



w w w . c o n g e o . p t

BRENNTAG PORTUGAL – PRODUTOS QUÍMICOS, LDA.

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO
PROJETO "UNIDADE INDUSTRIAL DE ESTARREJA DA
BRENNTAG"
ESTARREJA

(relatório_2306070_v1_10outubro2023)

Vila Nova de Gaia, outubro de 2023

3				
2				
1				
0	10out23	2306070_v1_10out23	Primeira versão completa	ss
rev.	data	relatório	motivo da revisão	autor

CONGEO - Consultores de Geologia, Lda. ■ Rua Dr. Ribeiro Magalhães, 89 2ºEsq-Tras, Santa Marinha
4400 - 285 VILA NOVA DE GAIA ■ 351 224 938 778 ■ congeo.consultores@congeo.pt



www.congeo.pt

2306070
Estudo Hidrogeológico
Projeto: "Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag"
Estarreja
BRENNTAG PORTUGAL – Produtos Químicos, Lda.

Página nº 1 de 26

2306070_eh_brenntag_relatório_2023out11

BRENNTAG PORTUGAL – PRODUTOS QUÍMICOS, LDA.

ESTUDO HIDROGEOLÓGICO

**PROJETO: "UNIDADE INDUSTRIAL DE ESTARREJA DA
BRENNTAG"**

ESTARREJA

(relatório_2306070_v1_10outubro2023)

Índice Geral

1.	INTRODUÇÃO.....	4
2.	CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA.....	5
2.1	AQUÍFEROS E ÁREAS DE RECARGA	7
2.1.1	O aquífero superficial.....	12
2.1.2	O aquífero profundo.....	13
2.2	SENTIDO DO ESCOAMENTO SUBTERRÂNEO	13
3.	INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO	14
4.	QUALIDADE DA ÁGUA.....	17
5.	DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO.....	20
6.	CONCLUSÕES.....	23
	BIBLIOGRAFIA.....	25
	WEBGRAFIA	26

ANEXOS

ANEXO I – Peças Desenhadas

DESENHO 1 – Inventário Hidrogeológico

ANEXO II – Fichas do Inventário Hidrogeológico

ANEXO III – Análises Laboratoriais

Índice de Tabelas

Tabela I – Meios humanos afetos ao Estudo Hidrogeológico.....	4
Tabela II – Valores das medições “in situ” para os pontos de água inventariados.....	15
Tabela III – Resultados obtidos em laboratório para duas amostras de água.....	17
Tabela IV – Cálculo do Índice DRASTIC.....	22

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização da área em estudo na carta Geológica de Portugal à escala original 1/50.000, extrato da folha 13-C (Ovar).....	6
Figura 2 – Sistemas Aquíferos que integram a Unidade Hidrogeológica da Orla Ocidental, com a localização da área em estudo (www.snirh.pt).....	8
Figura 3 – Localização da área em estudo no Esboço Hidrogeológico do Norte e Centro do Maciço Antigo Português, à escala original de 1/500 000 (J. Martins Carvalho, 2006).....	10
Figura 4 – Diagrama de <i>Piper</i> das águas subterrâneas colhidas em dois pontos de água distintos.....	19
Figura 5 – Diagramas de <i>Stiff</i> das águas subterrâneas colhidas em dois pontos de água distintos, PA-1 à esquerda e PA-3 à direita.....	19

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório corresponde a uma solicitação da BRENNTAG PORTUGAL – PRODUTOS QUÍMICOS, LDA., para a realização de um Estudo Hidrogeológico, com o intuito de dar resposta ao Pedido de Elementos Adicionais do Estudo de Impacte Ambiental da Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag. A área em estudo localiza-se na União de Freguesias de Beduído e Veiros, pertencente ao concelho de Estarreja.

O presente estudo compreendeu a caracterização e identificação das condições hidrogeológicas presentes na área e na sua envolvente alargada, culminando com a caracterização da vulnerabilidade do aquífero pela aplicação do Índice DRASTIC.

Foi realizada pesquisa bibliográfica prévia e trabalho de campo, que contribuíram para a identificação e caracterização da hidrogeologia, em particular dos aspetos que poderão ser afetados pela implementação do projeto.

O trabalho de campo e a elaboração do presente relatório decorreram durante os meses de agosto e setembro de 2023 e envolveram uma equipa multidisciplinar de técnicos que se apresenta na Tabela I.

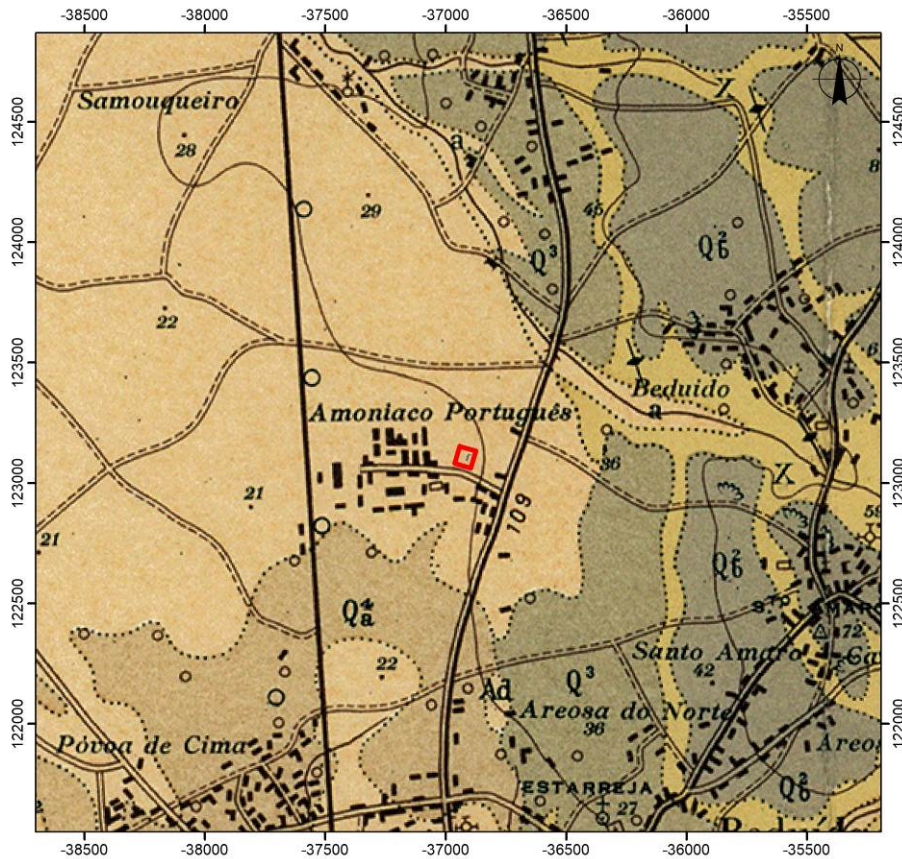
Tabela I – Meios humanos afetos ao Estudo Hidrogeológico.

NOME	FORMAÇÃO	FUNÇÃO
Sónia Silva	Geóloga (UP)	Coordenação
	Mestre em Tecnologias de Remediação Ambiental	Recursos Hídricos Subterrâneos
		Trabalho de campo
Irene Palma	Técnica Superior de Ambiente (UP)	Recursos Hídricos Subterrâneos
	Mestre em Tecnologias de Remediação Ambiental	Trabalho de campo
		SIG

2. CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

O presente estudo hidrogeológico incide sobre a área destinada à implantação do projeto referido, sendo que a empresa se localiza na zona industrial do complexo químico de Estarreja. A área é circundada a oeste pelas instalações da Bondalti Chemicals, contígua à Brenntag Portugal, encontrando-se também a oeste o estabelecimento da A.Q.P. – Aliada Química de Portugal. Toda a área a norte encontra-se sem edificação, estando coberta por vegetação. A noroeste ocorre a Central Elétrica da Quimiparque. O acesso à empresa é feito pela rua Quimiparque. No que se refere às principais vias de acesso, a nascente existe a estrada nacional EN109 e as autoestradas A29 e A1, a norte desenvolve-se a estrada nacional EN224. A poente, encontra-se a via-férrea, orientada com direção N-S e correspondendo à linha do Norte.

A área afeta ao projeto encontra-se cartografada à escala 1/50.000, na Folha 13-C (Ovar), como pode ser verificado pela análise da Figura 1. A litologia onde se insere a área em estudo é representada por Depósitos Modernos, mais concretamente por Areias de dunas (Ad). Na envolvente ocorrem ainda Depósitos de praias antigas e terraços fluviais do Plio-Plistocénico a diferentes níveis (15-20 m, 30-40 m e 45-50 m), que formam extensas zonas aplanadas. Para nascente ocorrem as formações do Complexo Xisto-Grauváquico Ante-Ordovícico e as séries metamórficas derivadas, representadas por xistos cloríticos, sercíticos e moscovíticos, compreendidos na designada Formação dos Xistos de Arada. Em associação com as linhas de água mais desenvolvidas, de ordem superior, podem ocorrer aluviões.



