



**GGT – Gabinete de Planeamento e
Gestão do Território, Lda.**

**ESTUDO HIDROGEOLÓGICO E CLIMÁTICO-HIDROLÓGICO DO
PRÉDIO 54 E ENVOLVENTE AO AÇUDE DE VALE DE COELHEIROS,
EM MUDA (GRÂNDOLA)**



Julho 2024

GGT, Lda.
Zona Industrial – Talhão 33
7000-171 ÉVORA
Móvel: 914903291 – 968628266
Email : jduque03@gmail.com

ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE TABELAS	4
ÍNDICE DE FOTOS	4
1 – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS	5
2 – LOCALIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO	7
3 – ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO	12
4 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO	14
5 – TECTÓNICA	17
6 – HIDROGEOLOGIA GERAL	19
7 – HIDROLOGIA	28
7.1 – Introdução e objectivos	28
7.2 – Enquadramento	28
7.3 – Caracterização	29
7.3.1 – Caracterização da precipitação	30
7.3.2 – Preenchimento de falhas	32
7.3.3 – Evolução da precipitação	37
7.4 – O contexto das alterações climáticas	42
7.5 – Escoamento superficial	45
7.5.1 – Considerações iniciais	45
7.5.2 – Temperatura na área de estudo	46
7.5.3 – Determinação do escoamento	46
7.6 – Trabalhos de campo	49
8 – HIDROGEOLOGIA À ESCALA LOCAL	56
8.1 – Introdução	56
8.2 – Dados hidrogeológicos disponíveis	57
8.3 – Análise de consumos e recarga	58
8.4 – Evolução piezométrica	62
9 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	79
10 – BIBLIOGRAFIA	85
ANEXO A	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Prédio 54 (polígono a vermelho) e da albufeira do Açude do Vale de Coelho em estudo sobre as cartas militares 1:25.000 números 484 e 485	7
Figura 2 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Julho de 2019 (ainda com espelho de água)	8
Figura 3 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Julho de 2020 (já sem espelho de água)	8
Figura 4 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Maio de 2024 completamente seca e já com arbustos e arvoredo a crescer no seio da planura seca	9
Figura 5 – Enquadramento geológico da zona de estudo (Prédio 54 a vermelho), sobre a carta geológica à escala 1:50.000 designada por 39-C Alcácer do Sal	15
Figura 6 – Enquadramento hidrogeológico da zona de estudo	19
Figura 7 – Modelo conceptual hidrogeológico para a zona de estudo na Muda	20
Figura 8 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2000/2001 do SABTS-ME (T3)	23
Figura 9 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2003/2004 do SABTS-ME (T3)	24
Figura 10 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2005/2006 do SABTS-ME (T3)	25
Figura 11 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2022/2023 do SABTS-ME (T3)	26
Figura 12 - Enquadramento da área de estudo na RH 6. In: https://sniamb.apambiente.pt/	28
Figura 13 - Representação da rede hidrográfica afluente ao açude do Vale de Coelho. In: https://sniamb.apambiente.pt/	29
Figura 14 - Polígonos de Thiessen. In: https://sniamb.apambiente.pt/	31
Figura 15 - Polígonos de Thiessen, após reformulação. In: https://sniamb.apambiente.pt/	32

Figura 16 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e postos udográficos de Azinheira Barros e Torrão	34
Figura 17 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e posto udográfico de Ferreira do Alentejo.	34
Figura 18 - Representações gráficas das regressões lineares dos postos de Torrão Azinheira Barros e Ferreira do Alentejo face à EC de Grândola	35
Figura 19 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e EC de Comporta	36
Figura 20 - Representação gráfica da regressão linear da EC de Grândola, face à EC de Comporta	37
Figura 21 - Evolução da precipitação média mensal.	40
Figura 22 - Distribuição da precipitação média mensal.	40
Figura 23 - Evolução da precipitação anual	41
Figura 24 - Evolução da média da temperatura máxima mensal, na estação de Setúbal. In: Portal do Clima	44
Figura 25 - Evolução da média mensal da precipitação, na estação de Setúbal. In: portal do clima.	45
Figura 26 - Relações médias em Portugal entre o escoamento anual e a precipitação anual. Adaptado de Quintela (1984).	47
Figura 27 - Carta dos solos de Portugal Continental classificados pelas suas características hidrológicas. Adaptado de Lencastre & Franco (2006).	48
Figura 28 - Representação das infra-estruturas de armazenamento superficial, sobre imagem do Google Earth.	50
Figura 29 - Aspecto do corpo da barragem, em cima á esquerda. Aspecto do descarregador de fundo, em cima à direita. Em baixo, aspecto do descarregador de superfície	51
Figura 30 - Projecção dos pontos de água brutos de APA (2024).	57
Figura 31 - Projecção dos pontos de água brutos de APA (2024) somente dentro do Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda).	59
Figura 32 - Projecção dos 4 piezómetros de SNIRH (2024) existentes na parte S do Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda).	62
Figura 33 - Corte furo do piezómetro 484/9 Carvalhal.	63
Figura 34 - Dados da evolução piezométrica do piezómetro 484/9 Carvalhal entre OUT/2005 até JUN/2024.	64
Figura 35 - Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2014-2015 no piezómetro 484/9 Carvalhal.	65
Figura 36 - Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2015-2016 no piezómetro 484/9 Carvalhal.	65
Figura 37 - Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 484/9 Carvalhal.	66
Figura 38 - Corte furo do piezómetro 476/21 Herdade de Cachopos.	67
Figura 39 - Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/21 Herdade de Cachopos entre OUT/2005 até JUN/2024.	68
Figura 40 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2014-2015 no piezómetro 476/21 Herdade de Cachopos.	69
Figura 41 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2015-2016 no piezómetro 476/21 Herdade de Cachopos.	69
Figura 42 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 476/21 Herdade de Cachopos.	70
Figura 43 - Corte furo do piezómetro 476/20 Mata de Valverde.	71
Figura 44 - Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/20 Mata de Valverde entre OUT/2003 até JUN/2024.	72
Figura 45 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2006-2007 no piezómetro 476/20 Mata de Valverde.	73
Figura 46 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2010-2011 no piezómetro 476/20 Mata de Valverde.	74
Figura 47 - Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 476/20 Mata de Valverde.	74
Figura 48 - Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/257 Alcácer do Sal entre JUN/2017 até JUN/2024.	75
Figura 49 - Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2019-2020 no piezómetro 476/257 Alcácer do Sal.	76
Figura 50 - Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2020-2021 no piezómetro 476/257 Alcácer do Sal.	77
Figura 51 - Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 476/257 Alcácer do Sal.	78

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das principais características físicas da BH em estudo.....	30
Tabela 2 - Grandezas relativas ao Açude obtidas através de levantamento topográfico	30
Tabela 3 - Equação da recta, coeficiente de determinação (R ²) e coeficiente de correlação (r) obtidos	34
Tabela 4 - Equação da recta, coeficiente de determinação (R ²) e coeficiente de correlação (r) obtidos para a Comporta/Grândola	36
Tabela 5 - Séries de precipitação ponderada, após preenchimento de falhas observadas nas EC de Comporta e de Grândola.....	37
Tabela 6 - Resumo anos hidrológicos – húmidos, médios e secos.	42
Tabela 7 - Variação da temperatura máxima, média e mínima média mensal, em °C, para a EC de Grândola.....	46
Tabela 8 - Valores de escoamento em ano seco, médio e húmido.	49
Tabela 9 - Volumes anuais afluentes à secção do açude de Vale de Coelhoos	49

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1 – Aspecto do paredão do Açude do Vale de Coelhoos.	9
Foto 2 – Aspecto da albufeira do Açude Vale de Coelhoos a 8 de Julho de 2024.	10
Foto 3 – Aspecto da zona a jusante do Açude Vale de Coelhoos a 8 de Julho de 2024.....	11
Foto 4 – Aspecto actual do leito da albufeira do açude do Vale de Coelhoos.	52
Foto 5 - Aspecto da barragem A e sua impermeabilização com geomembrana.	53
Foto 6 – Aspecto do Areeiro.....	53
Foto 7 – Aspecto da denominada barragem B.....	54
Foto 8 – Aspecto da Barragem E.	54
Foto 9 – Aspecto da barragem F.....	55

GABINETE DE PLANEAMENTO
E GESTÃO DO TERRITÓRIO, Lda
CONTRIBUINTE Nº 553 480 746
ZONA INDUSTRIAL, Talhão 83
7000 ÉVORA

Jorge Duque (Geólogo - Hidrogeólogo Ph.D.)

Paulo Balsa

Paulo Balsa (Engº de Recursos Hídricos)

1 – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

A água é um recurso natural fundamental para o suporte da vida, mas também é um bem social e económico, fundamental para uma grande diversidade de usos. Os indicadores de escassez de água têm vindo a agravar-se com os efeitos que as alterações climáticas produzem ocorrendo em diversos locais do globo uma redução de disponibilidade de água severa e preocupante. Nos últimos 10 anos, 2020 e 2016 foram os anos mais quentes a nível global. A vasta informação climática disponível permite evidenciar a tendência globalizada de redução das disponibilidades e das reservas de água associadas às alterações climáticas.

Por outro lado, verifica-se uma procura exponencial de água, num ritmo superior ao do aumento da população, fundamentalmente devido ao aumento da captação de água para a agricultura nomeadamente para o regadio.

Os dados climáticos disponíveis mostram diversas tendências designadamente o aumento da temperatura média, a ocorrência mais frequente de ondas de calor, a redução da frequência de anos húmidos ou muito húmidos, a redução da precipitação média anual, a redução dos volumes de escoamento superficial e a diminuição das taxas de recarga para os aquíferos.

De acordo com APA (2022), o *stress* hídrico da Região Hidrográfica 6 (bacias do Sado e do Mira), medido pelo índice de escassez WEI+, que corresponde à razão entre a procura média anual de água e os recursos médios disponíveis a longo prazo, era de 71% (WEI+ 1930-2015), uma situação que configura a classificação de escassez extrema.

As projecções climáticas apontam claramente para um agravamento da situação em todos os cenários: redução efectiva da precipitação, e consequente diminuição do escoamento superficial médio anual e diminuição da recarga dos aquíferos.

Esta conjuntura hídrica pode afectar não só os escoamentos (superficiais e subterrâneos) mas também o armazenamento de água. É com este enquadramento que o presente estudo procura contribuir para compreender o que se está a passar na zona envolvente do Açude do Vale de Coelheiros, designadamente o facto de estar seco dos últimos 4 anos.

Este Açude que outrora foi preteritamente palco da presença de diversos habitats, nomeadamente aves e mamíferos, hoje não passa de um equivalente ao mar de Aral da costa litoral do concelho de Grândola.

Se fizermos uma busca na internet relativa ao Açude de Vale de Coelheiros encontramos referências a actividades de pesca lúdica e observação de aves. A função deste açude era primordialmente armazenar água para usar nos arrozais que existem a NW, na direcção da Comporta. A albufeira do Açude de Vale de Coelheiros está integrada nos terrenos da Herdade da Comporta. Contudo, a realidade dos factos hodiernos mostra que só já não existem peixes e aves, como a função de rega para os arrozais já não existe, pelo facto de não haver água.

Assim, o presente estudo procura contribuir para avaliar e compreender o que se tem passado, nos últimos anos, para que o Açude do Vale de Coelheiros tenha secado. Este açude está localizado ao lado do Prédio 54 onde reside a promotora do presente estudo. Esta área corresponde ao foco da zona de estudo.

Deste modo propõe-se efectuar um estudo/parecer baseado, tanto na realização de uma avaliação hídrica, na zona da bacia hidrográfica referida ao Açude do Vale de Coelheiros, de modo a aferir das condições hidrológicas e climáticas de superfície, bem como nas condições hidrogeológicas da zona envolvente que directamente afectam a zona de estudo.

O trabalho apresenta para além dos enquadramentos gerais duas partes, a primeira comportará um estudo hidrológico aprofundado afecto a esta zona, de modo a compreender qual o comportamento das variáveis hidrológicas ao longo dos anos. Também será efectuado um levantamento de algumas utilizações superficiais a montante do referido açude para entender o seu estado quanto à presença ou não de água. Na segunda parte será efectuada uma avaliação de consumos de água subterrânea e uma apreciação hidrogeológica para compreender o comportamento da evolução piezométrica da região.

Este binómio, entre as águas de superfície e as subterrâneas, dará azo a uma discussão final que procurará responder ao objectivo principal que é o entendimento de várias questões hidráulicas que se relacionam com o facto de os níveis de água do Açude de Vale de Coelheiros terem desaparecido.

2 – LOCALIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

O Prédio 54 e a albufeira do Açude de Vale de Coelheiros localizam-se a cerca de 3 km para N da aldeia da Muda, no concelho de Grândola. Trata-se de um terreno de forma rectangular com cerca de 23,5 ha no seio de uma área de pinhal em terreno arenoso. O seu acesso é actualmente realizado por uma estrada de terra batida, com pouco mais de 5,5 km, que sai da estrada EN 261-1, que vai da Muda para o Carvalhal e daqui para a Comporta. Por sua vez o Açude do Vale de Coelheiros ocorre imediatamente a S do Prédio 54. A figura 1 mostra a projecção do terreno e da albufeira em estudo sobre as cartas militares 1:25.000 números 484 e 485.

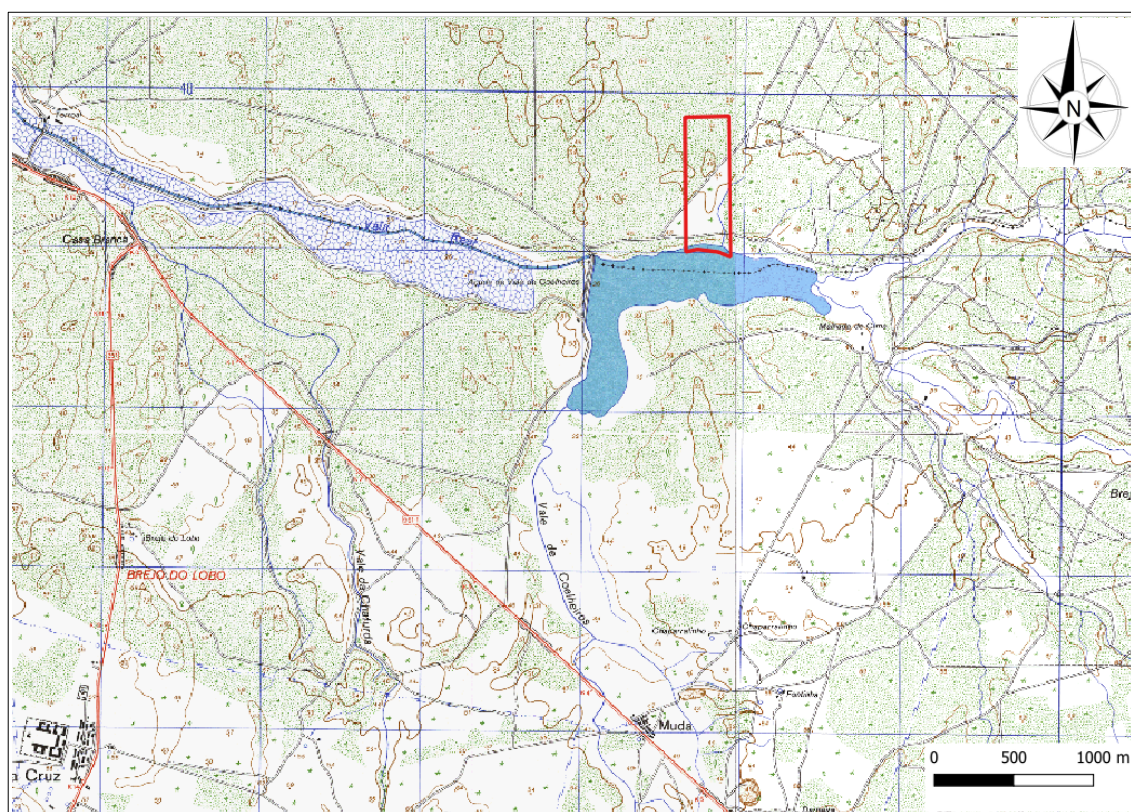


Figura 1 - Localização do Prédio 54 (polígono a vermelho) e da albufeira do Açude do Vale de Coelheiros em estudo sobre as cartas militares 1:25.000 números 484 e 485.

Por sua vez a figura 2 mostra a projecção do terreno sobre o ortofotomapa do *Google Earth* à data de Julho de 2019, que corresponde ao último Verão cuja albufeira teve água. De notar que desde que o Açude foi construído teve sempre água na sua albufeira. Já a figura 3 mostra o aspecto da albufeira em Julho de 2020, a qual já não apresenta qualquer espelho de água, ou seja, a albufeira secou e assim se mantém até à presente data. A figura 4 mostra o aspecto da albufeira em Maio de 2024.



Figura 2 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Julho de 2019 (ainda com espelho de água).

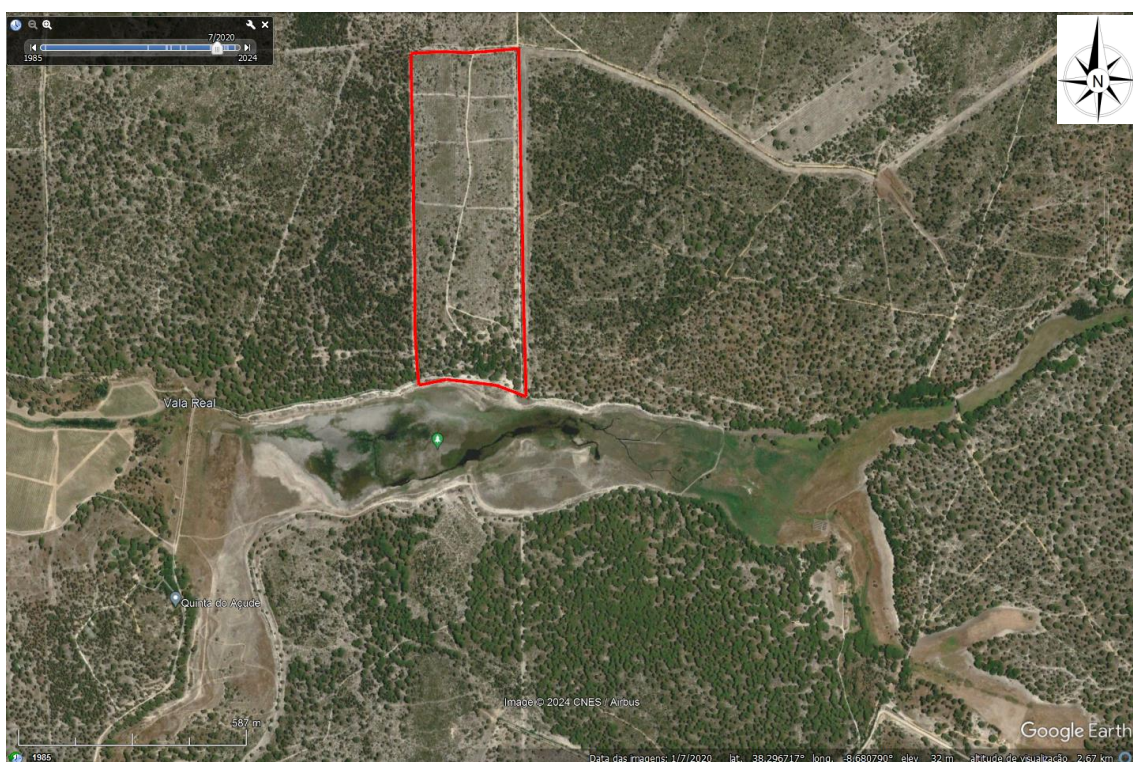


Figura 3 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Julho de 2020 (já sem espelho de água).

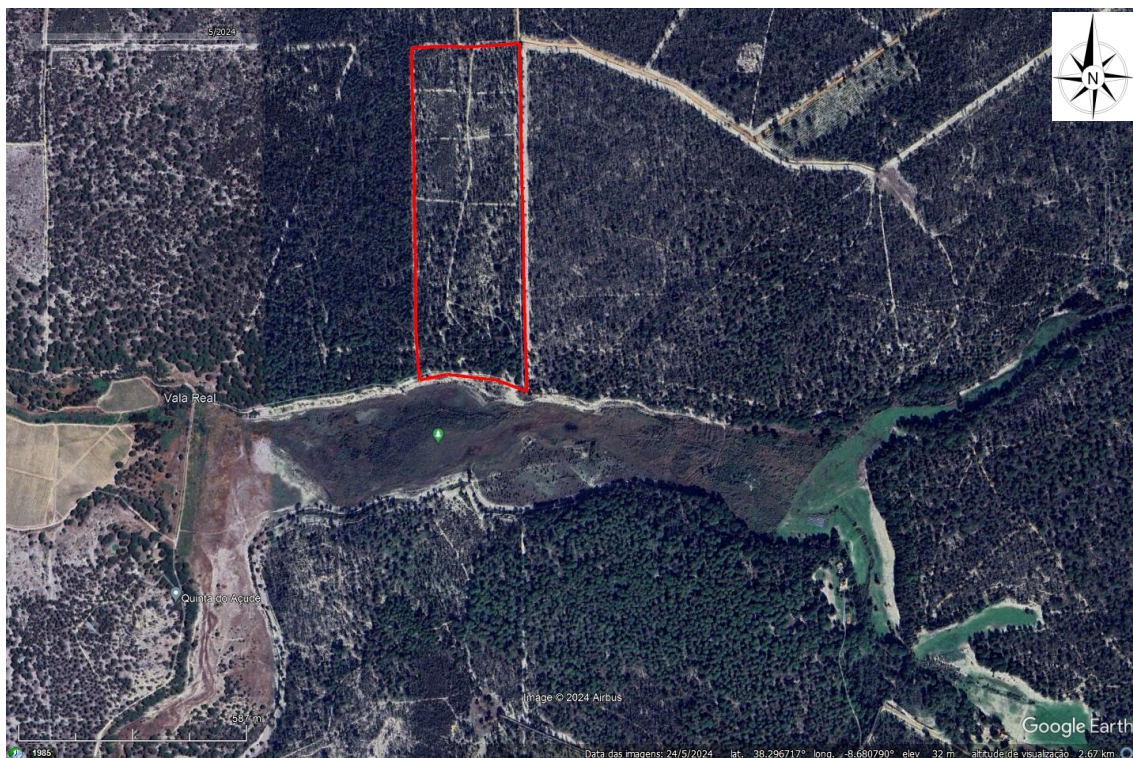


Figura 4 – Localização da zona de estudo sobre o ortofotomapa do Google datado de Maio de 2024 completamente seca e já com arbustos e arvoredo a crescer no seio da planura seca).

A foto 1 mostra o aspecto da estrutura em terra batida que constitui o açude (paredão). Já a foto 2 mostra a zona da albufeira completamente seca à data de Julho de 2024.



Foto 1 – Aspecto do paredão do Açude do Vale de Coelhoos.



Foto 2 – Aspecto da albufeira do Açude Vale de Coelheiros a 8 de Julho de 2024.

Na presente data o leito da planura da albufeira está pejada de arbustos e pequenas árvores, o que deixa entender o facto de a zona estar emersa já há alguns anos. A vegetação corresponde em grande parte a acácias (Acácia Dourada, Acácia Saligna e Acácia Virilda) e lentiscos. As acácias são espécies invasoras que estão a tomar conta do outrora espaço hídrico, inclusive estão a minar o paredão da metade N com eventuais consequências pouco positivas a nível estrutural desta estrutura.

A jusante do açude o que foram outrora arrozais é hoje um extenso vinhedo rodeado de pinhal manso. A foto 3 mostra o aspecto da parte a jusante do açude onde, por atrás dos pinheiros, ocorre a mancha verde de uma vinha com cerca de 35 ha. Do açude sai a designada Vala Real que regava os arrozais.

A zona de estudo localiza-se na margem esquerda do estuário do Sado, a Sul da península de Tróia, e a N da Serra de Grândola. O Estuário do Sado a N ocupa uma área aproximada de 13.500 ha, formando uma Zona Húmida de elevado valor económico e paisagístico, incluída da Reserva Natural do Estuário do Sado (RNES).



Foto 3 – Aspecto da zona a jusante do Açude Vale de Coelheiros a 8 de Julho de 2024.

O arco litoral Tróia-Sines apresenta características geomorfológicas e fisiográficas típicas de "praias de enseada", análogas às registadas no arco Caparica-Espichel. Do ponto de vista hidrogeológico esta zona está localizada na bacia hidrográfica do rio Sado, no limite extremo do designado Sistema Aquífero da Bacia do Tejo e Sado, Margem Esquerda – T3 (SABTS-ME).

3 – ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO

Do ponto de vista paisagístico, a zona de estudo, integra-se na Unidade de Paisagem, definida por Ribeiro (1987) por Depressão do Sado. Esta unidade de paisagem ocupa a parte NW do Alentejo, desde a Serra do Cercal até à zona a norte da povoação de Águas de Moura. No fundo esta área corresponde à Bacia do Sado.

Apesar da tendência subsidente da bacia do Sado, os rios não correm ao nível do enchimento da bacia, mas encaixam-se nela. Abriram vales largos, mas que mantêm algumas vertentes bastante íngremes, nas quais se escalonaram os terraços interglaciários, devido ao abaixamento do nível do mar durante as épocas glaciárias, principalmente na época de Wurm, os vales foram escavados muito abaixo do perfil actual.

Na época pós-glaciária a subida do nível do mar provocou neste entalhe a acumulação de depósitos arenosos e lodosos que atingem, muitas vezes, dezenas de metros de espessura e cuja superfície, larga e plana, forma impressionante contraste com as costas íngremes. A bacia foi-se estabelecendo em áreas tectonicamente deprimidas, invadidas a ocidente pelo mar miocénico, foi alvo de sedimentação continental activa no Cenozóico superior, sendo constituída, essencialmente, por: calcários geralmente, pouco deslocados, umas vezes limitado por lacustres, argilas e areias, coroadas por mantos arenosos e por derrames grosseiros do fim do Pliocénico. Este conjunto de formações sedimentares apresenta-se, em falhas marginais, outras vezes transbordando sobre as rochas de idade mais antiga, principalmente sobre o maciço paleozóico. O contacto da bacia com o Maciço Antigo faz-se através das rochas mais antigas que começam a surgir por baixo da cobertura terciária.

As vertentes, na área correspondente à Bacia do Sado, apresentam diferentes dimensões e valores de declive, sendo estes aspectos uma das consequências da dissecação gradual, que os cursos de água imprimem às suas formas de relevo.

A Bacia na área de estudo é assim, dominada fundamentalmente pelas áreas de declive compreendido entre os 0 e os 5% às quais correspondem, de uma forma geral, todo o estuário, a planície litoral, o «miolo» sedimentar da mesma e alguns retalhos marginais da peneplanície do Baixo Alentejo.

Esta área apresenta-se assim bastante aplanada e regular. A altitude da albufeira do açude varia entre as cotas 30 e 40 m. No na envolvente à zona de estudo encontram-se nove vértices geodésicos: Chaparral (81 m), Fontinhas (91 m), Juncalinho (85 m), Outeirão (84 m), Bicas (78 m), Brejo do Lobo (68 m), Chaparralinho (43 m), Arneiro (86 m) e Ferrarias (75 m).

Na área de estudo o Barranco Brejo das Bicas, corresponde ao principal colector superficial apresentando direcção ESE-WNW. Afluem a este colector superficial algumas linhas de água subsidiárias extremamente insipientes com direcção SW-NE. Este barranco aflui à margem esquerda do rio Sado através da Vala Real. Todo este sistema de descarga superficial integra-se na vasta Bacia do Rio Sado (RH6).

O sistema de drenagem é quase inexistente, mas pode considerar-se que neste local a drenagem superficial faz a sua descarga para WNW a NW.

4 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

No que respeita ao enquadramento geomorfoestrutural da zona de estudo (em Muda-Grândola), verifica-se que esta insere-se na unidade da Orla Mesocenozóica Ocidental. A tectónica da orogenia tardi-Hercínica originou na região ocidental do Maciço Hespérico, um conjunto de acidentes tectónicos que provocaram o afundamento de uma extensa fossa tectónica onde se veio a depositar, posteriormente uma espessa série de sedimentos que constituem a designada Orla Mesocenozóica Ocidental.

Esta orla sedimentar é constituída fundamentalmente por depósitos detríticos e carbonatados que se estendem junto do litoral ou acompanhando algumas linhas de água para o interior continental. Estas séries correspondem a sedimentos de idade terciária que assentam sobre o Soco Paleozóico. Em determinados locais encontram-se recobertos por materiais mais recentes (Quaternário-actualidade).

Na unidade da Orla Mesocenozóica Ocidental destaca-se a sul a Bacia do Sado, de idade terciária, a qual é preenchida por um complexo de materiais detríticos e desenvolve-se num fosso alongado com orientação SE-NW, entre as falhas da Messejana, Vidigueira e Grândola, encontrando-se ainda associada para NW à Bacia Sedimentar do Tejo.

Segundo Antunes (1983), as formações geológicas presentes na área de estudo podem genericamente ser descritas como uma sucessão de um complexo detrítico com arcoses, margas, calcários, argilas, grés e areias, com concreções calcárias e/ou intercalações de cascalheiras, calcários compactos, calcários margosos, calcários areníticos, conglomerados e brechas de cimento calcário. À superfície ocorrem níveis de areias de duna e de praia, que correspondem à remobilização eólica da fracção arenosa dos depósitos cenozóicos subjacentes. As espessuras são frequentemente reduzidas.

Nos termos argilosos profundos verifica-se que a base é dominada pela atapulgite enquanto para o topo da sucessão predomina a montmorilonite tendo sido depositadas em ambiente lacustre, em clima quente e húmido. Os depósitos paleogénicos apresentam variações laterais de fácies ao longo da bacia terciária.

A figura 5 mostra o enquadramento geológico da zona de estudo, sobre a carta geológica 1:50.000, folha 39-C Alcácer do Sal, de Antunes (1983).

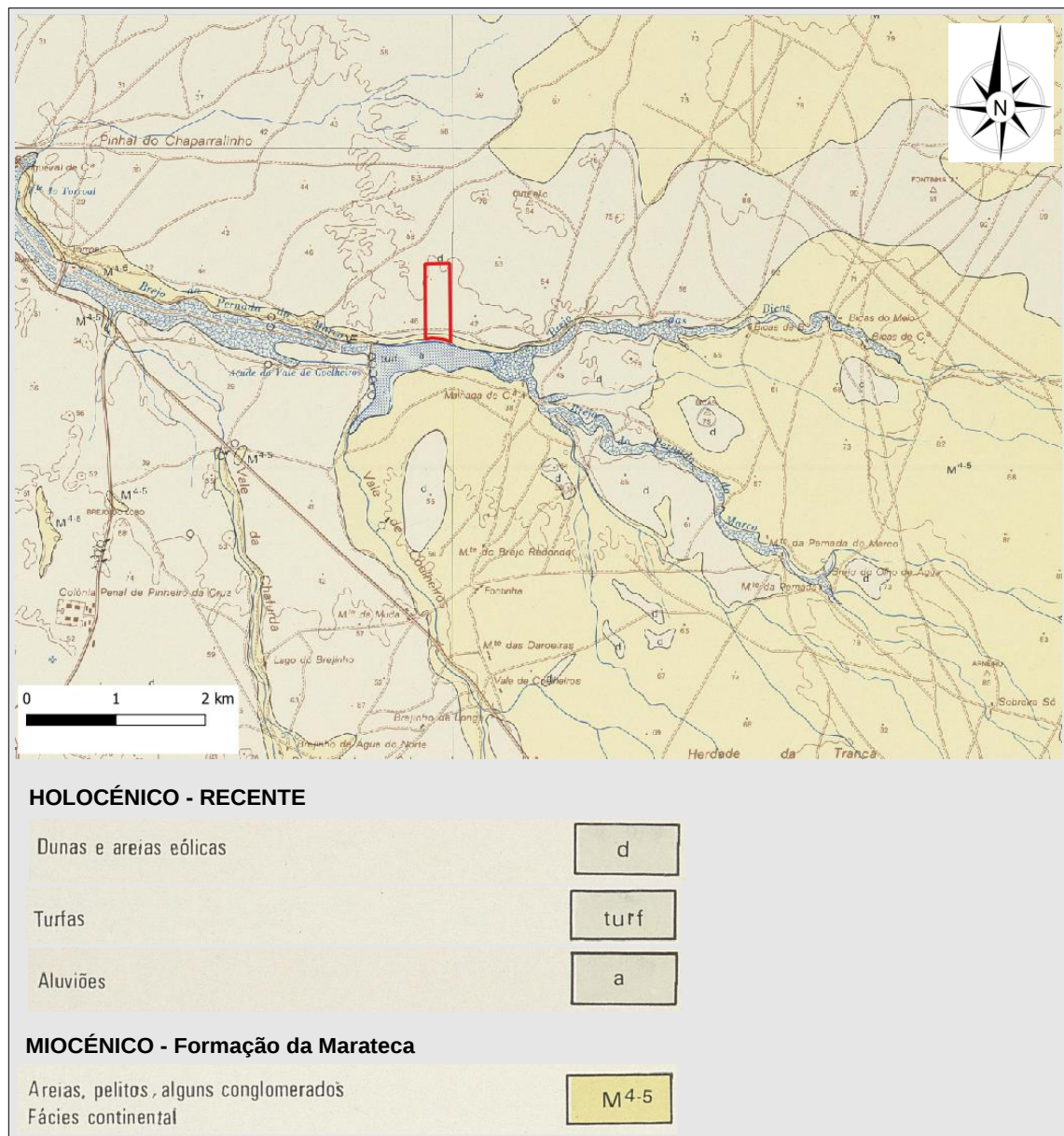


Figura 5 – Enquadramento geológico da zona de estudo (Prédio 54 a vermelho), sobre a carta geológica à escala 1:50.000 designada por 39-C Alcácer do Sal.

A litoestratigrafia é a seguinte do mais antigo para o mais recente (exceptuam-se os litótipos Paleozóicos que sustentam a bacia), a saber:

- Miocénico Superior - Formação da Marateca – Esta formação é atribuída por Antunes (1983) ao Tortoniano sendo constituída por areias mais ou menos grosseiras por vezes bastante feldspáticas e argilas montmoriloníticas, com intercalações de níveis grosseiros, a que se associam localmente calcários areníticos mais ou menos argilosos, calcários compactos argilosos, conglomerados grosseiros de cimento calcário; por vezes

estes sedimentos apresentam ferruginização intensa. Estima-se que esta formação possa apresentar espessuras até de 60 m a 80 m;

- Holocénico – aluviões, turfas e dunas e areias eólicas - As aluviões são no geral depósitos de areias finas associados a siltes, pelitos e matéria orgânica, areias finas a grosseiras com seixos, cascalheiras, saibros e areias mais ou menos argilosas, argilas e lodos. Em diversos destes depósitos ocorrem intercalações argilosas. Quanto às areias de dunas correspondem a depósitos areníticos finos, muito bem calibrados.

Subjacente às formações sedimentares acima descritas, ocorrem em profundidade as formações sedimentares de Alcácer do Sal e Formação de Vale do Guiso. Por fim abaixo destas ocorrem litologias do Maciço Antigo nomeadamente os xistos do Carbónico inferior (Viseano Superior, Formação de Mértola) e dacitos. O Paleozóico aflora em Valverde a 5 km a SSW de Alcácer do Sal, a Este do Carvalhal, e a S da zona de estudo a cerca de 11 km (Ervilhal – Outeiro do Cabeço).

5 – TECTÓNICA

A área onde se desenvolveu a zona em estudo corresponde a uma bacia de subsidência que entrou em funcionamento durante o ciclo orogénico alpino (Ribeiro et al., 1979), por rejogo de estruturas hercínicas de orientação NE-SW que bascularam a base desta bacia para W, na qual ocorreu uma sedimentação intensa, compensatória dos grandes movimentos de subsidência.

Segundo Carvalho (1968) as formações mais antigas desta região foram depositadas em ambiente lacustre, em clima quente e húmido. A fracção grosseira destas formações teriam uma relação íntima com a existência de relevos hercínicos nas bordaduras da bacia de subsidência então nas primeiras fases de evolução e que, nesta fase, se encontraria isolada ou com comunicação muito limitada com o mar.

Os níveis carbonatados mais profundos corresponderam a períodos em que a actividade tectónica terá sido menos intensa e deste modo ocorreria um desmantelamento mais completo dos relevos e consequente o domínio da deposição química. Esta bacia de subsidência seria de facto ocupada não por um único e extenso lago, mas por um conjunto de lagos e pântanos separados intermitentemente entre si por blocos de soco antigo soerguidos durante as fases, então em curso, da orogenia alpina.

Durante o Oligocénico dá-se uma modificação das condições morfoclimáticas (Carvalho, 1968). O clima que era tipicamente húmido terá promovido a arenização das rochas vizinhas, mas não tanto que impedisse a conservação dos minerais ferro-magnesianos e a evolução das argilas para tipologias montmoriloníticas. Não obstante, o clima desta fase apresentaria condições semi-áridas, permitindo a instalação de ambientes de deposição de carácter torrencial, contribuindo para a estruturação dos depósitos grosseiros e por fenómenos de silicificação de sedimentos presentes.

Em termos tectónicos a bacia de subsidência do futuro Tejo-Sado iniciou a sua evolução nas fases finais do Mesozóico e sofreu, no Eocénico superior, o paroxismo da fase pirenaica da orogenia alpina, ao qual se deve talvez a lacuna de sedimentação assinalada por Carvalho (1968).

