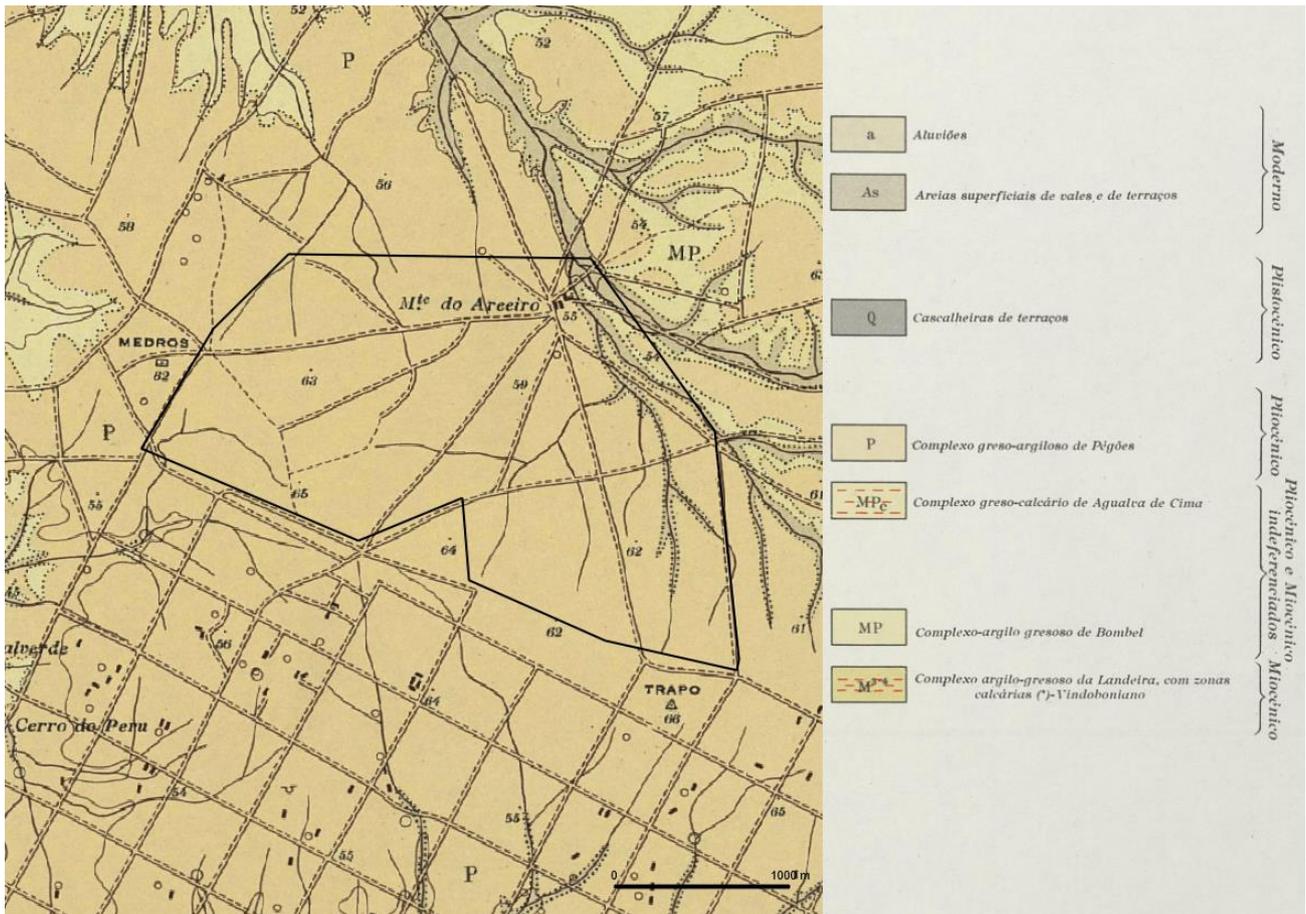


Figura 3. Geologia da área do Projeto (Base: Carta geológica 35-C à escala 1:50.000).

9.2.2. Hidrogeologia do local

Como se viu na descrição geológica, a área da propriedade fica situada na Bacia Terciário do Tejo-Sado, mais propriamente no Sistema Aquífero T3 – Margem Esquerda (ver enquadramento nas Figuras 4 e 5).

As características gerais deste sistema aquífero podem ser observadas na Tabela 2 (Almeida et al. 2000).

Tabela 2. Ficha do Sistema Aquífero: Bacia do Tejo-Sado / Margem esquerda (T3) (Almeida et al. 2000).

Formações Aquíferas Dominantes	Pliocénico; Arenitos de Ota, Série calco-gresosa marinha (Miocénico)
Litologias Dominantes	<u>Pliocénico</u> : areias, com intercalações lenticulares de argilas, com espessura muito variável; <u>Arenitos de Ota</u> : arenitos com algumas intercalações de argilas; <u>Série calco-gresosa marinha</u> : arenitos calcários, margas, com espessura superior a 450 m
Caraterísticas Gerais	Sistema multiaquífero, livre, confinado ou semiconfinado, em que as variações laterais e verticais de fácies são responsáveis por mudanças significativas nas condições hidrogeológicas
Produtividade (l/s)	Pliocénico: mediana=15,5; Arenitos de Ota: mediana=9,7; Formações greso-calcárias: mediana=35
Parâmetros Hidráulicos	Pliocénico: transmissividade, entre 100 e 3000 m ² /dia; Arenitos de Ota: valores mais frequentes de transmissividade, entre 45 e 179 m ² /dia; Série calco-gresosa marinha: valores mais frequentes de transmissividade, entre 127 e 693 m ² /dia e coeficiente de armazenamento=10 ⁻³
Funcionamento Hidráulico	Os aquíferos estão separados por camadas de permeabilidade baixa ou muito baixa (aquítardos e aquíclusos). Na Península de Setúbal, o sistema é constituído por um aquífero superior livre, sobrejacente a um aquífero confinado, multicamada. Subjacente a este conjunto, separado por formações margosas espessas, existe um aquífero confinado multicamada cujo suporte litológico são as formações greso-calcárias da base do Miocénico. A recarga faz-se por infiltração da precipitação, infiltração nas linhas de água
Piezometria / Direções de Fluxo	Em termos gerais, o escoamento subterrâneo dá-se em direção ao rio Tejo e ao longo do sistema aquífero até ao Oceano Atlântico
Balanço Hídrico	Foram elaborados vários modelos e, exceto o da HP (1994), todos eles dão o sistema como estando em equilíbrio
Fácies Química	Pliocénico: cloretada sódica e cálcicas, bicarbonatadas calco-magnesianas; Arenitos de Ota: bicarbonatada sódica e cálcica; Série calco-gresosa marinha: bicarbonatada calco-magnesianas

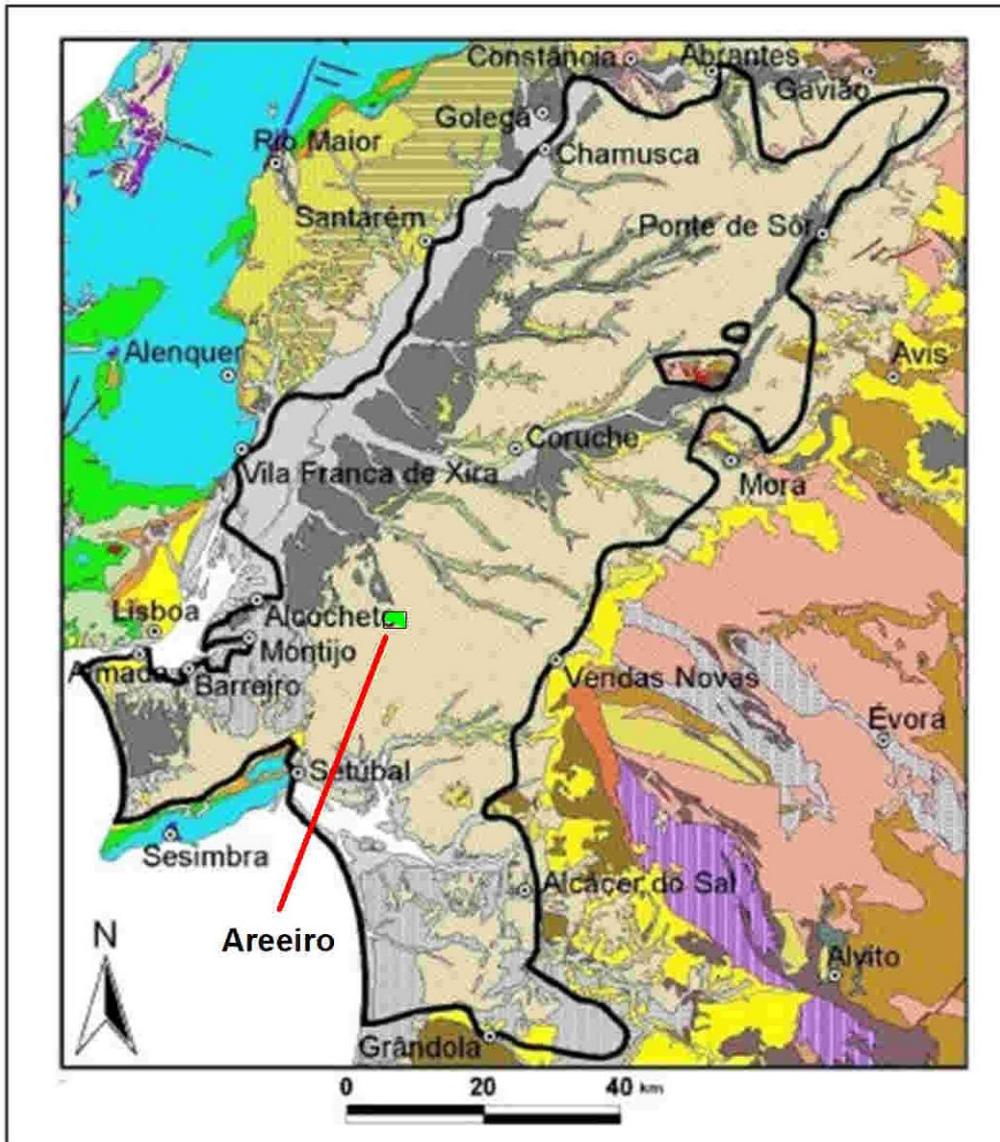


Figura 4. Enquadramento geológico do Sistema Aquífero T3 – Margem Esquerda da Bacia do Tejo-Sado (Almeida et al. 2000).

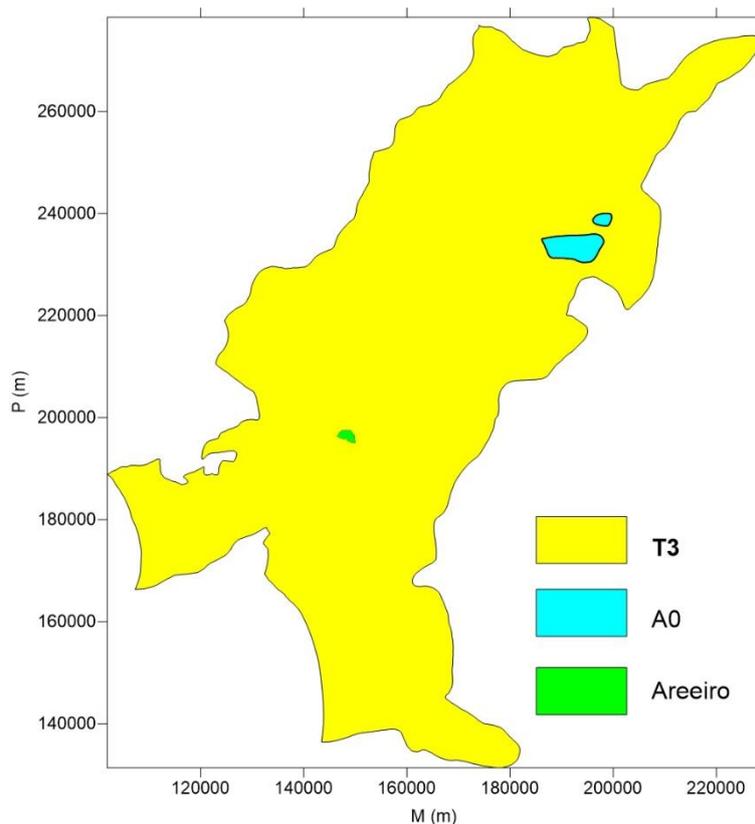


Figura 5. Localização da propriedade do Areeiro dentro do Aquífero T3 da Bacia do Tejo-Sado, margem esquerda. As duas manchas identificadas como A0 dentro de T3 correspondem a dois afloramentos do Maciço Antigo, um sector pouco produtivo que constitui a base da bacia.

Como se pode ver pela descrição, trata-se de um sistema aquífero multicamada, com intercalações de areias ou arenitos com argilas nas camadas pliocénicas, entre os poucos metros e algumas dezenas de metros de profundidade, e intercalações de arenitos com argilas nos designados Arenitos da Ota (Miocénico), com espessuras variáveis. Por baixo dessa formação encontra-se a Série Calco-gresosa marinha (também do Miocénico), constituída por arenitos calcários e margas, com espessura superior a 450 m. Estas 3 formações correspondem a 3 aquíferos sobrepostos, com produtividades medianas entre os 9 e os 35 l/s (Tabela 1) e transmissividades que podem ir até aos 3.000 m²/dia.

Os aquíferos estão separados por camadas de permeabilidade baixa ou muito baixa (aquítardos e aquíclusos) e a recarga faz-se principalmente por infiltração da precipitação e por infiltração nas linhas de água.

Da análise geológica e hidrogeológica da área da propriedade pode ver-se que há uma grande homogeneidade na geologia da superfície, com solos muito arenosos e com algum conteúdo de argilas que provoca muitas poeiras finas quando se circula por cima dos

identificados (P1 a P4), como se pode ver na Figura 7. As características destes pontos de água encontram-se vertidas na Tabela 3 e na Figura 8 podem observar-se fotos desses pontos de água. No poço P4 não foram medidos alguns parâmetros porque o furo tinha vários coelhos mortos dentro e a água apresentava um cheiro fétido.

Tabela 3. Dados dos pontos de água subterrânea inventariados dentro da área da propriedade do Areeiro em 03/07/2020. Coordenadas militares, Datum Lisboa.

Ponto de água	Tipo	M (m)	P (m)	Cota (m)	NHE (m)	Profundidade (m) – Ao nível do solo	Diâmetro (m)	CE (μS/cm)	T (°C)
F1	Furo	148832	197156	56	-	-	-	177	-
F2	Furo	149060	197230	48	23*	200	0,254	240	-
P1	Poço	149019	196211	58	2,40	3,25	1,90	240	18,5
P2	Poço	149096	197367	47	1,62	4,62	4,15	230	23,8
P3	Poço	149237	197336	49	2,68	3,00	3,00	1.250	19,4
P4	Poço	148828	197311	52	0,70	-	1,45	-	-

NHE – Nível Hidrostático; CE – Condutividade Elétrica; T – Temperatura.

* – Nível retirado do relatório de sondagem, reportado a 27/11/1991; foi impossível medir o nível atual.

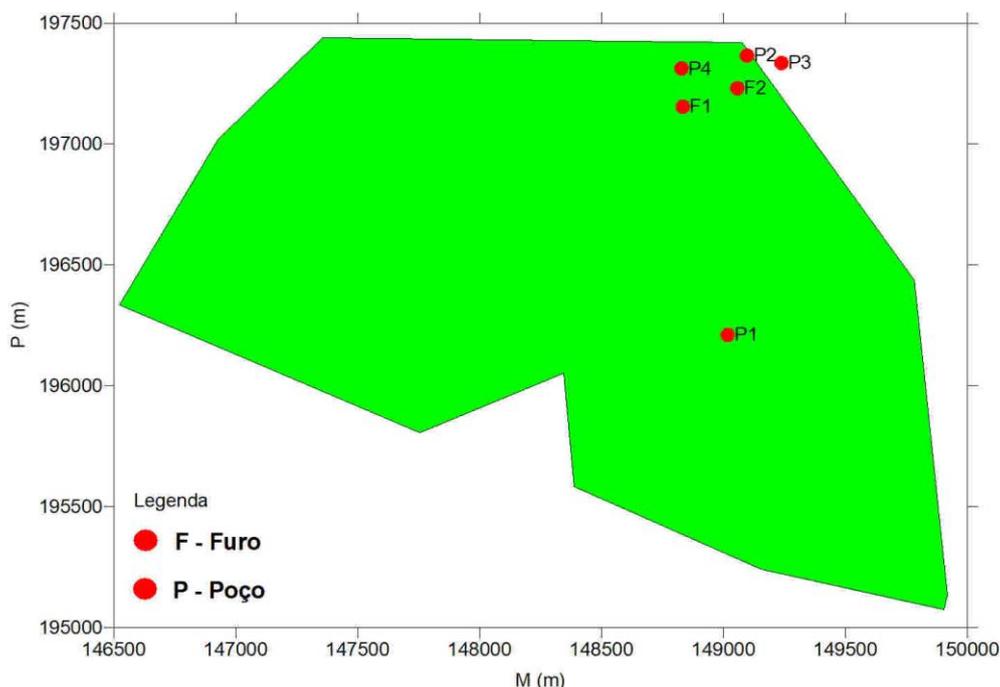


Figura 7. Localização dos pontos de água inventariados na propriedade do Areeiro (ver características na Tabela 3 e fotos na Figura 8).



Figura 8. Captações identificadas na área da propriedade. Ver localização na Figura 7 e características na Tabela 3.

Os valores de Condutividade Elétrica (CE) medidos (Tabela 3) mostram que as águas são pouco mineralizadas, portanto de boa qualidade para a agricultura. No caso do aquífero freático (mais superficial), temos valores de Condutividade Elétrica entre os 230 e os

1.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos poços, embora este último valor seja provavelmente anômalo e possa dever-se a circunstâncias muito localizadas. Em relação às captações mais profundas (furos), temos valores entre 177 e 240 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Como é aí que as captações estão a captar água para rega, pode afirmar-se que se trata de uma água de excelente qualidade para esse fim.

9.2.2.2. Identificação dos locais de sondagem

Como base para os cálculos das necessidades hídricas do Projeto foram usados os dados do relatório de uma das captações pré-existent, F2, o único disponível, uma vez que se desconhece o relatório da captação F1. Verifica-se, nesse relatório, que a captação F2 foi executada em 1991, tem 200 m de profundidade, e apresentava na altura o nível piezométrico nos -23 m. Com uma extração de 55,5 l/s com compressor, o nível hidrodinâmico foi, ao fim de 16 h, de -40 m, o que significa um rebaixamento de 17 m.

Na Tabela 4 podem ver-se os cálculos efetuados para avaliar a quantidade de captações necessárias para abastecer os novos 7 pivôs das Fase 1 e Fase 2, com base em caudais de exploração de 50 l/s cada, conforme os resultados obtidos no ensaio da atual captação F2. Com base nestes cálculos, foram previstas 7 sondagens que, caso sejam positivas, serão transformadas em captações. Estas sondagens estão definidas de S1 a S7 na Figura 28, em Anexo, com as coordenadas definidas na Tabela 5.

Tabela 4. Cálculo da quantidade de captações necessárias para abastecer os novos 7 pivôs das Fase 1 e Fase 2, com base em caudais de exploração de 50 l/s.

Comparação de caudais e furos		
Fase 1	320,3	m^3/h
Fase 2	909,7	m^3/h
Total	1.230,1	m^3/h
Nº de furos Fase 1	1,8	furos
Nº de furos Fase 2	5,1	furos
Total de furos	6,8	furos

Tabela 5. Coordenadas das captações por furo (F), pré-existentes, e das sondagens previstas (S), que darão origem a novas captações por furo na área dos pivôs (Datum Lisboa). Ver localização na 28, em Anexo.

M (m)	P (m)	Local
148832	197156	F1
149060	197230	F2
149418	196602	S1
149643	195880	S2
149170	195892	S3
148449	196143	S4
147935	196482	S5
147399	196574	S6
148094	197216	S7

9.2.1. Acompanhamento da sondagem S2 (RA1 na designação da empresa de sondagem) – Setembro 2020

Por questões práticas, foi decidido iniciar as sondagens pela sondagem S2 (ver posicionamento na Figura 28, em Anexo).

9.2.1.1. Equipamento utilizado

Foi utilizado o equipamento AGBO, equipamento de perfuração com rotação por circulação inversa.

9.2.1.2. Metodologia

O método utilizado para pesquisa e captação de águas subterrâneas foi a rotação com circulação inversa de lamas. A sequência de atividades foi:

- i. Localização exata do ponto de sondagem no campo (por razões práticas houve uma alteração no posicionamento da mesma em relação ao local previsto)
- ii. Perfuração
- iii. Execução da diagrafia elétrica
- iv. Definição do posicionamento dos tubos ralo
- v. Execução do revestimento da coluna
- vi. Inserção do pré-filtro de areão calibrado

- vii. Limpeza do furo com ar comprimido
- viii. Ensaio de caudal final com bomba submersível
- ix. Colocação do selo sanitário e da tampa de proteção.

A obra durou, no total, cerca de 4 semanas.

9.2.1.3. Perfuração

O método de perfuração utilizado foi o de rotação por circulação inversa de lamas, um pouco mais complexo relativamente à rotoperfuração com martelo no fundo de furo, sendo que as lamas descem diretamente do tanque até ao fundo do furo através do espaço compreendido entre a parede exterior das varas de perfuração e as paredes da sondagem. Posteriormente, a ascensão das lamas e dos detritos efetua-se pelo interior das varas que constituem a coluna de perfuração, com ajuda de ar comprimido, formando-se uma emulsão ar-lamas de menor densidade (Sterrett, 2007).

Através da perfuração foram alcançados 210 m de profundidade com o tricórnio de 17,5", tendo os primeiros 118 m sido alargados com o tricórnio de 20". Ao longo da perfuração foram recolhidas amostras das rochas a cada 2 m de profundidade (Figura 9). Cada vara tinha 6 m de comprimento. As amostras foram analisadas *in-situ*, podendo observar-se a sequência das litologias na Figura 14.



Figura 9. Testemunhos da sondagem (amostras das rochas) da sondagem S2.

Para manter em equilíbrio a densidade e a viscosidade exata das lamas no circuito da sondagem, utilizou-se bentonite, a qual aumenta a viscosidade e reduz o filtrado das lamas. A mistura das lamas com a água de perfuração foi feita num tanque de lamas (ver Figura 10). A evolução da viscosidade das lamas foi controlada através do viscosímetro e do funil de Marsh (Figura 10).



Figura 10. Tanque de lamas (à esquerda) e funil de Marsh (à direita).

9.2.1.4. Diagrafia elétrica

Trata-se de um método geofísico que regista continuamente vários parâmetros físicos das rochas, neste caso dentro da perfuração efetuada durante a sondagem. Em geral utiliza-se este método para caracterizar a litologia e porosidade das formações com resolução vertical da ordem dos 0,3 a 0,5 m através da medição da irradiação natural e induzida (Braga, 2000).

Uma sonda multiparamétrica foi então inserida do furo de pesquisa, tendo a cabine de controlo ficado posicionada a cerca de 10 m de distância do furo (ver Figura 11). Neste caso, a sonda permitiu a medição dos seguintes parâmetros:

- Temperatura ($^{\circ}\text{C}$);
- Resistividade de ponto único, regista a resistência elétrica entre pontos dentro do furo e um eléctrodo enterrado à superfície do terreno (Ω);
- Resistividade elétrica N16, medição da resistividade no ponto (Ω/m), próximo da parede do furo;

- Resistividade elétrica N64, medição da resistividade numa normal de 16” relativamente à sonda, mais afastado da parede do furo (Ω/m);
- Radiação gama natural, deteção da radiação gama natural das formações (API);
- SP – Potencial espontâneo, medição da diferença de potencial natural entre camadas (mV).

Em geral, a resistividade aumenta com o aumento do tamanho do grão e diminui com o aumento do diâmetro do poço, densidade das fraturas e concentração de sólidos dissolvidos da água. Os perfis de resistividade de ponto único são úteis na determinação da litologia, qualidade da água e localização de zonas de fratura. Para fazer a medição da resistividade de ponto único, foi cravada uma vara metálica no terreno, zona que foi encharcada em água para obter um melhor contacto com o terreno.



Figura 11. Inserção da sonda multiparamétrica (à esquerda) e cabine de comando das diagrfias (à direita).

O método diagráfico foi realizado a partir da base do furo até a superfície, numa velocidade de 5 m/min. Os resultados destas medições são vistos em tempo real na cabine de comando e daí resultam os gráficos finais para análise do perfil do furo (ver exemplo de uma parte na Figura 12).

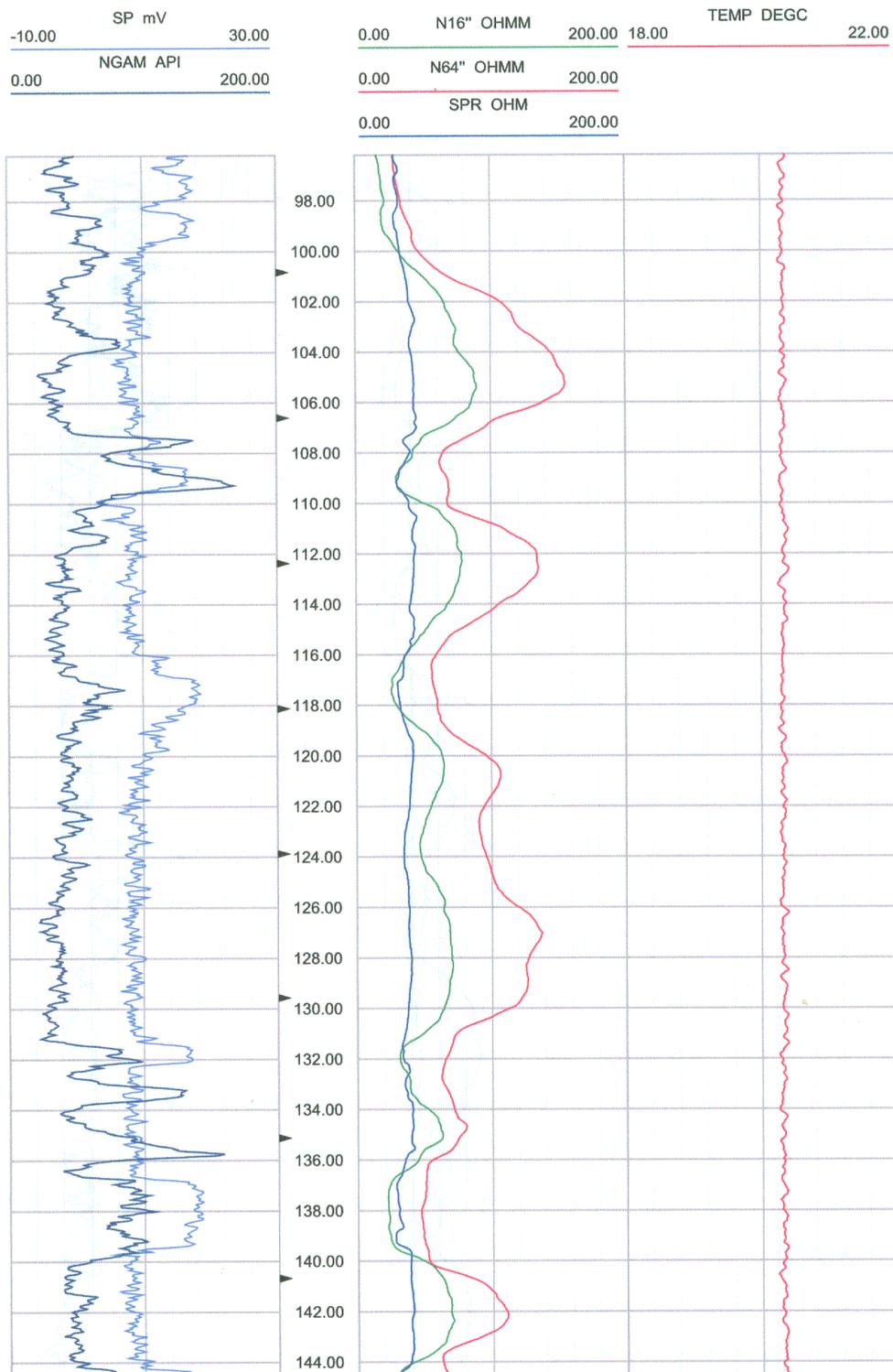


Figura 12. Exemplo de uma parte do perfil da diagrafia da sondagem S2 (captação RA1).

9.2.1.5. Revestimento da coluna

Os resultados da diagrafia, em conjugação com a litologia, permitiu definir o posicionamento dos tubos-ralo na coluna de revestimento da captação (ver Figura 13). Estes foram colocados onde a diagrafia mostrava camadas com valores mais elevados de resistência elétrica, e onde esses dados coincidiam com as amostras geológicas mais arenosas recolhidas ao longo da perfuração. Como se pode ver na Figura 13, em esboço de campo, os tubos-ralo foram colocados a partir dos 111 m para baixo. O perfil vertical final da captação RA1 pode ser visto na Figura 14.

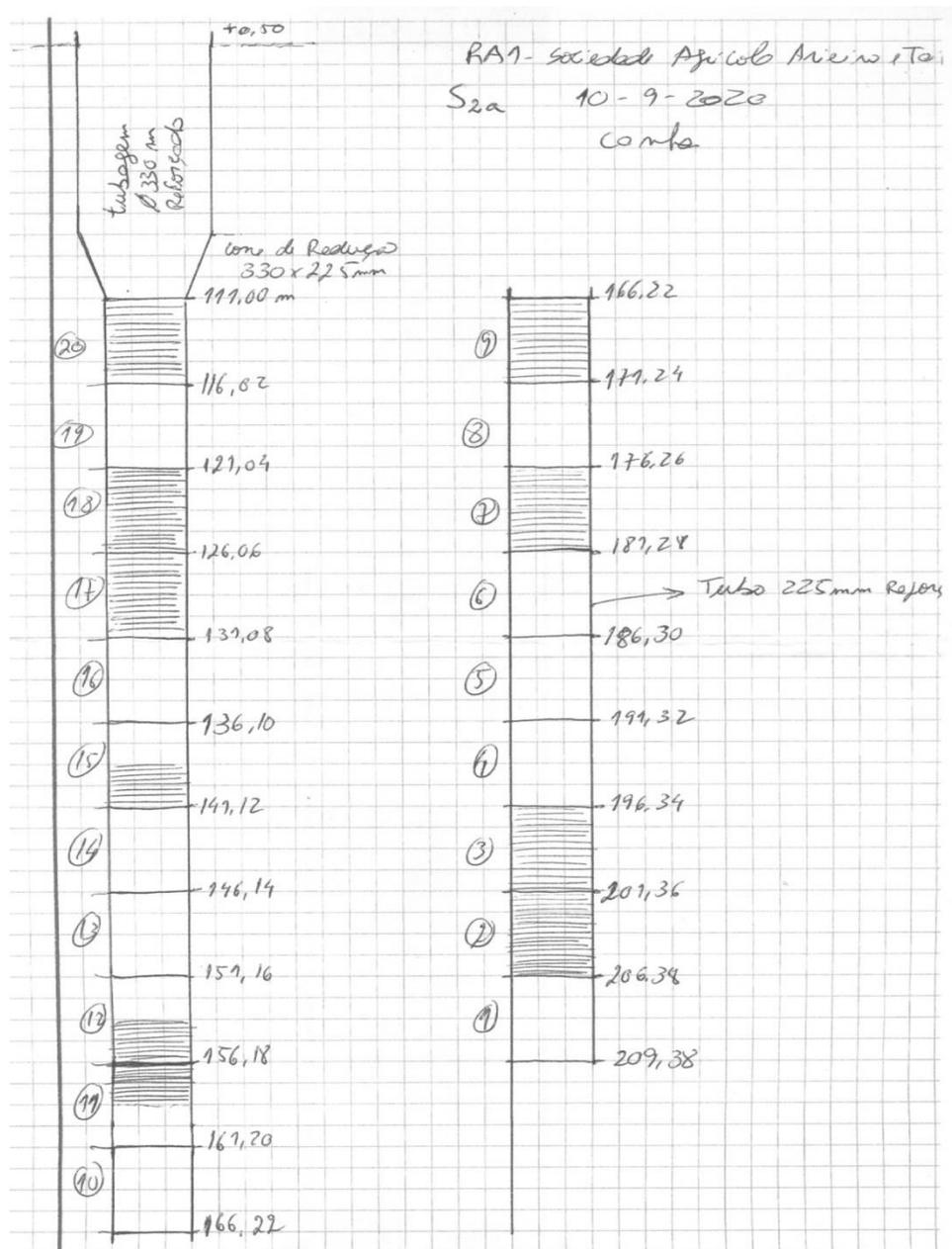


Figura 13. Definição, no campo, do posicionamento dos tubos-ralo na coluna de revestimento.

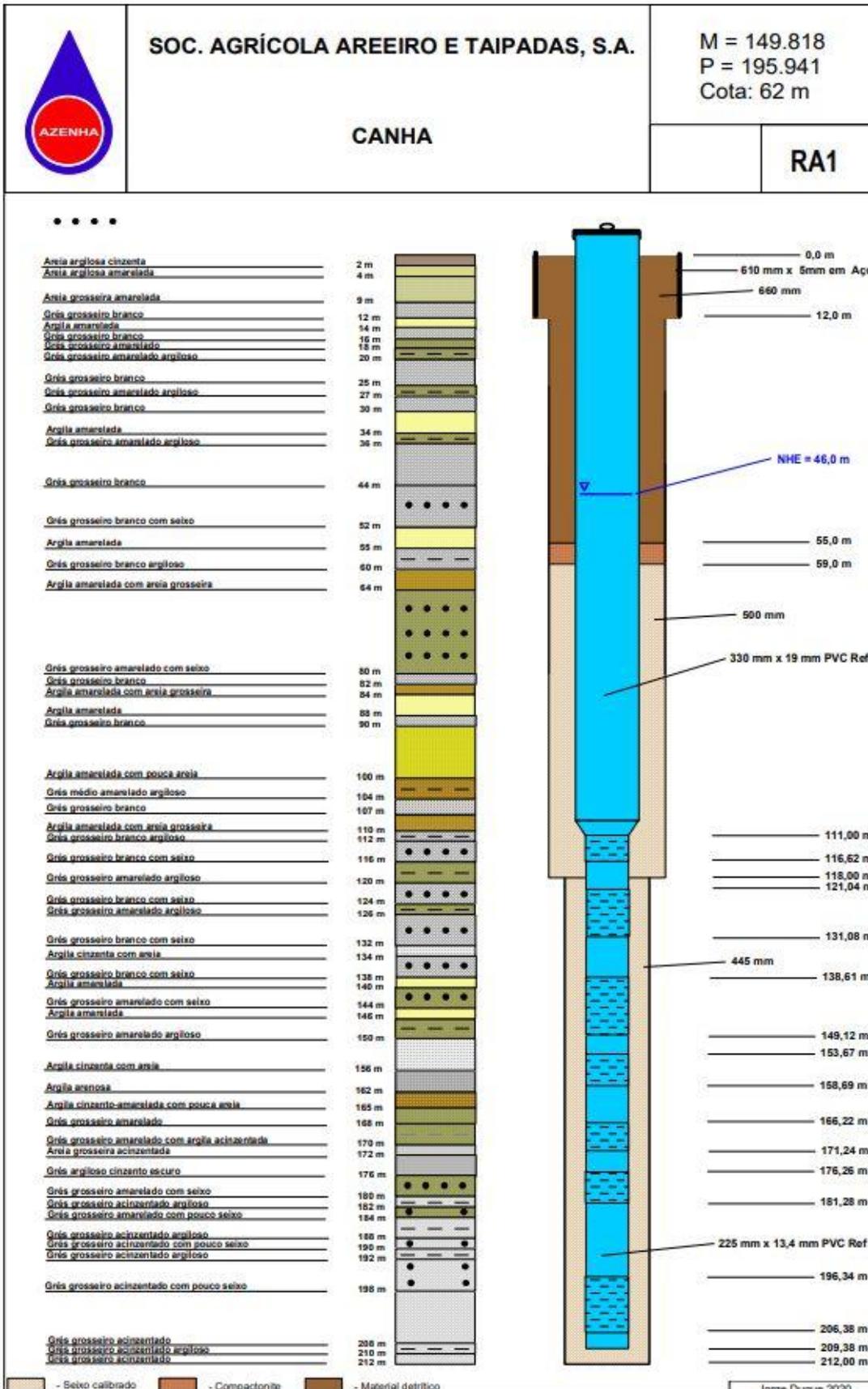


Figura 14. Perfil litológico (à esquerda) e perfil técnico (à direita) da sondagem S2 (captação RA1).

A coluna de revestimento consistiu num tubo de PVC de 330 mm dos 0 aos 108 m de profundidade. Dos 108 aos 111 m colocou-se um cone de redução em PVC e, dos 111 até aos 209,38 m, a captação foi revestida com tubo em PVC de 225 mm (Figura 15). A bomba submersível será colocada dentro da tubagem de maior dimensão, logo sempre acima dos 108 m, sempre acima da zona dos tubos-ralo.



Figura 15. Tubos de PVC georoscados.

Dos 59 aos 210 m de profundidade foi também inserido seixo calibrado entre o tubo de revestimento e as paredes do furo, para fazer o pré-filtro da água que entra no furo de captação. Dos 55 aos 59 m de profundidade o furo foi isolado com compactonite, e, dos 55m para cima, foi isolado com material detrítico areno-argiloso.

9.2.1.6. Limpeza da captação

A limpeza e desenvolvimento da captação foi efetuada com sistema de ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão.

9.2.1.7. Ensaio de caudal

O ensaio a caudal constante de 50 l/s (ver Figura 16) decorreu com base no nível hidroestático (NHE) medido de 46 m, tendo atingido o nível hidrodinâmico de 59,94 m, praticamente estabilizado, após 1440 minutos de ensaio. A recuperação dos níveis após desligar a bomba atingiu um nível superior ao valor inicial, após 19 h de paragem (45,10 m), o que significa que o valor inicial não estaria em equilíbrio.

Representação Gráfica do Ensaio de Caudal ao Furo RA1

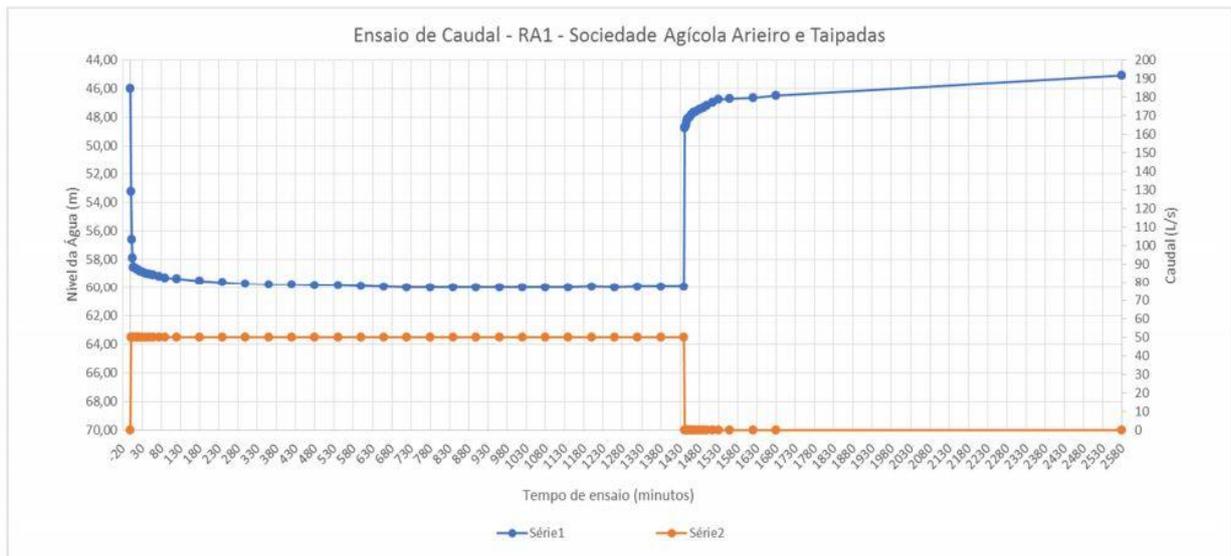


Figura 16. Ensaio de caudal na captação RA1.

9.2.1.8. Selo sanitário e tampa de proteção

O furo de captação foi selado com calda de cimento e a captação foi protegida com tampa amovível, de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a deterioração da água subterrânea. O tubo de isolamento ficou 0,50 m acima do solo.

9.2.2. Sondagem S1 (RA2 na designação da empresa de sondagem)

A segunda sondagem a ser realizada foi a S1 (ver posicionamento na Figura 28, em Anexo).

9.2.2.1. Materiais e equipamentos utilizados para a marcação do ponto de pesquisa no campo

Para a localização no campo do ponto de pesquisa S1 utilizaram-se os materiais indicados na Tabela 6.

Tabela 6. Material e equipamento utilizados na marcação do local da sondagem.

Nº.	Descrição do material	Quantidade	Observação
1	GPS garmin 62	1	
2	Fita refletora		Sinalização visível
3	Esferográfica	1	
4	Bloco de notas	1	
5	Martelo de mão	1	
6	Estaca de madeira de 50 cm	1	
7	Telemóvel	1	Para captura de imagens

Para a realização da sondagem e captação de águas subterrâneas foi utilizado o equipamento AGBO, equipamento de perfuração por rotação com circulação inversa (Figura 17).

9.2.2.2. Metodologia de trabalho

A localização das pesquisas e a definição da profundidade e dimensionamento da mesma foi baseada nos aspetos geológicos e hidrogeológicos e no conhecimento que já havia do aquífero, através da literatura, da cartografia e da análise do relatório do furo F2 já existente na propriedade. A localização exata foi também condicionada pela localização dos pivôs mecânicos e foi também realocada por razões técnicas de acesso ao local inicialmente previsto.



Figura 17. Equipamento de sondagem mecânica utilizado para a sondagem à rotação com circulação inversa de lamas.

De notar que a atividade de marcação da pesquisa foi acompanhada, mas, devido à epidemia de COVID no início do ano de 2020, a atividade de sondagem e captação de águas subterrâneas já não foi acompanhada no terreno pelo estagiário. Ainda assim, os resultados dessa sondagem foram sendo enviados e a os resultados da captação foram sendo fornecidos pela Empresa Renato Azenha – Sondagens e Captação de Águas, sendo a sondagem acompanhada à distância através das informações e documentos que eram enviados pela empresa.