Sistema de Coordenadas: European Terrestrial Reference System (ETRS) 1989 - Portugal TM06
Projeção: Transverse Mercator
Datum: ETRS 1989; Origem N0.00; E0.00

750
m

Legenda

Área em estudo

MODERNO	a-A-Ad	Aluviões actuais (a) Areias e cascalheiras de praia (A) Areias de duna (Ad)	
	Q6	Depósitos de praias antigas e de terraços fluviais	15 - 20 m
Q3	30 - 40 m		
Q6	45 - 50 m		
COMPLEXO XISTO-GRAUVÁQUICO ANTE-ORDOVÍCIO E SÉRIES METAMÓRFICAS DERIVADAS	X	Xistos cloríticos, sericíticos e moscovíticos (Xistos de Arada)	

Figura 1 – Localização da área em estudo na carta Geológica de Portugal à escala original 1/50.000, extrato da folha 13-C (Ovar).

2.1 AQUÍFEROS E ÁREAS DE RECARGA

Em termos regionais, a área em estudo integra a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4), em particular a bacia do rio Vouga. A bacia hidrográfica do rio Vouga atravessa duas unidades morfoestruturais, o Maciço Hespérico e a Orla Mesocenozoica Ocidental Portuguesa, separadas por um alinhamento tectónico que se desenvolve entre o Porto e Tomar. A Orla Ocidental apresenta, como principais formações, rochas detríticas terciárias e quaternárias (areias, areias de duna, terraços, aluviões, etc.); arenitos e calcários de idade Cretácica e Jurássica. Assim, tendo em consideração a localização da área em estudo, assume particular interesse a caracterização das formações sedimentares de cobertura, nomeadamente as areias de duna, os terraços e as aluviões.

As instalações da Brenntag, do ponto de vista hidrogeológico, localizam-se na Orla Ocidental que apresenta valores de produtividade aquífera da ordem dos 400 m³/(dia.km²). A área em estudo integra o Sistema Aquífero do Quaternário de Aveiro (ver Figura 2). Este Sistema aquífero apresenta uma área total de 931 km² e é composto por três unidades distintas, quer em termos das litologias dominantes, quer no que diz respeito ao comportamento hidráulico:

- um aquífero freático ou livre instalado nos depósitos pliocénicos caracterizados pela presença de terraços fluviais e praias antigas em que o nível freático se localiza próximo da superfície topográfica;
- um aquífero confinado ou semi-confinado instalado nos depósitos de base do Quaternário que segundo a bibliografia apresenta produtividade de 14,5 ℓ/s, uma transmissividade de 428 m²/dia e um coeficiente de armazenamento de 1,7x10⁻³; e
- um aquífero freático instalado nas areias de dunas (areias de origem eólica, finas e limpas) e nas aluviões (compostas por areias com seixos e calhaus, com intercalações de argilas), sendo que, para as dunas são indicados valores de transmissividade entre 50 e 370 m²/dia.

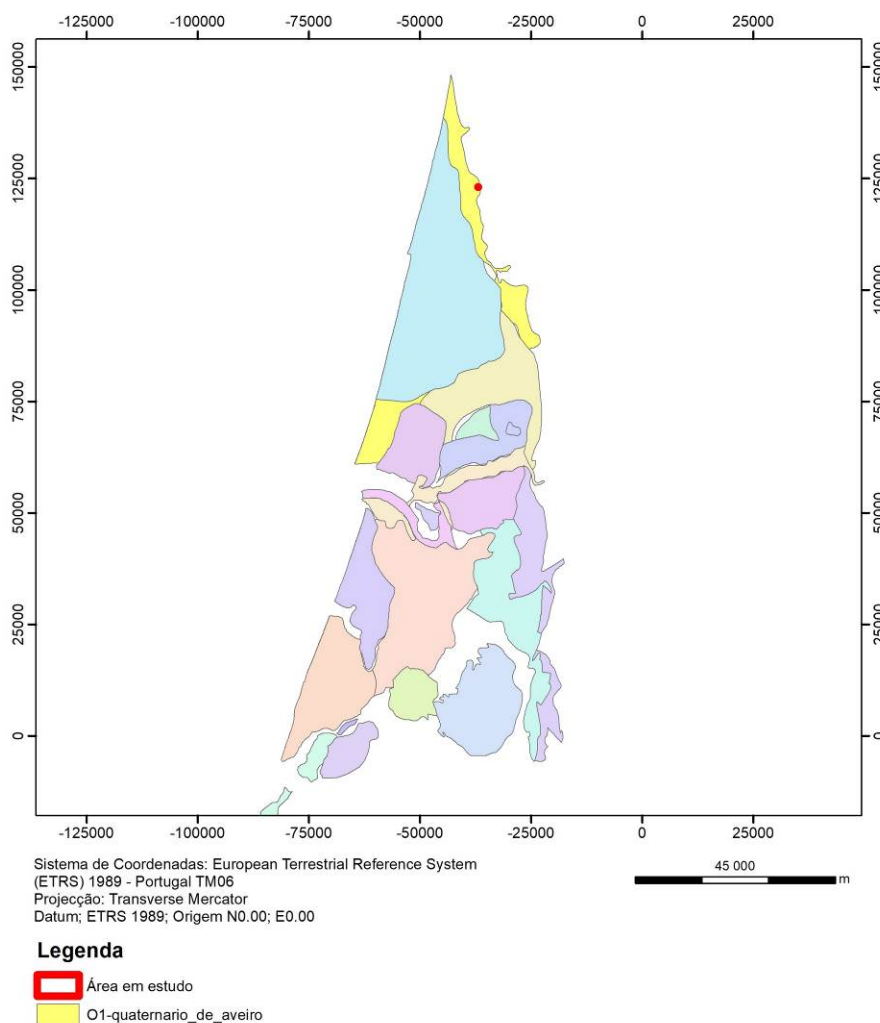


Figura 2 – Sistemas Aquíferos que integram a Unidade Hidrogeológica da Orla Ocidental, com a localização da área em estudo (www.snirh.pt).

A recolha de elementos, com base nas observações e medições efetuadas “in situ”, é fundamental para uma correta e fundamentada avaliação hidrogeológica da área em análise. Sendo assim, com base nos elementos obtidos, é possível tecer algumas considerações acerca dos principais aspetos relacionados com a caracterização hidrogeológica das formações sobre as quais incide este estudo, que permitirão responder a questões tais como:

- Quais os aquíferos e respetivas áreas de recarga interessadas pelo projeto?
- Qual o sentido do escoamento subterrâneo e avaliação da presença de eventuais estruturas condicionantes desse escoamento?

- Quais as características hidroquímicas das águas subterrâneas na zona em análise?
- Qual a vulnerabilidade à poluição apresentada pelos aquíferos presentes na área em análise?

Neste capítulo serão apresentados alguns dos argumentos, quer de natureza geológica quer estrutural, com relevância para os aspetos com influência neste tipo de estudo.

Por sua vez, a realização do inventário hidrogeológico permite, por um lado, perceber qual a formação aquífera mais solicitada em termos de cedência de água e, por outro lado, conhecer a tipologia das captações de água que, aparentemente, poderão ser as mais abundantes na área e na sua envolvente mais próxima.

Segundo dados fornecidos pelo Esboço Hidrogeológico do Norte e Centro do Maciço Antigo Português (Carvalho, 2006), à escala 1/500 000 (ver Figura 3), a área em estudo localiza-se numa Unidade Hidrogeológica Regional composta maioritariamente por terraços fluvio-marinhos e conglomeráticos e depósitos sedimentares consolidados. Neste contexto, estamos perante um aquífero em meio poroso com ligação à rede hidráulica. Quanto à produtividade, as captações mais produtivas são poços, minas e nascentes, com um caudal de exploração por captação considerado baixo ($1 \text{ l/s} < Q < 2 \text{ l/s}$). Para estes aquíferos, o risco geológico de insucesso, com base no cálculo do Índice Metros Caudal (IMC), é considerado baixo ($\text{IMC} < 80 \text{ m/l/s}$).