Por sua vez no Oligocénico médio ocorre a fase Castelhana desta mesma orogenia e no final do Miocénico dá-se um importante episódio compressivo que leva à elevação de troços do substrato da bacia assim como à formação de desligamentos esquerdos N-S e, nalguns sectores desta, de dobras e cavalgamentos ENE-WSW que vão afectar todas as formações paleogénicas (Azevedo, 1982).

A sedimentação das formações Miocénicas iniciou-se durante a transgressão Chatiana - Aquitaniana, tendo formado um grande golfo marinho que se estendia até às proximidades de Benfica do Ribatejo. Nesta área a alternância entre sedimentação continental, sedimentação de fácies salobra e sedimentação marinha atesta a sucessão de ciclos regressivos e transgressivos que ocorreu ao longo do Neogénico (Ribeiro et al., 1979).

A passagem do Miocénico ao Pliocénico foi assinalada por um progressivo acentuar da fácies continental, tendo-se verificado a instalação dum regime fluvial associado a um curso de água de grande dimensão: o designado pré-Tejo (Azevedo, 1982).

O Pliocénico e sobretudo o Plistocénico e Holocénico são dominados por um ambiente de sedimentação continental de fácies fluvial. A bacia de sedimentação dos materiais ocorrentes tem limites determinados essencialmente pela elevação e abatimento de blocos devido ao rejogo de acidentes hercínicos durante a deformação provocada pela orogenia alpina.

A tectónica que afecta as formações paleogénicas é de tipo frágil, sendo representada por basculamentos e falhas. No sector da bacia do Sado as formações cenozóicas estão em larga extensão associadas a regiões de tectónica complexa em que diversos acidentes hercínicos parecem ter sido retomados por esforços tectónicos mais recentes.

6 – HIDROGEOLOGIA GERAL

De acordo com a metodologia hidrogeológica adoptada por Almeida et al., (2000), a figura 6 representa o enquadramento hidrogeológico da área de estudo (Prédio 54 + Albufeira do Açude de Vale de Coelheiros na região de Muda-Grândola) à escala regional. Considerando o trabalho de Almeida et al., (2000) o local de estudo insere-se na sua totalidade no Sistema Aquífero da Bacia do Tejo-Sado - Margem Esquerda (SABTS-ME – T3), designando-se a parte sul deste sistema, por muitos autores, por Sistema Aquífero da Bacia do Sado (SABS), ou ainda Sector da Bacia do Sado.

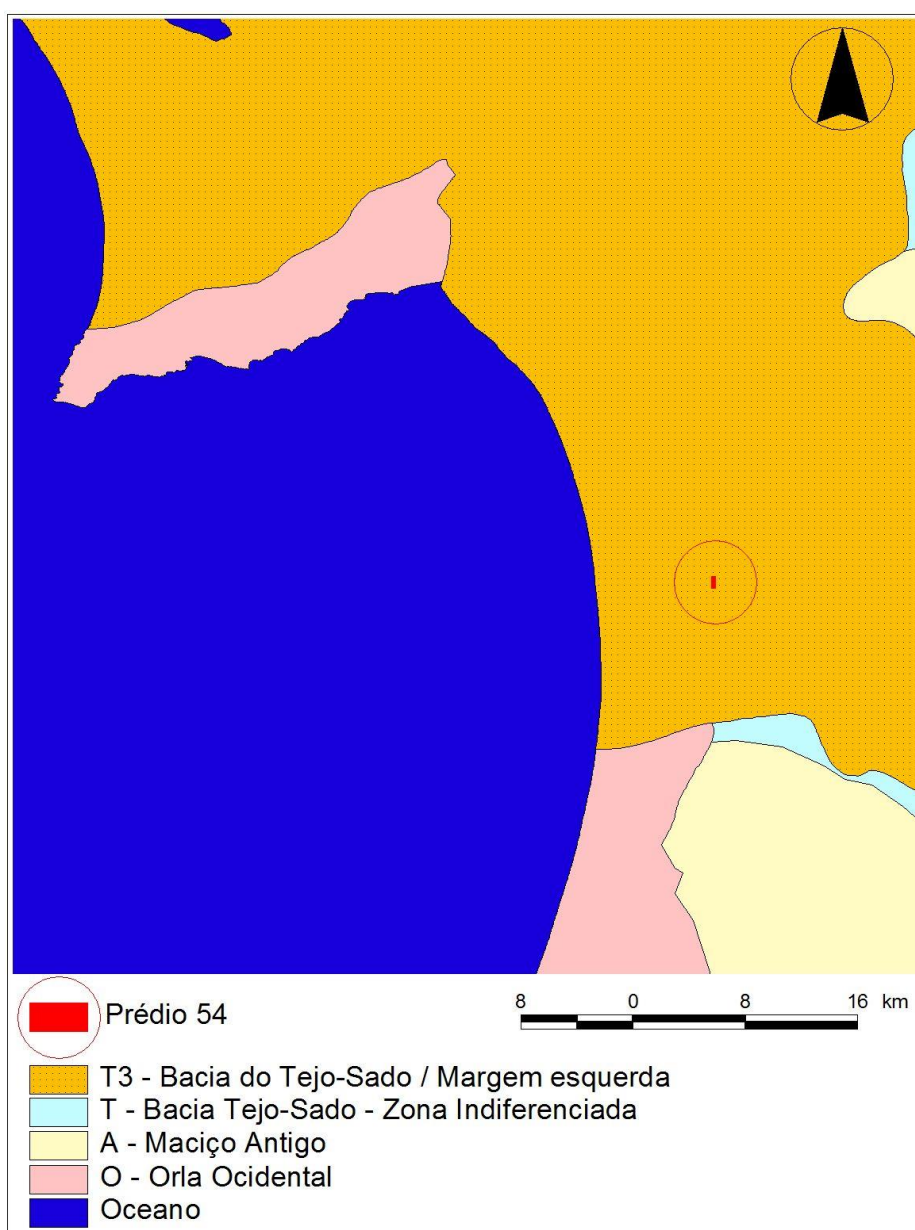


Figura 6 – Enquadramento hidrogeológico da zona de estudo.

As diversas características geométricas, fisiográficas e a estrutura geológica de superfície e de sub-superfície da Bacia do Sado, condicionam fortemente a natureza e as características quantitativas e qualitativas dos sistemas aquíferos que lhe estão associados.

De acordo com o enquadramento geológico regional é muito provável, a existência de uma paleotopografia muito irregular condicionada: por um sistema de falhas com significativa expressão, as quais se terão desenvolvido durante o Miocénico Superior; pela fraca resistência das camadas Miocénicas, pouco consolidadas, à acção dos agentes erosivos, durante os intervalos em que estiveram emersas.

Nesta região as captações existentes estão tanto revestidas a aço como a PVC reforçado, sendo que o sistema de perfuração pode ser à Rotary com circulação directa de lamas bentónicas, bem como realizadas à circulação inversa (a mais adequada para perfurar aquíferos mais profundos onde os diâmetros de perfuração são maiores).

Existem sondagens realizadas nas formações de cobertura (areias de dunas), outras na formação da Marateca, e outras ainda, a maioria actualmente, na formação de Alcácer do Sal.

Por norma o limite entre Formação da Marateca e Formação de Alcácer do Sal foi estabelecido a partir do aparecimento dos primeiros níveis do grés calcário (separado por uma bancadinha de argila castanha que ocorre especialmente na zona da Muda). A figura 7 mostra o modelo conceptual dos aquíferos presentes na área tendo em consideração os furos abertos num raio de 8 km da zona de estudo.

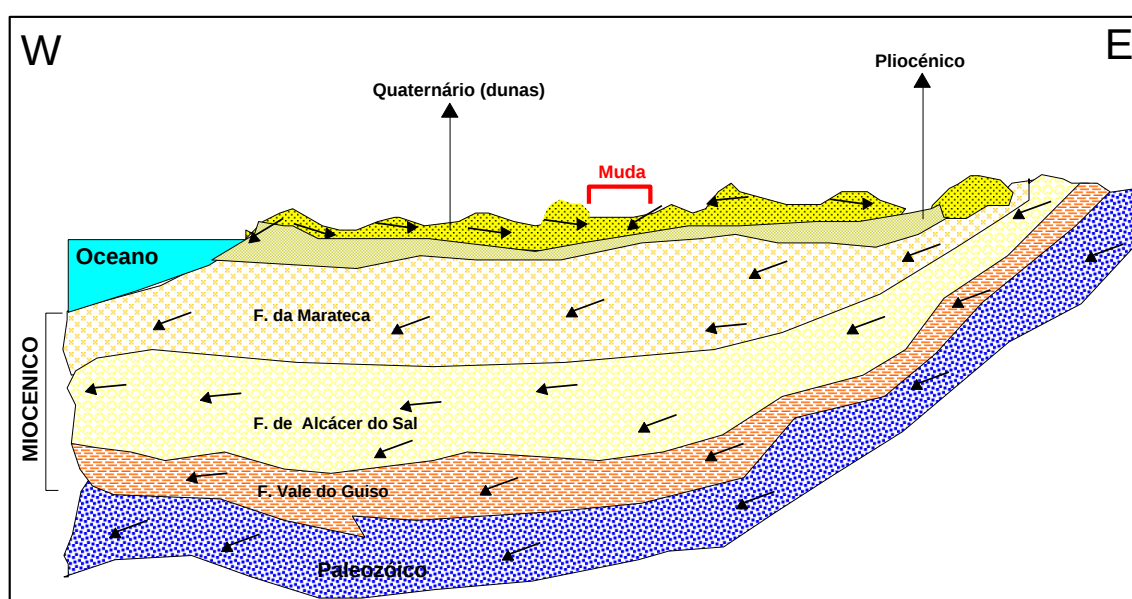


Figura 7 – Modelo conceptual hidrogeológico para a zona de estudo na Muda.

De modo genérico pode considerar-se que, para além das formações quaternárias (aluviões, dunas e terraços) os principais subsistemas são:

- as formações areno-gresosas, pliocénicas cuja espessura pode alcançar 200 m e que se comportam como não confinadas;
- o Miocénico de fácies greso-calcária que é claramente semi-confinado.

Os caudais por captação do tipo furo vertical podem chegar, nalguns locais, aos 100 L/s (360 m³/hora), especialmente nos sectores mais produtivos. As produtividades das captações diminuem do centro para os bordos da Bacia. Aqui a zona de estudo aproxima-se mais desta zona de bordadura.

O escoamento superficial é regra geral incipiente e condicionado pela cobertura arenosa Pliocénica muito permeável e suas intercalações argilosas. Decorrentes dos condicionalismos enunciados, as taxas de infiltração são geralmente consideradas muito elevadas, porventura da ordem de 25 % (Almeida et al., 2000).

As características do modelo conceptual dos aquíferos presentes na zona da Muda são:

- a cobertura (subsistema dunar), que inclui todas as formações Holocénicas e Plioplistocénicas, com franco predomínio de areias de duna, que estruturam superficialmente toda a propriedade. A parte dunar pode ter em média cerca de 18 a 20 m de espessura (Duque, 2007). Em termos de produtividade pode considerar-se insipiente e correspondem ao aquífero que os poços de largo diâmetro captam nesta zona.
- a componente do Miocénico superior da Formação da Marateca (subsistema intermédio): restantes areias, cascalheiras e fracções mais argilosas. É um subsistema não confinado com espessura até 70 m. Aqui as produtividades podem ser da ordem dos 20 m³/h (5,5 L/s).
- o Miocénico médio (subsistema profundo) compreendendo maioritariamente a Formação de Alcácer do Sal. Trata-se de um sub-sistema semi-confinado com espessuras de cerca de 150 m. Nesta zona a produtividade é bastante variável mas pode chegar aos 50 m³/h (14 L/s)
- a camada confinante inferior é constituída pela Formação e Vale de Guiso, que para fins práticos pode ser considerada um aquífero.
- A base da bacia – Xistos e grauvaques da Formação de Mértola do Paleozóico.

Atendendo à localização da área de estudo verifica-se que o SABTS-ME, pertence ao agrupamento dos aquíferos porosos (Tipo I).

Segundo ERHSA (2001), os meios porosos são típicos das formações de preenchimento como é a Bacia do Sado. Aqui verificam-se variações laterais e verticais de espessuras e de fácies que justificam a variabilidade de valores de produtividade que se podem obter, oscilando entre 2 L/s.km² e 7 L/s.km².

De acordo com EPAL, (1996) os recursos anuais renováveis foram avaliados em cerca de 0,9 km³/ano (29,55 m³/s). Por sua vez, as extracções totais dos milhares de captações legais e clandestinas existentes (20,70 m³/s) atingiriam nessa data 70% das saídas do sistema e corresponderiam a cerca de 20,70 m³/s.

Por outro lado, Almeida et al. (2000) adoptaram o valor de 0,7 km³/ano para os Recursos Renováveis Anuais (RRA) e, apesar da incerteza associada a estas avaliações consideram que o sistema ainda era excedentário.

As extracções para a indústria na Península de Setúbal (Almeida et al., 2000) alcançaram cerca de 50 hm³/ano e as destinadas a consumo humano serão de cerca de 40 hm³/ano. Este aquífero pode ser considerado como altamente explorado, considerando o critério do Plano Nacional da Água (as extracções estão acima de 50% dos recursos renováveis).

Contudo, tendo em consideração, os dados mais recentes, enunciados em PGRH5 (2016), verifica-se que a exploração de água aferida a essa data era inferior à recarga calculada para este sistema aquífero (taxa de exploração de 34,8%). De acordo com a metodologia adoptada, este aquífero encontrava-se em bom estado quantitativo. Os Recursos Renováveis Anuais subterrâneos disponíveis no total do Sistema Aquífero da Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda (T3), em 2016, eram de 905,319 hm³/ano (0,9 km³/ano), enquanto a recarga potencial foi de 1.005,91 hm³/ano (1 km³/ano). O volume de excedentes calculados foi de 655,85 hm³/ano (0,65 km³/ano).

No que diz respeito à evolução piezométrica, segundo os dados de SNIRH (2024), entre 2000 e 2001 existiam duas grandes depressões na piezometria do SABTS-ME (T3): uma localizada a Este de Setúbal no pólo industrial da Mitrena e outra a Sul de Almada induzida por captações para abastecimento público (figura 8). As extracções no pólo da Mitrena eram, e ainda são muito importantes, sendo particularmente significativas as efectuadas pelas indústrias ligadas ao papel (NAVIGATOR SA) e outras indústrias (SAPEC, SOPAC etc), que, a avaliar pelo número de captações existentes deve ter capacidade de extracção instalada próxima de 1,8 m³/s.

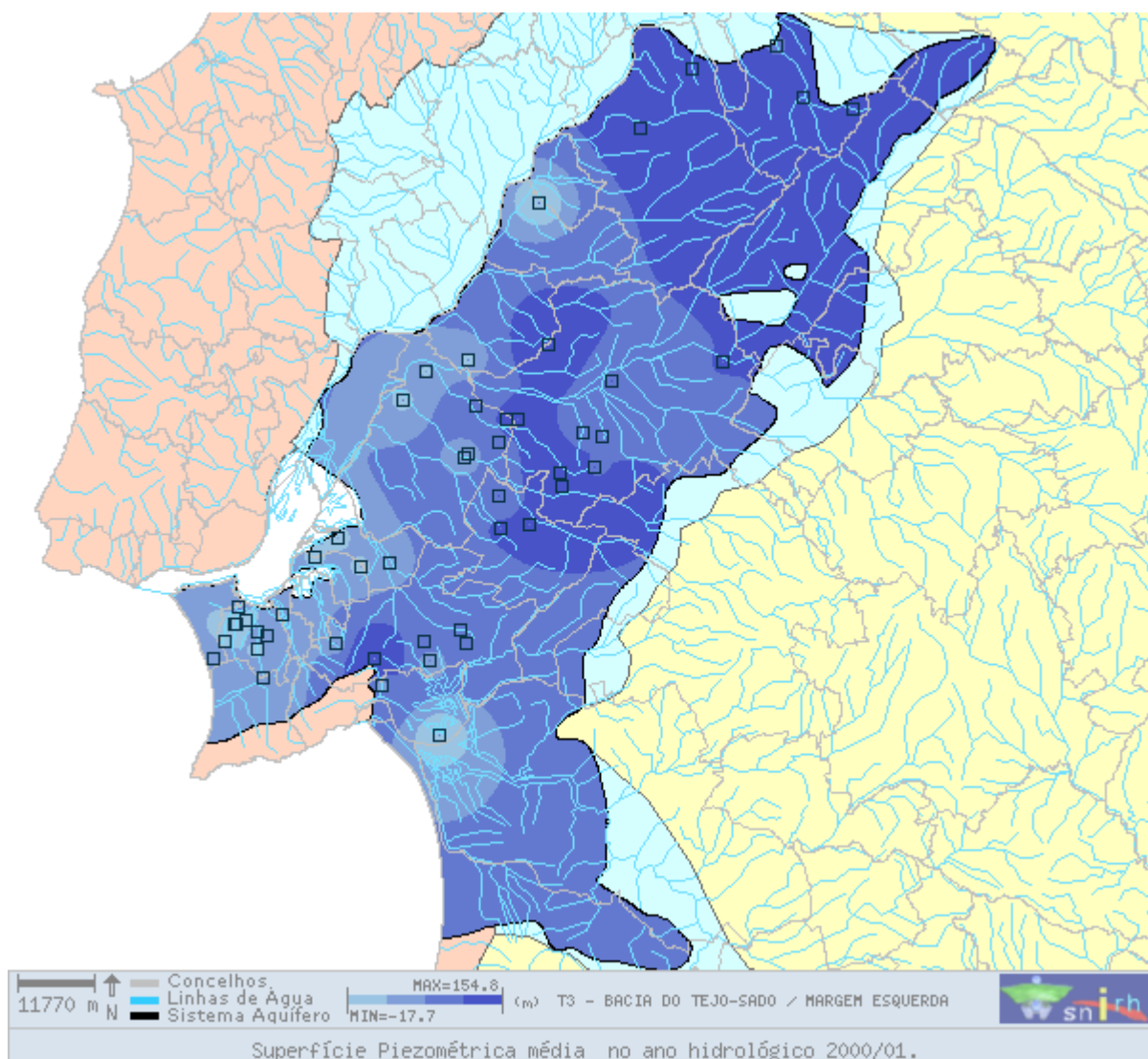


Figura 8 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2000/2001 do SABTS-ME (T3).

Ainda a partir da análise dos dados projectados em SNIRH (2024), a partir do ano hidrológico de 2003/2004 passa a existir uma nova depressão piezométrica no sistema do SABTS-ME (T3) localizada na zona a E da Comporta (figura 9), na zona circundante da Herdade de Cachopos onde se localiza o piezómetro 476/21.

Entretanto a partir do ano hidrológico de 2005/2006 esta depressão alarga-se e estende-se para a zona do Carvalhal (zona afecta ao piezómetro 484/8) (figura 10). Esta situação ocorre até 2016/2017. No ano de hidrológico de 2017-2018 há uma ligeira subida de níveis na zona do Carvalhal.

Por outro lado, na zona E da zona de estudo, na área das Bicas há uma continuidade da depressão piezométrica de 2021-2022 até aos dias de hoje (figura 11 que se refere ao ano hidrológico de 2022-2023).

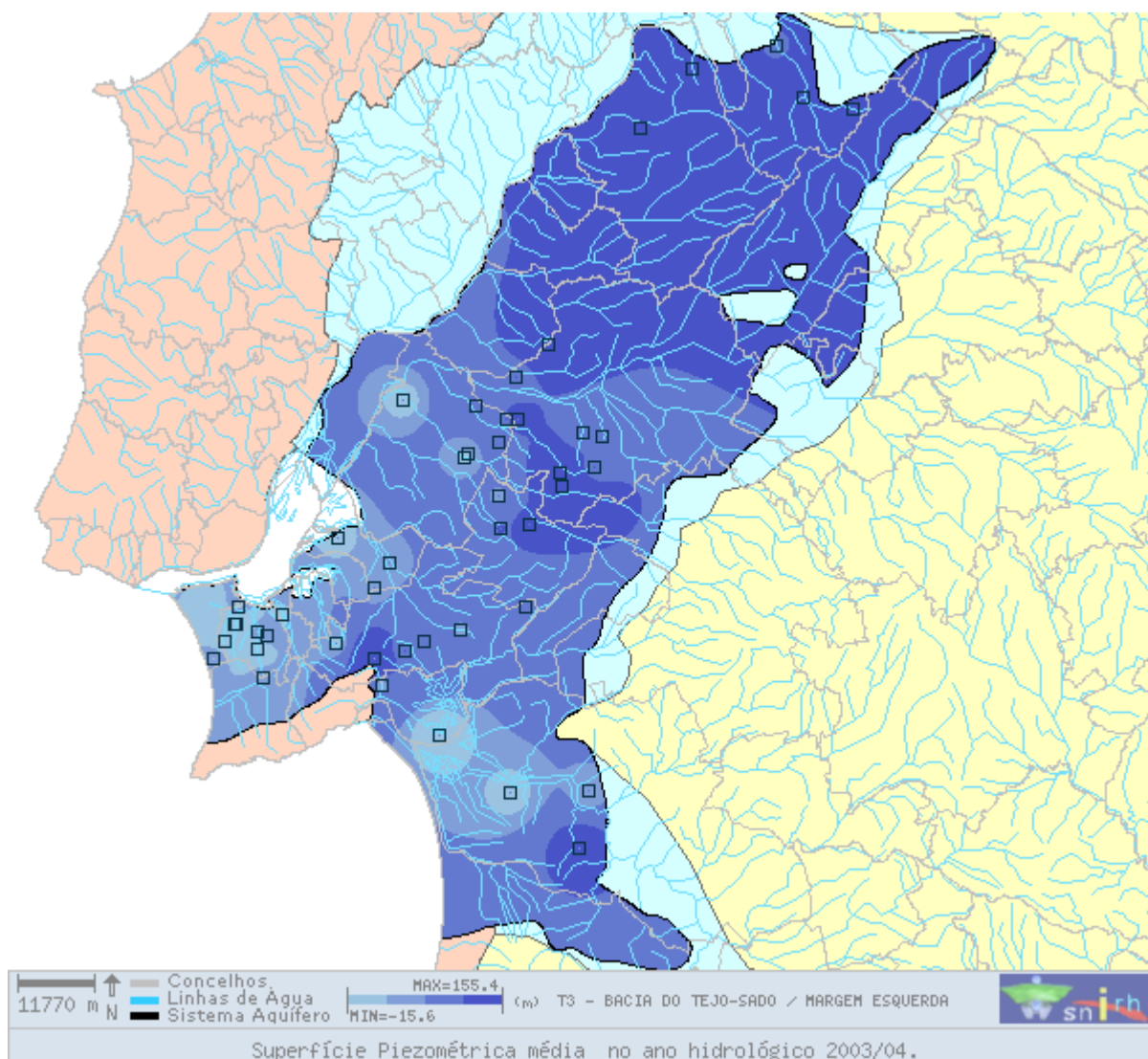


Figura 9 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2003/2004 do SABTS-ME (T3).

Verifica-se que este aquífero é densamente explorado na zona entre a parte S do rio Sado e um paralelo perpendicular ao mar passando pela zona a S da aldeia da Muda, provavelmente nos limites do “caudal seguro”, ou possivelmente este critério já foi ultrapassado, considerando as condições de recarga. No capítulo da Hidrogeologia à escala local será realizada uma reavaliação desta situação com base nas projecções piezométricas.

Toda a procura de água na área de influência deste aquífero (incluindo abastecimento público) é satisfeita actualmente somente a partir de águas subterrâneas.

No terreno desta região existem diversas pressões no que diz respeito ao consumo de água, não só o consumo de água público e privado, mas também o turístico e fundamentalmente o agrícola.

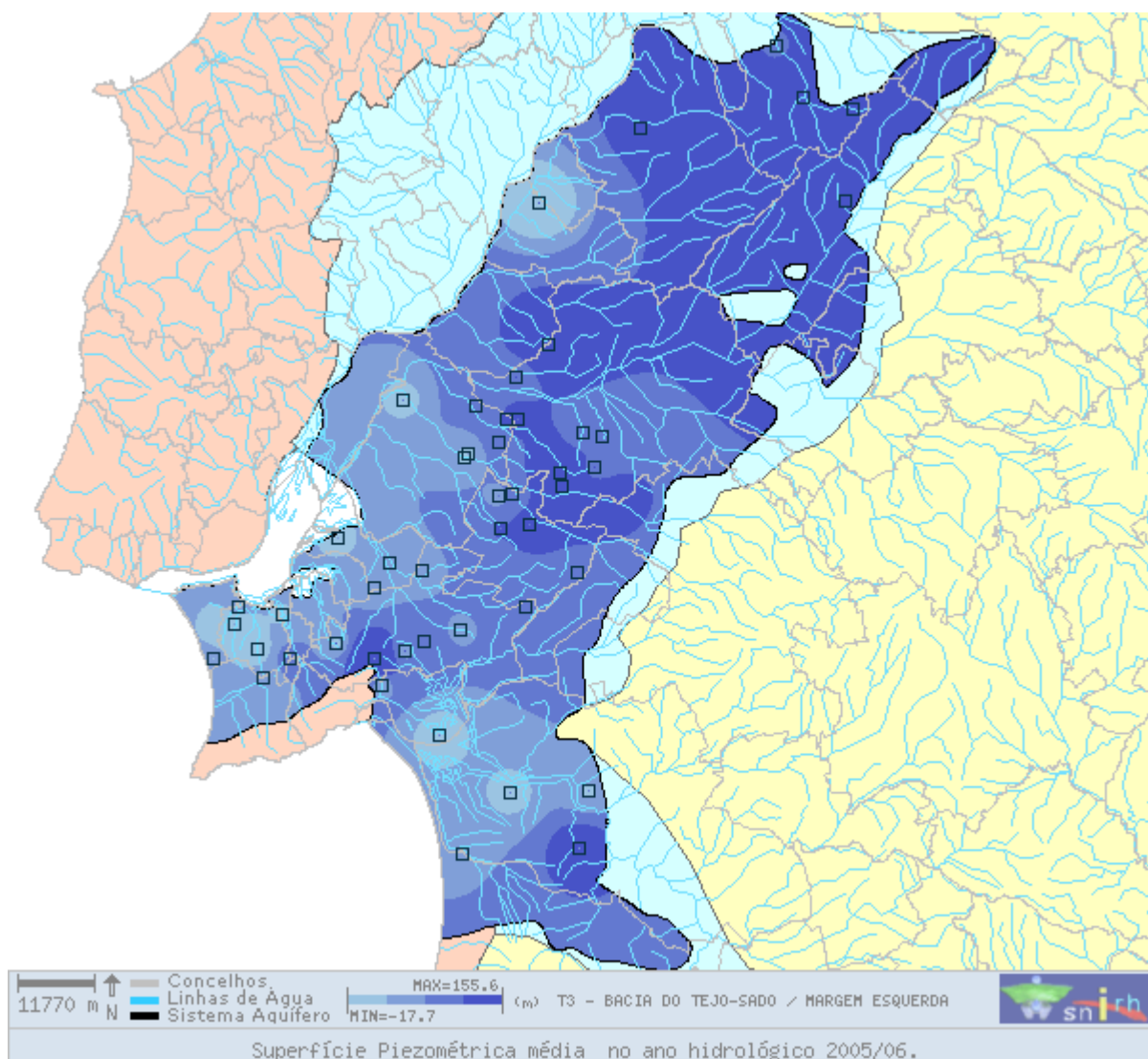


Figura 10 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2005/2006 do SABTS-ME (T3).

Assim existem diversos projectos turísticos cuja água para consumo humano provém das águas subterrâneas. No concelho de Grândola há 14.294 camas enquanto em Alcácer do Sal há 18.747 perfazendo um total de 33.041 camas. Se considerarmos o volume 184 L/hab/dia, só num dia de pleno de dormida implica num consumo de 6.080 m³/dia. Fora deste valor estão os volumes destinados à rega de jardins, campos de golf e outros fins não nobres. Se contarmos com 50% de ocupação anual implica num valor de consumo anual de 1,1 hm³/ano.

Nos últimos anos a pressão agrícola sobre os recursos hídricos subterrâneos tem aumentado com a gradual instalação de diversos projectos agrícolas, sendo que numa área com um raio de 10 km existem: a Herdade da Comporta com 982 hectares de hortícolas, a Herdade das Texugueiras Norte com 282 hectares de abacates, a Herdade da Texugueiras Sul com 188 hectares de hortícolas, a Herdade da Asseiceira com 117 hectares de produção pecuária e a

Herdade da Batalha com 615 hectares de tangerinas. Há que referir ainda o projecto da Herdades da Murta e Monte Novo que contam com 722 hectares de abacates, sendo que ainda está em fase de Avaliação de Impacte Ambiental. Já na zona das Bicas existe o projecto da Saturnino com 148 ha de hortícolas. Mais a E está o projecto da Vasverde com cerca de 90 ha de produção de relva.

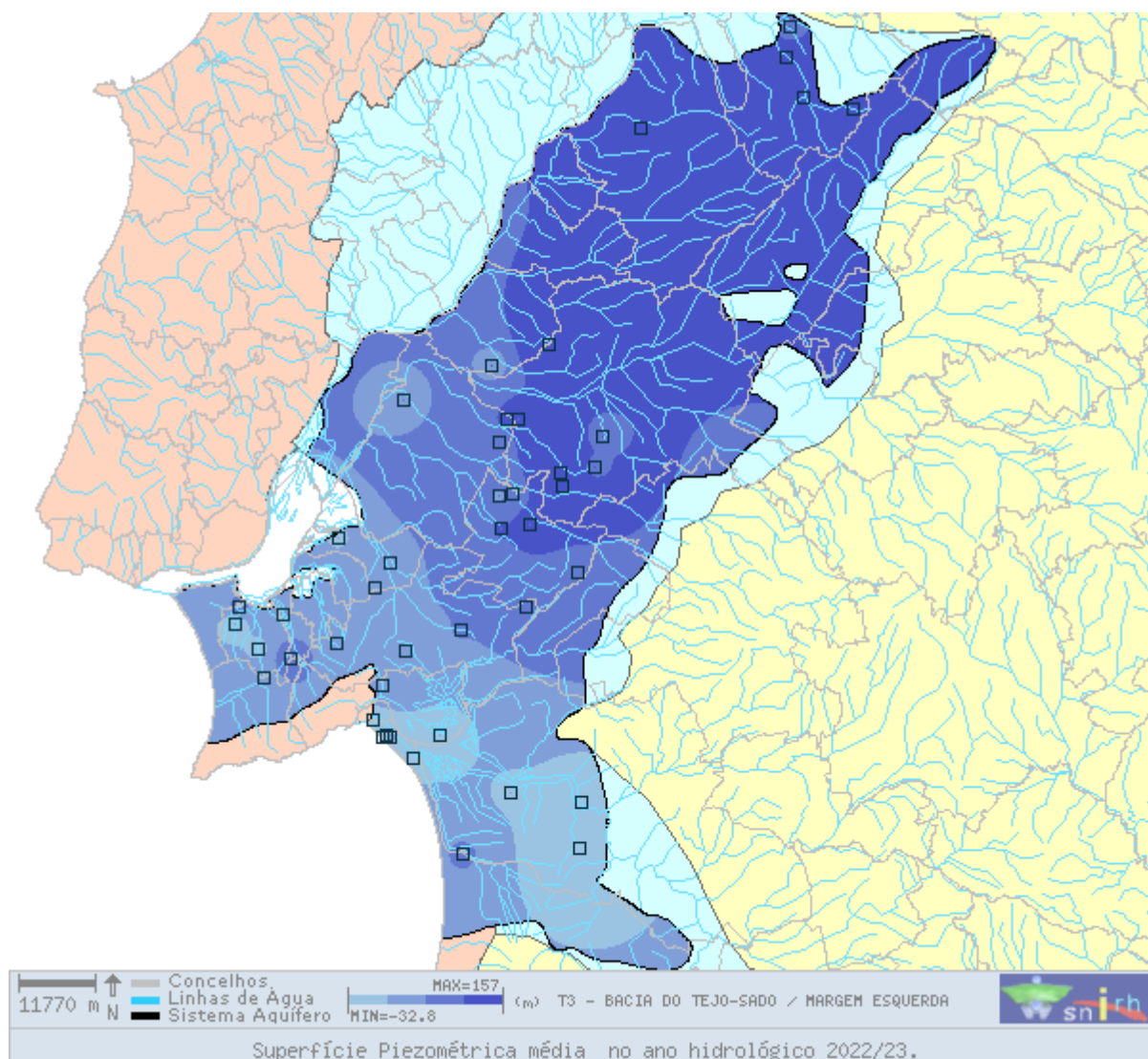


Figura 11 – Superfície piezométrica do ano hidrológico de 2022/2023 do SABTS-ME (T3).

A soma só destas 8 áreas agrícolas conta com mais de 3.150 ha, sendo que há ainda outras explorações de menor dimensão aqui não quantificadas. Se considerarmos um valor médio de dotação de 8.000 m³/ha/ano para os 8 projectos agrícolas desta zona, teria que se contar com cerca de 25 hm³/ano.

Trata-se de áreas agrícolas brutas, mas que relevando para as áreas efectivamente agricultadas estas podem ser menores, o facto é que os volumes de necessidades para estas culturas são muito elevados e muito concentrados nesta parte específica do SABTS-ME a S do rio Sado.

No que diz respeito às direcções principais de escoamento do SABTS-ME a N do Rio Sado este é de NE para SW e de E para W.

Contudo na zona a S do rio Sado, o escoamento é sensivelmente de SE para NW ou de ESE para WNW. Esta situação pode observar-se claramente nas diversas figuras de 8 a 11 apresentadas anteriormente.

7 – HIDROLOGIA

7.1 – Introdução e objectivos

O presente estudo hidrológico pretende discriminar os caudais gerados anualmente, em regime natural, na linha de água denominada de Barranco Brejo das Bicas e afluentes à secção do Açude de Vale de Coelheiros.

A determinação dos referidos caudais será efectuada através da aplicação de modelos empíricos de transformação de precipitação em escoamento, uma vez que, na área objecto de estudo, não existem quaisquer estações hidrométricas com dados que permitam elaborar uma análise estatística de escoamentos.

7.2 – Enquadramento

A área de estudo está inserida na Região Hidrográfica 6 – RH 6 – Sado e Mira, desenvolvendo-se na bacia hidrográfica (BH) do rio Sado (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.2**).

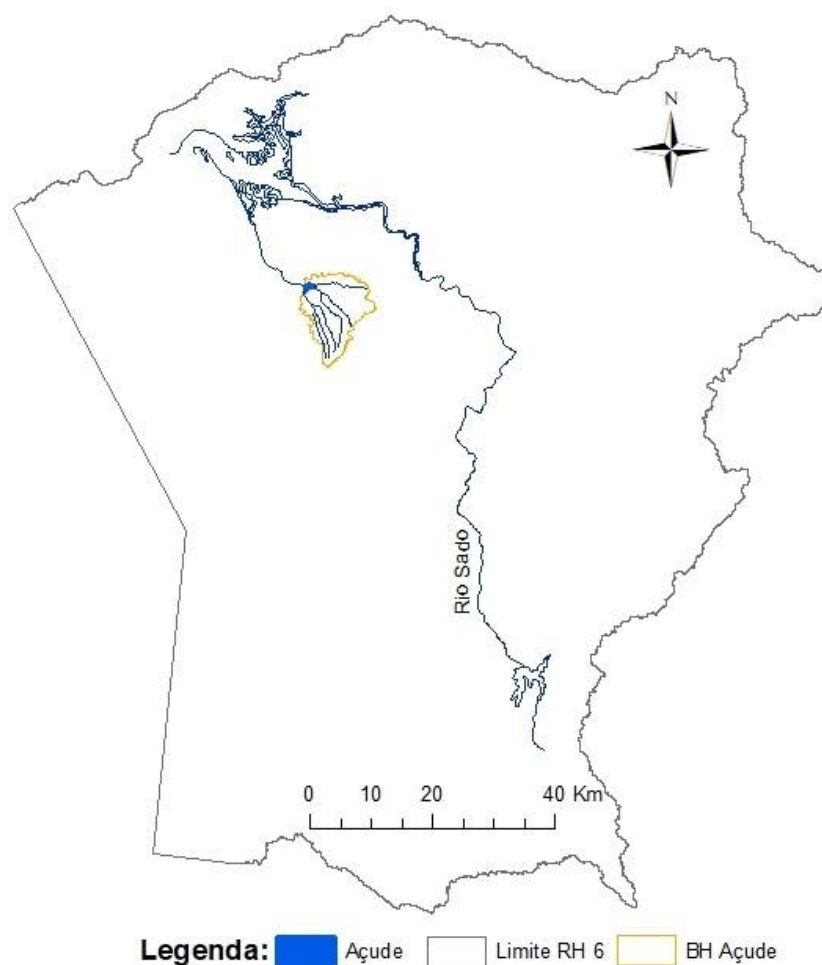


Figura 12 - Enquadramento da área de estudo na RH 6. In: <https://sniamb.apambiente.pt/>

7.3 – Caracterização

O açude de Vale de Coelhos represa a ribeira do Barranco Brejo das Bicas e seus afluentes, conforme se representa na Figura 13. Esta ribeira é afluente do rio Sado, pela sua margem esquerda.

