As águas subterrâneas nos Planos de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na Região Hidrográfica 4.

CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Esquema da apresentação:

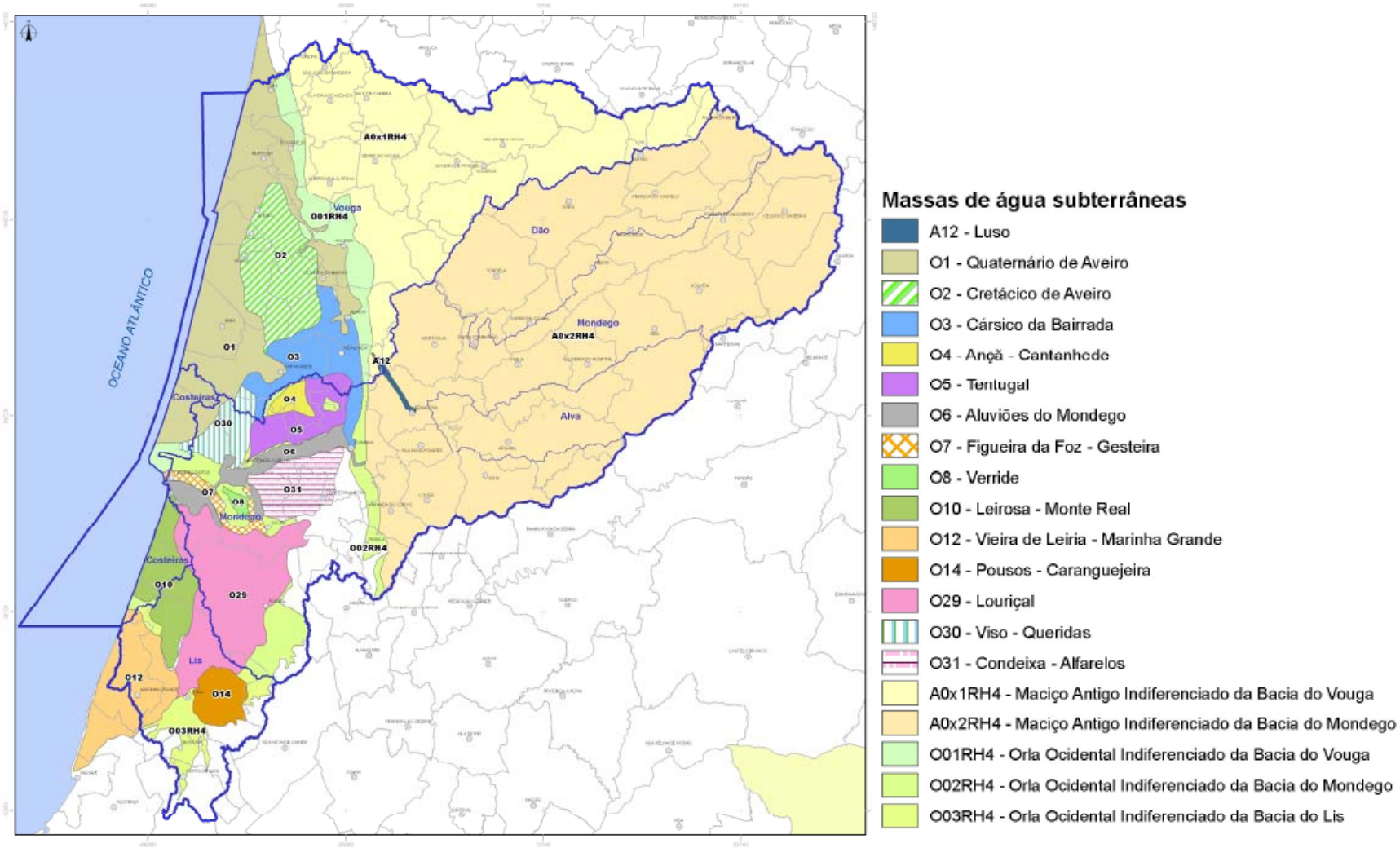
1. Caracterização das massas de águas subterrâneas

2. Avaliação do estado quantitativo e químico das massas de águas subterrâneas
   Avaliação de tendências para o aumento da concentração de poluentes

4. Definição dos objectivos ambientais

5. Programa de medidas

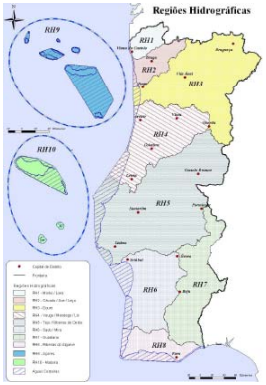
Massas de águas subterrâneas integradas na RH4:

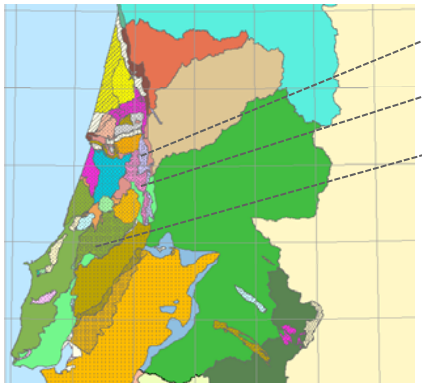


Massas de águas subterrâneas integradas na RH4:

Massa de Água Subterrânea	Tipo Litológico	Dimensão (km^2)
PTA0 x 1 RH4 Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	Fissurado	2,030
PTA0 x 2 RH4 Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	Fissurado	4,826
PTA12 Luso	Fissurado	15
PTO01 RH4 Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Indiferenciado	287
PTO02 RH4 Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	Indiferenciado	331
PTO03 RH4 Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	Indiferenciado	140
PTO1 Quaternário de Aveiro	Poroso	931
PTO2 Cretácico de Aveiro	Poroso	894
PTO3 Cársico da Bairrada	Cársico	316
PTO4 Ançã – Cantanhede	Cársico	40
PTO5 Tentúgal	Poroso	162
PTO6 Aluviões do Mondego	Poroso	148
PTO7 Figueira da Foz – Gesteira	Poroso	64
PTO8 Verride	Cársico	15
PTO10 Leirosa - Monte Real	Poroso	218
PTO12 Vieira de Leiria - Marinha Grande	Poroso	321
PTO14 Pousos – Caranguejeira	Poroso/ Cársico	102
PTO29 Louriçal	Poroso	588
PTO30 Viso – Queridas	Poroso	186
PTO31 Condeixa - Alfarelos	Poroso	185

Massas de águas subterrâneas partilhadas pela RH4 e RH5 e estudadas no âmbito do PGBH do Tejo (3):





PTO9 Penela – Tomar
PTO11 Sicó – Alvaiázere
PTO20 Maciço Calcário Estremenho

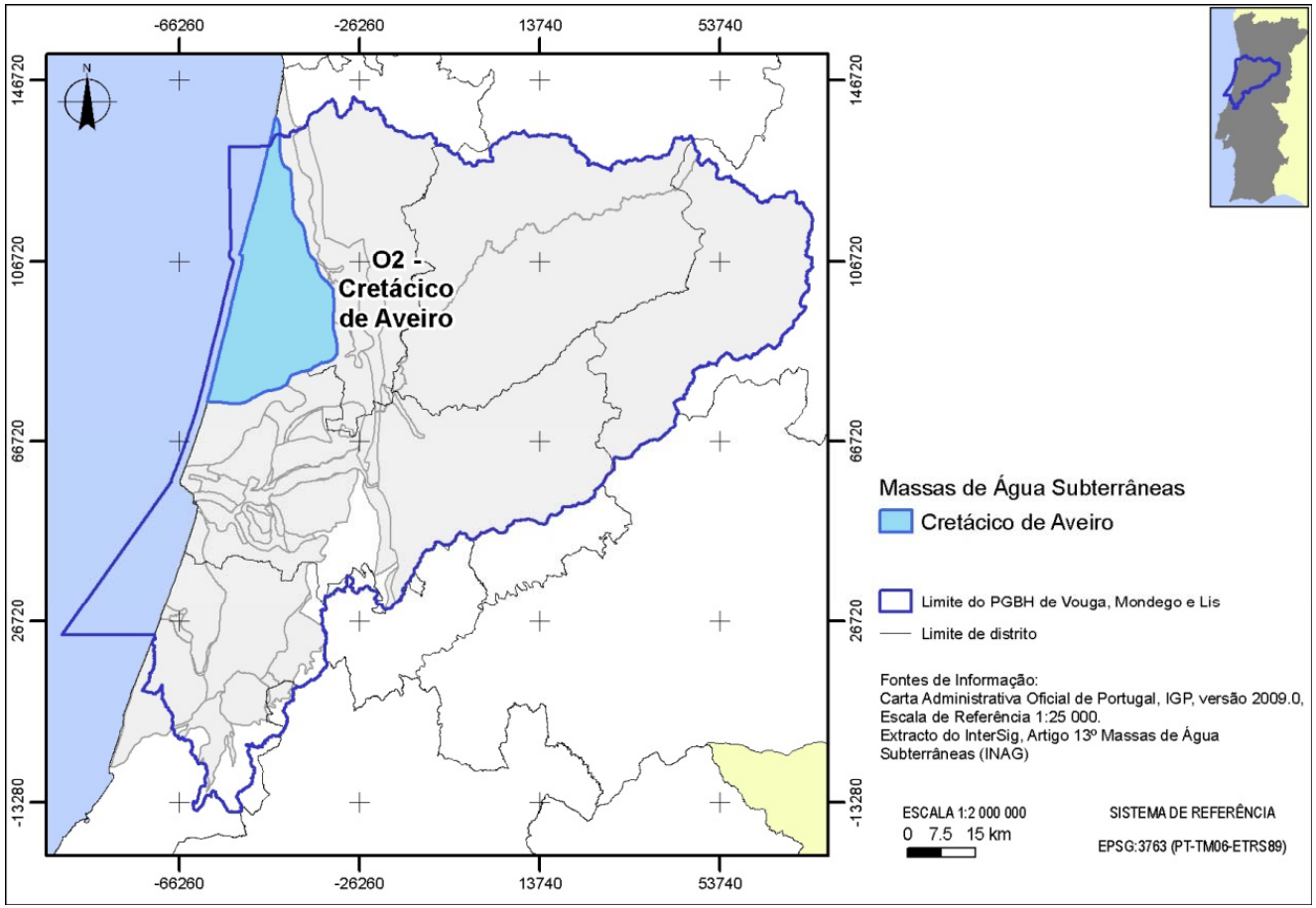
Massas de águas subterrâneas das Ribeiras da Costa estudadas no âmbito dos PGBH do Tejo (7):

PTO18 Maceira
PTO19 Alpedriz
PTO23 Paço
PTO24 Cesareda
PTO25 Torres Vedras
PTO33 Caldas da Rainha – Nazaré
PTO04RH4 Orla Ocidental Indiferenciado Bacias Ribeiras do Oeste

Caracterização das massas de águas subterrâneas:

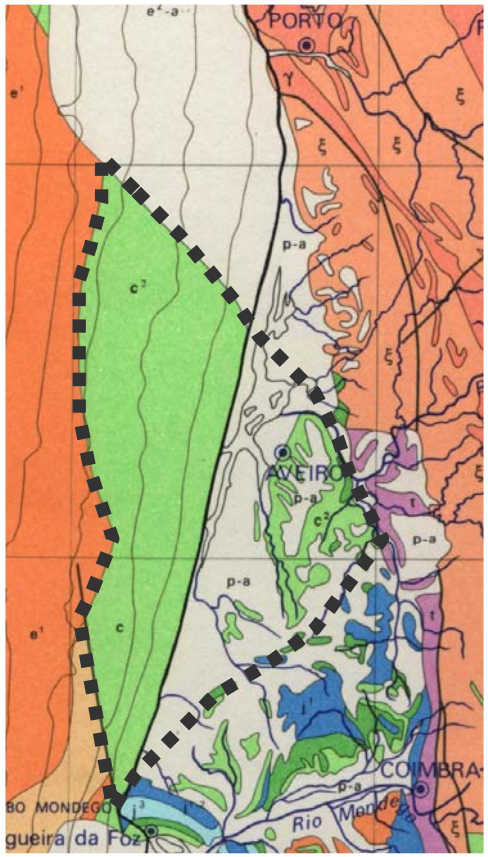
1. Localização e limites da massa de águas subterrâneas
2. Caracterização das formações hidrogeológicas
2.1. Geologia
2.2. Hidrogeologia
2.2.1. Principais formações hidrogeológicas
2.2.2. Propriedades hidráulicas
2.2.3. Hidrodinâmica
2.2.4. Hidroquímica
3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis
3.1. Taxa de recarga média anual a longo prazo
3.1.1. Delimitação e caracterização geral da área de recarga
3.1.2. Identificação dos principais processos de recarga
3.1.3. Cálculo da recarga água subterrânea
3.2. Descarga e extracções
3.2.1. Receptores água subterrânea (ecossistemas dependentes)
3.2.2. Extracções
3.3. Balanço de água
4. Modelo conceptual