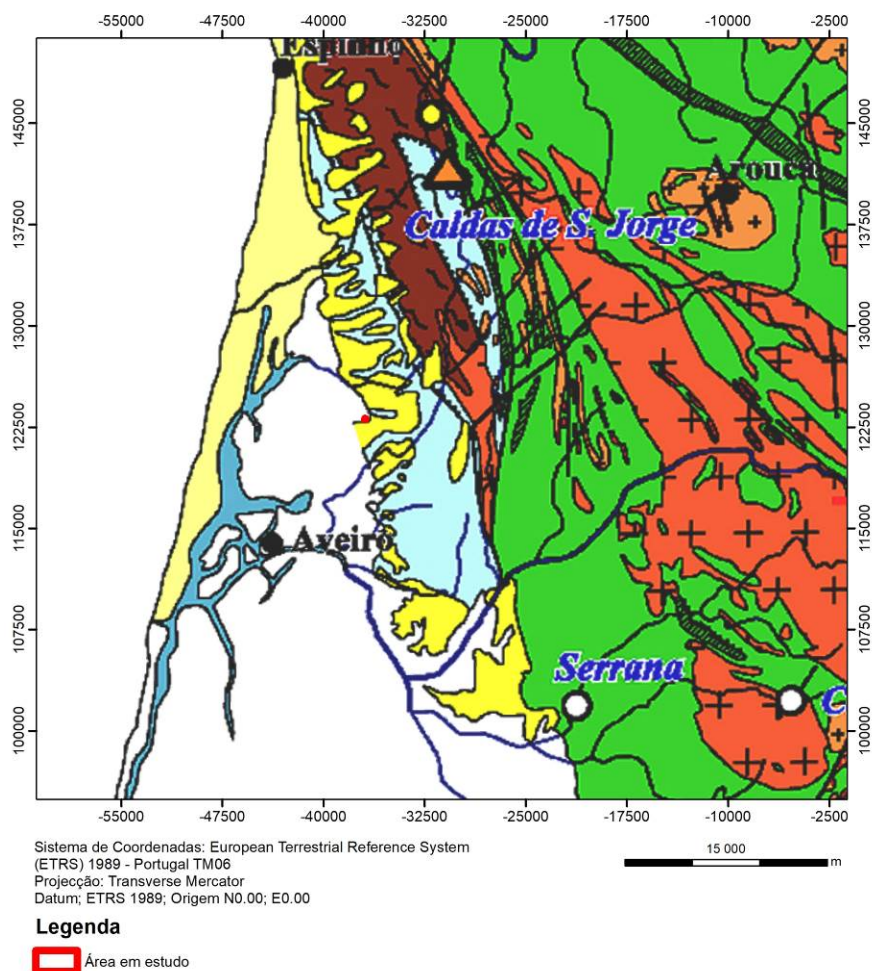


Figura 3 – Localização da área em estudo no Esboço Hidrogeológico do Norte e Centro do Maciço Antigo Português, à escala original de 1/500 000 (J. Martins Carvalho, 2006).

A recarga dos aquíferos nesta região ocorre, essencialmente, por infiltração direta da água com origem na precipitação, nas áreas que se mantêm com cobertura natural, ou seja, sem impermeabilização. O contexto geológico da área (litologias porosas) e a topografia com declives bastante suaves são dois fatores importantes para a promoção da infiltração.

A descarga dos sistemas aquíferos, de forma natural, é realizada, essencialmente, através de pequenas nascentes ou para linhas de águas. Zonas de fundo de vale e exurgências nas bases de vertentes podem ser também apontadas como áreas favoráveis à descarga de águas subterrâneas, apesar de neste contexto ocorrerem zonas de talvegue com vertentes pouco pronunciadas.

Assim, na área em estudo, que como já referido se situa sobre areias de dunas, o aquífero existente corresponde a um aquífero freático do tipo poroso explorado por um elevado conjunto de captações privadas, destacando-se os poços de grande diâmetro.

Com base nas observações de campo de natureza hidrogeológica, tal como é clássico neste tipo de ambiente geológico, pode-se individualizar mais do que um aquífero, dependendo da profundidade até onde se pretenda fazer a análise. Contudo, para esta área, analisaremos apenas os dois aquíferos mais superficiais e, assim, temos:

- O aquífero mais superficial, instalado nos níveis mais recentes que constituem o substrato sedimentar que apresenta uma espessura regra geral de 10 m, mas que, pontualmente, pode atingir os 30 m. É constituído por areias finas, limpas, muito bem calibradas e com a fração silto-argilosa inferior a 10%. Neste aquífero é comum a existência de um horizonte estabelecido na zona de variação do nível freático, constituído por precipitados de óxidos de ferro, imprimindo um aspeto laterítico a estas formações. Este aquífero poderá ocorrer também na dependência de depósitos recentes associados a linhas de água que, contudo, de um modo geral na área afeta ao estudo se mostram pouco interessantes do ponto de vista da produtividade aquífera. Os depósitos pliocénicos que ocorrem na envolvente contribuem também para a reserva de água nos níveis mais superficiais mas, no entanto, o papel destas formações é mais reduzido tendo em conta a fraca permeabilidade que apresentam. De salientar que o aquífero superficial apresenta forte expressão na região, não só pela sua ampla extensão, mas também pela sua profundidade no que respeita à espessura das areias de dunas e, obviamente, pela facilidade de acesso à água.
- O aquífero a níveis mais profundos encontra-se instalado nas litologias da base do Quaternário, que representa uma sequência sedimentar granodécrescente, muito grosseira, tendo na base clastos de diferente natureza (xistos, granitos, grauvaques e liditos), passando sucessivamente a areões e areias mais finas e argilosas e terminando, no topo, com um nível de lodos orgânicos. O substrato geológico presente na base deste aquífero, bem como o nível de lodos orgânicos no seu teto, confere características de permeabilidade e de porosidade que permitem assumir condições para que o mesmo possa ser classificado como sendo um aquífero confinado ou, no mínimo, como semi-confinado, podendo apresentar algum interesse local do ponto de vista hidrogeológico.

As características e o comportamento de cada um destes aquíferos são distintos, pelo que serão alvo de uma análise hidrogeológica de forma individualizada.

2.1.1 O aquífero superficial

Este aquífero, tal como referido anteriormente, desenvolve-se nas camadas de cobertura de toda a região (ver Figura 1). É de salientar que se trata de um aquífero com forte expressão pela extensão que ocupa. Nas zonas em que se desenvolve atividade agrícola este aquífero poderá assumir maior importância devido à facilidade com que se pode aceder à água para uso na agricultura. Na dependência de linhas de água podem ocorrer aluviões, estando, a sua importância, dependente, essencialmente, da espessura apresentada por esses níveis, sendo de notar que na área em estudo e na sua envolvente imediata, estas estruturas têm pouca representatividade.

O aquífero superficial é caracterizado por apresentar uma porosidade do tipo intergranular, dita porosidade em pequeno, embora muito heterogénea, estando presente uma componente maioritariamente arenosa (mais argilosa em zonas agricultadas). O relevo na área é pouco acentuado ou mesmo bastante suave o que facilita a recarga dos aquíferos, assumindo assim uma maior importância hidrogeológica. Este aquífero constitui um recurso com um bom potencial à escala das necessidades do consumo hídrico local, em particular para uso na agricultura.

A existência deste aquífero superficial pode revelar-se importante, quer no facto de permitir a proteção do aquífero profundo, quer no facto de contribuir para a cedência hídrica para o mesmo aquífero, que se desenvolve de forma subjacente. A relativamente elevada porosidade, que decorre de uma estrutura pouco a moderadamente compactada, associada a uma relação entre as percentagens das componentes arenosa e silto/argilosa, desfavorável a esta última, conferem a este aquífero, propriedades hidrogeológicas, em particular a sua capacidade de armazenamento, que podem ser consideradas bastantes interessantes. Contudo a sua permeabilidade decresce, sempre que se verifique um incremento da componente argilosa.

A recarga hídrica deste aquífero resulta diretamente da precipitação e, nas zonas a cotas mais baixas, pode beneficiar da escorrência subterrânea em consequência de eventuais trocas/descargas com origem no aquífero profundo.

Na área em estudo este aquífero superficial apresenta um desenvolvimento espacial considerável e uma produtividade moderada, podendo apresentar bastante interesse a nível local. Foi possível verificar, aquando da realização do trabalho de campo, que é neste aquífero que se encontram instaladas praticamente todas as captações do tipo poço.

Como está mais à superfície e em termos de área é bastante representativo, será este aquífero o alvo da avaliação da vulnerabilidade pela aplicação do Índice DRASTIC.

2.1.2 O aquífero profundo

O aquífero profundo é representado, também, por um substrato sedimentar (ver Figura 1). Como se encontra confinado na base e no teto, este contexto geológico poderá originar um razoável suporte físico para que se desenvolva um sistema aquífero em profundidade.

As litologias presentes, uma sequência sedimentar granodrecrescente, confere a este substrato uma componente granulométrica maioritariamente grosseira e, por isso, poderá originar-se um meio com razoável permeabilidade. O facto de se encontra limitado na base e no teto poderá traduzir-se num aquífero confinado ou, no mínimo, semi-confinado, sempre que se encontre na presença destas condições.

As características globais, das formações descritas em profundidade, permitem afirmar que se trata de um meio poroso com predomínio evidente de uma porosidade do tipo granular indicando um aquífero contínuo instalado em formações sedimentares.

Dado o declive suave que caracteriza a topografia da zona em estudo, bem como as condições de cobertura, as áreas de recarga assumem uma importância significativa no que diz respeito à infiltração desde a superfície até ao aquífero profundo, nomeadamente nas zonas de maior infiltração.

Não deve, ainda, ser excluída a possibilidade de existência de estruturas coletoras da circulação profunda – não identificadas nem visíveis à superfície durante a realização do trabalho de campo e que, uma vez intersetadas, possam constituir armadilhas hidrogeológicas com potencial bastante mais elevado. Referimo-nos, concretamente, à eventual existência de estruturas de morfologia planar, como sejam caixas de falha que, quando preenchidas com material argiloso e espessura adequada, constituem barreiras bastante eficazes à circulação de água.

2.2 SENTIDO DO ESCOAMENTO SUBTERRÂNEO

A área de implantação do projeto localiza-se, na sua totalidade, sobre o aquífero de areias finas, em que o escoamento subterrâneo se faz no sentido da linha de costa, ou seja, para oeste. Nos depósitos do Pliocénico, o nível freático acompanha a superfície topográfica e o fluxo subterrâneo assumirá a direção das linhas de água.