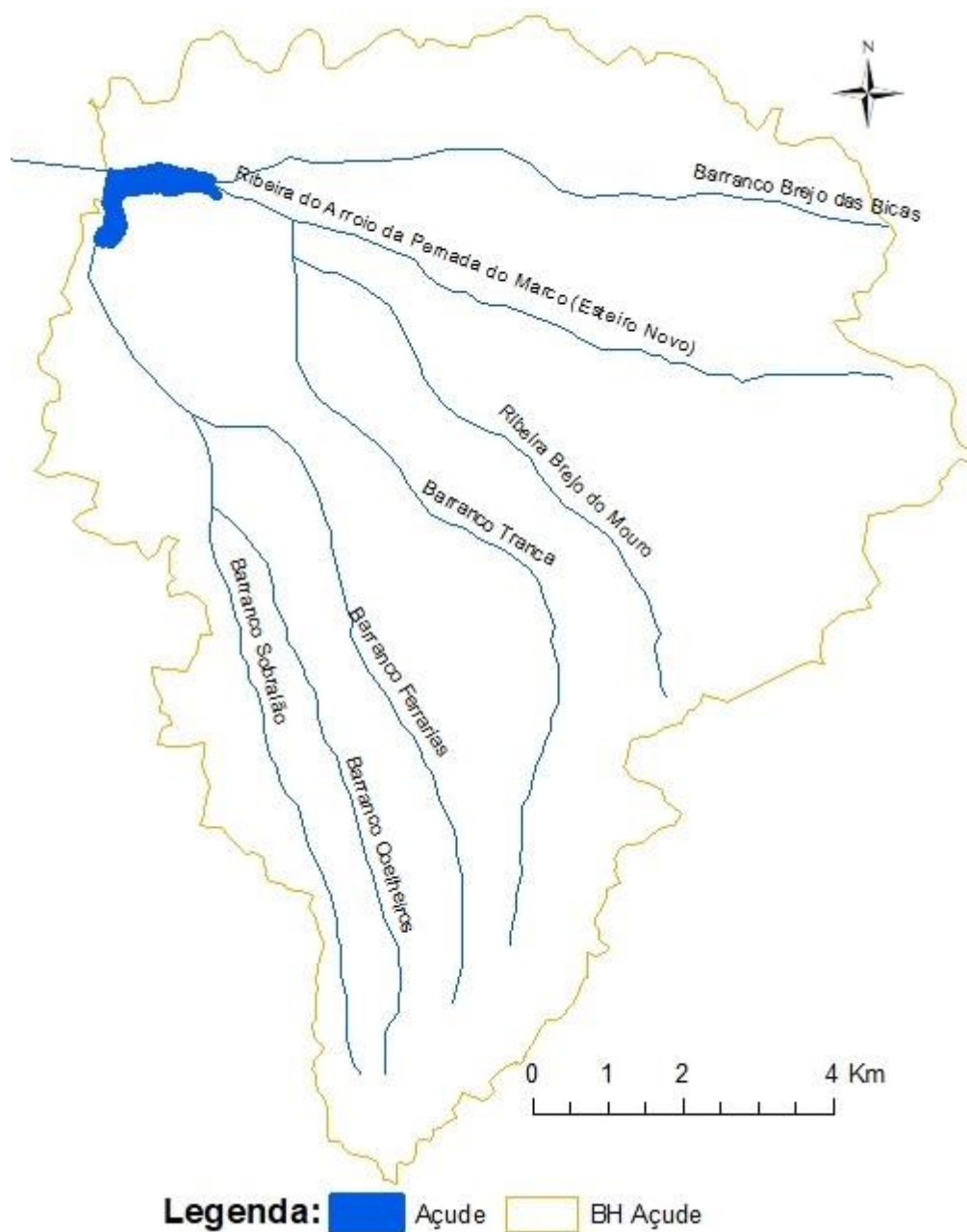


Figura 13 - Representação da rede hidrográfica afluente ao açude do Vale de Coelhoers. In: <https://sniamb.apambiente.pt/>

Na Tabela 1 apresentam-se as principais características físicas da BH do açude de Vale de Coelhoers.

Tabela 1 - Resumo das principais características físicas da BH em estudo.

Parâmetro	
Área (km ²)	111,6596
Perímetro (km)	59,452
Comprimento da linha de água principal (km)	14,2

Declive (m/m)	0,0079
Altitude Máxima (m)	139
Altitude mínima (m)	27,5
Coefficiente de compacidade	5,6
Factor de forma	0,03

O coeficiente de compacidade é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o respectivo coeficiente de compacidade. No mínimo será igual à unidade correspondendo a uma bacia circular. Em igualdade dos restantes factores, a tendência para grandes cheias será tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor deste factor.

O factor de forma constitui-se como um índice da maior ou menor tendência para a ocorrência de cheias numa bacia hidrográfica. Assim, uma bacia com um factor de forma baixo encontra-se menos sujeita a cheias que outra do mesmo tamanho, mas com um factor de forma maior.

Face ao precede, pode-se concluir que a BH em estudo não é propensa à ocorrência de cheias.

Em virtude de não se conseguir localizar o projecto de execução do açude em apreço, foi realizado um levantamento topográfico que permitiu determinar as grandezas constantes da Tabela 2.

Tabela 2 - Grandezas relativas ao Açude obtidas através de levantamento topográfico

Grandeza	
Cota da soleira do descarregador de cheias (m)	30,4
Cota do Nível de Pleno Armazenamento (NPA) (m)	30,4
Volume armazenado ao NPA (m ³)	632.499
Área inundada ao NPA (ha)	27,9572

7.3.1 – Caracterização da precipitação

Para selecção das séries de precipitação recorreu-se ao método das áreas de influência, com base no método dos polígonos de Thiessen. No caso em estudo, verificou-se que a área da bacia hidrográfica do Açude é influenciada pelas estações climatológicas de Grândola (24F/01C), Comporta 23E/01C e pelo posto udográfico de Montevil (23F/01UG), Figura 14.

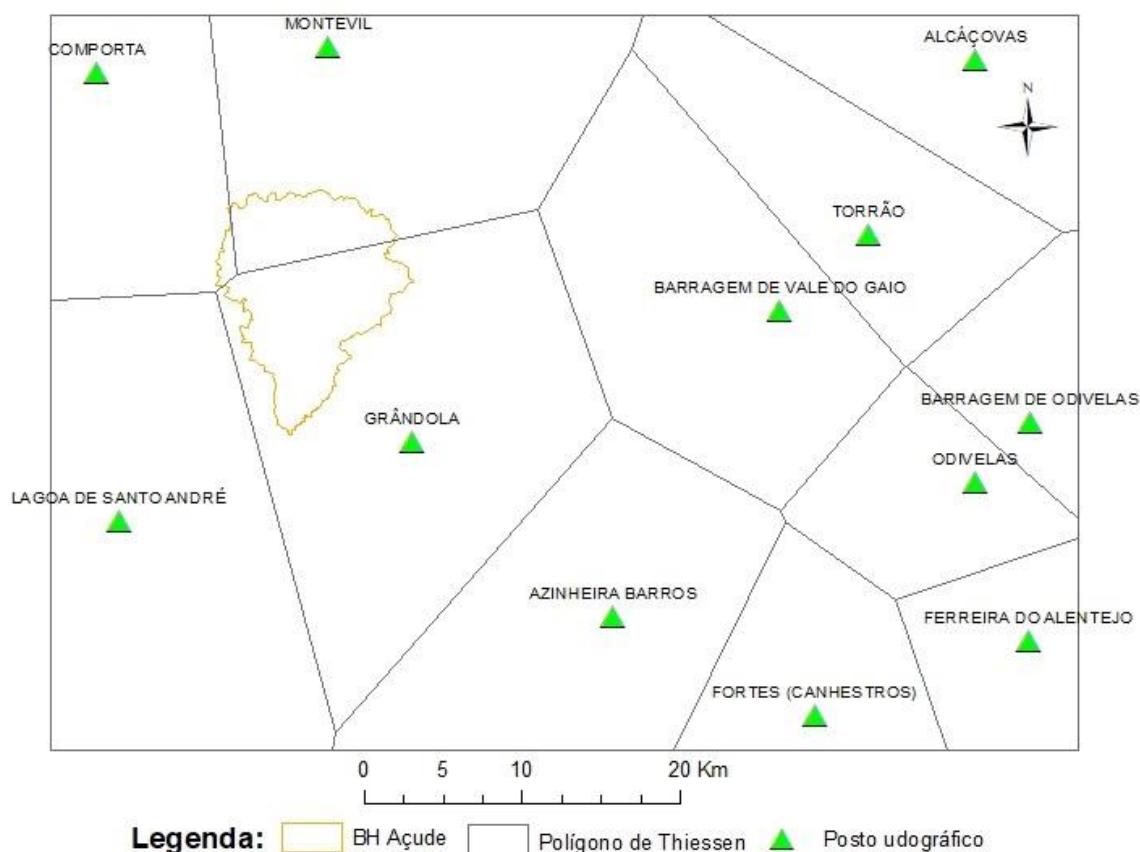


Figura 14 - Polígonos de Thiessen. In: <https://sniamb.apambiente.pt/>

Ao analisar-se os dados de precipitação disponíveis para os postos udográficos supracitados disponíveis no sítio da APA, no portal do Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos, em <https://snirh.apambiente.pt/> (Consultado em 16 de Junho de 2024, pelas 11:36), verificou-se que existem falhas de observação nos postos que influenciam a área de estudo. O posto udográfico de Montevil apenas possui nove anos de observação relativos às duas primeiras décadas do século XXI, ao invés, a EC de comporta possui 16 anos de observação e a EC de Grândola 18 anos de observação. Assim, reformularam-se os polígonos de Thiessen, retirando o posto de Montevil, por se considerar ser importante dispor do maior número de dados possíveis relativos às duas primeiras décadas do século XXI.

Na Figura 15 apresentam-se os polígonos de Thiessen após reformulação.

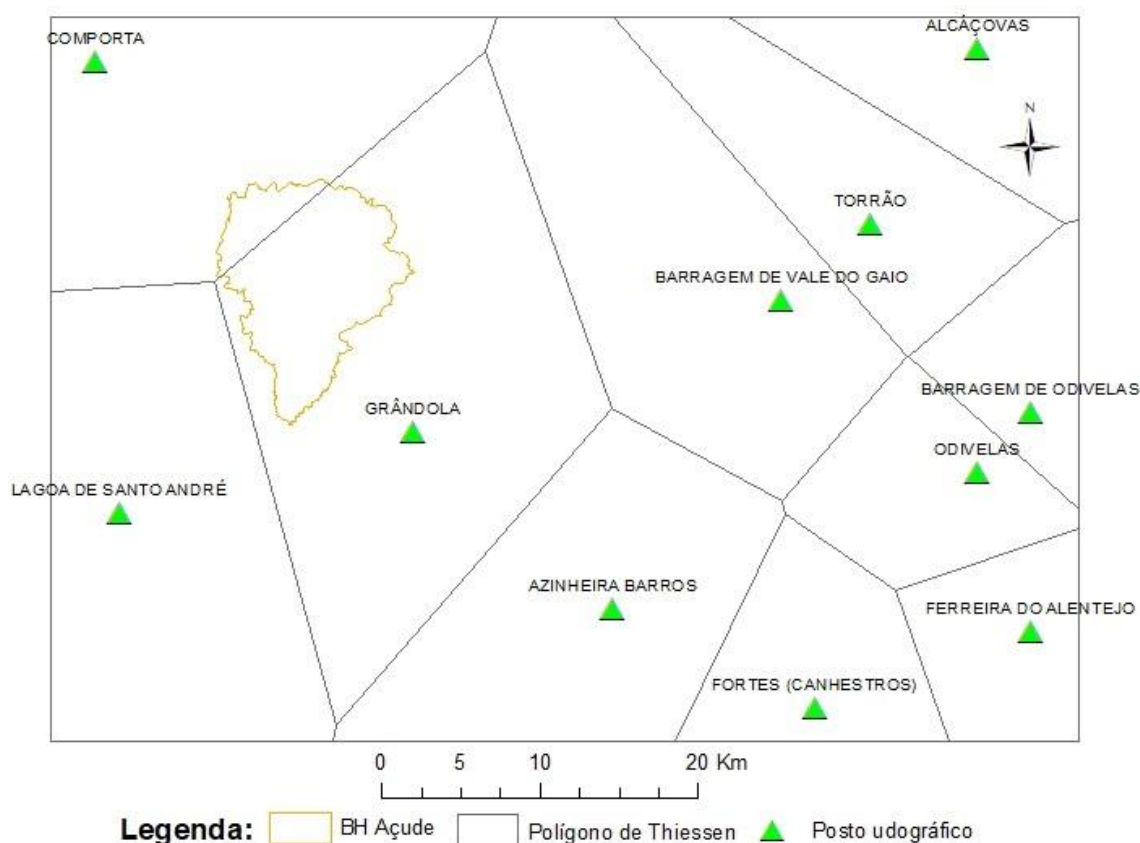


Figura 15 - Polígonos de Thiessen, após reformulação. In: <https://sniamb.apambiente.pt/>

Assim, verificou-se que a EC de Comporta influencia a área de estudo em 16% e a EC de Grândola em 84%, com coeficientes de Thiessen de 0,16 e 0,84, respectivamente.

As séries de precipitação utilizadas, reproduzidas nas tabelas constantes do Anexo A, correspondem a 89 anos de observação, do ano hidrológico de 1934/35 ao ano hidrológico de 2021/22, verificando-se a existência de falhas de dados de precipitação, nos anos hidrológicos de 2010/11 a 2014/15, 2016/17 e 2017/18, realçadas a amarelo na mesma Tabela.

Além das falhas em anos completos atrás referidos, as EC de Comporta e de Grândola apresentam falhas de observação em alguns meses, de alguns anos hidrológicos, passíveis de serem preenchidas, tendo em vista a obtenção de séries de precipitação mais robustas.

7.3.2 – Preenchimento de falhas

Dos vários métodos existentes para o preenchimento de falhas optou-se pelo método que consiste em utilizar regressões lineares simples, tendo em consideração a escassez de postos

com dados de precipitação mensal concordantes com os meses dos anos em que se verificaram falhas na estação climatológica de Grândola.

Para preenchimento dessas falhas aplicou-se a regressão linear simples aos registos no mês em causa, no posto com falhas e num outro posto geograficamente próximo e que exibisse correlação com o posto com série mensal a preencher.

Foram consultados os dados de precipitação postos udográficos de Torrão (24H/01UG), Ferreira do Alentejo (25I/01UG) e Azinheira Barros (25G/01UG), nas proximidades da estação climatológica (EC) de Grândola para garantir que estes mimetizavam as características da precipitação na região e na tentativa de encontrar dados de precipitação mensal nos anos que apresentam falhas no referido posto e com anos de observação que permitissem uma correlação, entre as séries de registos mensais neste posto e no posto com falhas, superior a 0,95.

Para a escolha destes postos foram tidos em consideração, em primeiro lugar, a proximidade à estação climatológica de Grândola e, em segundo lugar, possuírem séries de observação superiores a 30 anos.

Os dados de precipitação dos postos utilizados para o preenchimento de falhas, bem como dos dados de precipitação da EC de Grândola, encontram-se vertidos no ANEXO A.

Para comparar da evolução da precipitação mensal nos postos de Azinheira Barros e Torrão com a EC de Grândola (Figura 16) foi utilizada a média mensal das precipitações mensais referentes a 50 anos de observação (1951 a 2000); para o posto de Ferreira do Alentejo com a EC de Grândola (Figura 17), foi utilizada a média mensal das precipitações mensais referentes a 62 anos de observação (1939 a 2000).

Como se pode observar através das figuras atrás existe um ajustamento melhor nos postos de Torrão e Azinheira Barros à EC de Grândola no que concerne à evolução mensal da precipitação. Relativamente ao ajustamento entre a EC de Grândola e o posto de Ferreira do Alentejo o ajustamento é menor no semestre húmido, mas bastante aceitável no semestre seco, altura em que serão utilizados os dados registados neste posto udográfico para o preenchimento de falhas.

Face ao que precede foram elaboradas, graficamente, na Figura 18, as rectas de regressão, obtendo-se as respectivas equações de regressão, os coeficientes de determinação (R^2) e os coeficientes de correlação (r), este último obtido através da raiz quadrada de R^2 (Tabela 3).

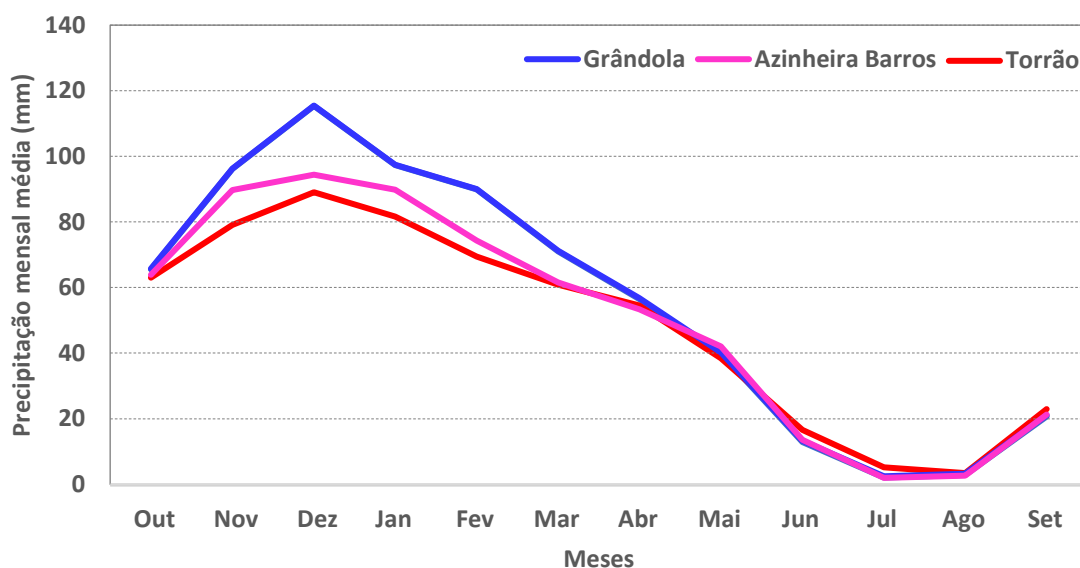


Figura 16 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e postos udográficos de Azinheira Barros e Torrão.

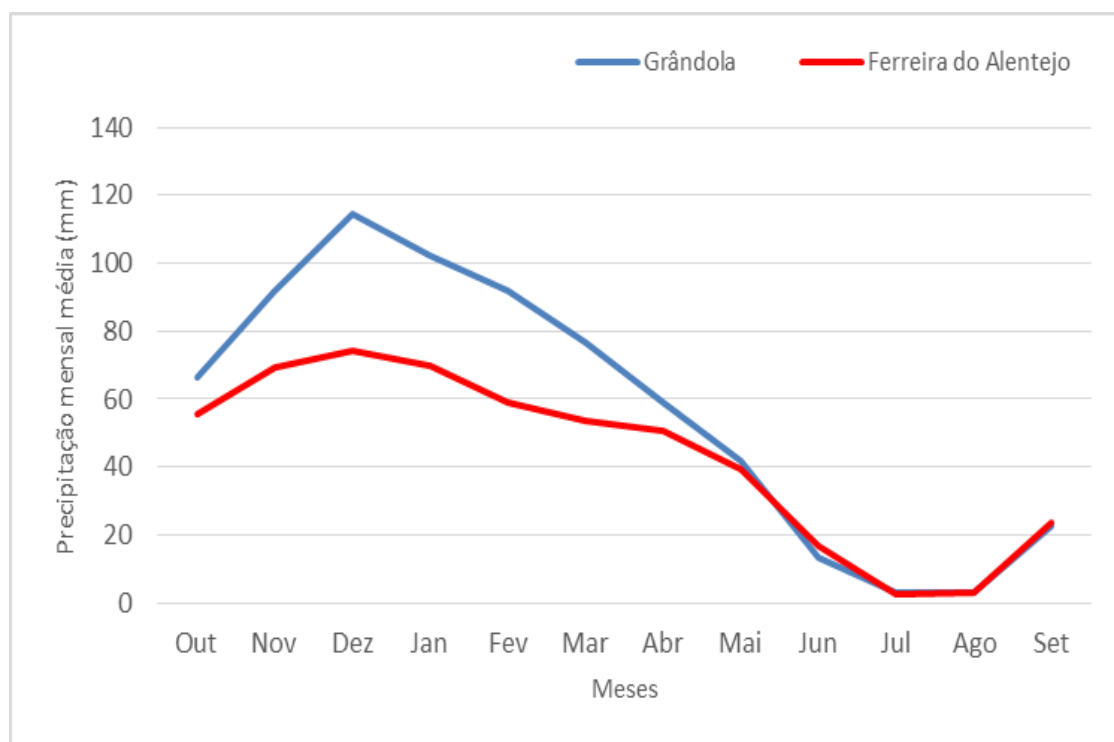


Figura 17 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e posto udográfico de Ferreira do Alentejo.

Tabela 3 - Equação da recta, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (r) obtidos

Regressão linear	Equação da recta	R^2	r
Torrão/Grândola	$y = 1,1848x$	0,9918	0,9959
Azinheira Barros/Grândola	$y = 1,1201x$	0,99953	0,9976
Ferreira do Alentejo/Grândola	$y = 1,3738x$	0,9840	0,9920

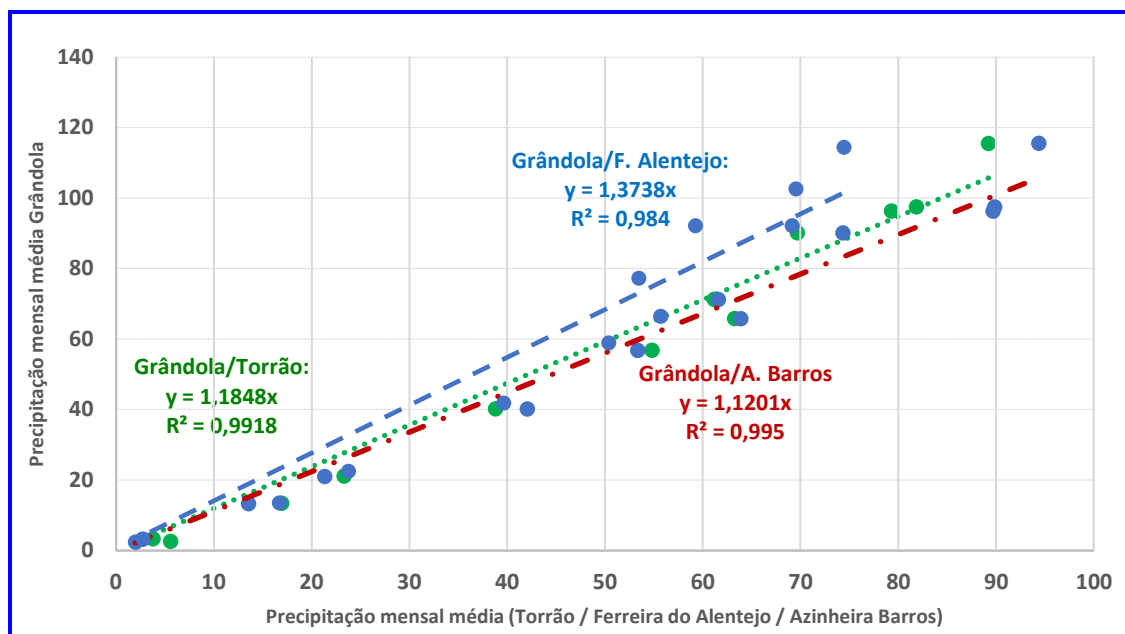


Figura 18 - Representações gráficas das regressões lineares dos postos de Torrão Azinheira Barros e Ferreira do Alentejo face à EC de Grândola.

Tendo em vista a robustez dos dados de precipitação da EC de Grândola, as falhas de precipitação ali observadas no ano de 2000, foram preenchidas com os resultados da regressão linear simples Azinheira Barros/Grândola, sendo as falhas de precipitação registadas nos de 2001 e 2008 preenchidas com os resultados da regressão linear simples Torrão/Grândola, e as de 2009 com os resultados da regressão linear simples Ferreira do Alentejo/Grândola.

Após preenchidas as falhas da EC de Grândola, as falhas registadas na EC de Comporta, serão preenchidas com recurso aos dados da EC de Grândola, devido à proximidade entre ambas, apesar do ajustamento se verificar com maior intensidade, principalmente, no semestre seco. A figura 19 mostra essa evolução mensal.

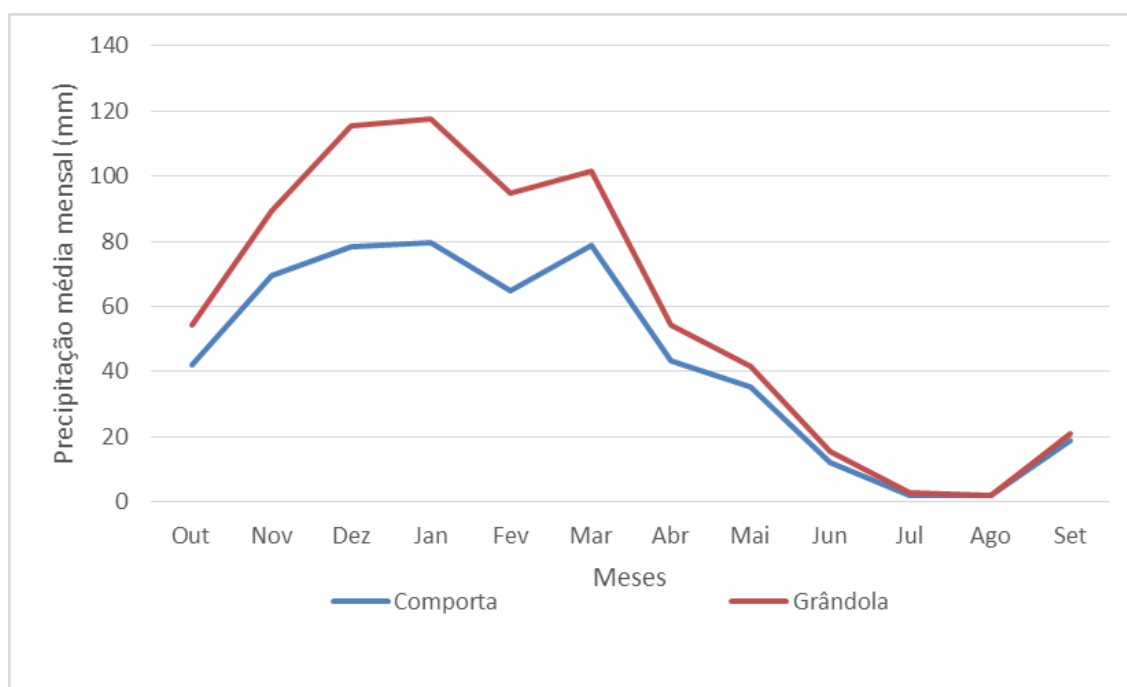


Figura 19 - Evolução da precipitação média mensal na EC de Grândola e EC de Comporta.

Foi elaborada, graficamente, na Figura 20, a recta de regressão, obtendo-se a respectiva equação de regressão, o coeficiente de determinação (R^2) e o coeficiente de correlação (r), este último obtido através da raiz quadrada de R^2 (Tabela 4).

Tabela 4 - Equação da recta, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (r) obtidos para a Comporta/Grândola.

Regressão linear	Equação da reta	R^2	r
Comporta/Grândola	$y = 0,6876x + 3,1929$	0,9851	0,9925

Os valores obtidos para o preenchimento de falhas encontram-se a vermelho nas tabelas constantes do ANEXO A.

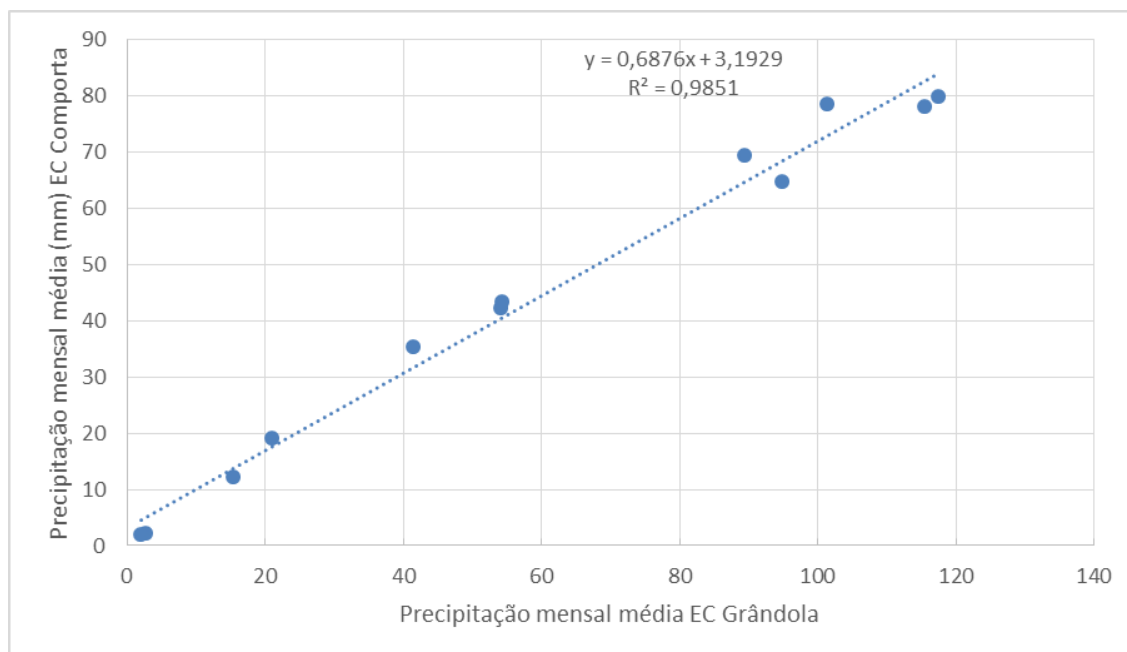


Figura 20 - Representação gráfica da regressão linear da EC de Grândola, face à EC de Comporta.

7.3.3 - Evolução da precipitação

Na Tabela 4 apresentam-se as séries de precipitação ponderadas, após a correcção de falhas verificadas nas EC de Comporta e Grândola.

Tabela 5 - Séries de precipitação ponderada, após preenchimento de falhas observadas nas EC de Comporta e de Grândola.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1934 35	5,0	73,0	179,6	0,0	46,8	49,5	18,8	73,9	20,0	0,0	0,1	0,7	467,3
1935 36	5,8	106,5	178,3	149,1	181,6	194,4	107,5	46,9	31,5	0,6	0,0	0,0	1002,1
1936 37	24,1	58,2	56,8	252,6	32,7	201,9	37,8	11,5	4,4	0,0	0,0	14,0	694,0
1937 38	96,0	199,9	103,3	31,4	30,6	29,9	40,1	105,4	0,0	0,0	0,0	73,1	709,8
1938 39	3,1	23,9	140,4	198,5	45,5	47,8	71,6	27,5	45,7	3,5	0,0	55,5	663,0
1939 40	85,8	41,1	99,4	250,7	137,0	92,6	39,9	50,2	9,4	0,0	0,4	8,2	814,7
1940 41	72,6	70,1	16,3	221,9	124,4	105,3	139,1	46,6	7,4	9,6	0,6	8,7	822,6
1941 42	13,0	124,7	28,9	82,8	53,3	134,0	109,8	13,3	17,3	1,6	0,5	51,8	631,0
1942 43	146,1	40,3	125,8	148,3	53,0	161,8	62,5	3,9	2,3	28,9	1,2	54,1	828,4
1943 44	51,6	23,9	86,5	13,4	79,1	49,0	44,2	11,2	29,5	7,9	3,5	11,1	411,0
1944 45	47,7	64,1	65,3	76,7	9,2	46,2	35,2	36,7	0,6	8,9	0,0	1,1	391,8
1945 46	65,0	123,4	211,0	67,0	42,7	123,4	113,0	153,1	2,0	0,0	2,0	13,6	916,2
1946 47	54,0	67,2	40,5	123,3	332,8	206,6	35,7	22,5	1,8	0,0	0,0	26,4	910,8
1947 48	100,0	71,9	149,7	170,9	148,9	37,2	70,8	77,6	0,0	0,0	3,2	0,0	830,2
1948 49	60,6	5,9	178,9	61,0	9,2	49,2	59,4	3,5	16,0	2,5	0,5	119,7	566,4

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1949 50	2,4	124,0	136,6	65,4	61,8	64,1	13,7	104,1	37,0	1,2	0,0	19,3	629,7
1950 51	12,1	37,4	124,0	138,8	176,2	156,7	24,7	16,3	22,5	0,0	0,2	6,7	715,7
1951 52	10,8	263,9	84,2	87,3	30,1	164,3	64,6	108,4	31,2	0,0	5,5	47,6	897,8
1952 53	50,4	26,5	134,2	82,2	50,2	50,3	39,7	8,7	2,7	0,0	0,2	10,7	455,9
1953 54	128,0	92,7	185,6	41,2	30,2	137,0	75,7	2,9	13,7	0,0	0,0	0,0	707,0
1954 55	6,2	131,0	71,6	167,9	139,5	97,9	7,4	24,3	9,5	0,0	0,0	0,0	655,2
1955 56	28,6	119,8	219,7	150,4	50,0	170,1	113,6	17,5	0,0	0,0	10,5	33,5	913,6
1956 57	33,4	16,6	51,6	30,5	95,6	94,4	41,7	56,9	17,1	2,4	0,3	3,8	444,3
1957 58	38,5	42,7	89,2	163,1	49,3	70,2	41,5	0,8	16,8	11,3	13,4	1,1	538,1
1958 59	8,4	15,2	438,5	131,8	61,8	118,8	38,0	43,1	0,0	0,0	0,0	8,1	863,8
1959 60	41,3	87,4	124,7	92,4	131,6	182,1	55,9	94,6	1,7	0,0	6,8	27,6	846,1
1960 61	147,2	141,9	62,5	36,5	2,3	51,9	44,1	94,0	16,8	0,0	0,0	32,9	630,0
1961 62	45,3	107,4	97,2	53,4	34,6	125,8	12,3	5,2	4,6	0,0	0,0	10,7	496,4
1962 63	93,1	47,8	59,7	172,9	180,8	69,2	47,4	22,2	44,7	0,0	0,0	8,7	746,4
1963 64	14,6	216,5	282,5	32,0	190,9	134,9	22,1	16,0	22,5	8,8	0,7	13,8	955,3
1964 65	7,1	51,0	38,2	96,9	67,0	113,3	3,6	2,4	2,3	0,0	0,0	59,3	441,1
1965 66	158,4	115,2	31,9	143,6	190,3	0,0	128,5	0,3	1,1	0,0	9,7	8,3	787,3
1966 67	125,5	66,5	26,6	92,7	88,0	23,1	58,6	28,3	18,5	0,0	5,0	0,9	533,9
1967 68	69,2	111,6	8,5	0,2	178,9	91,8	50,7	31,5	0,0	0,0	4,0	1,1	547,6
1968 69	59,3	144,9	46,7	71,2	98,4	89,7	9,1	16,7	9,8	0,0	0,0	25,9	571,6
1969 70	51,4	117,7	62,3	286,4	19,4	35,7	8,8	41,0	72,3	0,0	0,3	0,4	695,7
1970 71	19,4	67,5	54,9	109,0	10,5	33,6	103,5	118,3	34,4	7,2	9,5	0,1	567,9
1971 72	2,9	37,8	70,3	140,8	155,7	111,3	10,4	4,2	0,1	5,0	0,0	28,2	566,7
1972 73	143,8	30,3	188,8	103,2	27,6	9,2	8,3	56,5	18,3	14,3	0,0	7,0	607,2
1973 74	21,5	65,3	120,8	89,3	106,1	60,1	99,3	31,6	41,9	0,0	0,0	0,1	635,9
1974 75	0,8	57,8	25,5	52,2	93,4	150,4	35,0	27,1	27,9	0,0	0,0	28,6	498,8
1975 76	24,9	15,3	110,9	45,3	61,1	44,1	88,8	11,3	0,0	4,3	9,8	29,3	445,1
1976 77	85,3	99,3	173,6	133,8	200,3	31,4	3,4	1,8	26,9	0,0	1,8	2,3	760,0
1977 78	152,1	73,5	175,7	37,1	205,8	32,7	81,6	39,3	3,4	0,0	0,5	14,3	816,1
1978 79	27,6	74,8	245,4	130,0	231,0	71,3	96,0	1,5	1,3	29,6	0,0	48,8	957,2
1979 80	187,4	5,2	5,5	19,2	46,8	75,1	28,8	56,0	2,4	0,1	1,7	26,8	454,9
1980 81	63,2	65,0	3,4	4,6	31,9	87,6	76,3	32,4	2,2	0,9	0,0	42,3	409,8
1981 82	25,3	0,2	214,1	78,2	60,4	49,6	56,6	0,0	3,5	2,2	4,7	37,6	532,5
1982 83	17,0	119,0	43,4	1,0	30,6	3,8	111,3	43,6	15,2	0,1	0,0	0,5	385,6
1983 84	66,6	320,0	125,1	32,7	15,7	79,2	67,6	73,4	14,2	0,7	6,9	4,4	806,5
1984 85	73,8	168,5	64,4	190,4	161,3	22,1	93,8	26,3	3,7	0,8	0,0	15,4	820,5
1985 86	0,5	67,2	72,7	71,5	167,2	36,4	59,5	22,6	3,3	0,0	0,3	57,1	558,4
1986 87	33,4	43,7	48,3	176,9	149,3	29,3	80,7	0,0	1,7	0,3	25,1	21,4	610,0
1987 88	148,1	109,6	237,4	160,3	26,1	7,6	32,7	41,8	53,4	37,9	0,0	3,3	858,0
1988 89	114,9	130,9	15,3	37,5	72,6	18,6	100,2	80,7	0,0	0,0	1,2	13,5	585,4
1989 90	113,1	224,2	296,8	62,3	2,4	35,5	108,6	24,9	11,8	0,0	0,0	5,1	884,8

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1990 91	186,2	98,3	48,0	52,5	164,0	157,2	40,7	0,0	1,3	0,0	0,0	10,9	759,1
1991 92	88,2	19,3	52,3	63,0	19,1	26,9	59,4	27,3	27,8	0,0	6,1	36,5	425,8
1992 93	50,8	7,2	126,1	24,8	39,1	56,1	62,7	100,6	10,8	0,0	11,6	39,4	529,4
1993 94	159,5	173,8	6,9	89,5	127,5	16,4	24,2	76,3	0,0	1,6	0,7	19,3	695,7
1994 95	75,4	50,3	47,2	45,1	44,8	26,8	14,6	22,0	5,7	3,2	0,0	15,9	350,9
1995 96	17,4	224,7	258,8	383,6	71,4	76,7	30,9	98,6	0,0	0,3	0,0	46,4	1208,8
1996 97	23,6	48,0	227,5	179,4	2,1	0,0	41,6	83,7	31,2	3,3	13,4	49,2	703,0
1997 98	92,4	303,8	187,2	50,5	88,3	29,0	54,4	65,2	12,0	0,7	1,8	60,7	946,2
1998 99	11,5	5,2	24,5	89,1	13,3	76,5	26,9	52,8	0,0	1,7	10,4	95,1	406,9
1999 00	142,7	50,5	57,0	6,9	17,0	26,9	170,1	121,5	0,0	2,7	0,5	5,4	601,1
2000 01	46,9	122,8	257,5	157,0	86,9	103,6	1,4	28,0	18,3	1,1	1,1	62,6	887,2
2001 02	117,9	13,6	64,4	25,9	27,7	117,0	69,4	16,6	5,3	1,0	0,9	106,4	565,9
2002 03	97,7	71,1	123,6	105,8	80,6	40,2	122,2	7,8	2,8	2,0	2,7	18,3	675,0
2003 04	131,6	68,7	67,1	38,0	59,2	52,4	32,2	19,3	1,0	0,5	10,4	12,1	492,6
2004 05	100,7	19,4	25,7	3,2	21,2	25,6	7,9	32,2	6,0	3,2	1,3	2,9	249,5
2005 06	128,3	93,1	66,8	37,6	45,9	102,2	48,0	0,7	11,3	2,3	6,4	65,0	607,7
2006 07	206,6	157,2	44,6	28,5	69,3	14,1	34,2	50,7	38,0	1,9	4,6	44,4	694,1
2007 08	20,1	48,8	50,8	60,9	60,1	40,2	80,9	40,6	0,7	0,7	1,1	19,0	423,9
2008 09	48,5	26,9	54,7	99,5	8,1	26,7	8,2	14,1	4,3	0,0	7,2	26,7	325,0
2009 10	61,1	160,0	93,3	147,6	93,8	61,8	17,7	15,0	1,1	28,9	0,0	8,8	689,2
2010 11													
2011 12													
2012 13													
2013 14													
2014 15													
2015 16	42,2	24,6	38,7	67,8	69,2	24,1	51,4	25,7	2,3	5,0	2,6	4,3	357,7
2016 17													
2017 18													
2018 19	45,7	62,5	4,6	22,0	3,8	1,1	0,2	4,6	4,0	1,0	1,0	10,7	161,2
2019 20	18,9	65,7	64,4	25,5	3,2	37,8	65,1	46,7	0,8	2,0	1,2	11,1	342,6
2020 21	75,8	69,4	49,6	40,5	83,3	15,0	25,3	2,2	7,8	0,5	1,6	14,7	385,9
2021 22	30,5	19,4	53,2	3,5	17,9	41,4	5,4	1,5	4,0	0,0	0,3	35,3	212,4
2022 23	50,6	23,2	105,3	30,5	7,1	13,7	3,2	5,5	11,3	0,4	0,3	39,9	290,9
Média	65,3	85,1	104,0	91,9	78,5	70,3	52,8	37,5	12,3	3,1	2,6	24,5	627,8

Na figura 21 apresenta-se a evolução da precipitação mensal média na área de estudo. Da sua análise verifica-se que a maior quantidade de precipitação ocorre no semestre húmido, de Outubro a Março, diminuindo no semestre seco, sendo praticamente nula em Julho e Agosto.