1. Localização e limites da massa de águas subterrâneas

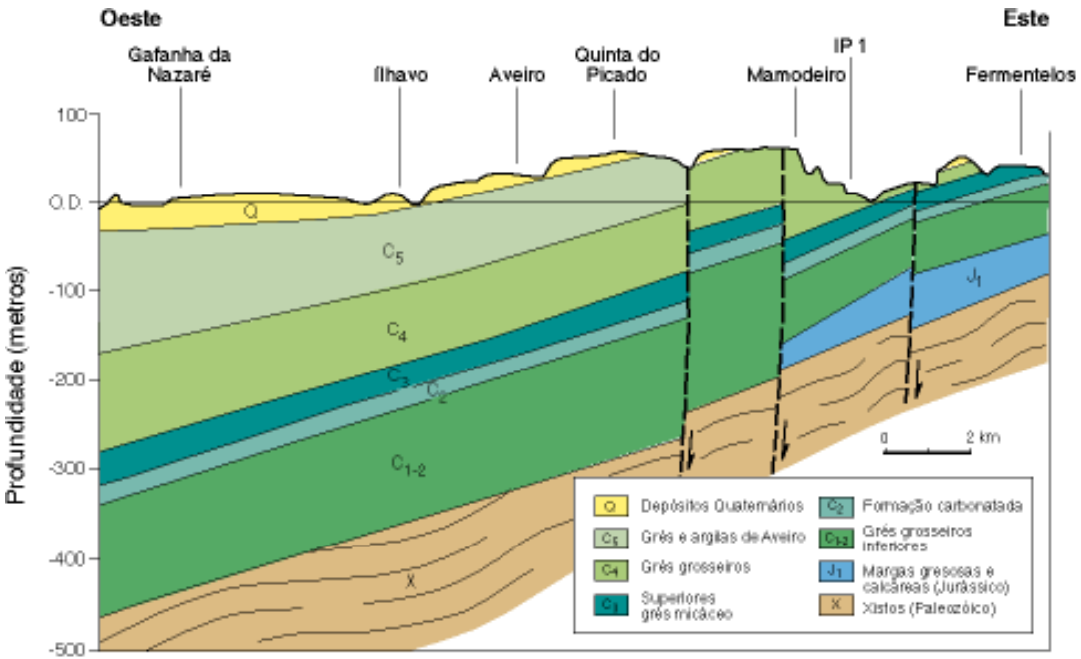


2. Caracterização das formações hidrogeológicas

2.1 Geologia



2.2 Hidrogeologia



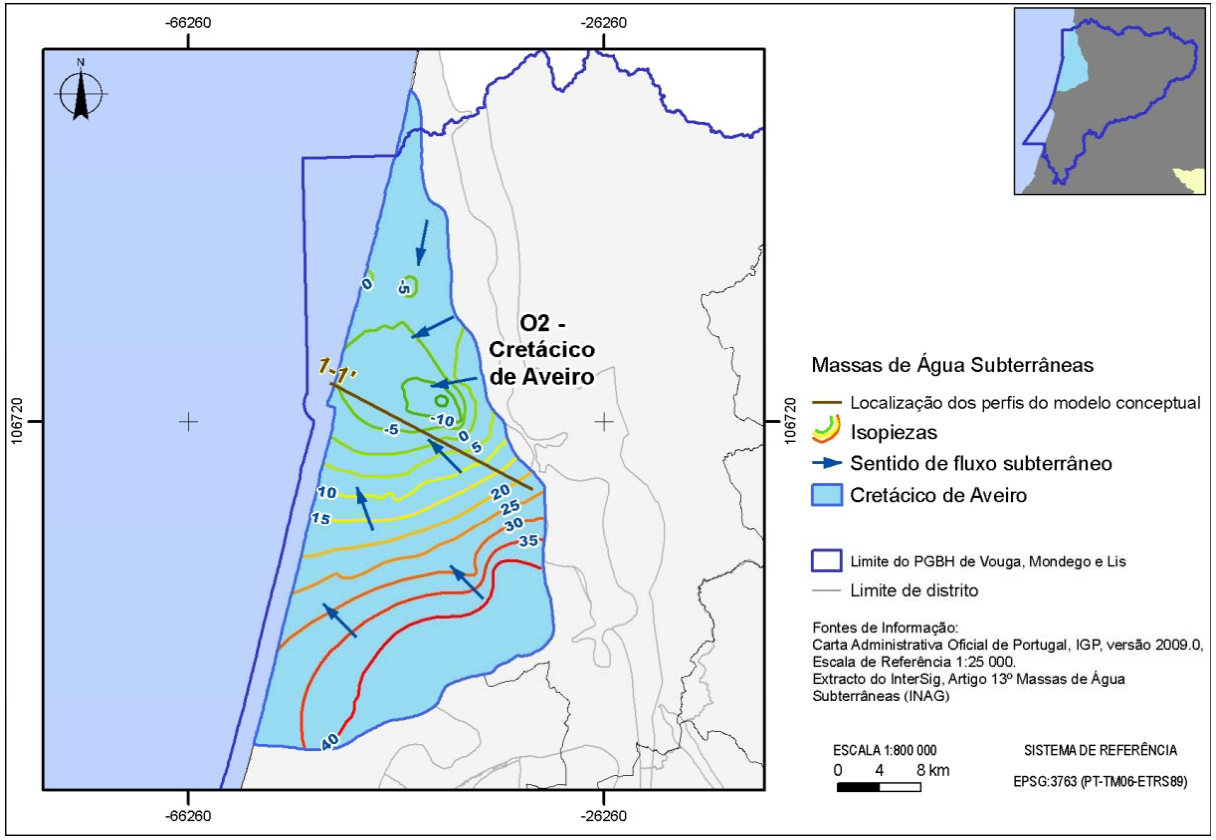
2. Caracterização das formações hidrogeológicas

2.2 Hidrogeologia 2.2.2 Propriedades hidráulicas

Formação hidrogeológica		Aptidão aquífera	Transmissividade (m^2/dia)	Coeficiente de Armazenamento **
Arenitos e Argilas de Aveiro e Vagos		Aquicludo	-	-
Grés Grosseiros Superiores	Grés de Verba	Aquitardo	50	-
	Grés de Oiã	Aquífero	200	
Grés Micáceo		Aquífero	200 - 400	
Formação Carbonatada		Aquífero	100	10^{-4} (10^{-6} a 10^{-2})
Grés Grosseiros Inferiores	Grés da Palhaça	Aquífero	300	

2. Caracterização das formações hidrogeológicas

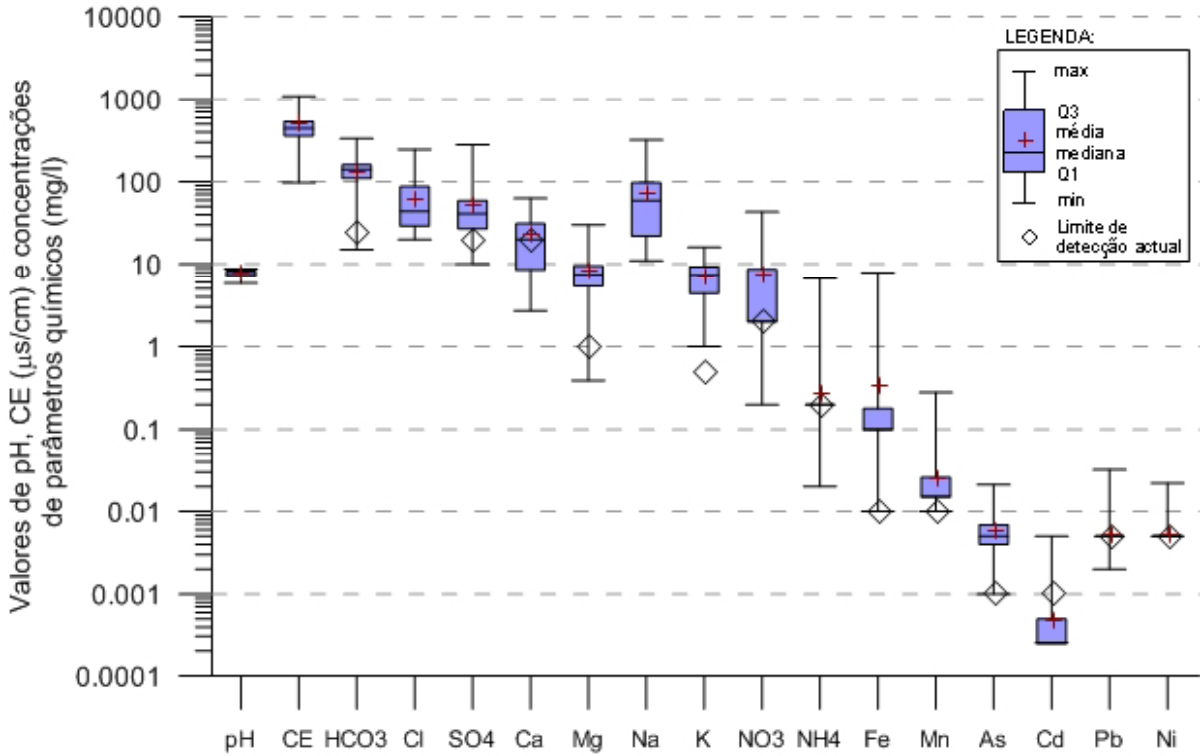
2.2 Hidrogeologia 2.2.2 Hidrodinâmica

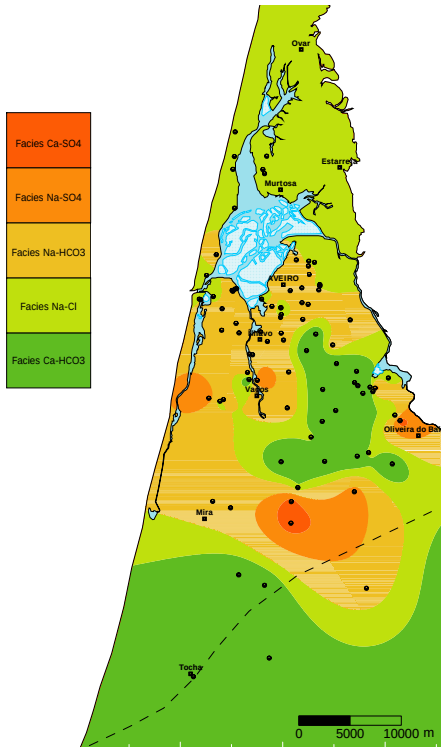


2. Caracterização das formações hidrogeológicas

2.2 Hidrogeologia 2.2.3 Hidroquímica

Metodologia: dados de 2007 a 2010





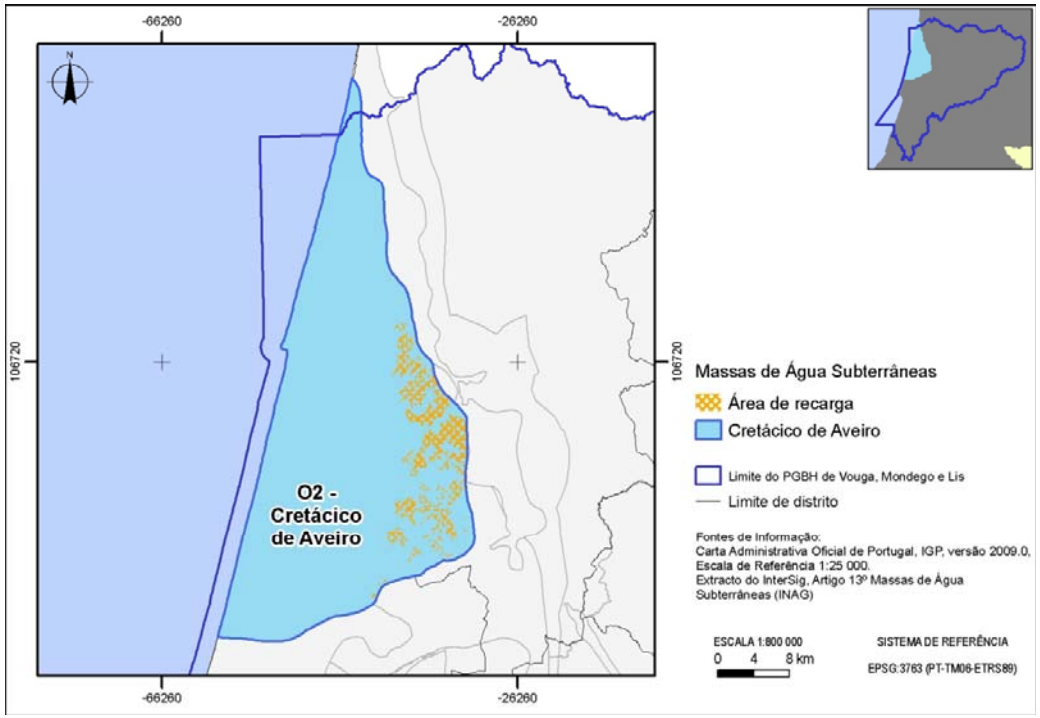
3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis

3.1. Taxa de recarga média anual a longo prazo

3.1.1. Delimitação e caracterização geral da área de recarga

3.1.2. Identificação dos principais processos de recarga

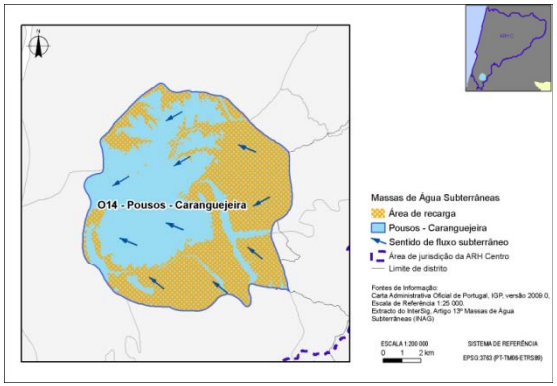
3.1.3. Cálculo da recarga água subterrânea

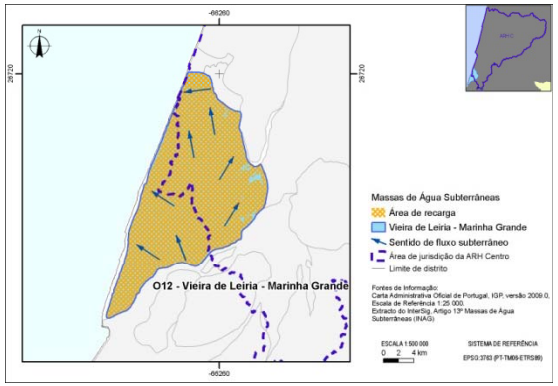


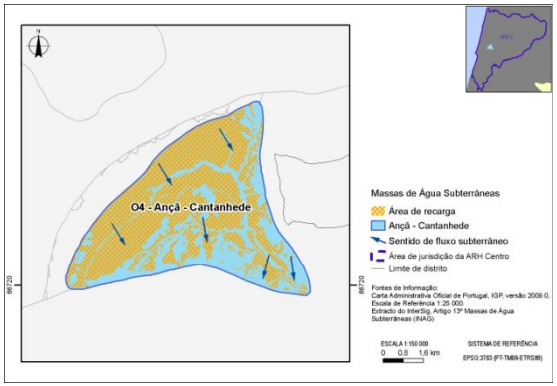
Área total de afloramento
- apenas 56 km^2, o que corresponde a apenas 6,2% da área total da massa de águas subterrâneas.