Nos níveis mais profundos, nas litologias da base do Quaternário, o nível freático, limitado pela camada de lodos orgânicos, podem ocorrer oscilações sazonais de cerca de 2 m. Apesar de nestas formações, o escoamento subterrâneo se encontrar condicionado pelo confinamento do aquífero, pode-se considerar que o fluxo também se fará para oeste.

3. INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO

A execução do inventário hidrogeológico incidiu sobre a área afeta ao projeto e sobre a sua envolvente. A área em estudo localiza-se numa zona com forte ocupação antrópica, sendo que a área da empresa se integra numa zona industrial já implantada. O limite sul confronta com a via de acesso (Rua Quimiparque). A sul e a nascente desta zona industrial localizam-se os aglomerados populacionais mais próximos e que ainda mantêm um carácter rural, tendo em conta a existência de campos agrícolas de maior dimensão e pequenas hortas associadas às habitações. Para norte e poente, existe uma ampla área sem edificação em que prevalece o coberto vegetal primário.

A realização do inventário de pontos de água foi dificultada por diversas razões:

- i) a escassez de captações de água na envolvente imediata da área, nomeadamente na sua parte norte e oeste;
- ii) a existência de captações de água subterrânea em propriedades privadas em que, estando os proprietários ausentes, a recolha de informação e inventariação de captações é dificultada;
- iii) a dificuldade em obter informação sobre a existência de captações na área empresarial;
- iv) a forte artificialização superficial de toda a área pode ter provocado a inativação e desaparecimento de algumas captações mas antigas e que fazem parte da base de dados da ARH-Norte.

No entanto, mesmo assim, foi possível inventariar dez pontos de água subterrâneos, todos de tipologia poço. Todos os pontos de água inventariados estão localizados a sul da área em estudo. O mapa de localização dos pontos de água encontra-se no ANEXO I. A informação compilada referente a cada ponto de água inventariado pode ser consultada no ANEXO II – Fichas do Inventário Hidrogeológico.

A BRENNTAG não tem captações de água subterrânea, consumindo água da rede pública de abastecimento.

Da informação recolhida junto da ARH-Norte, verifica-se a existência de captações de tipologia poço e furo na envolvente imediata e intermédia da área analisada. Não foi possível obter informação mais pormenorizada dos furos localizados a noroeste da área afeta ao projeto em análise.

Da consulta ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) é possível constatar que, para o concelho de Estarreja, encontram-se registadas 51 captações.

Na base de dados do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), encontram-se registadas furos e sondagens na área envolvente da BRENNTAG, nomeadamente na área industrial mas, no entanto, não há mais informação acerca destes pontos de água.

Aquando da realização do presente estudo houve a preocupação de que os pontos de água inventariados se localizassem de forma equitativa em toda a envolvente da área, permitindo, deste modo, uma melhor caracterização das condições hidrogeológicas que ocorrem, quer em termos locais, quer mesmo regionais, no entanto, pela análise do Anexo I é possível verificar a distribuição de pontos de água pela área não é necessariamente equitativa. A área envolvente a noroeste apresenta cotas altimétricas mais elevadas, com uma ocupação arbustiva/florestal e pouca edificação, sendo um tipo de terreno que não propicia a existência de captações. Estas ocorrem essencialmente a sul, associadas a campos agrícolas e zonas habitacionais.

A envolvente é coberta pela rede pública de abastecimento de água e de serviço de saneamento, mas parte da área não tem acesso a estes serviços, pelo que ainda se encontram habitações com fossas sépticas.

Com o intuito de se aferirem as características das águas que suportam os aquíferos na área de intervenção, foram efetuadas medições "in situ" de alguns dos seus parâmetros físico-químicos. Na Tabela II poderão ser consultados os resultados de algumas das medições realizadas "in situ" para cada ponto de água (PA) inventariado, tais como: a profundidade da captação, a temperatura da água (T), o pH, a condutividade elétrica (Cond.), os sólidos dissolvidos totais (TDS) e o nível hidrostático (NHE).

Tabela II – Valores das medições "in situ" para os pontos de água inventariados.

Nº PA	Tipologia	Profundidade (m)	T (°C)	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)	NHE (m)	Caudal (l/s)
1	Poço	3,70	21,1	6,90	321	155	2,20	n.a.
2	Poço	6,30	21,8	6,41	349	174	4,70	n.a.
3	Poço	3,95	21,8	6,22	428	209	2,20	n.a.
4	Poço	4,50	22,5	5,16	596	297	3,60	n.a.
5	Poço	3,80	20,3	6,33	367	182	2,70	n.a.
6	Poço	4,30	22,4	6,54	370	185	2,60	n.a.
7	Poço	4,20	20,6	6,68	335	166	3,60	n.a.
8	Poço	3,70	21,3	6,35	319	160	2,80	n.a.
9	Poço	5,00	25,1	7,29	868	433	2,60	n.a.
10	Poço	n.m.	22,9	6,90	343	171	1,90	n.a.

Nota: PA - Ponto de água; T - Temperatura; Cond. - Condutividade elétrica; TDS - Sólidos Dissolvidos Totais; NHE - Nível Hidrostático; n.a. - não aplicável; n.m. - não medido.

As situações de risco ambiental que existem atualmente, relacionadas com a existência de potenciais focos poluentes, naturais e/ou antropomórficos, na envolvente imediata da área de estudo, estarão relacionados com a presença de um conjunto de infraestruturas tais como: zona industrial já existente, densa área edificada a sul e nascente onde poderão existir fossas sépticas e/ou sumidouras, apesar de já se encontrar instalado o sistema de saneamento, campos agrícolas, por vezes com agricultura intensiva e densa rede viária, salientando-se também a existência da linha de caminho-de-ferro que atravessa a zona industrial com a direção N-S.

4. QUALIDADE DA ÁGUA

Com o intuito de caracterizar estas águas, em particular do ponto de vista hidroquímico, foram recolhidas duas amostras de água com o objetivo de se realizarem ensaios laboratoriais, correspondendo a dois pontos de água subterrânea localizados na envolvente do projeto, um a montante (PA-1) e outro a jusante (PA-3). Os boletins com os resultados obtidos podem ser consultados no ANEXO III – Análises Laboratoriais.

Na Tabela III encontram-se os resultados obtidos em laboratório, para as duas amostras colhidas, que serão utilizados para a construção dos diagramas de Piper e de Stiff que serão analisados mais à frente.

Tabela III – Resultados obtidos em laboratório para duas amostras de água.

PARÂMETROS	PA-1 (poço)	PA-3 (poço)
pH (Escala Sorensen)	6,8	6,6
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	263	362
Dureza total (mg/ℓ)	102,5	112,3
Cloretos ($\text{mg}/\ell \text{Cl}$)	31,9	57,9
Sulfatos ($\text{mg}/\ell \text{SO}_4$)	12	47
Potássio ($\text{mg}/\ell \text{K}$)	4,6	3,7
Sódio ($\text{mg}/\ell \text{Na}$)	12,5	25,8
Cálcio ($\text{mg}/\ell \text{Ca}$)	17,6	31,1
Carbonatos ($\text{mg}/\ell \text{CaCO}_3$)	<12	<12
Hidrogenocarbonatos ($\text{mg}/\ell \text{HCO}_3$)	146	69,5
Magnésio ($\text{mg}/\ell \text{Mg}$)	14,3	8,4

Nota: < - inferior ao limite de quantificação do método utilizado.

No que se refere à medição do pH e da condutividade elétrica registam-se pequenas variações entre os valores obtidos *in situ* e os resultados obtidos em laboratório, não sendo as mesmas, no entanto, significativas. Os valores utilizados para elaboração dos diagramas hidrogeoquímicos serão os resultantes da análise laboratorial.

Com base nos resultados laboratoriais, verifica-se que as amostras aparentam um quimismo ligeiramente distinto apesar de se tratar da mesma tipologia (poço) e estarem instalados na mesma litologia, captando, assim, no mesmo aquífero. A influência da ocupação da superfície poderá ser considerada semelhante nas duas amostras tendo em conta que apesar de se situarem a alguma distância, o enquadramento geográfico é o mesmo.

Uma análise sumária dos resultados analíticos obtidos diz-nos que o pH apresenta valores que apontam para um carácter ligeiramente ácido, quase neutro. Os valores de pH obtidos poderão ser considerados típicos para o contexto geológico da área, no qual a presença de formações sedimentares arenosas é predominante.

No que se refere à condutividade elétrica, ambas as captações apresentam resultados que podem ser considerados normais para o contexto geológico e de ocupação da superfície em que se inserem, apesar de ser no PA-3 que se regista o valor mais elevado (362 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Os resultados expressos para a concentração dos sólidos dissolvidos são, em tudo, semelhantes ao que se passa com a condutividade. O aumento dos valores em sólidos dissolvidos é diretamente correlacionável com a condutividade, pelo que, onde se registaram os maiores valores de condutividade, é de esperar maiores valores de sólidos dissolvidos, facto que foi confirmado através dos resultados analíticos obtidos *in situ*.