Na marcação da pesquisa, chegados ao terreno, estavam lá os operadores das máquinas e um hidrogeólogo numa longa conversa em prol do melhor local para marcar a pesquisa (Figura 18), tendo sido considerados os seguintes aspetos: o posicionamento do contentor, da máquina de sondagem e do tanque das lamas. Todos esses aspetos foram avaliados para seleção do melhor local. Foi cravada uma estaca de madeira (Figura 18) como sinalização da área a sondar, também se passou uma fita listra refletora sobre a estaca, com o fim de tornar o sinal ainda mais visível. A marcação da sondagem inicial foi alterada para uma distância de algumas dezenas de metros da posição original, porque um caminho que passava junto ao ponto inicialmente previsto foi, entretanto, fechado com uma cerca e o equipamento de sondagem, muito pesado, não tinha condições de se dirigir ao local inicial. Como o aquífero é horizontal e muito extenso, esta alteração não significou qualquer problema em termos da expectativa de captação de águas subterrâneas.



Figura 18. Equipe de técnicos no campo (à esquerda) e cravação de estaca (à direita).

Depois de ter sido marcado o ponto exato para realização da sondagem, extraíram-se novas coordenadas pelo GPS.

9.2.3. Resultados da captação

Neste capítulo são apresentados os resultados do furo de captação RA2 (sondagem S1), como a litologia, o perfil da diagrafia executada ao furo e o gráfico do ensaio de caudal executado no final da execução da captação

9.2.3.1. Perfil litológico

A sondagem atingiu os 210 m de profundidade, e foi perfurada a 500 mm de diâmetro até aos 144 m e a 445 mm até aos 210 m. Foi depois entubada, até aos 84,50 m, com tubo de PVC fechado de 330 mm. Entre os 84,50 e os 86,47 m foi colocado um cone de redução, a que se seguiu um entubamento em PVC com 225 mm de diâmetro até aos 205,95 m (ver Figura 19).

O perfil litológico mostra muita alternância, com a identificação da ocorrência de grés e argilas (ver Figura 19).

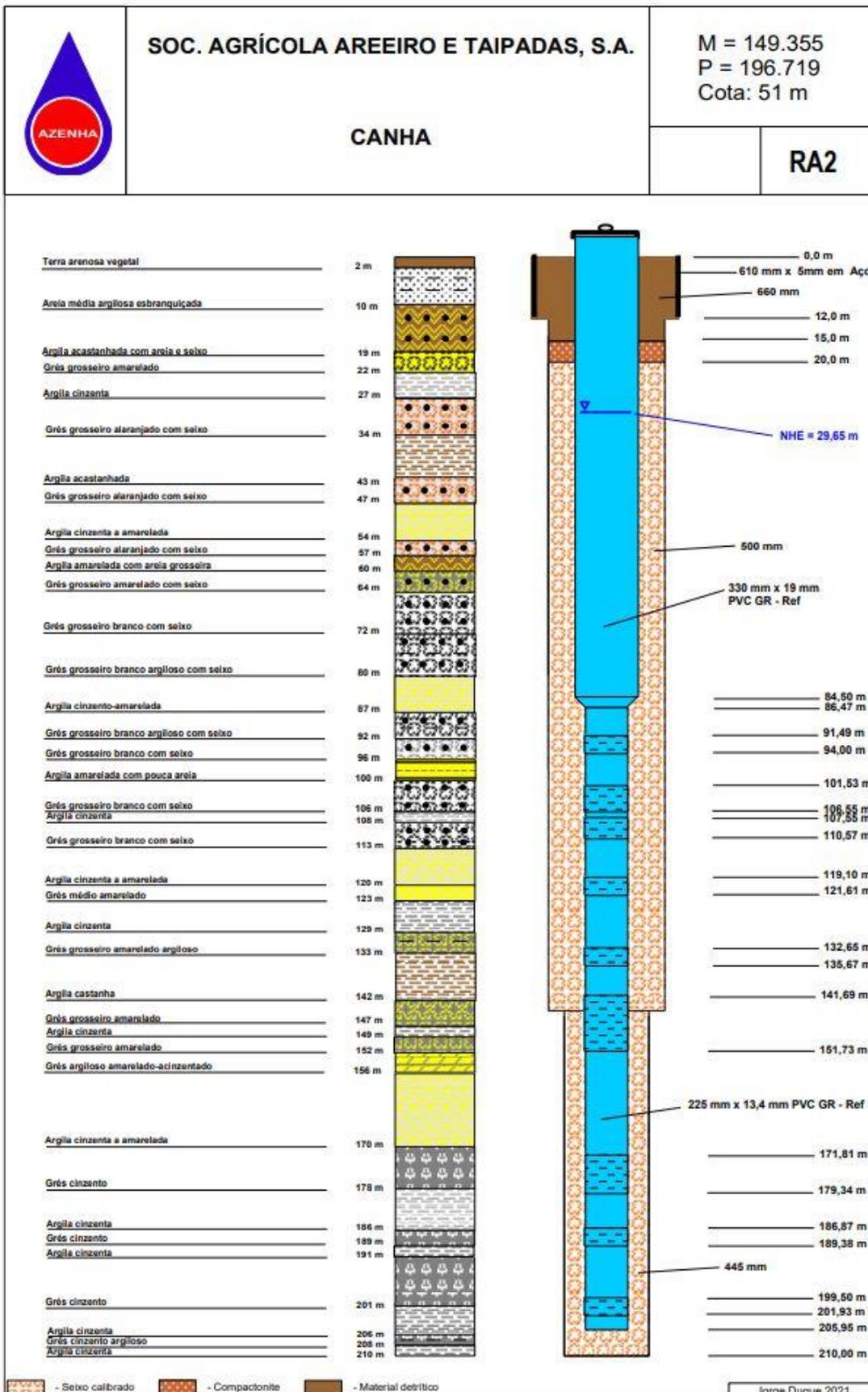


Figura 19. Perfil litológico (à esquerda) e perfil técnico (à direita) da sondagem S1 (captação RA2).

9.2.3.2. Diagrafia do furo

A diagrafia do furo (pequeno extrato na Figura 20) foi efetuada durante 35 minutos, dos 208 m de profundidade até à superfície. Esta sonda contém vários sensores, já explicados na descrição da sondagem anterior.

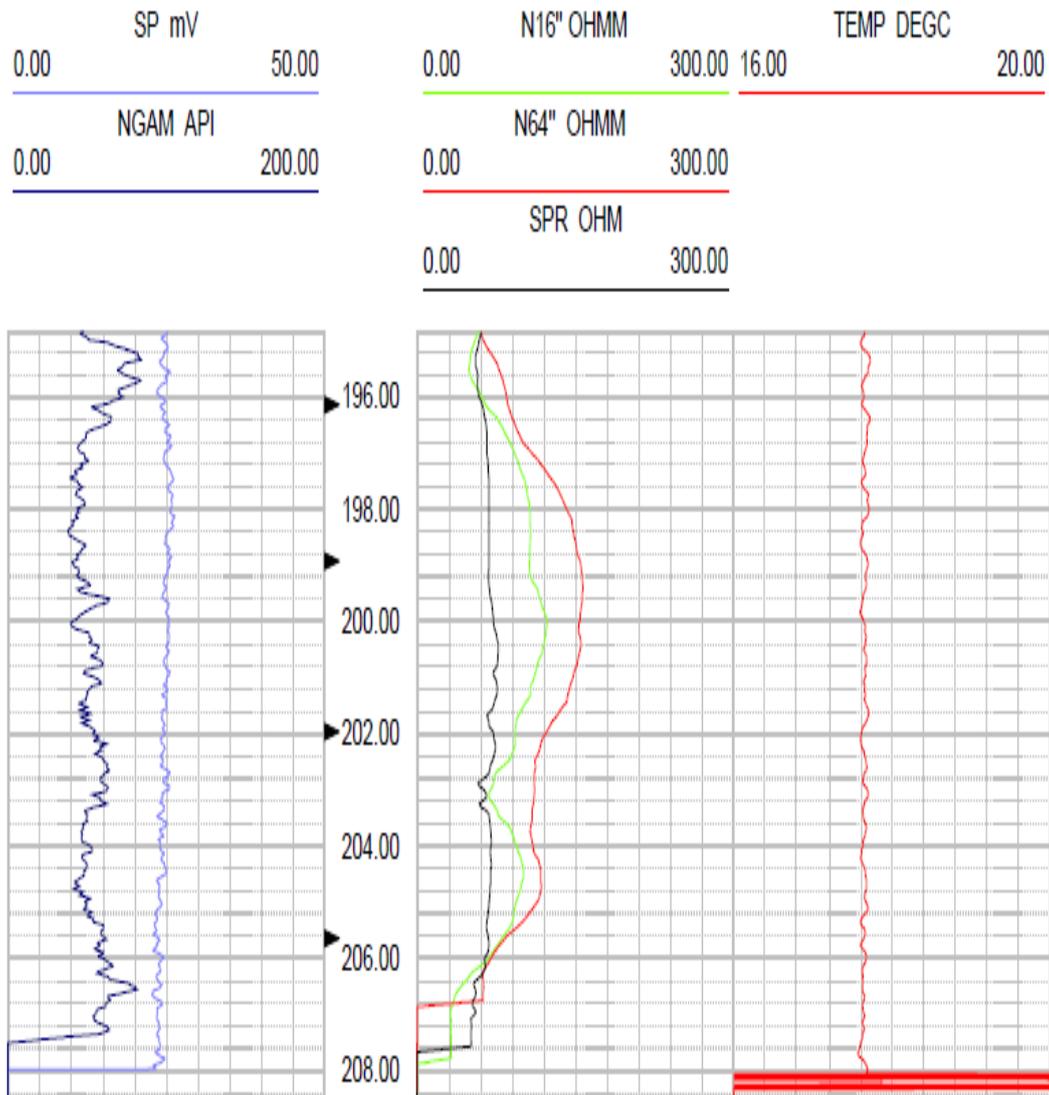


Figura 20. Gráfico ilustrativo da sondagem geofísica da captação RA2.

9.2.4. Ensaio de caudal

Os resultados do ensaio de caudal (Figura 21) mostrou pouca variação no que diz respeito ao nível hidrodinâmico, situando-se este entre 30 e 37 m. À medida que o tempo ia passando, os rebaixamentos atingiram o seu pico de cerca de 10,23 m. Este processo verificou-se até aos 1440 minutos, quando o rebaixamento passou a ser de 0 m por hora,

com um pico máximo do caudal registado de cerca de 54 L/s. Após o ensaio de bombeamento, desligou-se a bomba submersível, tendo o caudal extraído passado a 0 l/s até se completar o ciclo do ensaio, ou seja, finalizada a medição da recuperação de níveis.

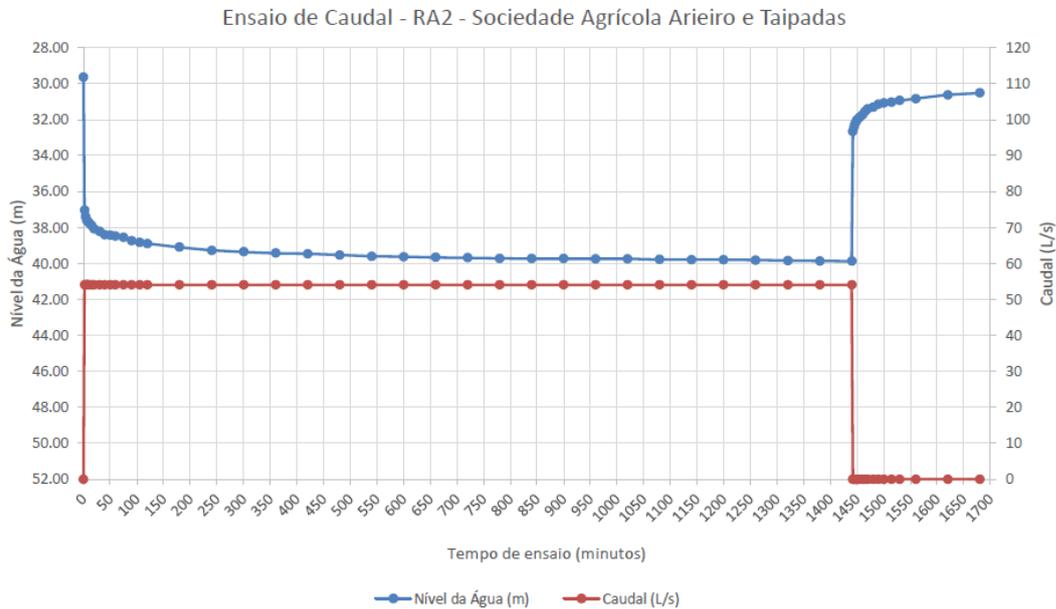


Figura 21. Ensaio de caudal do furo de captação RA2.

9.2.5. Sondagem S4 (RA3 na designação da empresa de sondagem)

A terceira sondagem a ser realizada foi a S4 (ver posicionamento na Figura 28 em Anexo), transformada depois em captação RA3.

A sondagem atingiu 210 m. de profundidade, e foi perfurada a 500 mm de diâmetro até aos 115 m e a 445 mm até aos 210 m. Foi depois entubada, até aos 89,50 m com tubo de PVC fechado de 330 mm. Entre os 89,50 e os 91,50 m foi colocado um cone de redução, a que se seguiu um entubamento em PVC com 225 mm de diâmetro até aos 206,96 m (ver Figura 22).

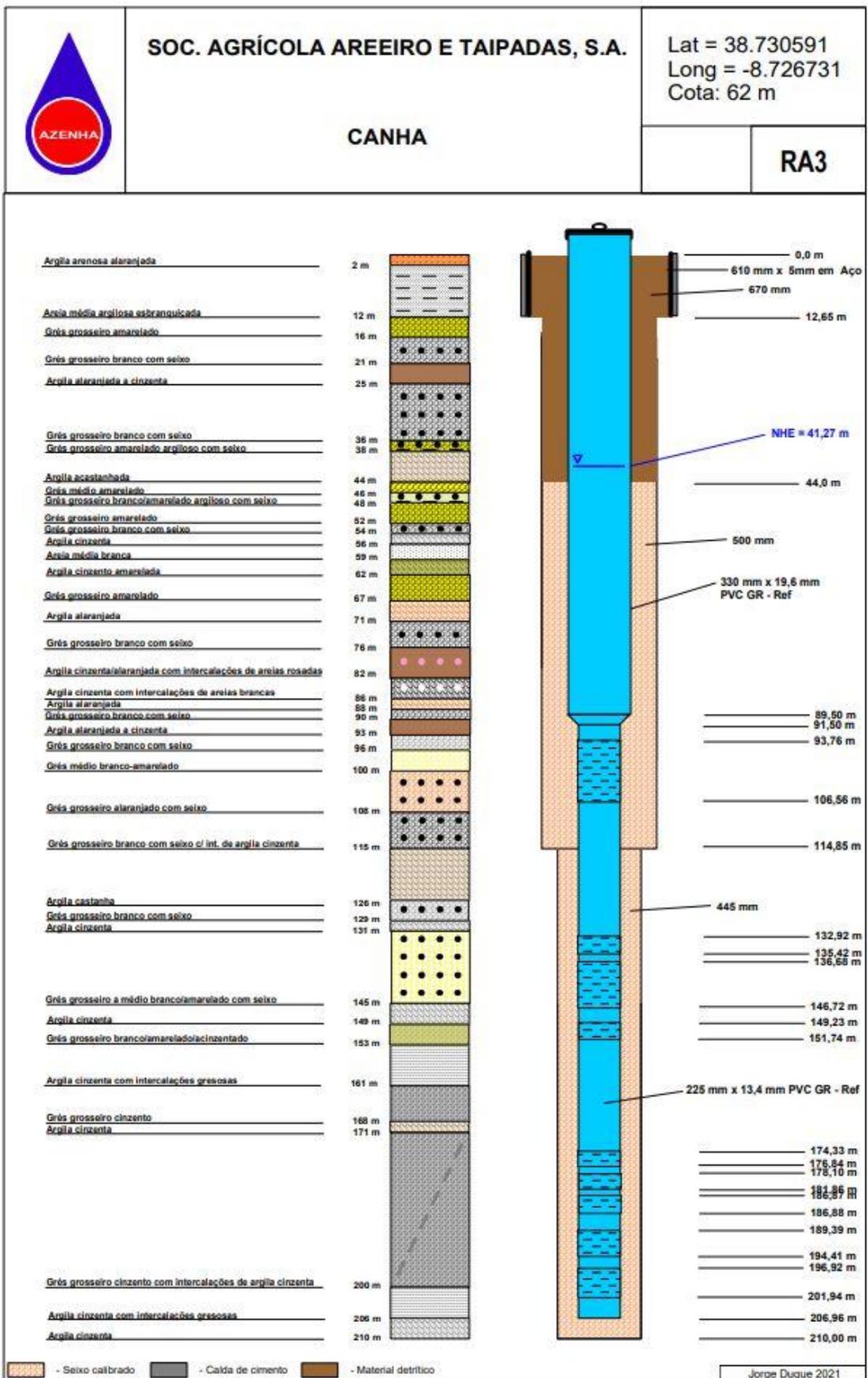


Figura 22. Perfil litológico (à esquerda) e perfil técnico (à direita) da sondagem S4 (captação RA3).

A diagrafia do furo foi efetuada a partir da base da perfuração (ver uma parte do extrato na Figura 23). Esta sonda contém vários sensores, já explicados na descrição das sondagens anteriores.

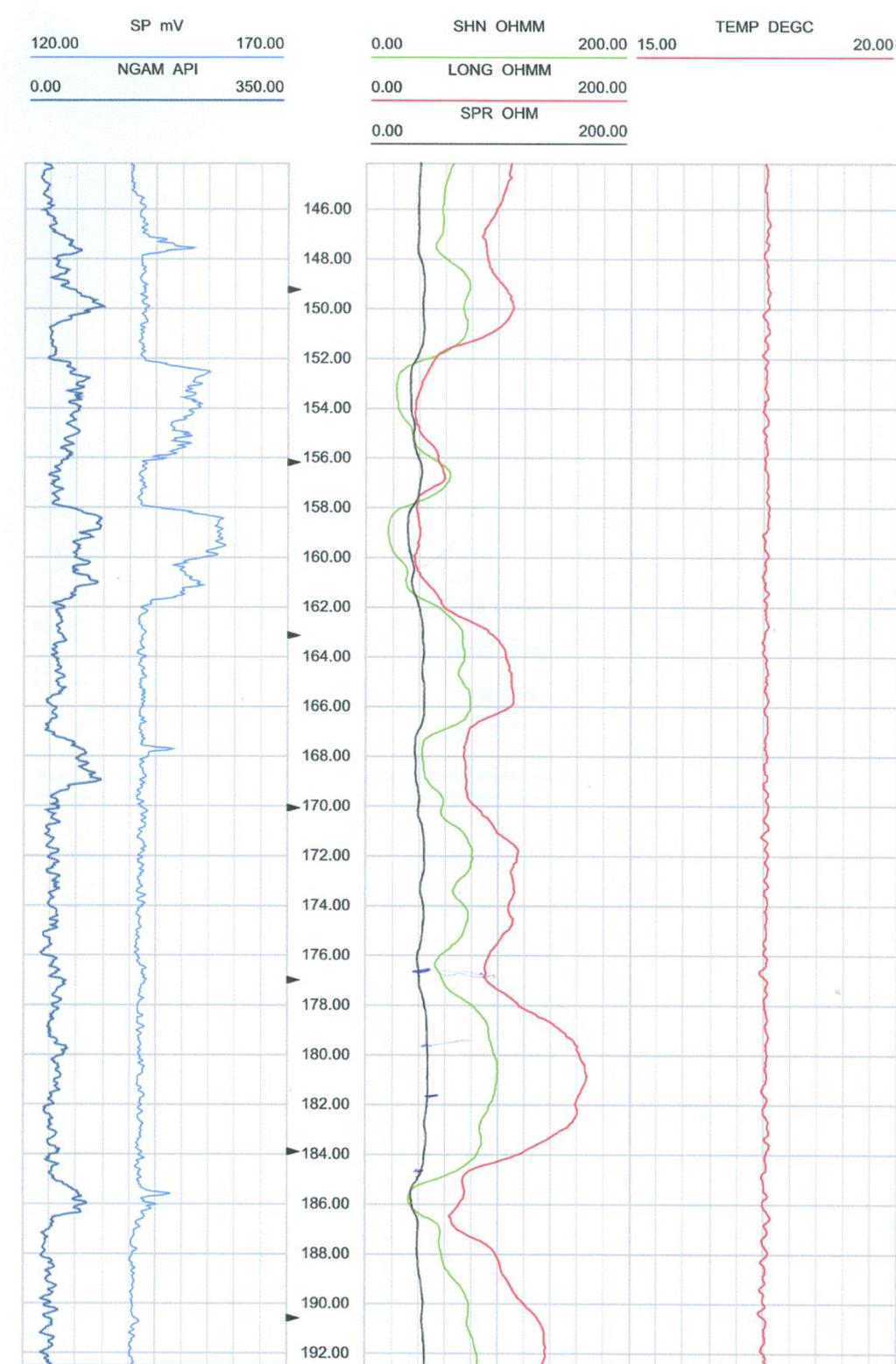


Figura 23. Gráfico ilustrativo da sondagem geofísica da captação RA3.

O ensaio de caudal (ver Figura 24), com caudal de extração 50 l/s, decorreu com base no nível hidroestático (NHE) medido de 41,70 m, tendo atingido o nível hidrodinâmico de 48 m, após 1440 minutos de ensaio.

Representação Gráfica do Ensaio de Caudal ao Furo RA3

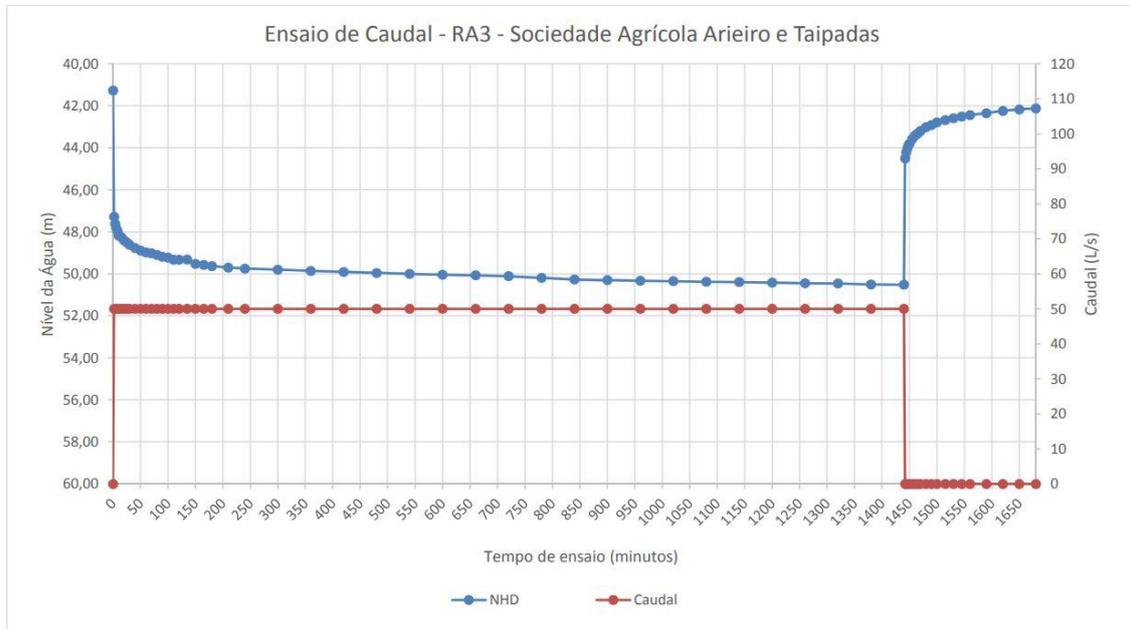


Figura 24. Ensaio de caudal do furo de captação RA3.

9.2.6. Sondagem S3 (RA4 na designação da empresa de sondagem)

A quarta sondagem a ser realizada foi a S3 (ver posicionamento na Figura 28, em Anexo), transformada depois em captação RA4.

A sondagem atingiu 210 m. de profundidade, e foi perfurada a 500 mm de diâmetro até aos 118 m e a 445 mm até aos 210 m. Foi depois entubada, até aos 84,50 m, com tubo de PVC fechado de 330 mm. Entre os 84,50 e os 86,50 m foi colocado um cone de redução, a que se seguiu um entubamento em PVC com 225 mm de diâmetro até 201,50 m (ver Figura 25).

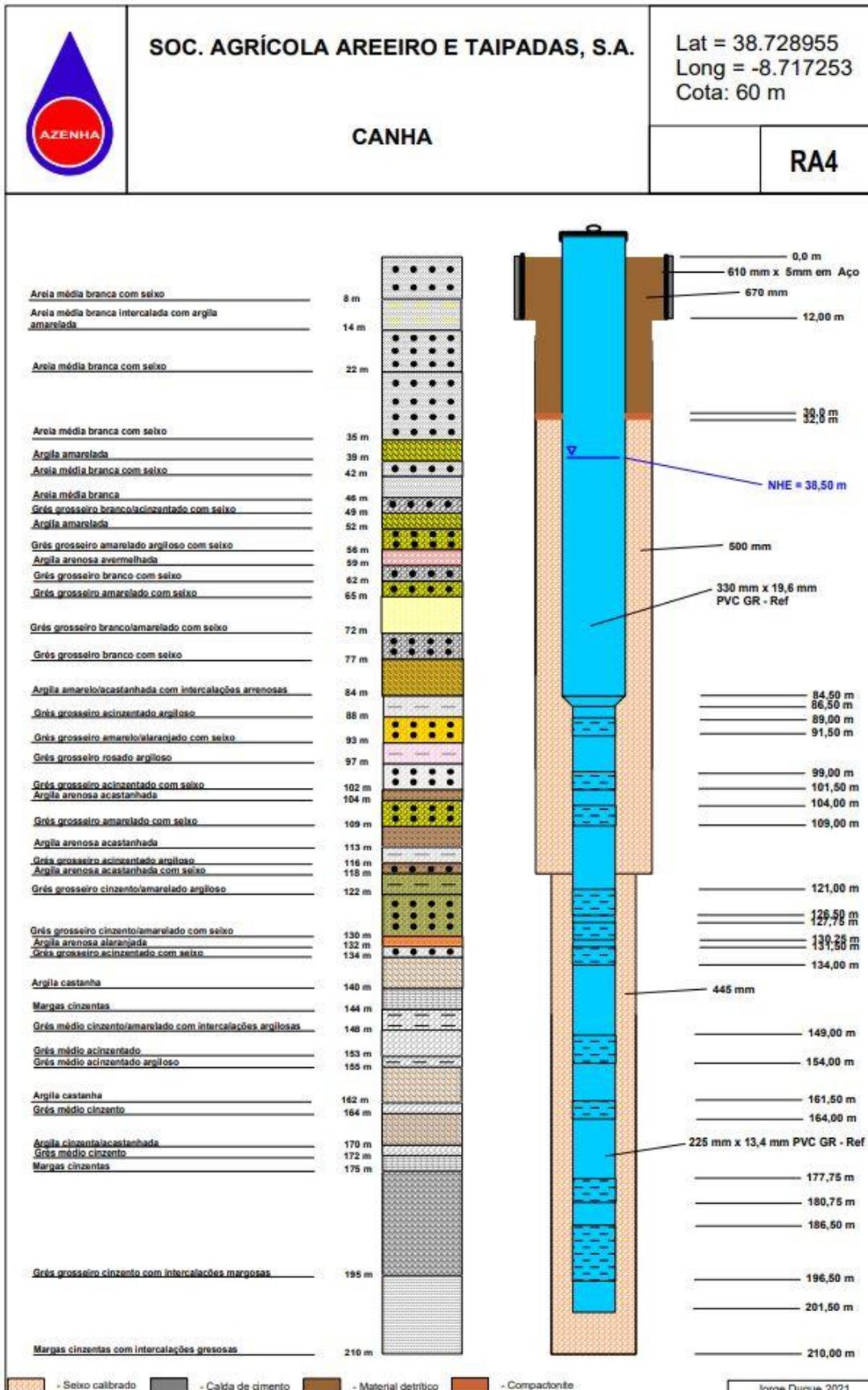


Figura 25. Perfil litológico (à esquerda) e perfil técnico (à direita) da sondagem S3 (captação RA4).

A diagrafia do furo foi efetuada a partir da base da perfuração até ao topo (ver extrato de um setor da diagrafia na Figura 26). Esta sonda é constituída por vários sensores, já explicados na descrição das sondagens anteriores.

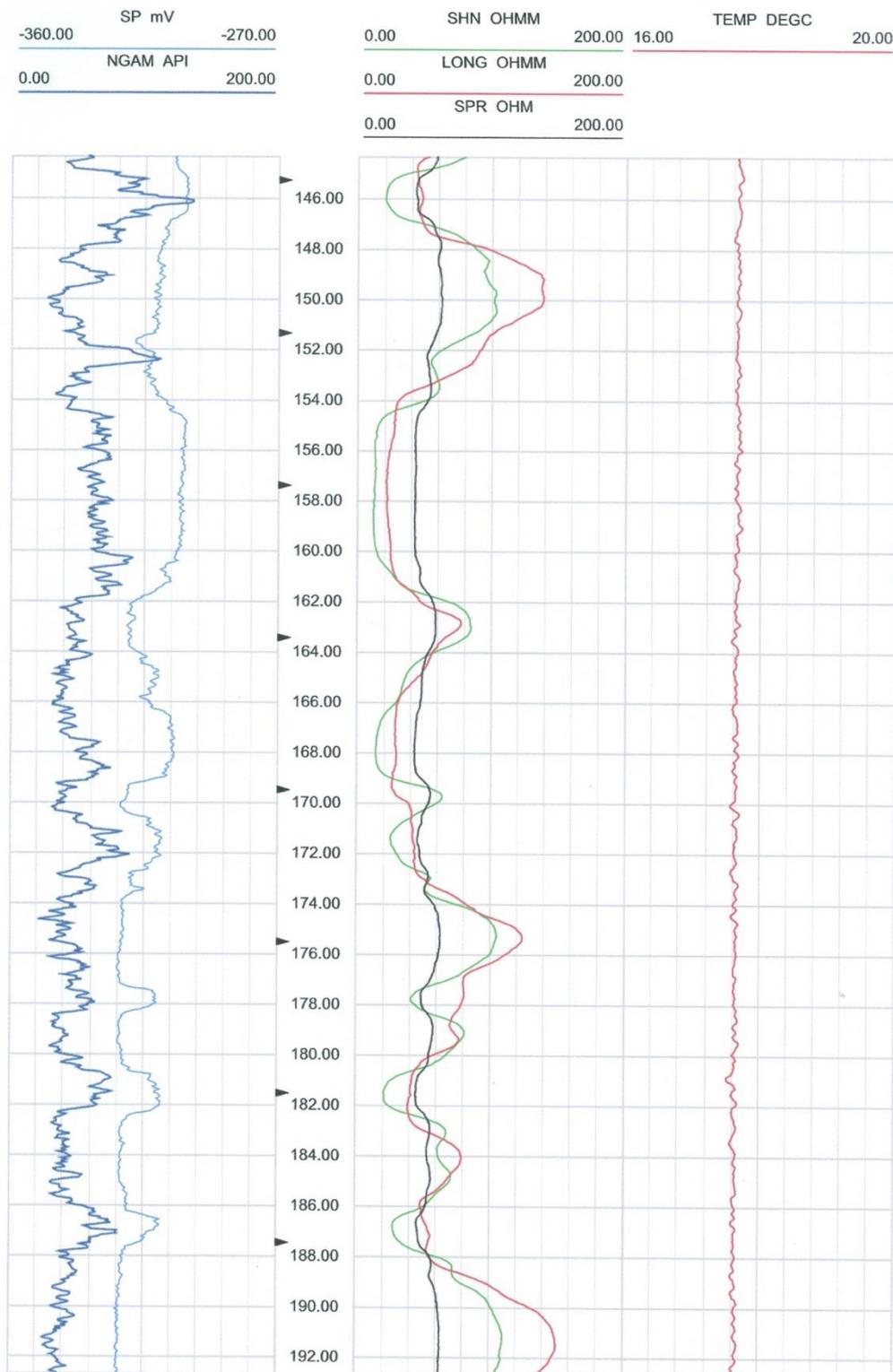


Figura 26. Gráfico ilustrativo da sondagem geofísica da captação RA4.

O ensaio de caudal (ver Figura 27), com caudal de extração 49,80 l/s, decorreu com base no nível hidroestático (NHE) medido de 39,90 m, tendo atingido o nível hidrodinâmico de 52 m, após 1440 minutos de ensaio.

Representação Gráfica do Ensaio de Caudal ao Furo RA4

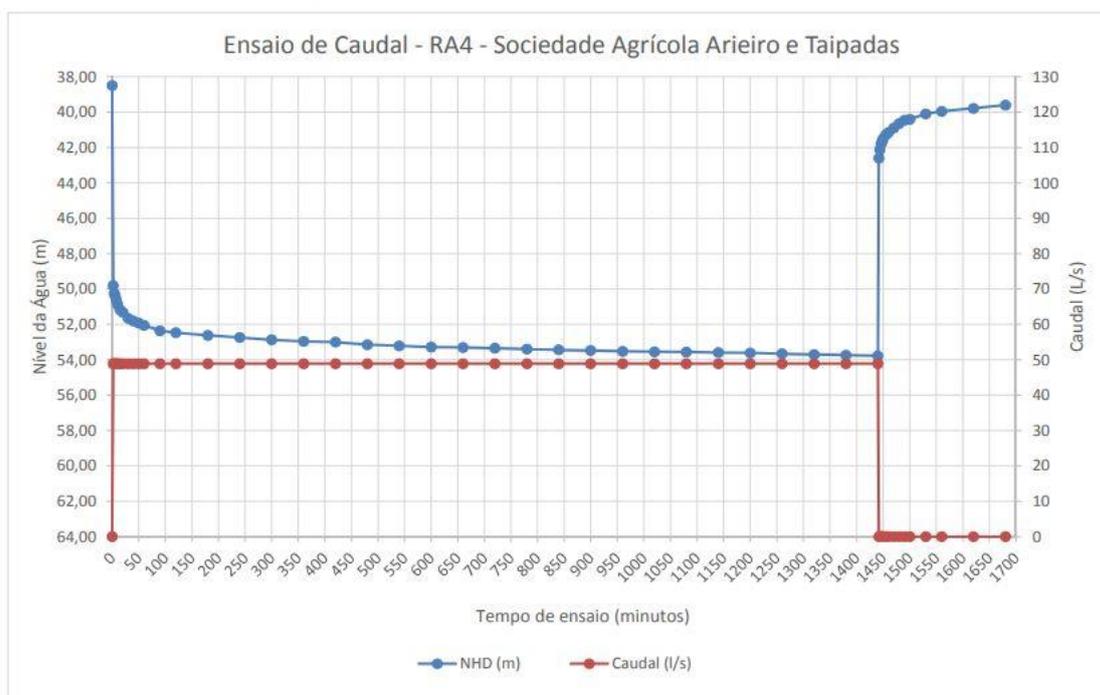


Figura 27. Ensaio de caudal do furo de captação RA4.

9.2.7. Referências finais

Através das atividades de sondagem e captação de águas subterrâneas realizadas na propriedade do Areeiro e Taipadas foi possível transformar 4 pesquisas em captações (RA1 a RA4). Os caudais de exploração deverão ser de 50 l/s, sendo uma quantidade de água muito satisfatória e compatível com as necessidades requeridas pelo proprietário.

9.2.8. Recomendação

Recomenda-se que sejam instalados piezómetros para o controlo da evolução dos níveis do aquífero onde foram efetuados os furos.

9.2.9. Referências bibliográficas

Almeida, C. Mendonça, J. Jesus, M. Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal. Portugal

Braga, A. (2000). Métodos Geofísicos Aplicados a Hidrogeologia. Universidade estadual paulista. Brasil

GGT 2020. Estudo de Impacte Ambiental do Projeto Propriedade do Areeiro, Canha, Montijo - Relatório de Síntese. Sociedade Agrícola Areeiro e Taipadas, SA, execução GGT - Gabinete de Planeamento e Gestão do Território, Lda, 263 p.

PDM Montijo 2011. 1ª Revisão do Plano Diretor Municipal de Montijo. Análise e Diagnóstico, Estudos de Caracterização, Volume II – Caracterização Biofísica e Estado do Ambiente, 129 p.

Pereira DI, Pereira P, Santos L, Silva J. (2014). Unidades Geomorfológicas de Portugal Continental. Revista Brasileira de Geomorfologia, 15 (4), 567-584.

PGBH-RH5 2016a. Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016, Parte 2 – Caracterização e diagnóstico. Região Hidrográfica do Tejo e ribeiras do Oeste (RH5), Agência Portuguesa do Ambiente.

PGBH-RH5 2016b. Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016, Parte 2 – Caracterização e diagnóstico – Anexos. Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5), Agência Portuguesa do Ambiente.

Ribeiro A, Antunes MT, Ferreira MP, Rocha RB, Soares AF, Zbyszewski G, Moitinho de Almeida F, Carvalho D, Monteiro D. (1979). Introduction à la Géologie Générale du Portugal. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

SNIRH 2020. Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos, APA-Ambiente.

Sterrett, R. (2007). Groundwater and Wells. A comprehensive guide for the design, installation, and maintenance of a water. 3rd Edition. New Brighton

9.2.10. Anexo do Relatório 2

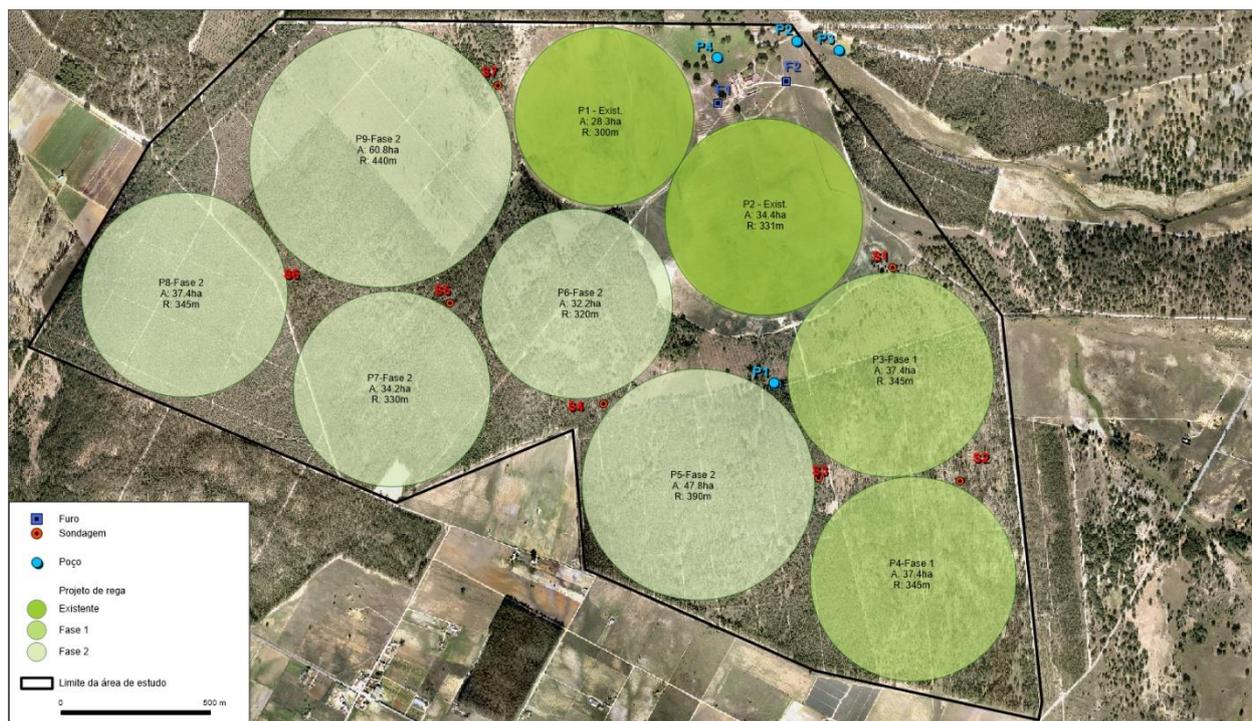


Figura 28. Localização dos pivôs existentes e projetados, das captações de água subterrânea existentes (poços e furos) e das captações projetadas (7 sondagens) no âmbito deste Projeto.

9.3. Relatório 3: Estudo de reconhecimento hidrogeológico em Silveiras, concelho de Montemor-o-Novo

29 DE OUTUBRO DE 2020

9.3.1. Introdução

Reconhecimento é o ato de observação detalhada de certos pormenores. No caso da hidrogeologia, o reconhecimento de campo é muito importante para identificar e caracterizar previamente os elementos ali existentes, os quais ajudarão a tomar medidas ou decisões sobre pontos a pesquisar e captar águas subterrâneas. Realizou-se um estudo de reconhecimento hidrogeológico em Silveiras.

9.3.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho foi fazer um reconhecimento e levantamento hidrogeológico na zona de Silveiras, concelho de Montemor-o-Novo, para a Câmara Municipal de Montemor-o-Novo.

9.3.3. Zona de estudo e problemática

A povoação de Silveiras (Figura 1) é uma antiga freguesia portuguesa do concelho de Montemor-o-Novo com 102,58 km² de área, e é abastecida através das captações de água subterrânea.

Silveiras é caracterizada por grandes variações morfológicas, verificando-se terrenos planos e planaltos. Em termos climatológicos as zonas com elevações maiores contribuem bastante para a ocorrência de precipitações proporcionando recarga aos aquíferos ali existentes. A zona de Silveiras é constituída por formações geológicas fraturadas, onde a água subterrânea circula através dessas mesmas fraturas. As captações privadas e públicas existentes em Silveira apresentam caudais de aproximadamente 3 l/s.

Na mesma Figura 1 estão identificadas as 3 captações que constituem o sistema de abastecimento de água a Silveiras (a azul). Nessa mesma figura está também localizado o depósito elevado que abastece a população (tanque) e estão localizadas (a amarelo) 4 sondagens que foram marcadas num estudo hidrogeológico anterior. No entanto, estas

sondagens estão marcadas num terreno onde não existe autorização do proprietário para as executar. Daí a necessidade de, neste estudo, realocar as sondagens.



Figura 1. Zona de estudo e rede de captação.