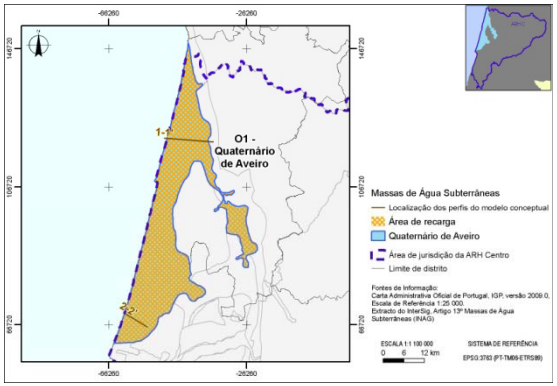
Métodos de avaliação da recarga:
- Bibliografia (balanço hídrico, balanço cloretos zona saturada e não saturada)

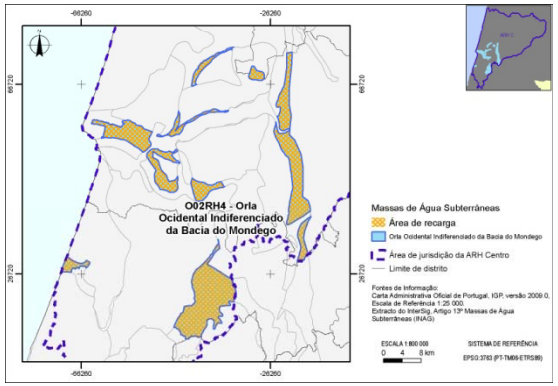
Delimitação e caracterização geral da áreas de recargas (exemplos)

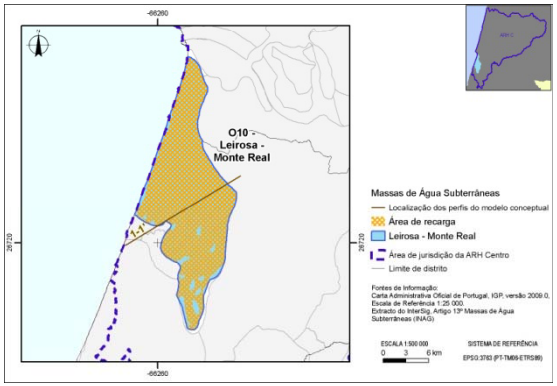












Metodologia: Entende-se por área de recarga subterrânea, a área geográfica que devido à natureza do solo e das formações geológicas aflorantes e subjacentes, e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis para a recarga das massas de águas subterrâneas, por infiltração directa e/ ou infiltração subsequente ao escoamento subterrâneo.

3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis

3.2. Descarga e extracções

3.2.1. Receptores água subterrânea (ecossistemas dependentes)

– **Listagem dos Sítios de Interesse Comunitário (SIC)** definidos pela Portaria n.º 829/2007, de 1 de Agosto no PGBH do Vouga, Mondego e Lis. Estes SIC estão classificados como Zonas Especiais de Conservação (ZEC) e conjuntamente com as Zonas de Protecção Especial (ZPE) constituem a rede ecológica europeia, designada por Rede Natura 2000.

Do PGBH do Vouga, Mondego e Lis fazem parte os seguintes SIC: Paul de Arzila (PTCON0005); Serra da Estrela (PTCON0014); Serras d'Aire e Candieiros (PTCON0015); rio Vouga (PTCON0026); Carregal do Sal (PTCON0027); Sicó-Alvaiázere (PTCON0045); Azabuxo-Leiria (PTCON0046); Serras da Freita e Arada (PTCON0047); Dunas de Mira, Gândara e Gafanhas (PTCON0055) e Serra da Lousã (PTCON0060).

– **Identificação dos Sítios de Interesse Comunitário com tipos de habitats naturais de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de ZE**C (anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro) **e que ficam localizados em terrenos alagados ou com dependência de grandes quantidades de água nos solos**, nomeadamente:

i. Dunas marítimas das costas atlânticas (Código 21);
ii. Dunas marítimas das costas mediterrânicas (Código 22);
iii. Águas paradas (Código 31);
iv. Charnecas húmidas (Código 4010 e 4020);
v. Pradarias húmidas seminaturais de ervas altas (Código 64);
vi. Turfeiras ácidas de Sphagnum (Código 71);
vii. Outros habitats rochosos (Código 83).

3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis

3.2. Descarga e extracções

3.2.1. Receptores água subterrânea (ecossistemas dependentes)

– **Análise das fichas de sítios e zonas de protecção especial** que constam no Anexo I e II do Plano Sectorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000) relativo ao território de Portugal Continental (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008) e que incluem uma caracterização detalhada dos Sítios de Interesse Comunitário acima referidos.

– **Sempre que disponível, foi feita uma análise da piezometria e das principais direcções de fluxo subterrâneo nas zonas dos Sítios de Interesse Comunitário em cada massa de águas subterrâneas**. No entanto, importa salientar a escassez de dados de monitorização a esta escala, raramente permitiu uma análise detalhada das interacções entre as massas de água subterrâneas e as massas de água superficiais associadas e/ou ecossistemas terrestres dependentes.

3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis

3.2. Descarga e extracções

3.2.1. Receptores água subterrânea (ecossistemas dependentes)

3.2.2. Extracções

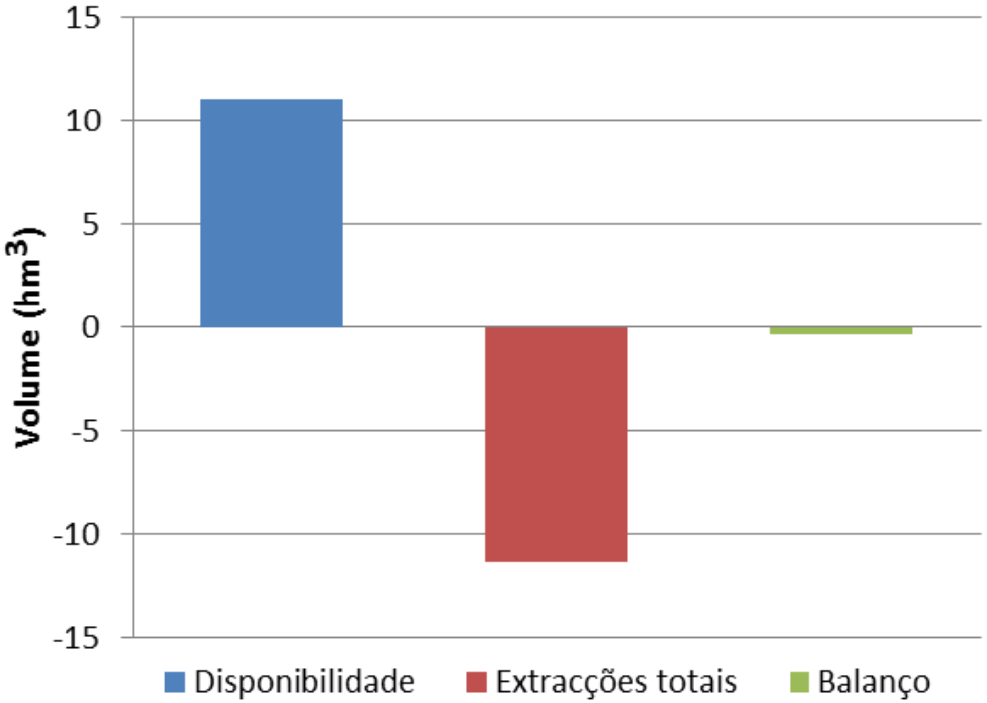
Consumo de Água Subterrânea		Cretácico de Aveiro	
		Volume (m^3/ano)	Nº Captações
Abastecimento Público		7 681 118	41
Consumo privado	Humano Privado	226 524	16
	Rega	118 352	497
	Industrial	3 014 761	112
	Pecuária	0	3
	Mistos	243 731	136
Sem Informação da Finalidade		44 000	171
Total		11 328 486	976

Metodologia:

- as extracções licenciadas entre 1994 e 2010
- o Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais referente a 2008 (INSAAR, 2008)
- a base de dados da Taxa de Recursos Hídricos (TRH).

3. Avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis

3.3. Balanço de água



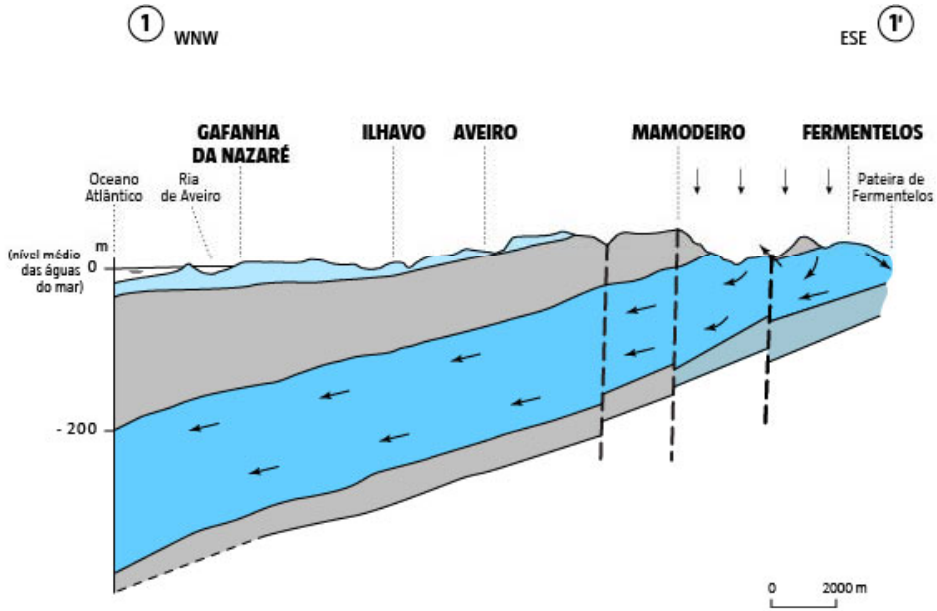
Massa de águas subterrâneas: Cretácico de Aveiro

- **Balanço de água: -0,3 hm³/ano**
- **Vextracções > Vrecarga**

- **Sobre-exploração da massa de águas subterrâneas !**

4. Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

PTO2. Cretácico de Aveiro



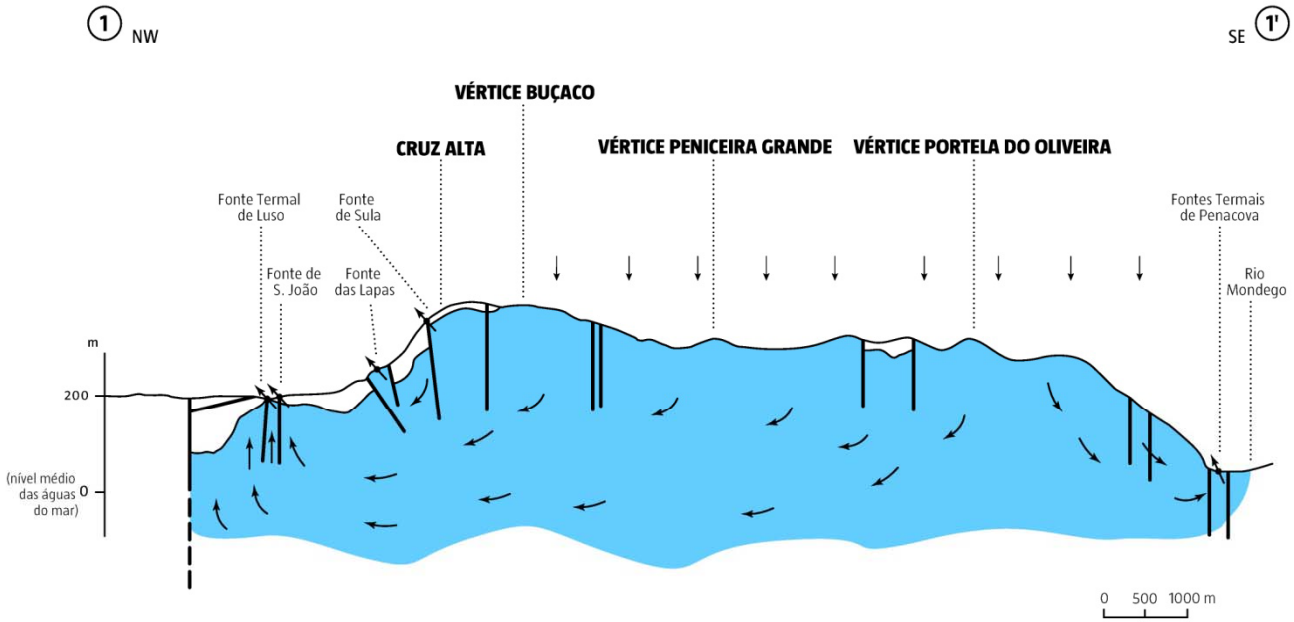
Adaptado de Condesso de Melo (2002)

LEGENDA

- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Exurgência
- Aquitardo
- Massa de água subterrânea – Cretácico de Aveiro
- Massa de água subterrânea – Quaternário de Aveiro
- Massa de água subterrânea – Cársico da Bairrada
- Limite geológico
- Limite geológico provável
- Falha provável