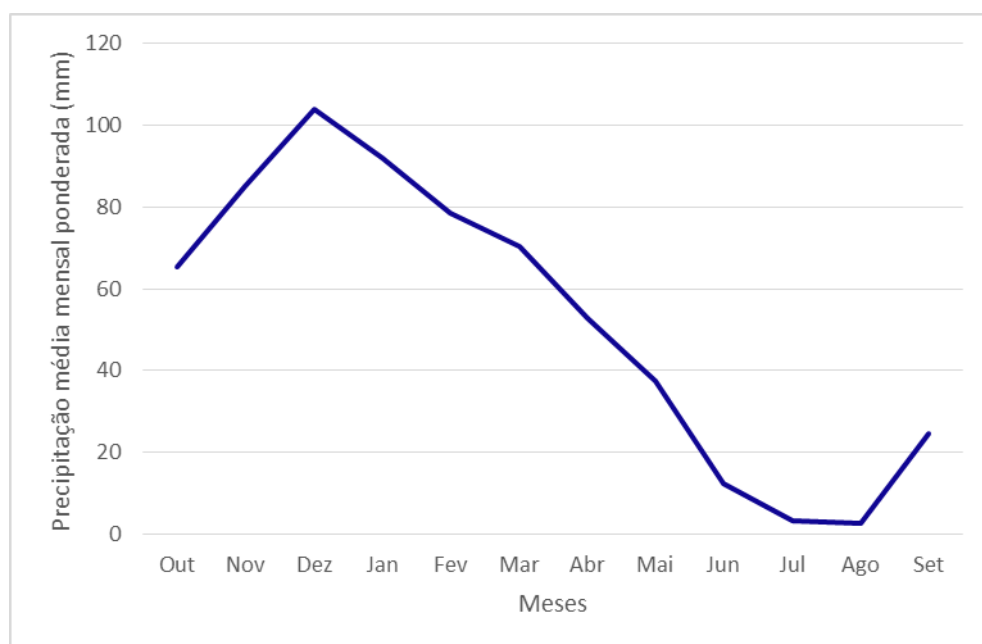


Figura 21 - Evolução da precipitação média mensal.

Na figura 22 apresenta-se a distribuição da precipitação mensal, verificando-se que os meses mais chuvosos são Dezembro e Janeiro totalizando cerca de 32% da precipitação média anual. A precipitação concentra-se sobretudo no semestre húmido (Outubro a Março), totalizando cerca de 495,1 mm, 80% da precipitação média anual. No semestre seco a precipitação totaliza cerca de 132,7 mm, 28% da precipitação média anual.



Figura 22 - Distribuição da precipitação média mensal.

Na figura 23 representa-se graficamente a evolução da precipitação anual, para o período de estudo considerado. Como se pode observar verifica-se uma diminuição da ocorrência de anos húmidos e o aumento da ocorrência de anos secos, com particular ênfase nas primeiras décadas do século XXI, onde em 16 anos de observação, se verifica a ocorrência de apenas um ano húmido, três anos médios e três anos secos, prevalecendo a ocorrência de 9 anos muito secos.

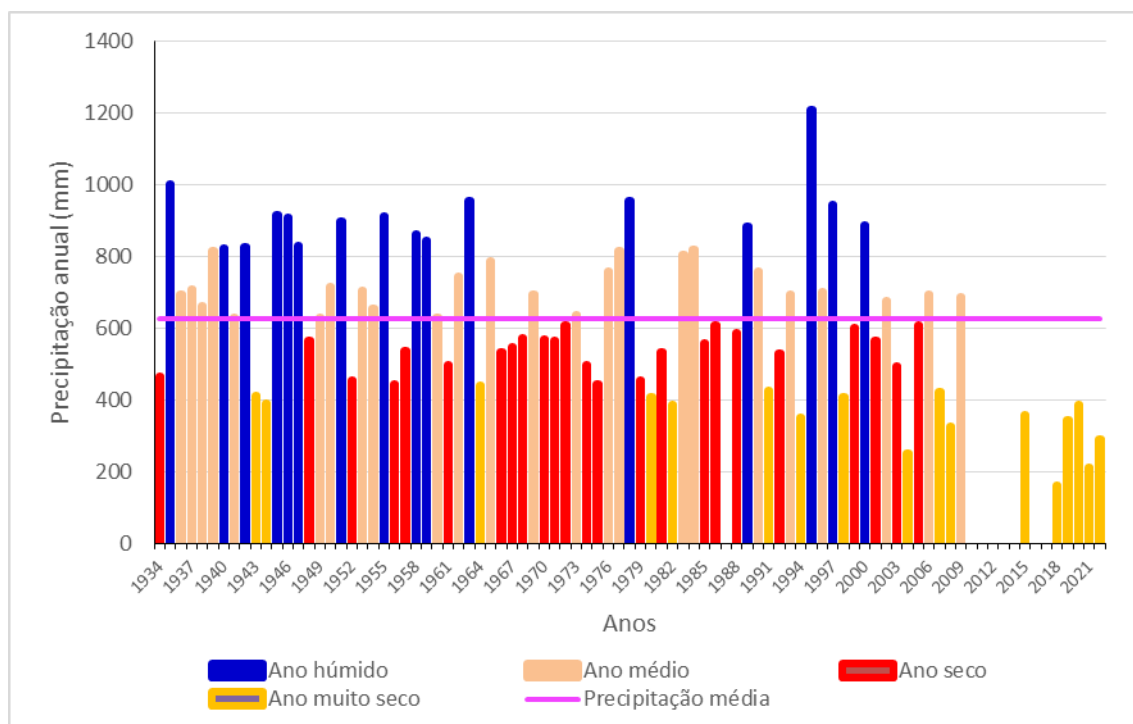


Figura 23 - Evolução da precipitação anual.

De seguida efectua-se a caracterização dos anos em secos, médios e húmidos (Tabela 5). Consideraram-se como ano muito secos anos com precipitação inferior ao percentil 5, ano seco e ano húmido os anos com precipitação respectivamente inferior ao valor de percentil 20 e superior ao valor de percentil 80 da série de precipitação. Assim, o ano hidrológico classifica-se como muito seco, seco, médio ou húmido se a precipitação média anual pertencer aos intervalos de percentis de precipitação de 0% a 5%, de 5% a 20%, de 20% a 80% e de 80% a 100%, respectivamente. A precipitação no ano muito seco é de 181,1 mm, cerca de 29% da precipitação média anual, sendo a precipitação em ano húmido de 820,8 mm, cerca de 131% da precipitação média anual. O valor mínimo anual da precipitação, 161,2 mm registou-se no ano hidrológico de 2018/2019, tendo o valor máximo anual, 1 208,3 mm, ocorrido no ano de 1995/96.

Tabela 6 - Resumo anos hidrológicos – húmidos, médios e secos.

Ano	Precipitação (mm)
Mínimo	161,2
Média	627,8
Máximo	1.208,3
Ano muito seco	181,1
Ano seco	441,2
Ano médio	629,1
Ano húmido	820,8
Anos muito secos	
N.º de anos	16
Mínimo	161,2
Média	348,8
Máximo	440,6
Anos secos	
N.º de anos	24
Mínimo	443,7
Média	714,5
Máximo	628,9
Anos médios	
N.º de anos	24
Mínimo	629,3
Média	863,4
Máximo	819,9
Anos húmidos	
N.º de anos	17
Mínimo	821,0
Média	916,2
Máximo	1.208,3

7.4 – O contexto das alterações climáticas

As alterações climáticas (AC) têm vindo a ser identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na actualidade, sendo consensualmente aceite como um dos desafios mais importantes do século XXI.

A mudança climática registada é fundamentalmente provocada pelas actividades humanas, com especial destaque para as emissões de gases com efeito de estufa e para as profundas alterações no uso do solo.

De acordo com a APA, estudos efectuados, relativos às AC, indicam que Portugal se encontra entre os países europeus com maior vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas.

e adaptação em alterações climáticas, destacando-se como os principais instrumentos de política nacional, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030) e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020).

O PNAC 2020/2030 visa assegurar uma trajectória sustentável de redução das emissões nacionais de gases com efeito de estufa, de forma a alcançar uma meta de redução de emissões de -18% a -23%, em 2020, e de -30% a -40%, em 2030, em relação a 2005, garantindo o cumprimento dos compromissos nacionais de mitigação e colocando Portugal em linha com os objectivos europeus nesta matéria. Estabelece linhas de orientação para políticas e medidas sectoriais, define metas sectoriais de redução de emissões e identifica um conjunto de opções de políticas e medidas sectoriais, a desenvolver futuramente em conjunto com os sectores de política relevantes como transportes, energia, agricultura e floresta. É assim promovida a integração dos objectivos de mitigação nas políticas sectoriais e preconizada uma abordagem dinâmica de planeamento, conferindo aos sectores uma maior responsabilidade na identificação de políticas e medidas.

A ENAAC 2020 estabelece os objectivos, as actividades e o modelo de organização e funcionamento da estratégia até 2020, tendo em vista um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas. Para este efeito, propõe-se melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas, promover a integração da adaptação às alterações climáticas nas diversas políticas públicas e instrumentos de operacionalização, colocando uma maior ênfase na implementação de medidas de adaptação.

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) define adaptação como um ajustamento nos sistemas naturais ou humanos como resposta a estímulos climáticos verificados ou esperados, que moderam danos ou exploram oportunidades benéficas.

O Portal do Clima disponível em linha em <http://portaldoclima.pt> elabora vários cenários futuros, relativamente à evolução, entre outros, da temperatura máxima e da precipitação até ao final do século XXI para as estações meteorológicas/climatológicas do IPMA instaladas nas capitais Distrito.

Considerando a vulnerabilidade do nosso país e da zona em questão à diminuição da precipitação média anual e ao aumento da temperatura média anual, em especial da máxima

(com consequências ao nível da evaporação e da evapotranspiração), perspectivando-se o aumento da frequência e intensidade das secas, efectuar-se-á uma análise da evolução da média da temperatura média mensal, Figura 24, e da precipitação Figura 25. A Análise incidirá nos valores históricos observados entre 1971 e 2000 e no cenário mais restritivo 8.5. nos períodos compreendidos entre 2011-2040 (futuro próximo) e 2041-2070 (futuro intermédio).

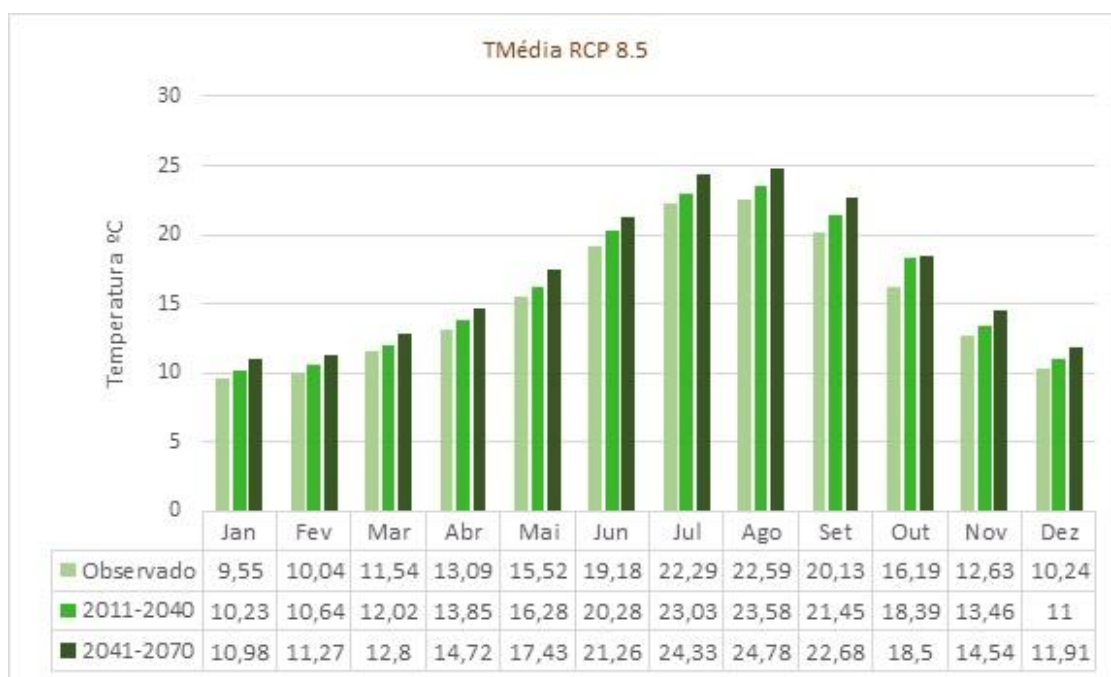


Figura 24 - Evolução da média da temperatura máxima mensal, na estação de Setúbal. In: Portal do Clima

Da análise da Figura 24 verifica-se que a simulação efectuada para o futuro próximo, considerando o cenário mais desfavorável RCP 8.5, prevê o aumento da temperatura média mensal, em todos os meses do ano, sendo esse aumento mais evidente de Julho a Dezembro, em ambos os períodos, cifrando-se esse aumento, em termos médios anuais, em cerca de 1 °C no futuro próximo e de 1,9 °C no futuro intermédio, sendo este aumento potenciador da ocorrência de valores de evaporação e evapotranspiração, superiores aos que actualmente ocorrem.



Figura 25 - Evolução da média mensal da precipitação, na estação de Setúbal. In: portal do clima.

Da análise da figura 25, no cenário RCP 8.5, verifica-se um aumento da precipitação nos meses de Dezembro e Janeiro, no entanto, em termos anuais prevê-se uma diminuição de cerca de 6,2% no futuro próximo e de cerca de 7,2% no futuro intermédio.

7.5 – Escoamento superficial

7.5.1 – Considerações iniciais

De acordo com Lencastre & Franco (2006): “A constância do escoamento é uma característica que permite classificar nos seguintes tipos:

- Perenes – escoam água durante todo o ano; o lençol subterrâneo mantém uma alimentação contínua e não desce nunca abaixo do leito do curso de água, mesmo durante as secas mais severas;
- Intermitentes – em geral escoam durante as estações húmidas e secam nas de estiagem; durante as estações chuvosas, transportam os caudais superficiais e subterrâneos, pois o lençol de água subterrâneo conserva-se acima do leito fluvial que alimenta o curso de água; na época seca, o lençol freático desce a um nível inferior ao do leito e o escoamento cessa ou ocorre somente durante, ou imediatamente após as chuvadas;

- Efêmeros – existem apenas durante ou imediatamente após os períodos de precipitação e só transportam escoamento superficial; a superfície freática encontra-se sempre a um nível inferior ao do leito fluvial, não havendo, portanto, a possibilidade de escoamento de caudais subterrâneos.

Na situação actual, classifica-se o escoamento relativamente à sua constância, como sendo efêmero, uma vez que a superfície freática se encontra, principalmente, nos últimos 4 anos, conforme visualização do histórico de imagens do *Google Earth*, a um nível inferior ao leito fluvial.

7.5.2 – Temperatura na área de estudo

Na Tabela 6 apresenta-se a variação da temperatura máxima, média, mínima e amplitude térmica média mensal para a EC de Grândola.

Tabela 7 - Variação da temperatura máxima, média e mínima média mensal, em °C, para a EC de Grândola.

Temperatura	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Máxima	15,1	16,5	19,8	20,3	23,3	27,3	30,6	30,5	28,4	23,7	18,8	16,0	22,5
Média	9,4	10,8	13,5	14,4	17,1	20,6	23,2	23,3	21,5	17,6	13,7	11,1	16,3
Mínima	3,6	5,0	7,2	8,5	10,9	13,8	15,8	16,1	14,5	11,4	8,5	6,1	10,1

7.5.3 – Determinação do escoamento

Na bacia da linha de água em estudo não existem quaisquer registos hidrométricos que permitam desenvolver modelos estatísticos das afluições mensais ou modelos de regressão que relacionem precipitações e escoamentos. Contudo, é absolutamente necessário dispor de valores de afluições mensais para fazer o estudo criterioso da garantia de abastecimento. Por outro lado, o eventual recurso a registos de escoamento em bacias próximas é impraticável, pela exiguidade dos dados disponíveis, principalmente nas duas primeiras décadas do século XXI. Para tentar solucionar este problema, recorreu-se à análise de regressão escoamento/precipitação proposta por Quintela (1984) (Figura 26), em função da temperatura média anual e do grupo de solos existentes, que permite obter os valores do escoamento útil afluente às secções de referência em estudo, em termos anuais.”

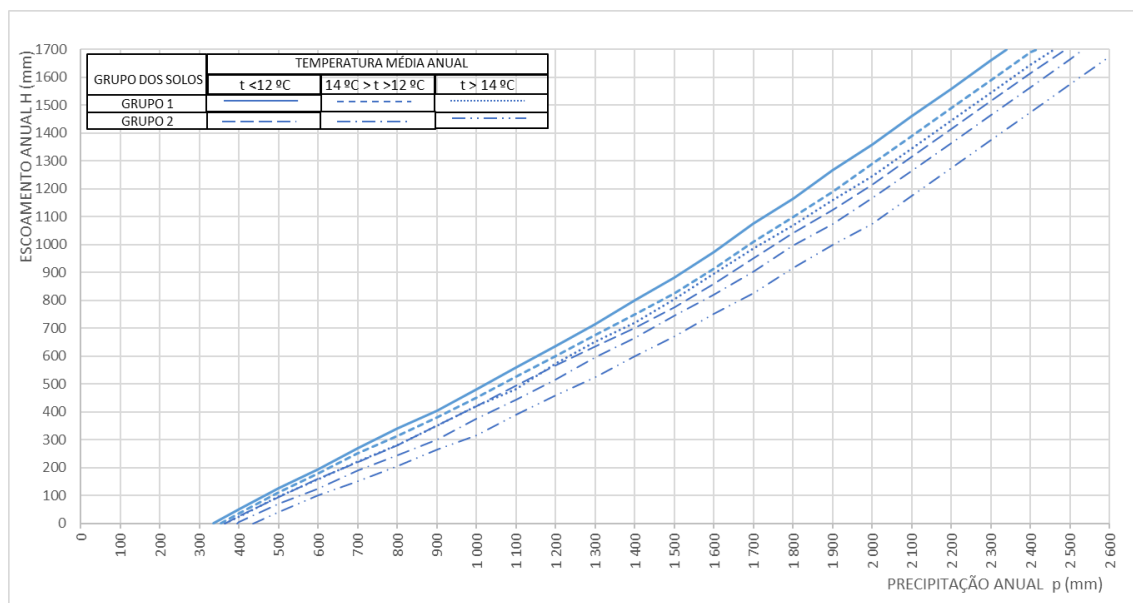


Figura 26 - Relações médias em Portugal entre o escoamento anual e a precipitação anual. Adaptado de Quintela (1984).

De acordo com a Figura 27, na área de estudo os solos são do tipo B – potencial de escoamento superficial abaixo da média – solos com intensidades de infiltração moderadas, quando completamente humedecidos. Incluem principalmente solos medianamente profundos, com textura moderadamente fina e moderadamente grosseira, e medianamente drenados. Estes solos possuem uma transmissividade média, e solos do tipo C – potencial de escoamento superficial acima da média – solos com baixas intensidades de infiltração quando completamente humedecidos. Incluem principalmente solos com camadas impermeáveis subjacentes e solos com textura moderadamente finas. Nesta conformidade, considerando que predominam os solos do tipo B, o grupo de solos a eleger, segundo Quintela (1984), será o grupo 2 – grupo de solos dando origem a escoamento anual de médio a baixo.

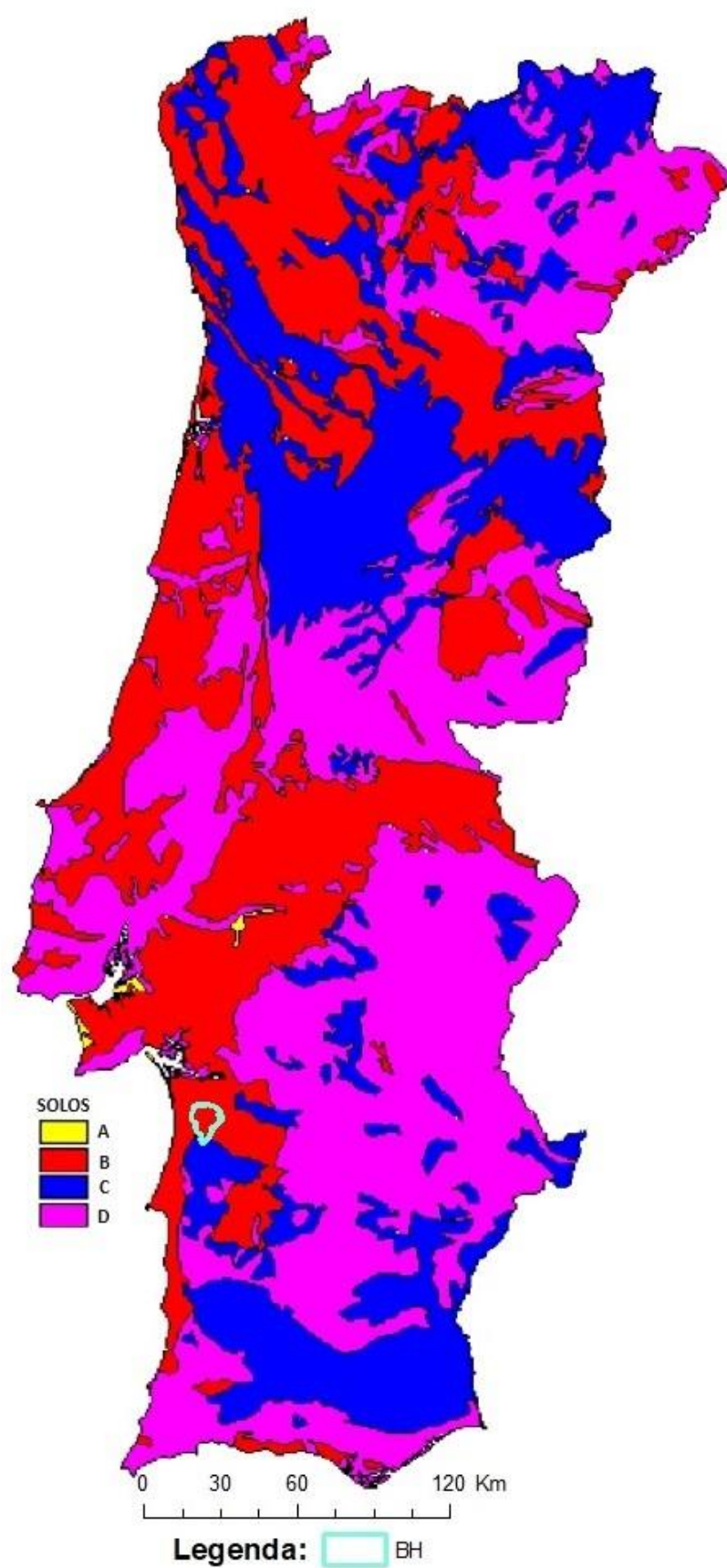


Figura 27 - Carta dos solos de Portugal Continental classificados pelas suas características hidrológicas. Adaptado de Lencastre & Franco (2006).

Nesta conformidade, obtiveram-se os dados de escoamento anual, para ano húmido, médio, seco e muito seco, constantes da Tabela 7.

Tabela 8 - Valores de escoamento em ano seco, médio e húmido.

Ano	Precipitação (mm)	Escoamento (mm)
Muito seco	182,1	0,0
Seco	441,2	3,0
Médio	629,1	113,9
Húmido	820,8	216,8

O volume anual afluente à secção do açude de Vale de Coelheiros, em ano húmido, médio, seco e muito seco encontra se plasmado na Tabela 8.

Tabela 9 - Volumes anuais afluentes à secção do açude de Vale de Coelheiros

Ano	Escoamento (mm)	Volume (m³)
Muito seco	0,0	0,0
Seco	3,0	334.979
Médio	113,9	12.718.028
Húmido	216,8	24.207.801

7.6 – Trabalhos de campo

Em 8 de Julho de 2024, foram realizados trabalhos de campo tendo em vista a visualização, in loco, da informação obtida em gabinete, através da visualização das imagens disponibilizadas pelo Google Earth.

Assim, para verificação de infra-estruturas de armazenamento de água superficial, dentro da Bacia Hidrográfica (BH) do açude do Vale de Coelheiros, foram identificadas as infra-estruturas constantes da Figura 28.

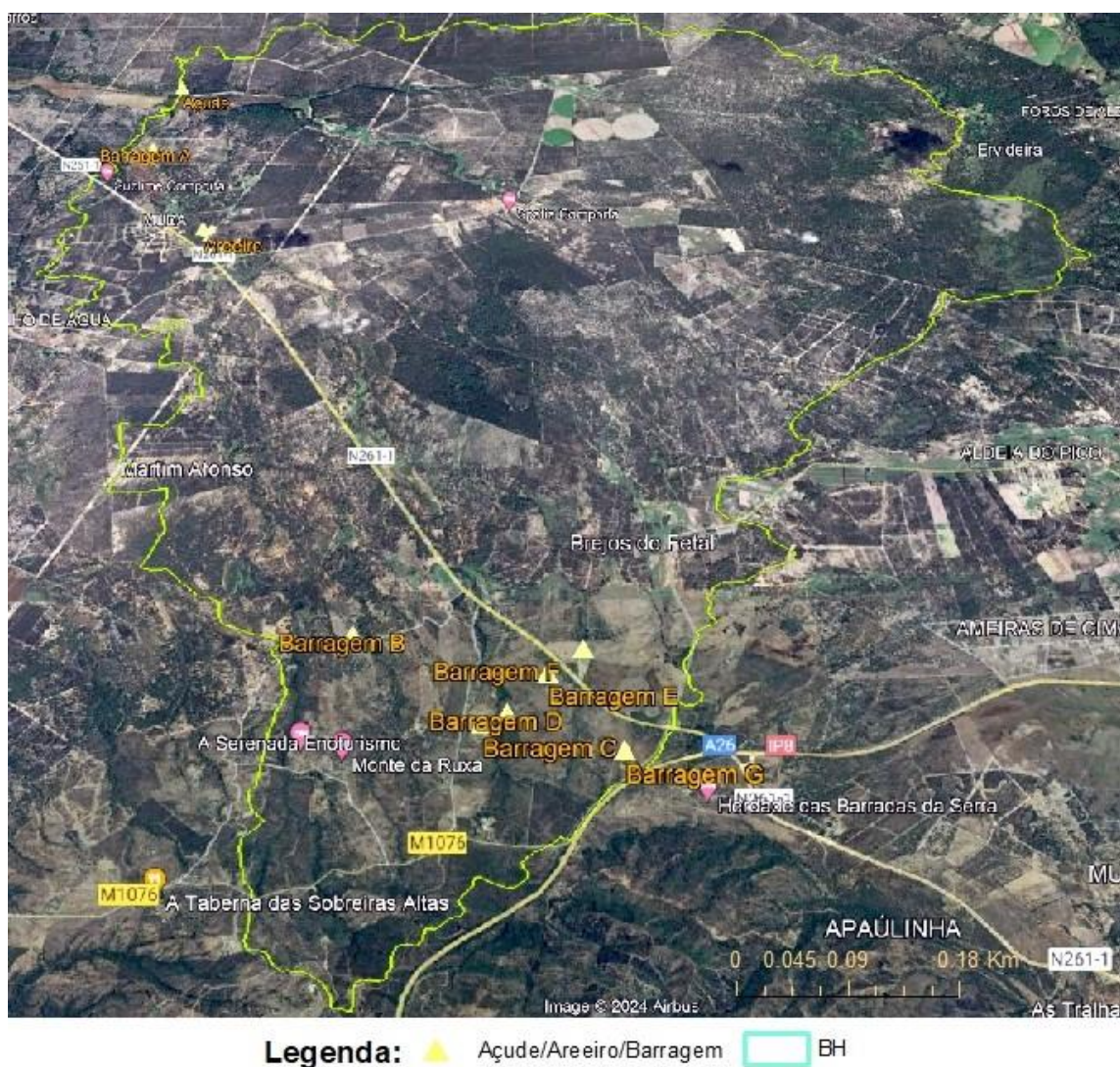


Figura 28 - Representação das infra-estruturas de armazenamento superficial, sobre imagem do Google Earth.

No que concerne ao denominado açude de Vale de Coelhoos, verificou-se que se trata de uma barragem de terra, com descarga de fundo situada ao meio do corpo da barragem e com descarregador de superfície localizado na margem direita (figura 29).



Figura 29 – Aspecto do corpo da barragem, em cima á esquerda. Aspecto do descarregador de fundo, em cima à direita. Em baixo, aspecto do descarregador de superfície

Confirmou-se a inexistência de qualquer armazenamento de água superficial na albufeira do açude do Vale de Coelheiros, encontrando-se o seu leito coberto de vegetação herbácea e arbórea, com altura que indicia o seu crescimento ao longo de vários e a concomitante ausência de água armazenada no leito da referida albufeira (foto 4), congruente com as imagens históricas do Google Earth (apresentadas no capítulo 2), que indicam a total ausência de água represada, desde o ano hidrológico de 2020/2021.



Foto 4 – Aspecto actual do leito da albufeira do açude do Vale de Coelhoos.

A sul existe uma barragem (barragem A) que tem água armazenada, porque os seus proprietários procederam à sua impermeabilização, com tela impermeabilizante (geomembrana), conforme se pode observar através da foto 5.

Continuando mais para sul (cruzamento da Muda para as Bicas) encontra-se um areeiro que, apesar da sua profundidade de escavação, estimada em cerca de 30 m, apresente raros indícios da presença de água, como mostra a foto 6.

Ao se observar a barragem B, conclui-se que se trata de mais um areeiro abandonado, em que a presença de água superficial é ínfima (ver foto 7).



Foto 5 - Aspecto da barragem A e sua impermeabilização com geomembrana.



Foto 6 – Aspecto do Areeiro.



Foto 7 – Aspecto da denominada barragem B.

As barragens E (foto 8) e F (foto 9) têm água armazenada nas suas albufeiras. Importa referir que estas barragens se encontram na transição do tipo de solo B para C.



Foto 8 – Aspecto da Barragem E.



Foto 9 – Aspecto da barragem F.

Não foi possível aceder às barragens C, D e F, por dificuldade de acesso às mesmas.

8 – HIDROGEOLOGIA À ESCALA LOCAL

8.1 – Introdução

Para caracterizar a hidrogeologia à escala local foi necessário obter um conjunto de dados hidrogeológicos tanto em quantidade como em qualidade que possibilitasse uma estrutura analítica para poder dar resposta aos objectivos do presente estudo. As fontes de dados foram os dados de APA (2024), dados estes cedidos para o propósito específico do presente estudo.

Também se obtiveram dados e informações a partir de empresas de sondagem, nomeadamente da empresa de sondagem Renato Azenha (RA), Johann Keller (JK), A Cavaco (AC) e Carlos Rodrigues (CBR). Também se obtiveram dados a partir de diversos estudos de impacto ambiental publicados e depositados na biblioteca da CCDR-Alentejo ou através de consulta no site www.participa.pt sendo que estes fundamentalmente de âmbito agrícola e turístico. Também foi consultada a base de dados do projecto ERHSA (2001).

A consulta ao SNIRH (2024) permitiu, adicionalmente, identificar 4 piezómetros construídos pelo antigo INAG e APA para controlo da evolução da piezometria na área específica de estudo.

Da análise dos relatórios dos furos e da base de dados da APA (2024) verifica-se que construtivamente a evolução tem sido no sentido de se abandonar o tradicional revestimento em aço, típico dos furos anteriores ao ano 2000, em favor de revestimentos em PVC-Reforçado instalados nas perfurações realizadas à circulação inversa. Esta situação permite obter estruturas de captação mais económicas e com mais durabilidade (o tempo de vida do PVC é superior ao do aço). Contudo verifica-se que as captações em PVC têm um grande risco de colapso na fase de desenvolvimento se for realizada com ar directo. O Ar-lift é o método por excelência para o desenvolvimento em revestimentos estruturados em PVC.

Existem sondagens em todas as formações, tanto nas realizadas nas formações de cobertura (areias de dunas), como outras que captam na formação da Marateca, e outras ainda, a grande maioria actualmente, que captam na formação de Alcácer do Sal.

O limite entre Formação da Marateca e Formação de Alcácer do Sal costuma corresponder ao aparecimento dos primeiros níveis calcários ou grés calcários.