Aquando da realização do estudo, as captações apresentavam alguns sinais de poderem eventualmente, num futuro próximo, já não cumprir os seus objetivos. Na altura a situação não era ainda preocupante, mas este estudo teve como intenção prevenir que não há ruturas nos abastecimentos no futuro. A origem do problema poderá ser uma exploração de água que possa vir a ultrapassar a capacidade de produção das captações, associada eventualmente a uma menor recarga do aquífero, em função das alterações climáticas.

A Tabela 1 e a Figura 2 mostram os volumes de água de abastecimento a partir das atuais captações (ABL1 e ABL3 são furos, PFT1 é um poço). Aqui pode ver-se que os volumes captados até tiveram uma ligeira redução ao longo dos últimos anos (de 2014 a 2020), pelo que a explicação para o problema não pode estar num aumento dos consumos.

Tabela 1. Valor dos caudais extraídos nas captações no sistema de Silveiras.

m ³ /ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ABL1	8040	8547	7763	7495	8948	9136	9256	8998
ABL3	12469	11536	10513	10772	10792	10552	8588	9308
PFT1	1040	420	994	630	939	487	624	1490
Total	21549	20503	19270	18897	20679	20175	18468	19796
Total registado	21549	20042	18507	18780	20595	19875	18468	19741

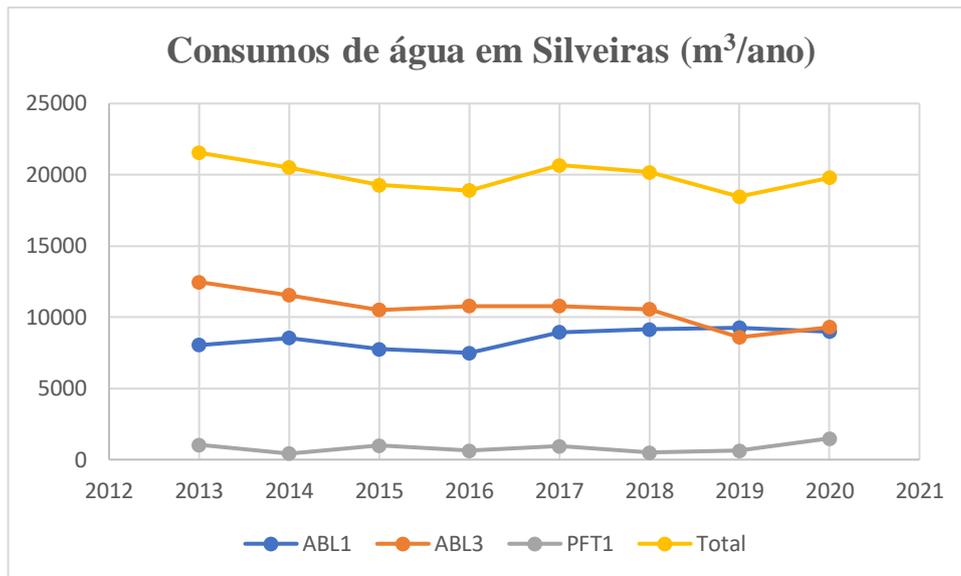


Figura 2. Gráfico dos caudais anuais extraídos nas captações do sistema de Silveiras.

9.3.4. Geologia e hidrogeologia do local

Segundo Almeida et al. (2000), a povoação de Silveiras encontra-se integrada na unidade hidrogeológica designada por Maciço Antigo, especificamente no aquífero do Escoural, uma área de produtividade superior à média do sector pouco produtivo do Maciço Antigo. A hidrogeologia desta região é caracterizada por uma grande fracturação das rochas granitóides, xistos e grauvaques afetados por metamorfismo intensivo. Essas fraturas chegam a atingir uma espessura que pode atingir mais de 50 m.

De acordo com o a folha 35-D (Figura 2), a presente zona de estudo é composta por formações geológicas do substrato hercínico, da zona de Ossa-Morena, nomeadamente micaxistos e paragnaisses e anfibolitos subordinados pertencentes ao protezóico superior (Zbyszewski & Veiga Ferreira, 1968).

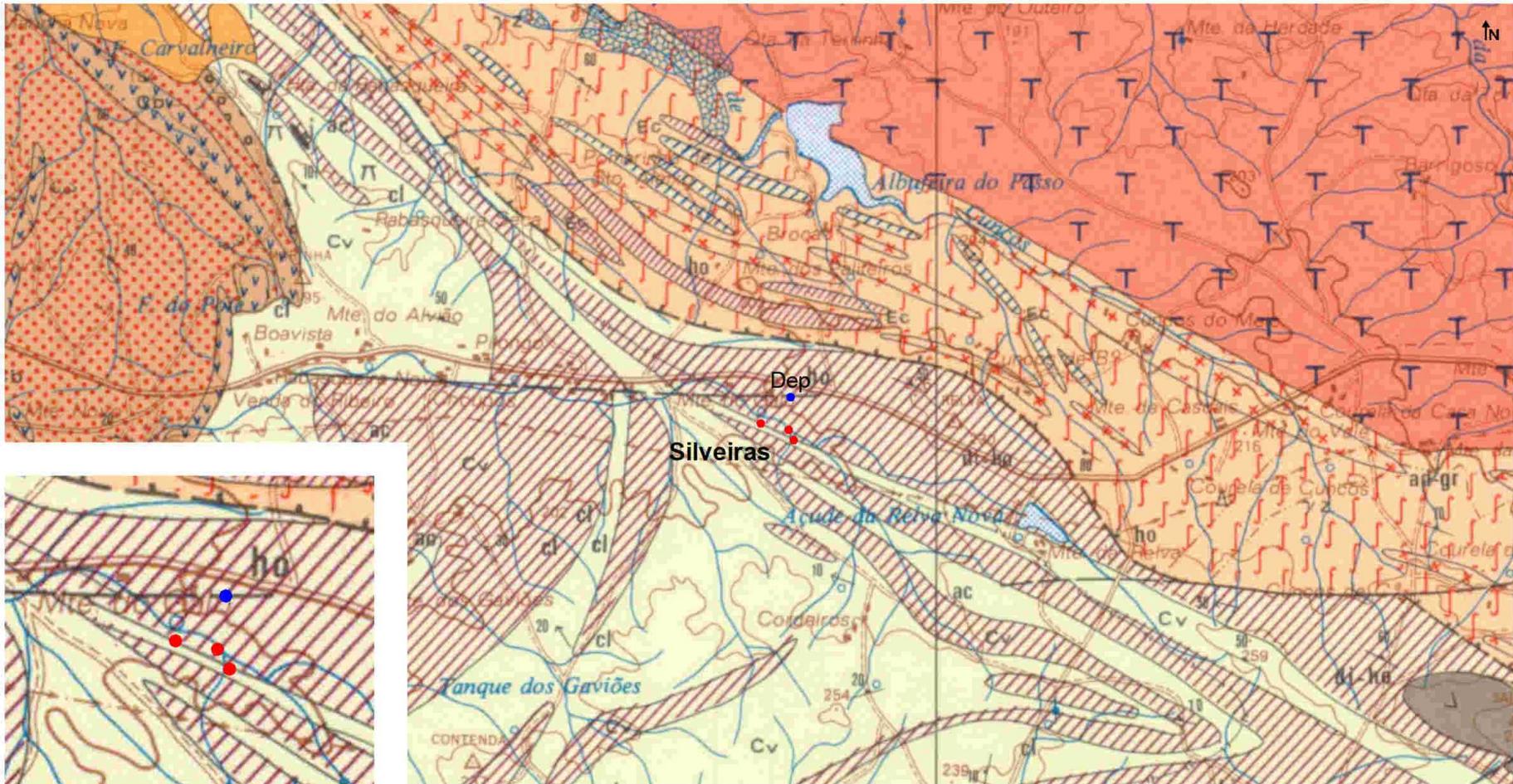


Figura 2. Geologia da zona de estudo (as 3 captações atuais correspondem aos 3 círculos vermelhos junto da palavra Silveiras, o círculo azul o posicionamento do depósito elevado). Pormenor no canto inferior esquerdo. Extrato da Carta Geológica 35-D. Legenda na **Error! Reference source not found.**

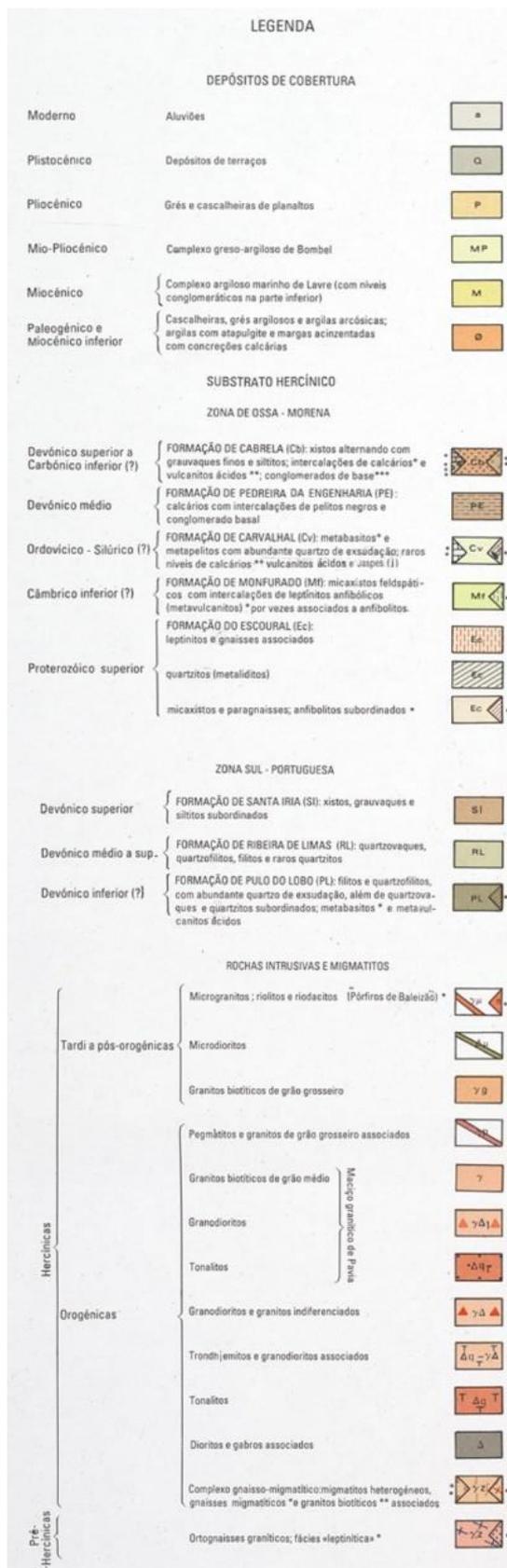


Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 35-D. Aplicável na Figura 2.

9.3.5. Materiais e equipamentos utilizados

Para a concretização do trabalho de observação de campo foram utilizados os materiais e equipamentos referidos na Tabela 2.

Tabela 2. Material e equipamento utilizados no campo.

Nº.	Descrição do material	Quantidade	Observação
1	Carta geológica de Portugal	1	Folha 35-D
2	Bloco de nota	1	-
3	Esferográfica	1	-
4	Telemóvel	1	Utilizado para capturar imagens

9.3.6. Metodologia de trabalho de campo

Fez-se um reconhecimento de campo onde se pretendeu analisar *in situ* as condições hidrogeológicas identificadas nos trabalhos realizados em gabinete.

Foram observados primeiro os terrenos a norte da estrada nacional que atravessa na direção E-O a povoação de Silveiras. Trata-se de terrenos ondulados, com muitos afloramentos rochosos (Figura 4) de gneisses e migmatitos e de granitos alterados e fraturados.



Figura 4. Afloramento de rochas em Silveiras.

Na parte sul da estrada, onde também se encontram as captações atuais de abastecimento do povoado de Silveiras, foram encontrados terrenos mais planos (Figura 5) relativamente à parte norte da estrada, sem afloramentos rochosos. A maioria destes terrenos são agrícolas ou pastoris. São solos mais profundos, que indicam, muitas vezes, que se pode estar em presença de um aquífero.



Figura 5. Morfologia dos terrenos em Silveiras, a sul da estrada nacional que atravessa a povoação na direção E-O.

Na Figura 6 pode ver-se um filão de quartzo que atravessa rochas gnáissco-migmatíticas. Trata-se de um filão sub-horizontal, fraturado, com a rocha base a apresentar-se bastante alterada.



Figura 6. Filão subvertical identificado.

9.3.6.1. Identificação das captações

O sistema de abastecimento a Silveiras é constituído por 3 captações subterrâneas (um poço, PFT1, e dois furos, ABL1 e ABL3) e um depósito elevado, localizados na zona este da povoação de Silveiras (ver sistema na Figura 2 e coordenadas na Tabela 3). Localizam-se sobre a carta militar à escala 1:25.000 número 446 e sobre a Carta Geológica à escala 1:50.000 número 35-D de Montemor-o-Novo. As 3 captações têm as características definidas na Tabela 4 (ver localização na Figura 7).

Tabela 3. Localização do depósito elevado (Dep) e das captações atuais de Silveiras, em dois sistemas de coordenadas.

Datum Lisboa		WGS84		Local
M (m)	P (m)	M	P	
183207	186863	-8.325993	38.649024	Dep
183199	186691	-8.326087	38.647472	ABL1
183226	186635	-8.325774	38.646965	PFT1
183052	186723	-8.327775	38.647756	ABL3

Tabela 4. Caracterização das captações de água subterrânea existentes na povoação de Silveiras.

Designação	Tipo	Ano construção	Profundidade (m)	Litologias*	NHE (m)	Q (m ³ /h)	Observações
PFT1	Poço	1978	20	Metapelitos	-	1.9	Poço com 2 galerias e 4 drenos radiais
ABL1	Furo	1993	80	Metabasitos	3.63	5	
ABL3	Furo	1993	74	Metapelitos	3.80	5	

* – Segundo descrição da carta geológica e não segundo a descrição das litologias referidas nos relatórios de sondagem, que referem todas elas “granodioritos” e “granitos”, que não existem na zona.

Para além do sistema de abastecimento, foram ainda identificados dois furos de captação ativos (Tabela 5), com caudais que se mostraram ótimos, sendo utilizados apenas para rega.

Tabela 5. Dados do levantamento das captações.

Nome	Coordenadas		Elevação	Observações
	Latitude	Longitude		
A1	-08°16'56,9" N	38°36'18,9" E	186 m	
A2	-08°17'11,9" N	38°38'06,5" E	222 m	Caudal 30 m ³ /h. Prof. 60 m.

9.3.7. Marcação dos pontos de pesquisa

Embora, devido à pandemia, não tenha já sido possível acompanhar no campo a localização definitiva dos pontos de sondagem, foi fornecido o relatório de pesquisa (ICT-UÉv 2021), que foi efetuada através da análise de campo atrás descrita e, também, através de uma análise da fraturação no maciço metamórfico, com identificação de lineamentos por deteção remota (análise de imagens do Google Earth, ver Figura 7). Com base nesses lineamentos, que podem significar fraturação mais acentuada, e também com base em visitas de campo, foram identificados 6 pontos de sondagem (S1 a S6, por ordem de identificação, ver Tabela 6). Os pontos foram marcados sobre os lineamentos e, quando possível, sobre ou na proximidade imediata de cruzamento de lineamentos, a fim de potenciar as hipóteses de sucesso. Nesta área, no campo, as rochas não são diretamente observáveis, o que, em termos hidrogeológicos, é uma situação favorável, pois indica um grau de alteração e fraturação superiores a outras rochas do Alentejo.

Nessa mesma Tabela 6 é indicada a prioridade de execução, que tem não só a ver como a localização e o potencial dos pontos de sondagem, mas também com a localização em relação à rede já instalada, nomeadamente o depósito elevado de Silveiras. Nas mesmas Figura 7 e Tabela 6 estão também assinalados os 4 pontos de sondagem localizados em estudos anteriores, igualmente válidos. No atual estudo tentou-se ir a esses locais, mas houve sempre muita dificuldade em conseguir autorização dos proprietários, pelo que tudo indica que nessa área, e por agora, não se conseguirá ter acesso

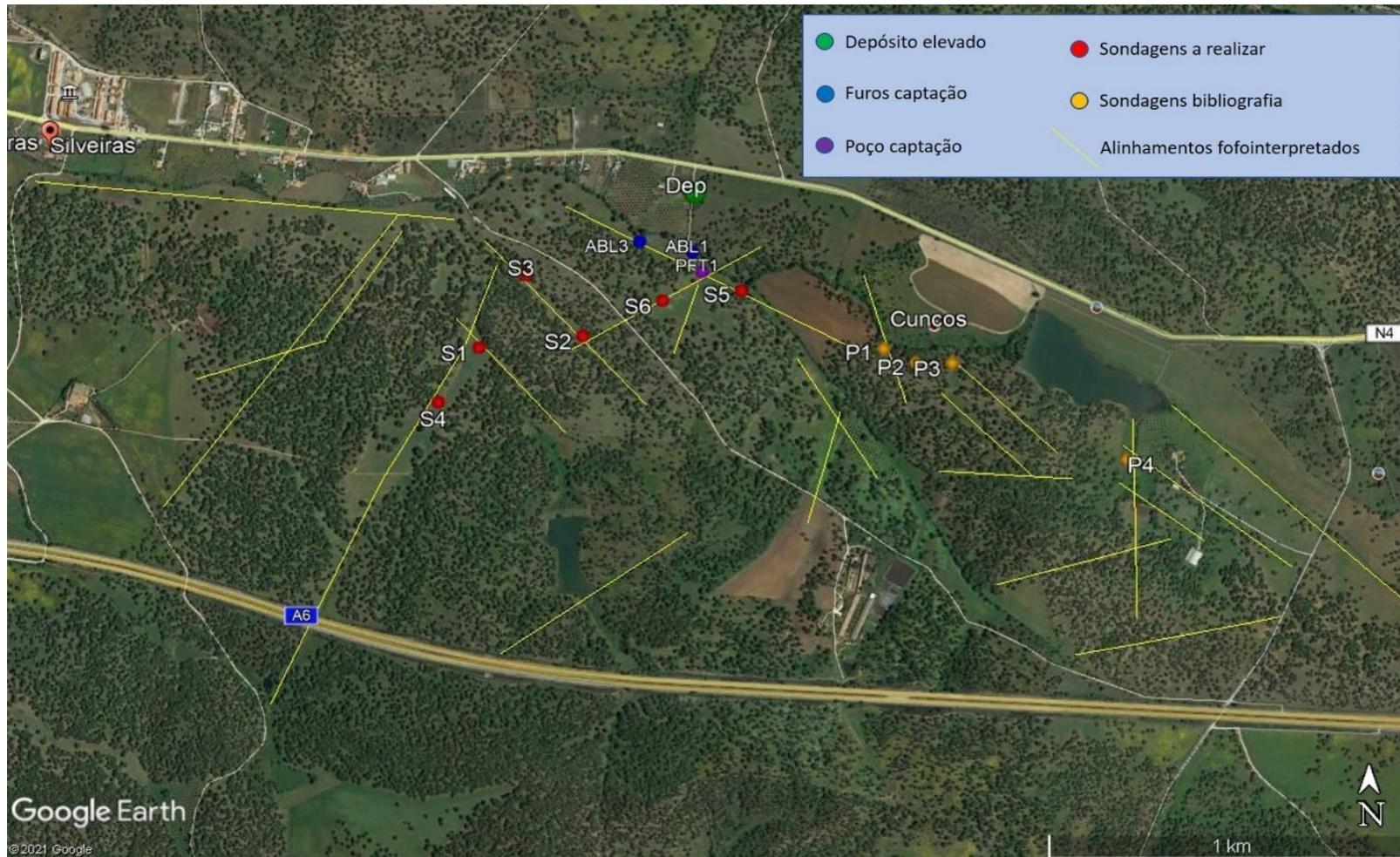


Figura 7. Localização do depósito elevado de Silveiras, das captações atuais, das sondagens propostas no estudo atual e de outras sondagens marcadas em estudos anteriores, sobre imagem do Google Earth (2021), onde se identificam igualmente os alinhamentos fotointerpretados que indicam possíveis estruturas fraturadas (ICT-UÉv 2021).

Na Figura 8 pode ver-se a posição das sondagens S1 a S6 e das outras sondagens marcadas em estudos anteriores (P1 a P4) sobre a Carta Geológica 35-D. Observa-se que estão praticamente todas sobre metabasitos (apenas duas estão sobre metapelitos, S4 e P3). Mas, com exceção de S2, S3 e P4, que estão claramente sobre metabasitos, todas as restantes sondagens estão sempre muito próximas do limite entre as duas litologias (metabasitos e metapelitos), o que pode ser outro fator favorável à prospeção, pois duas rochas de tipos diferentes têm normalmente comportamento diferente perante as forças tectónicas, fraturando com mais intensidade nos contactos. Embora não se saiba se isso sucede nesta área, onde a separação entre estes dois tipos de rochas não é muito nítida, é mais um fator que pode favorecer a pesquisa, no caso desse comportamento diferenciado existir.

Da análise geológica e hidrogeológica da área pode inferir-se, em relação às expectativas, que serão de esperar valores de caudal até 3 a 5 l/s, que permitirão extrações até 2 a 4 l/s, havendo obviamente possibilidade de ter algumas sondagens negativas, como é típico deste tipo de rochas.

Tabela 7. Localização das sondagens propostas (S) em dois sistemas de coordenadas, ordenadas por ordem de prioridade de execução e localização de outras sondagens identificadas em estudos anteriores (P) (ICT-UÉv 2021).

Datum Lisboa		WGS84		Local	Prioridade de execução	Litologia
M (m)	P (m)	M	P			
182892	186447	-8.329602	38.645270	S2	1	Metabasitos
182603	186414	-8.332920	38.644967	S1	2	Metabasitos
182734	186625	-8.331421	38.646870	S3	3	Metabasitos
182490	186255	-8.334211	38.643531	S4	4	Metapelitos
183335	186578	-8.324516	38.646458	S5	5	Metabasitos
183115	186549	-8.327041	38.646196	S6	6	Metabasitos
183729	186408	-8.319991	38.644929	P1	a	Metabasitos
183816	186366	-8.318985	38.644560	P2	b	Metabasitos
183917	186364	-8.317823	38.644547	P3	c	Metapelitos
184397	186085	-8.312305	38.642034	P4	d	Metabasitos

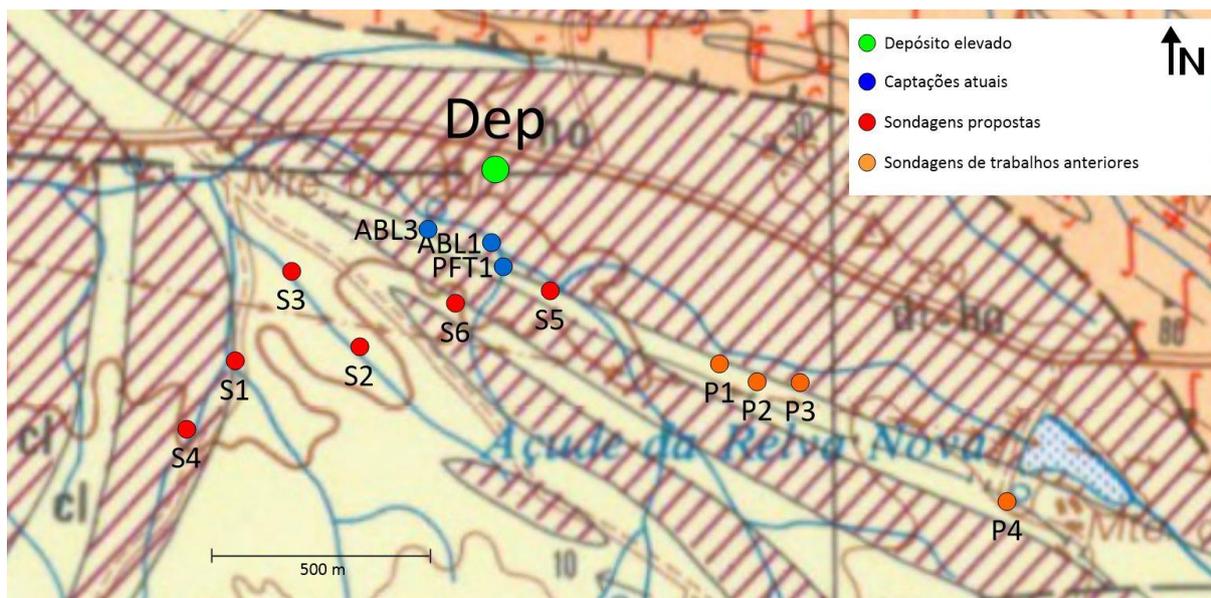


Figura 8. Localização do depósito elevado de Silveiras, do núcleo de captações atuais, das sondagens propostas (S) e de outras sondagens identificadas em estudos anteriores (P) sobre a Carta Geológica 35-D. Legenda na Figura 3 (ICT-UÉv 2021).

9.3.8. Referências finais

O reconhecimento hidrogeológico feito em Silveiras permitiu detetar uma diversidade de formações geológicas, gneisses migmatíticos a pelitos e micaxistos e paragneisses, anfibolitos subordinados. Observou-se também a presença de filões de quartzo subverticais e horizontalizados.

Apesar de algumas captações verdadeiramente excepcionais, como as A1 e A2 referidas neste relatório, com produtividades da ordem dos 20 m³/h, a produtividade esperada para as futuras pesquisas situa-se conservadoramente abaixo desses valores. As pesquisas serão consideradas um sucesso no caso de se obterem caudais da ordem dos 3 a 5 l/s.

9.3.9. Referências bibliográficas

Almeida, C. Mendonça, L. Jesus, M. Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Lisboa.

ICT-UÉv 2021. Estudo hidrogeológico para abastecimento de água subterrânea a Silveiras. Câmara Municipal de Montemor-o-Novo, executado pelo Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, 16 p.

Zbyszewski, G., Da Veiga Ferreira, D. (1968). Carta Explicativa da Folha 35-C Santo Isidro de Pegões. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

9.4. Relatório 4: Estudo hidrogeológico para localização de sondagens e captações de água subterrânea em Portel

06 A 20 DE MAIO DE 2021

9.4.1. Introdução

Fez-se um estudo de reconhecimento hidrogeológico em Portel, em várias propriedades (Espinheiro Oeste, Gregos Oeste, Perreiral, Taberneiras e Pernes), com o objetivo de selecionar as melhores zonas para realização de sondagens de captação de água subterrânea.

9.4.2. Zona de estudo

As herdades referidas situam-se a 10 km a este da vila de Portel. O lado norte das herdades é banhado pelas águas do rio Guadiana.

Esta é uma zona constituída por depressões expressivas e por curvas de nível que variam entre 250 m a 320 m de altitude, relativamente a cota topográfica normal da superfície terrestre, sendo esta uma zona repleta de montes (Serra do Portel). Na Figura 1 a área total das propriedades são identificadas através dos limites esboçados com as cores azul, verde e vermelho (que não correspondem a qualquer divisão de propriedades, apenas se trata de um modo prático de identificação dos limites da área de estudo, que, por ser tão grande, se apresenta dividida deste modo).

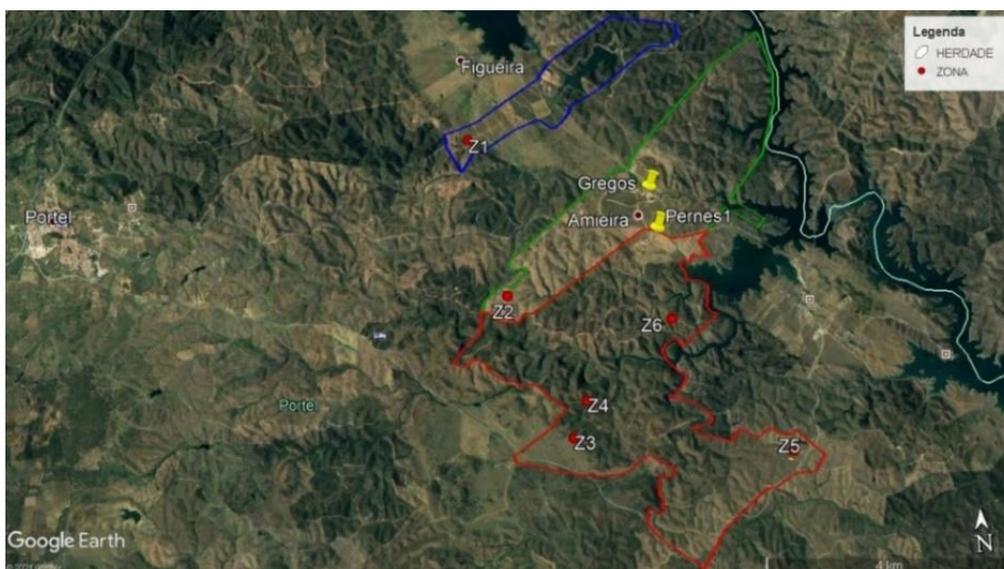


Figura 1. Zona de estudo (os pontos a vermelho indicam as áreas que o proprietário propõe para serem estudadas e onde possam vir a ser instaladas as captações de água).

9.4.3. Geologia local

O conjunto das propriedades ilustradas na carta geológica da Figura 2 apresentam basicamente rochas do complexo cristalofílico, especificamente (Carvalhosa, 1967):

- Uma litologia claramente dominante, a Z (micaxistos);
- Uma segunda ainda com extensão significativa, a Z δ (rochas verdes), as duas manchas mais avermelhadas orientadas na direção NW-SE;
- Uma terceira com muito pouca representatividade, a Z com tracejado vertical (rochas quartzo-feldspáticas, do tipo xistos, gnaisses e leptinitos), no extremo SE da área delimitada a vermelho na Figura 2).

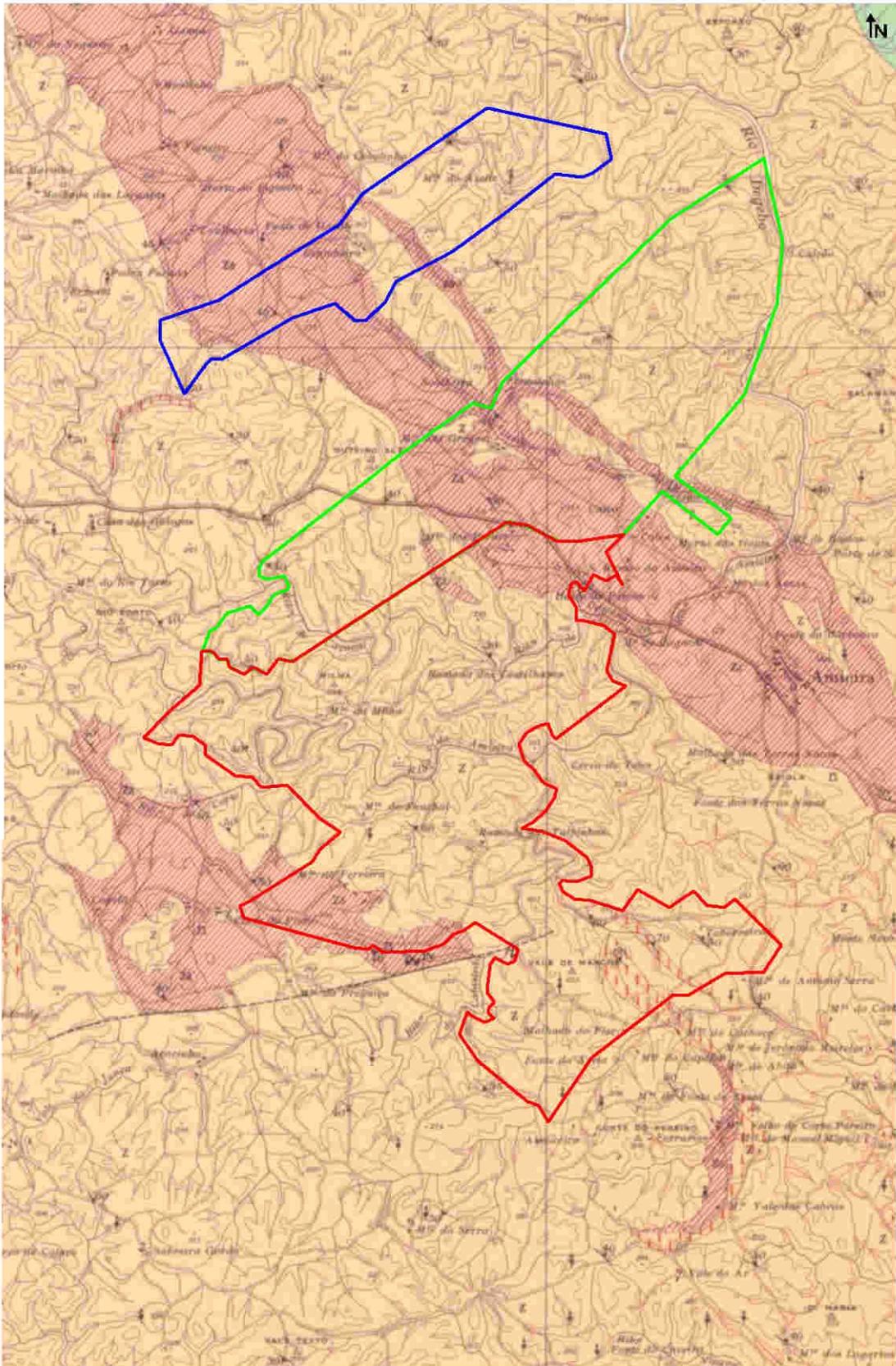


Figura 2. Geologia da zona de estudo (Carta geológica 40 D). Legenda na Figura 3.

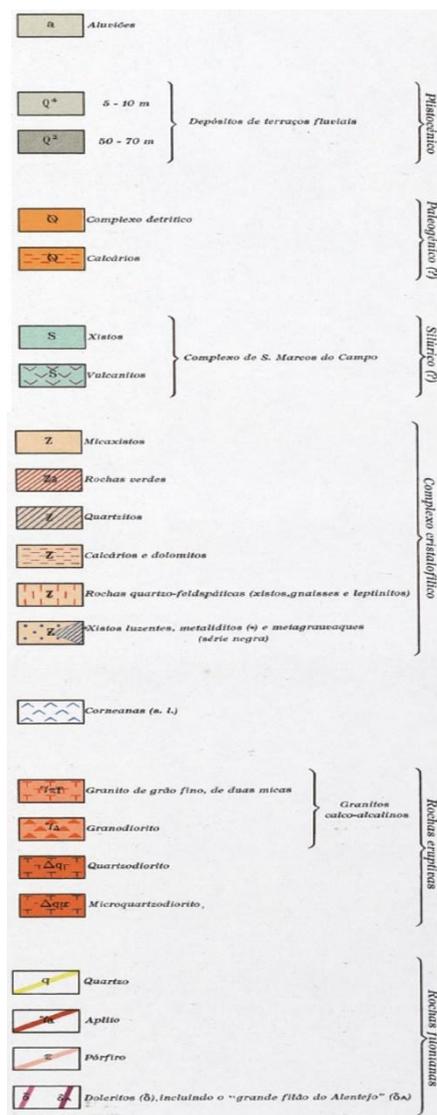


Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 40-D. Aplicável na Figura 2.

9.4.4. Materiais e equipamentos utilizados

Os materiais e equipamentos utilizados para realização do reconhecimento hidrogeológico na zona de Portel foram os referidos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos materiais e equipamentos utilizados no estudo hidrogeológico.

Ordem	Descrição	Quantidade	Observação
1	<i>Software:</i> © 2021 Google Earth Pro		
2	GPS garmin 62	1	
3	Bloco de notas	1	
4	Esferográfica	1	
5	Câmara fotográfica	1	Telemóvel
6	Navalha	1	

9.4.5. Metodologia de trabalho

O método utilizado para o reconhecimento hidrogeológico na zona de Portel foi a deteção remota, complementada com a saída ao campo.

9.4.5.1. Deteção remota

Os trabalhos realizados de deteção remota tiveram a duração de duas semanas. Fez-se interpretação de lineamentos fotointerpretados no Google Earth nas áreas identificadas pelo proprietário como prioritárias em relação às necessidades de água da propriedade, e que foram designadas por zonas Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 e Z6, na Figura 4.

A identificação destes lineamentos é muito importante quando a geologia local é constituída por maciços cristalinos, como é caso da zona em estudo, pois permite a localização de estruturas fraturadas que podem ser zonas de circulação de águas subterrâneas.

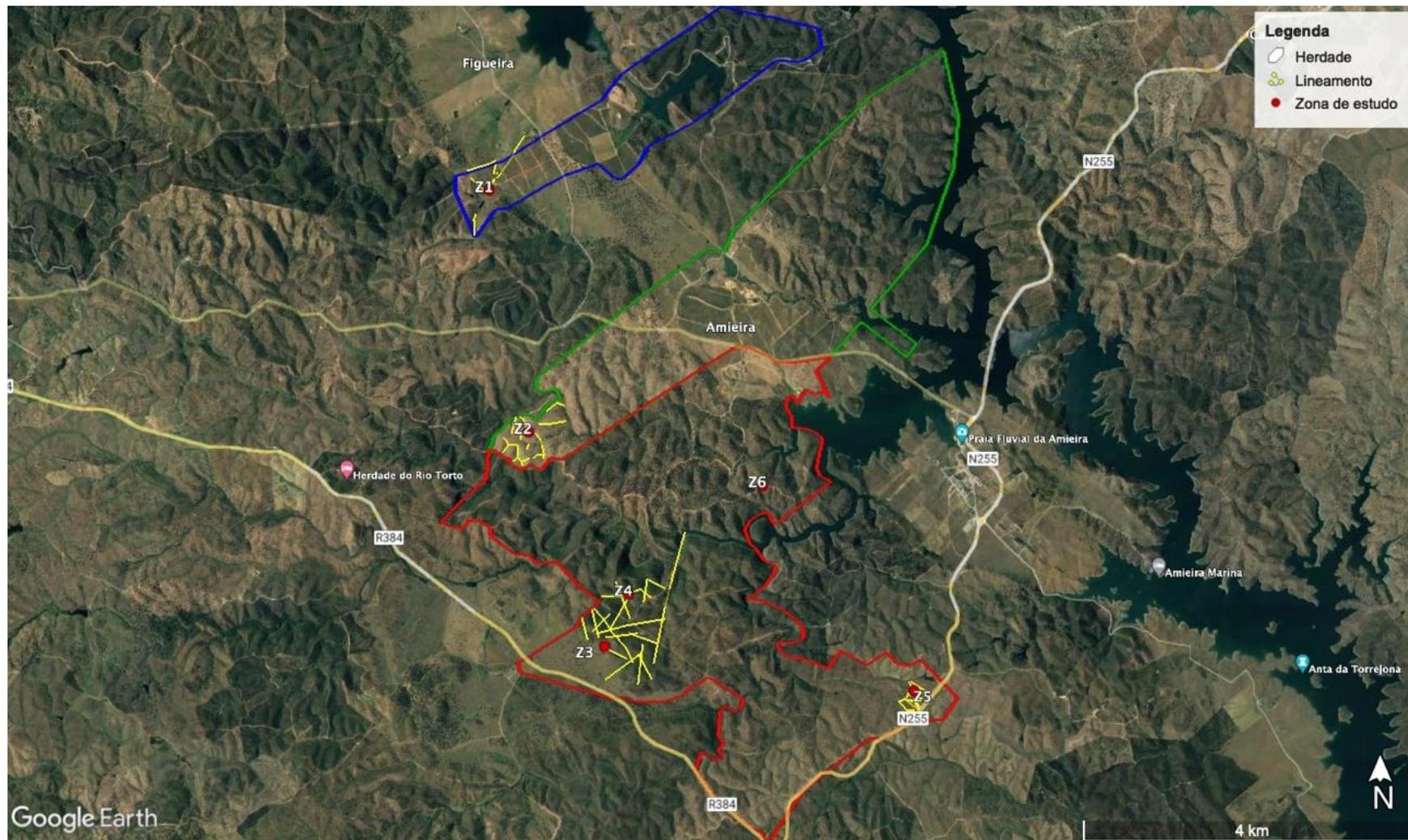


Figura 4. Fotointerpretação dos lineamentos nas diversas zonas de estudo.

Foram propostas sondagens de águas subterrâneas nos pontos de cruzamento dos lineamentos, em cada zona geo-interpretada, porque são pontos ou locais que podem ser mais suscetíveis à ocorrência de água subterrânea, pelo facto de poder ocorrer a continuidade de fraturas internas, que poderão ser zonas de circulação de água no interior do maciço. Nas Figuras 5 a 14 pode ver-se o posicionamento das sondagens aconselhadas em cada zona (Z1, Z2, Z3 e Z4, Z5, Z6) sobre o Google Earth 2021.

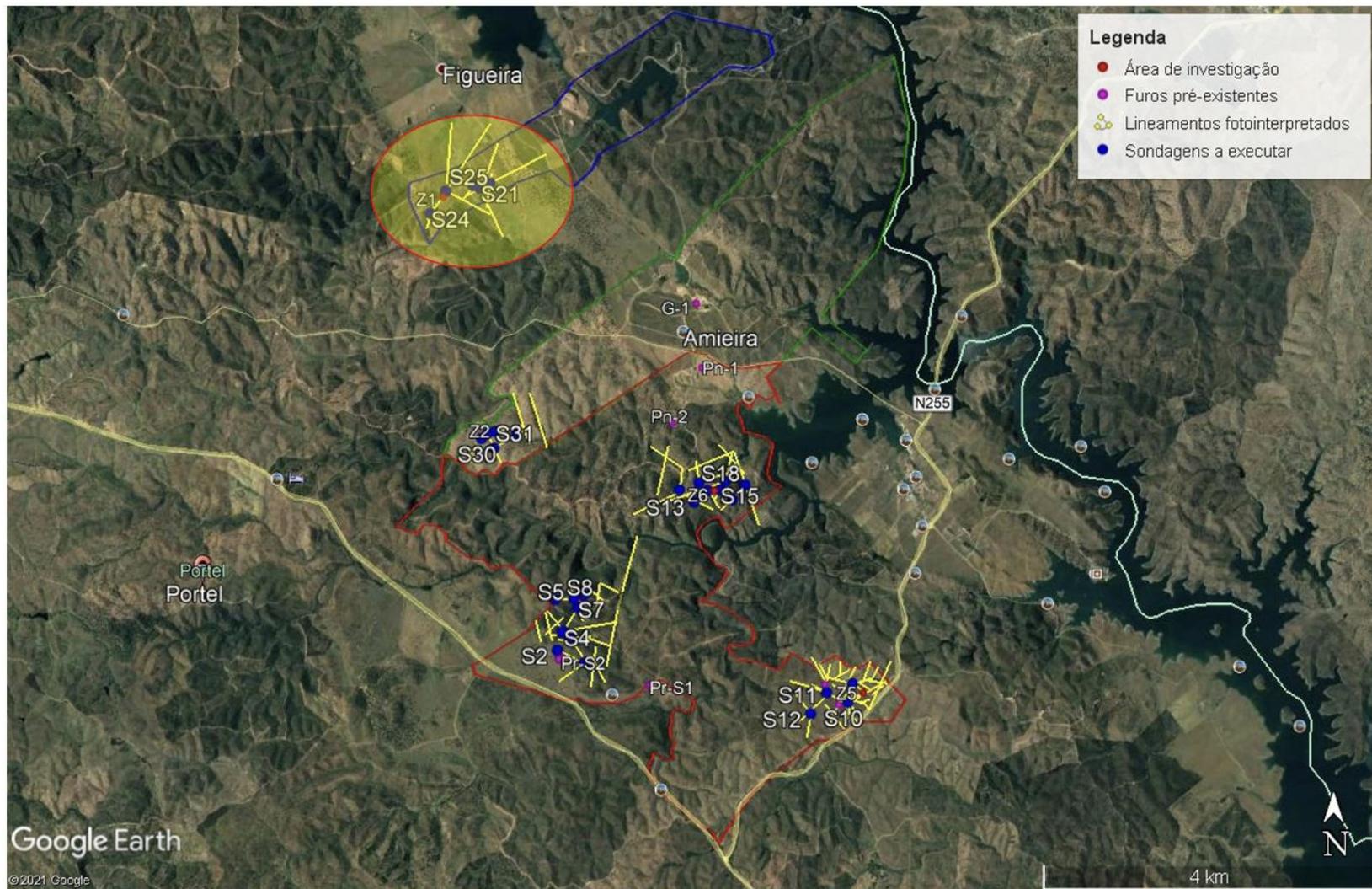


Figura 5. Localização da área de pesquisa Z1 (Espinheiro Oeste, assinalada com um círculo amarelo).