O diagrama de Piper e o diagrama de Stiff, que se encontram na Figura 4 e na Figura 5, respetivamente, contêm projeções gráficas dos resultados analíticos dos elementos maiores (iões – catiões e aniões), sendo usado ainda o valor da condutividade elétrica destas águas subterrâneas mas sem que tal apareça projetado nestes diagramas. Estes diagramas, utilizados correntemente em hidrogeoquímica, são ferramentas vulgarmente utilizadas para interpretar e classificar o quimismo das águas subterrâneas.

Sempre que ocorra uma variação, com alguma significância, na concentração daqueles elementos maiores, ou noutros parâmetros analisados, ela poderá ser interpretada como uma alteração brusca que se esteja a verificar nas características da água.

Da análise do diagrama de Piper (ver Figura 4) verifica-se que as duas amostras analisadas apresentam um quimismo distinto. O PA-1 apresenta um carácter bicarbonatado no que diz respeito à presença de aniões mas, no entanto, em termos de aniões, é uma água mista, de tendência magnésiana. O PA-3 é uma água mista em termos da presença dos diferentes iões, no entanto, pela análise dos diagramas é possível perceber que há uma tendência cálcica no que respeita à carga catiónica e cloretada no que se refere à presença de aniões. Estando as duas captações no mesmo aquífero, esta diferença de quimismo terá que estar relacionada com a ocupação de superfície que se verifica na envolvente de cada um dos pontos.

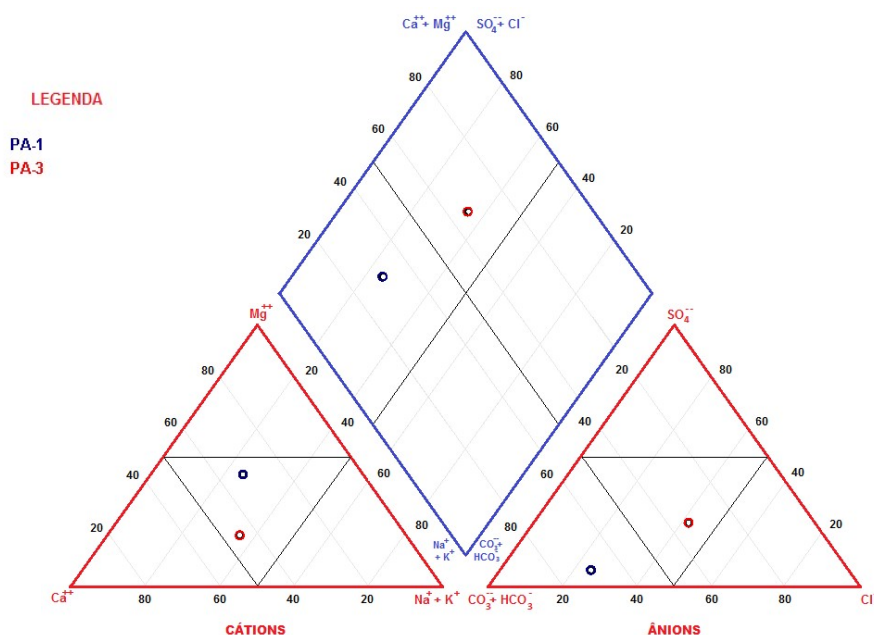


Figura 4 – Diagrama de Piper das águas subterrâneas colhidas em dois pontos de água distintos.

Os diagramas de Stiff (ver Figura 5) ajudam, igualmente, a analisar as características hidroquímicas das águas analisadas. Pela análise dos diagramas de Stiff é possível verificar que as amostras analisadas apresentam, do mesmo modo, quimismo ligeiramente distinto, sendo que na correspondente ao PA-1 destaca-se o carácter bicarbonatado e no PA-3 destaca-se o teor superior em cálcio. A amostra PA-3 apresenta-se como a mais mineralizada.

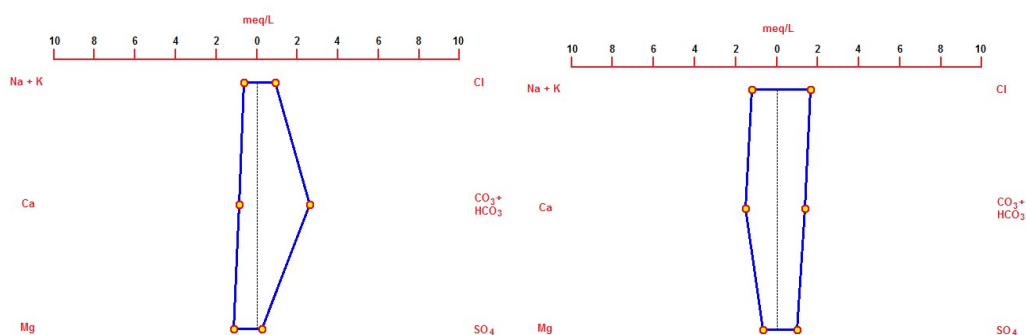


Figura 5 – Diagramas de Stiff das águas subterrâneas colhidas em dois pontos de água distintos, PA-1 à esquerda e PA-3 à direita.

5. DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO

Um dos métodos mais utilizados para determinação da vulnerabilidade de uma massa de água subterrânea, nomeadamente em países como os Estados Unidos ou o Canadá, é o Índice DRASTIC. Devido à sua simplicidade e fácil aplicação, este índice torna-se uma ferramenta de grande utilidade na determinação da vulnerabilidade. O Índice DRASTIC engloba sete parâmetros:

- D – “Depth to water” – profundidade da água (nível hidrostático);
- R – “net Recharge” – recarga por infiltração;
- A – “Aquifer media” – características do meio aquífero;
- S – “Soil media” – características do solo;
- T – “Topography or slope” – topografia;
- I – “Impact of the vadose zone media” – características da zona vadosa;
- C – “Hydraulic Conductivity” – condutividade hidráulica no aquífero.

No cálculo do DRASTIC, cada um dos parâmetros acima enunciados contribui com um determinado peso, o qual reflete a sua importância relativa na quantificação da vulnerabilidade. Desta forma, os parâmetros que apresentam maior influência para a vulnerabilidade do aquífero serão aqueles aos quais é atribuído um maior peso. Assim, os parâmetros com maior peso são os parâmetros D (profundidade da água – nível freático) e o parâmetro I (caraterísticas da zona vadosa). Estes dois parâmetros influenciam em quase 50% o resultado final do índice. A cada um destes parâmetros, além do peso, deve-se atribuir um índice numérico que corresponde às características intrínsecas de cada local. Estes valores são obtidos a partir de tabelas publicadas, as quais estabelecem uma correspondência entre as características físicas, as características hidrogeológicas e o respetivo parâmetro.

A determinação do índice DRASTIC será efetuada para o aquífero superficial, instalado em terrenos de natureza sedimentar, mais incoerentes, como é o caso em estudo. O aquífero superficial necessita desta abordagem específica no sentido de determinar a sua vulnerabilidade, quer devido às suas características, quer pelo facto de se tratar de um sistema aquífero mais superficial logo mais sujeito a ações antrópicas potencialmente poluentes, quer pelo facto de constituir a primeira proteção do aquífero profundo e, também, pelo facto de a sua representatividade superficial ser significativa na área.

No caso do local em estudo, assim como para a sua área envolvente, poderemos assumir as seguintes características para cada um dos parâmetros, considerando o aquífero superficial:

D – profundidade da água: de acordo com o conhecimento local da área, o nível freático está relativamente próximo da superfície. Dos pontos inventariados foi possível medir o NHE nos dez poços, obtendo-se um valor médio de 2,89 m. Tendo em consideração a época do ano em que este estudo foi

realizado (agosto), o valor obtido pode ser considerado próximo do valor de estabilidade do meio hídrico subterrâneo nesta altura do ano hidrológico (época de estiagem), o que se traduz num nível hidrostático próximo da superfície. Considera-se que, no caso dos poços, estes estão instalados e a captar no aquífero superficial, enquanto os furos existentes estarão a captar em níveis mais profundos. Sendo assim, pode-se depreender que o NHE médio para o aquífero superficial será inferior a 4,0 m. Desse modo, para o aquífero superficial nas tabelas DRASTIC, este parâmetro assume o índice 9;

R – recarga por infiltração: da consulta ao Atlas do Ambiente, para esta região onde a área do projeto se insere, a precipitação média anual corresponde a valores que poderão variar entre 800 a 1000 mm/ano, podendo ser considerando o valor médio de precipitação de 900 mm/ano. Admitindo que a porosidade das formações que ocorrem na área permite uma infiltração efetiva no solo bastante elevada, mesmo sendo ela de apenas 30%, obtém-se um valor para a infiltração de 270 mm. A este valor de infiltração pode ser atribuído o índice 10 nas tabelas DRASTIC;

A – caraterísticas do meio aquífero: as caraterísticas geológicas, do meio em que se desenvolve o aquífero superficial na zona, correspondem às de um substrato sedimentar, constituída essencialmente por areias dunares limpas e bem calibradas. Sendo o alvo desta análise o aquífero superficial, a uma formação litológica, com as caraterísticas das apresentadas localmente, pode ser atribuído o índice 8 das tabelas DRASTIC;

S – caraterísticas do solo: o substrato geológico na área em estudo dá origem a um solo de textura arenosa, com reduzida presença de argila e silte. Assim, tendo em consideração estas caraterísticas poder-se-á atribuir, para este parâmetro, o índice 8 das tabelas DRASTIC;

T – topografia: os valores apresentados pelo declive da topografia apontam para um relevo suave e aplanado, não ultrapassando, regra geral, os 2%. Sendo assim, a valores de declive desta ordem de grandeza é atribuído o índice 109 nas tabelas DRASTIC;

I – caraterísticas da zona vadosa: a zona vadosa apresenta caraterísticas próprias, as quais permitem a sua classificação como sendo uma zona instalada no substrato arenoso, que nalguns domínios pode estar misturada com material de origem orgânica em resultado da atividade agrícola à superfície do terreno. A uma zona vadosa que apresente este tipo de caraterísticas, pode ser atribuído o índice 8 das tabelas DRASTIC;

C – condutividade hidráulica no aquífero: a condutividade hidráulica, de acordo com a diversa bibliografia especializada já publicada, relativamente a este tipo de formações geológicas – um substrato sedimentar arenoso e bem calibrado, apresenta elevada permeabilidade, possivelmente com valores entre 40 m/dia e 80 m/dia. Assim, pode ser considerado o índice 8 para este parâmetro, tal como consta nas tabelas DRASTIC.