Outros modelos conceptuais das massas de águas subterrâneas :

PTA1. Luso



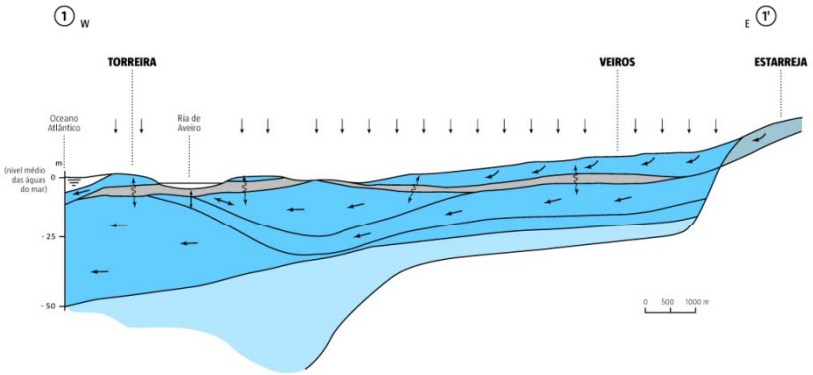
Adaptado de Vieira da Silva et al. (2000)

LEGENDA

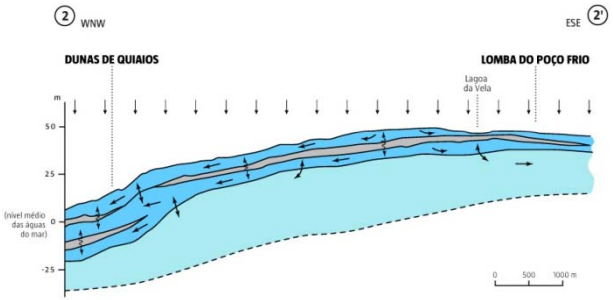
- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Drenância
- Exsurgência
- Massa de água subterrânea – Luso
- Limite geológico
- Falha
- Falha provável

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

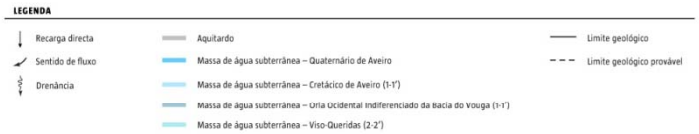
PTO1. Quaternário de Aveiro



Adaptado de Condesso de Melo et al. (2008)



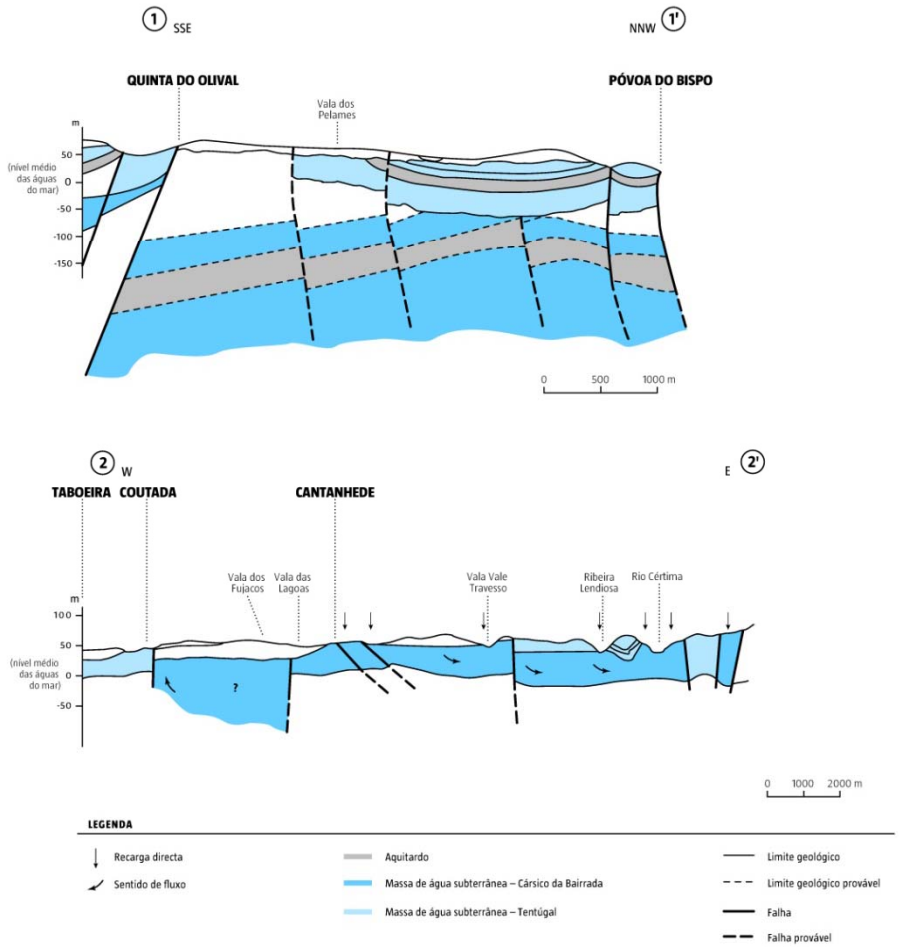
Adaptado de Castilho Lopes(2008)



CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO3. Cársico da Bairrada

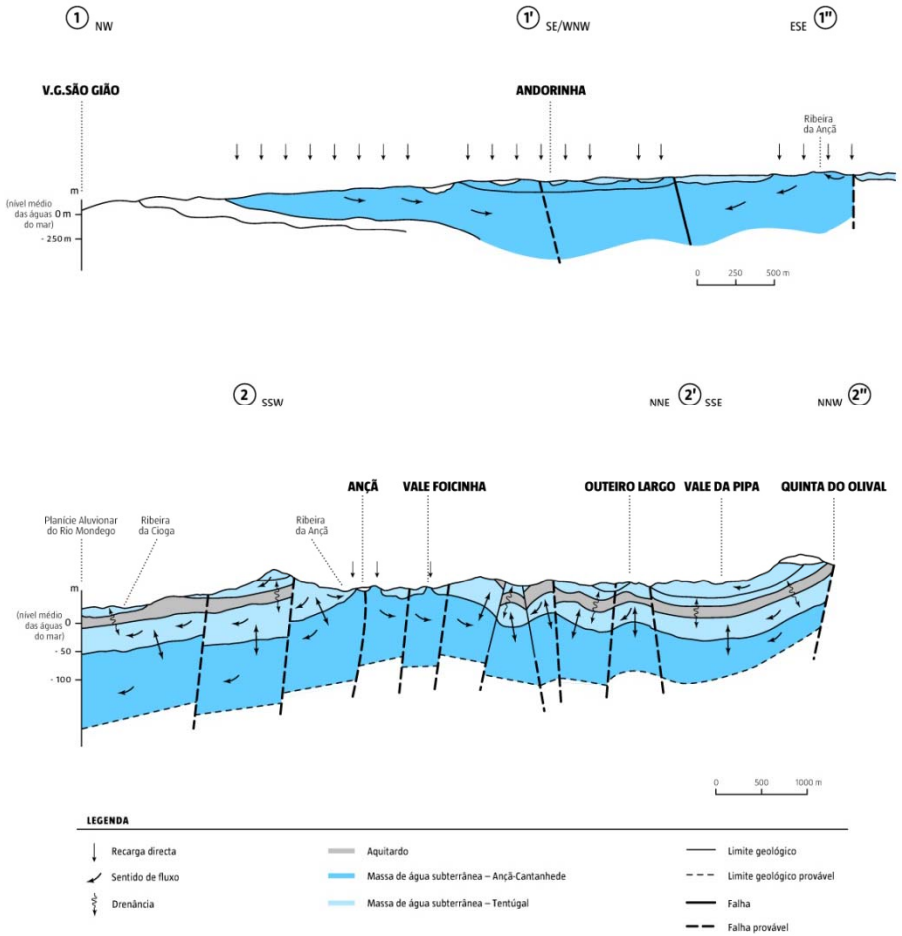


CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

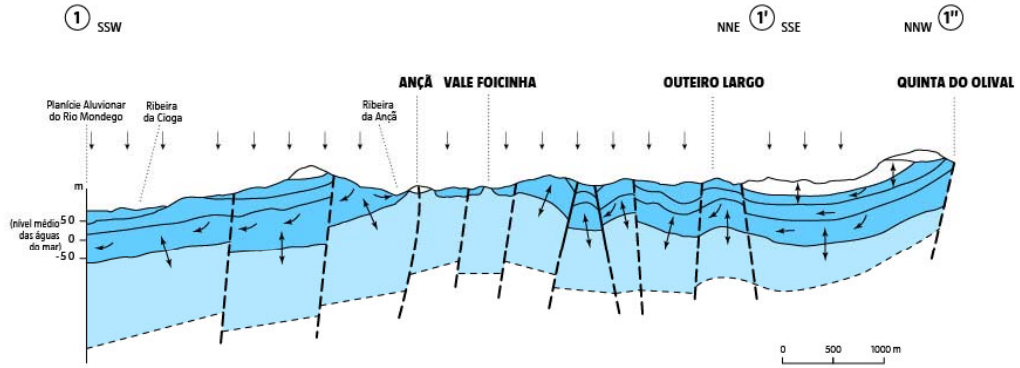
PTO4. Ançã - Cantanhede

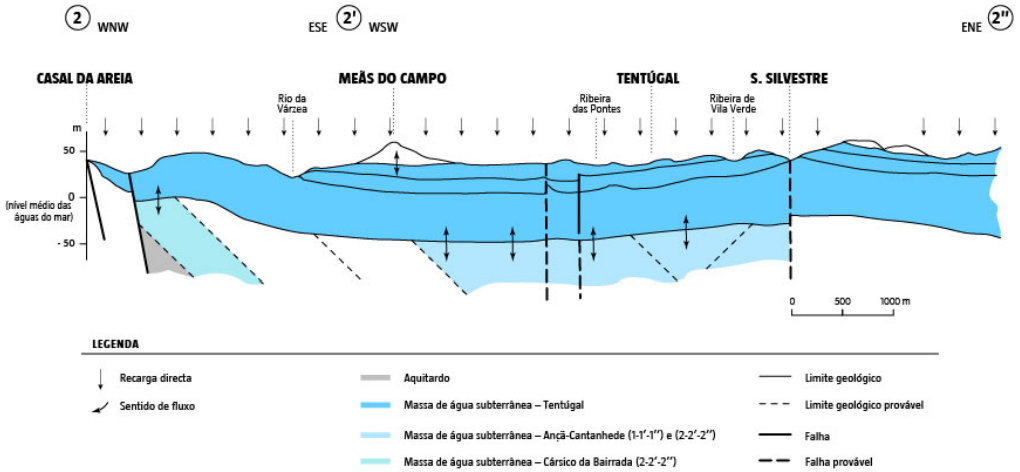


CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO5. Tentúgal

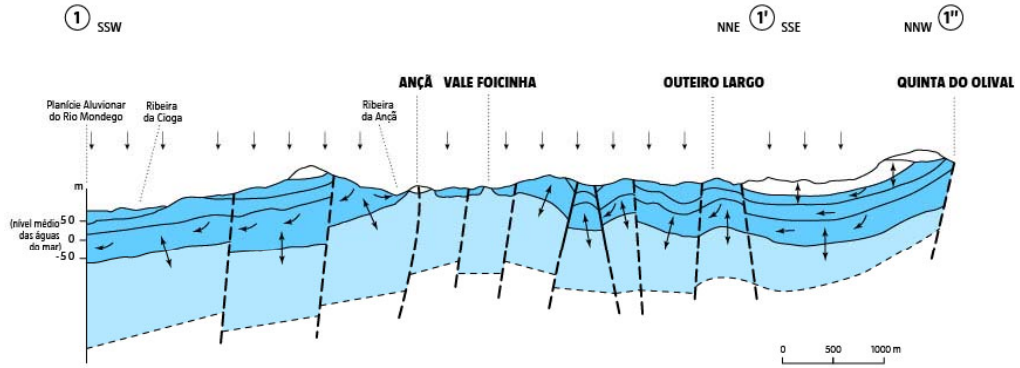


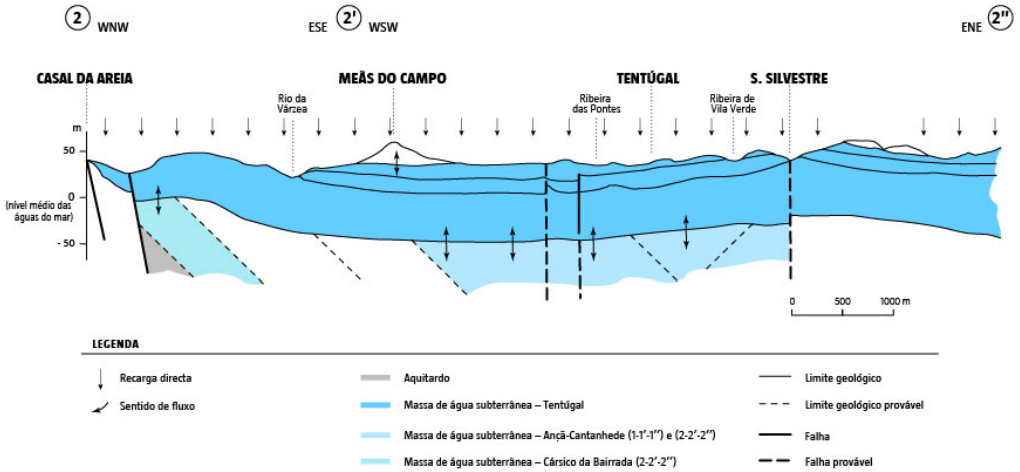


CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO5. Tentúgal

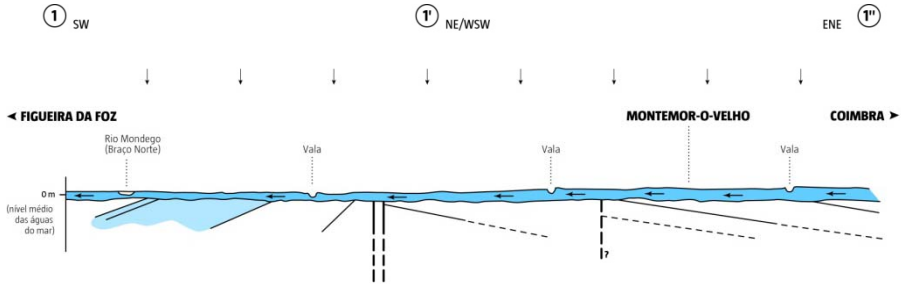


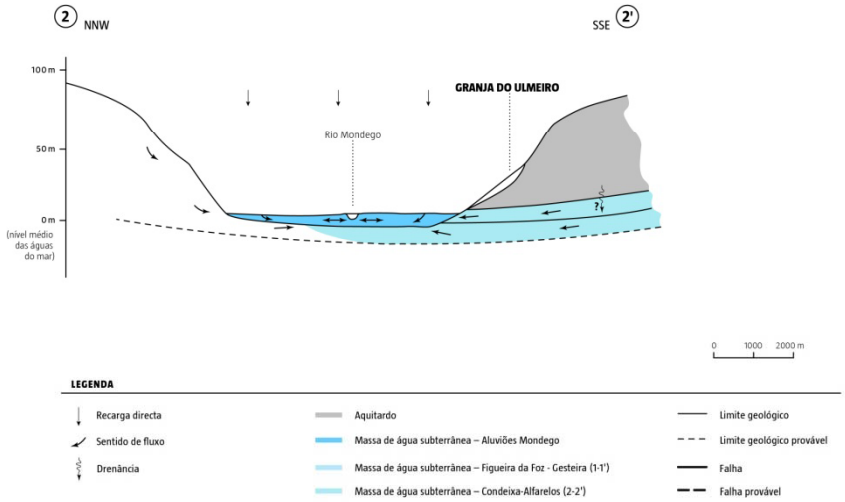


CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO6. Aluviões do Mondego



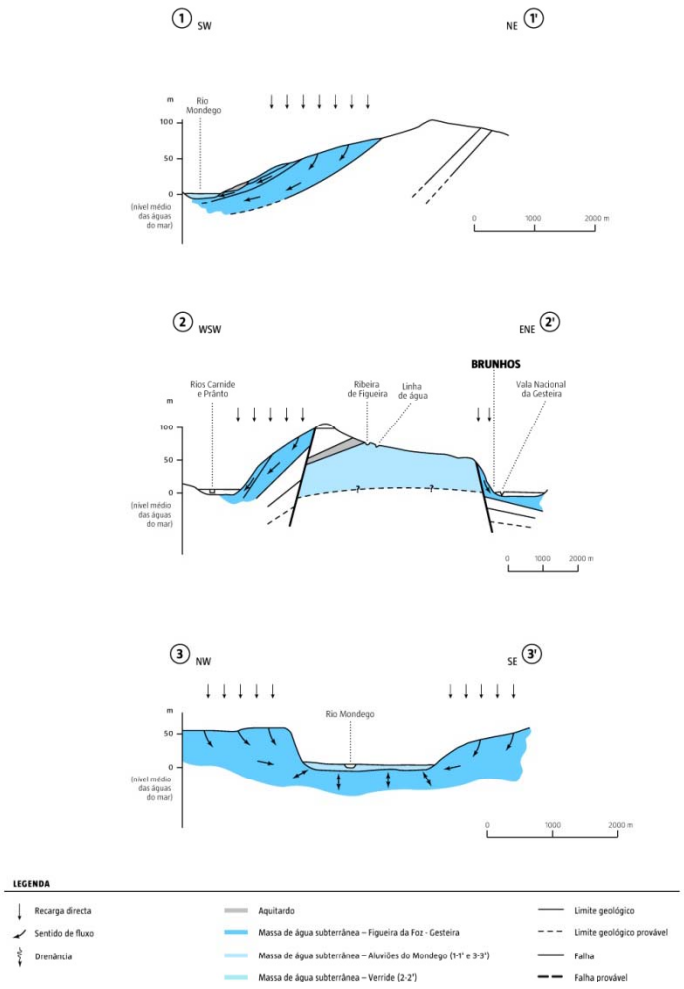


CONSÓRCIO:

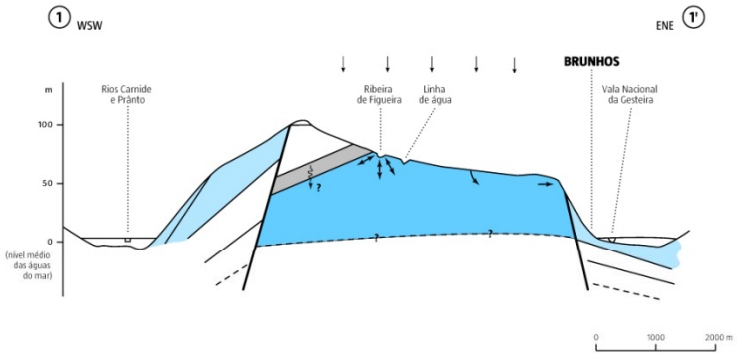
COM A COLABORAÇÃO:

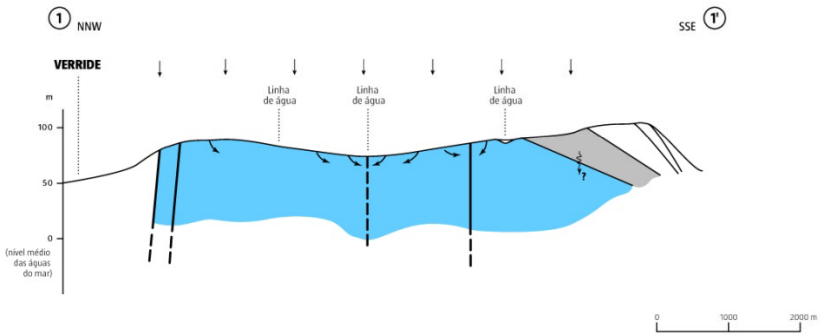
Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

PTO7. Figueira da Foz - Gesteira



Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO8. Verride





LEGENDA

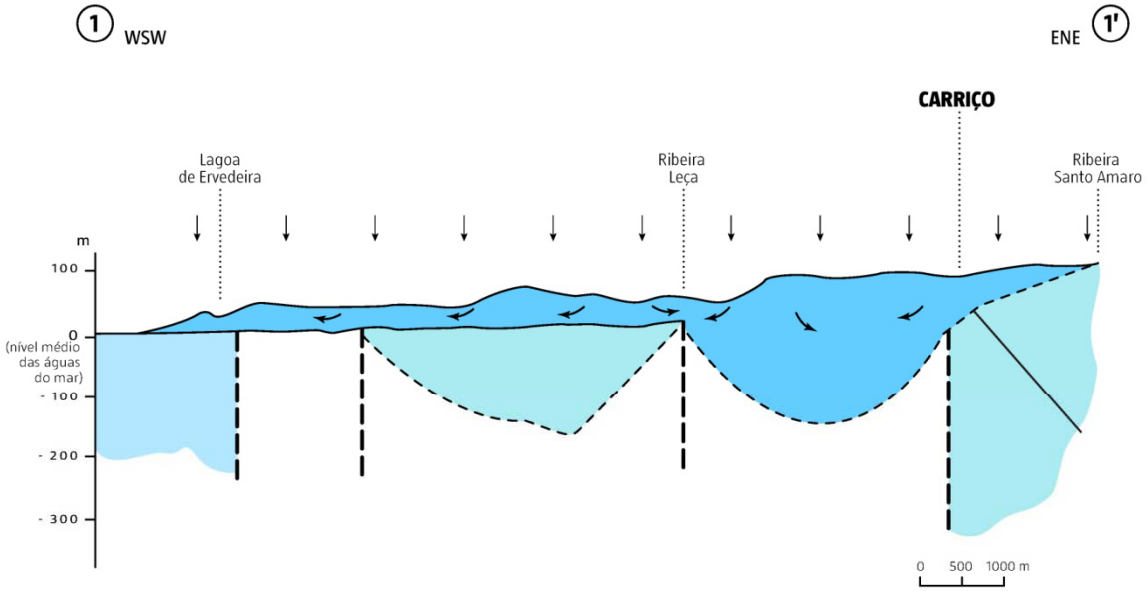
- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Drenância
- Aquitardo
- Massa de água subterrânea – Verride
- Massa de água subterrânea – Figueira da Foz - Gesteira (1-1')
- Limite geológico
- Limite geológico provável
- Falha
- Falha provável

CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

PTO10. Leirosa – Monte Real



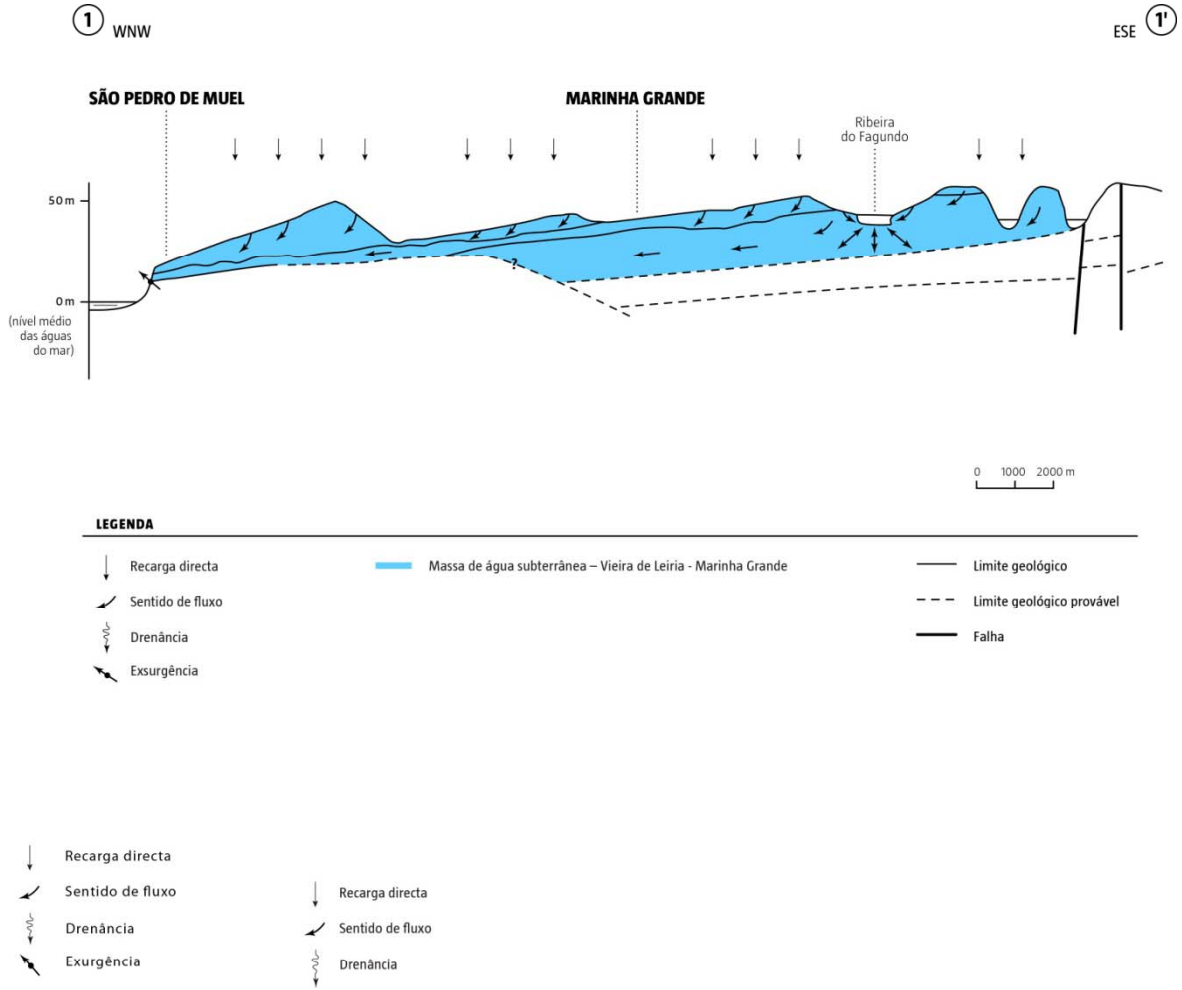
Adaptado de A.Cavaco no PBH do Rio Mondego, 2000

LEGENDA

- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Massa de água subterrânea – Leirosa-Monte Real
- Massa de água subterrânea – Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego
- Massa de água subterrânea – Louriçal
- Limite geológico
- Limite geológico provável
- Falha provável

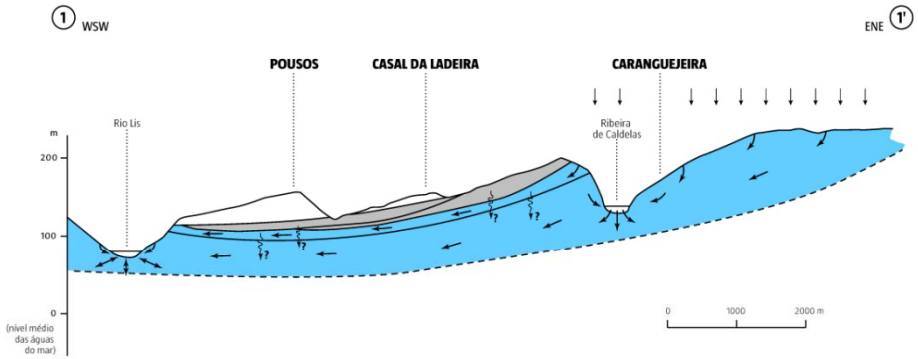
Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