Pode afirmar-se que as captações de água subterrânea foram construídas para satisfazer as necessidades dos seus utilizadores e não com intuito científico de se obter uma visão unitária sobre os recursos hídricos subterrâneos desta parte do SABTS-ME, nesta parte específica a S do rio Sado.

Não são conhecidos os equipamentos de bombagem instalados, nem os caudais bombados. Apenas se têm os dados dos pedidos de licenciamento junto da APA. A base de dados da APA disponibiliza alguns dados, mas, fundamentalmente, correspondem a dados que apenas têm interesse para licenciamento e cálculo das taxas de Recursos Hídricos desta instituição, nomeadamente as potências das bombas (em CV), os volumes mensais/anuais solicitados para captar e, a finalidade ou usos que se pretende dar à água.

Os dados que têm interesse para caracterizar hidrogeologicamente os aquíferos, como são: o caudal instantâneo, os parâmetros hidráulicos (permeabilidade, transmissividade, caudal específico, coeficiente de armazenamento), os níveis hidrodinâmicos (NHD) e hidroestático (NHE), a posição dos ralos, a litologia etc., não constam da base de dados. Apenas há alguns dados (poucos) com o posicionamento dos ralos e, em grande maioria, apenas se menciona a profundidade dos furos.

8.2 – Dados hidrogeológicos disponíveis

A figura 30 mostra a projecção dos dados brutos disponíveis de pontos de água com interesse para o presente estudo obtidos a partir de APA (2024).

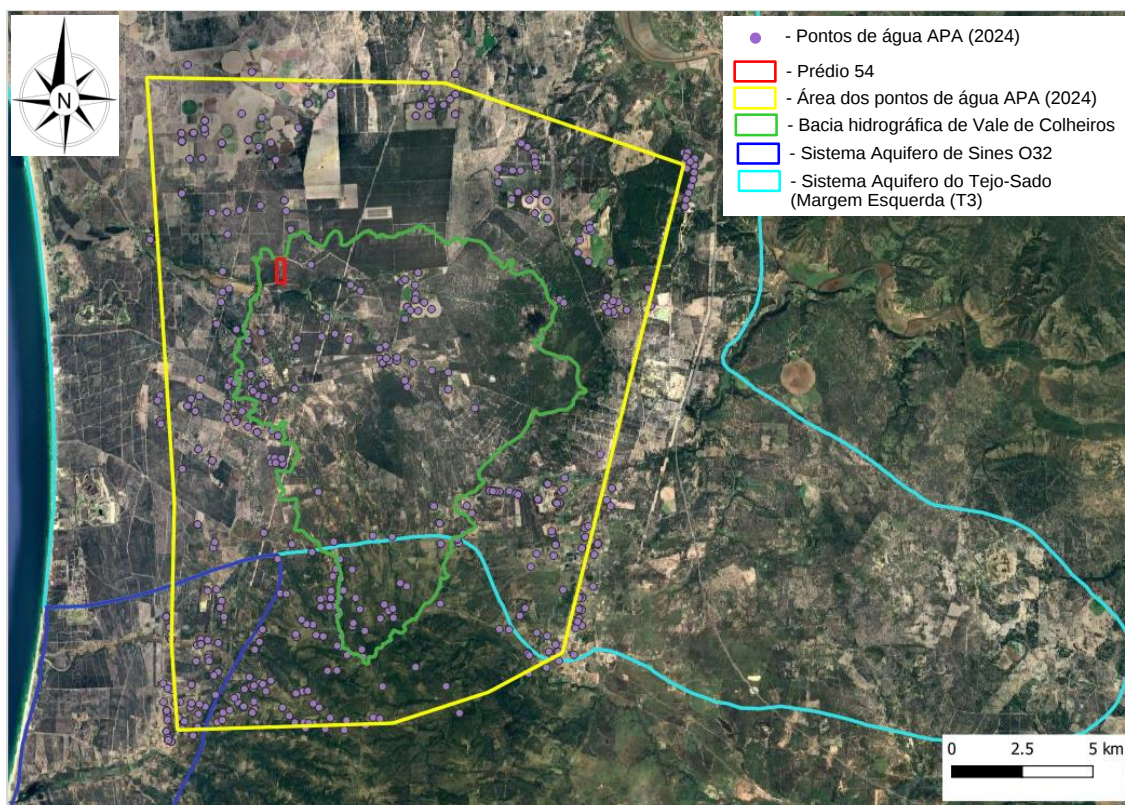


Figura 30 – Projecção dos pontos de água brutos de APA (2024).

Não obstante os dados brutos da APA (2024) carecem de um acerto, uma vez que a área da sua projecção inclui também o Aquífero de Sines (O32) e as litologias do Maciço Antigo (a sul) que não interessam para o presente estudo.

Desta base de dados bruta constam 588 pontos de água dos quais 46 são poços, 4 são poços horizontais e 538 são furos verticais.

Assim para o presente estudo apenas importam os pontos de água do tipo furo vertical ou poço que existem dentro da Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda) e, designadamente aqueles que existem num *buffer* (linha amarela da figura 30) à volta da Bacia Hidrográfica do Açude de Vale de Coelheiros (linha verde da figura 30). Com esta propositura foram então seleccionados apenas os pontos de água que captassem o Sistema Aquífero do Tejo-Sado-Margem Esquerda (T3). Note-se que aqui não estão contemplados eventuais furos ilegais que possam ocorrer na zona.

A figura 31 mostra a projecção somente dos pontos de água a considerar para a avaliação cálculos deste estudo.

Considerando apenas os furos da base de dados da APA (2024) apenas existem 387 pontos de água dos quais 38 são poços, 4 são poços horizontais e 355 são furos verticais.

8.3 – Análise de consumos e recarga

Para compreender o estado de uso, ou o *stress* de captação, a que os aquíferos multicamada do SABTS-ME (T3) têm estado sujeitos na zona de estudo alargada há que procurar quantificar as extracções e a recarga numa dada área.

Importa notar que esta análise deve ser alargada e não afecta somente à área da BH do Açude de Vale de Coelheiros, isto porque a bacia hidrográfica do Açude de Vale de Coelheiros é muito menor do que a bacia hidrogeológica do SABTS-ME nesta parte específica do aquífero. Ou seja os furos de captação que estão fora da BH do Açude de Vale de Coelheiros influem directamente sobre os níveis piezométricos dos furos, ou outras captações, que estão dentro da BH do Açude de Vale de Coelheiros.

Assim, dentro desta zona alargada de estudo foram descortinadas 387 captações de água subterrânea. Destes apenas 321 têm o volume máximo anual registado no título ou autorização de captação sendo que totaliza um volume de 15.292.895 m³/ano, ou seja 15,3 hm³/ano. Os outros 34 pontos de água estão válidos mas não têm dados volumétricos de extracção anual.

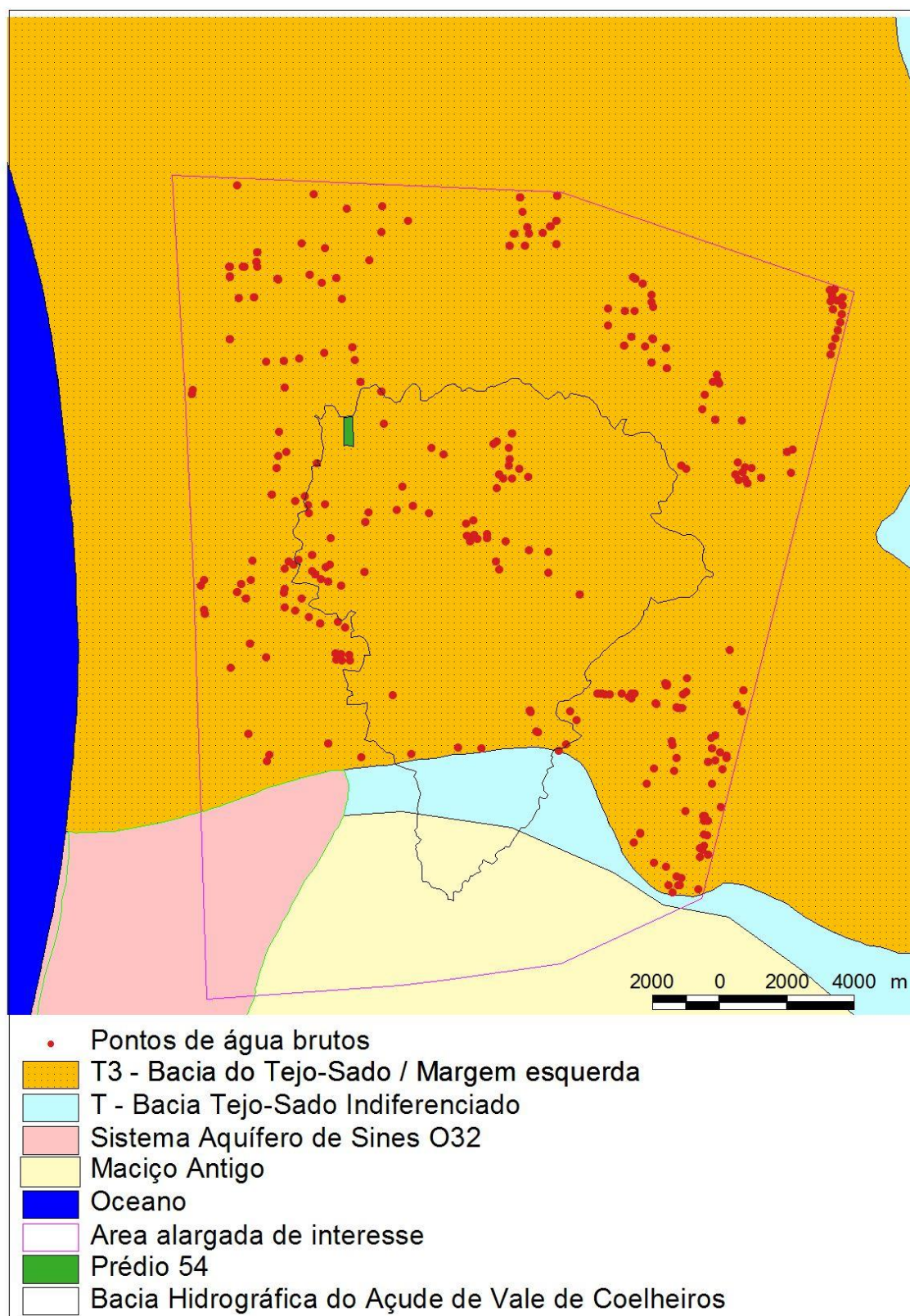


Figura 31 – Projeção dos pontos de água brutos de APA (2024) somente dentro do Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda).

Quanto ao uso e considerando as captações que têm informação, praticamente 85% das captações são para rega e 15% para consumo humano (58 captações).

Afigura-se com estranho existirem apenas 58 captações legalizadas para consumo humano nesta zona definida como zona de estudo alargada, dentro deste sector do SABTS-ME, que tem cerca de 31.507 ha. Isto porque a pressão turística e de ocupação humana é enorme. Das 387 captações, 325 tem como função a rega. De notar que há muitas captações que têm uso misto: (rega + consumo humano) ou (rega + actividades recreativas) etc.

Anteriormente já se tinha calculado que para um valor médio de dotação de 8.000 m³/ha/ano para 8 projectos agrícolas desta zona teria que se contar com cerca de 25 hm³/ano. Contudo nos registos da APA apenas está quantificado um pouco mais de metade. Ou seja, há uma grande subestimação dos dados de extracção com base na informação da base de dados de APA (2024). Tal situação configura ou existência de grande número de furos ilegais, ou a captação de água acima do que é permitido, onde a rega é o principal consumidor.

Tendo em conta a natureza francamente arenosa do solo parece razoável considerar a taxa de infiltração estimada por Almeida et al., (2000) de 25% da Precipitação Média Anual (PMA), o que conduz a recargas da ordem de 150 mm a essa data.

Considerando a tabela 5 a PMA do ano médio é de 629,1 mm/ano o que aplicando a taxa de 25% resulta em 157 L/m²/ano. Contudo considerando a PMA do ano seco, que corresponde à situação que estamos a viver actualmente, o valor PMA é de 441,2 mm/ano, ou seja, corresponde a 110 L/m²/ano (0,11 m³/m²/ano).

Assim para realizar o cálculo dos Recursos Renováveis Anuais (RRA) de uma dada área, tendo em conta a situação da tipologia de ano que estamos a viver actualmente (ano seco), o volume a considerar, dentro da zona de estudo alargada dentro deste sector do SABTS-ME (T3), é:

- $RRA = [\text{Área da Zona Alargada do SABTS-ME} \times (0,25 \times \text{PMA ano seco})]$
- $RRA = [315.073.863 \text{ m}^2 \times (0,25 \times 441,2 \text{ mm/ano})]$
- $RRA = [315.073.863 \text{ m}^2 \times 0,11 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{ano}]$
- $RRA = 34.658.125 \text{ m}^3 \text{ ou } 34,6 \text{ hm}^3$

Assim os Recursos Renováveis Anuais (RRA) da zona de estudo alargada dentro do SABTS-ME são da ordem dos 34,6 hm³.

Não obstante o Ministério do Ambiente criou a figura designada por Recursos Hídricos Subterrâneos Disponíveis (RHSD) que corresponde à seguinte equação:

- $RHSD = 0,8 \times RRA$

Assim para a situação em estudo o valor de RHSD é de $0,8 \times 34,6 \text{ hm}^3 = 27,68 \text{ hm}^3$.

Considerando o volume de consumo dos 8 projectos agrícolas que existem na envolvente com um consumo estimado de $25 \text{ hm}^3/\text{ano}$ (atenção que não se conta com outros projectos agrícolas mais pequenos, como a componente turística, como a indústria, como o consumo humano público e privado etc.), verifica-se uma diferença de $2,68 \text{ hm}^3/\text{ano}$ ($27,68 \text{ hm}^3/\text{ano} - 25 \text{ hm}^3/\text{ano}$). Nestas condições está-se no limiar da sobreexploração, ou este já foi mesmo ultrapassado, neste sector do SABTS-ME (T3).

Por outro lado, se considerarmos os consumos listados na base de dados da APA (2024) cujo volume para a zona de estudo alargada dentro do SABTS-ME (T3) era de $15,3 \text{ hm}^3/\text{ano}$. De modo frontal considera-se que inequivocamente este valor está completamente subestimado. Atendendo ao profundo conhecimento que temos desta zona somos em crer que o volume de extracção actual deve ser do dobro do quantificado pela base de dados da APA, ou seja cerca de $30 \text{ hm}^3/\text{ano}$.

Realisticamente o RHSD deve ser inferior às extracções subterrâneas. Contudo se tal situação não ocorrer produz uma série de consequências que se traduzem efectivamente no terreno, destas destacamos duas, a saber:

- Descida generalizada dos níveis piezométricos regionais (no subcapítulo seguinte far-se-á uma análise da evolução piezométrica);
- Desaparecimento de massas de água superficial (no capítulo 7 está vertida a evidência do desaparecimento da água da albufeira do Açude de Vale de Coelheiros). Um dos exemplos clássicos é o desaparecimento do Mar de Aral, cujas causas são em muito semelhantes às que ocorrem na questão do açude de Vale de Coelheiros – sobreexploração de aquíferos e redução da precipitação/volume de recarga (anos secos).

8.4 – Evolução piezométrica

Nas zonas onde os recursos hídricos subterrâneos são densamente explorados, a melhor estratégia para compreender os impactes que essa exploração tem no sistema aquífero, e na gestão dos seus volumes, é analisar a evolução piezométrica com recurso a dados registados ao longo de vários anos em piezómetros construídos para o efeito.

Assim, na zona de estudo alargada dentro do SABTS-ME (T3) existe apenas um piezómetro, contudo nas suas imediações existem mais 3.

A figura 32 mostra a projecção dos 4 únicos piezómetros que existem neste sector do SABTS-ME (T3), administrados pela APA e cujos dados estão disponíveis em SNIRH (2024). As suas referências são:

- 484/8 - Carvalhal
- 476/21 – Herdade de Cachopos
- 476/20 - Mata de Valverde
- 476/257 - Alcácer do Sal

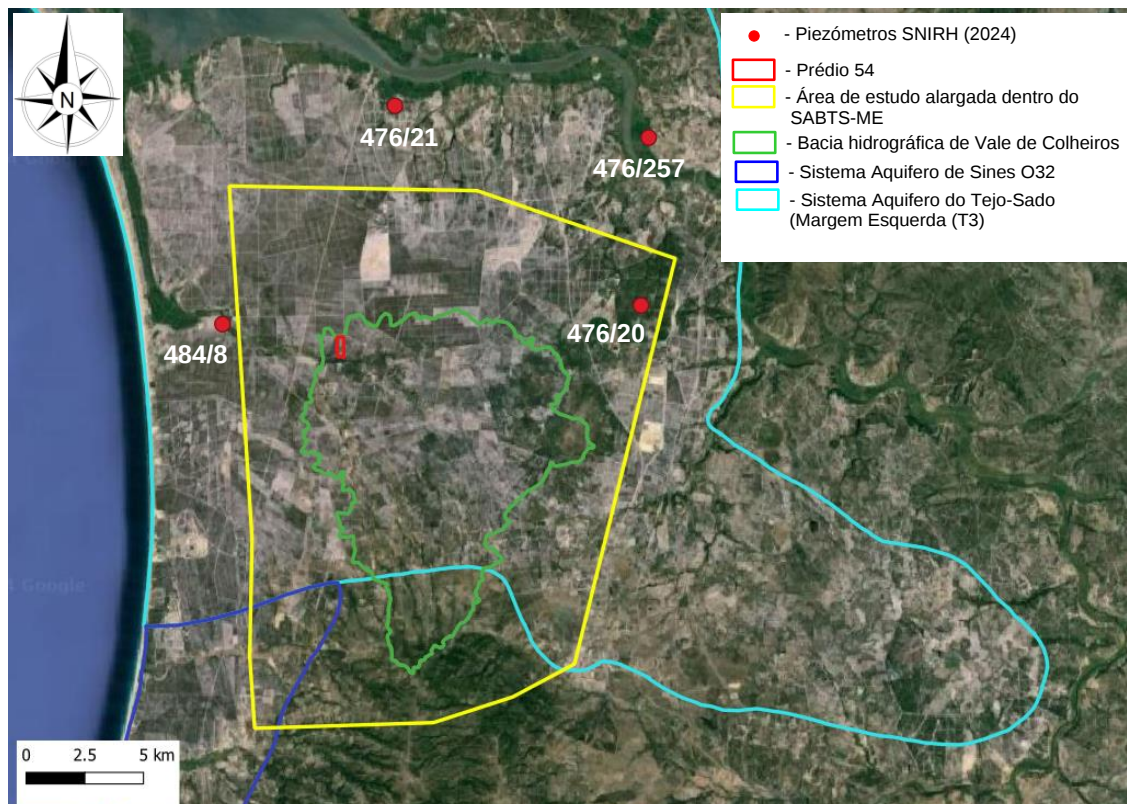


Figura 32 – Projecção dos 4 piezómetros de SNIRH (2024) existentes na parte S do Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda).

Relativamente ao piezómetro 484/8 – Carvalho este corresponde a um furo vertical designado por RA5. Seguem-se alguns dados característicos:

- Coordenadas EPSG 20790: M = 146796; P = 149281;
- Cota 20 m;
- Ralos dos 64,1 aos 91 m;
- Revestimento em PVC de 140 mm;
- Perfuração total de 150 m;
- Revestimento 100 m;
- Caudal Q = 15 L/s.

A figura 33 mostra o corte furo do piezómetro 484/8 - Carvalho sendo que este estrutura-se em litologias de génese sedimentar designadamente areia, argila e grés.

Por sua vez a figura 34 mostra a evolução piezométrica desde Outubro de 2005 até Junho de 2024.



Figura 33 – Corte furo do piezómetro 484/9 - Carvalho.

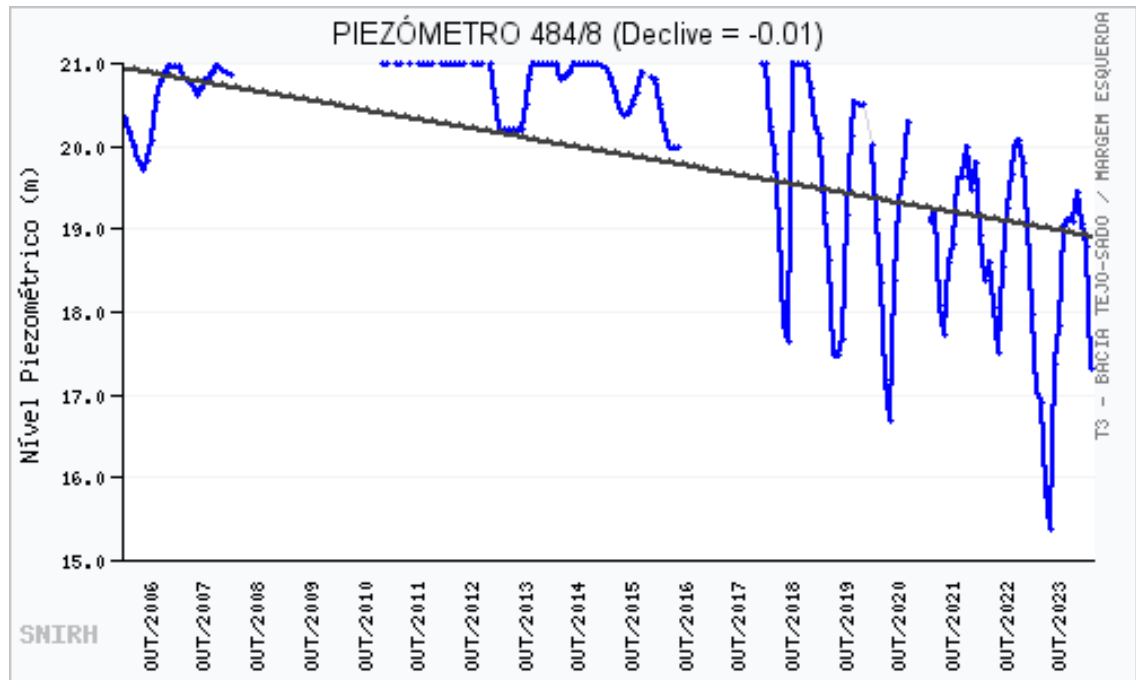


Figura 34 – Dados da evolução piezométrica do piezómetro 484/9 - Carvalhal entre OUT/2005 até JUN/2024.

Da análise da figura 34 verifica-se uma clara tendência de perda de nível piezométrico. Ocorrem as habituais flutuações intra-anuais com amplitudes superiores a 4 m a partir do ano de 2017. Antes de 2017 as amplitudes intra-anuais eram inferiores a 1 m. Este comportamento indica que a partir de 2017 este piezómetro começa a registar uma forte influência de captação de água subterrânea, sendo que a recarga nunca conseguiu repor o nível inicial de cada ano. De notar que o piezómetro 484/9 - Carvalhal está localizado a pouco mais e 3 km do litoral marinho, ou seja encontra-se nas proximidades da descarga do SABTS-ME (T3) neste sector do sistema, assim sendo este reproduz eficazmente todos os efeitos hidráulicos que ocorrem a montante do mesmo. A recta de tendência da figura 34 mostra uma variação de – 2 m ao longo de 18 anos. O ano de 2022-2023 foi aquele que mais rebaixamento evidenciou neste piezómetro.

A figura 35 mostra um gráfico extremamente interessante que projecta nas colunas a média mensal da piezometria entre Outubro de 2005 e Outubro de 2023, enquanto a linha azul mostra a média mensal de um determinado ano específico, permitindo comparar a média de, neste caso de 18 anos, com os valores médios mensais de um ano específico, que no caso em apreço corresponde a 2014-2015.

Assim verifica-se que no ano de 2014-2015 a média mensal da piezometria era superior à média mensal de 18 anos de medições, ou seja, o aquífero apresentava valores piezométricos altos o que indicava uma boa condição hidráulica.

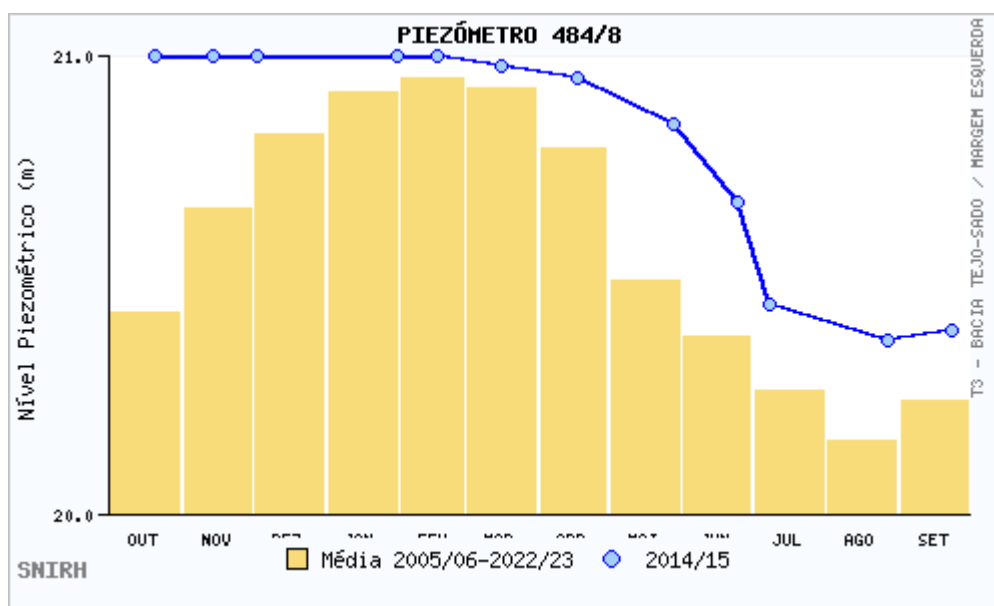


Figura 35 – Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2014-2015 no piezômetro 484/9 - Carvalhal.

Por sua vez observando a mesma tipologia de gráfico, mas para o ano de 2015-2016 (figura 36) observa-se que a partir de Janeiro de 2016 os valores médios mensais ficaram inferiores à média dos últimos 18 anos, ou seja o piezômetro começou a reflectir um efectivo *stress* hidráulico que não era compensado pela recarga, de tal maneira que esta situação ocorreu igualmente todos os anos até Outubro de 2023.

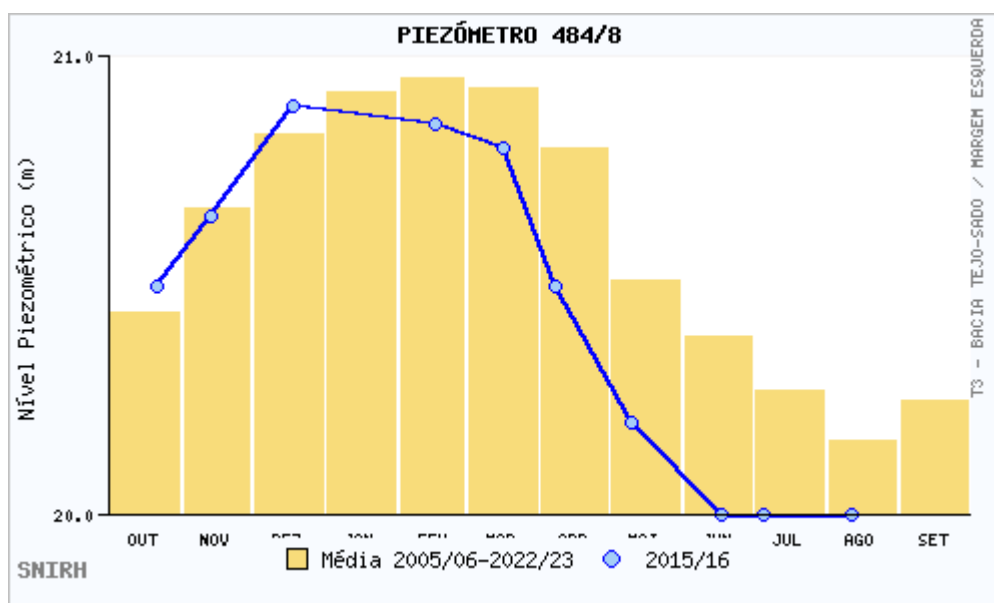


Figura 36 – Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2015-2016 no piezômetro 484/9 - Carvalhal.

Em termos da variação da amplitude das médias do nível piezométrico até ao ano 2016-2017, essa variação era de cerca de 1 m (entre NP = 21 m e NP = 20 m), contudo a partir de 2016-2017 a amplitude das médias mensais passa para 4 m (entre NP = 21 m e NP = 17 m). Esta situação mostra claramente que a partir do ano de 2017 há uma acentuada extracção de água subterrâneas nesta zona.

Por fim a figura 37 que mostra a relação entre as médias mensais entre 2005-2006 e a média mensal do ano 2023-2024 (o último disponível em SNIRH (2024), ou seja, da presente data. A partir deste piezómetro observa-se claramente que as médias mensais pouco ultrapassam o NP = 19 m, existindo assim já uma perda de 2 m desde 2005. Aqui observa-se claramente que as médias mensais do ano hidrológico corrente (2023-2024) estão claramente em perda hidráulica.

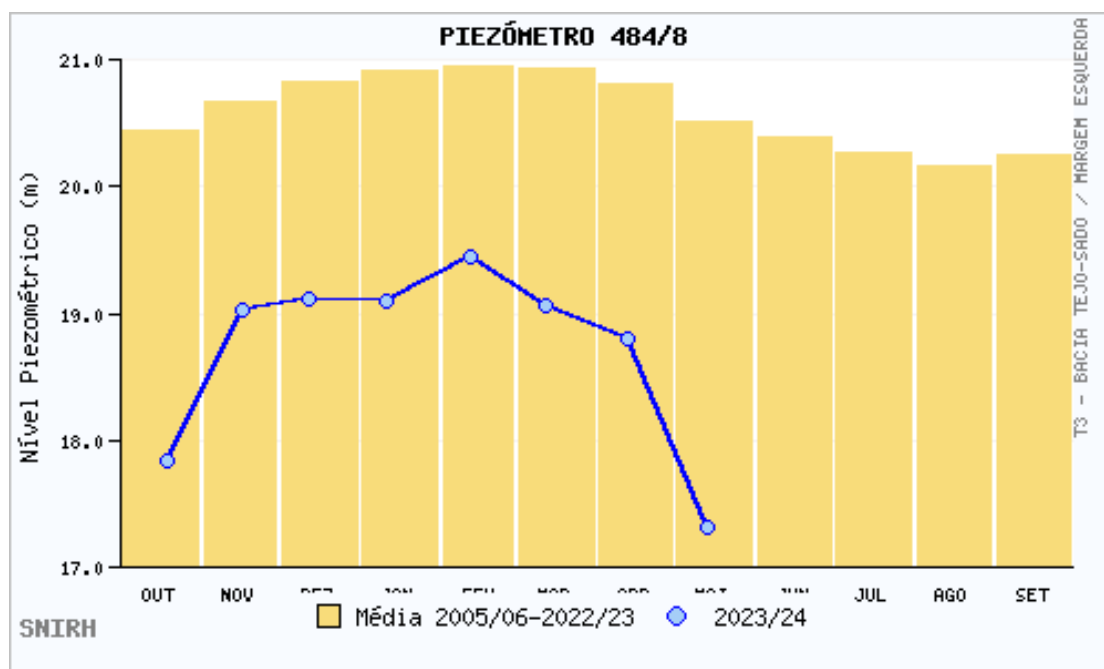


Figura 37 – Relação entre as médias mensais entre 2005-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 484/9 Carvalhal.

Relativamente ao piezómetro 476/21 – Herdade de Cachopos este corresponde a um furo vertical designado por RA4. Seguem-se alguns dados característicos:

- Coordenadas EPSG 20790: M = 154145; P = 158578;
- Cota 10 m;
- Ralos dos 73,8 aos 141,6 m;

- Revestimento em PVC de 140 mm, com isolamento a aço;
- Perfuração total de 150 m;
- Revestimento 147,5 m;
- Caudal $Q = 5 \text{ L/s}$.

A figura 38 apresenta o corte furo do piezómetro 476/21 - Herdade de Cachopos sendo que este estrutura-se em litologias tipicamente de génese sedimentar, designadamente: areia, argila e grés. Por sua vez a figura 39 mostra a evolução piezométrica desde Outubro de 2003 até Junho de 2024.

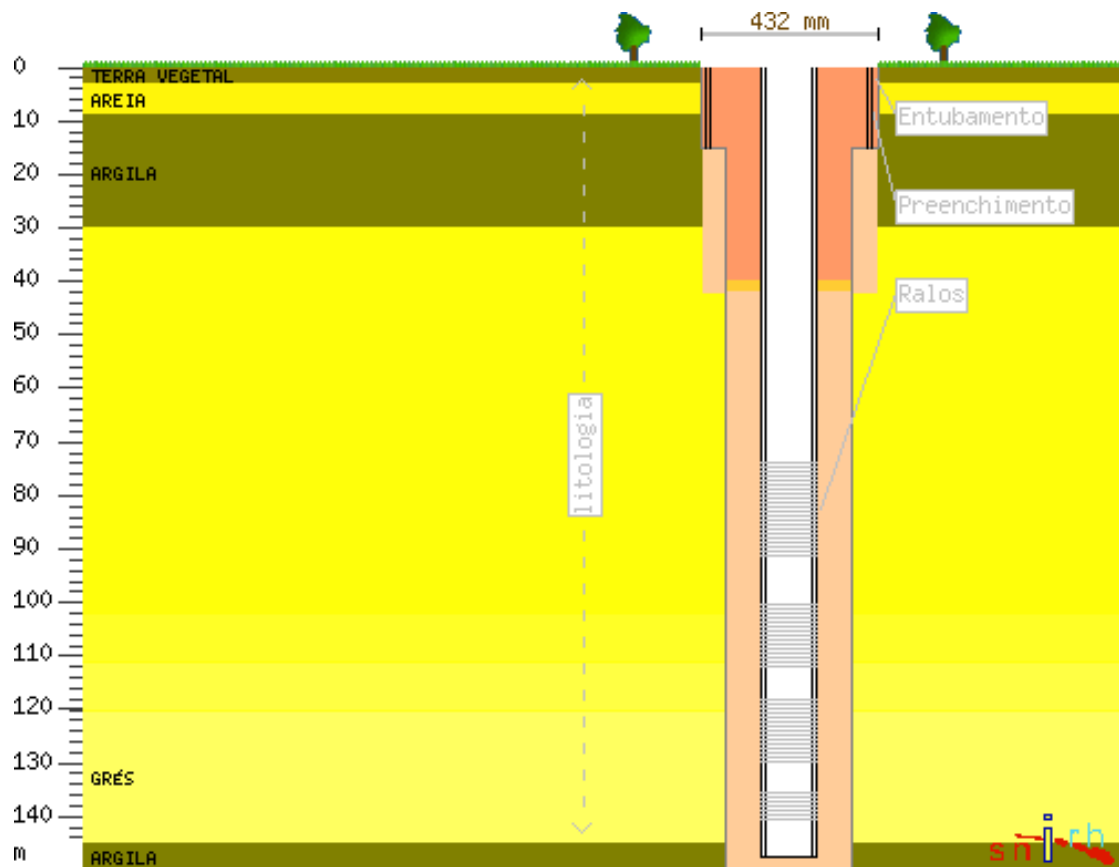


Figura 38 – Corte furo do piezómetro 476/21 - Herdade de Cachopos.

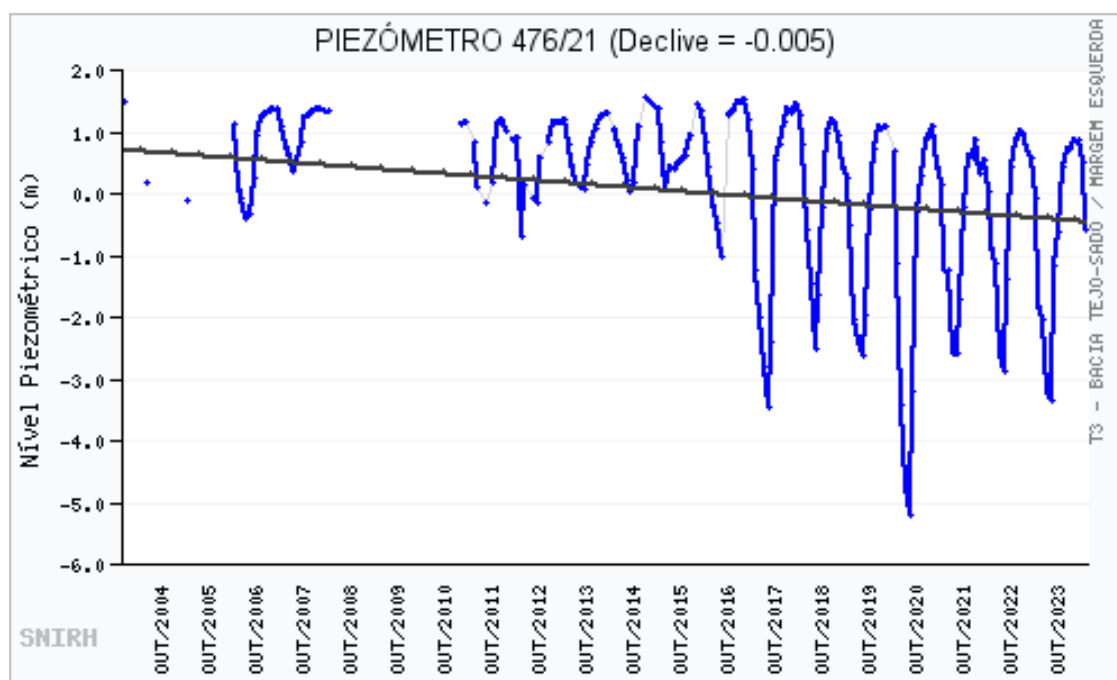


Figura 39 – Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/21 - Herdade de Cachopos entre OUT/2003 até JUN/2024.