Com os valores numéricos obtidos, podemos agora calcular o valor do Índice DRASTIC (ID), de acordo com a seguinte fórmula:

$$ID = D (PxI) + R (PxI) + A (PxI) + S (PxI) + T (PxI) + I (PxI) + C (PxI)$$

Na Tabela IV, abaixo, apresenta-se, relativamente a cada um dos parâmetros aqui analisados, o índice respetivo assim como o peso que lhe é atribuído nas tabelas DRASTIC. Desta forma, é possível, de acordo com o Índice DRASTIC, obter um valor para a vulnerabilidade deste local.

Tabela IV – Cálculo do Índice DRASTIC.

Parâmetros	Características	Índice (I)	Peso (P)	TOTAL (IxP)
D	NHE inferior a 4,0 m	9	5	45
R	Recarga com um valor de 270 mm/ano	10	4	40
A	Aquífero superficial instalado em areias dunares	8	3	24
S	Solo de textura arenosa, com presença reduzida de silte e argila	8	2	16
T	Declive regra geral inferior a 2 %	10	1	10
I	Substrato arenoso, com incremento de argila nas zonas agrícolas	8	5	40
C	Condutividade hidráulica alta a muito alta	8	3	24
Valor do Índice				199

De acordo com os resultados apresentados na Tabela IV, obteve-se o valor de **199** para o Índice DRASTIC. Podemos, assim, dizer que o aquífero superficial localizado na área em estudo, bem como os da sua envolvente mais próxima, apresentam um índice de vulnerabilidade à poluição que deve ser classificado como **Muito Alto**.

6. CONCLUSÕES

Neste relatório é possível tecer as seguintes conclusões sobre as condições hidrogeológicas da área em estudo:

1. A área do projeto em estudo encontra-se integrada numa zona industrial já implantada, sendo que a envolvente se apresenta densamente ocupada, nomeadamente a este e a sul, por áreas habitacionais e campos agrícolas. Toda a área é servida por uma densa rede viária e pela Linha do Norte do caminho-de-ferro;
2. A área do projeto localiza-se sobre areias de dunas bem calibradas. Na envolvente próxima ocorrem depósitos de praias antigas e de terraços fluviais, formações por vezes desmanteladas tendo em conta a ocupação da superfície. Associado às linhas de água podem ocorrer aluviões que, no entanto, não apresentam grande expressão na envolvente. Para nascente regista-se a presença da Formação dos Xistos de Arada que corresponde às formações do topo do complexo xistograuváquico ante-ordovícico e séries metamórficas derivadas;
3. A área correspondente à área de implantação do projeto, situa-se na Unidade Hidrogeológica da Orla Ocidental e integra o Sistema Aquífero Quaternário de Aveiro que, na região, representa um sistema multi-camada, poroso, instalado nos níveis mais superficiais compostos pelas areias dunares e, com menor expressão nos depósitos de praias antigas e terraços fluviais; em profundidade encontra-se nos depósitos da base do Quaternário;
4. As linhas de água, existentes na área, não desenvolveram formações aluvionares que possam ser consideradas interessantes do ponto de vista da produtividade aquífera;
5. As condições gerais da recarga e do escoamento subterrâneo, no substrato geológico presente na área, obedecem a um padrão que é condicionado pela porosidade do tipo intersticial das litologias presentes, associadas às características da topografia do terreno cujo declive é globalmente considerado suave
6. Do inventário hidrogeológico resultou a identificação de dez poços, em que a água é usada essencialmente para a rega dos campos agrícolas;
7. Os valores de pH, de condutividade elétrica e de sólidos dissolvidos totais (medidos *in situ*), para as águas analisadas, devem, de uma maneira geral, ser considerados aceitáveis, tendo em conta o meio hidrogeológico em que elas circulam e a ocupação da superfície dos terrenos;
8. As fontes poluentes identificadas, como apresentando algum risco potencial, resumem-se a: i) presença da área empresarial já existente; ii) densa edificação correspondente aos agregados

habitacionais; v) atividade agrícola; vi) rede viária com tráfego intenso; e, ainda, vii) zonas habitacionais isoladas com possível presença de fossas sépticas;

9. Tendo como objetivo a caracterização do quimismo das águas ocorrentes na área, foram analisadas em laboratório duas amostras de água provenientes de dois poços, tendo as análises resultado num quimismo distinto, água bicarbonatada, mista de tendência magnésiana no PA-1 e uma água considerada mista de tendência cálcica e cloretada no PA-3; tais diferenças só podem ser justificadas com a influência que a ocupação de superfície exerce sobre as águas subterrâneas;
10. A vulnerabilidade do aquífero superficial à poluição, determinada com o recurso ao Índice DRASTIC é considerada Muito Alta, de acordo com o valor obtido para aquele índice: 199.

Vila Nova de Gaia, 10 de outubro de 2023

BIBLIOGRAFIA

- ALLER, L. et al. (1987) – DRASTIC: a standardized system for evaluation groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. U. S. Environmental Protection Agency Publication 600/2-85/018. U. S. Government Printing Office. Washington D. C.
- APA – ARH-Centro (2012) - Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4). Relatório de Base. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. Agência Portuguesa do Ambiente; Administração da Região Hidrográfica - Centro. Lisboa.
- APA – ARH-Centro (2016) - Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4). Relatório de Base. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. Agência Portuguesa do Ambiente; Administração da Região Hidrográfica - Centro. Lisboa.
- CARVALHO, J.M. (2006). Prospecção e Pesquisa de Recursos Hídricos Subterrâneos no Maciço Antigo Português: Linhas Metodológicas. (Tese de Doutoramento). Universidade de Aveiro, 292 pp.
- FETTER, C.W. (1994) – Applied hydrogeology. Prentice Hall, New Jersey. 961 pp.
- METCALF & EDDY, INC. (1995) – Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Third Edition. Revised by G.Tchobanoglous. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, Nova Deli. 1334 pp.
- TEIXEIRA, C.; ASSUNÇÃO, C.,(1963) – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000 da Folha 13-C (Ovar). Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.
- TEIXEIRA, C.; ASSUNÇÃO, C.,(1963) – Notícia Explicativa da Folha 13-C (Ovar) na escala 1/50 000. Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa. 18pp.
- THEIS, C.V. (1935) – The lowering of the piezometer surface and the rate and discharge of a well using ground-water storage. Trans. Am. Geophy. Union., 16:519-524.

WEBGRAFIA

<http://snirh.pt> – consultado em setembro de 2023

<http://insaar.apambiente.pt> – consultado em setembro de 2023

<http://www.geoportal.ineg.pt> – consultado em setembro de 2023

[http:// www.sniamb.apambiente.pt/webatlas](http://www.sniamb.apambiente.pt/webatlas) – consultado em setembro de 2023