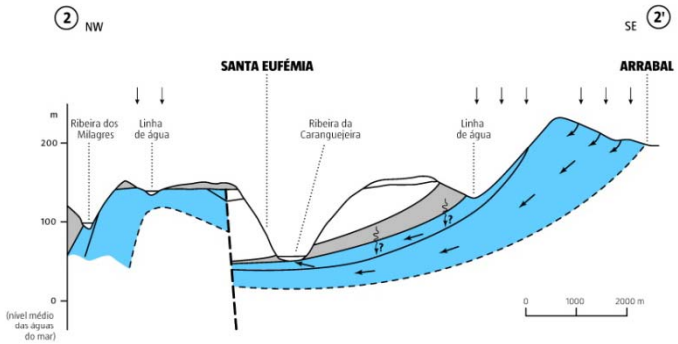
PTO12. Vieira de Leiria – Marinha Grande



Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

PTO14. Pousos - Caranguejeira





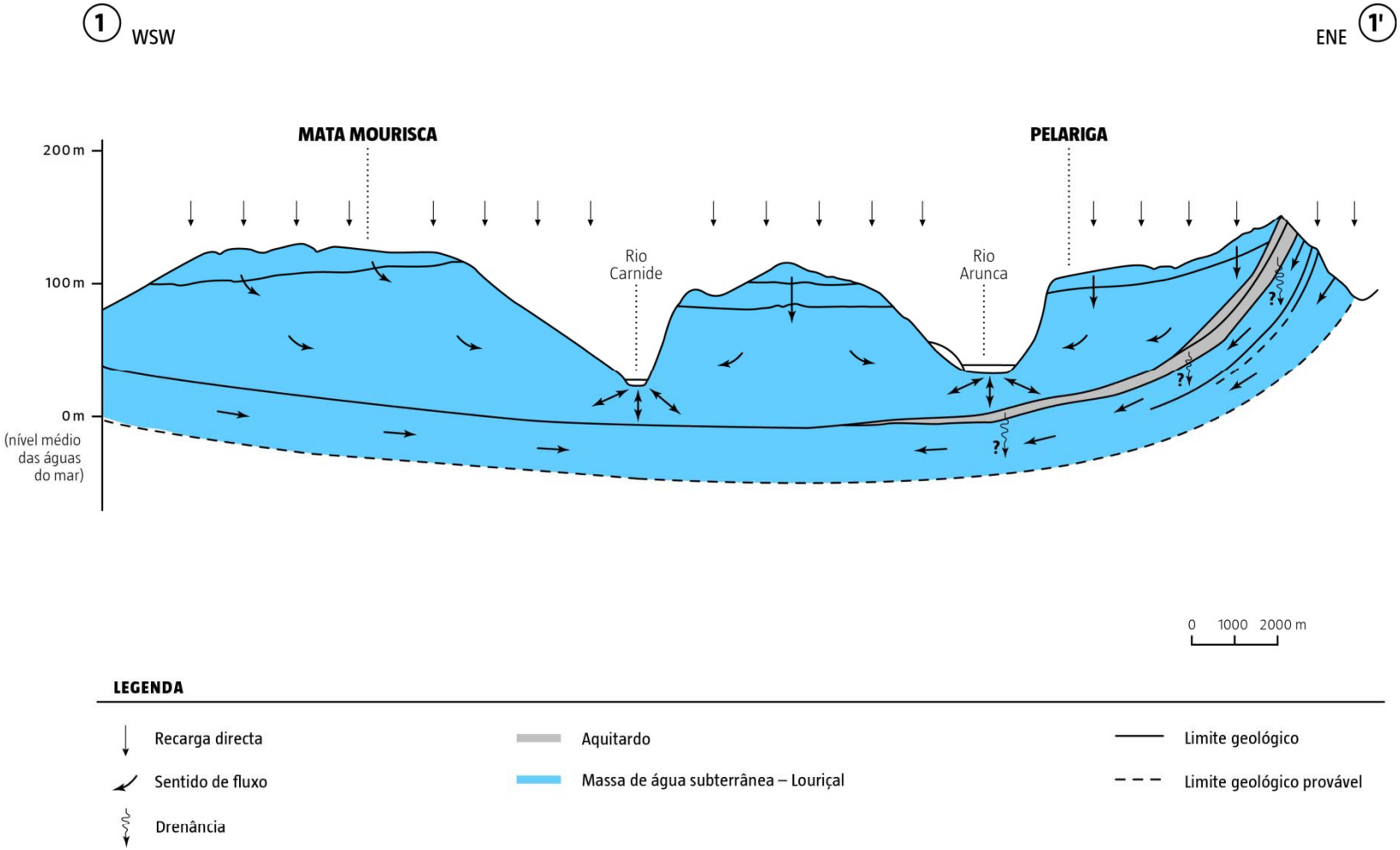
LEGENDA

- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Drenância
- Aquitardo
- Massa de água subterrânea – Pousos - Caranguejeira
- Limite geológico
- Limite geológico provável
- Falha provável

CONSÓRCIO:

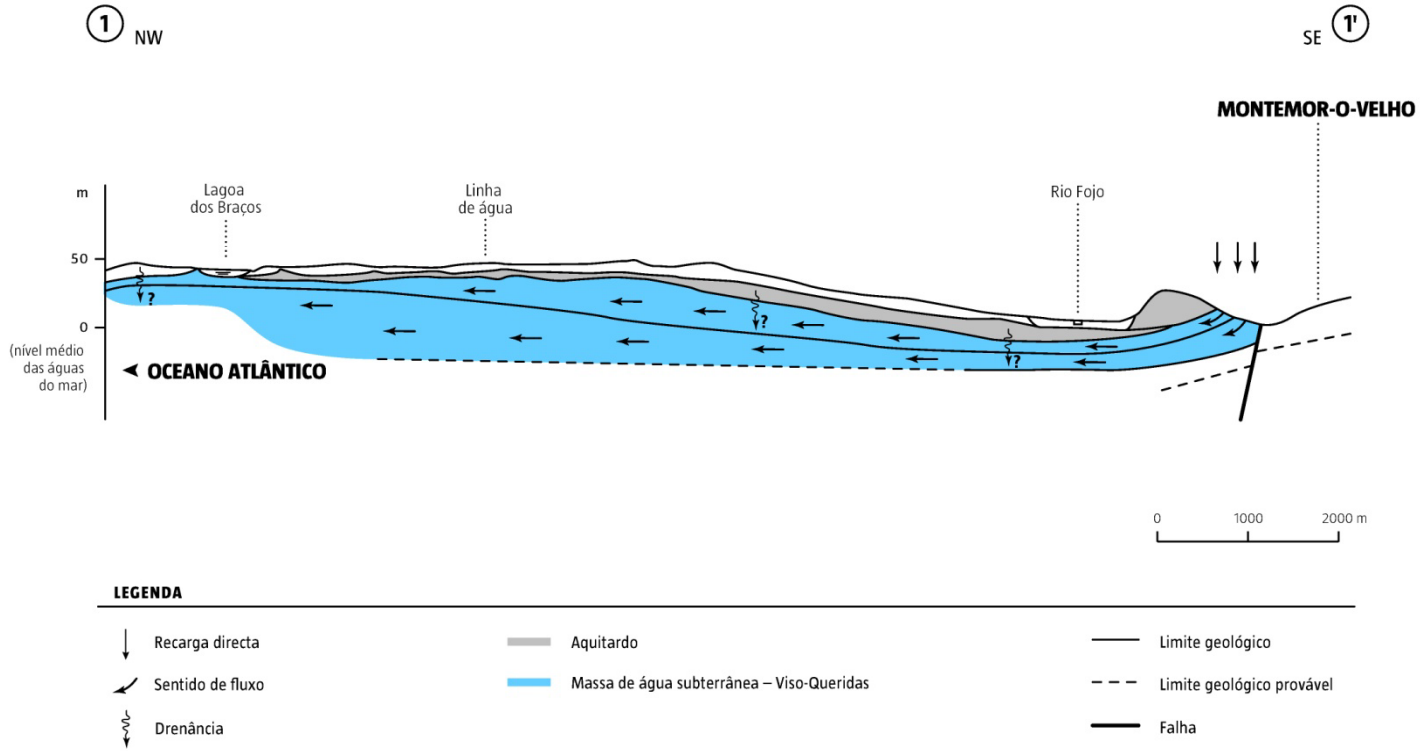
COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO29. Louriçal



Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:

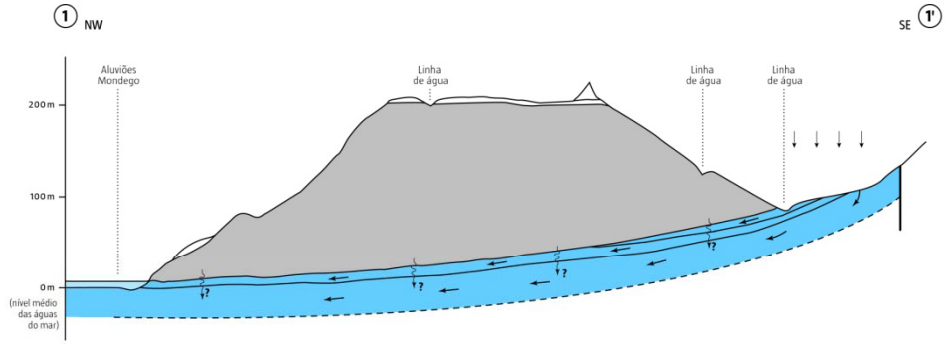
PTO30. Viso - Queridas

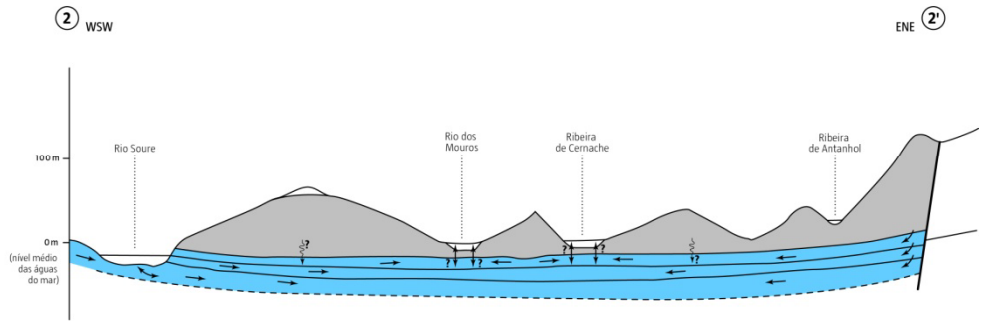


CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Modelos conceptuais massas de águas subterrâneas:
PTO31. Condeixa - Alfarelos





0 1000 2000 m

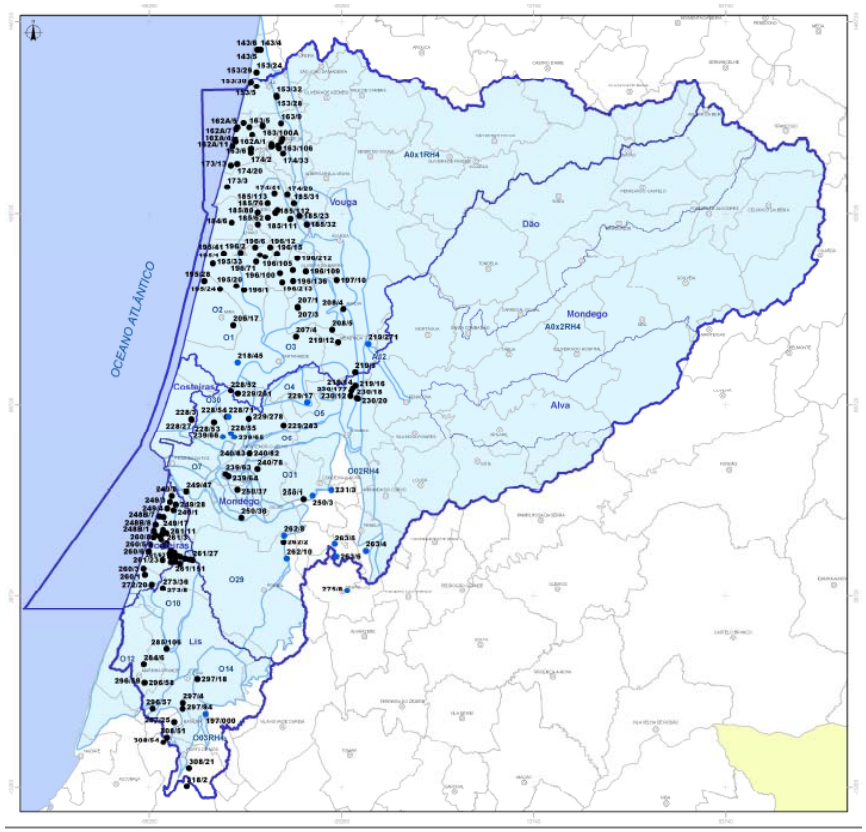
LEGENDA

- Recarga directa
- Sentido de fluxo
- Drenância
- Aquitardo
- Massa de água subterrânea – Condeixa - Alfarelos
- Limite geológico
- Limite geológico provável
- Falha

CONSÓRCIO:

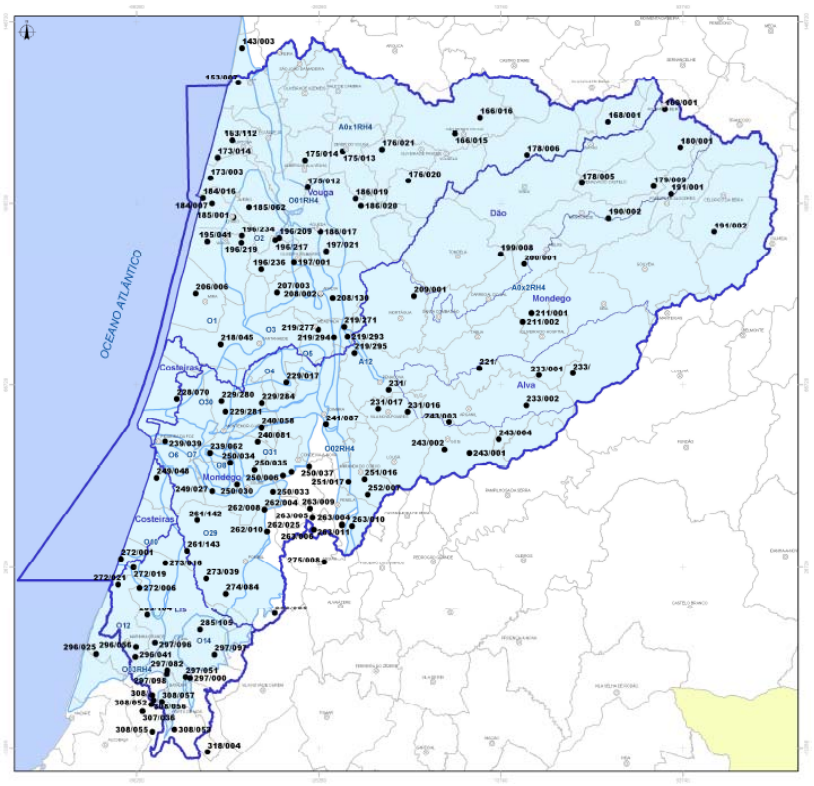
COM A COLABORAÇÃO:

Redes de Monitorização do Estado Quantitativo



Nome da massa de água	Área (Km2)	N.º de estações	Densidade de estações	IR	Representatividade
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	2 030	0	0	0	Não representativa
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	4 826	0	0	0	Não representativa
Luso	15	1	15	21	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	287	9	32	11	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	331	1	331	0	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	140	3	47	32	Não representativa
Quaternário de Aveiro	931	33	28	32	Não representativa
Leirosa - Monte Real	218	43	5	32	Não representativa
Vieira de Leiria - Marinha Grande	321	4	80	52	Parcialmente representativa
Pousos - Caranguejeira	102	1	102	68	Não representativa
Cretácico de Aveiro	894	21	43	53	Parcialmente representativa
Louriçal	588	1	588	58	Não representativa
Cársico da Bairrada	316	8	40	47	Não representativa
Viso - Queridas	186	8	23	67	Parcialmente representativa
Condeixa - Alfarelos	185	1	185	59	Não representativa
Ançã - Cantanhede	40	1	40	63	Não representativa
Tentúgal	162	2	81	45	Não representativa
Aluviões do Mondego	148	3	49	34	Não representativa
Figueira da Foz - Gesteira	64	1	64	35	Não representativa
Verride	15	3	5	68	Parcialmente representativa

Redes de Monitorização do Estado Químico – Rede Vigilância

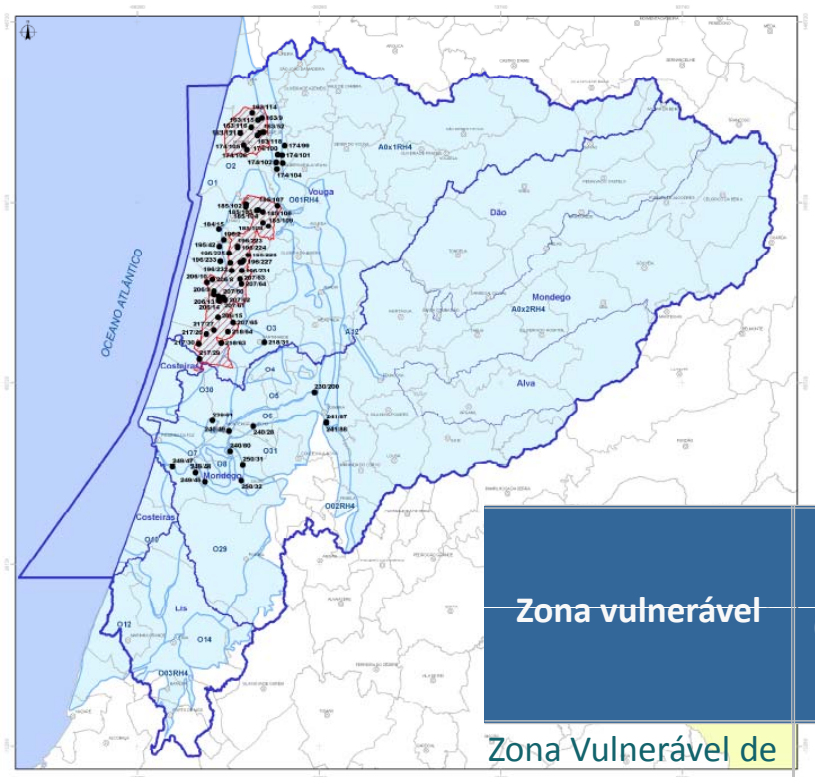


Nome da massa de água	Área (km²)	Nº de estações	Densidade estações (1/100km²)	IR	Representatividade
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga	2 030	13	156	62	Não representativa
Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	4 826	27	179	67	Não representativa
Luso	15	1	15	21	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	287	1	287	32	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego	331	1	331	18	Não representativa
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	140	4	35	38	Não representativa
Quaternário de Aveiro	931	5	186	36	Não representativa
Leirosa - Monte Real	218	1	218	67	Não representativa
Vieira de Leiria - Marinha Grande	321	7	46	68	Parcialmente representativa
Pousos - Caranguejeira	102	2	51	87	Não representativa
Cretácico de Aveiro	894	13	69	70	Parcialmente representativa
Louriçal	588	6	98	67	Parcialmente representativa
Cársico da Bairrada	316	5	63	51	Parcialmente representativa
Viso – Queridas	186	3	62	61	Parcialmente representativa
Condeixa - Alfarelos	185	4	46	58	Parcialmente representativa
Ançã - Cantanhede	40	1	40	49	Não representativa
Tentúgal	162	1	162	60	Não representativa
Aluviões do Mondego	148	1	148	23	Não representativa
Figueira da Foz - Gesteira	64	3	21	52	Parcialmente representativa
Verride	15	2	8	55	Não representativa

CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

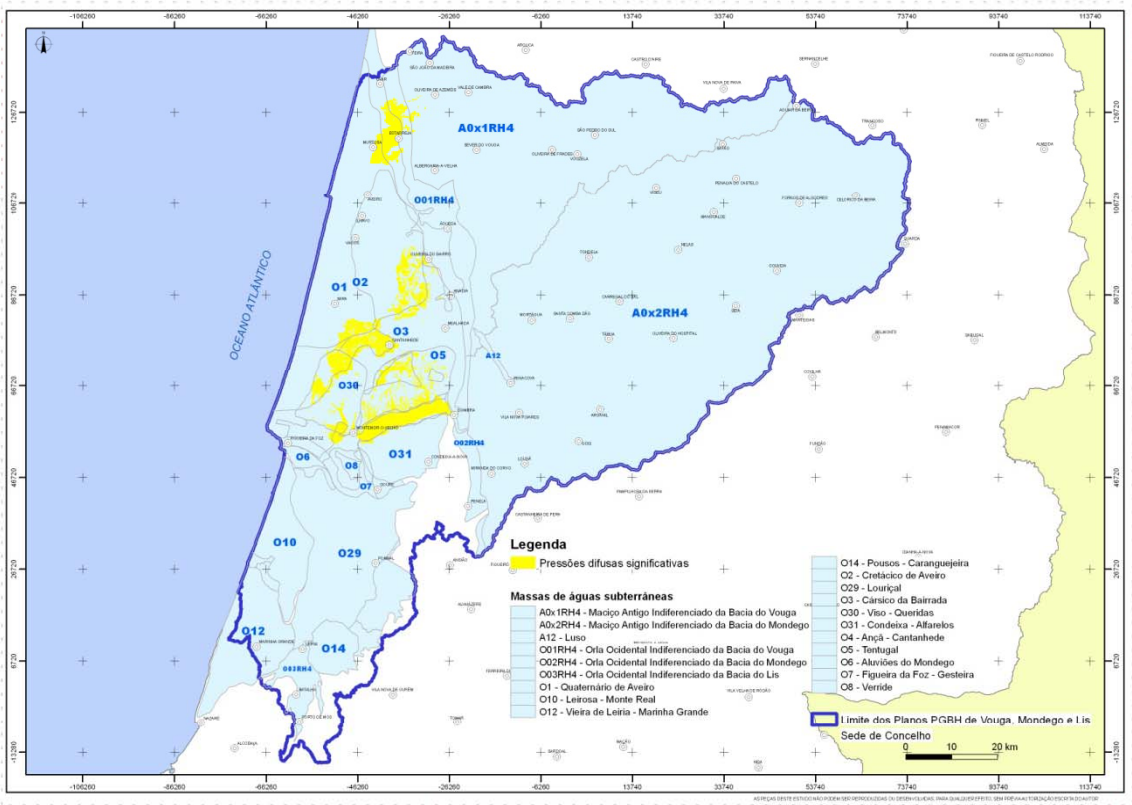
Redes de Monitorização do Estado Químico – Rede Operacional



Zona vulnerável	Área (km²)	N.º de estações	Densidade de estações (1/25 km²)	IR	Representatividade
Zona Vulnerável de Estarreja - Murtosa	81	10	8	69	Parcialmente representativa
Zona Vulnerável do Litoral Centro	237	37	6	59	Parcialmente representativa

Pressões significativas

Difusas

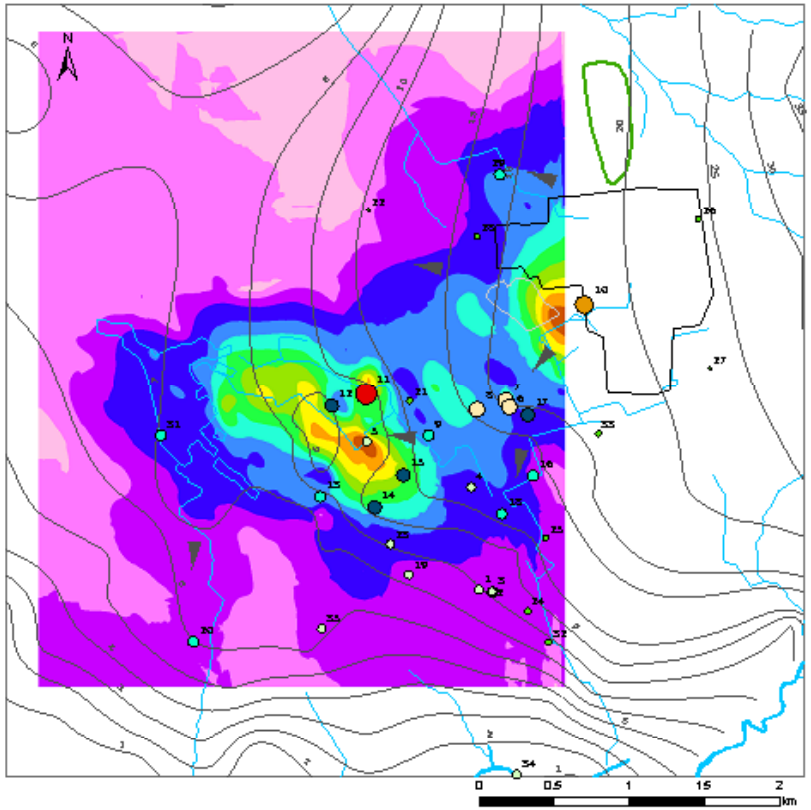


Nas MAS **Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga** e **Quaternário de Aveiro**, em algumas áreas, coincidem zonas de elevada intensidade de utilização do azoto, com as Zonas Vulneráveis. No caso da ZVEM quase metade da área apresenta pressão difusa significativa para os nitratos.

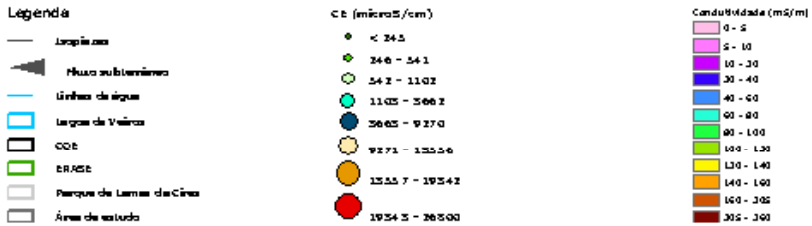
As MAS dos **Aluviões do Mondego** e **Ançã - Cantanhede** apresentam susceptibilidades elevadas e com alta intensidade de utilização do azoto. Estas massas de água apresentam cerca de 49 e 48 %, respectivamente, da área de recarga com pressões significativas, para o parâmetro nitratos.