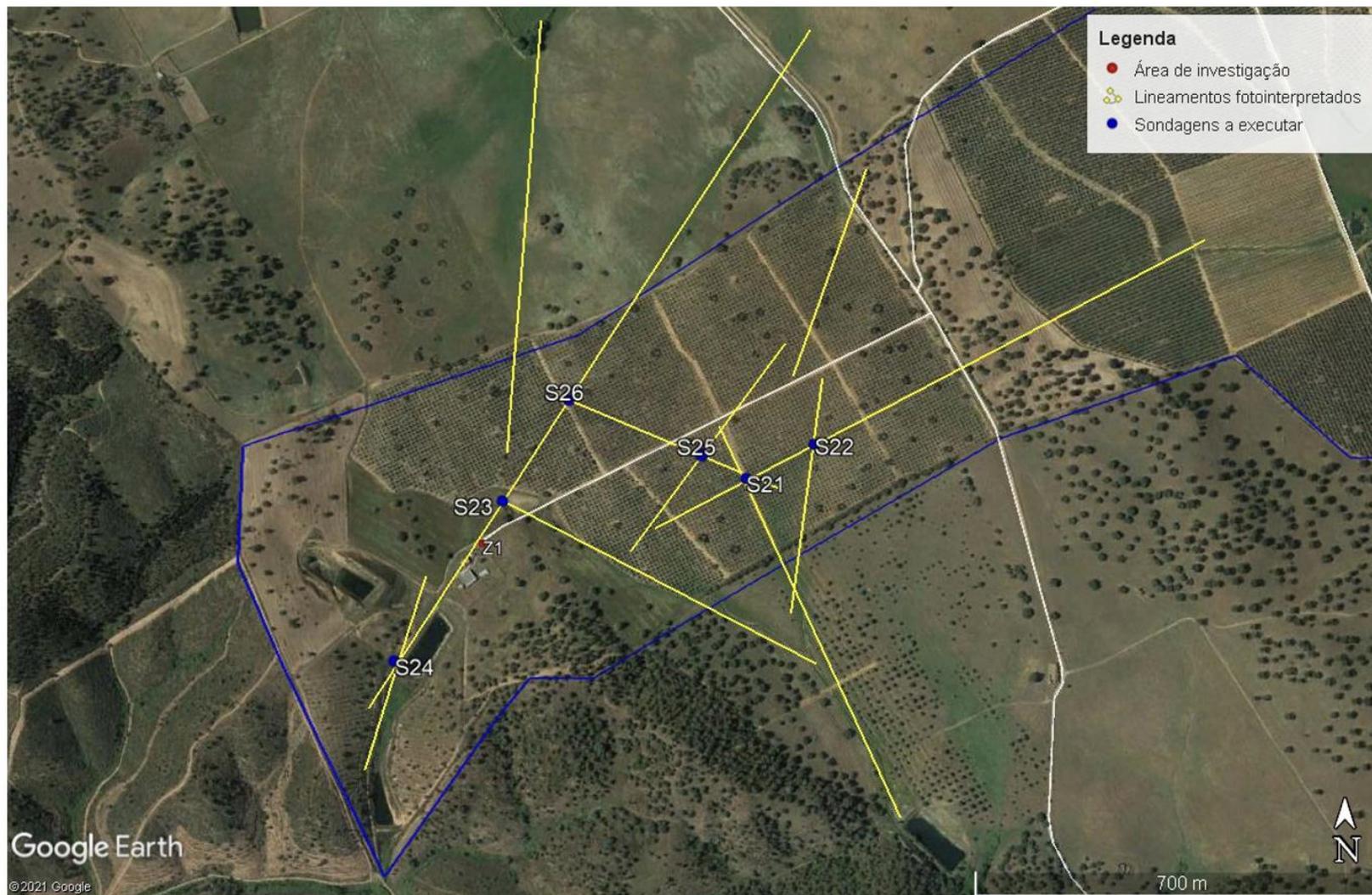


Figura 6. Área de pesquisa Z1 (Espinho Oeste), com localização prevista das sondagens propostas.

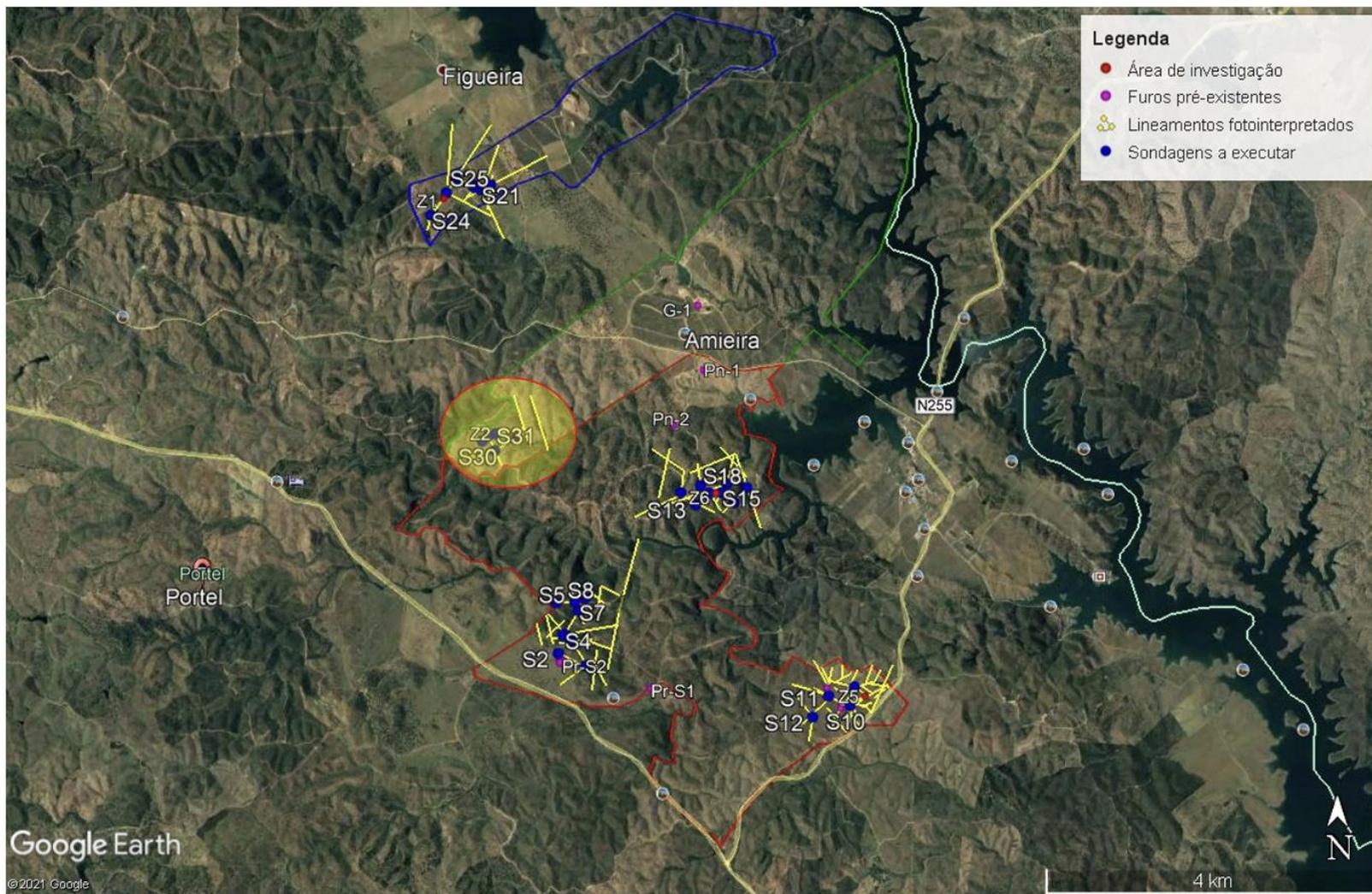


Figura 7. Localização da área de pesquisa Z2 (Gregos Oeste, assinalada com um círculo amarelo).

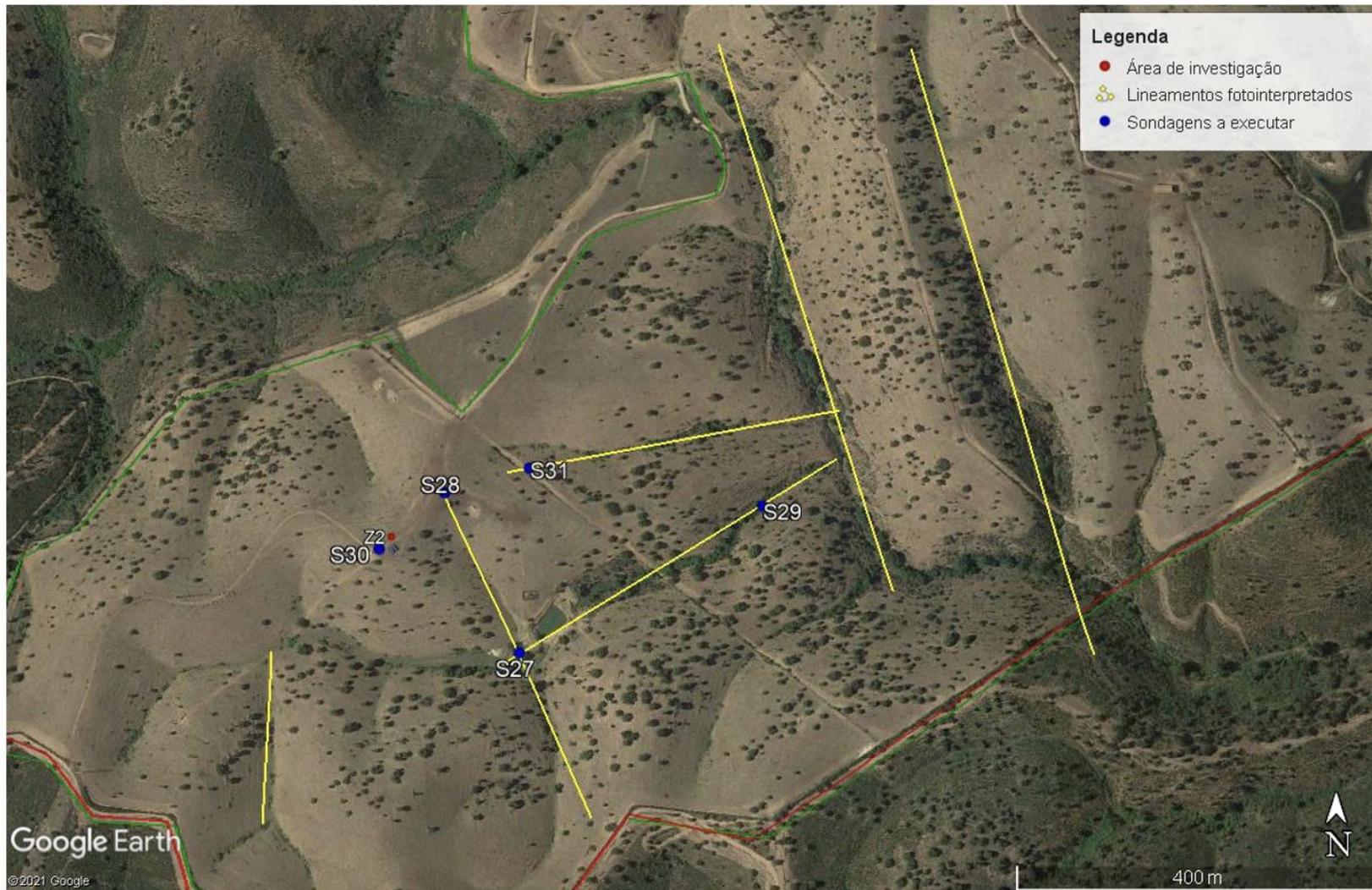


Figura 8. Área de pesquisa Z2 (Gregos Oeste), com localização das sondagens previstas.

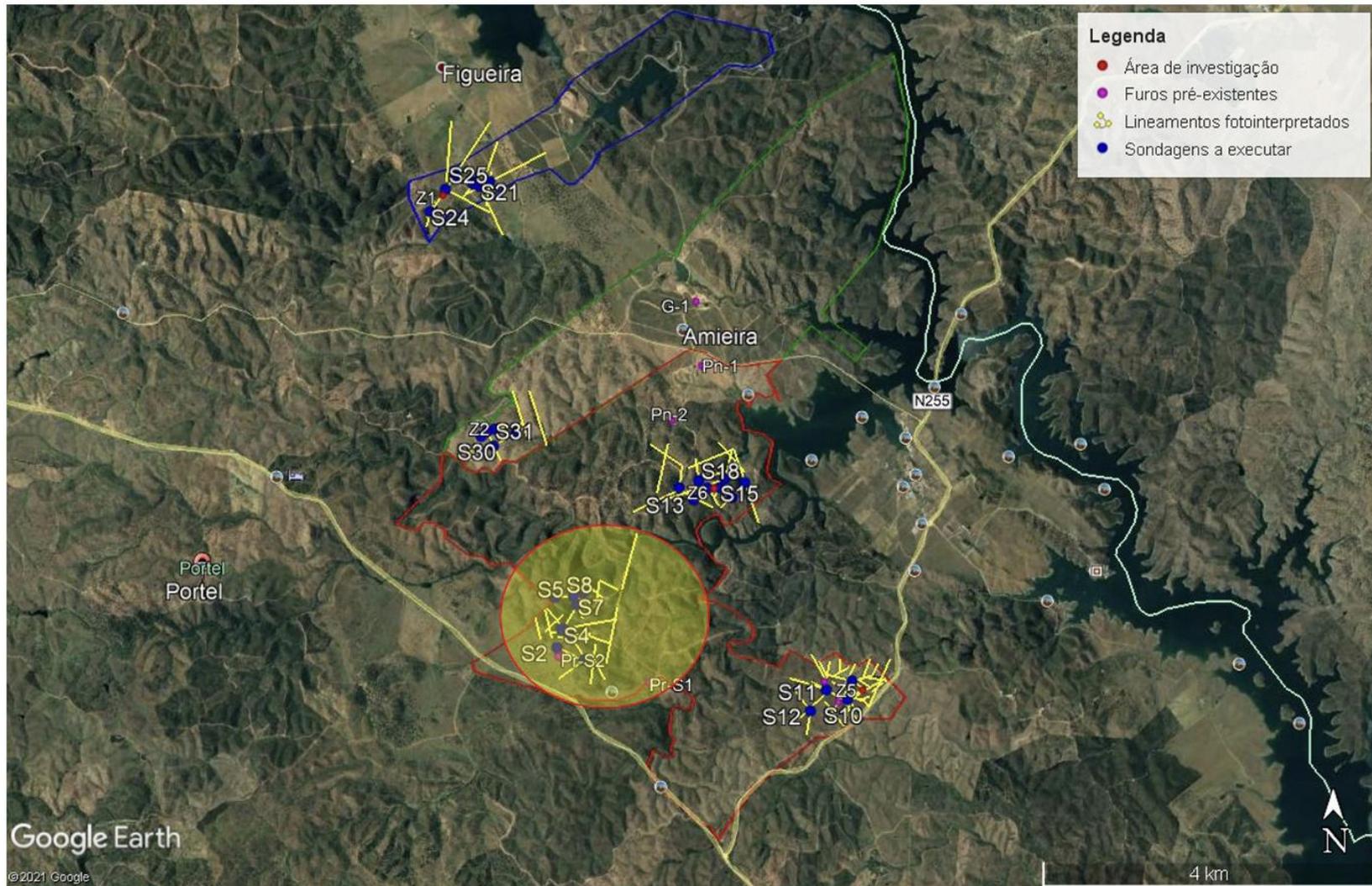


Figura 9. Localização das áreas de pesquisa Z3 e Z4 (Perreiral, assinalada com um círculo amarelo).

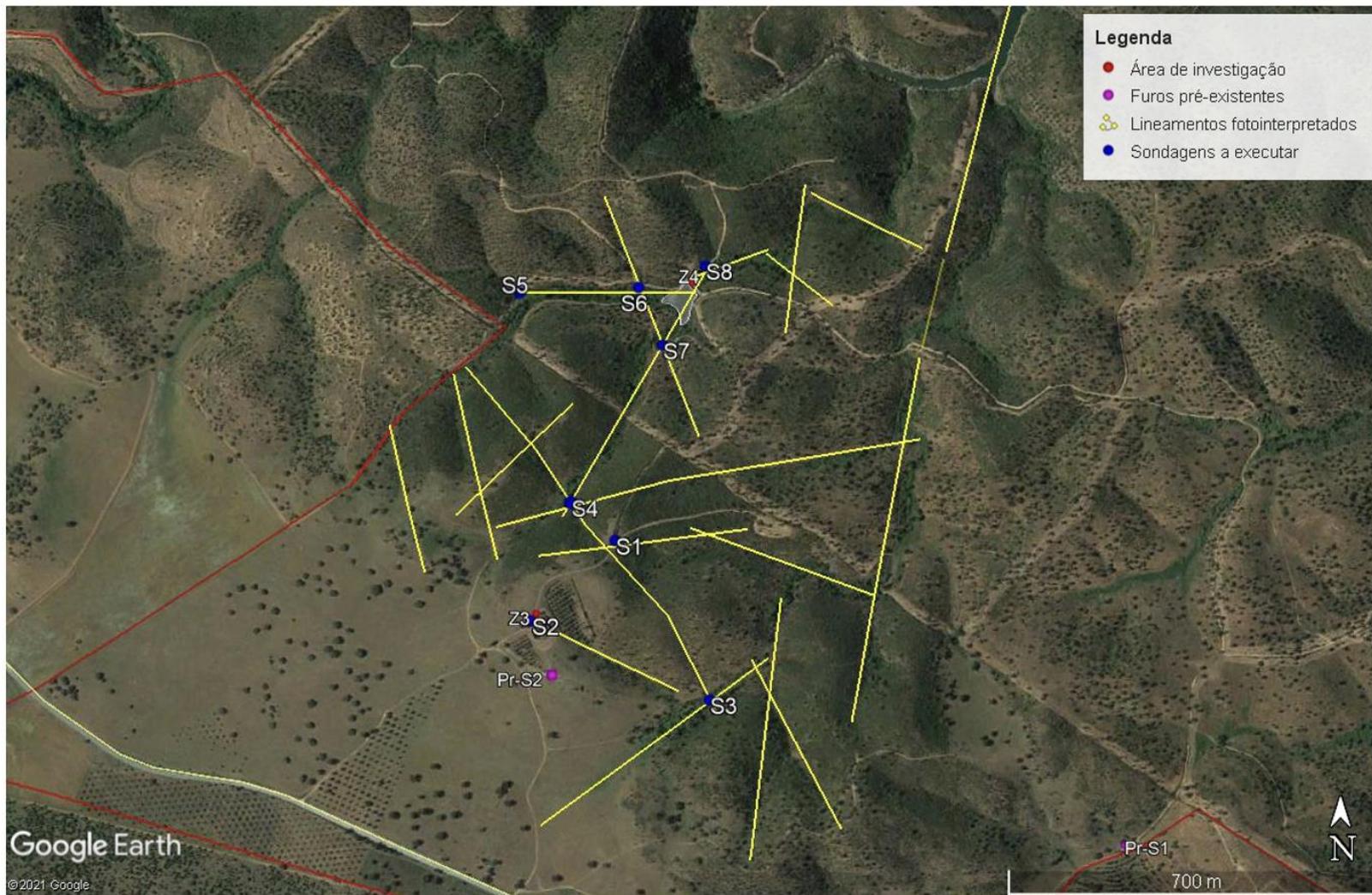


Figura 10. Áreas de pesquisa Z3 e Z4 (Perreiral), com localização das sondagens previstas.

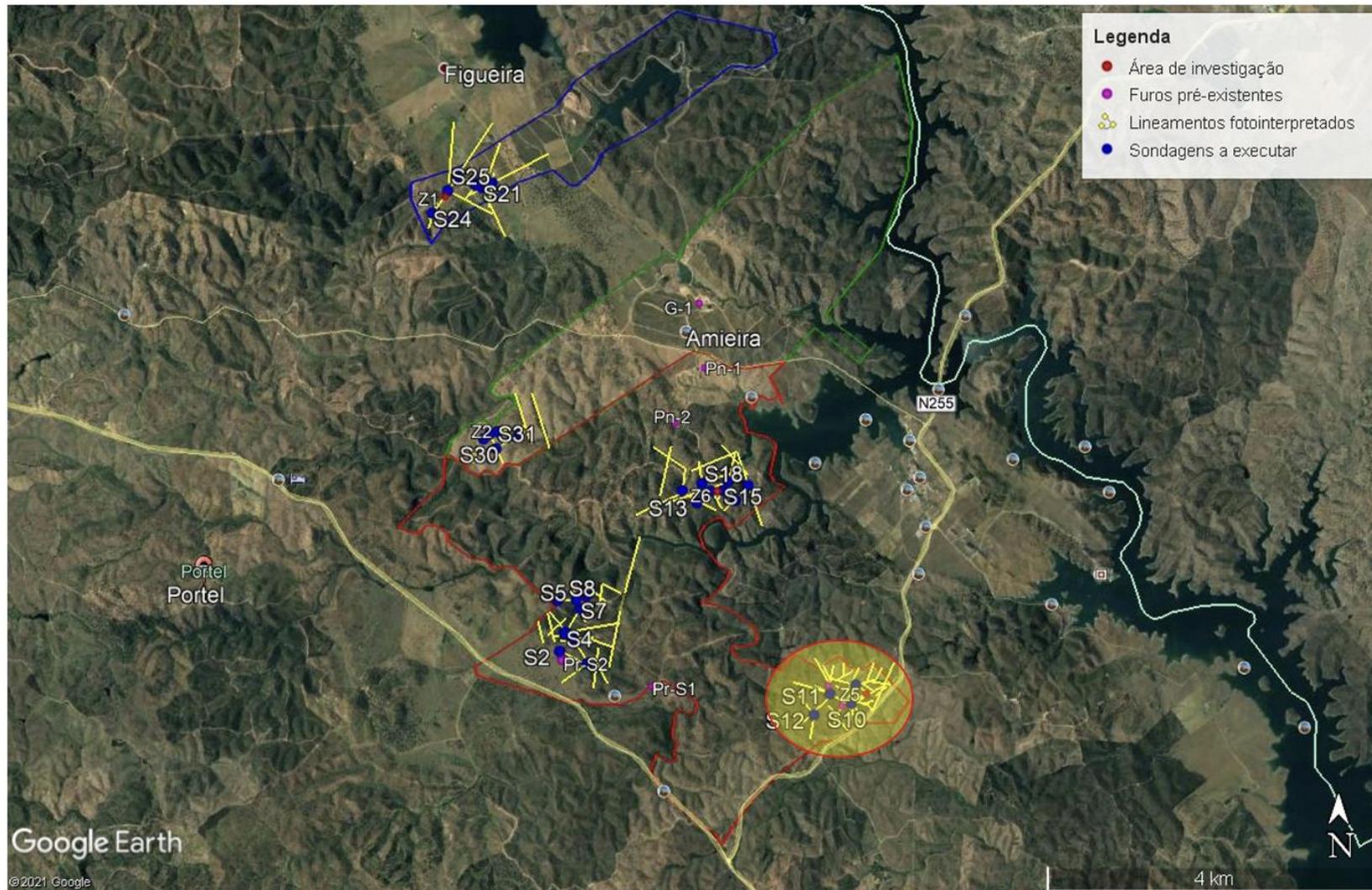


Figura 11. Localização da área de pesquisa Z5 (Taberneas, assinalada com um círculo amarelo).

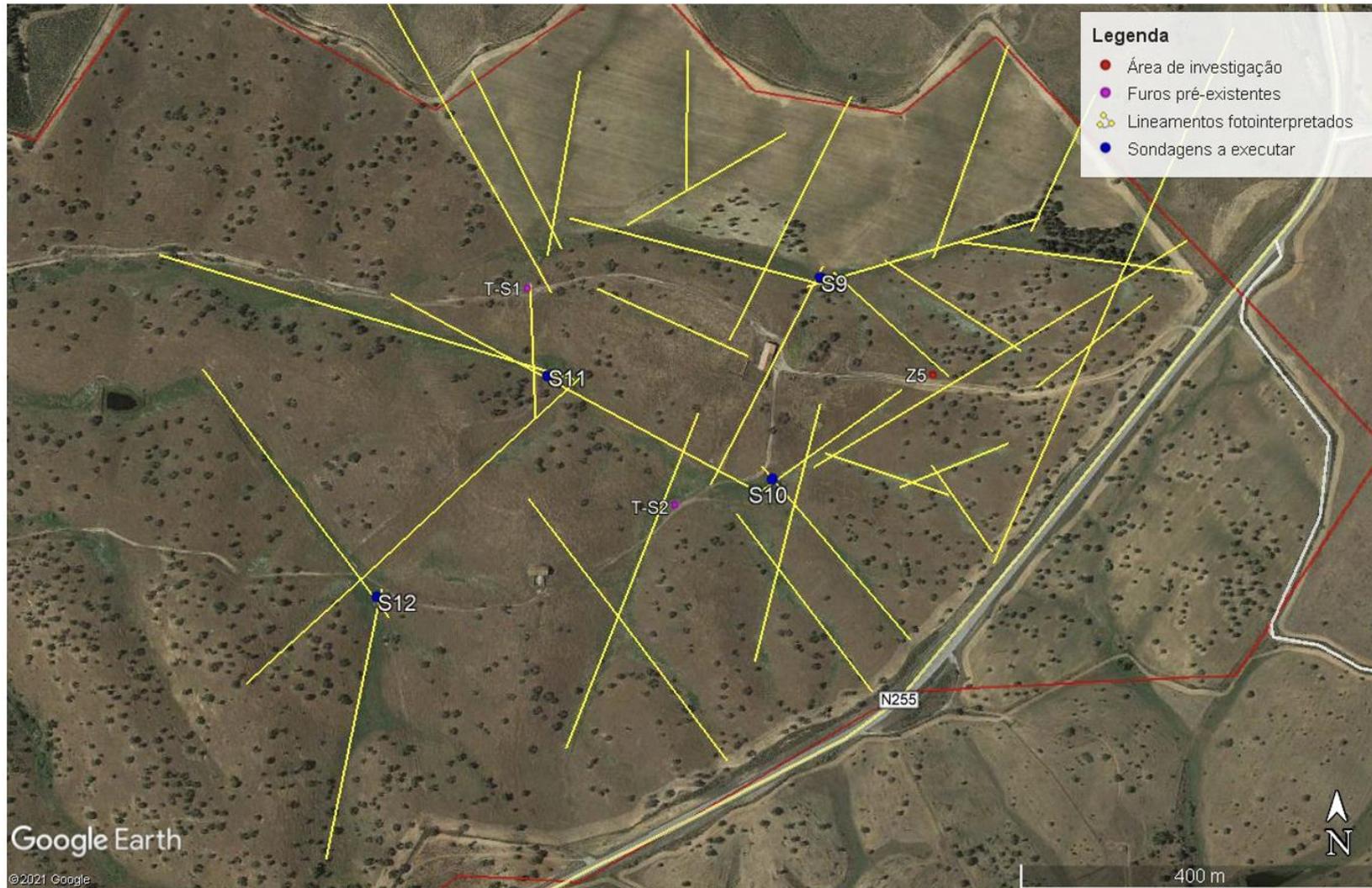


Figura 12. Área de pesquisa Z5 (Taberneiras), com localização das sondagens previstas.

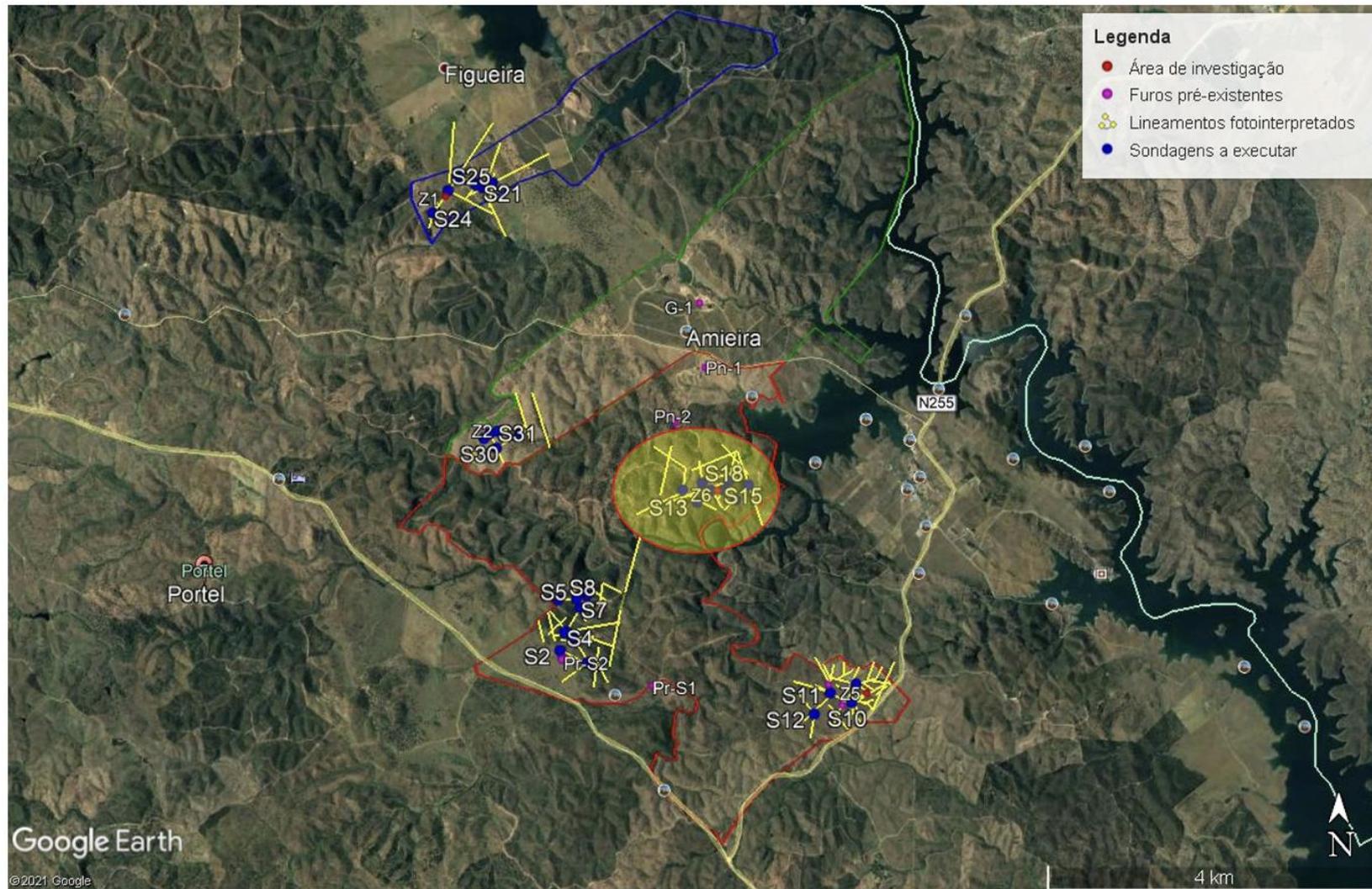


Figura 13. Localização da área de pesquisa Z6 (Pernes, assinalada com um círculo amarelo).

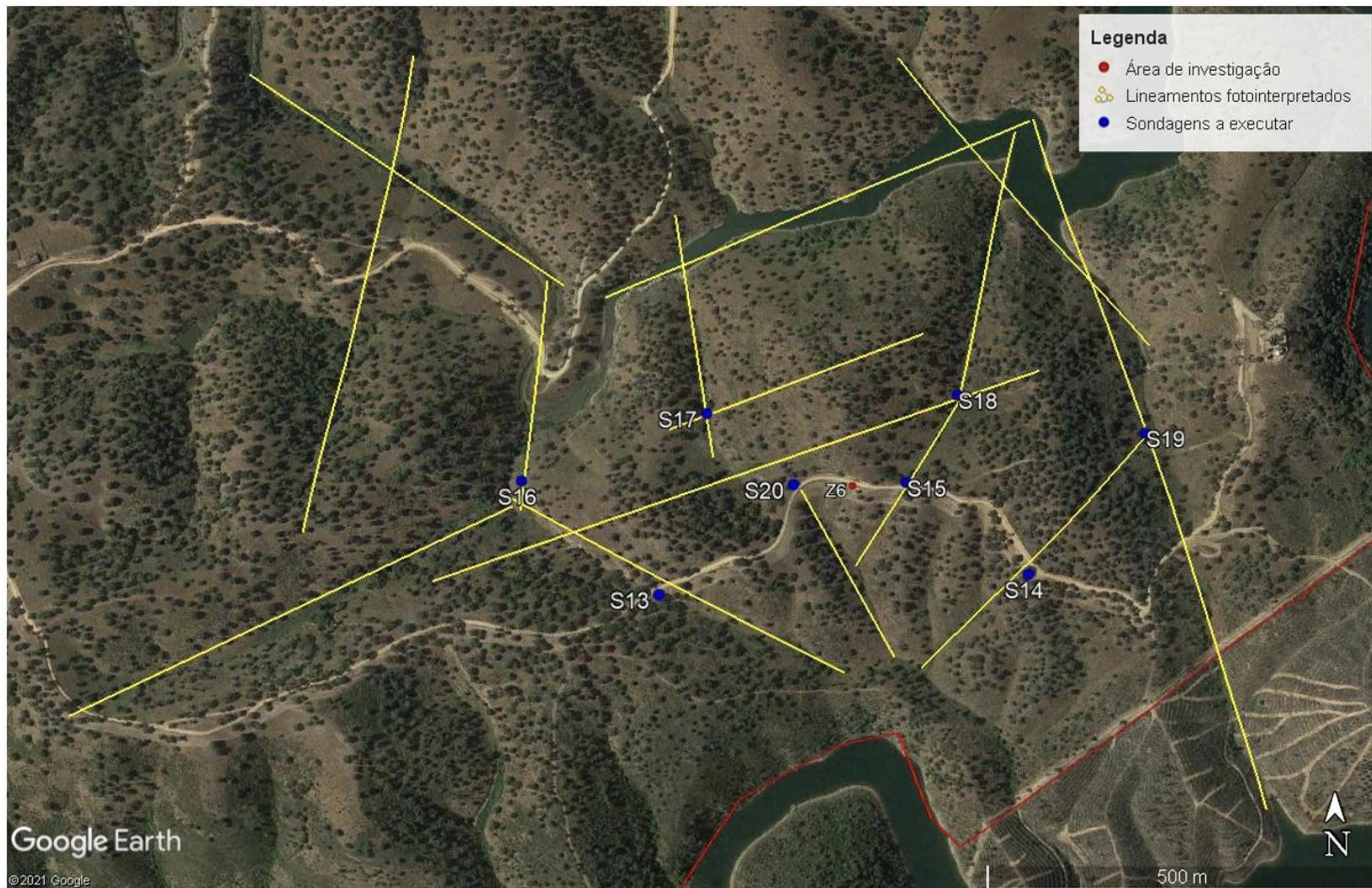


Figura 14. Área de pesquisa Z6 (Pernes), com localização das sondagens previstas.

9.4.5.2. Estudos de campo

Feitas as propostas de sondagens nas zonas de cruzamento de lineamentos através do Google Earth, foi-se ao campo para localizar na prática todos os pontos.

O reconhecimento hidrogeológico feito no campo (que teve a duração de um dia) cumpriu uma sequência lógica no percurso pelas estradas da região, de modo que não se tivesse de andar erráticamente pelo terreno. Assim, começou-se pelas zonas Z3, Z4, Z5 e Z6, depois as zonas Z2 e Z1.

Nas Figuras 15 e 16 podem observar-se alguns aspetos das litologias presentes nos locais pesquisados, com a presença de alguns filões de quartzo fraturados, embora, por exemplo na Figura 16, pareça ser quartzo de exsudação, que não será tão interessante para a hidrogeologia.



Figura 15. Afloramento de maciços com fraturas.



Figura 16. Filões de quartzo horizontais numa coluna de xistos.

Nas fotos das Figuras 17 a 21, em anexo, pode ver-se quer a diversidade paisagística, quer o aspeto de algumas das formações geológicas da zona de estudo em Portel.

9.4.6. Resultados

A saída de campo proporcionou os resultados que seguem na Tabela 2, dados recolhidos durante o reconhecimento hidrogeológico da zona de estudo.

A geomorfologia complexa da zona, com cotas muito diferenciadas, dificulta a realização dos trabalhos de sondagem e captação de água subterrânea, concretamente, o posicionamento de todo o conjunto de equipamentos de sondagem.

Tabela 2. Dados de reconhecimento hidrogeológico na zona de estudo.

Nº.	Zona	Proposta de sondagem	Observação
1	Z3 e Z4	S1 até S7	Locais ótimos para posicionar o equipamento de sondagem
2	Z5	S9 até S21	Locais ótimos para posicionar o equipamento de sondagem
3	Z6	S22 até S33	Locais de muito difícil acesso para posicionar o equipamento e realizar sondagem
4	Z2	S34 até S40	Foram remarcados novos pontos no campo, grande parte das zonas pré-marcadas eram inacessíveis
5	Z1	S41 até S46	Propício para posicionar o equipamento de sondagem. Composição argilosa de origem metavulcânica

9.4.1. Referências finais

Zonas como estas, compostas por rochas do complexo cristalofílico, apresentam alguns condicionalismos em relação à ocorrência de águas subterrâneas.

As condições mais favoráveis para a ocorrência de águas subterrâneas nestas formações ocorrem quando as rochas metamórficas apresentam filões de quartzo, sobretudo se esses filões forem inclinados ou mesmo horizontais, para poderem ser mais facilmente intersectados por sondagens verticais. As condições encontradas neste estudo não são muito favoráveis à existência de grandes produtividades, mas há alguns sinais de que, em certas zonas, se possa conseguir ter sucesso.

Informações mais recentes permitem saber que já foram executadas 4 sondagens numa das zonas seleccionadas, todas com resultados negativos, o que mostra bem as dificuldades inerentes à prospeção em áreas metamórficas deste tipo.

9.4.2. Referências bibliográficas

Carvalhosa, A. B. (1967). Notícia Explicativa da folha 40-D Portel (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

9.4.3. Anexos do Relatório 5



Figura 17. Zona Z1.



Figura 18. Zona Z2.



Figura 19. Zonas Z3 e Z4.



Figura 20. Zona Z5.



Figura 21. Zona Z6.

9.5. Relatório 5: Relatório de técnicas de análise de testemunhos de sondagem em hidrogeologia, no estaleiro da empresa Renato Azenha, em Évora

22 DE OUTUBRO DE 2020

9.5.1. Introdução

Foi realizada uma análise de testemunhos no laboratório da Empresa Renato Azenha em Évora, através da técnica de peneiração por via húmida.

9.5.2. Objetivo

O presente relatório pretende analisar os testemunhos de sondagem recolhidas na obra de Casais de S. Lourenço.

9.5.3. Zona de estudo

Casais de São Lourenço (Figura 1) é uma localidade do concelho da freguesia de Encarnação, concelho de Mafra.

9.5.4. Geologia e hidrogeologia do local

A área de estudo (Casais de São Lourenço) situa-se sobre formações geológicas de calcários e areias argilosas (Figura 2), que são formações jurássicas e quaternárias, respetivamente, apresentando ainda, na área do mapa da Figura 2, um afloramento de dioritos e gabros. O local da sondagem fica sobre um terreno pertencente ao sistema da unidade hidrogeológica Orla Ocidental, que engloba aquíferos altamente produtivos (Almeida et al. 2000), mas que também tem grandes áreas de produtividade muito baixa (o caso do Indiferenciado da Orla Ocidental, O0).