2306070
Estudo Hidrogeológico
Projeto "Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag"
Estarreja
BRENNTAG PORTUGAL – Produtos Químicos, Lda

w w w . c o n g e o . p t

ANEXOS



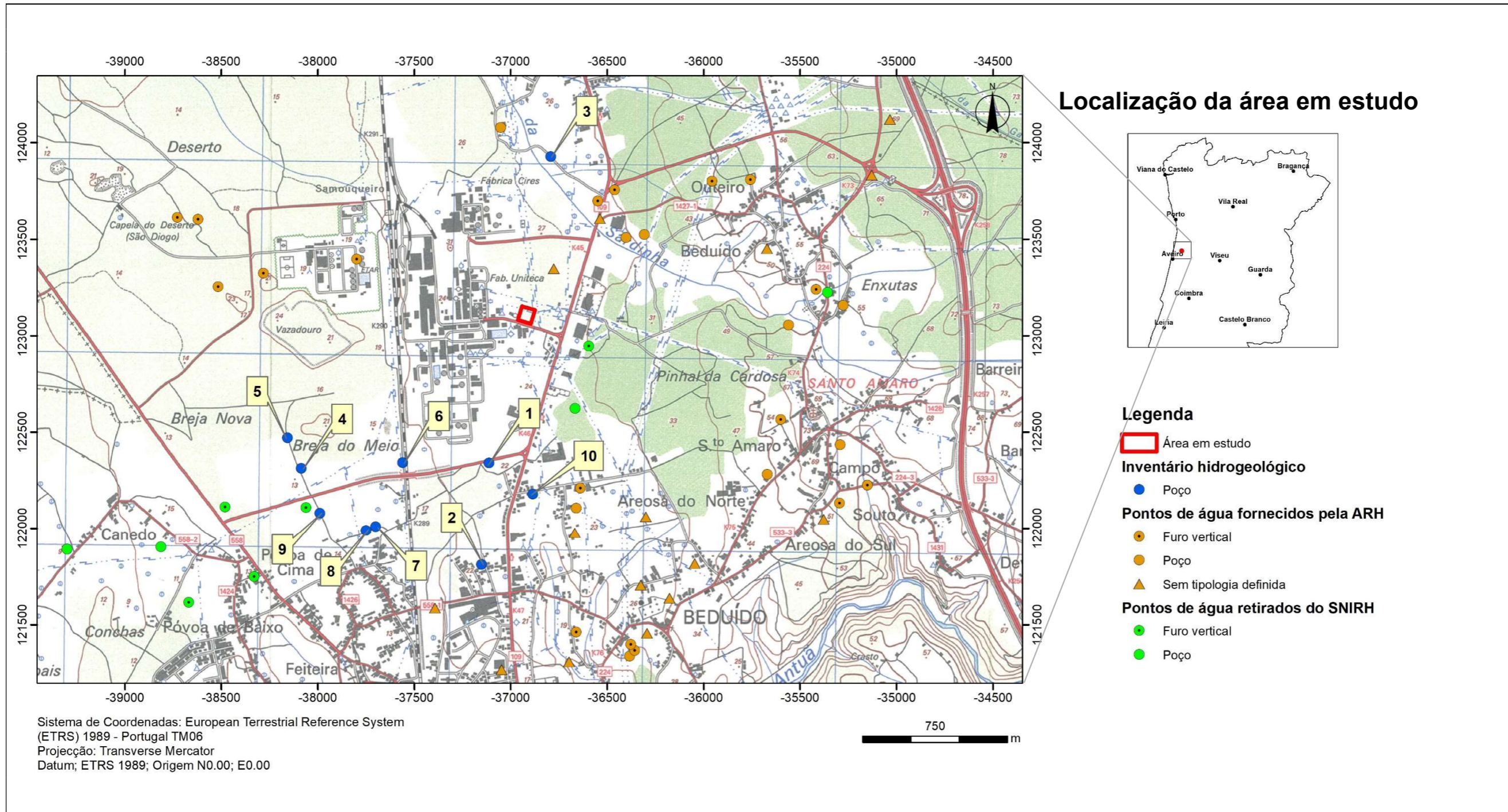
www.congeo.pt

2306070
Estudo Hidrogeológico
Projeto "Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag"
Estarreja
BRENNTAG PORTUGAL – Produtos Químicos, Lda

ANEXO I

PEÇAS DESENHADAS

✓ **DESENHO 1**
Inventário Hidrogeológico



DESENHO 1 INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO

Carta com a localização dos pontos de água inventariados, bem como, os pontos de água fornecidos pela ARH e os pontos retirados no SNIRH.
 Carta Topográfica Militar à escala original 1/25000, extrato da Folha nº 163 – Estarreja.



w w w . c o n g e o . p t

2306070
Estudo Hidrogeológico
Projeto "Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag"
Estarreja
BRENNTAG PORTUGAL – Produtos Químicos, Lda

ANEXO II

FICHAS DO INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**Local: **Estarreja**

Página: 01 / 10

Data:

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 3,70

Diâmetro (m): 4,70

Aquífero (m): -

Local: Estrada de acesso entre EN109 e EM558

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Vias de acesso; indústria; acumulação de lixo

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	11:39				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	21,1				°C
pH:	6,90				E. Sorensen
Condutividade:	321				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	155				ppm
NHE:	2,2				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**Local: **Estarreja**

Página: 02 / 10

Data:

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 6,30

Diâmetro (m): 4,70

Aquífero (m): -

Local: Rua Dr. Augusto de Castro

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Vias de acesso; agricultura; edificação

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	11:39				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	21,8				°C
pH:	6,41				E. Sorensen
Condutividade:	349				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	174				ppm
NHE:	4,7				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 03 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 3,95

Diâmetro (m): 4,70

Aquífero (m): -

Local: Caminho atrás do restaurante "Churrasquinho"

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Agricultura

Focos Poluentes: Agricultura; vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	13:53				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	21,8				°C
pH:	6,22				E. Sorensen
Condutividade:	428				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	209				ppm
NHE:	2,2				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**
Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**
Local: **Estarreja**

Página: 04 / 10

Data:
ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 4,5

Diâmetro (m): -

Aquífero (m): -

Local: Breja do Meio

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Agricultura

Focos Poluentes: Agricultura: vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	14:50				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	22,5				°C
pH:	5,16				E. Sorensen
Condutividade:	596				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	297				ppm
NHE:	3,6				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 05 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 3,80

Local: Brejo do Meio

Diâmetro (m): 4,50

Proprietário: Desconhecido

Aquífero (m): -

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Agricultura, vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	15:11				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	20,3				°C
pH:	6,33				E. Sorensen
Condutividade:	367				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	182				ppm
NHE:	2,7				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 06 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 4,30

Local: Ao lado da linha de ferro (próximo do viaduto)

Diâmetro (m): 4,50

Proprietário: Desconhecido

Aquífero (m): -

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Agricultura; vias de acesso; caminho de ferro

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	15:20				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	22,4				°C
pH:	6,54				E. Sorensen
Condutividade:	370				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	185				ppm
NHE:	2,6				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise microbiológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 07 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 4,20

Diâmetro (m): 4,50

Aquífero (m): -

Local: Rua Major Ferreira

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Agricultura; vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	15:30				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	20,5				°C
pH:	6,68				E. Sorensen
Condutividade:	335				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	166				ppm
NHE:	3,60				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 08 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m):

-

Diâmetro (m):

-

Aquífero (m):

-

Local: Rua Major Ferreira

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Agricultura

Focos Poluentes: Agricultura; vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	15:45				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	21,3				°C
pH:	6,4				E. Sorensen
Condutividade:	319				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	160				ppm
NHE:	2,8				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 09 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m): 5,00

Diâmetro (m): 4,50

Aquífero (m): -

Local: Rua da Breja

Proprietário: Desconhecido

Utilização: Agricultura

Focos Poluentes: Agricultura; vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	16:05				Unidades
Temperatura do ar:	-				°C
Temperatura da água:	25,1				°C
pH:	7,3				E. Sorensen
Condutividade:	868				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	433				ppm
NHE:	2,6				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:

Cliente: **BRENNTAG PORTUGAL - Produtos Químicos, Lda.**

Página: 10 / 10

Obra: **Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag - PEA**

Data:

Local: **Estarreja**

ago/23

Tipo de ponto de água: Poço

Profundidade (m):

-

Local: Rua da Brejinha

Diâmetro (m):

-

Proprietário: Desconhecido

Aquífero (m):

-

Utilização: Sem uso

Focos Poluentes: Agricultura; edificação; vias de acesso

Comportamento: Permanente com grande variação Verão/Inverno

Medições "in situ":

Data:	08/ago				
Hora:	16:33				
Temperatura do ar:	-				Unidades °C
Temperatura da água:	22,9				°C
pH:	6,90				E. Sorensen
Condutividade:	343				µS/cm
Sólidos dissolvidos totais (TDS):	171				ppm
NHE:	1,9				m
Caudal medido:	-				l/s
Caudal estimado:	-				l/s

Documentos anexos:

Boletim de análise química:	-
Boletim de análise bacteriológica:	-
Outros:	-

Documento fotográfico:



Observações:



2306070
Estudo Hidrogeológico
Projeto "Unidade Industrial de Estarreja da Brenntag"
Estarreja
BRENNTAG PORTUGAL – Produtos Químicos, Lda

w w w . c o n g e o . p t

ANEXO III

ANÁLISES LABORATORIAIS



E Q U I L I B R I U M

laboratório de controlo de qualidade e de processos

Boletim Analítico Nº:20236662

Versão :1.0

Âmbito: Determinações em Amostras de Águas Naturais Doces - Subterrâneas

Boletim Definitivo

Requisitante: Congeo - Consultores de Geologia, Lda

Morada: Rua Dr. Ribeiro Magalhães, nº 89, 2º Esq. Tras. - 4400-285 Vila nova de Gaia

Designação da Amostra: Águas Subterrâneas

COLHEITA DE AMOSTRAS

Data:	08/08/2023	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	10:30	Ponto:	PA1
Tipo de Análise:	FQ	Método de Recolha:	---
Origem:	Poço	Tratamento:	Sem tratamento

ANÁLISE

Data de Entrada: 09/08/2023

Período de Análise: 09/08/2023 a 21/08/2023

Ref. Amostra: 20236662

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados/Incerteza	VP	VMR
pH	MI 125 (2018-06-29)	Escala de Sorensen	6.8 a 25 °C	---	---
Condutividade a 20°C	MI 55 (2016-11-01)	µS/cm	263	---	1000
Sulfatos	SMEWW 4500 - SO4-E	mg/L	12	---	---
Cloretos	SMEWW 4500-Cl-B	mg/L Cl	31.9	---	---
Cálcio	SMEWW 3500 - Ca- B	mg/L	17.6	---	---
Magnésio	SMEWW 3500-Mg-B	mg/L	14.3	---	---
Dureza total	SMEWW 2340 C	mg/L	102.5	---	---
Carbonatos	SMEWW 2320 B	mg/L Ca CO3	<12(LQ)	---	---
Hidrogenocarbonatos	MI	mg/L HCO3	146	---	---
Potássio	SMEWW 3500-K-B	mg/L K	4.6	---	---
Sódio	SMEWW 3111B	mg/L	12.5	---	---

OBSERVAÇÕES

Este Boletim Analítico refere-se apenas às amostras analisadas. Proibida a reprodução parcial deste documento.