Da análise da figura 39 verifica-se uma clara tendência de perda de nível. Ocorrem as habituais flutuações intra-anuais com amplitude máxima superior a 6 m a partir do ano de 2016-17. Antes de 2017 as amplitudes intra-anuais eram ligeiramente superiores a 1 m. Este comportamento indica que a partir de 2016/17 este piezómetro começa a registar uma forte influência da captação de água subterrânea, sendo que a recarga nunca conseguiu repor o nível inicial de cada ano.

De notar que o piezómetro 476/21 - Herdade de Cachopos está localizado a N perto do Rio Sado, ou seja, encontra-se nas proximidades da descarga NW do SABTS-ME (T3) neste sector do sistema, assim sendo este reproduz eficazmente todos os efeitos hidráulicos que ocorrem a montante do mesmo. A recta de tendência da figura 39 mostra uma variação de – 1 m ao longo de 20 anos. O ano de 2019-2020 foi aquele que mais rebaixamento evidenciou neste piezómetro.

A figura 40 mostra o gráfico que apresenta a relação entre a média mensal da piezometria entre Outubro de 2003 e Outubro de 2023, e a média mensal de um determinado ano específico, permitindo comparar a média de, neste caso de 20 anos, que no caso em apreço corresponde a 2014-2015. Assim verifica-se que no ano de 2014-2015 a média mensal da piezometria era superior à média mensal de 20 anos de medições, ou seja, o aquífero apresentava valores piezométricos altos o que indicava uma boa condição hidráulica.

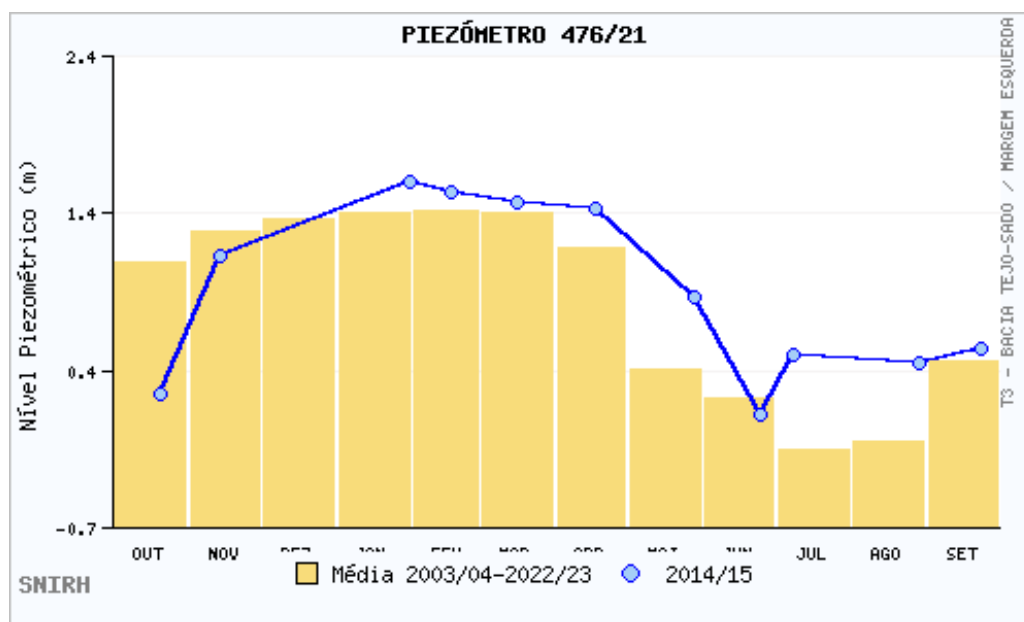


Figura 40 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2014-2015 no piezômetro 476/21 - Herdade de Cachopos.

Por sua vez observando a mesma tipologia de gráfico, mas para o ano de 2015-2016 (figura 41) observa-se que a partir de Abril de 2016 os valores médios mensais ficaram inferiores à média dos últimos 20 anos, ou seja o piezômetro começou a reflectir a partir daqui um *stress* hidráulico que não era compensado pela recarga, de tal maneira que esta situação ocorreu igualmente todos os anos até Outubro de 2023.

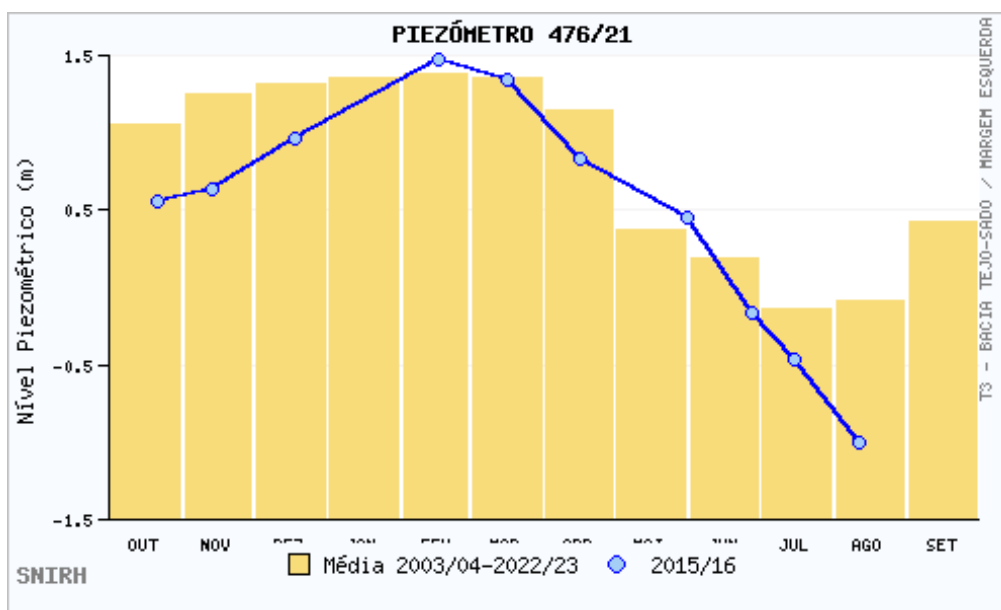


Figura 41 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2015-2016 no piezômetro 476/21 - Herdade de Cachopos.

Em termos da variação da amplitude das médias do nível piezométrico até ao ano 2015-2016 essa variação era um pouco mais de 1 m (entre NP = 1,5 m e NP = 0,3 m), contudo a partir de 2016-2017 a amplitude das médias mensais passa para 6 m (entre NP = 1,7 m e NP = - 4,3 m). Esta situação mostra claramente que a partir do ano de 2017 há um acentuar da extracção de águas subterrâneas nesta zona.

Já a figura 42 mostra a relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 (o último disponível em SNIRH (2024)). A partir deste piezómetro observa-se claramente que as médias mensais pouco ultrapassam o NP = 0,9 m, existindo assim já uma perda de 0,5 m desde 2003. Aqui observa-se claramente que as médias mensais do ano hidrológico corrente (2023-2024) estão claramente em perda hidráulica.

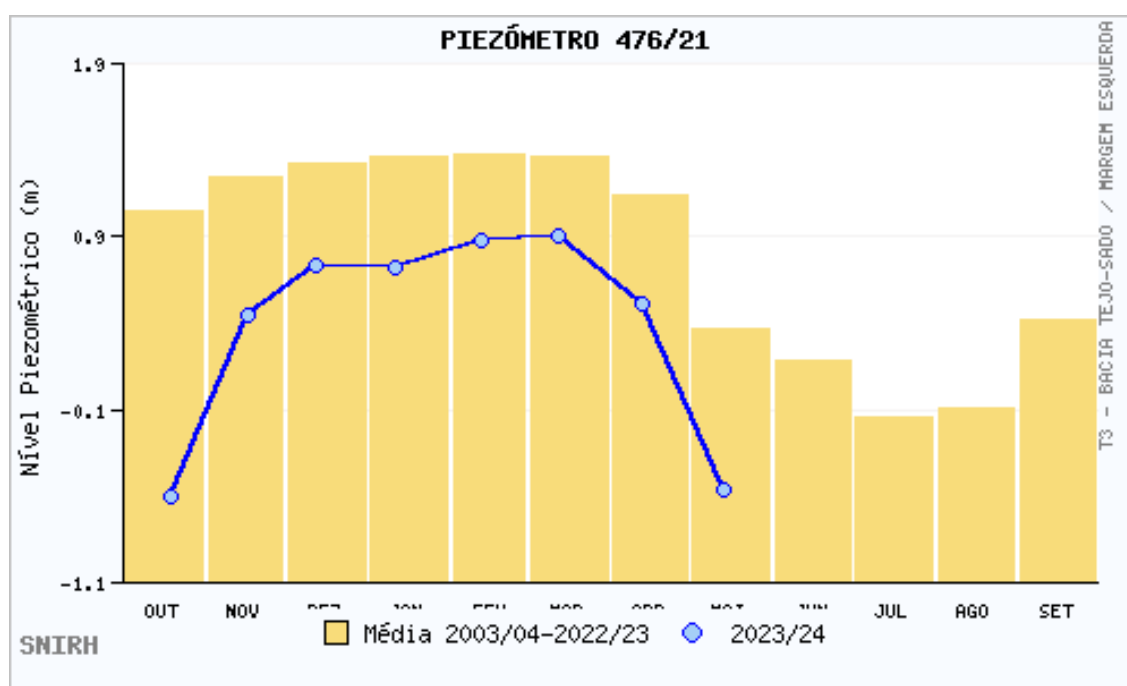


Figura 42 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 476/21 - Herdade de Cachopos.

Quanto ao piezómetro 476/20 – Mata de Valverde este corresponde a um furo vertical designado por RA3 Seguem-se alguns dados característicos:

- Coordenadas EPSG 20790: M = 164631; P = 150 079;
- Cota 94 m;
- Ralos dos 51,1 aos 85,6 m;

- Revestimento em PVC de 140 mm, com isolamento a aço;
- Perfuração total de 150 m;
- Revestimento 114 m;
- Caudal $Q = 1,25 \text{ L/s}$.

A figura 43 apresenta o corte furo do piezómetro 476/20 - Mata de Valverde sendo que este estrutura-se em litologias tipicamente de génese sedimentar, designadamente: areia, argila e grés.

Por sua vez a figura 44 mostra a evolução piezométrica desde Outubro de 2003 até Junho de 2024.

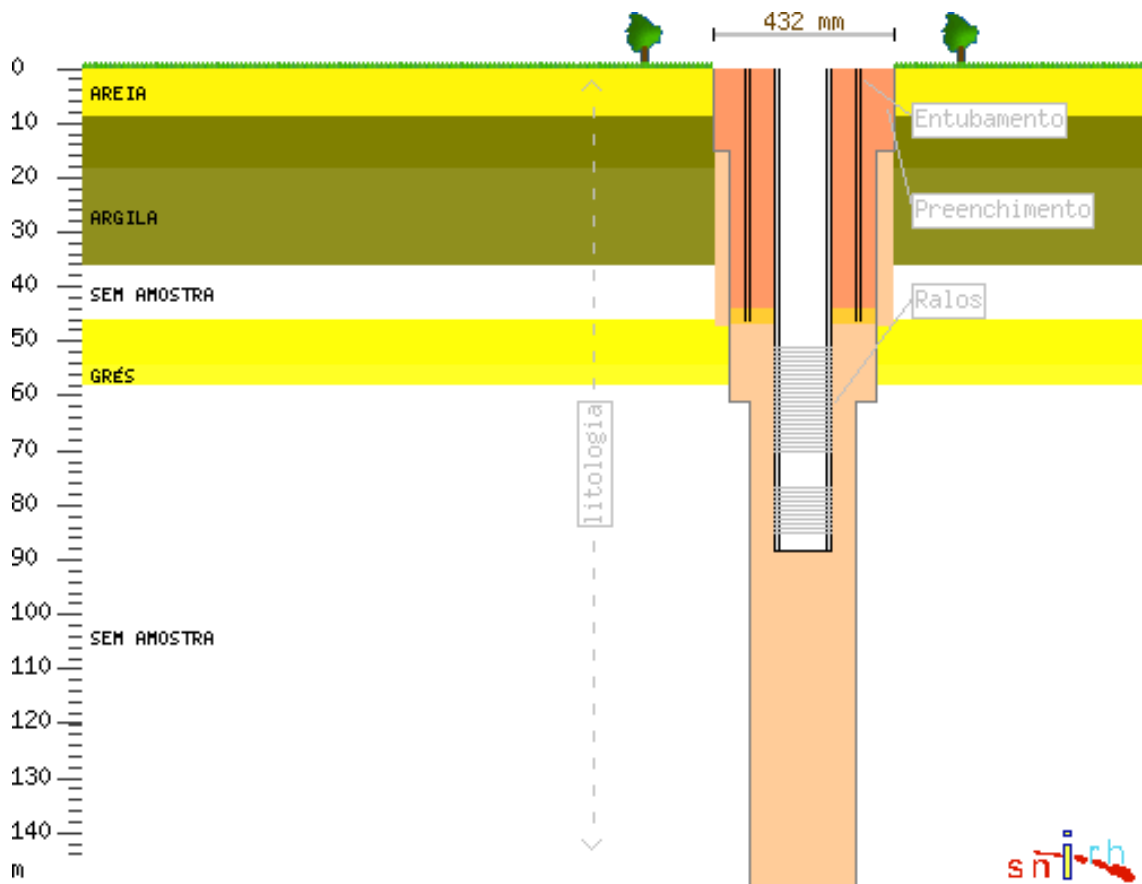


Figura 43 – Corte furo do piezómetro 476/20 - Mata de Valverde.

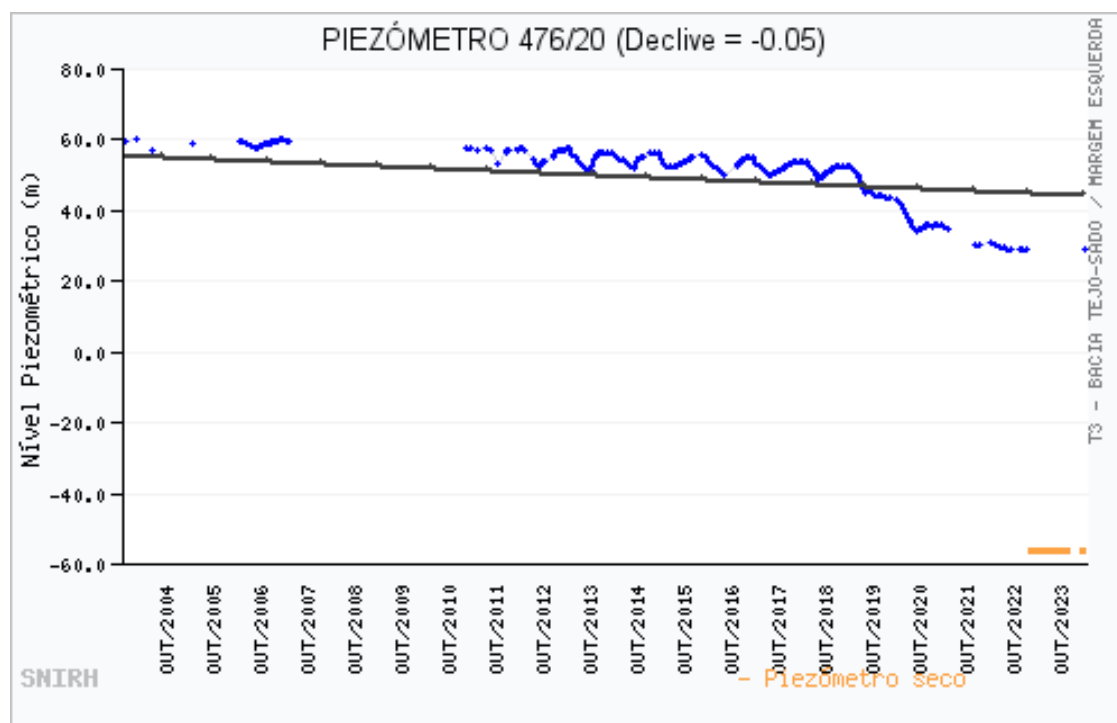


Figura 44 – Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/20 - Mata de Valverde entre OUT/2003 até JUN/2024.

Da análise da figura 44 verifica-se uma clara tendência de perda de nível, de tal maneira que no ano de 2022-2023 o piezómetro fica seco. De notar que este piezómetro esteve vários anos sem leituras, só a partir de 2011 é que começa a ter registos contínuos.

Assim a partir de 2011 ocorrem as habituais flutuações intra-anuais com amplitude máxima superior de 6 m. Contudo a partir de 2019 ocorre uma quebra significativa dos níveis, na ordem dos 20 m sem qualquer evidência de recuperação. Este comportamento indica que a partir de 2018/19 este piezómetro começa a registar uma forte influência de captação de água subterrânea, sendo que a recarga nunca conseguiu repor o nível inicial de cada ano. No ano de 2022-2023 o nível atinge os 30 m e fica sem água.

Importa notar que o piezómetro 476/20 - Mata de Valverde está localizado a cerca de 4 km para E da bordadura do SABTS-ME (T3), ou seja, está nas proximidades da zona de recarga deste sector do sistema aquífero. Assim sendo este piezómetro reproduz eficazmente todos os efeitos hidráulicos que ocorrem a montante do mesmo, bem como os efeitos provocados pelas extracções de água subterrânea a jusante. A recta de tendência da figura 44 mostra uma variação de – 10 m ao longo de 20 anos.

A figura 45 mostra o gráfico que apresenta a relação entre a média mensal da piezometria entre Outubro de 2003 e Outubro de 2023, e a média mensal de um determinado ano específico,

permitindo comparar a média de, neste caso de 20 anos, que no caso em apreço corresponde a 2006-2007. Assim verifica-se que no ano de 2006-2007 a média mensal da piezometria era superior à média mensal de 20 anos de medições, ou seja, o aquífero apresentava valores piezométricos altos o que indicava uma boa condição hidráulica.

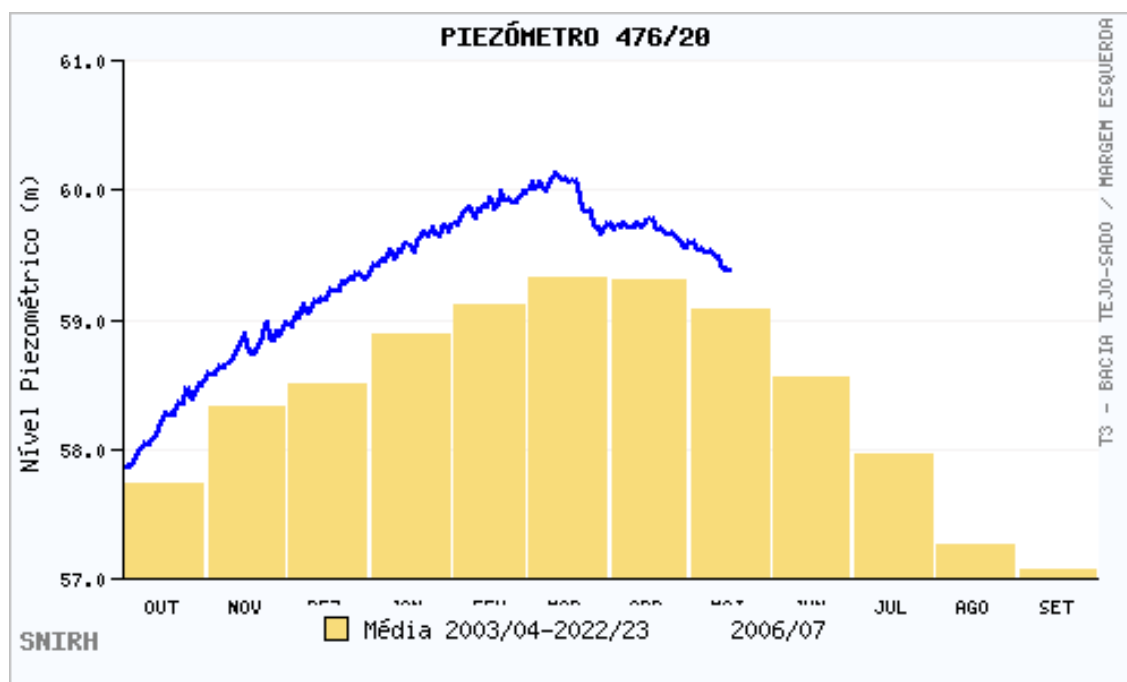


Figura 45 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2006-2007 no piezômetro 476/20 - Mata de Valverde.

Por sua vez observando a mesma tipologia de gráfico, mas para o ano de 2010-2011 (figura 46) observa-se que a partir de Fevereiro de 2011 os valores médios mensais ficaram inferiores à média dos últimos 20 anos, ou seja o piezômetro começou a reflectir um *stress* hidráulico que não era compensado pela recarga, de tal maneira que esta situação ocorreu igualmente todos os anos até Outubro de 2023 (ainda que a meio tenha tido ausência de medições).

Em termos da variação da amplitude das médias do nível piezométrico até ao ano 2005-2006 essa variação era um pouco mais de 2 m (entre NP = 57,5 m e NP = 59,7 m). A partir de 2013-2014 a amplitude passa para 5 m de variação. Em 2019-2020 passa para 10 m de variação (entre NP = 44 m e NP = 34 m). Trata-se de um efeito galopante de perda piezométrica ao longo do tempo.

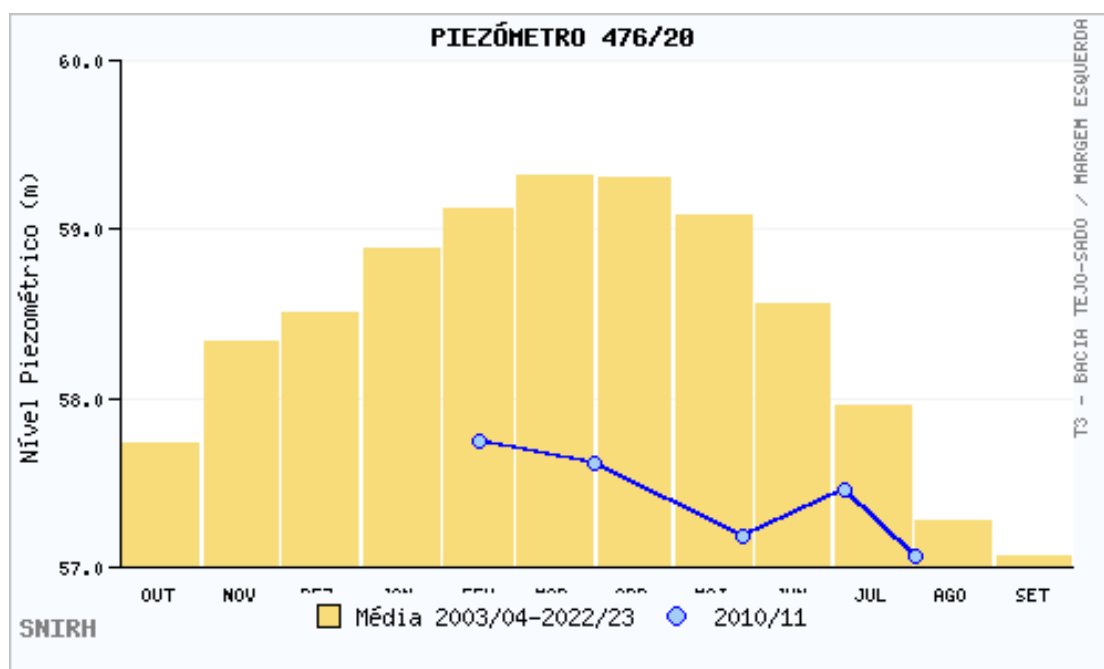


Figura 46 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2010-2011 no piezômetro 476/20 - Mata de Valverde.

Em Janeiro de 2023 o piezômetro fica seco até Fevereiro de 2024 (figura 47). Esta situação mostra claramente que a partir do ano de 2019 há uma acentuada extração de águas subterrâneas nesta zona.

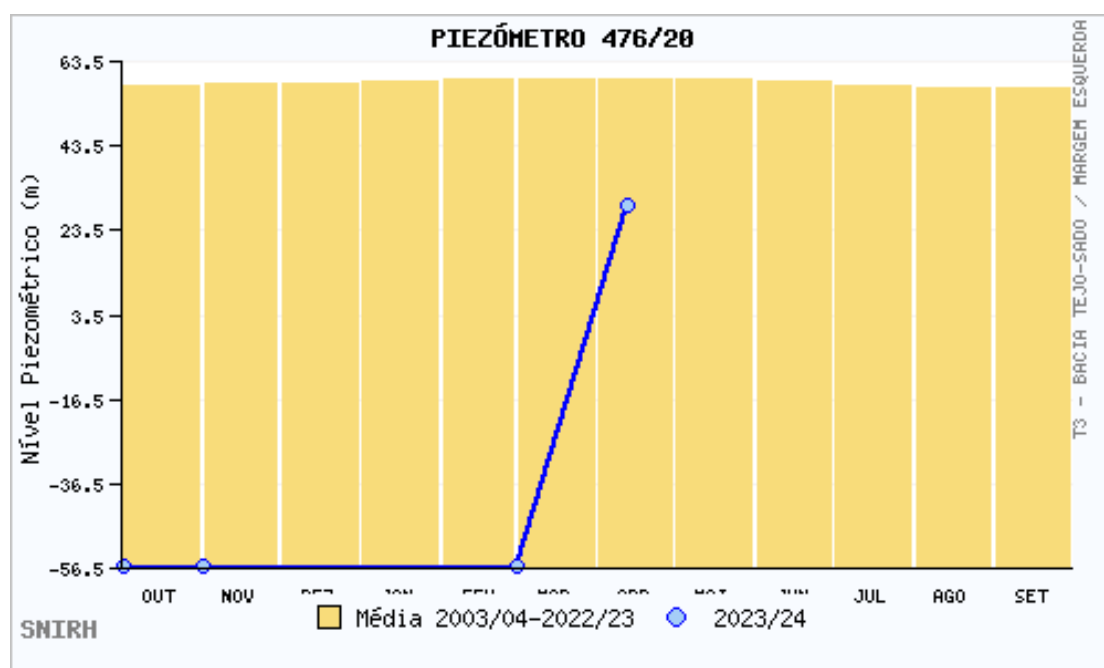


Figura 47 – Relação entre as médias mensais entre 2003-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezômetro 476/20 - Mata de Valverde.

No que respeita ao piezómetro 476/257 – Alcácer do Sal este corresponde a um furo vertical. Este piezómetro praticamente não tem dados característicos. Seguem-se apenas as coordenadas e cota:

- Coordenadas EPSG 20790: M = 164961; P = 157226;
- Cota 7,2 m.

A figura 48 mostra a evolução piezométrica desde Junho de 2017 até Junho de 2024. Trata-se de um piezómetro que tem apenas medições recentes. Da análise do mesmo verifica-se uma clara tendência de perda de nível. Ocorrem as habituais flutuações intra-anuais com amplitude máxima superior a 22 m no ano de 2022-23. Antes de 2022 as amplitudes intra-anuais eram ligeiramente superiores a 10 m. Este comportamento indica que desde que iniciou as medições em 2017 este piezómetro começa a registar uma forte influência de captação de água subterrânea, sendo que a recarga nunca conseguiu repor o nível inicial de cada ano. De notar que o piezómetro 476/257 - Alcácer do Sal está localizado a N perto do Rio Sado nas proximidades da bordadura do SABTS-ME (T3) com o Maciço Antigo, ou seja, encontra-se nas proximidades da recarga E do SABTS-ME (T3) neste sector do sistema, assim sendo este reproduz eficazmente todos os efeitos hidráulicos que ocorrem a jusante do mesmo. A recta de tendência da figura 48 mostra uma variação de – 7 m ao longo de 7 anos. O ano de 2022-2023 foi aquele que mais rebaixamento evidenciou neste piezómetro.

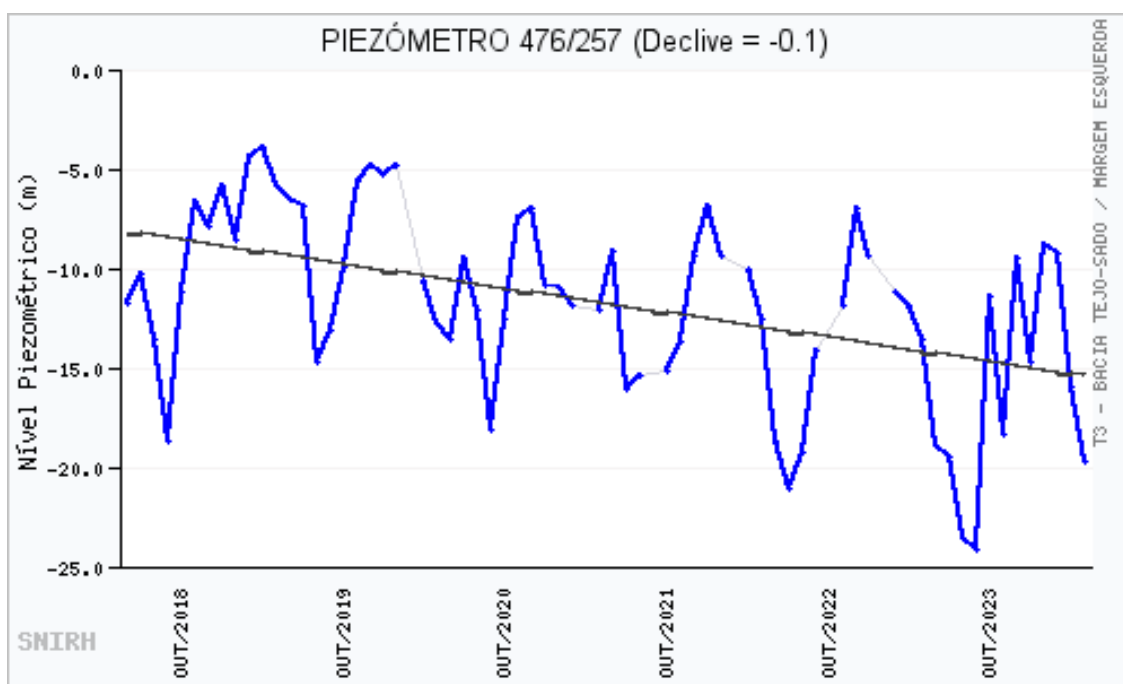


Figura 48 – Dados da evolução piezométrica do piezómetro 476/257 - Alcácer do Sal entre JUN/2017 até JUN/2024.

A figura 49 mostra o gráfico que apresenta a relação entre a média mensal da piezometria entre Outubro de 2017 e Outubro de 2024, e a média mensal de um determinado ano específico, permitindo comparar a média de, neste caso de 7 anos, que no caso em apreço corresponde a 2019-2020. Assim verifica-se que no ano de 2019-2020 a média mensal da piezometria era superior à média mensal de 7 anos de medições, ou seja, aparentemente o aquífero nesta zona apresentava valores piezométricos altos o que indicava aparentemente uma boa condição hidráulica.

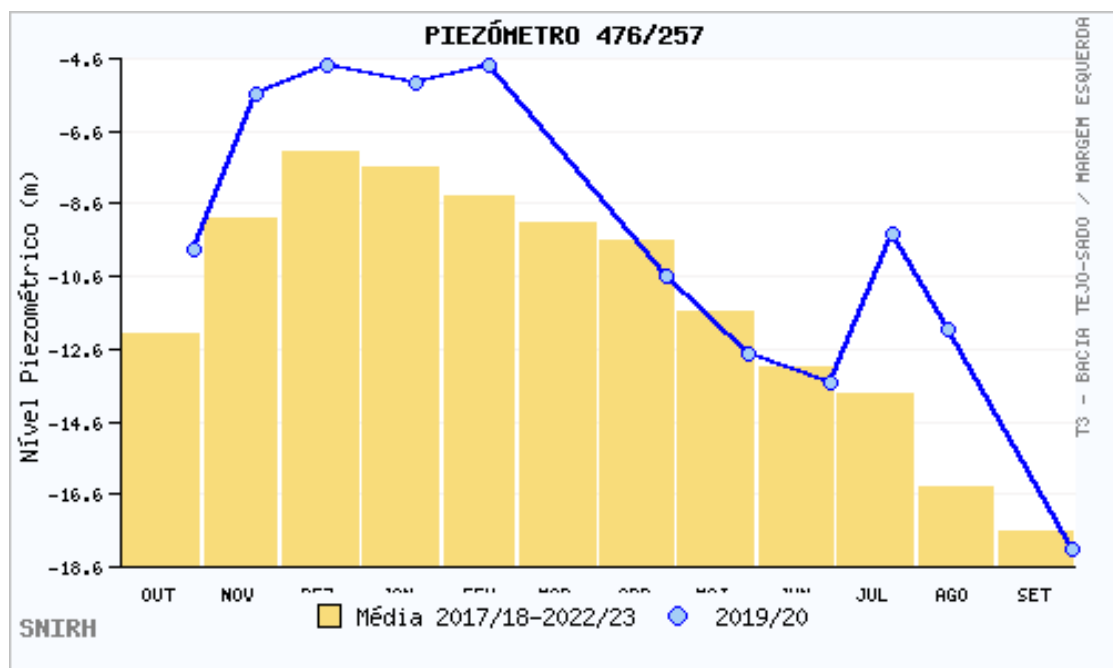


Figura 49 – Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2019-2020 no piezómetro 476/257 - Alcácer do Sal.

Por sua vez observando a mesma tipologia de gráfico, mas para o ano de 2020-2021 (figura 50) observa-se que a partir de Janeiro de 2021 os valores médios mensais ficaram inferiores à média dos últimos 7 anos, ou seja o piezómetro começou a reflectir um *stress* hidráulico que não era compensado pela recarga, de tal maneira que esta situação ocorreu igualmente todos os anos até Outubro de 2023 (pontualmente existe um mês ou outro que fica acima da média mensal).

Em termos da variação da amplitude das médias do nível piezométrico até ao ano 2020-2021 essa variação era um pouco mais de 6 m, contudo a partir de 2021-2022 a amplitude das médias mensais passa para 10 m. Esta situação mostra claramente que a partir do ano de 2021 há uma

acentuada extracção de água subterrâneas a afectar esta zona. Ou seja, desde que o piezómetro foi construído ou se começou a medir o facto é que os níveis piezométricos estiveram quase sempre em perda.

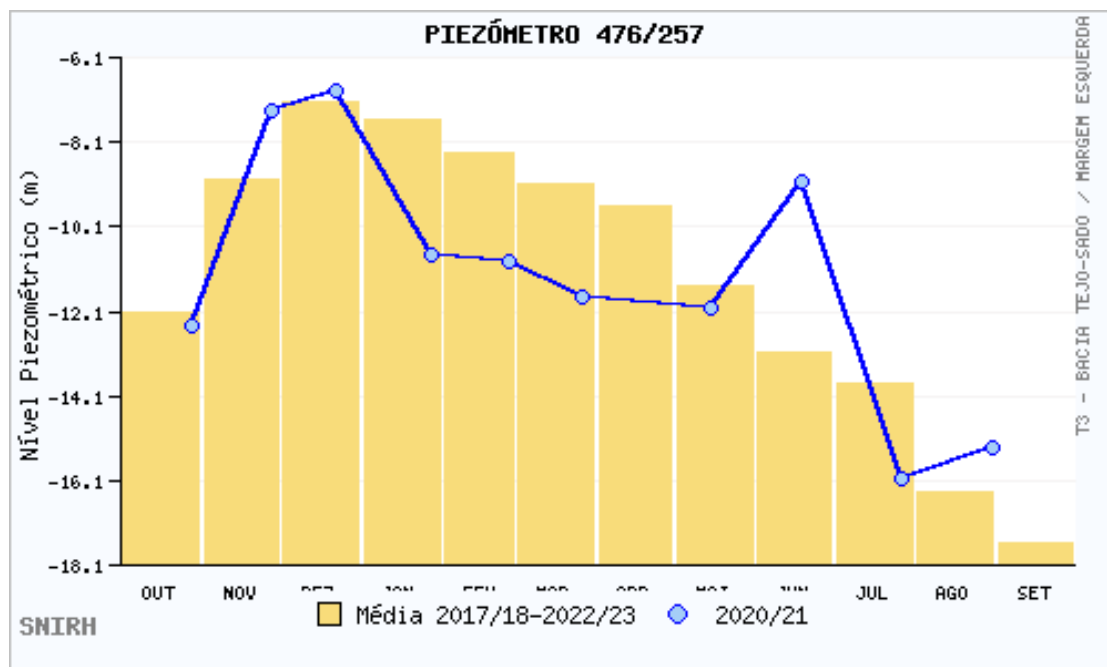


Figura 50 – Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2020-2021 no piezómetro 476/257 - Alcácer do Sal.

Por fim a figura 51 mostra a relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 (o último disponível em SNIRH (2024)). A partir deste piezómetro observa-se claramente que as médias mensais não ultrapassam o NP = - 8 m.