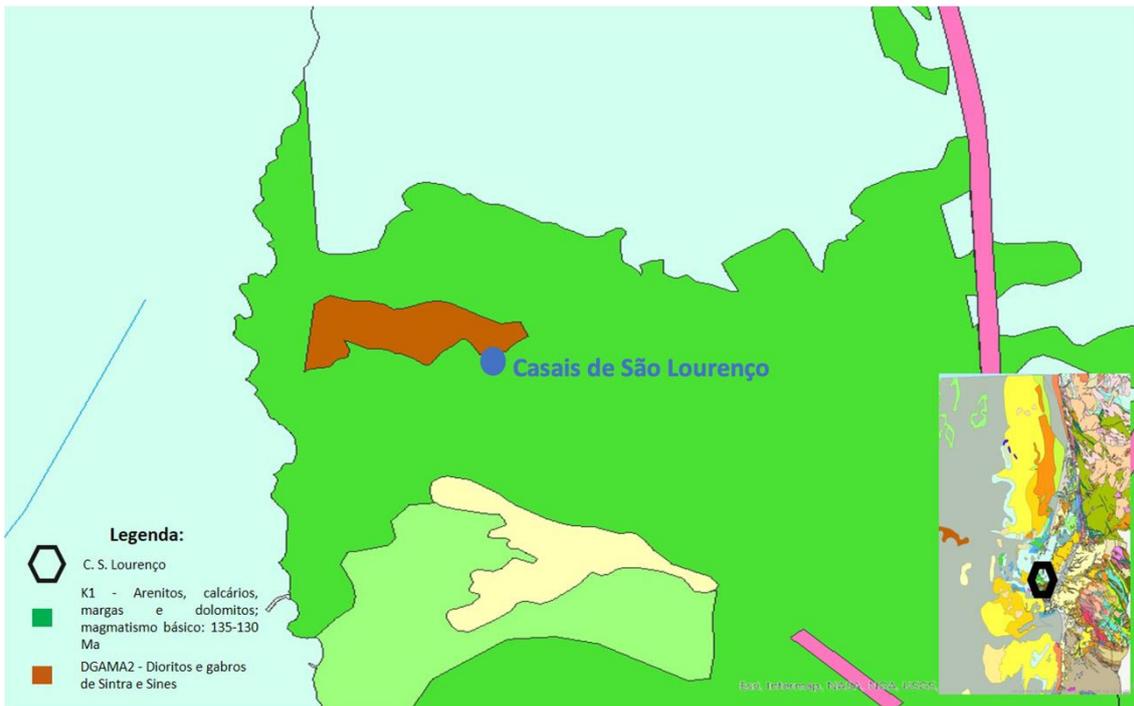


Figura 2. Carta geológica de Casais de São Lourenço. (Fonte: geoportal do LNEG).

9.5.5. Materiais e equipamentos utilizados

Durante a realização da análise aos testemunhos de sondagem foram utilizados alguns materiais essenciais, nomeadamente: Peneiro de malha fina, Ácido, Bloco de notas, Esferográfica e Câmara de telemóvel.

9.5.6. Método

Para a realização das análises dos testemunhos de sondagem, foi utilizado o método de peneiração por via húmida.

9.5.7. Enquadramento do trabalho

No dia 22 de outubro de 2020, pelas 14:30 minutos, começou-se com uma visita ao local onde se encontravam as amostras recolhidas durante a perfuração, tratando-se da primeira vez que o estagiário se deslocou aos laboratórios da filial da Empresa Renato Azenha em Évora para realizar este tipo de análise. Foi dada a conhecer ao estagiário a história da criação da empresa e a sua evolução ao longos dos vários anos.

9.5.8. Análise laboratorial

A sondagem em Casais de São Lourenço foi executada através do método de perfuração por rotopercussão pneumática com martelo no fundo do furo e atingiu os 109 m de profundidade. Foram recolhidas e analisadas em laboratório 36 amostras (Figura 3), recolhidas a cada 3 m de profundidade durante a perfuração.

A peneiração é uma operação unitária, que consiste na separação de partículas sólidas em frações de granulometria diferente, por passagem através de peneiros ou crivos. Os grãos maiores ficam retidos na peneira e os menores passam pela malha. Para facilitar a limpeza das amostras, é utilizado um jato de água.



Figura 3. Amostras dos testemunhos de sondagem da obra de Casais de S. Lourenço.

Após a peneiração, passou-se pela fase das análises dos testemunhos de sondagem, o que permitiu verificar com mais pormenor a constituição de cada amostra, os níveis de fracturação e de alteração. Em caso de alguma dúvida, utilizava-se ácido muriático para fazer efervescência, no caso das rochas carbonatadas. A análise dos testemunhos desta sondagem terminou pelas 18:00 horas.

9.5.9. Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os dados referentes aos resultados obtidos durante a análise das amostras. A folha de obra de Casais S. Lourenço foi cedida pela empresa Renato Azenha e encontra-se em anexo, na Figura 4.

Tabela 1. Perfil litológico da sondagem em Casais S. Lourenço.

Litologia	Profundidade (m)
Argilas acastanhadas	0 – 7
Argilas negras	7 – 10
Calcário cinzento A e F	10 – 13
Argilitos cinzentos MA	13 – 16
Calcário acinzentado A e F	16 – 22
Calcário avermelhado PA e não-F	22 – 25
Argilito negro	25 – 28
Calcário cinzento	28 – 73
Argilitos cinzentos	73 – 76
Calcários cinzentos	76 – 88
Grés cinzento MA e MF	88 – 99
Calcários cinzentos	99 – 109

Legenda: **A** – Alterado. **F** - Fraturado. **M** – Muito; **P** – Pouco.

9.5.10. Discussão e referências finais

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que o perfil vertical geológico é composto, na sua maioria, por rochas calcárias, de natureza e características distintas: a variedade deste maciço nota-se na alteração da cor e no nível de fracturação. Os calcários surgem a partir dos 10 m de profundidade desenvolvendo-se até à profundidade total da perfuração (109 m), sempre com uma alternância com argilitos. Nas zonas mais profundas verificou-se ainda a ocorrência de grés.

A análise dos testemunhos de sondagem da obra de Casais S. Lourenço mostrou que podem emergir águas ao longo de zonas caracterizadas por formações geológicas de calcário e grés.

9.5.11. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

9.5.12. Referências webs

Portal do Laboratório Nacional de Energia e Geologia: <https://geoportal.lneg.pt/mapa/#>,
25 de Outubro de 2020.

9.5.13. Anexos de Relatório 5



RENATO LIMA AZENHA

CAPTAÇÕES DE ÁGUA

Rua dos Moinhos • Assafora • 2705-495 S. João das Lampas • Tel.: 21 961 08 68

54/2020

ale_kenfim@luta.com R.L.A.

Nome do Cliente Pessoa Croa

Morada

Local da Obra Casais de São Lourenço Ribeira das n.º obra 20.045

Freguesia Concelho Telefone

Furo n.º B.A. 1 da C. M. n.º 388 de Lat. 39° 1' 20.80" N

Coordenadas M 088.739 p. 229.083 Cota Aprox. 50 metros Long. 9° 24' 55.91" W

Designação RLA B.A. 1 Proposta n.º

Início da Obra 9 / 09 / 2020 Fim da Obra 14 / 09 / 2020

Método de Perfuração B.P.P. Máquina D.80

Profundidade Alcançada 109 metros Ø inicial 12-6 m Ø Final 8-103 m

Tubo isolante Ø 230 m/m 7,50 kg 6 metros em P.V.C

Isolamento em Argilas / Cimento / Material detritico dos 0 metros aos 20 metros

Tubo Revestimento Ø 140 m/m 12,5 kg 109 metros em P.V.C

Tipo de Tubo Ralo 18 metros com rasgos horizontais de 65 m/m x 1,2 m/m colocados

dos 84/90 aos 90/96 metros dos 96/102 aos e dos aos metros

Diâmetro do Seixo aplicado no dreno 305 m/m colocado dos 20 aos 109 metros

Método de desenvolvimento Ar directo com Azos 1/5

Profundidade das Zonas Aquíferas 84/90 metros 90/96 metros e 96/102 metros
1.500 3.100 4.300

NHE metros NHD metros Caudal Litros hora

Colocação do Ralo da Bomba metros Extracção aconselhável Litros hora

Equipa de Trabalho Fernando Freitas - Douglas

Localizou a Sondagem Dr. Hélio Azenha Observações

Figura 4. Folha de obra.

9.6. Relatório 6: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados em N^a S^a do Divor, Arraiolos

16 A 18 DE JUNHO DE 2021

9.6.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas numa propriedade pertencente ao senhor João Manuel Xarepe, em Arraiolos, com a finalidade de rega de espaços verdes.

9.6.2. Zona de estudo

A propriedade do senhor João Xarepe fica localizada na Rua Nova dos Almocreves n^o30, em Arraiolos, nas coordenadas geográficas de latitude 38°43'18.42"N e longitude 7°59'27.50"W e cota de 330 m (Figura 1).



Figura 1. Zona de estudo e local de sondagem, numa vista afastada.

Esta propriedade encontra-se muito isolada do resto das outras habitações ali existentes. A casa (na Figura 2) foi construída numa depressão morfológica muito expressiva, isto é, numa encosta com um ângulo de inclinação equivalente a mais ou menos 35°.



Figura 2. Zona de estudos, numa vista mais aproximada.

9.6.3. Geologia local

De acordo com Carvalhosa (1999), a zona de estudo é composta por formações rochosas metassedimentares (são formações metamórficas que derivam das rochas sedimentares iniciais), como é o caso da formação dos Xistos de Moura, que são constituídas por micaxistos ricos em quartzo e metapsamitos associados (xistos bandados), anfibolitos (metabasitos) e raros calcários. A zona de estudo é representada através de uma elipse amarela na Figura 3. A sul da zona da sondagem existe um maciço de tonalitos.

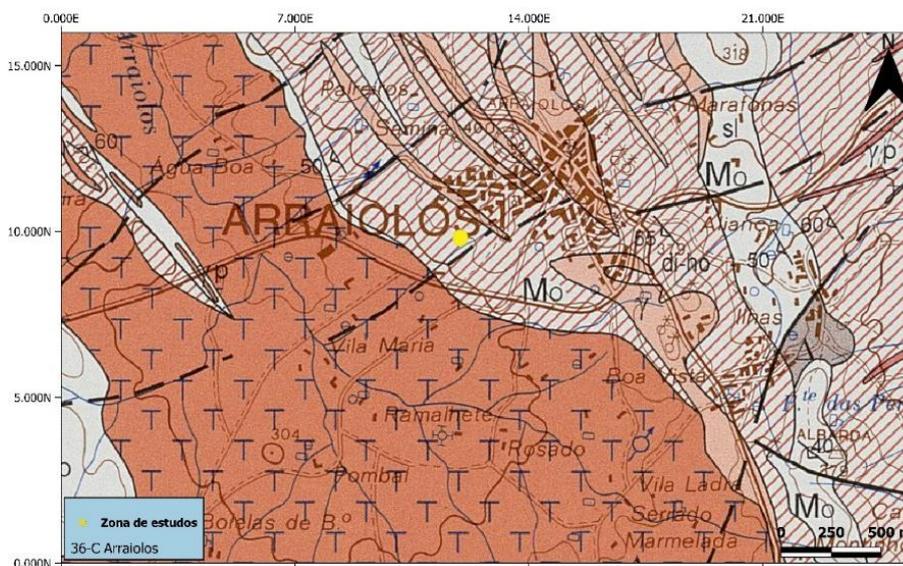


Figura 3. Geologia da zona de estudo (extrato da carta geológica folha 36-C, de Arraiolos, E:1:50 000). Legenda na Figura 4.

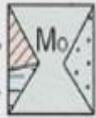
METASSEDIMENTOS		
Ordovícico-Silúrico ?	 <p>FORMAÇÃO DE "XISTOS DE MOURA" : micaxistos, ricos de quartzo e metapsamitos associados (xistos bandados) (*); anfibólitos (metabasitos) (**) e raros calcários (***)</p>	
Cámbrico-Ordovícico Inferior ?	 <p>FORMAÇÃO DE OSSA : micaxistos com abundante quartzo de exsudação e, subordinadamente, intercalações de anfibólitos (*); níveis predominantemente quartzo-feldspáticos (paragnaisses) (**)</p>	
Proterozóico Superior	 <p>FORMAÇÃO DE ESCOURAL : quartzitos (metaliditos) associados a micaxistos e metapsamitos; raros anfibólitos (*) e calcários (**)</p>	
ROCHAS INTRUSIVAS E MIGMATITOS		
Hercínicas	Tardi a pós-orogénicas	 Quartzo
	 Microgranitos	
	 Microdioritos	
	 Gabros e ultrabásitos associados (Amoreirinha)	
	 Pegmatitos e granitos associados; zonas de pegmatitos (*)	
	 Granitos porfíroides, de grão médio a grosseiro, biotíticos	
	 Granitos de grão médio, biotíticos	
	 Granodioritos e granitos indiferenciados	
	 Tonalitos	
	 Dioritos e gabros associados	
Orogénicas	 Complexo migmatítico: migmatitos heterogéneos e gnaisses migmatíticos (*); fácies predominantemente anatexítica (**)	

Figura 4. Legenda da carta geológica, folha 36-C. Aplicável na Figura 3.

9.6.4. Hidrogeologia do local

A zona de estudo situa-se na parte sul do Maciço Antigo (Figura 5). A maior parte desta unidade hidrogeológica é ocupada por rochas metassedimentares e eruptivas com escassa aptidão aquífera. Estas rochas dão origem a aquíferos fraturadas, em geral livres, descontínuos, de produtividade baixa (Almeida et al. 2000). Apesar destas condições desfavoráveis, ainda assim a maioria dos concelhos que se encontram sobre formações do Maciço Antigo conseguem ser abastecidas por águas subterrâneas, desde que as povoações não sejam muito populosas.

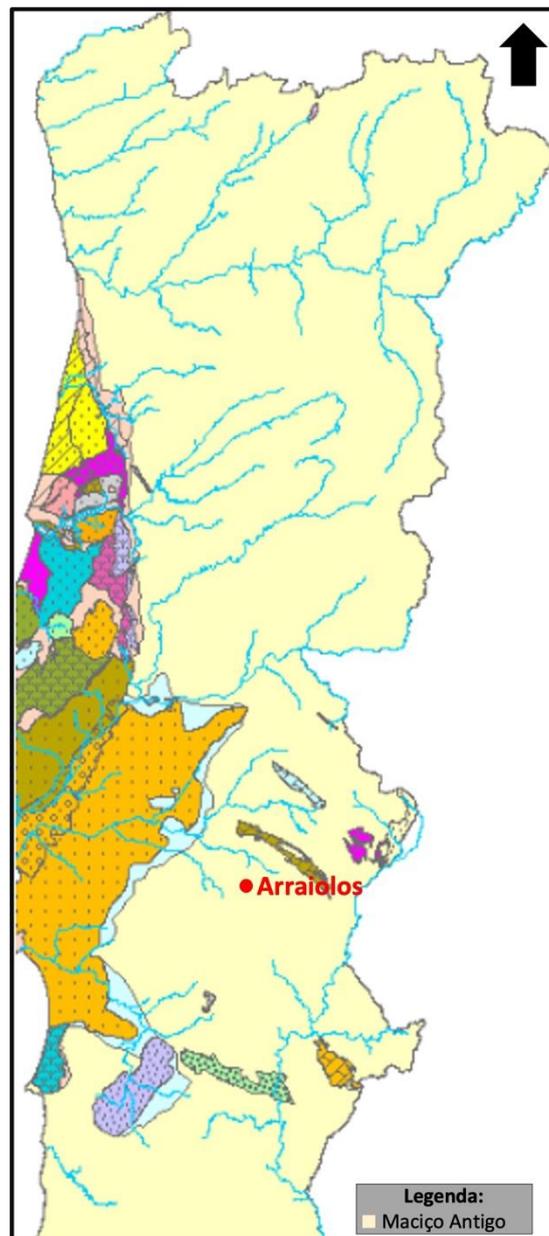


Figura 5. Unidade hidrogeológica do Maciço Antigo, destacando-se a vermelho a zona de estudo.

9.6.5. Método e material

O método utilizado para a sondagem e captação de águas subterrâneas foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo, através do equipamento ROC 820.

9.6.6. Metodologia de trabalho

Os trabalhos realizados para sondagem e captação de águas subterrâneas, seguem um ciclo de atividades, nomeadamente:

- i. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa;
- ii. Perfuração;
- iii. Revestimento de coluna;
- iv. Inserção do pré-filtro em areão calibrado;
- v. Limpeza e desenvolvimento do furo;
- vi. Ensaio de caudal;
- vii. Selo e tampa de proteção.

Os trabalhos de sondagem na propriedade do senhor João Xarepe tiveram a duração de 2 dias.

9.6.7. Ciclo de atividades para sondagem e captação de águas subterrâneas

9.6.7.1. Estudo de reconhecimento e marcação pesquisa

Foi reservada esta fase para estudos de reconhecimento, que foram efetuados através das cartas geológicas (Figura 4), da carta hidrogeológica (sistema Maciço Antigo na Figura 3), e dos inventários dos furos e poços existentes. Assim, foi marcado o ponto para realização da sondagem, que ficou nas coordenadas de latitude 38°43'18.27"N e longitude 7°59'27.71"W.

9.6.7.2. Perfuração

Através da perfuração foram alcançados 120 m de profundidade. Foram também colhidas as amostras dos testemunhos de sondagem (Figura 6) a cada 3 m de profundidade, exceto a 1ª amostra, que corresponde a 4 m. O perfil vertical litológico desta pesquisa pode ser visto em Anexo, na Figura 7.



Figura 6. Amostras de rocha resultantes da perfuração.

Porém este furo de sondagem foi improdutivo (Figura 7), sendo que o proprietário optou por não dar continuidade às pesquisas.

9.6.8. Referências finais

A sondagem realizada na propriedade do João Xarepe foi improdutiva. O que se justifica pela composição geológica da zona e que é complementada pela informação da hidrogeologia. A pesquisa realizou-se num alinhamento geológico com formações rochosas de xistos e granitos, e estas são duas litologias que, em muitas circunstâncias são muito pouco produtivas.

9.6.9. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

Carvalhosa, A. B. (1999). Notícia Explicativa da folha 36-C Arraiolos (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

9.6.10. Anexos do Relatório 6

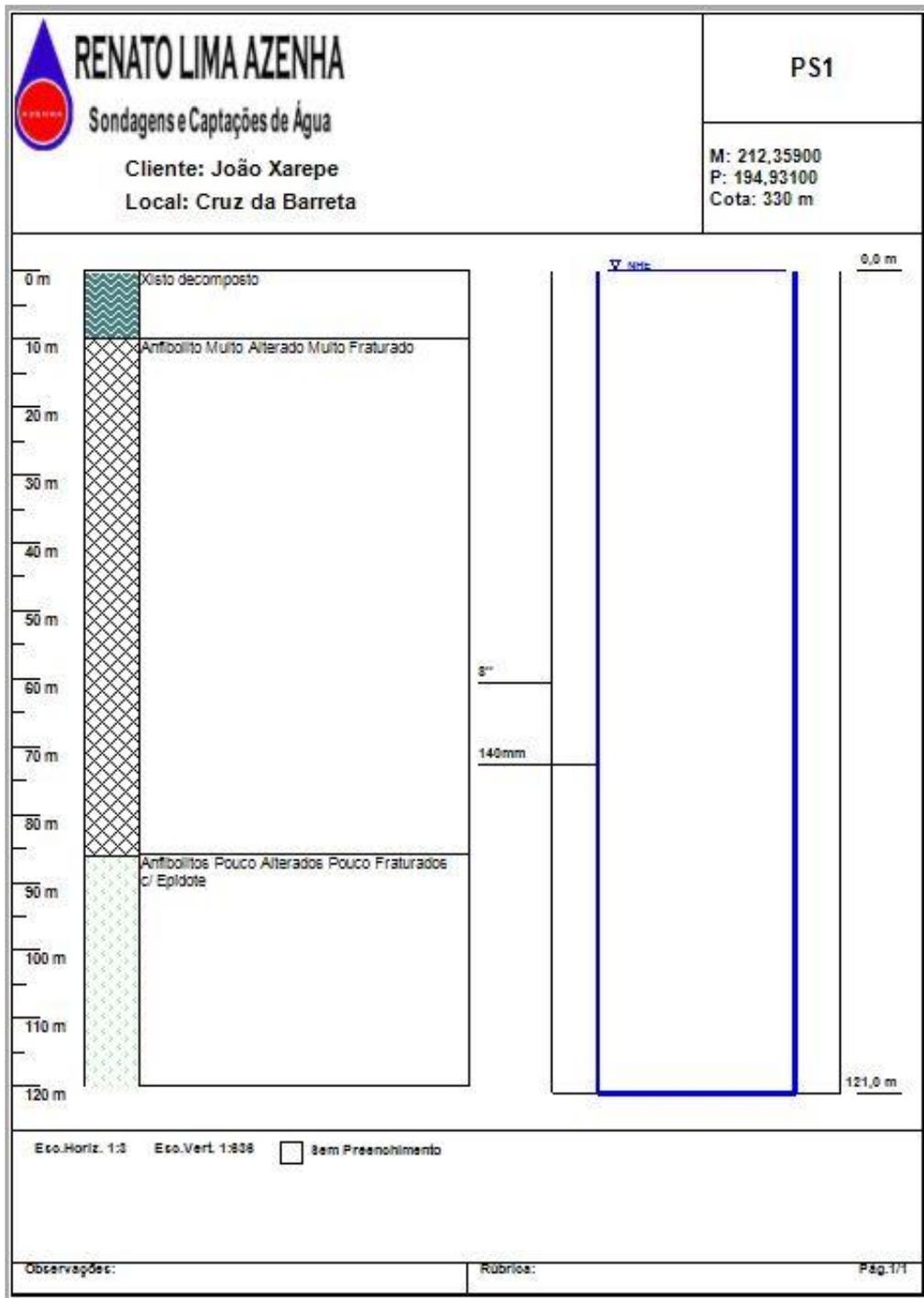


Figura 7. Perfil litológico (à esquerda) e corte técnico do furo (à direita).

9.7. Relatório 7: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Gafanhoeira, Arraiolos

28 DE JUNHO A 06 DE JULHO DE 2021

9.7.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas numa pequena propriedade denominada Trindade, em São Pedro da Gafanhoeira, Arraiolos, com objetivo de rega.

9.7.2. Zona de estudo

A zona de estudo fica localizada na freguesia de Gafanhoeira e Sabugueiro, em Arraiolos, distando 618 m entre a zona de estudo e o centro da cidade de Arraiolos, aproximadamente nas coordenadas de latitude $38^{\circ}44'50.79''N$ e longitude $8^{\circ}4'36.85''W$, numa cota aproximada de 240 m (ver localização na Figura 1). A zona de estudo tem uma área de 313 m^2 (ver Figura 2).

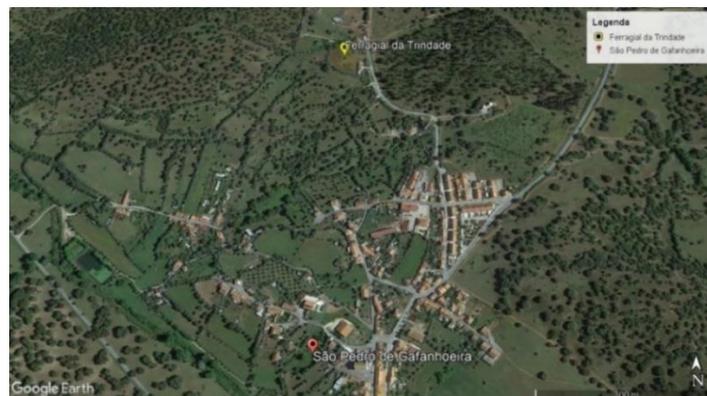


Figura 1. Zona de estudo.

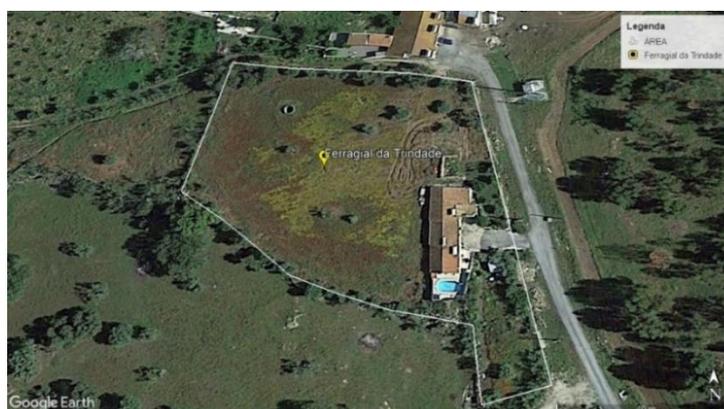


Figura 2. Propriedade da Trindade – zona de estudo.

9.7.3. Geologia local

De acordo com a folha da carta geológica de Portugal 36-C à escala 1:50.000, a zona de estudo, representada na Figura 3 por uma elipse de cor violeta, situa-se sobre rochas graníticas porfiróides, de grão médio a grosseiro, biotíticas (Carvalhosa, 1999), pertencentes ao grupo das rochas intrusivas e migmatitos orogénicos.

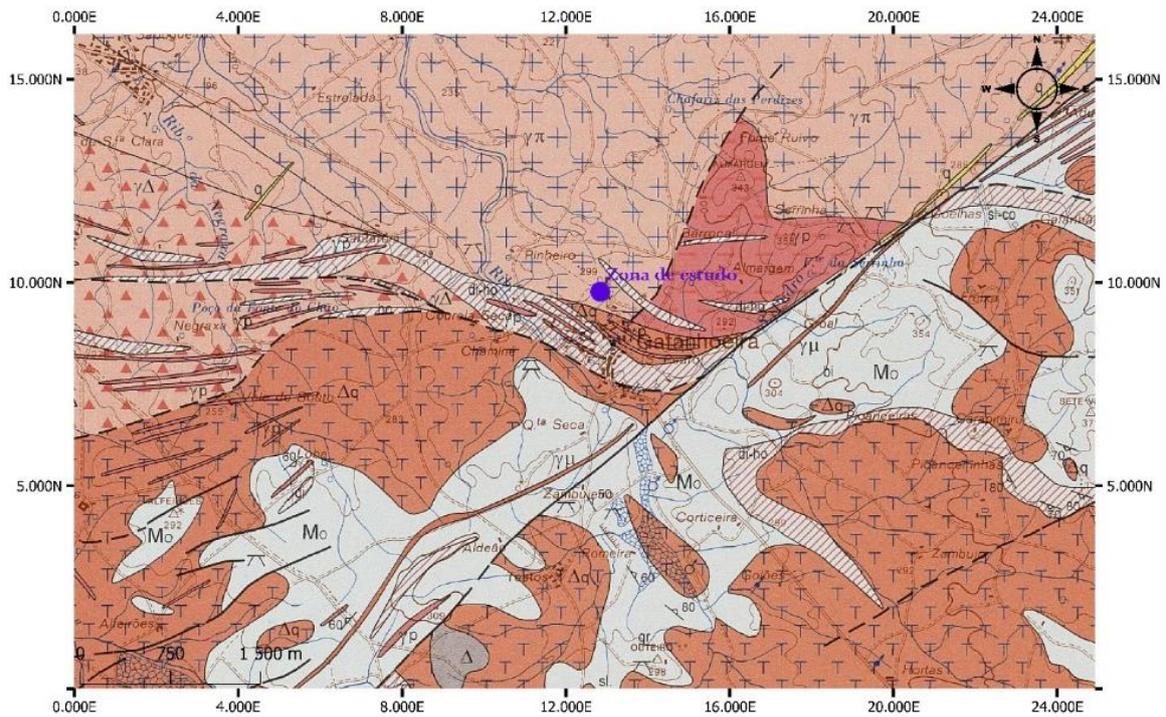


Figura 3. Geologia da zona de estudo (extrato da carta geológica folha 36-C, Arraiolos, E:1:50 000). Legenda na Figura 4.

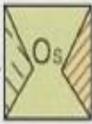
METASSEDIMENTOS	
Ordovício-Silúrico ?	 <p>FORMAÇÃO DE "XISTOS DE MOURA" : micaxistos, ricos de quartzo e metapsamitos associados (xistos bandados) (*); anfibolitos (metabasitos) (**) e raros calcários (***)</p>
Cámbrico-Ordovício Inferior ?	 <p>FORMAÇÃO DE OSSA : micaxistos com abundante quartzo de exsudação e, subordinadamente, intercalações de anfibolitos (*); níveis predominantemente quartzo-feldspáticos (paragneisses) (**)</p>
Proterozóico Superior	 <p>FORMAÇÃO DE ESCOURAL : quartzitos (metaliditos) associados a micaxistos e metapsamitos; raros anfibolitos (*) e calcários (**)</p>
ROCHAS INTRUSIVAS E MIGMATITOS	
Tardi a pós-orogénicas	 <p>Quartzo</p>
	 <p>Microgranitos</p>
Hercínicas	 <p>Microdioritos</p>
	 <p>Gabros e ultrabasitos associados (Amoreirinha)</p>
	 <p>Pegmatitos e granitos associados; zonas de pegmatitos (*)</p>
	 <p>Granitos porfíroides, de grão médio a grosseiro, biotíticos</p>
	 <p>Granitos de grão médio, biotíticos</p>
	 <p>Granodioritos e granitos indiferenciados</p>
	 <p>Tonalitos</p>
	 <p>Dioritos e gabros associados</p>
	 <p>Complexo migmatítico: migmatitos heterogéneos e gnaisses migmatíticos (*); fácies predominantemente anatexítica (**)</p>
	Orogénicas

Figura 4. Legenda da carta geológica, folha 36-C. Aplicável na Figura 3.

9.7.4. Hidrogeologia

A maior parte desta unidade hidrogeológica é ocupada por rochas metassedimentares e ígneas com escassa aptidão aquífera, que dão origem a aquíferos, em geral livres, descontínuos, de produtividade baixa (Almeida et al. 2000). Apesar destas condições desfavoráveis, ainda assim, a maioria dos concelhos sobre estas formações do Maciço Antigo mantêm abastecimentos baseados em águas subterrâneas. Como se pode ver na Figura 5, a propriedade da Trindade situa-se dentro da zona menos produtiva do maciço Antigo, afastada de alguns dos principais aquíferos dentro dessa unidade no Alentejo. Pode ver-se que o local da sondagem se situa a norte do aquífero de Montemor-o-Novo, estando os restantes aquíferos representados nessa mesma figura ainda mais longe da zona de pesquisa. Por isso, a área de pesquisa situa-se numa área de produtividade muito reduzida.

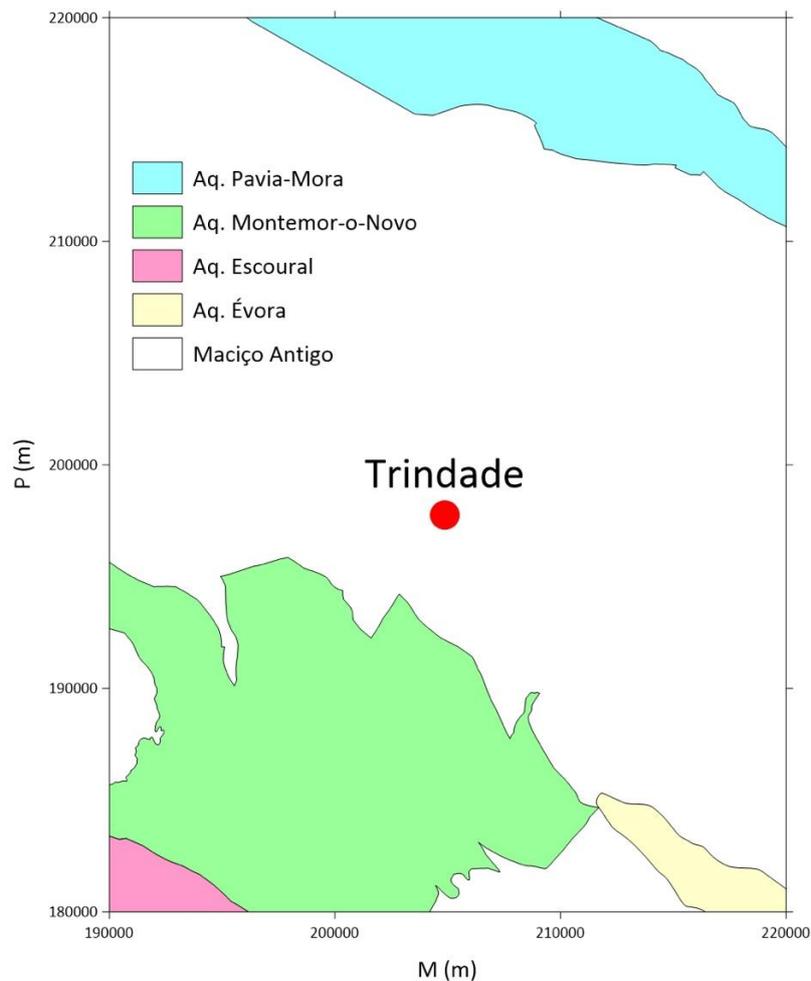


Figura 5. Localização da propriedade da Trindade em função dos aquíferos mais produtivos definidos dentro da unidade hidrogeológica designada por Maciço Antigo, considerada de produtividade reduzida.

9.7.5. Material e equipamento utilizados

Foi utilizada uma máquina de perfuração ROC 820, que é um equipamento de rotopercussão pneumática.

9.7.6. Método

O método utilizado para a sondagem e captação de águas subterrâneas foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

9.7.7. Metodologia de trabalho

Para a concretização dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas obedeceu-se a uma sequência de fases, dentre elas:

- i. Reconhecimento e marcação do furo
- i. Perfuração
- ii. Revestimento da coluna
- iii. Introdução do filtro de areão calibrado
- iv. Desenvolvimento e limpeza do furo
- v. Ensaio de caudal
- vi. Selo e tampa de proteção

Esta atividade teve o tempo de duração de oito dias.

9.7.8. Fases do ciclo dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas

9.7.8.1. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa

A primeira fase do ciclo de trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas corresponde aos estudos de reconhecimento e marcação da pesquisa. Estes foram feitos com recurso à carta geológica e hidrogeológica da zona e também através dos inventários dos furos e poços existentes. Assim, marcou-se o ponto para realização da sondagem.

9.7.8.2.Perfuração

A perfuração alcançou 150 m de profundidade para a primeira pesquisa (F1), que foi improdutiva. No entanto, fez-se uma nova marcação para uma segunda sondagem (F2), que também se alcançou os 150 m profundidade e que mostrou-se produtiva. A Figura 6 ilustra a posição de cada sondagem realizada e o poço ali existente. Entre F2 e o poço distam 40 m.



Figura 6. Posicionamento das pesquisas realizadas.

Foram colhidas amostras dos testemunhos de sondagem, conforme demonstra a Figura 7, durante a pesquisa, para realização de análises das formações rochosas atravessadas, como a composição, graus de fracturação e de alteração dos maciços (vide perfil litológico na Figura 9, em anexo).



Figura 7. Amostras de rochas obtidos durante a perfuração.

9.7.8.3.Revestimento da coluna e colocação do filtro

A captação foi isolada com um tubo de aço até aos 3 m de profundidade e depois revestida com uma coluna de tubos em PVC, tendo-se colocado tubos-ralo com rasgos horizontais dos 29,5 aos 36,5 m, dos 49,0 aos 55,0 m, dos 84,1 aos 87,1 m e dos 117,0 aos 123,0 m, tal como se ilustra na Figura 9 do corte do furo, em anexo. Foi introduzido seixo calibrado dos 16 aos 150 m de profundidade para filtrar a água que é captada dentro do furo e, dos 0 aos 16 m, foi colocado material isolante para prevenir a entrada de águas indesejadas a partir da superfície.

9.7.8.4.Desenvolvimento e limpeza da captação

A limpeza e desenvolvimento da captação foi efetuada com sistema de ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão.

9.7.8.5.Medição do caudal

Foram efetuadas sete medições de caudal (Figura 8), a diferentes profundidades, durante o processo de sondagem, o que permitiu conhecer produtividade aproximada do furo.



Figura 8. Medição do caudal.

Os resultados destas medições do caudal encontram-se na Tabela 2. Foi utilizado um balde de 10 l e verificou-se o tempo que demorava a encher. Neste caso verifica-se que a produtividade final da captação é de 2000 l/h.

Tabela 2. Dados da medição do caudal.

Nº.	Prof. (m)	Caudal (l/h)
1	25	100
2	40	150
3	61	395
4	73	1600
5	94	1600
6	121	2000
7	151	2000

9.7.8.1.Selo e tampa de proteção

O furo de captação foi selado e protegido com tampa amovível, de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a sua deterioração. O tubo ficou 0.50 m acima do solo.

9.7.9. Referências finais

Através das atividades de sondagem e captação de águas subterrâneas realizadas na propriedade designada por Trindade, foi possível transformar a segunda pesquisa em captação, pelo fato de apresentar uma produtividade aproximada de 2000 l/h, sendo uma quantidade de água satisfatória e compatível com as necessidades requeridas pelo proprietário.

9.7.10. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

Carvalhosa, A. B. (1999). Notícia Explicativa da folha 36-C Arraiolos (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

9.7.11. Anexos do Relatório 7

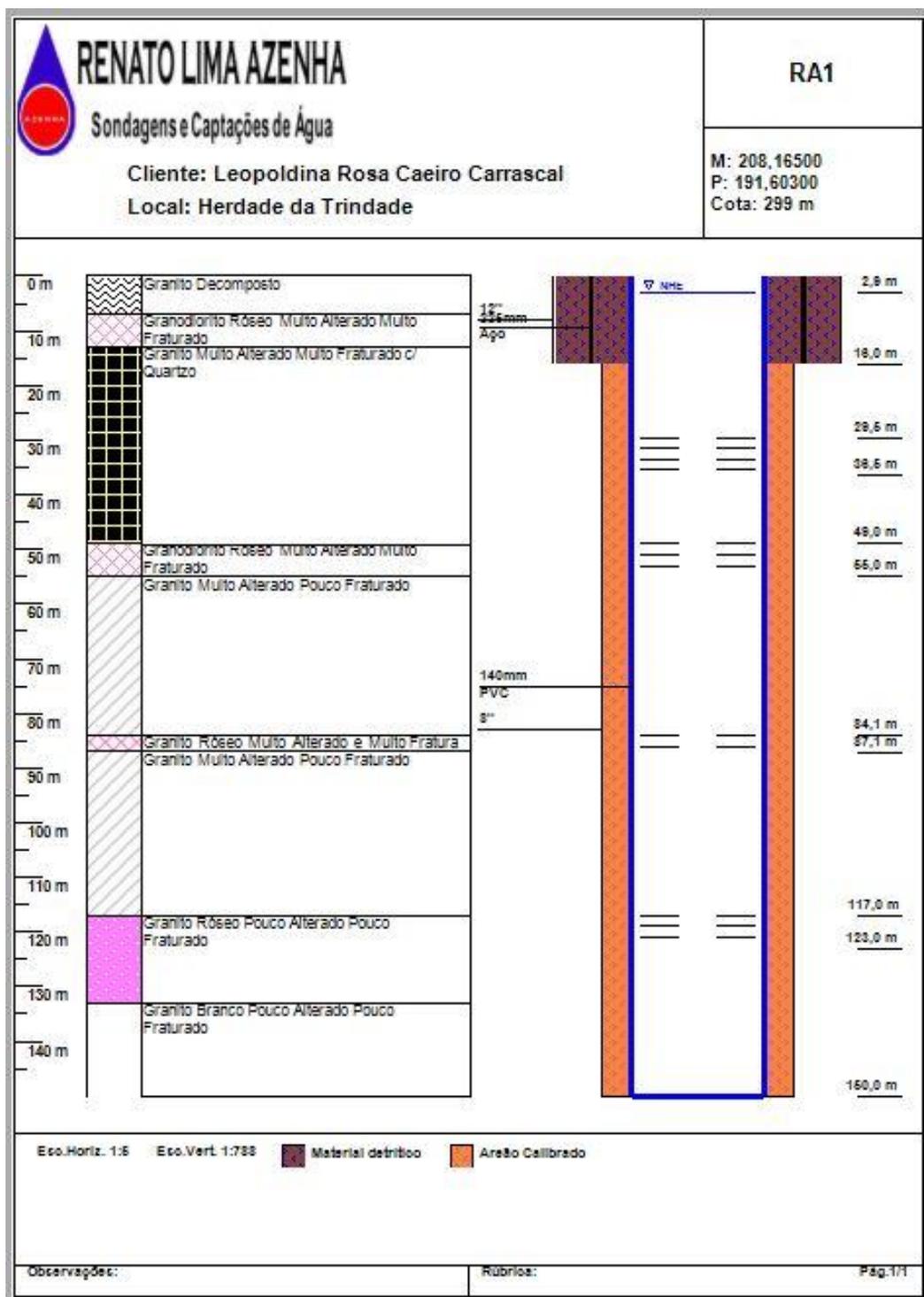


Figura 9. Perfil vertical litológico (à esquerda) e perfil técnico do furo (à direita).

9.8. Relatório 8: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Quinta da Luz, nos Canaviais, em Évora

09 A 16 DE ABRIL DE 2021

9.8.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas na Quinta da Luz, nos Canaviais, um bairro nas proximidades de Évora. A sondagem foi efetuada numa zona que é composta por formações da unidade hidrogeológica do Maciço Antigo, com o objetivo de reforçar o abastecimento da propriedade.

9.8.2. Geologia local

A Quinta da Luz fica localizada na freguesia dos Canaviais, em Évora, aproximadamente nas coordenadas geográficas de latitude $38^{\circ}37'15''$ N e longitude $7^{\circ}53'58''$ W. Os trabalhos de sondagem e captação da água subterrânea decorreram num terreno composto maioritariamente por granodioritos (Carvalhosa, 1999), com graus de alteração e de fraturação muito reduzidos (Figura 1). Na zona de estudo verifica-se superficialmente a existência de formações de rochas ígneas, sobretudo tonalitos, e migmatitos.

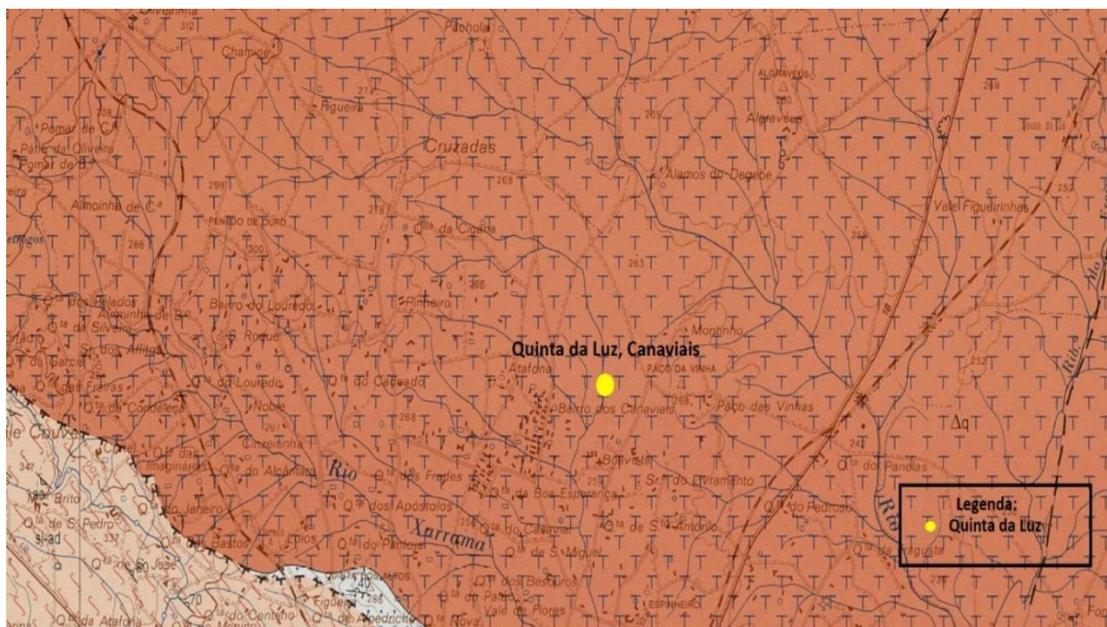


Figura 1. Geologia da zona de estudo (extrato da carta geológica folha 36-C, Arraiolos Escala 1:50 000). Legenda na Figura 2.