Pressões significativas

Pontuais



Complexo Químico Estarreja



Outras pressões pontuais identificadas:

Indústria extractiva
Aterros e lixeiras

Análise de pressões significativas → Avaliação do estado químico

Problemas identificados:

- **Falta de acesso aos dados de monitorização de substâncias perigosas nas águas subterrâneas (INAG). Exemplo:**

  Envolvente do Complexo Química Estarreja
  Pontos de monitorização da rede de qualidade:
  Poço 163/117 (CE, pH, NH_4 e NO_3)
  Furo 163/52 (CE, pH, NH_4 e NO_3)

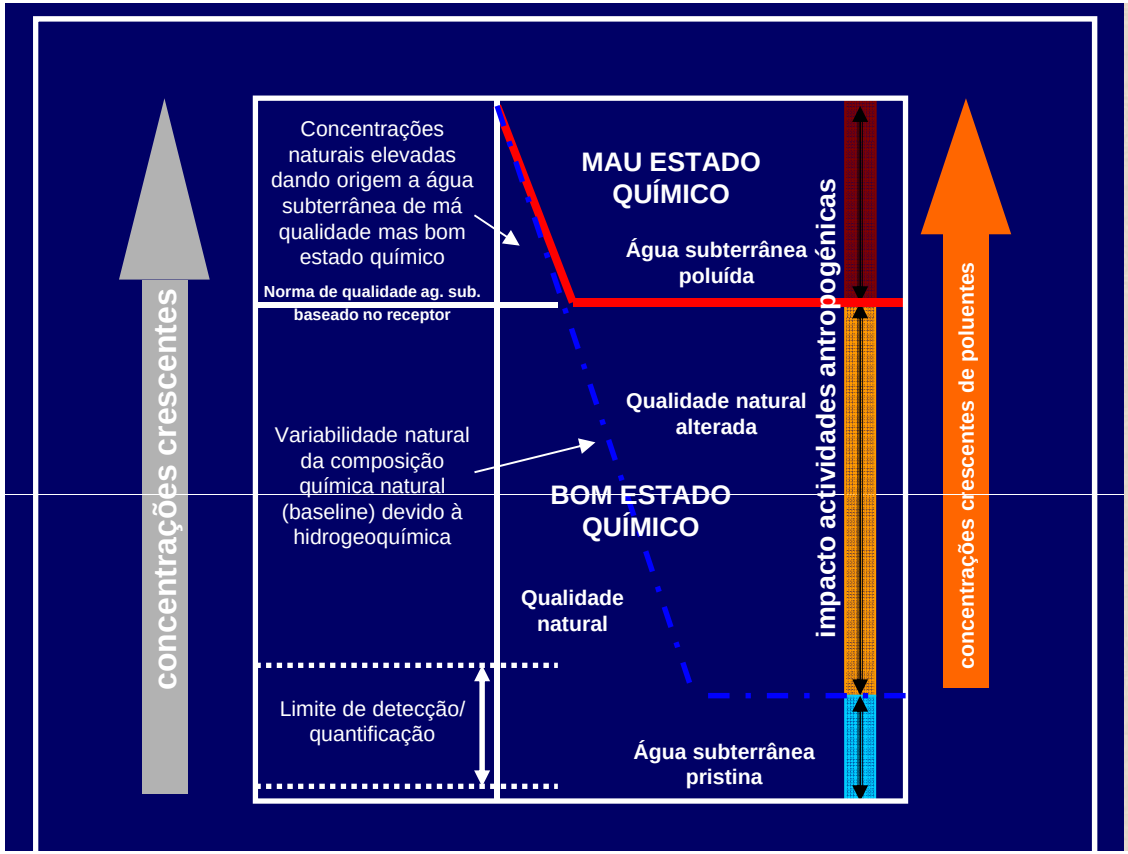
- **Falta de acesso aos dados de monitorização de estudos de impacto ambiental (APA)**

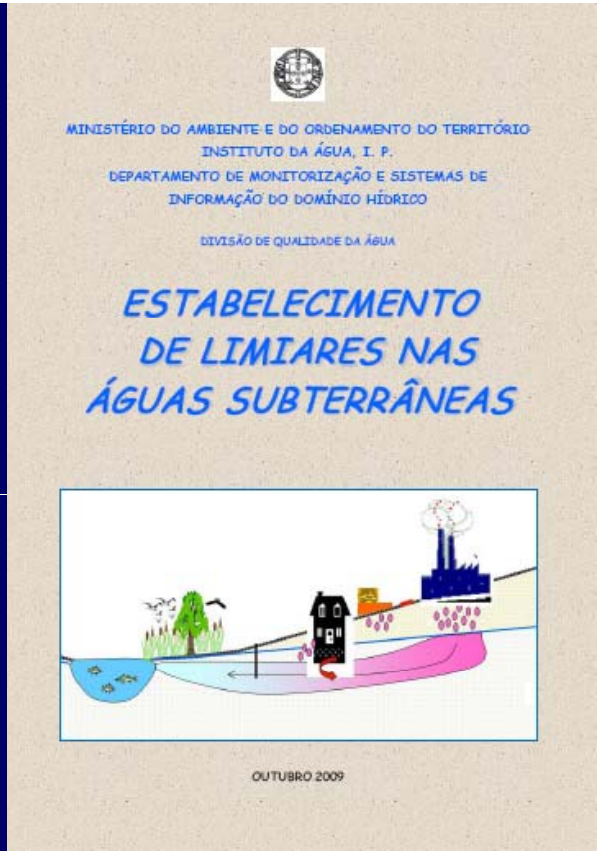
- **Falta de acesso aos dados de monitorização da indústria extractiva (EDM)**

- **Falta de dados de monitorização de lixeiras encerradas e aterros (APA)**

Avaliação do estado global (quantitativo e químico) das massas de águas subterrâneas

Metodologia estado químico: DL2008 208 Avaliação Estado Químico com pré-selecção das amostras não contaminadas para a definição do background)




MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO
INSTITUTO DA ÁGUA, I. P.
DEPARTAMENTO DE MONITORIZAÇÃO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DO DOMÍNIO HÍDRICO
DIVISÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA

ESTABELECIMENTO DE LIMIARES NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

OUTUBRO 2009

Avaliação do estado global (quantitativo e químico) das massas de águas subterrâneas

Metodologia estado quantitativo: Portaria 2009/1115 + análise tendências

Massa de Água	Disponibili-dade Hídrica (hm^3)	Extracções (hm^3)	Taxa (%)	Análise de tendências	Estado quantitativo
Cretácico de Aveiro	11,0	11,3	103	Sem tendência significativa	Medíocre

Metodologia estado químico:

- Definição de normas de qualidade águas subterrâneas (VP Consumo Humano: CE, pH, Cl, SO_4, As, NH_4, Cd, Pb)

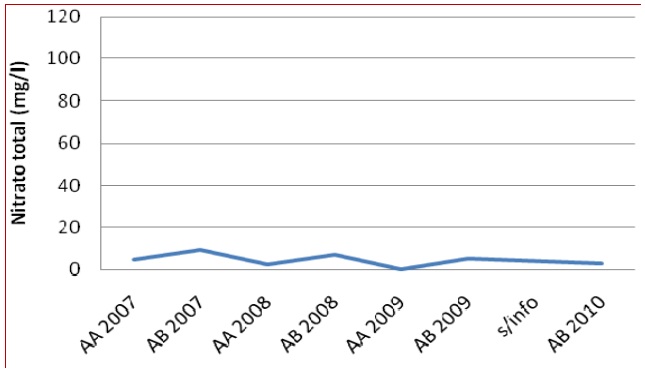
- Normas estabelecidas em conformidade com o artigo 17º da DQA

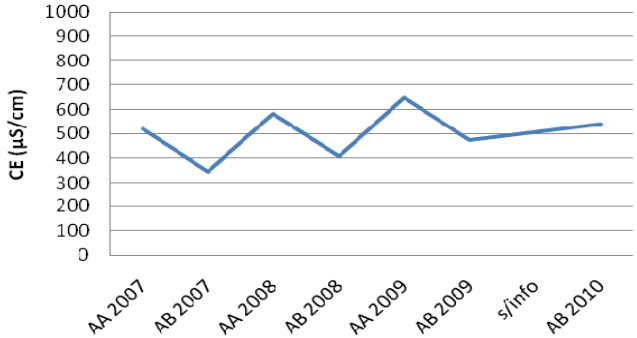
  Nitratos 50 mg/L

  Substâncias activas dos pesticidas, incluindo os metabolitos e produtos de degradação ou reacção 0,1 μg/L (ou 0,5 μg/L total)

Metodologia estado químico:

- **Análise de tendências de evolução de alguns parâmetros indicadores de pressões (CE, NO_3)**





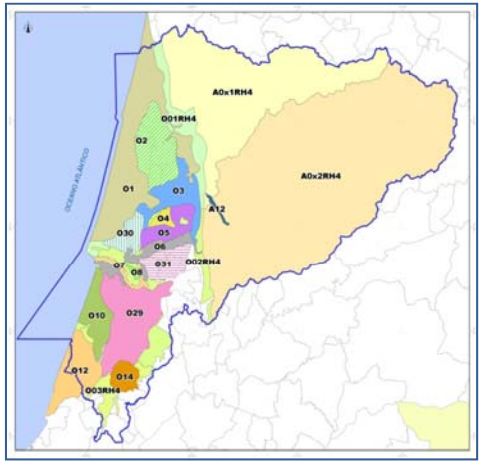
Metodologia estado químico:

- **Avaliação da pressão difusa na área de recarga e análise de tendências**

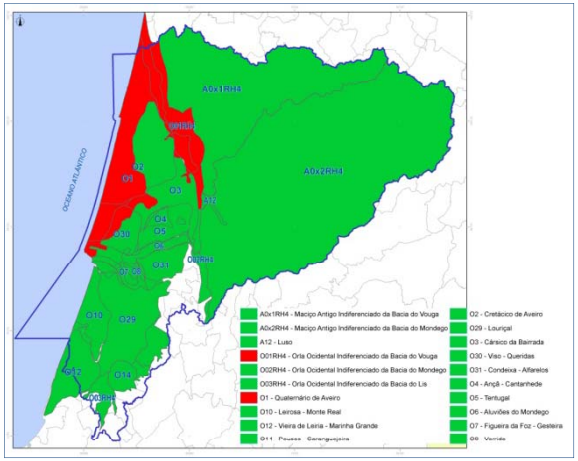
Parâmetro	Concentração natural (NBL)	Valor de referência (VR)		Normas qualidade (VP*)	N.º estações	
		Mediana	Média		VR** (Mediana) > VP / < NBL	VR*** (Mediana) > VP / < NBL
CE (µS/cm)	< 844	420	487	2500	0 / 0	0 / 0
pH	6,7 - 8,3	7,6	7,6	6,5 - 9,0	1 / 0	2 / 0
Cl (mg/l)	< 120	41	62	250	0 / 0	0 / 0
SO_4 (mg/l)	< 190	46,0	67,0	250	0 / 0	0 / 0
NO_3 (mg/l)	< 1	1,0	3,6	50	0 / 0	0 / 0
As (mg/l)	< 0,0038	0,001	0,001	0,010	0 / 0	0 / 0
NH_4 (mg/l)	< 0,3	0,1	0,1	0,50	12 / 11	12 / 10
Cd (mg/l)	< 0,0005	0,0001	0,0003	0,005	0 / 0	0 / 0
Pb (mg/l)	< 0,0025	0,0025	0,0030	0,01	0 / 0	0 / 0

*Legenda: * Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de Agosto que estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano; ** Estações com valores de referência (medianas) fora do intervalo de concentrações das normas de qualidade/ mas dentro do intervalo de valores de concentrações naturais; *** Estações com valores de referência (médias) fora do intervalo de concentrações das normas de qualidade/ mas dentro do intervalo de valores de concentrações naturais.*

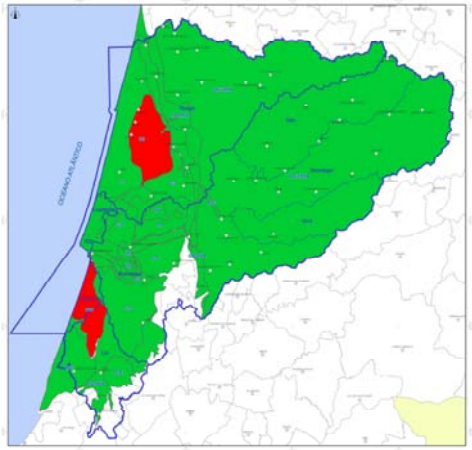
ESTADO GLOBAL MASSAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS INTEGRADAS NA RH4



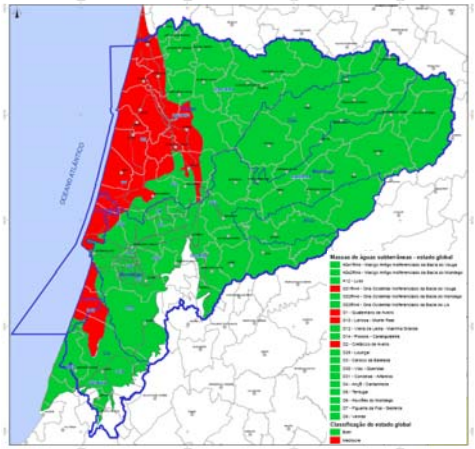
20 Massas de águas subterrâneas



Estado químico



Estado quantitativo



Estado global

CONSÓRCIO:

COM A COLABORAÇÃO:

Objectivos ambientais

1. **Evitar ou limitar a descarga de poluentes** e assim evitar a deterioração do estado de todas as massas de águas;
2. **Proteger, melhorar e recuperar** todas as massas de águas subterrâneas em estado medíocre (2021), garantindo o equilíbrio entre as captações e as recargas dessas águas;
3. **Aplicação de medidas** necessárias para inverter quaisquer tendências significativas persistentes para o aumento da concentração de poluentes que resulte do impacto da actividade humana, por forma a reduzir gradualmente a poluição das águas;
4. Garantir que nas **zonas protegidas (zonas vulneráveis)** serão aplicados os objectivos mais restritos.

Programa de medidas

-B06.02 – Delimitação de áreas estratégicas de protecção e recarga de massas de águas subterrâneas
- B06.03 – Redefinição da rede de monitorização de quantidade e química (representatividade e também para identificar os ecossistemas dependentes e interacção águas superficiais e subterrâneas.
- B06.06 – Medidas de minização para a MAS Quaternário de Aveiro – Complexo Estarreja

- B07.01 – Reavaliação de limiares de qualidade para as massas de águas subterrâneas onde ocorrem enriquecimentos naturais de determinadas substâncias)

- S11.03 – Melhoria do conhecimento hidrogeológico
- S11.04 – Relação águas superficiais e aguas subterrâneas e ecossistemas dependentes