O mês de Abril de 2024 regista o valor mais baixo do presente ano. Aqui observa-se claramente que as médias mensais do ano hidrológico corrente (2023-2024) estão claramente em perda hidráulica.

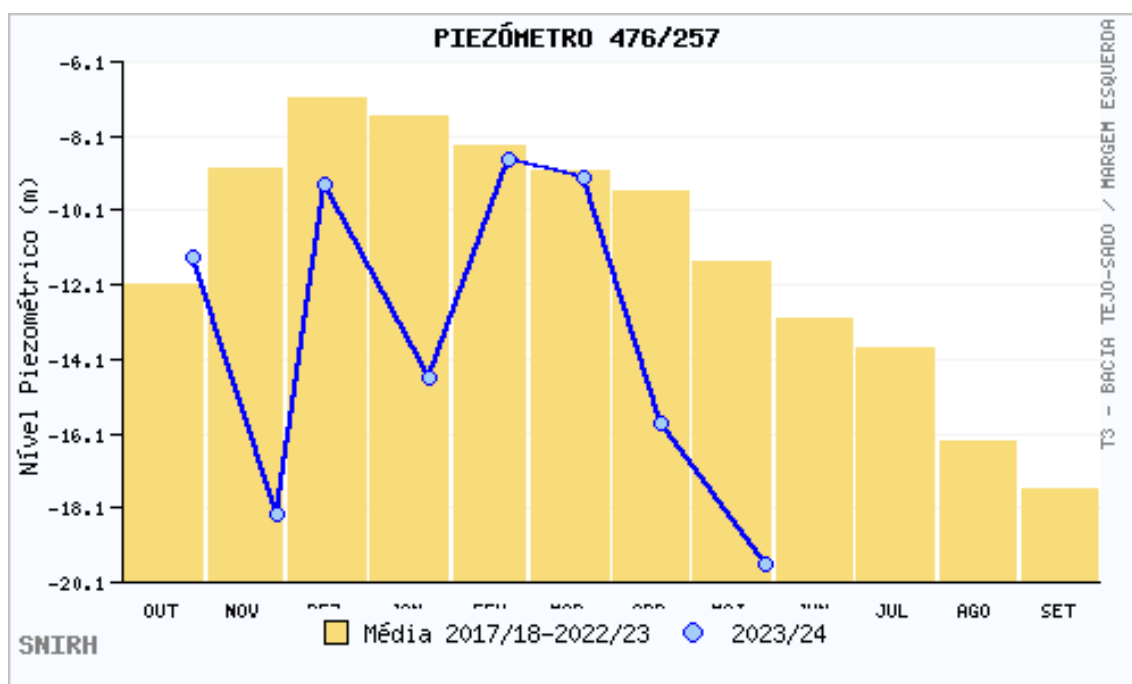


Figura 51 – Relação entre as médias mensais entre 2017-2023 e a média mensal do ano 2023-2024 no piezómetro 476/257 - Alcácer do Sal.

9 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A zona de estudo consubstanciada pelo Açude de Vale de Coelheiros, integra-se na Unidade de Paisagem, denominada por Depressão do Sado. Esta área apresenta-se bastante aplanada e regular. A altitude da albufeira do açude varia entre as cotas 30 e 40 m.

No que respeita ao enquadramento geomorfoestrutural da zona de estudo insere-se na unidade da Orla Mesocenozóica Ocidental. Esta orla sedimentar é constituída fundamentalmente por depósitos detríticos e carbonatados que se estendem junto do litoral ou acompanhando algumas linhas de água para o interior continental. Estas séries correspondem a sedimentos de idade terciária que assentam sobre o Soco Paleozóico. Em determinados locais encontram-se recobertos por materiais mais recentes (Quaternário-actualidade).

O açude do Vale de Coelheiros encontra-se implantado linha de água denominada de Barranco Brejo das Bicas, a qual está integrada na Região Hidrográfica 6 – RH 6 – Sado e Mira, desenvolvendo se na Bacia Hidrográfica (BH) do rio Sado, do qual é afluente pela margem esquerda.

A BH do açude tem uma área de 111,6596 km², originando o represamento da linha de água com uma albufeira com um volume de represamento 632.499 m³, inundando uma área de aproximadamente 28 ha, ao NPA, o qual se situa à cota dos 30,4 m.

A área da BH é influenciada EC de Comporta e pela EC de Grândola, com coeficientes de Thiessen de 0,16 e 0,84, respectivamente.

A precipitação anual média ponderada sobre a BH do açude de Vale de Coelheiros é de 627,8 mm, obtida através das séries de precipitação utilizadas, que correspondem a 89 anos de observação, do ano hidrológico de 1934/35 ao ano hidrológico de 2021/22, verificando-se a existência de falhas de dados de precipitação, nos anos hidrológicos de 2010/11 a 2014/15, 2016/17 e 2017/17.

Foram caracterizados os anos hidrológicos, no que se refere à ocorrência de precipitação. Para o efeito, consideraram-se como ano muito secos os anos com precipitação inferior ao percentil 5, ano seco e ano húmido os anos com precipitação respectivamente inferior ao valor de percentil 20 e superior ao valor de percentil 80 da série de precipitação. Assim, o ano hidrológico classifica-se como muito seco, seco, médio ou húmido se a precipitação

média anual pertencer aos intervalos de percentis de precipitação de 0% a 5%, de 5% a 20%, de 20% a 80% e de 80% a 100%, respectivamente. A precipitação no ano muito seco é de 181,1 mm, cerca de 29% da precipitação média anual, sendo a precipitação em ano húmido de 820,8 mm, cerca de 131% da precipitação média anual. O valor mínimo anual da precipitação, 161,2 mm, registou-se no ano hidrológico de 2018/2019, tendo o valor máximo anual, 1.208,3 mm, ocorrido no ano de 1995/96.

Dos 89 anos de observação, 24 anos foram caracterizados como médios, 18 como anos húmidos, 16 como anos muito secos e 24 como secos, verificando-se, nas primeiras duas décadas do século XXI, uma diminuição da ocorrência de anos húmidos e o aumento da ocorrência de anos secos, com particular ênfase nas primeiras décadas do século XXI, onde em 16 anos de observação, se verifica a ocorrência de apenas um ano húmido, três anos médios e três anos secos, prevalecendo a ocorrência de 9 anos muito secos, acontecendo uma sequência de cinco anos muito secos nos anos hidrológicos de 2018/2019 a 2022/2023.

No que se refere ao contexto das alterações climáticas, verifica-se que, para a variável climática precipitação, a simulação efectuada para o futuro próximo, considerando o cenário mais desfavorável RCP 8.5, prevê o aumento da temperatura média mensal, em todos os meses do ano, sendo esse aumento mais evidente de Julho a Dezembro, em ambos os períodos, cifrando-se esse aumento, em termos médios anuais, em cerca de 1 °C no futuro próximo e de 1,9 °C no futuro intermédio, sendo este aumento potenciador da ocorrência de valores de evaporação e evapotranspiração, superiores aos que actualmente ocorrem.

No cenário RCP 8.5, verifica-se um aumento da variável climática precipitação nos meses de Dezembro e Janeiro, no entanto em termos anuais prevê-se uma diminuição de cerca de 6,2% no futuro próximo e de cerca de 7,2% no futuro intermédio.

Os solos que predominam na BH em estudo, são os solos do tipo B, que, segundo Quintela (1984), pertencem ao grupo 2 – grupo de solos dando origem a escoamento anual de médio a baixo, utilizados para determinação dos escoamentos superficiais, com recurso à análise de regressão escoamento/precipitação proposta por Quintela (1984).

Verificou-se que o escoamento em ano seco é de 0,0 mm, em ano seco de 3,0 mm, em ano médio de 113,9 mm e de 216,8 mm, em ano húmido, estes escoamentos dão origem a volumes anuais afluentes à secção do açude do Vale de Coelheiros de 0 m³ em ano muito

seco, de 334.979 m³ em ano seco, de 12,7 hm³ em ano médio e de 24,2 hm³ em ano húmido.

Assim, pode-se concluir que, apenas em ano médio e húmido existem volumes afluentes ao açude do Vale de Coelheiros suficientes para suprir a capacidade de armazenamento da sua albufeira. Em ano seco ocorrem volumes que são cerca de 50% da sua capacidade de armazenamento.

Em ano muito seco não existe a ocorrência de qualquer volume de escoamento.

Em termos hidrogeológicos o local de estudo insere-se na sua totalidade no Sistema Aquífero da Bacia do Tejo-Sado - Margem Esquerda (SABTS-ME – T3), designando-se a parte sul deste sistema, por muitos autores, por Sistema Aquífero da Bacia do Sado (SABS), ou ainda Sector da Bacia do Sado.

Existem furos de captação de água realizados nas formações de cobertura (areias de dunas), outras na formação da Marateca, e outras ainda, a maioria actualmente, na formação de Alcácer do Sal.

Os caudais por captação do tipo furo vertical podem chegar, nalguns locais, aos 100 L/s (360 m³/hora) especialmente nos sectores mais produtivos. As produtividades das captações diminuem do centro para os bordos da Bacia. Aqui a zona de estudo aproxima-se mais desta zona de bordadura.

As taxas de infiltração são geralmente consideradas muito elevadas, porventura da ordem de 25 %.

No que diz respeito às direcções principais de escoamento do SABTS-ME a N do Rio Sado este é de NE para SW e de E para W. Por outro lado, na zona a S do rio Sado o escoamento é sensivelmente de SE para NW ou de ESE para WNW.

Entre 2000 e 2001 existiam duas grandes depressões na piezometria do SABTS-ME T3: uma localizada a Este de Setúbal no pólo industrial da Mitrena e outra a Sul de Almada induzida por captações para abastecimento público

A partir do ano hidrológico de 2003/2004 passa a existir uma nova depressão piezométrica no sistema do SABTS-ME (T3) localizada na zona a E da Comporta, na zona circundante da Herdade de Cachopos onde se localiza o piezómetro 476/21.

Na área das Bicas há uma continuidade da depressão piezométrica de 2021-2022 até aos dias de hoje.

Verifica-se que este aquífero é densamente explorado na zona entre a parte S do rio Sado e um paralelo perpendicular ao mar passando pela zona a S da aldeia da Muda, provavelmente nos limites do “caudal seguro”, ou possivelmente este critério já foi ultrapassado, considerando as condições de recarga e os resultados da superfície piezométrica dos mapas oficiais do SNIRH.

Existe uma grande pressão de utilizadores turísticos e especialmente agrícolas. Considerando apenas 8 áreas agrícolas, estas contam com mais de 3.150 ha, Se considerarmos um valor médio de 8.000 m³/ha/ano para os projectos agrícolas desta zona teria que se contar com cerca de 25 hm³/ano.

Na base de dados da APA (2024) apenas existem 387 pontos de água, que captam o Sistema Aquífero do Tejo-Sado (Margem Esquerda), dos quais 38 são poços, 4 são poços horizontais e 355 são furos verticais. Destes apenas 321 têm o volume máximo anual registado no título ou autorização de captação sendo que totaliza um volume de 15.292.895 m³/ano, ou seja 15,3 hm³/ano.

Quanto ao uso e considerando as captações que têm informação praticamente 88% das captações são para rega e 15% para consumo humano (58 captações).

A precipitação do ano médio é de 629,1 mm/ano o que aplicando a taxa de 25% resulta em 157 L/m²/ano. Contudo considerando a PMA do ano seco, que corresponde à situação que estamos a viver actualmente, o valor PMA é de 441,2 mm/ano, ou seja, corresponde a 110 L/m²/ano (0,11 m³/m²/ano).

Os Recursos Renováveis Anuais (RRA) são de 34.658.125 m³ ou 34,6 hm³. Tal volume implica em 27,68 hm³ considerados como Recursos Hídricos Subterrâneos Disponíveis.

Considerando o volume de consumo dos 8 projectos agrícolas que existem na envolvente com um consumo estimado de 25 hm³/ano (atenção, não se conta com outros projectos agrícolas mais pequenos, com a componente turística, com a indústria, com o consumo humano público e privado etc.), verifica-se uma diferença de 2,68 hm³/ano (27,68 hm³/ano – 25 hm³/ano). Nestas condições está-se no limiar da sobreexploração efectiva deste sector do SABTS-ME.

Nesta região existem 4 piezómetros administrados pela APA e cujos dados estão disponíveis em SNIRH (2024).

Todos os piezómetros evidenciam uma clara descida dos níveis regionais tendo sido identificado o ano de 2017 como o ano chave do acentuar do declínio potenciométrico. Esta situação foi claramente demonstrada com a análise da evolução piezométrica com cerca de 2 décadas de dados.

Da análise das médias mensais comparadas com a média de um ano específico, comprovou-se que a partir de 2016/17 até a actualidade, a média mensal está quase sempre abaixo da média mensal aferida aos últimos quase 20 anos. Esta situação é indicadora de que os piezómetros começaram a reflectir um stress hidráulico que não é compensado pela recarga. Esse stress hidráulico é derivado da extracção excessiva e concentrada de água subterrânea na zona, ou de modo combinado, com o acentuar dos anos secos cujas precipitações são muito baixas. Um dos piezómetros secou em 2023 em virtude desta situação. As perdas potenciométricas variam de 1 a 10 m. Outro facto recorrente é o aumento das amplitudes intra-anuais da piezometria, não obstante existe sempre uma certa recuperação, mas esta nunca atinge o limiar inicial. Há sempre uma perda acumulada de ano para ano desde 2016 até hoje.

O reflexo hidráulico natural de crescente aumento dos volumes captados neste sistema aquífero foi a geração de depressões dos níveis piezométricos, vertidos na publicação oficial que é o SNIRH, nomeadamente com uma fase inicial em 2003-2004 e uma amplificação no ano de 2021-2022. Estas depressões em sistemas aquíferos porosos têm grandes extensões (ao contrário dos sistemas fissurados) e reflectiu-se no aparecimento de poços secos, areeiros sem água, ou então esta ocorre a grande profundidade (eg. Zona de Bicas), e for fim, num reflexo gritante que foi a secagem da albufeira de Vale de Coelheiros em 2020.

O rebaixamento generalizado dos níveis piezométricos implica que a zona não saturada vai apresentar maior espessura. Nestas condições, a base húmida da albufeira desceu decerto alguns metros (na mesma ordem da descida regional dos níveis piezométricos), mas o suficiente para que a eventual água de escorrência da precipitação que existe na linha de água, seja logo infiltrada, não dando qualquer hipótese a que haja acumulação na albufeira.

Face ao que precede, considerando que:

- se regista a ocorrência de anos muito secos consecutivos;
- no contexto das alterações climáticas se prevê o aumento da temperatura e a diminuição da precipitação;

- se prevê a continuação da sobreexploração do aquífero pelo aumento continuado das extracções de água subterrânea e o aprofundar dos cones de depressão piezométrica;

Não é expectável que, à luz do *status quo* actual, se volte a verificar o enchimento da albufeira do Açude do Vale de Coelheiros, julgando-se que para tal desiderato ocorra se deve cessar a exploração do aquífero, nas atuais condições, e se verifique a ocorrência, no mínimo, de anos médios de precipitação.

Não foi decerto por motivos vãos que a Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca, e a Agência Portuguesa do Ambiente colocaram o SABTS-ME (T3) em regime de interdição quanto à construção de novas captações de água subterrânea desde há 2 anos. Não obstante o que se verifica é que os níveis continuam a descer tanto por motivo do efeito de seca (anos secos e muito secos) bem como pelas extracções fora do contexto legal que decerto existem.

10 – BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, C., MENDONÇA, J. J. L., JESUS, M. R. & GOMES, A. J., (2000), Sistemas aquíferos de Portugal Continental. Centro de Geologia da Fac. Ciências Univ. Lisboa, Instituto da Água, vol. III.
- APA, (2024), Base de dados de licenciamento de captações da zona S do rio Sado.
- ANTUNES, M. T., (1983), Carta Geológica de Portugal, 1:50 000, Notícia Explicativa da Folha 39-C: Alcácer do Sal, Serviços Geológicos de Portugal, pp. 58.
- ANTUNES, M. T. & PAIS, J., (1993), The Neogene of Portugal, Lisboa, Univ. Nova. Ciências da Terra. 12. p.p. 7-22.
- AZEVEDO, T. M., (1982), O sinclinal de Albufeira. Evolução pós-Miocénica e reconstituição paleogeográfica, Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências, Lisboa, 302 p.
- BARBOSA, B. P., (1995), Alostratigrafia e Litostratigrafia das unidades continentais da Bacia Terciária do Baixo Tejo, Relações com o eustatismo e a tectónica, Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, 253 pp.
- BARBOSA, B. & REIS, R. P., (1996), Geometrias de enchimento, sistemas deposicionais e organização estratigráfica do Pliocénico continental da Bacia Terciária do Baixo Tejo (Portugal), Lisboa, Instituto Geológico e Mineiro, tomo. 82.
- BEAR, J. & JACOBS, M., (1965), On the movement of water bodies injected into aquifers, Journal of Hydrology, vol. 3, pp. 37-57
- BENÍTEZ, A., (1972), Captacion de aguas subterraneas, 2 ed., Editorial Dossat SA, 619 pp.
- BRANCO, M. F., (2022), Análise das condições evolutivas de sistemas aquíferos pertencentes aos sectores centro e sul da margem esquerda da Bacia do Tejo-Sado, Tese de Mestrado em Engenharia Geológica, Universidade Nova de Lisboa, 124 pp
- BROOKS, K. N., FFOLLIOTT, P. F., GREGERSEN, H. M. & DeBANO, L. F., (2003), *Hydrology and the management of watersheds*, 3 ed., Iowa State Press, 574 pp.

- CARVALHO, A., (1968), Contribuição para o Conhecimento Geológico da Bacia Terciária do Tejo. Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, Memória dos Serviços Geológicos de Portugal - nova Série, n.º 15, 217 pp.
- CARVALHO, A. M., RIBEIRO, A. & CABRAL, J., (1983), Evolução Paleográfica da Bacia Cenozóica do Tejo-Sado, Bol. Soc. Geol. Portugal, Fasc. XXIV, Lisboa: p.p 209–212.
- CHAMBEL, A., DUQUE, J., MATOSO, A. & ORLANDO, M. (2006), Hidrogeologia de Portugal continental, Boletín Geológico y Minero, Vol. 117 (1), pp. 163-185
- CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M., (1983), *Hidrología Subterránea*, Ediciones Omega, S. A., Barcelona, Espanha, Vol. 1 e 2, 2350 pp.
- DILL, A., (2001), Recursos hidrogeológicos da península de Tróia, GEOEME – EIA da Marina e novo Cais dos “ferries” do Troiaresort, Vol. II, 45 pp.
- DUQUE, Jorge, (2005), *Hidrogeologia do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja*, Dissertação apresentada à Universidade de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, Lisboa, 420 pp.
- DUQUE, J., (2007), Estudo Geológico e Hidrogeológico para o Plano de Ordenamento e Gestão da Reserva Natural do Estuário do Sado (POGRNES), DHV-FBO para ICN.
- DUQUE, J. & JAN, Lina, (2000), Contribuição do projecto ERHSA para o desenvolvimento da investigação hidrogeológica no Alentejo, I Jornadas da Engenharia dos Recursos Hídricos, Núcleo de Estudantes da Engenharia dos Recursos Hídricos, Évora
- EPAL, (1996), Plano Director de Desenvolvimento do Sistema de Abastecimento da EPAL. Fase -Estudos de Base. Avaliação das Disponibilidades - Origens Subterrâneas, Tomo II, Modelo da Bacia do Tejo, Procesi, CGEaux, Profabril.
- ERHSA, (2001), Relatório Técnico do Projecto Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo - ERHSA, (Redactores – DUQUE, J. & JAN, L; Executores – CCRA, INAG, IGM, DRAA, UE & FCUL), CCRA, Évora.
- FERNANDES, P. G., (2000), Estudo hidrogeológico da Bacia do Sado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Tese de Mestrado, Lisboa, 175 pp.
- FETTER, C. W, (1994), *Applied hydrogeology*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 691 pp.

- KARAMOUZ, M., SZIDAROVSKY, F. & ZAHRAIE, B., (2003), Water resources systems analysis, Lewis Publishers, New York, 598 pp.
- KRUSEMAN, G. P. & RIDDER, N. A., (1990), Analysis and evaluation of pumping tests data, 2ª Ed., Pub. 47, International Institute for Land Reclamation and Improvement
- KULLBERG, J. C., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., REY, J., TERRINHA, P., CALLAPEZ, P., & MARTINS, L., (2006), A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica. In Geologia de Portugal no contexto da Ibéria (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg, Eds.). Univ. Évora, pp. 317-368.
- LENCASTRE, A. & FRANCO, F. M., (1992), Lições de hidrologia, Universidade Nova de Lisboa, FCT, 453 pp.
- MENDONÇA, J.L.; SILVA, M.O. & MEDEIROS, A., (2003), Identification of saline contaminations by water logging in wells located in the area around the estuary of the Sado river (Portugal). Tecnologia de la intrusion de agua de mar en acuíferos costeros: países mediterráneos. Publications del Instituto Geológico y Minero de España, serie: Hidrogeologia y Aguas Subterráneas, 8: 143-148.
- OLIVEIRA, M., (2009), Aspectos quantitativos dos Sistemas Aquíferos do Baixo Tejo, Seminário sobre os sistemas aquíferos da Bacia do Baixo Tejo, Tejo: o maior recurso hídrico subterrâneo em Portugal, APRH, Lisboa, 10 pp
- OLIVEIRA, M., (2010), Sistema Tejo-Sado: recarga de águas subterrâneas, ARH-Tejo (Ed.), Aquíferos das Bacias Hidrográficas do Rio Tejo e das Ribeiras do Oeste – Saberes e reflexões, Lisboa, 78-86 pp
- PGRHT5, (2016), Plano de Gestão de Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5), Agência Portuguesa do Ambiente
- PGRHSM, (2016), Plano de gestão da região hidrográfica do Sado e Mira (RH6), Enquadramento e aspectos gerais - APA, Maio
- PIMENTEL, N. L., (1997), O Terciário da Bacia do Sado – Sedimentologia e Análise Tectono-sedimentar, Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa: 381 pp.

- QUINTELA, A. C, (1984), Curso Internacional de Hidrologia Operativa, Vol.II. DGRAH.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO DE ALMEIDA, F., CARVALHO, D. & MONTEIRO, J. M., (1979), Introduction à la Géologie Générale du Portugal. Serviços Geológicos de Portugal, pp. 114.
- RIBEIRO, O., (1987), Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa: 191 pp.
- SIMÕES, M., (1998), Contribuição para o Conhecimento Hidrogeológica do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo, Dissertação Apresentada à Universidade Nova de Lisboa para Obtenção do Grau de Doutor em Geologia, especialidade de Hidrogeologia, Volume I. Lisboa, 270 p
- SNIRH, (2024), Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, www.snirh.pt

ANEXO A

Séries de precipitação registadas nas Estações Climatológicas de Grândola e de Comporta e nos postos udográficos de Torrão, Ferreira do Alentejo e Azinheira de Barros

Séries de precipitação mensal registadas na estação climatológica de Grândola (24F/01C), valores em mm.

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1934 /35	6,0	82,2	208,6	0,0	54,8	53,4	21,0	68,4	20,8	0,0	0,0	0,8	516,0
1935 /36	6,0	115,6	201,8	157,2	189,4	201,4	113,2	52,8	37,0	0,6	0,0	0,0	1075,0
1936 /37	21,6	62,6	57,4	271,2	33,6	223,6	43,4	13,4	4,6	0,0	0,0	14,0	745,4
1937 /38	100,0	210,4	109,2	35,4	30,4	32,6	37,6	112,2	0,0	0,0	0,0	81,4	749,2
1938 /39	2,4	24,2	145,0	217,8	45,6	45,4	73,2	28,2	46,8	4,0	0,0	62,0	694,6
1939 /40	96,8	40,8	104,4	263,0	143,2	100,8	42,2	54,8	10,6	0,0	0,0	9,4	866,0
1940 /41	86,6	69,4	16,8	256,2	137,0	106,4	147,0	54,4	5,8	11,4	0,0	1,8	892,8
1941 /42	0,0	139,5	13,2	78,6	54,2	139,4	125,4	15,8	20,6	0,0	0,6	56,2	643,5
1942 /43	168,2	48,0	145,2	175,8	55,4	187,2	65,4	4,2	0,0	34,0	0,0	56,4	939,8
1943 /44	56,4	18,2	98,5	6,0	93,6	54,8	47,0	10,0	35,2	9,4	4,2	13,2	446,5
1944 /45	52,0	61,2	56,2	76,0	4,8	40,5	31,2	17,0	0,0	10,6	0,0	0,0	349,5
1945 /46	72,6	132,0	230,0	64,4	44,8	132,6	124,0	155,8	1,6	0,0	2,4	14,8	975,0
1946 /47	56,4	68,4	41,6	130,0	351,0	222,0	38,8	24,4	2,0	0,0	0,0	22,4	957,0
1947 /48	109,4	76,8	162,0	182,4	157,0	40,2	67,6	84,4	0,0	0,0	3,6	0,0	883,4
1948 /49	66,6	5,4	191,6	69,8	9,6	39,6	57,0	3,8	17,0	2,8	0,0	128,2	591,4
1949 /50	2,0	131,0	146,0	66,2	65,8	66,2	14,2	105,4	42,0	1,4	0,0	22,8	663,0
1950 /51	11,4	40,6	126,6	149,6	190,6	171,0	23,0	17,2	22,6	0,0	0,0	7,6	760,2
1951 /52	9,4	281,6	93,0	91,6	29,0	168,7	64,4	117,0	32,6	0,0	6,2	38,6	932,1
1952 /53	47,0	26,6	147,6	84,4	49,8	49,0	39,2	8,8	1,8	0,0	0,0	11,6	465,8
1953 /54	124,8	96,8	181,8	45,2	31,2	138,8	79,4	2,8	15,0	0,0	0,0	0,0	715,8
1954 /55	6,0	145,0	78,4	174,0	150,8	97,6	7,0	25,4	10,2	0,0	0,0	0,0	694,4
1955 /56	27,4	118,0	233,8	160,8	53,4	181,0	124,6	15,0	0,0	0,0	10,0	31,6	955,6
1956 /57	29,6	16,0	52,0	32,8	105,4	100,6	44,0	64,4	17,6	2,6	0,0	3,0	468,0
1957 /58	40,6	41,0	97,4	174,0	52,2	67,2	45,0	0,2	18,8	12,8	12,2	1,2	562,6
1958 /59	8,4	13,4	467,2	139,8	67,4	110,8	40,6	36,6	0,0	0,0	0,0	6,8	891,0
1959 /60	40,8	86,8	133,6	100,2	137,8	194,6	58,0	95,4	2,0	0,0	7,2	27,2	883,6
1960 /61	154,6	144,6	65,8	36,8	2,0	51,2	46,2	107,4	16,0	0,0	0,0	33,4	658,0
1961 /62	46,2	107,6	95,6	55,0	40,0	134,4	14,0	5,6	5,4	0,0	0,0	12,2	516,0
1962 /63	103,8	53,6	60,8	178,8	194,6	69,4	35,6	19,4	46,0	0,0	0,0	9,0	771,0
1963 /64	13,2	225,4	290,0	27,6	209,0	140,6	21,8	16,8	23,6	0,0	0,8	13,8	982,6
1964 /65	7,8	52,4	41,4	106,0	69,6	119,6	1,6	1,8	2,6	0,0	0,0	61,4	464,2
1965 /66	142,2	115,2	28,8	156,3	201,0	0,0	129,6	0,0	0,0	0,0	11,2	6,8	791,1
1966 /67	127,0	71,8	29,6	97,0	94,4	20,8	62,4	27,4	19,4	0,0	5,2	0,0	555,0
1967 /68	75,0	118,4	6,0	0,0	184,0	89,2	50,4	34,6	0,0	0,0	4,8	0,0	562,4
1968 /69	63,6	128,0	40,2	67,0	80,0	79,2	6,6	11,6	8,6	0,0	0,0	21,8	506,6
1969 /70	51,6	121,2	67,6	287,8	21,0	36,4	9,2	41,8	66,6	0,0	0,0	0,0	703,2
1970 /71	21,6	67,6	56,2	107,4	8,8	36,0	108,3	123,0	34,2	8,2	10,4	0,0	581,7
1971 /72	3,0	43,2	71,0	144,0	162,6	113,4	10,2	2,4	0,0	5,2	0,0	30,0	585,0
1972 /73	146,2	29,2	189,0	104,9	24,6	9,4	8,2	54,4	19,6	13,2	0,0	4,2	602,9
1973 /74	23,4	63,4	129,8	90,7	114,9	62,7	100,2	35,2	44,2	0,0	0,0	0,0	664,5

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1974 /75	0,6	63,4	25,6	53,4	90,8	157,8	32,6	24,8	31,3	0,0	0,0	23,6	503,9
1975 /76	22,4	12,8	121,0	47,0	62,6	48,4	91,0	13,2	0,0	5,0	11,0	17,5	451,9
1976 /77	84,7	105,0	185,8	144,4	217,7	34,0	3,4	1,6	28,1	0,0	2,1	1,5	808,3
1977 /78	150,5	81,8	183,1	38,0	235,5	31,7	95,3	46,9	4,0	0,0	0,0	14,5	881,3
1978 /79	25,9	81,9	241,8	131,5	235,9	73,1	100,0	1,3	1,3	29,6	0,0	53,4	975,7
1979 /80	193,9	5,2	5,0	11,0	49,0	77,5	32,1	56,5	1,0	0,0	0,1	29,7	461,0
1980 /81	58,1	58,0	3,4	4,6	31,4	91,8	77,8	31,8	1,6	0,0	0,0	44,9	403,4
1981 /82	29,3	0,0	224,7	78,5	59,4	55,1	53,2	0,0	3,0	0,3	4,2	38,8	546,5
1982 /83	17,9	122,2	44,7	0,8	31,7	4,2	115,4	43,8	16,8	0,1	0,0	0,6	398,2
1983 /84	73,4	313,0	131,0	33,4	17,1	83,0	72,1	77,5	15,5	0,7	8,0	3,9	828,6
1984 /85	74,4	176,3	67,7	197,8	164,1	23,3	94,0	25,1	4,3	0,9	0,0	18,4	846,3
1985 /86	0,0	66,5	66,7	78,0	176,3	38,6	64,7	24,2	3,2	0,0	0,2	54,9	573,3
1986 /87	28,5	34,8	50,9	179,2	143,8	30,3	80,5	0,0	1,5	0,3	27,1	24,3	601,2
1987 /88	145,4	120,4	242,2	163,9	26,9	7,0	34,9	40,6	53,4	34,6	0,0	3,5	872,8
1988 /89	121,9	137,5	16,5	36,3	77,3	17,7	101,5	87,0	0,0	0,0	1,4	13,3	610,4
1989 /90	121,9	233,4	300,6	59,8	1,5	39,2	112,0	23,7	11,9	0,0	0,0	4,4	908,4
1990 /91	169,3	97,1	49,3	52,4	174,9	165,6	43,5	0,0	1,5	0,0	0,0	11,5	765,1
1991 /92	87,7	20,4	54,9	65,1	19,9	29,0	63,5	27,1	26,8	0,0	6,6	34,6	435,6
1992 /93	51,6	7,8	135,0	24,2	37,7	59,6	63,2	99,9	9,0	0,0	13,5	35,5	537,0
1993 /94	165,2	178,0	6,9	93,1	130,3	17,7	25,7	72,4	0,0	0,0	0,7	23,0	713,0
1994 /95	73,8	42,5	48,8	46,6	45,0	29,5	12,7	22,8	6,3	3,7	0,0	15,7	347,4
1995 /96	16,5	225,7	275,0	392,2	75,0	77,4	30,1	94,1	0,0	0,4	0,0	41,4	1227,8
1996 /97	22,5	51,5	232,9	187,3	1,3	0,0	41,7	77,7	29,0	2,0	11,9	57,5	715,3
1997 /98	75,2	313,9	193,0	51,1	91,7	27,5	58,7	66,9	9,9	0,0	0,0	64,2	952,1
1998 /99	11,6	5,7	24,0	84,9	14,8	77,9	28,5	54,0	0,0	2,0	9,1	96,9	409,4
1999 /00	142,3	52,4	61,5	7,2	18,1	23,1	181,9	131,5	0,0	2,8	0,0	5,0	625,8
2000 /11	48,0	127,6	266,0	160,4	84,4	105,1	1,2	24,2	14,7	0,8	0,9	57,7	891,0
2001 /02	122,2	12,9	66,2	20,6	26,5	121,8	70,9	18,3	6,0	1,0	0,9	109,2	576,5
2002 /03	104,6	64,9	124,7	111,5	81,9	40,7	127,2	8,3	2,3	2,3	2,4	15,8	686,6
2003 /04	133,7	67,9	70,8	39,3	62,1	54,4	33,7	21,5	0,8	0,5	10,7	12,7	508,1
2004 /05	107,2	20,1	25,2	3,3	22,6	25,6	7,0	34,9	7,1	3,2	1,0	2,9	260,1
2005 /06	122,0	97,1	71,3	37,8	47,0	102,5	51,2	0,8	9,2	2,5	5,9	64,6	611,9
2006 /07	214,1	158,8	45,7	29,5	67,6	14,8	36,1	52,3	44,6	2,1	4,9	42,1	712,6
2007 /08	23,1	48,0	52,4	58,5	54,9	44,7	84,7	35,6	0,8	0,6	1,1	18,5	422,9
2008 /09	51,8	31,2	54,9	107,6	7,5	30,2	3,8	14,1	1,8	0,0	8,5	30,5	341,9
2009 /10	55,2	184,0	107,0	143,5	96,7	60,0	4,0	14,7	0,7	30,0	-3,7	8,8	700,9
2010 /11													
2011 /12													
2012 /13													
2013 /14													
2014 /15													

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
2015 /16	34,6	25,7	39,3	68,1	73,6	24,7	52,7	26,4	2,6	5,9	3,1	3,1	359,8
2016 /17	41,1	83,9	4,6	34,4	6,8	0,6	0,0	24,0	7,3	0,7	0,1	0,0	203,5
2017 /18	17,5	49,4	41,7	7,7	41,7	56,8	0,8	11,6	4,8	0,6	0,0	0,0	232,6
2018 /19	54,4	56,3	2,8	23,3	0,8	0,0	0,0	5,3	4,6	1,1	0,9	10,2	159,7
2019 /20	16,2	66,1	65,7	25,8	2,9	36,7	65,6	46,7	0,8	2,3	1,4	9,9	340,1
2020 /21	77,4	68,4	48,7	45,6	99,0	12,5	28,4	2,4	7,8	0,5	1,5	15,2	407,4
2021 /22	29,1	17,3	50,9	3,8	18,9	33,3	0,0	1,0	3,9	0,0	0,3	38,3	196,8
2022 /23	45,9	23,7	97,3	31,3	7,6	14,2	2,1	4,4	10,9	0,4	0,3	42,0	280,1

Séries de precipitação mensal registadas na estação climatológica de Comporta (23E/01C) (valores em mm).