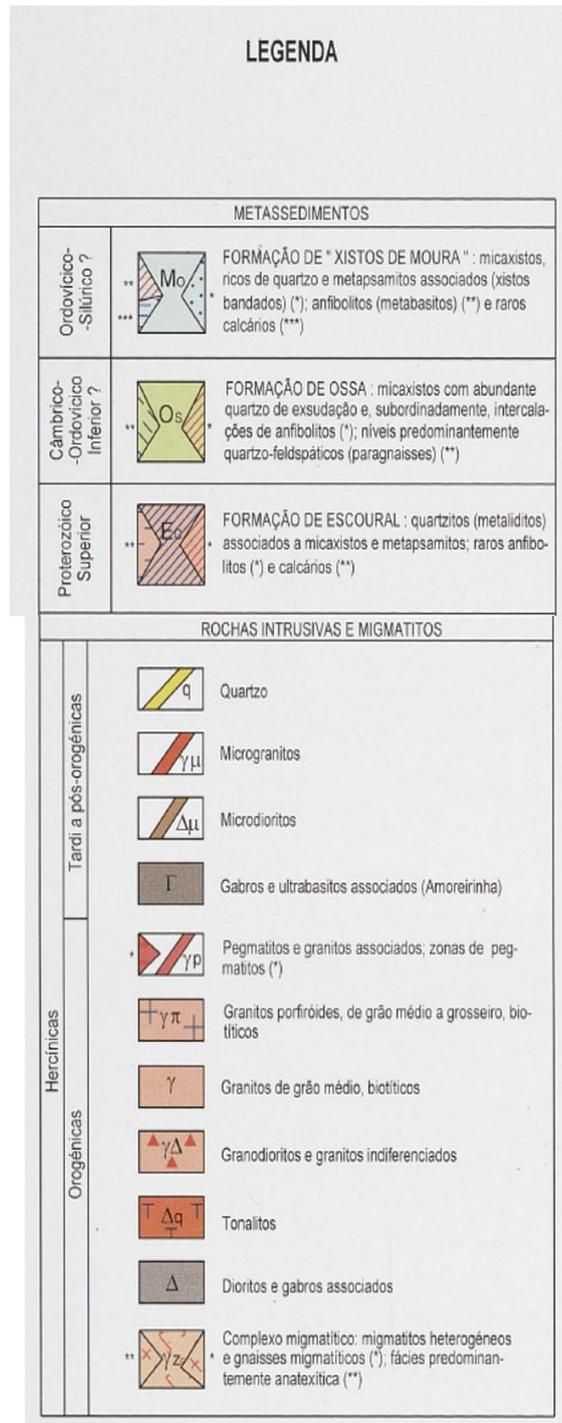


Figura 2. Legenda da carta geológica, folha 36-C Arraiolos. Aplicável na Figura 1.

9.8.3. Material e equipamento utilizados

O equipamento utilizado para pesquisa e captação de águas subterrâneas nesta zona de estudo foi o ROC 820, que é um equipamento de perfuração pneumática.

9.8.4. Método

O método utilizado para a sondagem foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

9.8.5. Metodologia de trabalho

Os trabalhos realizados para a localização da sondagem e para a sua transformação em captação seguem normalmente uma sequência de fases:

- i. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa;
- ii. Perfuração;
- iii. Revestimento de coluna;
- iv. Inserção do pré-filtro em areão calibrado;
- v. Limpeza e desenvolvimento da captação;
- vi. Ensaio de caudal;
- vii. Selo do furo e tampa de proteção.

A atividade de sondagem e captação de águas subterrâneas realizada na Quinta da Luz durou uma semana. Para que se dê início às atividades de sondagem é necessário que a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) emita uma licença de autorização para prospeção e pesquisa de recursos hídricos, como se pode ver em anexo, na Figura 15.

9.8.6. Fases de sondagem e captação de águas subterrâneas

9.8.6.1. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa

A fase de estudos de reconhecimento engloba a análise de cartas geológicas (Figura 1) e de cartas hidrogeológicas (sistema Maciço Antigo) e dos inventários dos furos e poços existentes dentro de um perímetro desenhado (tendo como ponto de referência a Quinta da Luz). Uma vez que a empresa Renato Azenha detém uma vasta experiência em terrenos como os que compõem a Quinta da Luz, este facto facilitou o processo de análise prévia à marcação da sondagem destinada à captação de água subterrânea.

Assim, foi marcado o ponto para realização da sondagem dentro da propriedade da Quinta da Luz. O ponto a sondar foi sinalizado por um pedaço de azulejo (ver Figura 3).



Figura 3. Marcação do ponto onde se realizou a sondagem. O destaque do círculo vermelho, indica o local exato a sondar, por baixo do martelo pneumático acoplado à máquina de sondagem.

Na Figura 4 observa-se a localização do ponto marcado para realização da sondagem e captação de água no Google Earth. Na tabela 2 são ilustradas com mais detalhe as coordenadas do marco da zona a sondar.



Figura 4. Localização geográfica da área de sondagem, Quinta da Luz, Canaviais.

Tabela 2. Coordenadas geográficas da zona a sondar.

Nº.	Coordenadas geográficas			Local
	Latitude	Longitude	Elevação (m)	
1	38°37'52" N	07°53'05" W	261,5	Canaviais

9.8.6.2. Perfuração

Nesta fase, as condições para perfuração têm de estar todas criadas, como é o caso particular da licença de autorização para prospeção e pesquisa emitida pela APA (anexos na Figura 15) e dos equipamentos e ferramentas (Figura 5) para executar a pesquisa.



Figura 5. Equipamentos e ferramentas prontas para executar a sondagem (a imagem maior ilustra a máquina de sondagem, os pormenores à volta da imagem maior mostram as varas de perfuração, as placas com sinais de uso obrigatório de EPI e informação sobre a licença, uma carrinha do tipo Mitsubishi Canter para transporte de material para a zona de perfuração, e por fim, o compressor de ar, isto visto a partir do canto superior direito ao canto inferior esquerdo, respetivamente).

Para perfurar, primeiramente foi utilizado o martelo de 10”, a que se seguiu o martelo de 12”, que permitiu o alargamento do furo até aos 13 m de profundidade. De seguida, foram inseridos 13 m de tubo de aço para segurar as formações menos consistentes do solo e da

parte superior alterada do maciço rochoso e também para evitar a infiltração de águas superficiais de menor qualidade que possam vir a alterar a qualidade da água captada. Este tubo de aço é mais conhecido como tubo de isolamento ou de proteção (ver Figura 6).



Figura 6. Inserção do tubo de isolamento no furo de pesquisa.

A sondagem alcançou 99 m de profundidade, e, ao mesmo tempo que se perfurava, foram colhidas amostras dos testemunhos de rocha que iam saindo a cada 3 m de profundidade (ver Figura 7).



Figura 7. Amostras de rocha colhidas ao longo da pesquisa (pormenor no canto inferior direito, mostrando o conjunto das amostras num plano mais aproximado).

A primeira amostra normalmente é colhida aos 4 m de profundidade, que correspondem à soma entre 1 m do martelo e 3 m de vara. As amostras subsequentes são colhidas a cada 3 m de profundidade, o mesmo comprimento das varas. A litologia atravessada era constituída por granodioritos. O perfil litológico pode ver-se em anexo, na Figura 16.

9.8.6.3. Revestimento da coluna e introdução do pré-filtro em areão calibrado

Quando termina a pesquisa e a esta é para ser aproveitada, a sua transformação em captação inicia-se pela introdução da coluna de revestimento. Esta coluna protege o interior da captação da queda de detritos e permite também isolar a entrada de água para dentro do furo a partir dos níveis superiores do solo e da rocha muito alterada.

Dentro da sequência do tubo de revestimento, é essencial planear o posicionamento dos tubos-ralo na coluna de revestimento. Os tubos-ralo são tubos com rasgos que permitem a entrada de água na captação, pelo que deverão estar situados em frente às zonas mais produtivas do aquífero. Por isso, o seu posicionamento é fundamentalmente baseado no perfil litológico vertical (ver Figura 8). Os tubos-ralo são então colocados em zonas do furo em que as amostras de rocha se mostram muito alteradas e fraturadas e onde foram detetados, durante a perfuração, níveis aquíferos. As zonas do furo em que as amostras de solo se mostraram sem fraturas e alterações são zonas com pouca probabilidade de ocorrência de águas e ficarão em frente a tubo fechado. A sequência de tubos do tipo ralos e fechados em PVC, é então introduzida na perfuração. Na Figura 8 é mostrado um esquema representativo de um corte vertical do furo com definição do posicionamento dos tubos-ralo e dos tubos fechados.

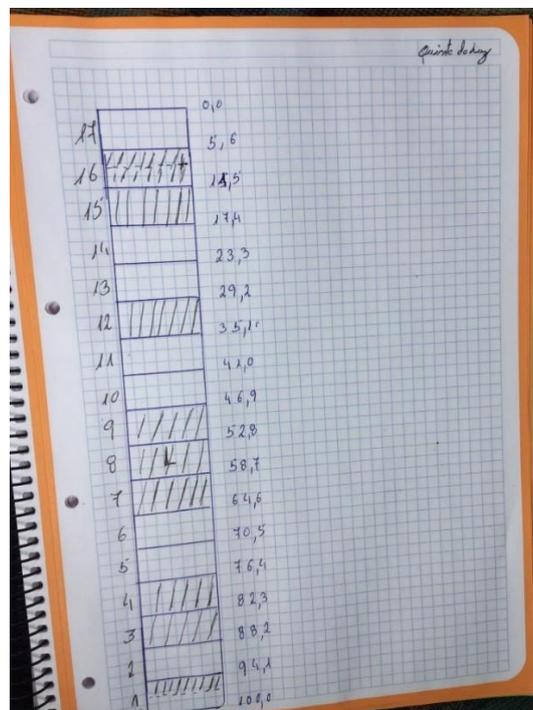


Figura 8. Esboço do perfil vertical da coluna de revestimento, com o posicionamento dos tubos-ralo e dos tubos fechados (as zonas com riscos verticais indicam tubos ralos, zonas em branco indicam tubos fechados), esquematizado pelo operador de máquinas.

Neste caso foram inseridos 9 tubos-ralo com rasgos horizontais e 8 tubos fechados, como ilustra o corte do furo na Figura 16, em anexo, num total de 17 tubos georoscados em PVC (como já se tinha visto na Figura 8). Note-se que no primeiro tubo (que fica em contato com a base do furo) foi colocado uma tampa (Figura 9), para não permitir entrada de detritos indesejados de baixo para cima durante a extração de água.



Figura 9. Colocação da tampa inferior no tubo de PVC.

Como dreno ou filtro da água dentro do furo foi utilizado areão calibrado (Figura 10), dos 13 aos 99 m de profundidade.

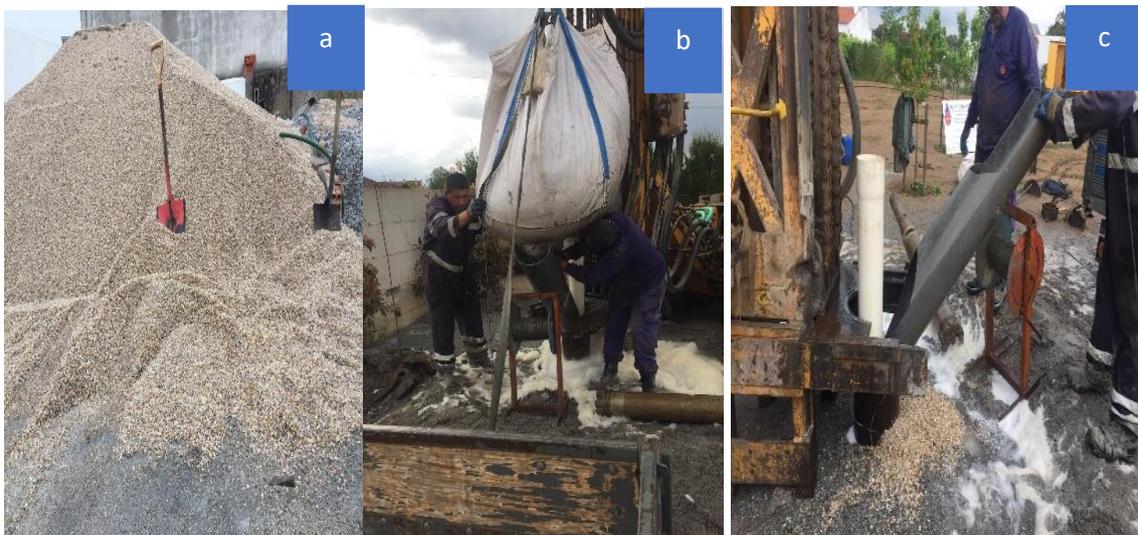


Figura 10. Etapas de introdução do areão no furo de captação de água.

Utilizou-se o cabo de aço acoplado a um peso com cerca de 1.70 m de comprimento, (Figura 11) para medir a profundidade do areão calibrado dentro do furo, à medida que este ia sendo introduzido.



Figura 11. Sonda de profundidade, com cabo de aço de 50 m.

9.8.6.4. Desenvolvimento e limpeza do furo

A limpeza da captação e o seu desenvolvimento foi efetuada com sistema de ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão. Ao injetar a pressão de ar dentro do furo, colhiam-se detritos em suspensão (Figura 12), que permitia perceber a evolução da limpeza, isto é, quanto menos detritos suspensos havia dentro da água, mais limpo o furo ficava.

A litologia desta zona facilitou bastante o tempo de duração da limpeza da captação (por apresentar principalmente detritos granulares). Esta ação foi realizada num curto espaço de tempo, porque, quando a litologia de uma determinada zona é composta maioritariamente por argilas, por exemplo, o tempo de limpeza é muito mais elevado.



Figura 12. Limpeza do furo através do sistema de ar direto.

9.8.6.5. Medição de caudal

Durante a execução da pesquisa foram efetuadas sucessivas medições de caudal (por 4 vezes, ver exemplo na Figura 13 e resultados na Tabela 3), com o objetivo de verificar a evolução do volume de água no furo de captação.



Figura 13. Medição do caudal durante a captação da água, utilizando um balde de 10 l.

Tabela 3. Dados da medição do caudal.

Nº.	Prof. (m)	Caudal (l/h)
1	13	3272
2	33	4000
3	51	3600
4	63	4500

Como se pode ver pela Tabela 3, o caudal foi aumentando ligeiramente a partir do primeiro caudal captado (aos 13 m), partindo de um valor próximo dos 3.300 l/h para 4.500 l/h aos 63 m de profundidade. Estes valores de caudal não são muito elevados, mas estão dentro do que se considera os valores médios para este tipo de rochas e aquíferos.

9.8.6.6.Selo de furo e tampa de proteção

O furo de captação foi selado com calda de cimento e o topo do tubo de revestimento foi tapado com uma tampa amovível, de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a sua deterioração. O tubo de isolamento ficou 0.50 m acima do solo (Figura 14).



Figura 14. Captação de água destacando-se o selo e a tampa amovível de aço com cor azul.

9.8.7. Constrangimento

Há um poço de água a menos de 50 m de distância do furo de captação agora realizado.

9.8.8. Referências bibliográficas

Carvalhosa, A. B. (1999). Notícia Explicativa da folha 36-C Arraiolos (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

9.8.9. Anexos do Relatório 8

Au

 **apa**
agência portuguesa
de ambiente

Processo n.º: 450.10.02.02.003268.2021.RH6
Utilização n.º: A004476.2021.RH6
Início: 2021/03/04
Validade: 2022/03/04

A/c: yaso' Costa
Sr. Francisco Euzenevidio
966 032 409

Autorização de Utilização dos Recursos Hídricos - Pesquisa e Captação de Água Subterrânea

Identificação

Código APA	APA07463363
País*	Portugal
Número de Identificação Fiscal*	192289209
Nome/Denominação Social*	Anabela Guarda David
Idioma	Português
Morada*	Rua da Ilha da Madeira, n.º2 2º B
Localidade*	Beja
Código Postal	7800-461
Concelho*	Beja
Telefones	266701502
Obrigação de correção de Dados de Perfil	<input type="checkbox"/>

Localização

Designação da captação	RA1 - Herdade da Pachota
Tipo de captação	Subterrânea
Tipo de infraestrutura	Furo vertical
Prédio/Parcela	Herdade da Pachota
Dominialidade	Domínio Hídrico Privado
Nut III - Concelho - Freguesia	Alentejo Central / Évora / Canaviais
Longitude	-7.900037
Latitude	38.620579
Região Hidrográfica	Sado e Mira
Bacia Hidrográfica	Sado
Sub-Bacia Hidrográfica	PT06SAD1229 :: Rio Xarrama
Tipo de massa de água	SUBTERRANEA
Massa de água	PTA0X1RH6_C2 :: MACIÇO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO SADO
Classificação do estado/potencial ecológico (superficial) ou estado (subterrânea) da massa de água	Bom

Caracterização

Uso	Particular
Captção de água já existente	<input type="checkbox"/>
Empresa executora da pesquisa	
Empresa executora da pesquisa licenciada	<input checked="" type="checkbox"/>

 **REPÚBLICA PORTUGUESA**
AMBIENTE

APA/ARH Alentejo
Av. Engenheiro Arantes e Oliveira, n.º 133
7004-514 Évora
Telefone: +351 246 768 200 / Fax: +351 246 788 230
e-mail: apa@ambiente.pt - <http://www.ambiente.pt>

1/6 -
A004476.2021.RH6

Perfuração:

Método	Rotopercussão
Profundidade (m)	100.0
Diâmetro máximo (mm)	204.0

Revestimento:

Tipo	PVC
Profundidade (m)	100.0
Diâmetro máximo da coluna (mm)	140.0

Regime de exploração:

Tipo de equipamento de extração	Bomba elétrica submersível
Energia	Elétrica
Potência do sistema de extração (cv)	2.0
Caudal máximo instantâneo (l/s)	0.550
Volume máximo anual (m3)	1800.0
Mês de maior consumo	agosto
Volume máximo mensal - mês de maior consumo (m3)	300
Nº horas/dia em extração	5
Nº dias/mês em extração	30
Nº meses/ano em extração	6

Finalidades

Rega

Área total a regar (ha)	0.5046
Área atual a regar (ha)	0.0000
Área a regar no horizonte de projeto (ha)	0.2000
Vai ser promovido tratamento à água captada	<input type="checkbox"/>
Outras origens de água para rega	Não existe
Tipo de tratamento	

Finalidade da rega

Finalidade da rega
Agrícola

Especificação das culturas

Tipo de cultura	Tipo de rega
Jardins e relvado	Aspersão
Horta familiar	Gota a gota

Condições Gerais

- 1ª A pesquisa de águas subterrâneas terá de ser executada num prazo de 1 ano a contar da data de emissão da presente autorização.
- 2ª O titular obriga-se a cumprir o disposto na presente autorização, bem como todas as leis e regulamentos vigentes, na parte em que

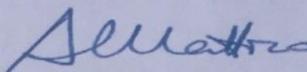
Quando a água a captar se destine ao consumo humano, o titular obriga-se a efetuar uma determinação analítica aos seguintes parâmetros, de acordo com o Decreto-Lei nº 306/2007 de 27 de agosto:
pH, condutividade, ferro, manganês, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos, azoto amoniacal, oxidabilidade ao KMnO4 ou Carbono Orgânico Total, coliformes fecais e totais, estreptococos fecais e clostrídios sulfitorreduzores, número total de germes a 22°C e número total de germes a 37°C.

As determinações analíticas dos parâmetros acima indicados devem ser preferencialmente realizadas por laboratórios acreditados para o efeito, devendo, nos restantes casos, ser realizados por laboratórios que mantenham um sistema de controlo de qualidade analítica devidamente documentado e atualizado.

Os resultados obtidos, bem como as cópias dos respetivos boletins analíticos, devem ser enviados periodicamente à entidade licenciadora preferencialmente em formato digital, numa tabela com as seguintes colunas:

Local amostragem; Coordenadas (M e P); Data e hora de amostragem; Designação do parâmetro e unidade; Valor do parâmetro; Método analítico; Observações.

Administrador Regional da ARH Alentejo



André Matoso

Figura 15. Licença de pesquisa e captação de águas subterrâneas.

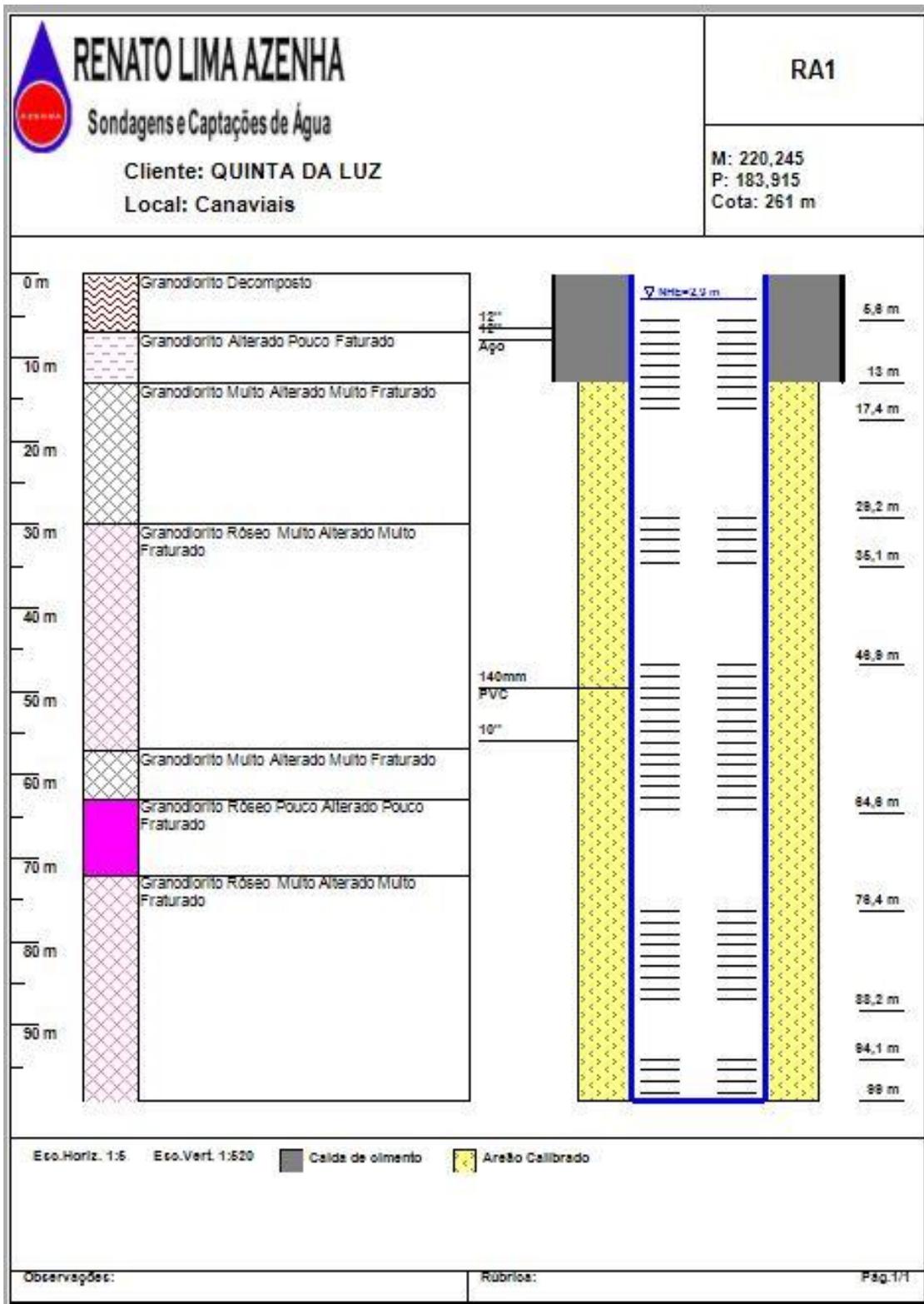


Figura 16. Perfil litológico (à esquerda) e corte técnico do furo (à direita).

9.9. Relatório 9: Monitorização da qualidade de água nas propriedades de Vera Cruz e Carvalho, nos concelhos do Fundão e de Idanha-a-Nova

25 DE MAIO DE 2021

9.9.1. Introdução

A construção de uma nova barragem numa propriedade designada por Vale Serrano, no concelho de Idanha-a-Nova, e o aumento de cota e volume de uma outra barragem noutra propriedade designada por Carvalho, no concelho do Fundão, levou à execução de dois Estudos de Impacte Ambiental (EIA), um em cada uma das propriedades. Em ambos os casos as albufeiras dessas barragens iriam regar áreas de algumas centenas de hectares de amendoal intensivo e superintensivo e todo o empreendimento global foi sujeito ao processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), sob tutela da Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Depois de concluído o processo de AIA, é emitida uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA), a qual definiu, em ambos os casos, a obrigatoriedade de monitorização dos recursos hídricos em pontos específicos definidos estrategicamente para verificar a influência do empreendimento, nomeadamente do uso de fertilizantes, na qualidade da água, quer superficial, quer subterrânea. Na aequência desta obrigação por parte da APA, foi feita a recolha de água para envio para laboratório em diversos pontos destas duas propriedades. Uma atividade que é realizada em duas estações do ano, na primavera (normalmente abril) e no final do verão (normalmente em setembro), e que se deve realizar uma vez pelo menos antes de iniciado o empreendimento (para ter a situação de referência) e, depois da plantação do amendoal, pelo menos durante os primeiros três anos de exploração.

9.9.2. Zonas de trabalho onde se recolheram as amostras de água

Na Figura 1 pode ver-se o posicionamento das duas propriedades onde se recolheram as amostras de água:

- Carvalho, no concelho do Fundão, e a cerca de 10 km da sede do município, a povoação do Fundão
- Vale Serrano, no concelho de Idanha-a-Nova, e a cerca de 1,5 km da sede do concelho, a povoação de Idanha-a-Nova

Na mesma figura pode ver-se também o posicionamento da sede do distrito, a cidade de Castelo Branco.

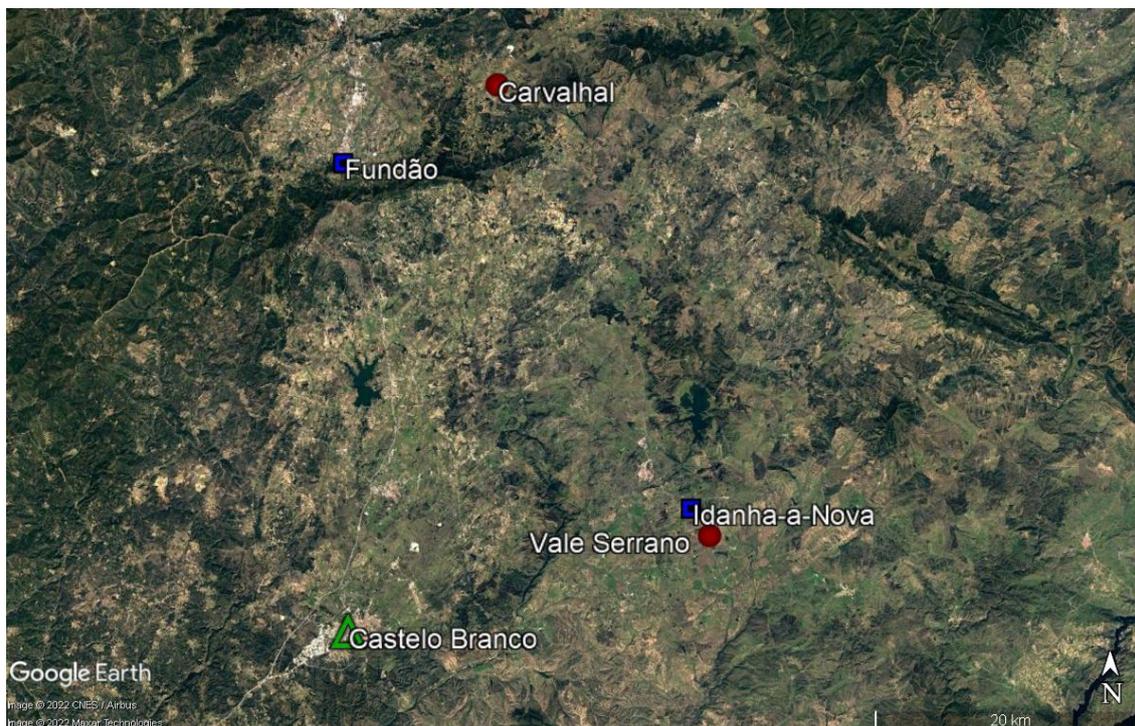


Figura 1. Posicionamento das duas propriedades (Carvalho e Vale Serrano) em relação às duas povoações sede de concelho (Fundão e Idanha-a-Nova). Está também representada a capital de distrito, Castelo Branco.

9.9.3. Materiais e equipamentos utilizados

Os materiais e equipamentos utilizados para concretização desta atividade encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Conjunto de materiais e equipamentos utilizados na campanha de sondagem.

Nº.	Material	Quantidade	Observação
1	Caixas térmicas	3	
2	Garrafas	24/2	Plásticas e vidros
3	GPS	1	
4	Condutivímetro	1	
5	Telemóvel	1	
6	Bloco de notas	1	

A saída ao campo para realização da campanha de colheita de amostras de água envolveu a ida para o local no dia 24 de maio de 2021, e a recolha das amostras foi integralmente feita no dia seguinte, 25 de maio. Nesse mesmo dia, ao final da tarde, as amostras recolhidas foram entregues no laboratório da Água da Universidade de Évora.

9.9.4. Metodologia utilizada para recolha das amostras de água e resultados

O equipamento utilizado para a colheita das amostras de água em ribeiras e albufeiras foram garrafas de vidro e frascos de plástico, com recolha direta dentro das massas de água (ver Figura 2). Para os poços e furos, a colheita das amostras de águas foi efetuada directamente das torneiras, utilizando o mesmo tipo de recipientes usado nas águas superficiais. Ao mesmo tempo foram medidos, *in-situ*, dois parâmetros, a condutividade elétrica (CE) e a temperatura da água, em cada ponto de colheita (ver igualmente na Figura 2), com auxílio de um condutivímetro digital. Os resultados dos parâmetros medidos durante a colheita das amostras de água, encontram-se na Tabela 2. As localizações exatas dos pontos de recolha no campo indicados na Tabela 2 estão identificadas nos mapas das Figuras 3 (Carvalhal) e 4 (Vale Serrano).



Figura 2. Colheita de uma amostra de água na ribeira (à esquerda), amostra já recolhida em frasco de plástico (centro), e medição da condutividade elétrica na água de uma albufeira (à direita).

Tabela 2. Parâmetros medidos no campo.

Propriedades	Amostragem	Pontos	Parâmetros	
			uS/cm	°C
Carvalhal	Ribeira	CARV-3	39	14,3
Carvalhal	Subterrânea – Poço	CARV-P1	113	16,3
Carvalhal	Ribeira	CARV-1	41	14,5
Vale Serrano	Albufeira	VS-2	92	22,3
Vale Serrano	Ribeira	VS-A1	332	18,4
Vale Serrano	Ribeira	VS-B	112	19
Vale Serrano	Subterrânea – Furo	VS-F1	453	26,7

Verifica-se que as amostras são todas pouco mineralizadas, sempre abaixo do 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pelo que são adequadas, desse ponto de vista, quer para rega, quer para abastecimento doméstico.

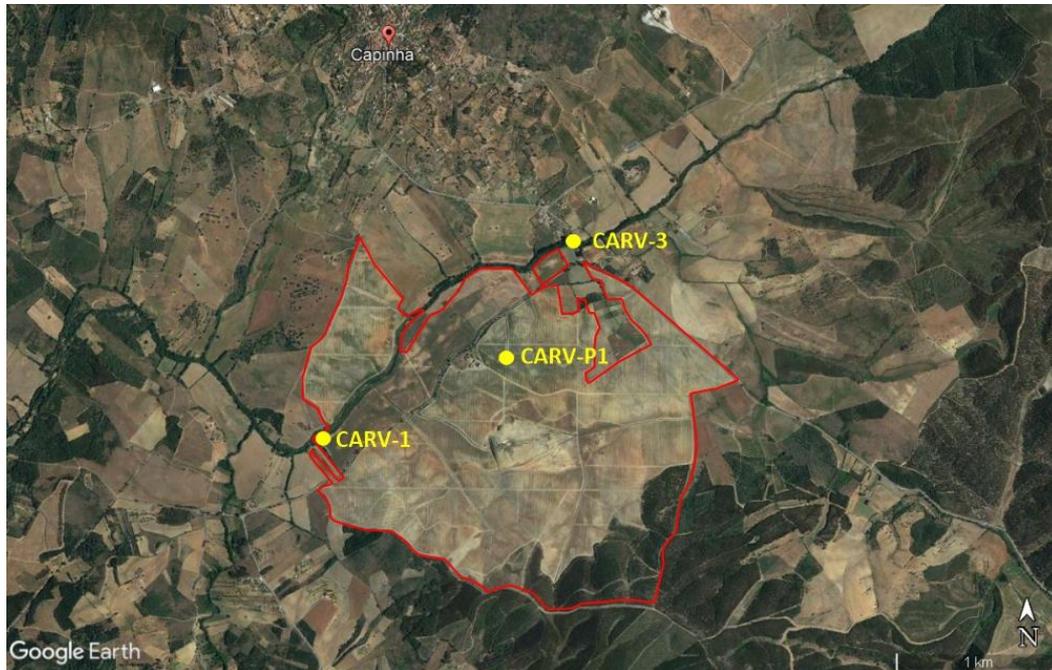


Figura 3. Localização dos pontos de colheita na propriedade de Carvalhal (ver características dos pontos na Tabela 2).

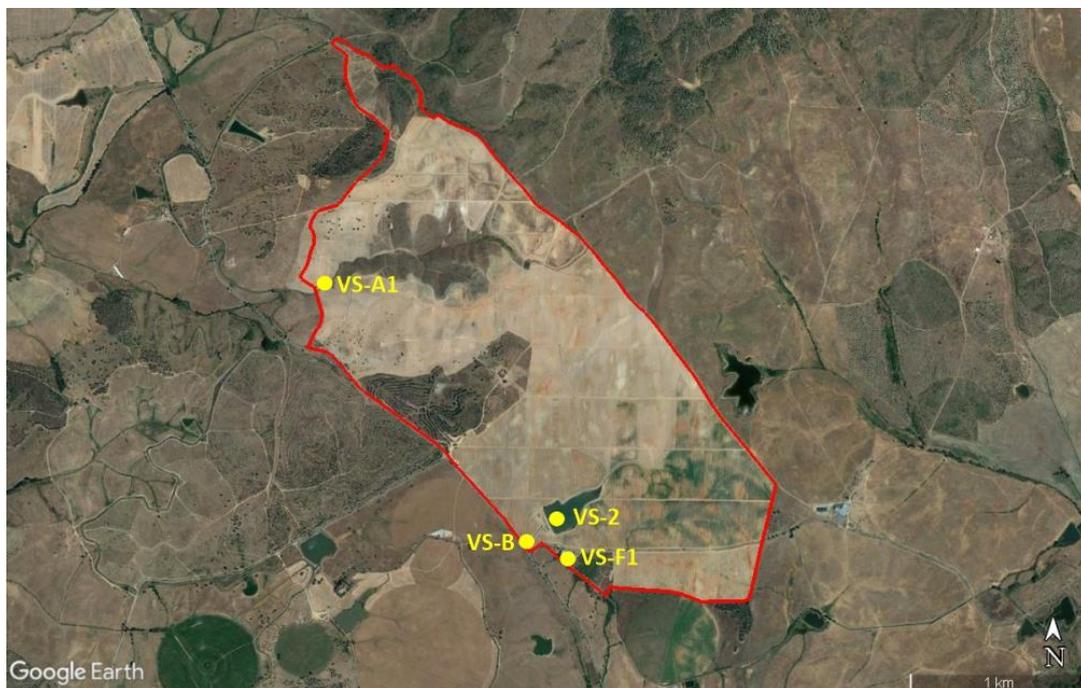


Figura 4. Localização dos pontos de colheita na propriedade de Vale Serrano. (ver características dos pontos na Tabela 2).

As amostras de águas foram conservadas em caixas térmicas (Figura 5) e seguiram para o Laboratório de Águas da Universidade de Évora para a realização dos ensaios físico-químicos e microbiológicos. Na Tabela 3, estão definidos, para cada tipo de amostra, os parâmetros que foram depois analisados em laboratório.

Os resultados destes ensaios encontram-se na Tabela 4.



Figura 5. Amostras dentro das caixas térmicas onde foi feito o transporte para o laboratório das amostras refrigeradas, antes de realizar os ensaios laboratoriais.

Tabela 3. Tabela dos parâmetros a analisar.

Análise tipo	Nº amostras	Local	Amostras	Parâmetros
	25/05/2021			
A	4	Ribeiro	CARV-1 CARV-3 VS-A1 VS-B	Oxigénio dissolvido, taxa de saturação em oxigénio, pH, CBO5, azoto amoniacal, nitratos, fosforo total, Sólidos Suspensos Totais (SST)
B	2	Albufeira	CARV-2 VS-2	Oxigénio dissolvido, taxa de saturação em oxigénio, pH, CBO5, azoto amoniacal, nitratos, fosforo total, Sólidos Suspensos Totais (SST), clorofila a
C	2	Subterrânea	CARV-P1 VS-F1	PH, temperatura, Condutividade, SST, Nitratos, Azoto amoniacal, Fosfatos, Sulfatos, Cloretos, Hidrocarbonetos dissolvidos e emulsionados, Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (PAH), Oxigénio dissolvido (% de saturação), CBO5, CQO, Estreptococos Fecais, Coliformes Fecais e Totais

Tabela 4. Resultados das análises laboratoriais das águas recolhidas no campo em 25 de maio de 2021.

Pontos	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS													PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS E FITOPLANTÓNICOS				HIDRO-CARBONETOS	
	CE (µS/cm)	pH	SST (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	Pt (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	OD (mg/l)	TAS %	CBO (mg/l)	CQO (mg/l)	CT (NMP/100ml)	CF (NMP/100ml)	E (NMP/100ml)	Clorofila a (µg/l)	HT (mg/l)	HAP (mg/l)
CARV-1		7,0	13	3,29	<0,05 LQ		<0,15 LQ			5,7	62,8	<1 LQ							
CARV-2		7,3	57	7,89	<0,05 LQ		0,85			6,2	63,6	<1 LQ					3,3		
CARV-3		6,8	1,3	3,43	<0,05 LQ		<0,15 LQ			5,7	60,8	<1 LQ							
CARV-P1	99,3	6,2	2,7	7,42	<0,05 LQ	0,29		<5 LQ	11		50,1	<1 LQ	10	137	1	1		<0,10 LQ	<0,0126 LQ
VS-2		7,5	39	2,37	<0,05 LQ		0,73			5,3	57,1	<1 LQ					10,8		
VS-A1		7,2	1,3	0,82	<0,05 LQ		0,19			3,7	40,3	<1 LQ							
VS-B		6,9	30	1,31	0,31		1,89			3,9	42,0	<1 LQ							
VS-F1	392	6,8	<1 LQ	7,54	<0,05 LQ	1,09		14	42		39,7	<1 LQ	<10 LQ	111	5	0		<0,10 LQ	<0,0126 LQ

Legenda: **CE** Condutividade elétrica; **SST** Sólidos Suspensos Totais; **NO₃** Nitrato; **NH₄** Amônio; **PO₄** Fosfato; **Pt** Fósforo total; **SO₄** Sulfato; **Cl** Cloreto; **OD** Oxigênio dissolvido; **TAS** Taxa de Saturação de Oxigênio;

CBO Carência Bioquímica de Oxigênio; **CQO** Carência Química de Oxigênio; **CT** Coliformes totais; **CF** Coliformes fecais; **E** Enterococos; **HT** Hidrocarbonetos totais; **HAP** Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

Pela análise da Tabela 4, pode ver-se que, quer no Carvalhal, quer no Vale Serrano, do ponto de vista do pH, as águas são sempre muito próximas da neutralidade (7, com valores a variar entre 6,2 e 7,5).

Nas águas subterrâneas verifica-se que são águas pouco mineralizadas, com condutividade elétrica até aos 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em dados de laboratório, o que confirma a indicação dos parâmetros medidos no campo (valor máxima, quer para as águas subterrâneas, quer para as superficiais, inferiores a 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Os nitratos não constituem para já um problema, com valores sempre inferiores a 10 mg/l, nomeadamente nas águas subterrâneas. A componente de contaminação microbiológica das águas subterrâneas não é preocupante, pois a água não se destina a consumo humano, mas, no caso de vir a ser destinada para esse fim, obrigará a pré-tratamento das mesmas, quer no Carvalhal, quer no Vale Serrano.

9.10. Relatório 10: Trabalhos de sondagem e captação de águas de subterrâneas realizados em Montemor-o-Novo

13 DE JULHO A 3 DE AGOSTO DE 2021

9.10.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas numa propriedade pertencente a The Forage Company, Lda (TFC, Lda), uma empresa sediada em Santo Tirso (Couto), que possui um terreno no concelho de Montemor-o-Novo, onde se pretende executar uma captação para fins de atividade industrial, embalamento de rações e cereais.

9.10.2. Zona de estudo

A propriedade fica em Montemor-o-Novo tendo como coordenadas mais ou menos centrais do terreno, as seguintes geográficas: latitude $38^{\circ}38'52.37''$ N e longitude $8^{\circ}11'42.80''$ W (Figura 1). Tem uma área de 10.000 m^2 , delimitada a amarelo nessa mesma figura.