EQUILIBRIUM

laboratório de controlo de qualidade e de processos

Boletim Analítico Nº:20236662

Versão :1.0

Âmbito: Determinações em Amostras de Águas Naturais Doces - Subterrâneas

Boletim Definitivo

Requisitante: Congeo - Consultores de Geologia, Lda

Morada: Rua Dr. Ribeiro Magalhães, nº 89, 2º Esq. Tras. - 4400-285 Vila nova de Gaia

Designação da Amostra: Águas Subterrâneas

COLHEITA DE AMOSTRAS

Data:	08/08/2023	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	10:30	Ponto:	PA1
Tipo de Análise:	FQ	Método de Recolha:	---
Origem:	Poço	Tratamento:	Sem tratamento

ANÁLISE

Data de Entrada: 09/08/2023	Período de Análise: 09/08/2023 a 21/08/2023	Ref. Amostra: 20236662
------------------------------------	--	-------------------------------

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados/Incerteza	VP	VMR
-----------	---------	--------------	----------------------	----	-----

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

NP:Norma Portuguesa; SMEWW: Standart Methods Examination of Water&Wastewater;
ISO:Internacional Standard Organization; LAE: L'Analyse des Eaux, Rodier; EN: Norma Europeia; MI: Método Interno; N/A: Não aplicável; LQ: Limite Quantificação; LD: Limite Detecção; UFC: Unid.formadoras colónias; N=UFC=NMP; VMR: Valor máx. Recomendado e VP: Valor paramétrico do Decreto Lei n.º 236/98. Nos resultados obtidos por cálculo com base em resultados individuais, serão contabilizadas as parcelas quantificáveis desprezando as parcelas <LQ. Se todas as parcelas forem <LQ, o valor emitido será o LQ do método. Apresenta-se a Incerteza Operacional Relativa Expandida do Método (U) a um nível de confiança de $\approx 95\%$, $k=2$. É desprezável a (U) que no seu todo não ultrapasse 1/5 do total de contribuições, em termos da respetiva incerteza padrão. A Incerteza Global (Ug) é calculada através da combinação da Incerteza Analítica (Uan) e da Incerteza Amostragem (Uam), quando apresentada, segundo a fórmula: $Ug=\text{raiz quadrada}(Uan^2+Uam^2)$, apenas em colheita acreditada e realizada pelo Lab. Quando colheita não acreditada, não considerar a Uam. Incerteza associada ao resultado (Ures), substitui (Uan) na fórmula (Ug). O Lab não contabiliza as incertezas na declaração de conformidade. A apresentação do resultado como \leq ao LQ corresponde à faixa de guarda associada à Uan. Quando colheita não realizada pelo Lab: os Dados "Designação amostra" e "Colheita", fornecidos pelo cliente são da sua responsabilidade e Resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada.

EMISSÃO

Matosinhos, 21 de agosto de 2023

O Director do Laboratório

Maria Cristina Antão, Dra.

(Este Boletim Analítico foi assinado digitalmente)

Este Boletim Analítico refere-se apenas às amostras analisadas. Proibida a reprodução parcial deste documento.



E Q U I L I B R I U M

laboratório de controlo de qualidade e de processos

Boletim Analítico Nº:20236663

Versão :1.0

Âmbito: Determinações em Amostras de Águas Naturais Doces - Subterrâneas

Boletim Definitivo

Requisitante: Congeo - Consultores de Geologia, Lda

Morada: Rua Dr. Ribeiro Magalhães, nº 89, 2º Esq. Tras. - 4400-285 Vila nova de Gaia

Designação da Amostra: Águas Subterrâneas

COLHEITA DE AMOSTRAS

Data:	08/08/2023	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	11:00	Ponto:	PA3
Tipo de Análise:	FQ	Método de Recolha:	---
Origem:	Poço	Tratamento:	Sem tratamento

ANÁLISE

Data de Entrada: 09/08/2023	Período de Análise: 09/08/2023 a 21/08/2023	Ref. Amostra: 20236663
------------------------------------	--	-------------------------------

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados/Incerteza	VP	VMR
pH	MI 125 (2018-06-29)	Escala de Sorensen	6.6 a 25 °C	---	---
Condutividade a 20°C	MI 55 (2016-11-01)	µS/cm	362	---	1000
Sulfatos	SMEWW 4500 - SO4-E	mg/L	47	---	---
Cloretos	SMEWW 4500-Cl-B	mg/L Cl	57.9	---	---
Cálcio	SMEWW 3500 - Ca- B	mg/L	31.1	---	---
Magnésio	SMEWW 3500-Mg-B	mg/L	8.4	---	---
Dureza total	SMEWW 2340 C	mg/L	112.3	---	---
Carbonatos	SMEWW 2320 B	mg/L Ca CO3	<12(LQ)	---	---
Hidrogenocarbonatos	MI	mg/L HCO3	69.5	---	---
Potássio	SMEWW 3500-K-B	mg/L K	3.7	---	---
Sódio	SMEWW 3111B	mg/L	25.8	---	---

OBSERVAÇÕES

Este Boletim Analítico refere-se apenas às amostras analisadas. Proibida a reprodução parcial deste documento.



EQUILIBRIUM

laboratório de controlo de qualidade e de processos

Boletim Analítico Nº:20236663

Versão :1.0

Âmbito: Determinações em Amostras de Águas Naturais Doces - Subterrâneas

Boletim Definitivo

Requisitante: Congeo - Consultores de Geologia, Lda

Morada: Rua Dr. Ribeiro Magalhães, nº 89, 2º Esq. Tras. - 4400-285 Vila nova de Gaia

Designação da Amostra: Águas Subterrâneas

COLHEITA DE AMOSTRAS

Data:	08/08/2023	Colheita efectuada por:	Cliente
Hora de Colheita:	11:00	Ponto:	PA3
Tipo de Análise:	FQ	Método de Recolha:	---
Origem:	Poço	Tratamento:	Sem tratamento

ANÁLISE

Data de Entrada: 09/08/2023	Período de Análise: 09/08/2023 a 21/08/2023	Ref. Amostra: 20236663
------------------------------------	--	-------------------------------

Descrição	Métodos	Exp. Result.	Resultados/Incerteza	VP	VMR
-----------	---------	--------------	----------------------	----	-----

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

NP: Norma Portuguesa; SMEWW: Standart Methods Examination of Water&Wastewater; ISO: Internacional Standard Organization; LAE: L'Analyse des Eaux, Rodier; EN: Norma Europeia; MI: Método Interno; N/A: Não aplicável; LQ: Limite Quantificação; LD: Limite Detecção; UFC: Unid. formadoras colónias; N=UFC=NMP; VMR: Valor máx. Recomendado e VP: Valor paramétrico do Decreto Lei n.º 236/98. Nos resultados obtidos por cálculo com base em resultados individuais, serão contabilizadas as parcelas quantificáveis desprezando as parcelas <LQ. Se todas as parcelas forem <LQ, o valor emitido será o LQ do método. Apresenta-se a Incerteza Operacional Relativa Expandida do Método (U) a um nível de confiança de $\approx 95\%$, $k=2$. É desprezável a (U) que no seu todo não ultrapasse 1/5 do total de contribuições, em termos da respetiva incerteza padrão. A Incerteza Global (Ug) é calculada através da combinação da Incerteza Analítica (Uan) e da Incerteza Amostragem (Uam), quando apresentada, segundo a fórmula: $Ug = \text{raiz quadrada}(Uan^2 + Uam^2)$, apenas em colheita acreditada e realizada pelo Lab. Quando colheita não acreditada, não considerar a Uam. Incerteza associada ao resultado (Ures), substitui (Uan) na fórmula (Ug). O Lab não contabiliza as incertezas na declaração de conformidade. A apresentação do resultado como \leq ao LQ corresponde à faixa de guarda associada à Uan. Quando colheita não realizada pelo Lab: os Dados "Designação amostra" e "Colheita", fornecidos pelo cliente são da sua responsabilidade e Resultados aplicam-se à amostra conforme rececionada.

EMISSÃO

Matosinhos, 21 de agosto de 2023

O Director do Laboratório

Maria Cristina Antão, Dra.

(Este Boletim Analítico foi assinado digitalmente)

Este Boletim Analítico refere-se apenas às amostras analisadas. Proibida a reprodução parcial deste documento.