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1934 /35	0,0	25,1	29,3	0,0	5,2	29,0	7,3	102,2	15,8	0,0	0,6	0,0	214,5
1935 /36	4,5	59,0	56,7	107,0	141,1	157,8	77,8	16,5	2,8	0,7	0,0	0,0	623,9
1936 /37	37,0	35,5	53,5	156,3	28,3	89,5	8,6	1,5	3,5	0,0	0,0	13,8	427,5
1937 /38	75,5	145,7	72,6	10,6	31,7	15,9	53,0	70,3	0,0	0,0	0,0	30,3	505,6
1938 /39	6,8	22,4	116,7	98,6	44,9	60,5	63,0	23,6	40,2	0,7	0,0	21,5	498,9
1939 /40	28,7	42,6	73,5	186,7	105,0	49,9	28,0	26,6	3,3	0,0	2,4	2,2	548,9
1940 /41	0,0	74,0	14,0	43,9	58,8	99,8	98,3	6,4	15,8	0,0	3,5	44,2	458,7
1941 /42	80,6	47,8	110,3	104,4	48,5	106,0	29,2	0,6	0,0	9,9	0,0	29,1	566,4
1942 /43	31,7	0,5	25,4	5,8	40,7	30,3	47,3	2,3	14,2	2,3	7,7	42,3	250,5
1943 /44	26,6	53,5	24,2	52,0	4,2	19,2	29,6	17,2	0,0	0,3	0,0	0,1	226,9
1944 /45	25,4	79,0	112,4	80,6	32,0	75,8	56,0	139,0	3,8	0,0	0,1	7,1	611,2
1945 /46	25,4	79,0	112,4	80,6	32,0	75,8	56,0	139,0	3,8	0,0	0,1	7,1	611,2
1946 /47	41,5	60,7	35,1	88,6	238,2	126,9	19,7	12,6	0,6	0,0	0,0	47,1	671,0
1947 /48	51,0	46,7	85,6	111,1	106,6	21,6	87,5	42,6	0,0	0,0	1,2	0,3	554,2
1948 /49	29,6	8,7	112,9	15,5	7,2	99,0	71,8	2,1	10,8	0,8	2,9	75,5	436,8
1949 /50	4,4	88,0	87,8	61,4	41,2	53,0	11,0	97,4	11,2	0,1	0,0	1,3	456,8
1950 /51	16,0	21,0	110,8	83,0	101,4	82,3	33,5	11,4	21,9	0,0	1,5	2,3	485,1
1951 /52	18,2	172,1	38,7	64,8	35,8	141,2	65,7	63,5	24,2	0,0	1,9	94,0	720,1
1952 /53	68,2	26,2	64,7	71,0	52,4	57,2	42,2	8,0	7,3	0,0	1,5	6,0	404,7
1953 /54	144,4	71,2	205,2	20,3	25,0	127,6	56,5	3,6	7,2	0,0	0,0	0,2	661,2
1954 /55	7,2	58,6	36,2	136,2	80,6	99,2	9,2	18,4	6,1	0,0	0,0	0,0	451,7
1955 /56	34,9	128,9	146,4	96,3	32,1	113,4	56,8	30,3	0,0	0,3	13,1	43,3	695,8
1956 /57	53,2	20,0	49,7	18,7	44,6	62,4	29,5	17,7	14,7	1,2	1,7	7,7	321,1
1957 /58	27,8	51,8	46,7	106,7	34,0	85,9	23,5	4,1	6,5	3,6	19,5	0,8	410,9
1958 /59	8,7	24,4	289,9	90,4	32,5	160,6	24,7	76,9	0,0	0,0	0,0	14,8	722,9
1959 /60	43,6	90,3	78,7	51,9	99,5	117,2	45,1	90,5	0,0	0,0	5,0	29,7	651,5
1960 /61	108,6	128,1	45,1	35,0	3,7	55,5	33,0	24,5	21,1	0,0	0,0	30,1	484,7
1961 /62	40,4	106,5	105,4	45,4	6,6	80,9	3,3	3,4	0,3	0,0	0,0	2,7	394,9
1962 /63	37,6	17,8	54,0	142,1	109,0	68,1	108,4	36,6	37,7	0,0	0,0	7,4	618,7

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1963 /64	21,7	170,1	243,3	55,0	97,3	105,5	23,5	11,9	16,8	54,7	0,0	14,0	813,8
1964 /65	3,4	43,7	21,8	49,9	53,3	80,9	13,8	5,5	0,7	0,0	0,0	48,6	321,6
1965 /66	242,6	115,2	47,9	77,8	134,7	0,0	122,9	1,7	6,6	0,0	1,7	16,2	767,3
1966 /67	117,8	39,2	11,0	70,4	54,9	35,3	38,6	33,1	14,1	0,0	4,0	5,8	424,2
1967 /68	39,3	76,3	21,6	1,3	152,5	105,2	52,0	15,7	0,0	0,0	0,0	7,0	470,9
1968 /69	36,9	232,5	80,2	92,9	193,7	144,2	21,9	43,0	16,0	0,0	0,0	47,2	908,5
1969 /70	50,3	99,6	34,7	279,3	11,4	31,8	7,0	36,6	101,9	0,2	1,6	2,4	656,8
1970 /71	8,1	66,8	48,3	117,2	19,4	21,0	78,6	94,1	35,2	2,3	4,6	0,6	496,2
1971 /72	2,1	9,5	66,9	124,4	119,7	100,6	11,4	13,7	0,6	3,9	0,0	19,0	471,8
1972 /73	131,1	36,2	187,6	94,6	42,9	8,1	8,8	67,3	11,5	20,0	0,0	21,3	629,4
1973 /74	11,6	75,0	73,9	82,1	60,4	46,6	94,6	12,7	30,0	0,0	0,0	0,5	487,4
1974 /75	2,1	28,9	25,0	46,1	106,9	112,3	47,2	38,8	10,3	0,0	0,0	54,5	472,1
1975 /76	38,0	28,4	58,3	36,5	53,5	22,1	77,2	1,5	0,0	0,9	3,3	90,2	409,9
1976 /77	88,4	69,7	110,4	79,0	110,3	18,1	3,5	2,8	20,8	0,0	0,0	6,2	509,2
1977 /78	160,5	30,6	137,6	32,2	51,7	38,1	10,7	0,0	0,0	0,0	3,2	13,2	477,8
1978 /79	36,6	37,7	263,8	122,1	205,8	62,2	75,0	2,3	1,3	29,6	0,0	25,0	861,4
1979 /80	153,5	5,5	8,0	62,0	35,3	62,4	11,7	53,4	9,8	0,4	9,9	11,6	423,5
1980 /81	89,4	101,2	3,1	4,8	34,4	65,6	68,6	35,4	5,6	5,6	0,0	29,0	442,7
1981 /82	4,8	1,2	159,0	76,8	65,8	21,2	74,1	0,0	6,2	12,2	7,3	31,5	460,1
1982 /83	12,2	102,4	36,7	2,0	25,0	1,9	90,2	42,8	7,2	0,0	0,0	0,0	320,4
1983 /84	31,3	356,3	94,6	28,9	8,7	59,2	44,4	52,1	7,5	0,7	1,2	7,0	691,9
1984 /85	70,6	128,3	47,5	152,3	146,6	15,8	92,7	32,3	0,8	0,0	0,0	0,0	686,9
1985 /86	3,3	70,9	104,1	37,9	119,9	24,9	32,5	14,2	3,7	0,0	1,1	68,5	481,0
1986 /87	58,8	89,8	34,8	164,9	178,0	24,1	82,0	0,0	2,5	0,0	14,5	6,4	655,8
1987 /88	162,4	53,4	212,3	141,4	21,9	10,7	21,2	47,8	53,1	55,0	0,0	2,0	781,2
1988 /89	78,7	96,8	9,3	43,8	48,2	23,1	93,3	47,8	0,0	0,0	0,0	14,8	455,8
1989 /90	67,5	176,3	277,2	75,4	6,9	16,3	91,1	31,3	11,3	0,0	0,0	8,8	762,1
1990 /91	273,8	104,8	41,5	52,8	107,3	113,7	26,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	727,9
1991 /92	90,5	13,5	38,8	52,1	14,7	15,8	38,4	28,6	32,7	0,0	3,5	46,1	374,7
1992 /93	46,7	4,3	79,8	28,1	46,5	38,1	60,0	104,2	20,4	0,0	2,0	59,8	489,9
1993 /94	129,8	151,9	6,6	71,0	112,7	9,9	16,5	96,8	0,0	9,9	0,6	0,0	605,7
1994 /95	83,4	90,6	38,7	37,3	43,6	13,0	24,4	17,7	2,7	0,4	0,0	17,2	369,0
1995 /96	21,9	219,7	174,7	339,1	52,8	72,8	35,2	121,7	0,0	0,0	0,0	72,3	1110,2
1996 /97	29,4	29,8	199,3	138,7	6,0	0,0	41,3	114,9	42,5	10,0	21,1	6,3	639,3
1997 /98	181,5	251,3	157,2	47,6	70,7	36,8	31,9	56,6	23,1	4,6	11,4	42,7	915,4
1998 /99	11,2	2,3	27,4	110,7	5,3	69,2	18,8	46,7	0,0	0,0	17,0	85,6	394,2
1999 /00	144,9	40,6	33,5	5,5	11,0	46,6	108,9	69,8	0,0	2,0	3,0	7,5	473,3
2000 /01	41,5	98,0	213,6	139,4	99,7	96,1	2,0	47,9	36,9	2,5	2,0	88,1	867,7
2001 /02	95,4	17,3	55,1	53,3	33,7	92,1	61,4	8,0	1,4	0,8	0,7	92,0	511,2
2002 /03	62,0	103,5	117,6	76,4	74,0	37,7	96,5	5,5	5,5	0,2	4,3	31,4	614,6
2003 /04	121,0	73,0	47,7	31,2	44,0	41,9	24,4	8,1	1,8	0,8	9,1	9,0	412,0

Ano Hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
2004 /05	67,0	15,9	28,3	2,9	13,9	25,8	12,8	18,3	0,4	3,2	3,1	3,1	194,7
2005 /06	160,9	72,4	43,4	36,3	40,5	100,4	31,6	0,3	22,4	1,4	9,0	67,2	585,8
2006 /07	167,7	149,2	38,8	23,1	78,1	10,2	24,4	42,1	4,0	1,1	3,3	56,2	598,2
2007 /08	4,6	53,1	42,3	73,6	86,9	16,6	61,4	66,6	0,3	1,5	1,0	21,3	429,2
2008 /09	31,6	4,3	53,8	57,6	11,0	8,7	31,1	14,4	17,3	0,3	0,3	6,9	237,3
2009 /10	91,4	35,7	22,2	168,9	79,0	71,1	89,0	16,7	3,1	23,5	0,0	8,7	609,3
2010 /11													
2011 /12													
2012 /13													
2013 /14													
2014 /15													
2015 /16	81,6	18,9	35,8	66,3	46,1	20,7	44,6	21,9	0,5	0,2	0,0	10,3	346,9
2016 /17													
2017 /18													
2018 /19	0,4	94,9	13,7	15,1	19,4	6,9	1,2	0,8	1,1	0,6	1,7	13,0	168,8
2019 /20	33,1	63,8	57,4	24,1	5,0	43,8	62,8	46,8	0,8	0,3	0,0	17,4	355,3
2020 /21	67,6	74,8	54,1	14,3	1,8	27,9	9,5	1,2	7,9	0,8	1,9	12,3	274,1
2021 /22	38,0	30,1	65,3	1,8	12,8	83,3	33,5	3,9	4,6	0,1	0,0	19,7	293,1
2022 /23	74,9	20,3	146,9	26,2	4,5	11,3	8,9	11,1	13,5	0,4	0,1	29,0	347,1

Séries de precipitação mensal registadas no posto udográfico de Torrão (24H/01UG), valores em mm

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1950 /51	22	37,6	83,9	98,5	122,6	97,0	54,3	24,9	21,4	0,0	1,5	9,3	573,0
1951 /52	37,7	191,8	69,6	85,3	44,4	168,6	77,0	70,7	42,6	0,0	8,8	31,8	828,3
1952 /53	58,9	79,9	72,3	79,7	20,8	60,8	32,8	6,8	1,5	0,0	0,0	54,9	468,4
1953 /54	123,4	47,0	122,0	26,5	28,0	95,0	52,5	6,1	22,2	0,0	2,3	0,0	525
1954 /55	23,2	123,3	83,5	138,3	95,6	148,3	7,5	28,3	9,3	0,0	0,0	2,6	659,9
1955 /56	19,2	101,7	130,4	158,3	37,6	130,4	60,1	25,3	0,0	0,0	6,8	45,1	714,9
1956 /57	50,0	18,7	32,8	19,6	63,2	93,9	48,7	54,3	18,8	5,2	3,5	9,0	417,7
1957 /58	55,5	61,0	59,6	103,6	56,8	66,5	36,3	0,0	11,4	0,0	19,0	0,0	469,7
1958 /59	17,2	24,4	254,8	100,9	41,2	118,9	43,6	50,9	0,0	0,0	0,0	26,7	678,6
1959 /60	78,0	74,4	123,7	61,4	102,5	118,0	44,5	98,4	4,1	0,0	1,2	18,9	725,1
1960 /61	129,1	120,8	79,0	47,3	4,7	33,2	26,5	79,7	14,6	0,0	0,0	53,0	587,9
1961 /62	29,9	98,7	61,8	60,4	63,2	153,2	5,4	14,1	19,4	0,0	0,0	19,5	525,6
1962 /63	116,2	49,3	57,4	177,0	158,9	53,4	94,1	17,7	34,9	0,0	0,0	8,6	767,5
1963 /64	9,6	140,6	201,8	24,5	157,2	121,3	23,8	16,0	18,6	77,0	1,8	46,8	839
1964 /65	4,3	43,2	37,0	76,7	60,4	99,4	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	81,0	414,5
1965 /66	135,8	77,5	48,8	123,0	178,8	0,0	130,5	4,5	16,6	0,0	4,8	10,2	730,5
1966 /67	95,2	40,6	11,7	65,5	59,2	44,7	69,9	22,7	55,5	0,0	0,5	1,4	466,9
1967 /68	74,9	77,6	27,1	0,1	165,5	118,7	39,3	18,5	2,8	0,0	3,5	3,5	531,5

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1968 /69	69,4	190,6	77,3	86,8	139,3	128,4	17,9	52,3	31,9	0,0	0,0	37,9	831,8
1969 /70	90,3	111,0	45,3	287,3	15,4	26,9	14,2	43,3	81,4	0,3	1,0	0,3	716,7
1970 /71	10,5	36,4	34,8	127,3	2,8	31,8	142,6	96,6	36,0	16,7	0,0	5,0	540,5
1971 /72	8,8	11,0	57,6	110,0	91,5	83,8	3,5	19,6	0,2	9,5	0,0	17,0	412,5
1972 /73	193,0	27,3	100,7	87,8	13,8	13,6	8,5	58,5	14,5	2,0	0,0	9,7	529,4
1973 /74	17,3	38,2	82,7	71,4	58,4	34,2	78,7	23,9	19,5	0,0	0,0	0,0	424,3
1974 /75	0,0	45,4	18,0	63,2	108,2	108,1	19,1	25,4	36,0	0,0	0,0	31,6	455
1975 /76	14,2	10,0	97,5	36,6	41,0	32,0	75,5	12,0	0,8	0,0	25,6	32,7	377,9
1976 /77	92,1	104,2	127,1	140,3	22,5	22,6	8,4	0,7	50,8	58,1	0,0	13,0	639,8
1977 /78	113,3	55,7	199,8	21,3	176,6	33,7	52,8	44,4	15,5	0,0	0,0	0,0	713,1
1978 /79	12,3	50,9	193,0	111,3	134,4	61,5	73,5	1,0	3,2	29,5	0,0	3,0	673,6
1979 /80	168,0	5,9	11,1	45,7	60,8	67,5	70,0	65,2	3,2	0,0	2,6	30,5	530,5
1980 /81	53,5	78,1	4,5	3,5	24,8	68,3	84,1	33,7	0,8	0,0	7,5	34,0	392,8
1981 /82	36,2	0,2	185,8	71,3	94,5	28,5	29,9	2,0	1,2	11,0	13,7	23,1	497,4
1982 /83	12,5	78,1	40,1	0,0	34,2	4,5	91,3	25,6	11,0	0,0	0,0	3,6	300,9
1983 /84	49,4	290,7	92,8	28,6	14,4	43,7	110,7	55,3	15,8	1,6	0,0	4,5	707,5
1984 /85	68,8	117,6	78,9	165,7	134,9	21,0	83,5	10,8	7,6	14,0	0,0	6,7	709,5
1985 /86	0,0	67,1	52,2	55,3	143,4	40,0	58,6	12,7	2,5	0,0	0,0	63,1	494,9
1986 /87	81,0	30,3	34,3	99,1	114,3	11,5	72,4	0,0	1,5	4,6	28,3	40,2	517,5
1987 /88	84,0	53,2	158,0	109,1	42,6	3,0	45,0	102,2	85,8	32,8	0,0	2,5	718,2
1988 /89	82,6	85,8	10,4	27,3	39,9	21,2	94,7	95,7	1,2	0,0	0,0	25,0	483,8
1989 /90	90,5	162,2	273,0	51,0	5,0	42,5	101,4	22,3	3,1	0,0	0,0	6,0	757,0
1990 /91	167,8	135,3	29,4	19,1	125,1	117,7	19,3	0,0	20,9	0,0	0,0	18,5	653,1
1991 /92	48,4	11,8	45,3	32,9	10,5	21,3	52,3	39,5	32,7	0,0	12,8	10,5	318,0
1992 /93	47,8	7,2	85,2	19,6	33,7	41,5	57,7	105,7	23,4	0,0	0,0	27,6	449,4
1993 /94	152,1	111,9	6,6	74,6	99,4	11,3	24,0	69,0	0,0	0,8	0,0	32,4	582,1
1994 /95	56,6	48,5	52,0	38,1	40,3	30,0	17,7	16,4	10,2	1,2	0,0	14,0	325
1995 /96	17,0	250,1	244,0	326,1	68,7	88,7	27,9	113,9	0,0	0,0	1,0	32,7	¹ 170,1
1996 /97	24,5	34,0	221,7	176,2	14,5	0,0	63,5	46,2	25,8	12,0	28,5	56,0	702,9
1997 /98	85,8	255,2	156,8	52,5	89,8	21,0	51,4	89,8	4,8	0,0	0,0	54,2	861,3
1998 /99	9,5	23,0	24,3	102,5	16,3	63,0	49,0	37,7	0,0	2,0	16,0	97,2	440,5
1999 /00	125,1	30,0	63,0	4,8	11,9	14,4	195,0	79,8	0,5	1,9	0,0	11,7	538,1
2000 /01	46,2	160,0	271,8						26,0	2,7	1,2	57,8	
2001 /02	118,4	33,5	56,1	45,3	22,4	102,8	59,8	15,0	2,4	0,2	0,2	83,9	540,0
2002 /03	34,3	91,2	103,2	58,3	74,6	40,7	0,2	0,8	1,0	1,9	0,7	9,3	416,2
2003 /04	117,1	47,1	45,2	30,8	49,8	49,8	22,4	22,0	0,0	0,0	4,5	3,7	392,4
2004 /05	128,6	17,4	26,3	1,0	10,3	22,9	8,5	36,7	5,2	5,9	0,0	2,1	264,9
2005 /06	167,4	73,7	65,8	26,0	46,6	80,5	40,6	0,4	16,0	0,6	3,7	58,0	579,3
2006 07	156,9	173,6	34,8	11,8	45,4	9,8	41,1	34,3	41,3	0,2	8,1	27,8	585,1
2007 /08	21,9	32,8	21,9	49,6	51,7	26,6	86,4			0,0	0,4	35,2	
2008 /09	46,8	32,2	48,0	90,8			27,7	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
2009 /10													
2010 /11													
2011 /12													
2012 /13													
2013 /14													
2014 /15	74,4	10,5	32,0	70,8	60,2	26,5	68,7	86,3	1,1	2,2	0,0		
2015 /16													
2016 /17													
2017 /18													
2018 /19													
2019 /20	31,8	73,7	65,9	25,5	4,3	41,4	92,0	52,7	0,7	2,5	1,1	18,6	410,2
2020 /21	81,4	108,8	46,5	39,2	102,8	18,6	74,7	15,2	15,2		1,3	44,9	
2021 /22	25,3	13,4	60,3	8,2	15,7	87,1	39,4	7,7	2,2	0,0	0,5	57,8	317,6
2022 /23	72,0	32,4	96,5	34,5	4,9	21,1	4,6	20,9	22,0	0,0	0,0		

Séries de precipitação mensal registadas no posto udográfico de Ferreira do Alentejo (25I/01UG), valores em mm

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1939 /40	127,8	127,8	21,8	180,0	111,4	70,4	29,2	39,0	9,4	0,0	5,6	108,8	831,2
1940 /41	114,2	39,2	0,2	198,8	97,4	88,0	112,4	30,2	0,2	43,0	0,0	15,8	739,4
1941 /42	5,2	124,2	31,0	45,0	35,2	82,4	117,6	14,2	19,8	0,0	3,0	29,2	506,8
1942 /43	112,0	64,0	121,9	88,2	30,2	124,4	99,8	2,2	0,0	16,6	0,0	43,0	702,3
1943 /44	42,0	28,8	53,8	0,0	54,0	57,2	34,8	3,4	55,6	0,0	3,6	55,2	388,4
1944 /45	20,6	34,6	24,0	38,2	3,6	24,0	17,0	22,2	9,6	0,0	0,0	0,0	193,8
1945 /46	37,0	78,6	71,8	34,6	17,2	68,2	57,8	74,2	2,2	0,0	0,0	10,2	451,8
1946 /47	34,0	63,6	18,2	58,8	132,0	119,6	9,4	20,2	0,0	3,0	0,0	9,6	468,4
1947 /48	24,4	15,6	15,8	45,2	48,8	7,0	66,6	100,8	10,8	0,0	0,0	0,4	335,4
1948 /49	50,2	4,6	99,0	13,4	5,8	48,0	31,4	5,4	22,6	0,0	0,0	100,6	381,0
1949 /50	0,0	56,2	86,2	72,0	42,2	42,6	13,8	86,0	15,0	5,2	0,0	3,4	422,6
1950 /51	10,8	28,4	95,4	114,0	120,6	60,8	43,2	23,4	12,8	0,0	0,0	24,0	533,4
1951 /52	38,6	162,0	53,8	50,2	22,1	104,0	41,6	49,0	51,0	0,0	7,6	22,8	602,7
1952 /53	30,2	53,6	87,6	51,2	14,0	56,4	34,4	7,4	3,0	0,0	0,0	15,0	352,8
1953 /54	55,8	52,4	66,2	22,2	26,8	48,4	23,0	3,2	7,6	0,0	0,0	0,0	305,6
1954 /55	10,8	87,2	33,6	81,8	66,6	44,4	6,4	16,8	0,2	0,0	15,4	8,2	371,4
1955 /56	37,2	91,6	55,2	75,0	27,6	84,2	38,2	29,6	0,0	0,0	0,0	9,0	447,6
1956 /57	18,6	3,4	12,8	6,8	5,0	12,8	13,6	12,4	2,2	9,4	0,0	4,2	101,2
1957 /58	105,2	35,4	45,4	49,0	23,2	24,2	9,4	3,6	6,8	0,0	9,4	0,0	311,6
1958 /59	9,0	10,8	207,4	33,2	33,2	40,6	25,6	50,6	0,0	0,0	0,0	25,6	436,0
1959 /60	16,0	114,4	130,2	72,6	96,7	112,4	71,4	77,8	12,2	0,0	5,4	22,4	731,5
1960 /61	191,0	117,0	48,4	44,4	2,8	31,8	69,8	116,8	94,2	0,0	0,0	41,6	757,8
1961 /62	35,0	149,4	75,8	57,6	48,6	157,0	17,4	14,8	12,0	0,0	0,0	34,6	602,2

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1962 /63	161,9	104,6	71,0	234,4	176,6	59,4	80,6	39,0	24,6	0,0	0,0	26,3	978,4
1963 /64	6,4	133,8	205,2	30,6	124,4	120,8	30,6	4,0	27,4	3,6	0,0	41,8	728,6
1964 /65	7,4	58,0	52,4	83,6	49,0	94,4	2,6	1,6	9,8	0,0	0,0	60,3	419,1
1965 /66	106,6	65,2	41,0	105,0	136,7	0,0	84,9	6,7	15,5	0,0	2,9	38,7	603,2
1966 /67	76,7	42,4	14,8	64,3	68,9	42,0	37,2	49,0	45,4	0,0	0,3	1,7	442,7
1967 /68	72,3	63,7	13,4	0,9	140,9	72,1	27,5	20,4	24,2	0,0	6,4	31,4	473,2
1968 /69	19,4	161,5	78,4	94,4	128,2	104,2	37,6	32,3	23,3	0,0	0,0	18,6	697,9
1969 /70	67,5	90,7	42,2	211,9	15,6	28,1	10,2	37,2	94,6	0,3	6,7	0,0	605,0
1970 /71	13,6	27,8	34,1	110,6	5,9	29,1	117,5	132,9	38,5	4,9	6,3	0,7	521,9
1971 /72	3,0	12,4	64,2	84,8	93,5	78,9	6,3	24,4	1,2	1,8	0,0	23,6	394,1
1972 /73	123,0	24,6	105,7	85,7	19,7	13,7	5,3	86,1	35,7	4,1	0,9	3,1	507,6
1973 /74	28,0	41,6	73,8	61,4	72,1	60,0	56,0	13,8	20,0	0,0	0,0	1,2	427,9
1974 /75	3,8	51,2	13,5	45,3	89,5	109,7	30,3	48,7	21,6	0,0	0,0	15,8	429,4
1975 /76	20,4	10,8	119,4	39,1	42,7	55,1	88,5	13,4	0,0	4,5	23,6	47,3	464,8
1976 /77	82,8	88,0	137,6	114,3	129,4	29,8	4,2	3,2	41,1	1,2	2,2	7,3	641,1
1977 /78	144,0	53,4	160,6	24,5	125,3	37,9	105,6	69,4	23,8	0,0	0,0	13,0	757,5
1978 /79	20,6	55,1	165,4	127,2	146,8	88,0	79,6	11,6	1,4	10,1	0,0	16,1	721,9
1979 /80	192,1	7,0	15,9	39,9	48,1	76,2	34,0	51,6	1,9	1,9	4,4	18,8	491,8
1980 /81	36,4	48,1	6,1	1,8	57,8	37,9	72,9	15,9	1,0	0,0	1,0	25,0	303,9
1981 /82	53,5	1,2	174,5	79,3	45,6	28,1	55,1	1,1	2,3	8,9	14,4	31,6	495,6
1982 /83	9,6	81,1	32,0	0,4	19,5	5,2	67,7	30,1	10,1	1,5	1,3	12,2	270,7
1983 /84	28,8	233,6	97,5	30,9	16,8	77,5	70,4	84,6	21,7	0,0	1,9	10,0	673,7
1984 /85	56,5	132,9	66,7	163,3	109,2	14,7	86,9	14,2	23,0	1,4	0,0	2,2	671,0
1985 /86	0,3	46,0	62,5	70,2	128,2	31,7	85,9	17,4	1,8	0,0	0,5	86,3	530,8
1986 /87	47,9	39,7	30,4	103,6	83,4	15,6	97,5	0,7	1,8	0,5	25,0	13,5	459,6
1987 /88	97,7	47,6	148,5	115,8	29,9	8,1	27,0	60,1	73,3	23,8	0,0	0,4	632,2
1988 /89	62,1	105,3	12,4	37,4	45,7	22,3	110,4	115,7	0,0	0,0	0,0	66,9	578,2
1989 /90	110,6	149,1	220,7	47,4	3,7	44,7	105,6	1,4	0,0	0,0	15,0	15,1	713,3
1990 /91	138,1	49,3	31,8	17,9	105,6	114,9	30,1	0,0	3,2	0,2	0,0	18,3	509,4
1991 /92	52,8	6,5	31,5	21,7	21,4	19,3	32,9	31,6	40,7	0,0	2,4	16,7	277,5
1992 /93	31,1	7,6	113,4	22,0	39,6	34,3	50,7	95,3	10,9	0,0	0,0	24,6	429,5
1993 /94	116,2	80,9	5,4	44,1	61,8	37,5	22,0	56,8	0,0	0,0	0,0	0,0	424,7
1994 /95	40,7	55,7	30,7	45,4	42,9	28,3	17,9	20,8	12,3	1,2	0,0	19,7	315,6
1995 /96	8,2	136,5	181,4	233,4	56,9	39,0	52,4	81,7	0,0	0,0	0,0	24,2	813,7
1996 /97	41,2	22,5	205,3	118,4	10,4	0,0	67,2	44,5	20,0	15,6	15,6	7,7	568,4
1997 /98	62,2	290,9	122,8	49,3	46,7	13,8	35,7	101,1	1,3	0,0	0,0	33,9	757,7
1998 /99	5,5	17,9	39,5	48,5	5,6	56,2	34,0	26,7	0,0	0,0	9,0	88,7	331,6
1999 /00	126,4	29,7	53,6	3,5	5,5	20,7	137,0	160,0	0,0	0,0	0,0	9,6	546,0
2000 /01	46,7	91,0	244,8				17,3	0,2	1,4	0,0	28,0		
2001 /02													
2002 /03													

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
2003 /04	104,1	7,3	50,5	31,1	47,5	81,8	11,3	31,4	105,4	0,8	6,2	5,1	482,5
2004 /05	3,5	9,6	7,1	0,5	23,8	5,9	0,7	6,5	0,6	1,0	0,6	3,2	63,0
2005 /06	78,8	55,1	19,5	34,4	35,6	83,4	61,7	0,6	3,2	2,9	0,3	0,6	376,1
2006 /07	10,9	62,7	10,3	17,3	41,5	18,1	71,8	49,0	18,1	4,3	1,7	10,5	316,2
2007 /08	24,9	31,8	19,1	59,5	63,0	22,5	61,8	60,6	1,6	0,5	1,4	28,6	375,3
2008 /09	30,4	28,9	46,5	87,0	53,7	18,3	6,2	2,2	0,7	0,0	0,2	4,5	278,6
2009 /10	0,1	0,0	96,4	89,6	115,2	74,6	40,7	27,5	14,8	0,1	0,0	0,1	459,1
2010 /11	82,0	46,4	140,2	43,7	38,7	35,1	36,0	20,3	7,3			7,5	
2011 /12													
2012 /13													
2013 /14													
2014 /15													
2015 /16	5,1	0,2	0,2	2,5	0,1	0,0	15,9	30,6					
2016 /17													
2017 /18		50,5	69,5	12,6	15,7	31,7	18,6	68,1	1,6	0,7	0,5	2,9	
2018 /19	18,8												
2019 /20													
2020 /21													

Séries de precipitação mensal registadas no posto udográfico de Azinheira Barros (25G/01UG), valores em mm

Ano hidrológico	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1950 /51	6,1	27,2	108,2	107,7	105,3	102,7	27,1	32,2	11,2	0,0	0,6	14,5	542,8
1951 /52	27,4	304,6	66,3	64,8	40,0	139,9	63,4	66,7	42,4	0,0	12,0	27,2	854,7
1952 /53	46,2	66,2	78,6	59,8	29,8	43,6	57,2	6,2	5,0	0,0	0,0	9,2	401,8
1953 /54	98,6	71,9	150,5	33,8	42,4	109,7	54,3	8,9	15,2	0,0	3,2	0,0	588,5
1954 /55	5,8	124,0	64,6	124,4	96,6	112,8	4,8	21,8	6,8	0,0	0,6	0,8	563
1955 /56	44,0	103,3	133,2	200,1	56,8	141,6	85,4	11,0	0,0	0,0	5,8	29,1	810,3
1956 /57	46,2	13,9	34,2	21,8	72,5	63,2	34,2	23,0	9,2	5,0	0,0	0,6	323,8
1957 /58	61,0	55,6	61,4	114,6	35,2	60,2	24,0	0,0	4,8	1,0	16,6	0,0	434,4
1958 /59	16,0	27,4	275,6	67,2	61,6	118,8	27,4	65,6	0,0	0,0	0,0	8,0	667,6
1959 /60	81,2	89,6	111,7	68,2	106,2	145,8	54,6	124,0	15,4	0,0	3,8	22,0	822,5
1960 /61	171,2	99,6	56,6	48,6	0,4	54,0	37,0	99,0	22,0	0,0	0,0	44,0	632,4
1961 /62	50,4	95,8	101,6	82,3	69,4	121,8	7,4	14,6	16,6	0,0	0,0	19,4	579,3
1962 /63	118,2	54,5	67,6	209,4	149,3	51,1	82,2	22,0	37,4	0,0	0,0	4,5	796,2
1963 /64	10,2	146,3	207,5	44,6	120,7	115,2	25,8	12,4	5,4	0,0	0,0	25,7	713,8
1964 /65	2,1	67,8	54,3	70,2	63,6	110,7	0,4	1,2	18,4	0,0	0,0	31,2	419,9
1965 /66	152,7	85,2	48,7	130,8	160,8	0,0	95,7	6,4	10,0	0,0	5,0	59,4	754,7
1966 /67	93,8	53,1	14,0	66,1	75,2	54,4	29,2	48,6	8,6	0,0	0,5	1,6	445,1

Ano hidrológico		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
1967	/68	75,4	110,6	13,0	0,0	186,0	102,0	45,8	19,2	3,6	0,6	0,4	12,5	569,1
1968	/69	50,6	225,3	101,2	124,2	187,4	170,1	24,5	35,2	21,7	0,0	0,0	43,8	984
1969	/70	72,0	112,7	70,4	333,8	16,9	21,0	29,1	48,2	68,5	0,0	0,6	0,0	773,2
1970	/71	21,0	47,0	26,8	205,4	38,2	26,3	112,7	106,8	28,4	1,7	2,8	1,8	618,9
1971	/72	0,6	37,7	59,6	119,2	133,1	97,2	2,7	22,3	0,2	7,2	0,0	13,0	492,8
1972	/73	100,1	61,4	117,3	101,7	31,0	7,8	9,6	80,6	9,7	7,7	0,0	7,1	534
1973	/74	10,8	64,3	84,8	64,1	74,0	42,1	75,1	15,3	24,1	0,0	0,0	0,0	454,6
1974	/75	2,4	88,2	18,2	54,1	105,2	108,9	14,1	34,7	30,4	0,0	0,0	14,6	470,8
1975	/76	24,9	15,0	105,4	40,2	79,2	42,2	117,6	30,2	0,0	0,0	4,9	48,2	507,8
1976	/77	77,6	81,9	177,0	137,7	117,6	14,8	0,0	6,2	8,9	0,0	0,0	8,5	630,2
1977	/78	169,0	66,7	175,2	18,4	144,8	51,6	82,1	40,8	6,5	0,0	0,0	0,4	755,5
1978	/79	13,6	70,0	184,2	134,7	197,3	70,5	88,0	2,0	0,8	17,2	0,0	27,8	806,1
1979	/80	211,9	3,8	17,2	42,5	23,6	47,9	50,9	54,2	6,0	0,0	6,4	39,9	504,3
1980	/81	27,9	75,4	4,0	7,5	18,2	42,2	91,0	21,3	3,7	0,0	0,0	35,8	327
1981	/82	35,5	1,5	168,7	88,5	56,0	39,0	67,9	0,0	1,3	21,0	6,2	39,9	525,5
1982	/83	12,0	102,7	34,0	0,0	41,8	6,9	82,2	24,2	14,0	1,0	0,0	0,0	318,8
1983	/84	48,0	282,6	124,0	42,0	11,8	74,3	87,5	70,6	17,1	0,0	0,3	8,0	766,2
1984	/85	62,9	144,2	62,6	205,6	142,6	13,2	66,1	14,6	25,0	0,0	0,0	18,2	755
1985	/86	0,0	54,9	70,0	65,4	132,7	41,5	60,3	13,5	3,7	0,0	0,3	68,5	510,8
1986	/87	41,5	40,0	35,5	137,7	113,1	23,4	51,9	0,4	7,0	5,2	31,0	14,2	500,9
1987	/88	126,6	63,1	183,3	98,1	27,0	6,1	21,6	79,7	85,0	21,0	0,0	0,4	711,9
1988	/89	70,0	140,9	12,0	33,1	41,9	12,3	103,1	121,7	0,0	0,0	0,0	58,0	593
1989	/90	116,5	201,9	244,5	44,3	7,1	39,1	103,0	2,5	7,5	0,0	0,3	15,0	781,7
1990	/91	156,6	127,2	39,6	28,5	121,1	127,9	45,9	0,0	4,0	0,2	0,2	12,5	663,7
1991	/92	75,2	12,2	60,9	48,8	26,2	21,0	38,7	35,5	29,8	0,0	2,8	15,3	366,4
1992	/93	58,5	4,5	106,1	25,8	36,8	42,0	63,4	151,7	2,9	0,0	4,5	27,3	523,5
1993	/94	162,8	124,3	8,3	80,9	122,5	13,3	25,1	59,0	0,0	0,7	0,5	1,6	599
1994	/95	71,2	42,2	44,7	47,0	48,4	19,2	18,8	21,5	6,5	3,6	0,0	9,9	333
1995	/96	7,6	191,6	259,4	326,0	51,0	95,9	58,7	100,0	0,0	0,4	0,0	31,5	1122,1
1996	/97	23,5	50,6	232,8	163,7	2,8	1,5	76,2	79,8	26,9	1,5	10,7	10,5	680,5
1997	/98	91,0	282,5	173,0	63,4	81,0	22,7	37,3	74,2	5,3	0,0	0,0	57,8	888,2
1998	/99	7,3	16,7	23,5	94,1	9,6	72,1	61,5	70,0	0,0	2,0	10,9	121,9	489,6
1999	/00	138,6	55,0	48,2	3,0	6,4	18,1	145,6	102,4	0,0	1,0	3,0	4,5	525,8
2000	/01	35,0	121,4	264,4				1,1	21,6	13,1	0,0	0,6	35,6	
2001	/02	109,1	11,5	67,1	65,5	9,7								
2002	/03			94,4	54,6	73,4	37,3	85,1	8,8	0,8	2,0	0,4	24,9	381,7
2003	/04	152,7	67,3	60,2	33,1	51,8	59,9	18,7	27,3	0,1	0,0	4,4	8,1	483,6
2004	/05	94,1	15,4	31,6	3,6	33,5	23,4	12,2	32,3	9,7	2,7	0,4	1,1	260
2005	/06	120,3	92,8			48,6	83,6	26,1	0,2	21,9	3,4	5,0	33,3	
2006	/07	225,4	152,3	48,7	32,4	55,6	8,3	30,1	53,0	26,8	0,8	3,2	24,7	661,3
2007	/08	28,2	51,2	55,6	76,5	45,9	28,3	91,6	48,2	0,1	0,0	0,8		

Ano hidrológico		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Ano
2008	/09					64,6	10,2	39,8	27,6	9,2	0,5	0,0	7,4	159,3
2009	/10													
2010	/11													
2011	/12													
2012	/13													
2013	/14													
2014	/15													
2015	/16													
2016	/17													
2017	/18													
2018	/19													
2019	/20	1,5	58,1	99,0	27,1	0,2	35,9	71,2	41,6	1,4	1,4	0,3	16,2	353,9
2020	/21	87,4	61,2	36,1	40,7	74,5	7,7	45,7	0,4	8,6	0,0	0,6	28,4	391,3
2021	/22	25,6	4,6	36,9	2,4	10,8			0,7	0,3	0,0	0,3	35,4	117,0
2022	/23	53,3	18,2	140,9	36,4	4,8	11,3	2,8	12,8	26,1	0,0	0,0	12,0	318,6