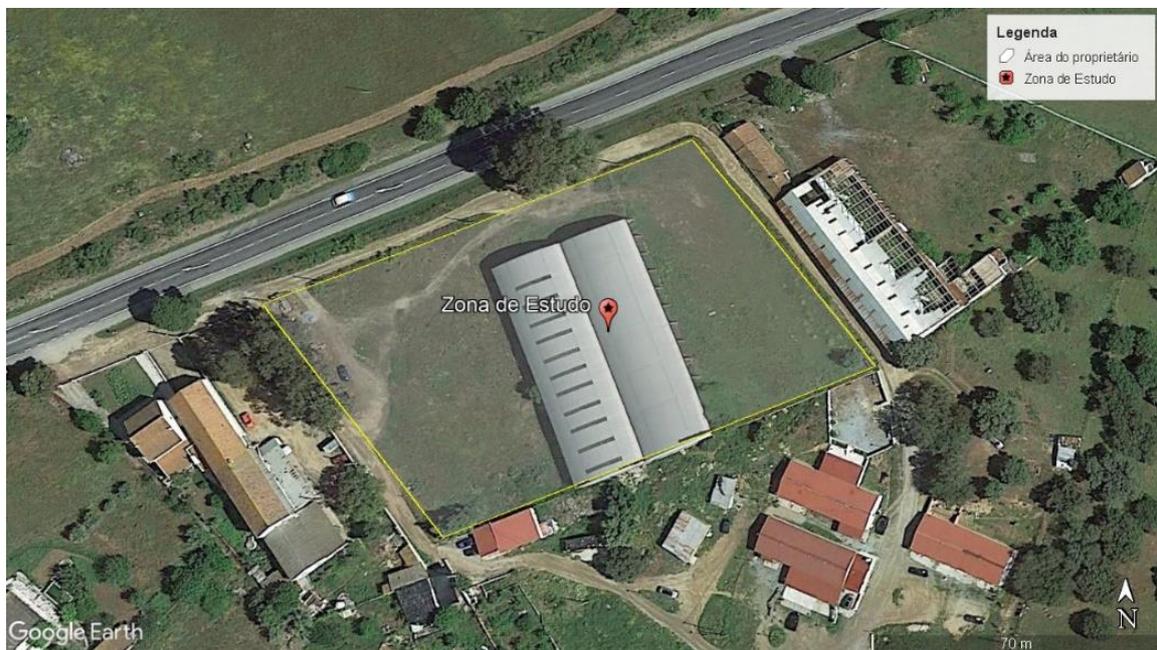


Figura 1. Zona de estudo da empresa The Forage Company, Lda em Montemor-o-Novo. Delimitação da propriedade a amarelo.

9.10.3. Geologia local

A geologia da zona de estudo é composta por formações hercínicas (Carvalhosa & Zbyszewski, 1994). De acordo com a carta geológica 35-D, a zona de estudo (círculo verde na Figura 2) é composta por rochas do complexo gnaisso-migmatítico, que é constituído por migmatitos heterogéneos, gnaisses migmatíticos e granitos biotíticos associados.

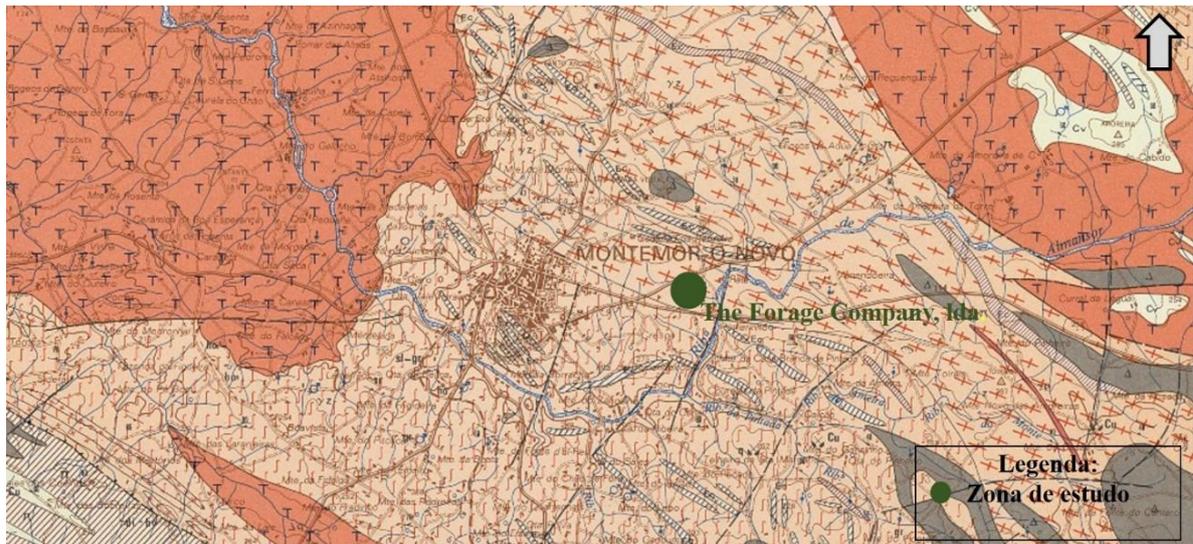


Figura 2. Geologia da zona de estudo (extrato da carta geológica folha 35-D, Montemor-o-Novo, E:1:50 000). Legenda na Figura 3.



Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 35-D. Aplicável na Figura 2.

9.10.4. Hidrogeologia do local

O local de estudo está situado no Maciço Antigo, uma unidade hidrogeológica que é considerada de baixo potencial para água subterrânea. No entanto, dentro deste sector aquífero de baixo potencial, há algumas áreas que, pela sua maior produtividade relativa, se constituem como aquíferos. É o caso da área onde esta sondagem se realiza, que se situa sobre o aquífero de Montemor-o-Novo (Figura 4), com produtividades médias de cerca de 3 l/s, quando no sector menos produtivo a média anda mais pelo 0,5 l/s. Esta unidade hidrogeológica é constituída principalmente por rochas gnaissico-migmatíticas, mas também por alguns tonalitos, gabros, dioritos, anfibolitos e leptinitos, que dão origem a alguma aptidão aquífera (Almeida et al. 2000).



Figura 4. Localização da propriedade TFC, Lda dentro do aquífero de Montemor-o-Novo, uma das unidades aquíferas do Maciço Antigo.

9.10.5. Material e equipamento utilizados

O equipamento utilizado para a realização da pesquisa e captação de águas subterrâneas foi ROC 820. Trata-se de uma máquina de perfuração à rotopercussão pneumática.

9.10.6. Metodologia de trabalho

Os trabalhos realizados para sondagem e captação de águas subterrâneas, seguem um ciclo de atividades, nomeadamente:

- i. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa;
- ii. Perfuração;
- iii. Revestimento de coluna;
- iv. Introdução do filtro de areão calibrado;
- v. Desenvolvimento e limpeza do furo;
- vi. Ensaio de caudal;
- vii. Selo e tampa de proteção.

O método utilizado para a sondagem e captação de águas subterrâneas foi, neste caso, a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

A atividade que levou à execução desta sondagem e captação de águas subterrâneas na propriedade da TFC, Lda teve a duração de 3 semanas.

9.10.6.1. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa

A fase de estudos de reconhecimento constou na análise de cartas geológicas (Figura 2), cartas hidrogeológicas da unidade Maciço Antigo (Figura 4) e dos inventários dos furos e poços existentes. Assim, foi marcado o ponto para realização da sondagem (ver Figura 5).



Figura 5. Ponto da primeira sondagem.

9.10.6.2. Perfuração

A primeira sondagem alcançou os 22 m de profundidade. Devido às condições hidrogeológicas muito desfavoráveis para a ocorrência das águas subterrâneas, foram sondados mais 5 pontos de pesquisa (2 a 6, na Figura 6), com profundidades correspondentes a 82, 87, 86, 73 e 100 m, respetivamente (ver Tabela 2, em anexo).



Figura 6. Zona de sondagem, com o posicionamento das 6 sondagens.

Foram realizadas 6 sondagens, dos quais 5 foram improdutivas e 1 foi transformada em captação, por ser produtiva. Na Figura 7 mostra-se o posicionamento das 5 sondagens improdutivas, identificadas pelas elipses vermelhas, e o posicionamento do único furo produtivo, que se localiza no ponto do triângulo vermelho. Informações detalhadas destas pesquisas podem ser consultadas na Tabela 2, em anexo.

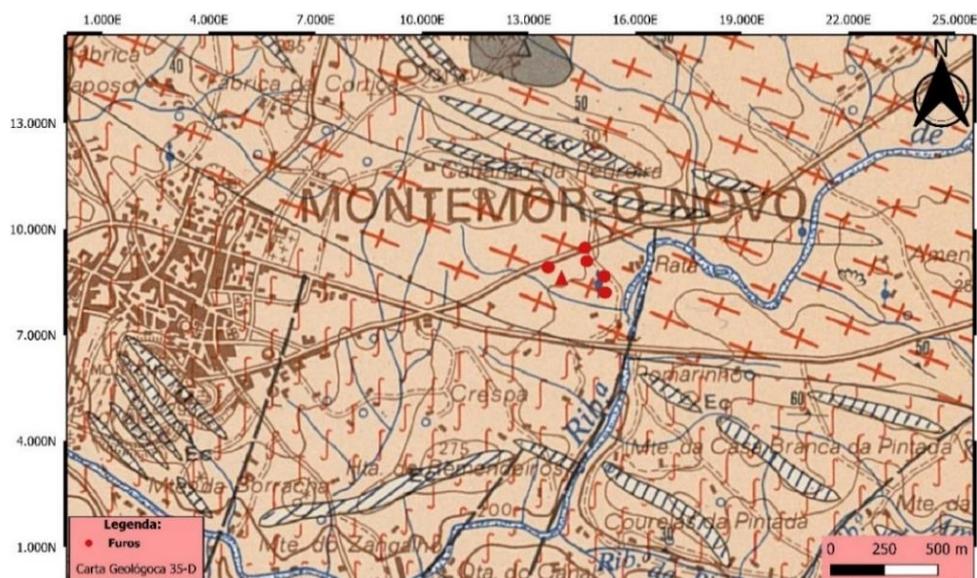


Figura 7. Furos das pesquisas feitas na TFC, Lda (extrato da carta geológica 35-D).

Ainda nesta fase foram colhidas amostras das rochas atravessadas por cada uma das pesquisas. Na Figura 8 é ilustrado um conjunto de amostras de testemunhos de sondagem correspondentes à sexta pesquisa. Este sexto furo de sondagem tem 100 m de profundidade. O perfil litológico desta pesquisa, transformada em furo de captação, pode ver-se na Figura 10, em anexo. Tanto a sondagem 6, como o conjunto das pesquisas 1 a 5 contêm formações geológicas idênticas, com ligeiras diferenças no nível de fracturação e alteração.



Figura 8. Amostras de rocha da sexta sondagem, transformada em captação.

Nesta 6ª sondagem os primeiros vestígios de água foram encontrados aos 64 m de profundidade, tal como ilustram as Figura 11 e 12 em anexo. Foi uma satisfação muito grande tanto para a equipa da empresa Renato Lima Azenha como para o proprietário da propriedade. Depois de cinco furos improdutivos e muitos dias de trabalho árduo.

9.10.6.3. Revestimento da coluna

Com base no perfil litológico do furo (vide em anexo na Figura 10), revestiu-se o mesmo com tubos de PVC, com os ralos posicionados nas zonas produtivas, onde as amostras se

mostraram mais fraturadas e alteradas. Na restante extensão do furo foram colocados os tubos PVC fechados, como se pode ver no esboço esquemático na Figura 9.

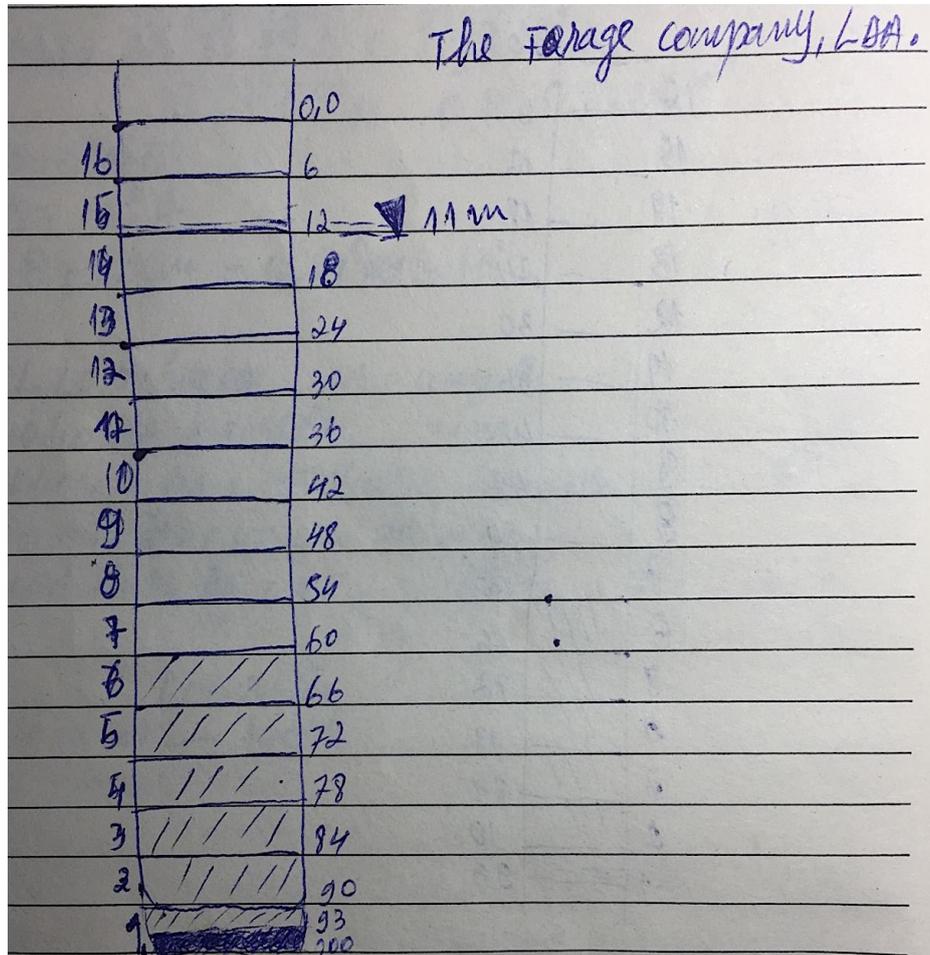


Figura 9. Esboço do posicionamento dos tubos ralos e dos tubos fechados (as zonas com riscos oblíquos indicam tubos ralos, zonas em branco indicam tubos fechados).

Foram inseridos cerca de 5 tubos ralos com rasgos horizontais e 11 tubos fechados, somando-se um total de 16 tubos em PVC abocardados. Foi também inserido seixo calibrado dos 16 aos 100 m de profundidade para filtrar a água que entra no furo de captação (vide a Figura 10, em anexo).

9.10.6.4. Desenvolvimento e limpeza do furo

O método utilizado para o desenvolvimento e limpeza desta captação foi o ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão.

9.10.6.5. Identificação da produtividade da captação

Durante a perfuração foram medidos os caudais extraídos em três ocasiões distintas (ver os resultados na Tabela 1). Pode ver-se que o caudal medido foi constante desde que surgiu o primeiro sinal de água, aos 65 m, até ao final da sondagem, aos 85 m (3500 l/h), o que significa que todo o caudal resulta de uma única fratura na zona dos 65 m.

Tabela 1. Dados referentes às medições de caudal durante a perfuração.

Nº.	Prof. (m)	Caudal (l/h)
1	64	3500
2	79	3500
3	94	3500

9.10.6.1. Selo e tampa de proteção

O furo foi selado com calda de cimento e a captação foi protegida com tampa amovível de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a sua deterioração. O tubo ficou 0,50 m acima do solo.

9.10.7. Referências finais

Através das atividades de sondagem e captação de águas subterrâneas realizadas na propriedade The Forage Company, Lda, foi possível transformar uma das sondagens em furo em captação de água, pelo fato de deter um caudal máximo correspondente a 3500 l/h sendo uma quantidade de água muito satisfatória e compatível com as necessidades requeridas pelo proprietário.

9.10.8. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

Carvalhosa, A. Zbyszewski, G. (1994). Notícia explicativa – folha 35-D Montemor-o-Novo (E: 1/50000). Instituto Geológico e mineiro. Lisboa

9.10.9. Anexos do Relatório 10

Tabela 2. Dados das sondagens da TFC, LDA, Montemor-o-Novo.

Ordem	Coordenadas geográficas		Prof. Máx. (m)
	Latitude	Longitude	
1	38°38'52.71"N	8°11'42.05"W	22
2	38°38'52.74"N	8°11'41.85"W	82
3	38°38'52.15"N	8°11'40.88"W	87
4	38°38'52.33"N	8°11'40.90"W	86
5	38°38'52.09"N	8°11'45.51"W	73
6	38°38'51.49"N	8°11'44.13"W	100

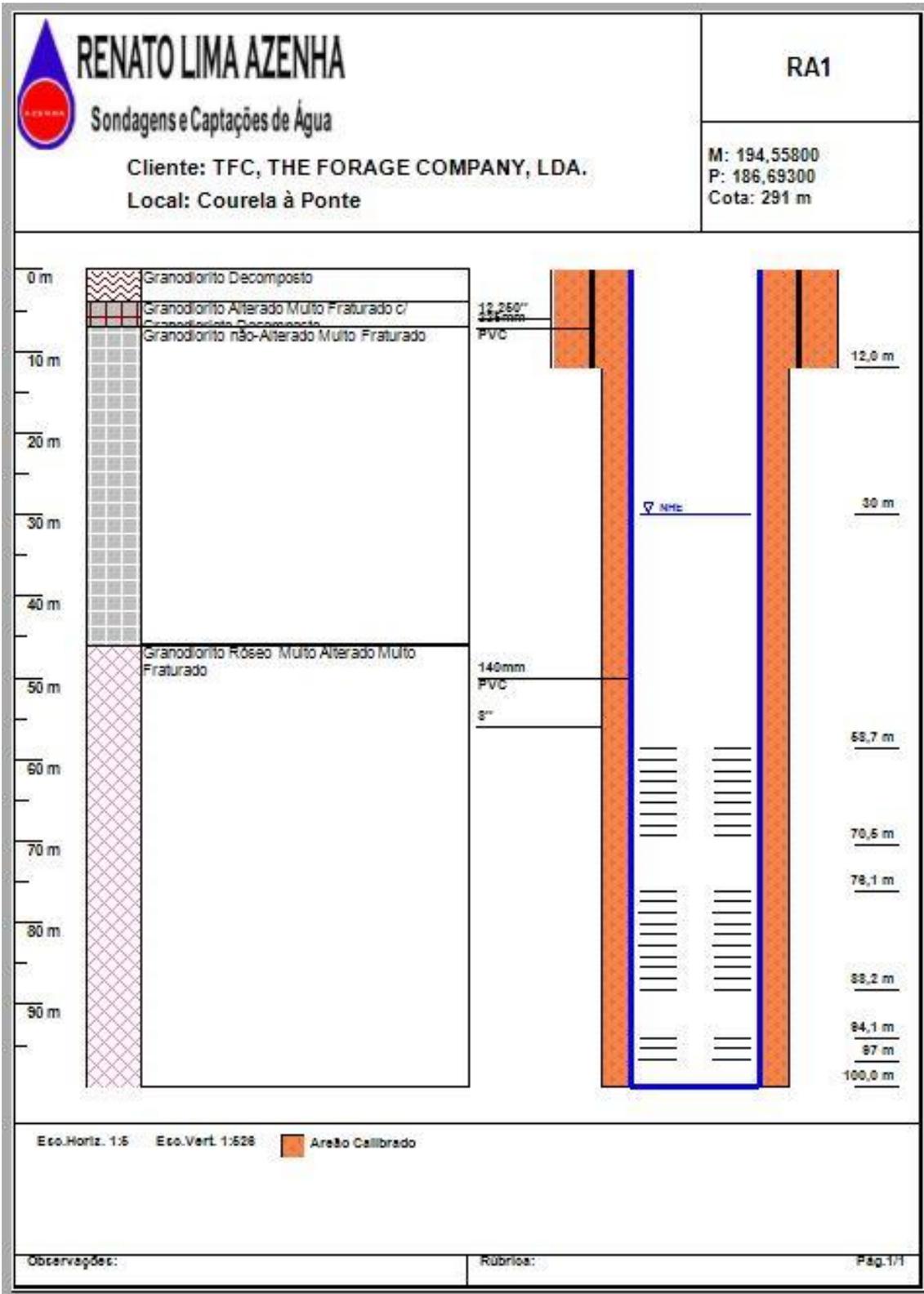


Figura 10. Perfil litológico vertical (à esquerda) e corte técnico do furo (à direita).



Figura 11. Primeiros registros da água encontrada durante a perfuração.



Figura 12. Outra imagem dos primeiros registros de água encontrados durante a perfuração.

9.11. Relatório 11: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados nas instalações logísticas da empresa Noites Imobiliário, Évora

28 DE MAIO A 01 DE JUNHO DE 2021

9.11.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas na Quinta de Alcaide, propriedade pertencente a Noites Imobiliário Lda, no bairro da Hortas das Figueiras, em Évora, com o objetivo de abastecer os futuros armazéns que serão ali construídos.

9.11.2. Zona de estudo

A Quinta Alcaide fica localizada na Horta dos Moinhos, Bairro das Horta das Figueiras, em Évora, aproximadamente nas coordenadas de longitude e latitude $-07^{\circ} 53' 43,262''\text{W}$ e $38^{\circ} 33' 28,565''\text{N}$ (Figura 1). Esta propriedade tem uma extensão territorial de 6 ha.

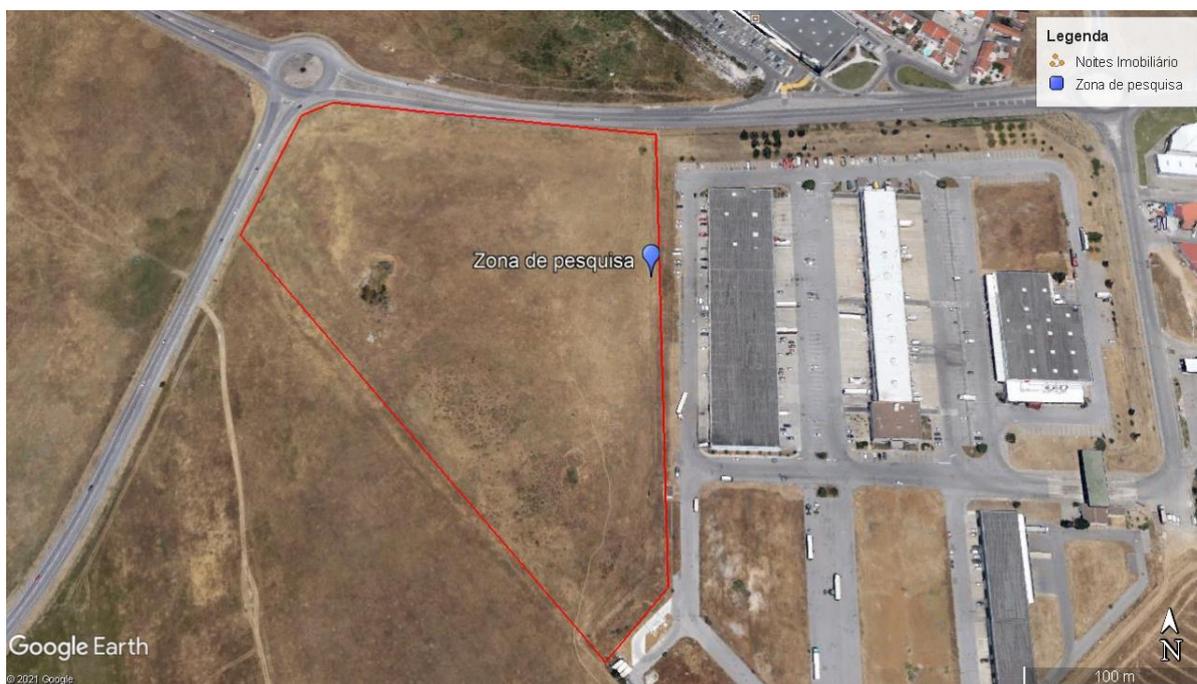


Figura 1. Zona de estudo (delimitada a vermelho).

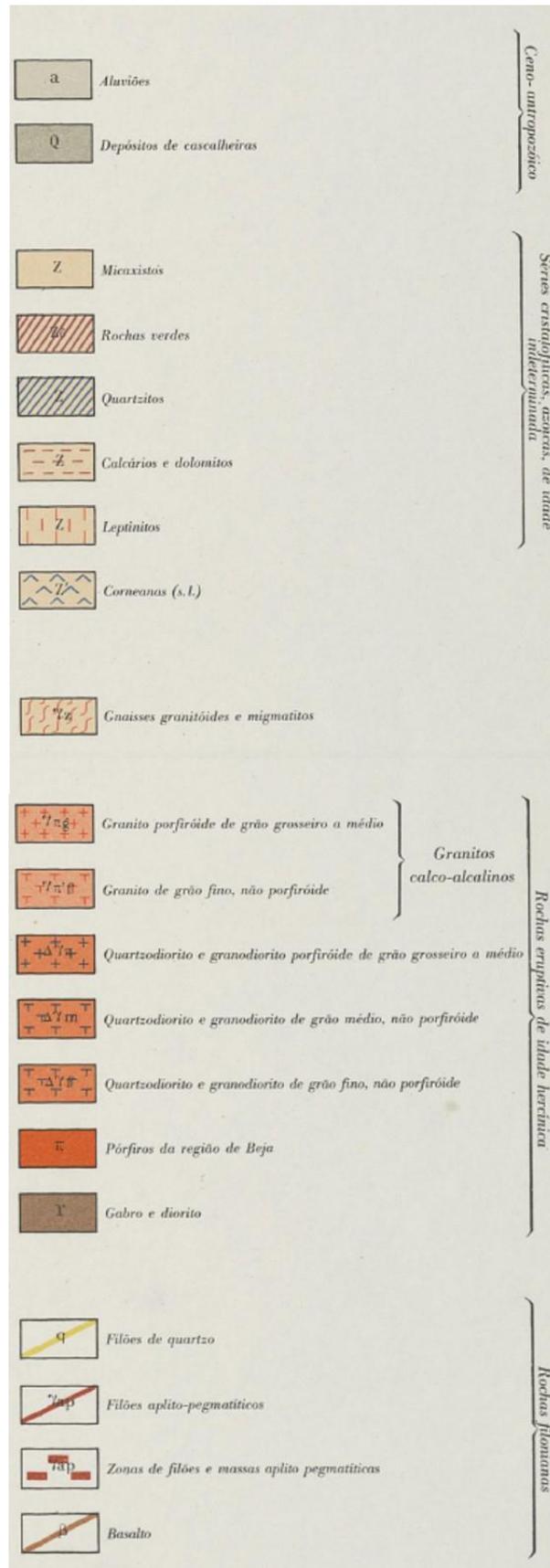


Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 40-A. Aplicável na Figura 2.

9.11.4. Hidrogeologia do local

A zona de estudo situa-se num terreno composto por formações hidrogeológicas da unidade do Maciço Antigo. Esta zona de sondagem em particular, fica na parte norte do aquífero de Évora (Figura 4), sendo composta sobretudo por formações metamórficas.

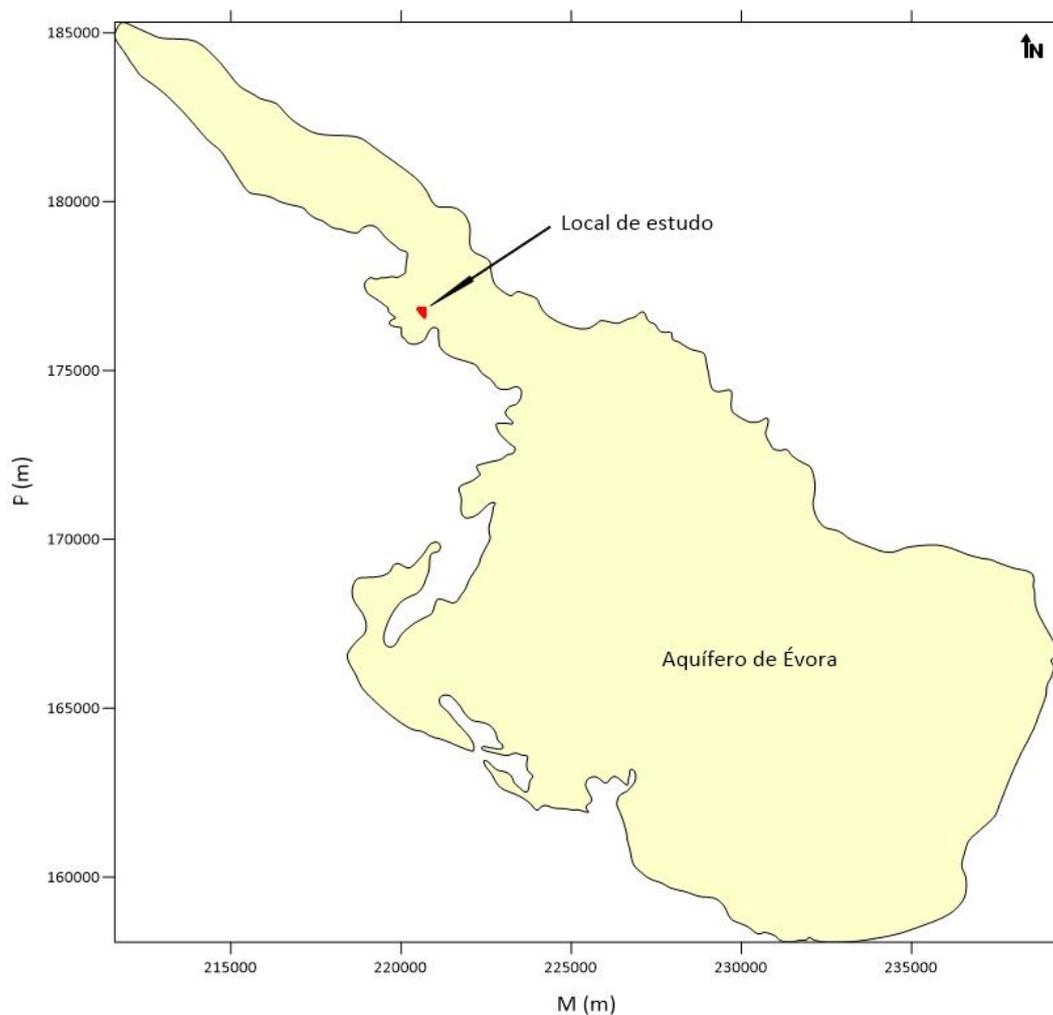


Figura 4. Localização da área de trabalho (a vermelho) dentro da área do aquífero de Évora.

9.11.5. Material e equipamento utilizados

Foi utilizado o equipamento ROC 820, que é uma máquina de perfuração rotoperussão pneumática.

9.11.6. Método

O método utilizado para a sondagem e captação de água foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

9.11.7. Metodologia de trabalho

Os trabalhos realizados para sondagem e captação de águas subterrâneas, seguem uma sequência de etapas, nomeadamente:

- i. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa;
- ii. Perfuração;
- iii. Revestimento de coluna;
- iv. Introdução do pré-filtro de areão calibrado;
- v. Desenvolvimento e limpeza do furo;
- vi. Ensaio de caudal;
- vii. Selo do furo e tampa de proteção.

A atividade de sondagem e captação de águas subterrâneas realizada na propriedade da empresa Noites Imobiliário durou 4 dias.

9.11.8. Etapas de sondagem e captação de águas subterrâneas

9.11.8.1. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa

O reconhecimento da zona de estudo foi feito através de dois métodos:

- A deteção remota, que permitiu fazer a interpretação de lineamentos fotointerpretados no Google Earth (Figura 5);
- Análise de campo.

Foram propostas principalmente as sondagens nos cruzamentos dos lineamentos e também sobre os próprios lineamentos. Os pontos propostos para realização das pesquisas encontram-se indicados na Figura 5 e na Tabela 1. A saída ao campo permitiu confirmar esses pontos localmente e seleccionar a melhor zona de pesquisa, quer do ponto de vista

hidrogeológico, quer do ponto de vista do cliente (por exemplo, porque se vão construir vários armazéns de grande dimensão na propriedade, tem de se evitar colocar captações em locais que depois fiquem debaixo de futuras construções).



Figura 5. Fotointerpretação dos lineamentos na zona de estudo, com indicação dos pontos de sondagem (S1 a S5).

Tabela 1. Sondagens propostas durante o estudo de foto interpretação e posteriormente confirmadas no campo.

COORDENADAS					
M (m)	P (m)	Longitude	Latitude	Local	Obs.
220719	176575	-07° 53' 43,406"W	38° 33' 22,566"N	S1	
220722	176760	-07° 53' 43,262"W	38° 33' 28,565"N	S2	Ponto selecionado para sondagem
220547	176812	-07° 53' 50,485"W	38° 33' 30,266" N	S3	
220560	176753	-07° 53' 49,954"W	38° 33' 28,351"N	S4	
220594	176728	-07° 53' 48,552"W	38° 33' 27,538"N	S5	

Analisada a situação, foi decidido iniciar as pesquisas pelo ponto de sondagem S2 (ver localização na Figura 5 e Tabela 1).

9.11.8.2. Perfuração

Através da rotopercussão pneumática foram atingidos os 85 m de profundidade. Mas, primeiro, foi utilizado o martelo de 8" que atingiu 27 m de profundidade, após o que se

trocou de martelo, pelo de 9”, para permitir o alargamento do furo até aos 16 m. Depois utilizou-se o martelo de 12”, que alargou a pesquisa até pouco menos de 5 m de profundidade, de forma a isolar as camadas de solo e de rocha pouco consolidada mais à superfície (Figura 6). Para o desenvolvimento e completamento da perfuração, voltou a utilizar-se o martelo de 8” até à profundidade máxima atingida.



Figura 6. Martelos pneumáticos utilizados durante a sondagem (da esquerda para direita são ilustrados os martelos de 12”, 9” e 8”) constituídos por bits de carbonato de tungsténio e orifícios para entrada de fluídos.

O furo foi isolado com tubos de aço de 13” e 9” de diâmetro até às profundidades 5 e 16 m, respetivamente. Normalmente, utiliza-se um tubo de aço para isolar o furo, mas, nesta sondagem, utilizaram-se dois, porque, até uma determinada profundidade, as formações mostraram-se muito pouco consistes (zona de aterros). Ainda nesta fase foram colhidas 28 amostras de rocha (Figura 7) durante a perfuração, para fazer análise *in-situ* dos maciços atravessados (vide em anexo o perfil litológico, na Figura 10).



Figura 7. Amostras de rochas (testemunhos de sondagem).

9.11.8.3. Revestimento da coluna

Revestiu-se a coluna baseado com base no perfil litológico do furo (Figura 10, em anexo), revestiu-se a coluna com tubos de PVC de 140 mm, com ralos nas zonas produtivas e, também, em zonas da coluna em que as amostras do solo se mostraram muito fraturadas e alteradas. Na restante extensão da perfuração foram inseridos tubos de PVC fechados, como se pode ver no esboço esquemático na Figura 8.

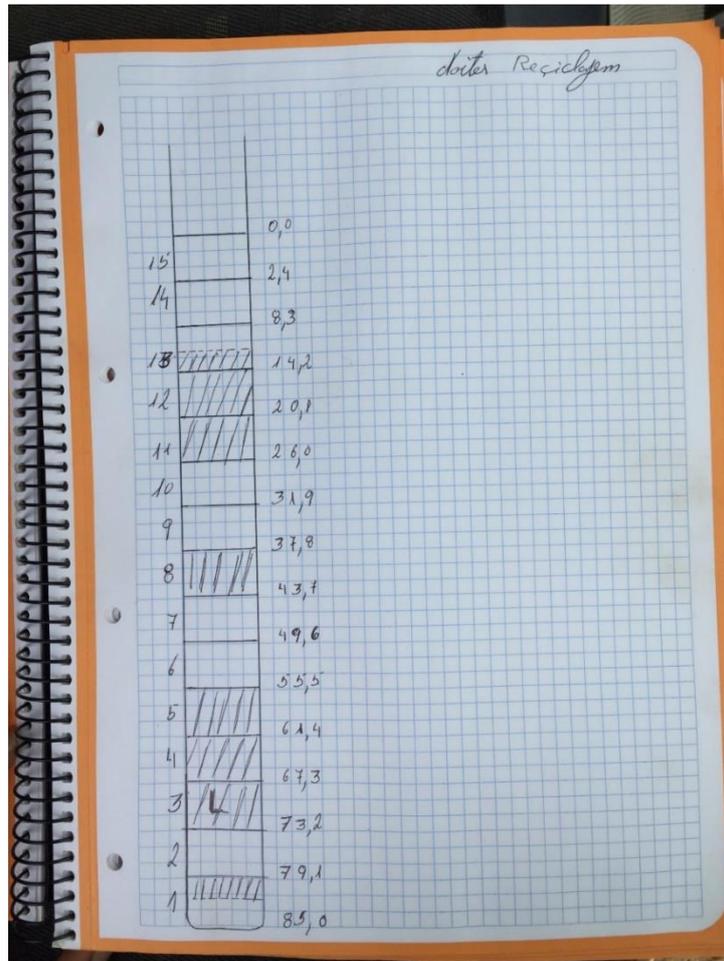


Figura 8. Esboço da localização dos tubos-ralo na coluna de revestimento, esquematizado pelo operador de máquinas (as zonas com traços verticais indicam tubos-ralo, as zonas em branco indicam tubos fechados). O que tem um L é um tubo fechado.

Foram inseridos 5 tubos ralos com rasgos horizontais, 7 tubos fechados e 2 tubos mistos (metade ralo e metade fechado), somando-se um total de 14 tubos de PVC abocardados. Foi utilizado seixo calibrado dos 16 m aos 85 m de profundidade para drenar a água que entra no furo de captação. Dos 16 m ao nível do solo a captação foi isolada com um selo de compactonite e material detrítico.

9.11.8.4. Limpeza e desenvolvimento do furo

O método utilizado para o desenvolvimento e limpeza desta captação foi o de ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão (Figura 9).



Figura 9. Evolução da limpeza do furo de captação (à esquerda ilustra o início da limpeza e à direita ilustra o fim da limpeza).

9.11.8.5. Análise da produtividade da captação

Mediu-se por cinco vezes o caudal durante o processo de sondagem e captação de águas, o que permitiu conhecer a quantidade de água captada ao longo de diferentes profundidades do furo, como se pode ver pelos resultados apresentados na Tabela 2. Foi utilizado um balde de 10 l para a medição do caudal e medido o tempo que demorava a encher. Como se pode ver na Tabela 2, o caudal final foi de aproximadamente de 1 l/s. Dos 13 aos 16 m surgiu muito mais água, mas esta foi isolada com o uso do isolamento em aço até aos 16 m, porque a água se apresentava muito cheia de lamas e não seria possível limpá-la para uso futuro.

Tabela 2. Dados da medição do caudal ao longo da perfuração.

Nº.	Prof. (m)	Caudal (l/h)
1	17	5000
2	19	9000
3	61	3000
4	70	3000
5	85	3000

A sequência de medições foi estranha, pois uma sondagem normalmente não reduz o seu caudal com o aumento da profundidade. Normalmente ocorre exatamente o inverso. E, neste caso em particular, a redução era muito elevada. No entanto, no final do entubamento, durante a limpeza e desenvolvimento da captação, é possível fazer novas medições do caudal final e, neste caso, verificou-se que o caudal final era de 11000 l/h, muito superior a qualquer caudal medido durante a perfuração. Neste caso, a causa destas variações negativas no caudal à medida que a pesquisa avança encontra-se na forma como a perfuração evoluiu. Esta situação ocorre quando o diâmetro de perfuração se alarga durante a mesma, começando, nalgum ponto da perfuração, a cair muito mais material do que o que seria de esperar num diâmetro normal de perfuração. Ao causar o surgimento de uma pequena gruta dentro da perfuração, a água que inicialmente saía por uma conduta mais ou menos retilínea passa a ser recirculada dentro da zona dessa “gruta”, embatendo nas paredes e voltando para baixo. Nestas condições não se consegue retirar da perfuração a totalidade da água que esta produz. Finalmente, quando o furo é entubado e está a ser limpo, repostas as condições de um tubo cilíndrico, consegue-se finalmente saber a quantidade de água que se pode obter do mesmo.

Neste caso, pode presumir-se que o alargamento da perfuração se deu nas camadas rochosas entre os 17 e os 19 m, as camadas mais produtivas e fraturadas desta captação, e local onde a água se encontrava provavelmente em recirculação.

9.11.8.6. Selo do furo e tampa de proteção

O furo foi selado com calda de cimento e a captação foi protegida com tampa amovível, de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a sua deterioração. De realçar que o tubo ficou 0.50 m acima do solo. No final, o tubo de aço de 13” de diâmetro foi removido, sendo preenchido o vazio por calda de cimento.

9.11.9. Referências finais

Através das atividades de sondagem e captação de águas subterrâneas realizadas na propriedade da empresa Noites Imobiliário foi possível transformar o furo em captação de água, pelo fato de deter um caudal máximo correspondente a 11000 l/h, sendo uma quantidade de água muito satisfatória e compatível com as necessidades requeridas pelo proprietário. Como caudal aconselhado de exploração foi indicado o valor de 8000 l/h.

9.11.10. Referências bibliográficas

Carvalhosa, A. B. Carvalho, A. M. Alves, C. Pina, H. (1969). Notícia explicativa da folha 40-A Évora (E:1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

9.11.11. Anexos do Relatório 11

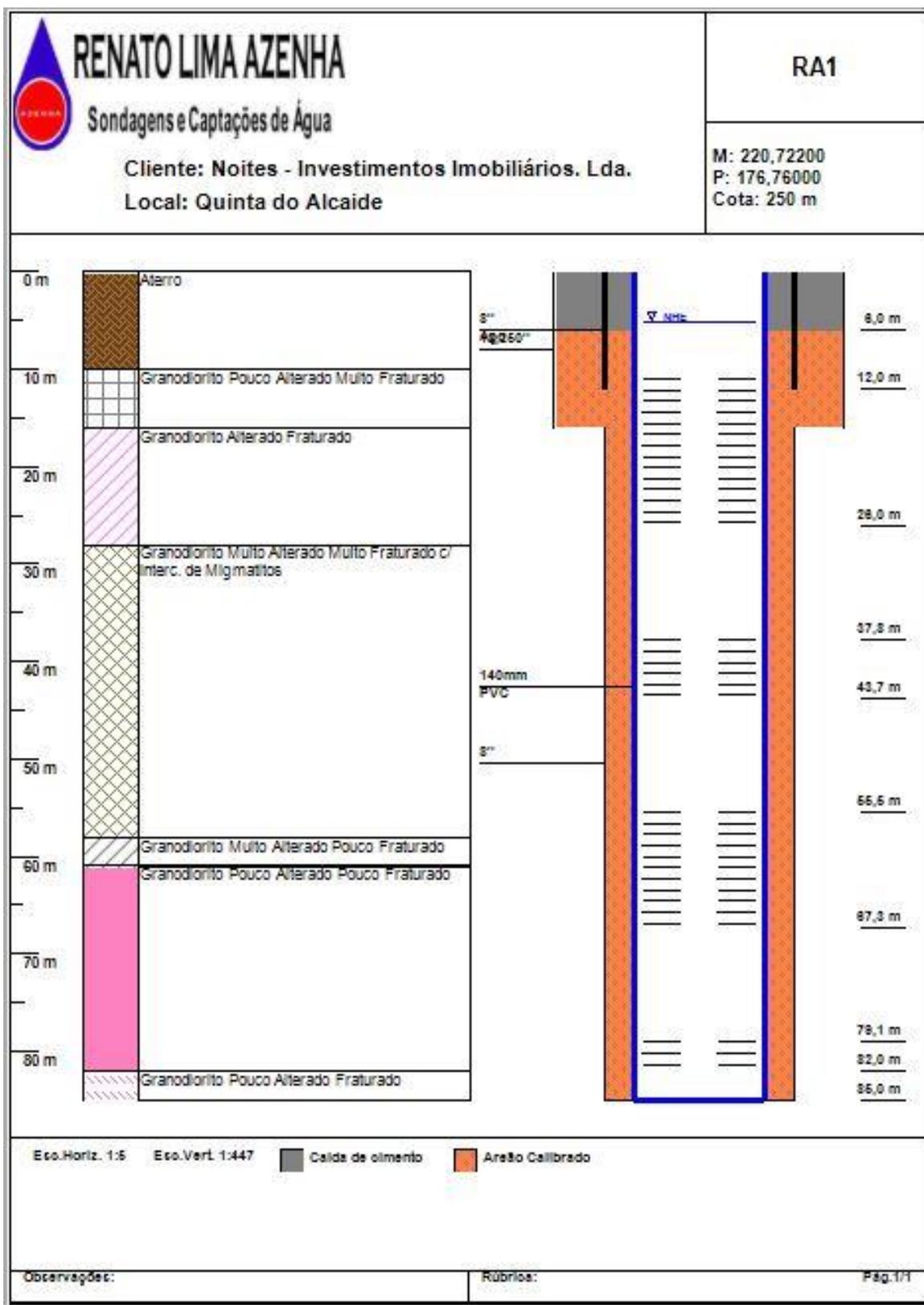


Figura 10. Perfil litológico (à esquerda) e corte técnico do furo (à direita).

9.12. Relatório 12: Trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas realizados na Quinta da Casinha, em Évora

29 DE SETEMBRO DE 2021

9.12.1. Introdução

Foi realizada uma sondagem e captação de águas subterrâneas na Quinta da Casinha, em Évora, com o objetivo de abastecimento doméstico.

9.12.2. Zona de estudo

A zona de estudo (Figura 1) fica localizada na união das freguesias de Malagueira e Horta das Figueiras, nas coordenadas geográficas aproximadas de latitude $38^{\circ}31'57.74''\text{N}$ e longitude $7^{\circ}55'18.69''\text{W}$, com elevação de 250 m. A propriedade tem uma área de 1.120 m^2 (Figura 1).



Figura 1. Área de estudo da Quinta da Casinha (delimitada a verde), distando poucos metros da ETAR de Évora.

9.12.3. Geologia local

As formações geológicas que compõem a zona de estudo são ígneas, da idade hercínica. No caso presente, a Quinta da Casinha fica localizada sobre quartzodioritos e granodioritos de grão médio, não porfiróide (Figura 2).

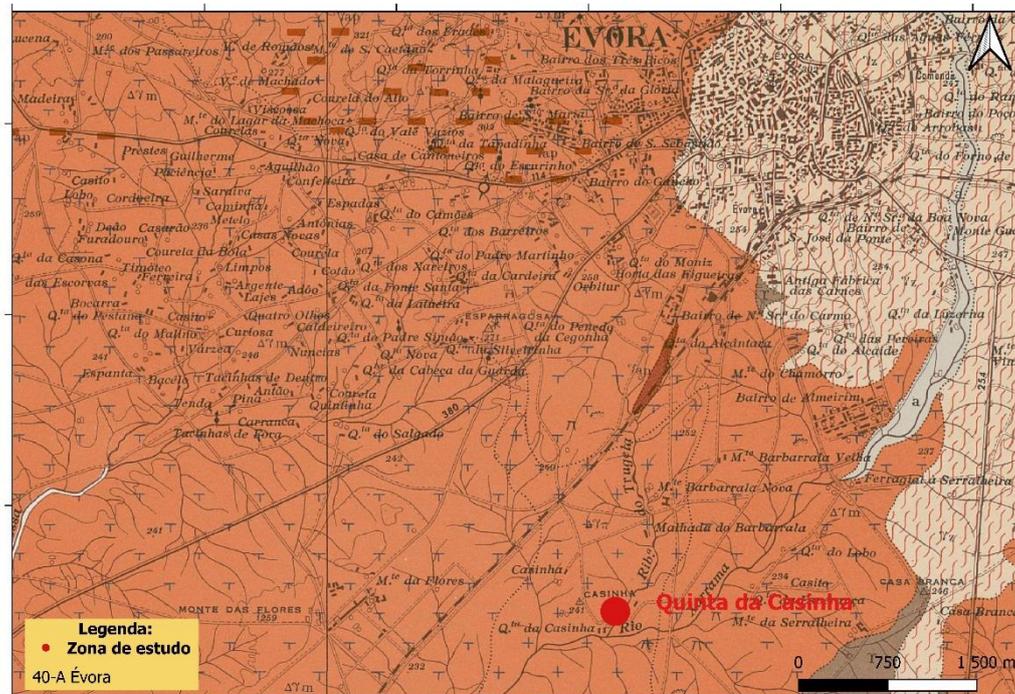


Figura 2. Geologia da zona de estudo (extrato da carta geológica folha 40-A, Évora, E:1:50 000). Legenda na Figura 3.

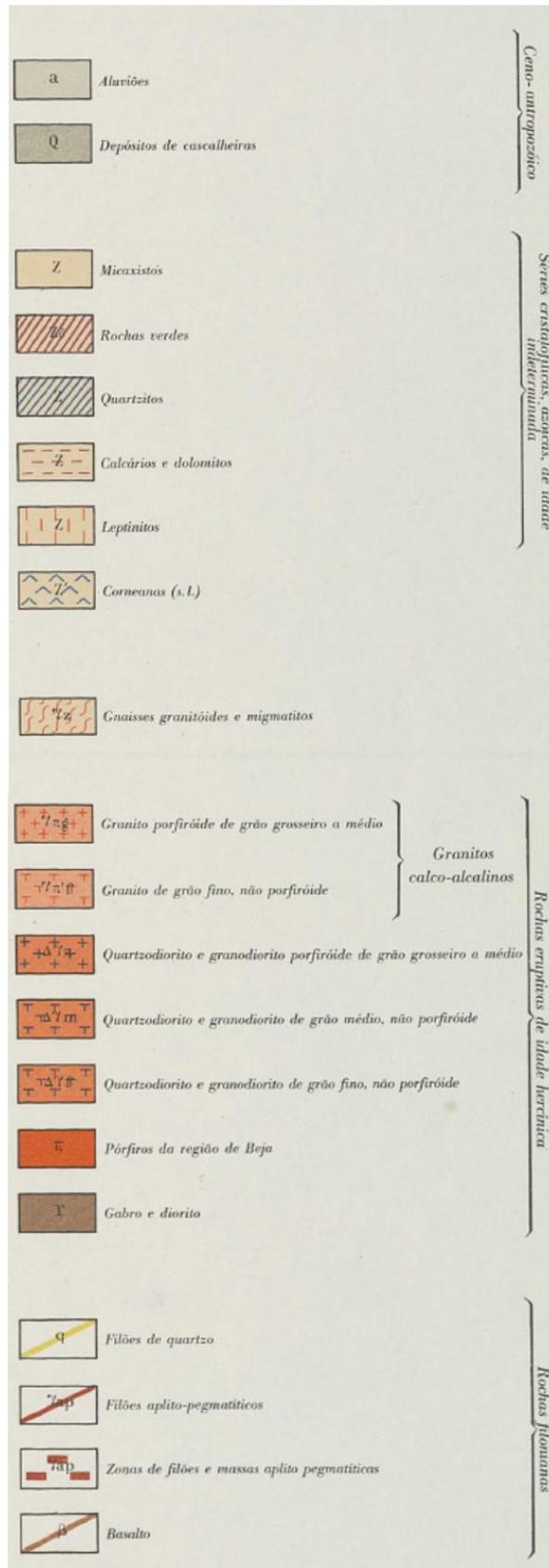


Figura 3. Legenda da carta geológica, folha 40-A. Aplicável na Figura 2.

9.12.4. Hidrogeologia do local

A zona de estudo está situada no chamado Maciço Antigo, uma unidade hidrogeológica ocupada por rochas metassedimentares e eruptivas com escassa aptidão aquífera. Estas rochas dão origem a aquíferos, em geral livres, descontínuos, de produtividade baixa (Almeida et al. 2000). Apesar destas condições desfavoráveis, há, no entanto, alguns aquíferos que se destacam por possuírem uma produtividade um pouco acima do chamado sector indiferenciado do Maciço Antigo. É o caso do aquífero de Évora (ver imagem na Figura 4). Como se pode observar nessa imagem, a propriedade sob análise encontra-se já claramente fora desse aquífero, pelo que a produtividade nesta zona deverá ser baixa.

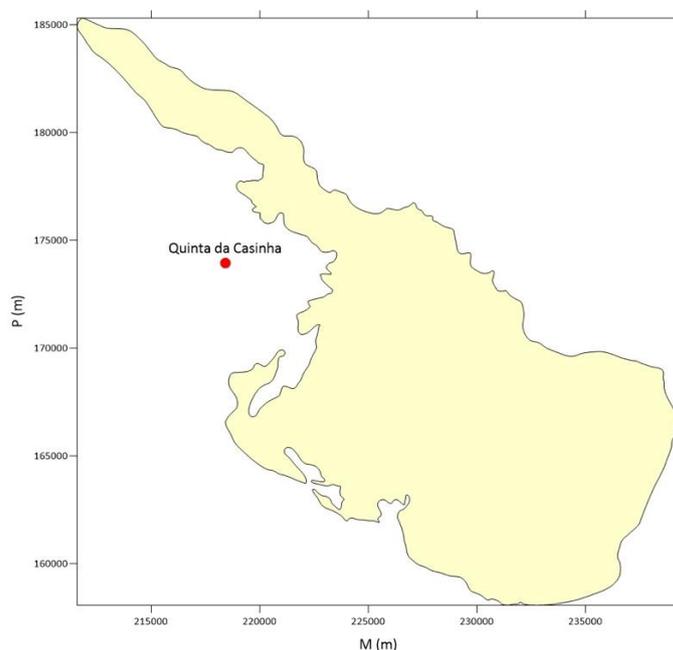


Figura 4. Localização da área de trabalho (a vermelho) dentro da área do Maciço Antigo Indiferenciado, nas proximidades do aquífero de Évora (a amarelo).

9.12.5. Material e equipamento utilizados

Foi utilizado o equipamento B80, que é uma máquina de perfuração à rotopercussão pneumática.

9.12.6. Método

O método utilizado para a concretização da sondagem e captação de águas subterrâneas na Herdade da Casinha foi a rotopercussão pneumática com martelo de fundo de furo.

9.12.7. Metodologia de trabalho

Para a concretização dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas obedece-se uma sequência de fases, dentre elas:

- i. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa;
- ii. Perfuração;
- iii. Revestimento da coluna;
- iv. Introdução do pré-filtro em areão calibrado;
- v. Limpeza do furo;
- vi. Ensaio de caudal;
- vii. Selo e tampa de proteção.

9.12.8. Fases dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas

9.12.8.1. Estudo de reconhecimento e marcação da pesquisa

A primeira fase do ciclo dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas são os estudos de reconhecimento e marcação da pesquisa, os quais foram feitos com recurso às cartas geológica e hidrogeológica da zona de estudos e também através dos inventários aos furos e poços existentes nas proximidades. Assim, marcou-se o ponto para realização da sondagem nas coordenadas de latitude $38^{\circ}31'57.03''\text{N}$ e longitude $7^{\circ}55'18.99''\text{W}$ (Figura 5).

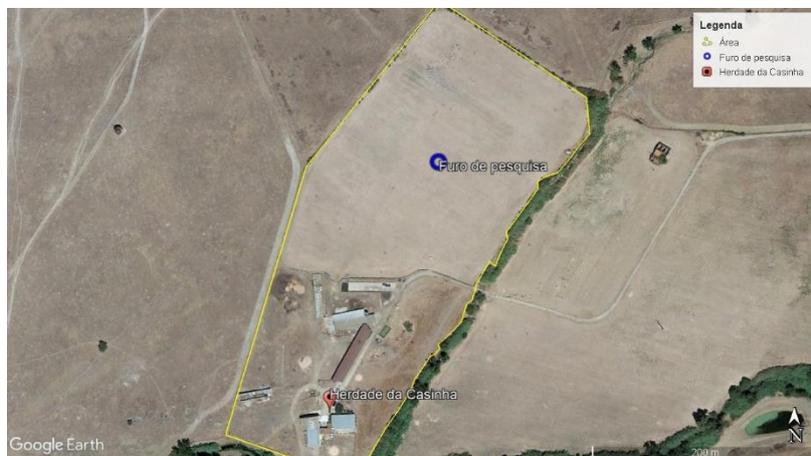


Figura 5. Furo de pesquisa.

9.12.8.2. Perfuração

Através do método de perfuração DTH, foram alcançados 133 m de profundidade, sendo os primeiros 12 m alargados com recurso a trialeta de 12^{1/4} polegadas (Figura 6), e tendo os seguintes 121 m sido perfurados com recurso ao martelo de 8 polegadas de diâmetro.



Figura 6. Trialeta prestes a alargar a coluna.

Foram também colhidas amostras de rochas a cada três metros de profundidade, com exceção da primeira amostra, a qual foi colhida aos 4 m de profundidade, devido à soma entre a vara e o martelo, 3 m e 1 m, respetivamente. Foram colhidas 44 amostras (Figura 7), tendo todas as amostras sido analisadas *in-situ* (ver Figura 10, em anexo).



Figura 7. Amostras dos testemunhos de sondagem do furo de pesquisa da Quinta da Casinha.

9.12.8.3. Revestimento da coluna

Foi esboçada a coluna de revestimento (Figura 8), baseada nas amostras e, sobretudo, nas zonas produtivas ao longo do furo de pesquisa. Nas zonas produtivas foram propostos tubos-ralo e, nas zonas não produtivas, foram propostos tubos fechados, numa quantidade equivalente a 5 e 19 tubos PVC abocardados, respetivamente. A coluna foi isolada com um tubo em PVC até aos 12 m de profundidade e, por fim, foi introduzido seixo calibrado dos 0 aos 133 m de profundidade, com o objetivo de filtrar as águas que são captadas no furo (Figura 11, em anexo).

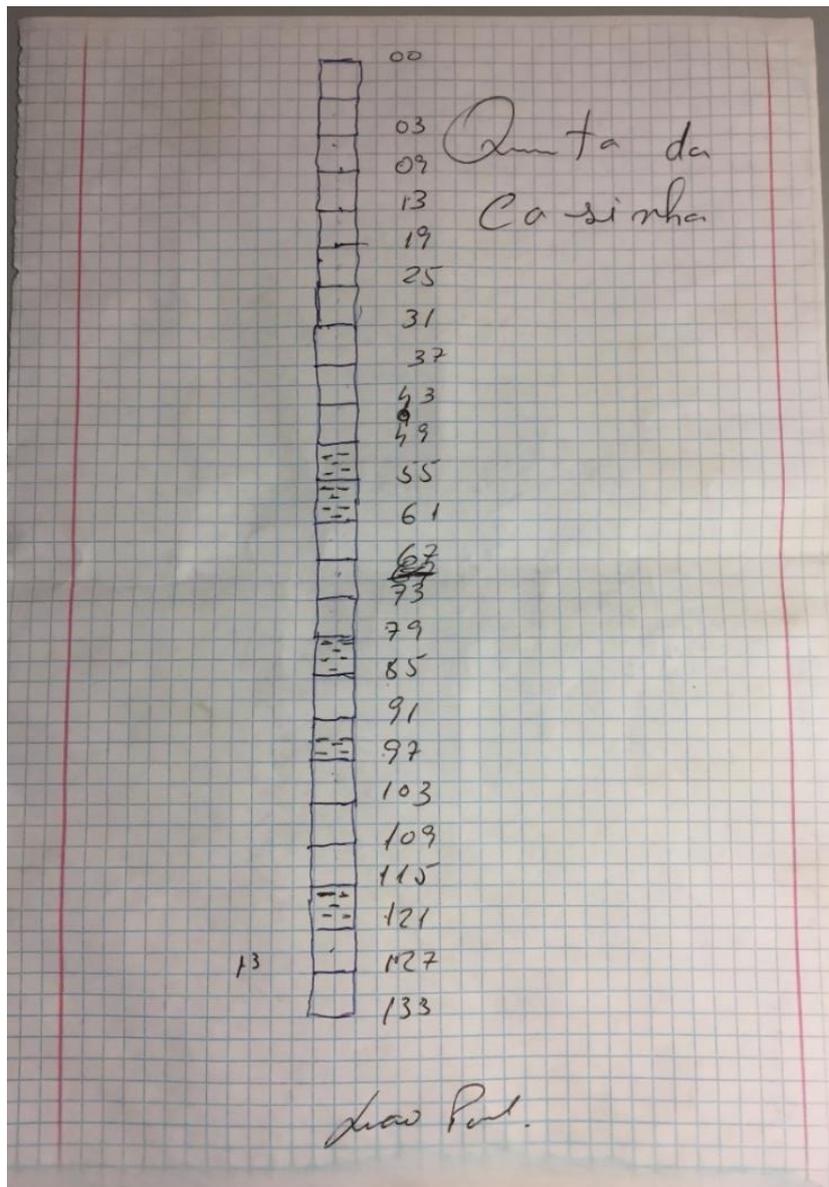


Figura 8. Esboço esquemático do revestimento da coluna.

9.12.8.4. Limpeza do furo

O desenvolvimento e limpeza da captação foi efetuado com sistema de ar direto a partir de um compressor de alta pressão, com paragens e arranques durante várias horas, o que permitiu obter água isenta de partículas em suspensão.

9.12.8.5. Medição do caudal extraído

No final da construção da captação foi efetuada a medição do caudal (Figura 9), resultado que se apresenta na **Error! Reference source not found.** 1. Foi também medido o nível hidrostático e o resultado foi de 3,10 m de profundidade (Figura 11, em anexo).



Figura 9. Medição do caudal.

Tabela 1. Resultado da medição do caudal.

Nº.	Volume (l)	Tempo estimado (s)	Caudal (l/h)
1	10	30	1200

9.12.8.1. Selo e tampa de proteção

O furo de captação foi selado e protegido com tampa amovível, de modo a evitar a entrada de quaisquer detritos, o que poderia originar a sua deterioração. O tubo ficou 0,50 m acima do solo.

9.12.9. Referências finais

Através das atividades de sondagem e captação de águas subterrâneas realizadas na Quinta da Casinha foi possível transformar a pesquisa em captação, pelo facto de ter um caudal máximo correspondente a 1200 l/h, sendo uma quantidade de água muito satisfatória e compatível com as necessidades requeridas pelo proprietário.

9.12.10. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

9.12.11. Anexos do Relatório 12

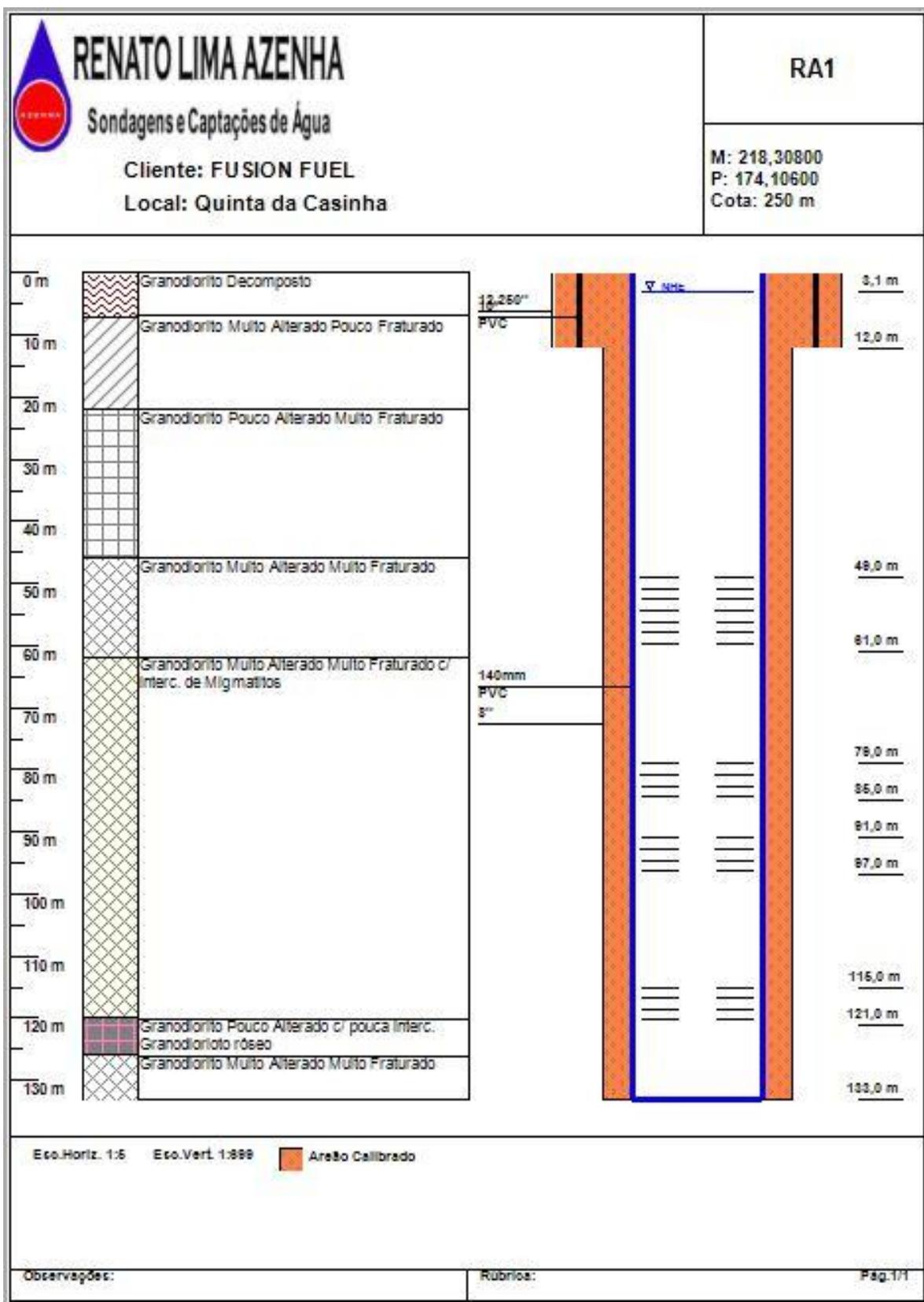


Figura 10. Perfil litológico (à esquerda) e perfil técnico do furo (à direita).



Figura 11. Medição do NHE da captação.

9.13. RAPLOT, um novo programa de gestão de bases de dados de captações de água subterrânea

6 DE JANEIRO A 14 DE MAIO DE 2021

9.13.1. Definição

O RAPLOT é mais uma aplicação informática do que uma base de dados, mas evidentemente também possui a segunda componente. Para a finalidade do estágio curricular realizado pelo aluno na empresa Renato Lima Azenha, foi utilizado o RAPLOT como uma base de dados, neste caso, a sua segunda componente.

RAPLOT (Renato Azenha PLOT) é uma base de dados desenvolvida na empresa Renato Lima Azenha, com o fim de guardar, conservar e manusear os dados das captações de água realizadas por esta empresa.

9.13.1.1. Criação

A empresa Renato Azenha identificou a necessidade de agilizar a produção dos esquemas das captações e de ter também uma boa base de dados que pudesse manejar com facilidade. Foi então encomendado um programa específico para este fim. A implementação decorreu entre 2019-2020, com a execução de uma série de reuniões de análise e posterior passagem à prática. Basicamente foi desenvolvido com recurso à linguagem C#.

9.13.1.2. Finalidade da criação

A finalidade era centralizar os dados técnicos das captações para futuramente simplificar a pesquisa e extração de informação, e agilizar a geração do esquema geológico, hidrogeológico e técnico de cada captação, com base na informação introduzida, quer a que existe em arquivo, quer a das novas captações à medida que vão sendo executadas.

9.13.1.3. Método de funcionamento

Os técnicos introduzem os dados técnicos de cada captação e isso permite, no fim, gerar o esquema visual da captação de forma bastante pormenorizada. Permite também aceder os dados introduzidos no RAPLOT à distância, isto é, remotamente.

9.13.1.4. Percurso do RAPLOT com o estagiário

Quando o RAPLOT foi implementado, nos finais de 2020 e início de 2021, passou por uma extensa fase experimental. Fiquei encarregue da responsabilidade de aperfeiçoar o RAPLOT na sua implementação. Ao longo do aperfeiçoamento foram-se detetando erros e anomalias, tais como as ilustradas nas figuras 1 e 2.



Figura 1. Erro 1 do RAPLOT.

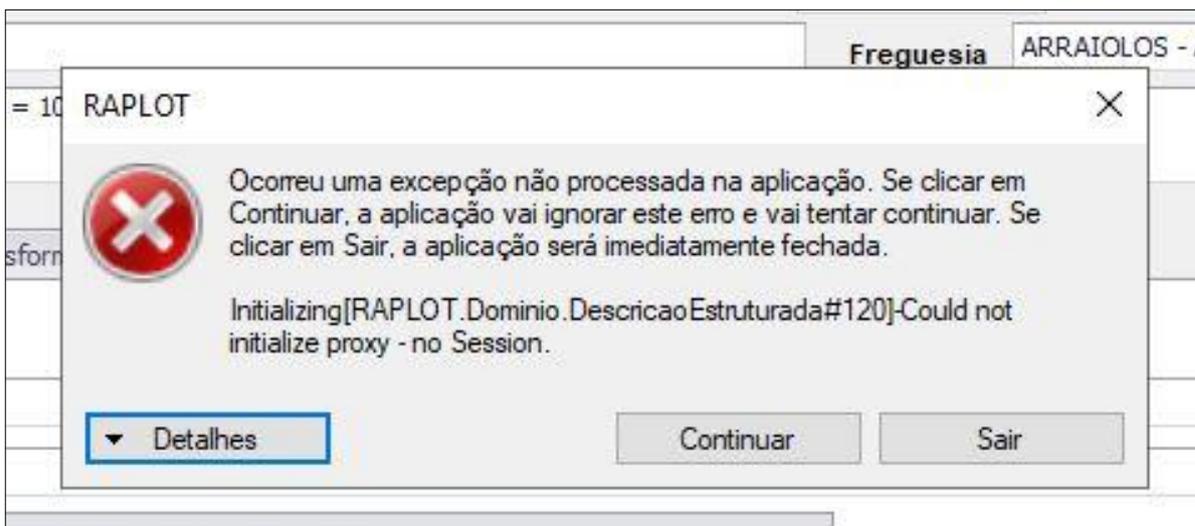


Figura 2. Erro 2 do RAPLOT.

Este processo permitiu uma frequente e contínua interação entre o estagiário, o programador e o diretor técnico da empresa. Interação que era feita através de reuniões presenciais, virtuais e através de conversas por email. A Tabela 1 ilustra o levantamento dos erros encontrados no RAPLOT entre os meses de janeiro e fevereiro de 2021.

Tabela 1. Ficha de incidências.

RAPLOT VERSÃO 1.0
FICHA DE INCIDÊNCIAS Nº1

Nº.	Visto	Descrição	Retificado pelo Programador		Observação
			Sim	Não	
1	14.01.2021	Na ficha de captação, na janela de data fim , não permite gravar as datas seleccionadas.			
2		Perfuração e Técnica: deve-se trocar o método de perfuração de DTM para DTH .			
3		Hidráulica: sugerimos a adição da unidade L/h nos caudais; Não permite introduzir casas decimais nas janelas dos caudais.			
4		Impressão do corte do furo: Não ilustra o areão por todo corte do furo como devia ser.			
5		Coordenadas Militares: Não permite preencher as coordenadas militares.			
6	25.02.2021	Hidráulica: NHE e NHD não permitem introduzir duas ou mais casas decimais; O mesmo cenário verifica-se na posição do ralo da bomba .			
7		Perfuração e Técnica: Em Equipa admitem apenas 20 caracteres, sugerimos que sejam no mínimo 30.			
8		Transformação em captação: em todas as janelas não permite mais de uma casa decimal; As colunas de código . O que são? O que se deve colocar?			
9		Impressão do corte do furo: Não aparece o tubo que fecha o fundo do revestimento; Para a litologia do material detrítico argiloso não permite visualizar as cores e padrões pré configurados no corte do furo.			Numa simulação feita por nós através dos dados do Pingra SA RA1 .
10		Litologia: na coluna de tipo , como eliminar uma litologia que inserimos à mais?			
11		Na janela de COTA não admite casas decimais.			
12	26.02.2021	Nas configurações litológicas ao criar uma nova litologia abre uma janela de ORDEM . O que é ordem? Para quê serve?			

O RAPLOT foi testado através da inserção de dados de relatórios antigos, em papel, de cada captação. Desta forma, o programa foi evoluindo cada vez mais ao longo do estágio,

até ao ponto de aceitar as funcionalidades para que foi criado, como se pode ver no exemplo de uma impressão de uma obra realizada para PINGRA SA, gerada pelo RAPLOT (Figura 3).

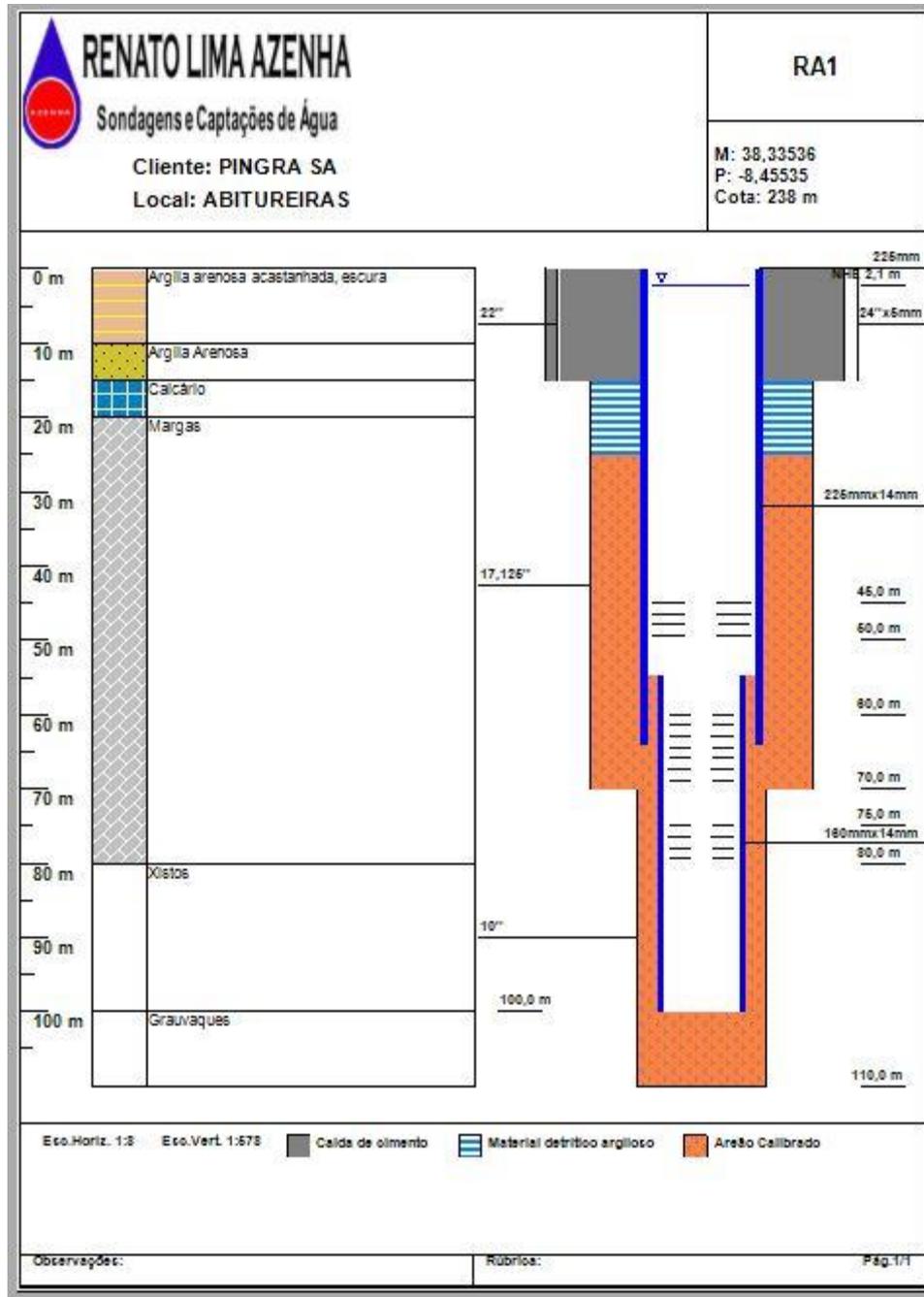


Figura 3. Esquema visual e pormenorizado de uma captação construído a partir do RAPLOT.

O processo de desenvolvimento, aperfeiçoamento e domínio do RAPLOT, durou aproximadamente cinco meses até dar melhores resultados. Alguns desses resultados podem ser vistos na maioria dos relatórios apresentados ao longo deste trabalho.

10. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em geral, as zonas que foram alvo de acompanhamento das técnicas de prospeção e captação de águas subterrâneas durante o estágio são suportadas por formações geológicas de rochas vulcano-sedimentares e metassedimentares conforme Ribeiro (1987). Grande parte dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas foram realizados em Évora, cujas formações geológicas encontradas nesta zona foram rochas intrusivas, migmatíticas e tonalitos; também foram encontradas formações geológicas compostas por granodioritos, quartzodioritos e gnisso o que corresponde ao que os Carvalhosa et al. (1969), descreveram na notícia explicativa da folha 40-A. E a segunda maior zona em que foram desenvolvidos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas foi o município de Alandroal em que a geologia da zona é suportada por um complexo Vulcano-sedimentar de Estremoz cuja constituição é de calcários cristalinos (mármore) e dolomitos. Durante as pesquisas realizadas em Alandroal foi possível encontrar formações geológicas de mármore, granitos negros e metavulcanitos conforme os Oliveira et al. (1987) caracterizaram no estudo feito e publicado na notícia explicativa da folha 36-D. E a zona de Portel, é suportada por uma geologia muito mais complexa, complexo cristalofílico constituído por rochas verdes, micaxistos e quartzos. Nas zonas de Arraiolos e Montemor-o-Novo a geologia que suporta estas duas zonas é basicamente semelhante, composto por metassedimentos, e complexo gnaisso-migmatítico e granito biotítico.

Relativamente a hidrogeologia da região do Alentejo, foram desenvolvidos a maioria dos trabalhos de pesquisa e captação de águas subterrâneas na unidade hidrogeológica designada Maciço Antigo, trata-se da unidade hidrogeológica que ocupa maior extensão em Portugal sendo suportada por rochas eruptivas e metassedimentares. A litologia é constituída essencialmente por rochas cristalinas, também conhecidas como rochas fraturadas conforme os Almeida et al. (2000), o que foi comprovado também durante a realização do estágio, onde a maioria dos aquíferos eram constituídos por formações cristalinas. Com escassa aptidão aquífera, estas rochas dão origem a aquíferos, em geral livres, descontínuos, de produtividade baixa. Nalgumas zonas em que foram desenvolvidos os estudos de acompanhamento dos trabalhos de sondagem e captação de águas subterrâneas foram observados aquíferos carsificados como é o caso de Alandroal. Em geral foram observados aquíferos com características do tipo fraturadas e fissuradas e os caudais encontrados durante o acompanhamento das obras de prospeção e captação

de águas subterrâneas variaram entre 3600 l/h e 11000 l/h, onde a média dos caudais medidos nas obras acompanhadas na região do Alentejo (Évora, Alandroal, Arraiolos, Montemor-o-Novo) foi de 5125 l/h, apesar dos Almeida et al. (2000), terem afirmado que na unidade hidrogeológica designada Maciço Antigo o máximo de caudal existente é de 10 l/s.

As obras de sondagem e captação de águas subterrâneas foram acompanhadas através de duas principais técnicas de perfuração, rotorpercussão pneumática com martelo de fundo de furo e rotação com circulação inversa à lamas, são utilizados para perfurar zonas compostas por maciços consolidados e brandos, respetivamente conforme o IPQ (2012). Onde a base de funcionamento destes dois métodos de perfuração está no sistema de ar comprimido de alta pressão.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de conclusão de curso de mestrado em engenharia geológica da universidade de Évora, com o título “Técnicas de prospeção e captação de águas subterrâneas”, foi realizado principalmente no território do Alentejo. O principal objetivo era caracterizar as técnicas normalmente utilizadas para prospeção e captação de águas subterrâneas na região do Alentejo, mas foram, entretanto, executadas outras tarefas também ligadas às águas subterrâneas.

As zonas da região do Alentejo onde foram acompanhadas as obras de sondagem e captação de águas subterrâneas durante o período de estágio curricular correspondem principalmente a maciços geológicos fraturados e alterados, com mais ou menos afloramentos à superfície do terreno. São essencialmente formações geológicas metassedimentares e de caráter eruptivo.

Hidrogeologicamente, na região do Alentejo, dominam essencialmente os aquíferos de tipo fraturado ou fissurado pertencentes à unidade do maciço antigo de Portugal. No que diz respeito à produtividade aquífera das zonas de estudo (Alandroal, Montemor-o-Novo, Arraiolos, Évora), houve resultados díspares, com caudais muito satisfatórios e acima do esperado numas áreas e resultados completamente nulos noutros casos (por exemplo no Alandroal). O método de perfuração mais adequado e usado para realizar prospeção e captação de águas subterrâneas neste tipo de rochas é o método de perfuração por rotorpercussão pneumática com martelo de fundo de furo, que foi usado em diversos destes trabalhos.

O presente trabalho acompanhou também em parte a evolução de um software que corresponde a uma nova base de dados da empresa Renato Azenha. Aqui foram identificadas algumas dificuldades em relação à introdução de dados de relatórios mais antigos, em papel, que não trazem por exemplo os perfis litológicos, nem os perfis das colunas de revestimento. O software, designado por RAPLOT, permite conservar dados de cada obra realizada e manusear e consultar remotamente esses mesmos dados, e permite também fazer a impressão de perfil litológico de uma determinada obra e o corte de coluna, tal como foram apresentados na maioria dos relatórios aqui apresentados.

A realização deste estágio na empresa Renato Lima Azenha foi uma experiência enriquecedora a todos os níveis, já que proporcionou a oportunidade única de contactar diretamente, de forma contínua e prolongada, com o “mundo” das águas, especificamente

com a exploração de águas subterrâneas. O estagiário contactou com profissionais de vários ramos, desde os trabalhadores e administração da empresa, a responsáveis de outras unidades, como o hidrogeólogo responsável pela empresa, ou o geólogo responsável pelas diagrfias elétricas, por exemplo. Tratou-se de um estágio com uma forte componente prática e com uma vasta abrangência nos temas tratados, fatores decisivos na escolha deste tipo de prática para a conclusão do ciclo de estudos conducentes ao grau de mestre.

Para um melhor conhecimento do recurso água subterrânea e para um melhor acompanhamento do comportamento das captações e do aquífero, é recomendado que todas as captações de água subterrânea tenham instalados tubos piezométricos para o controlo da evolução dos níveis do aquífero e do furo de captação. Isso vai permitir que não aconteçam situações idênticas ao do Alandroal ou de Silveiras, em que a sobreexploração de águas subterrâneas levou a dificuldades nos abastecimentos públicos de água.

12. REFERÊNCIAS

12.1. Referências bibliográficas

Almeida, C., Mendonça, J., Jesus, M., Gomes, A. (2000). Sistemas aquíferos de Portugal continental. Instituto da água. Lisboa

Carvalhosa, A. B. (1967). Notícia Explicativa da folha 40-D Portel (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

Carvalhosa, A. B. (1999). Notícia Explicativa da folha 36-C Arraiolos (escala 1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

Carvalhosa, A. B. Carvalho, A. M. Alves, C. Pina, H. (1969). Notícia explicativa da folha 40-A Évora (E:1/50000). Serviços geológicos de Portugal. Lisboa

Carvalhosa, A. Zbyszewski, G. (1994). Notícia explicativa – folha 35-D Montemor-o-Novo (E: 1/50000). Instituto Geológico e mineiro. Lisboa

Driscoll, F. (1986). Groundwater and Wells. A comprehensive study of groundwater and the technologies used to locate, extract, treat, and protect this resource. Johnson division, 2nd Edition. 268-292 p.

IPQ (2012). Manual de Boas Práticas para a Execução e Exploração de Furos de Captação de Águas Subterrâneas (2012) Instituto Português de Qualidade (IPQ), Comissão setorial da água, Portugal, 10-15 p.

Oliveira, Gonçalves, F.; Carvalhosa, A. (1987). Noticia Explicativa da Folha 36-D Redondo (E: 1/50000). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa

Pereira, D., Pereira, P., Santos, L., Da Silva, J. (2014). Unidades geomorfológicas de Portugal continental. Revista Brasileira de Geomorfologia. V. 15, nº4. Brasil

Ribeiro, O. (1987) – Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico. Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 191 pp.

Sterrett, R. (2007). Groundwater and Wells. A comprehensive guide for the design, installation, and maintenance of a water. Johnson screens, 3rd Ed., 254 p.

Zbyszewski, G.; Da Veiga Ferreira, D. (1968). Carta Explicativa da Folha 35-C Santo Isidro de Pegões. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa

12.2. Referências webgráficas

<https://snirh.apambiente.pt> – 20 de junho de 2021