



**XIV World Water
CONGRESS**



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

**Groundwater Management: Looking to
the Future**

**A ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS ACTUAIS
PLANOS HIDROLÓGICOS DE BACIA**

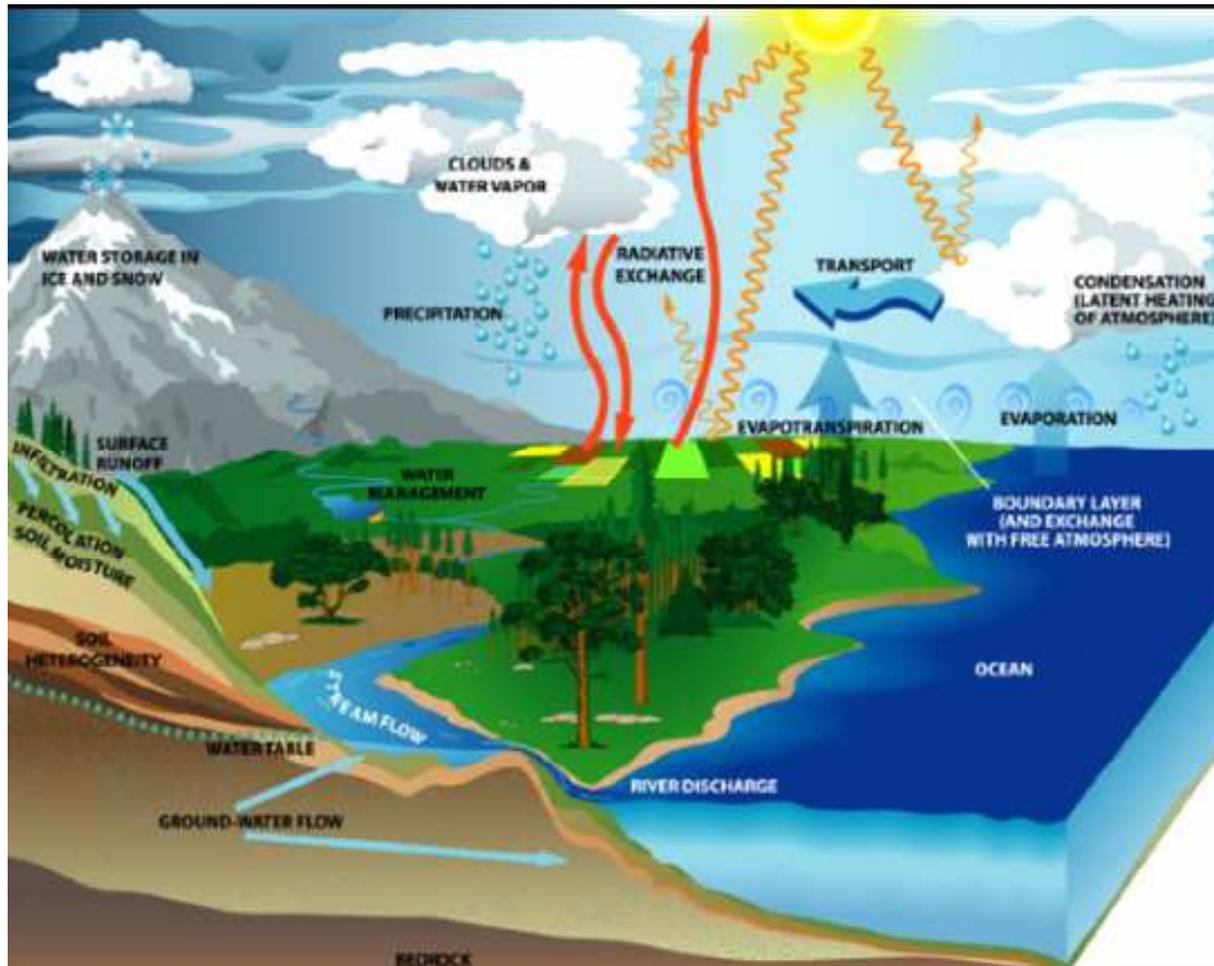
João Paulo LOBO FERREIRA

Teresa LEITÃO

Manuel M. OLIVEIRA



Integrated River Basin Management and Integrated Water Resource Management



Experience of 10 Years WFD Implementation



River Basins in Europe



Lisboa, 21 de Julho de 2011

A nova geração de planos de gestão de bacia hidrográfica

Os PGRH do Guadiana e do Sado e Mira | Ambiente,
Biodiversidade e Competitividade

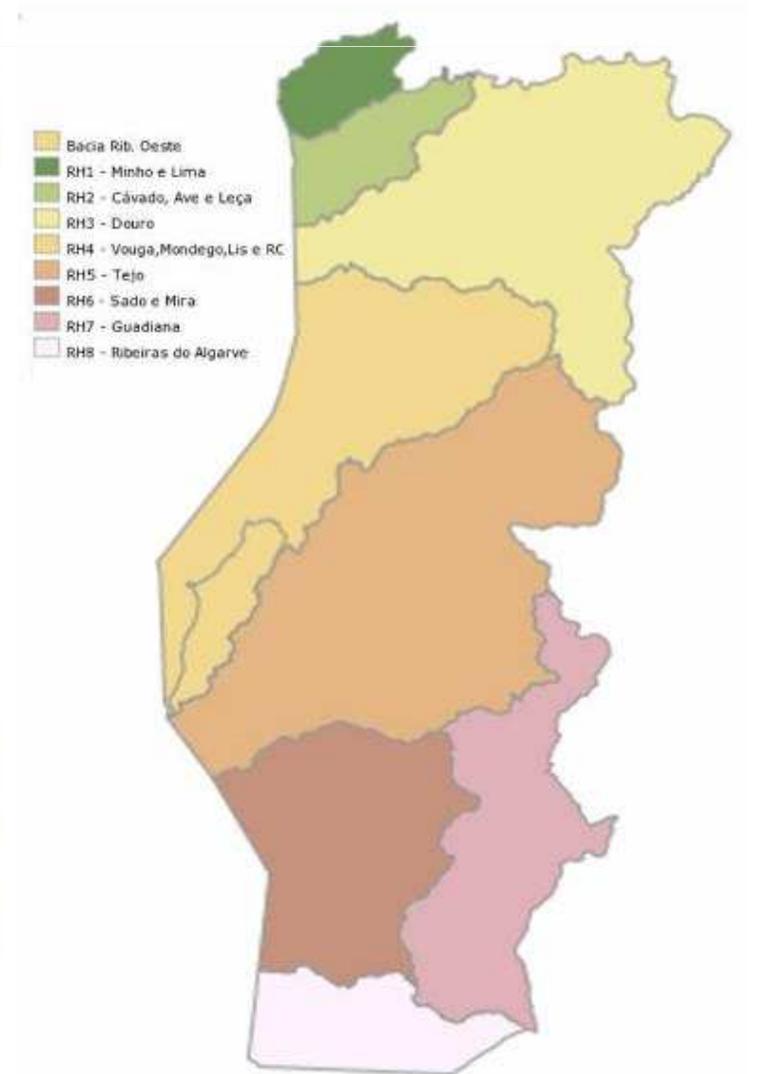
Desafios da gestão das águas subterrâneas para o século XXI



A Lei da Água (Lei n.º 58/2005), que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas, determina a Região Hidrográfica como unidade principal de planeamento. São definidas as seguintes 10 Regiões Hidrográficas:

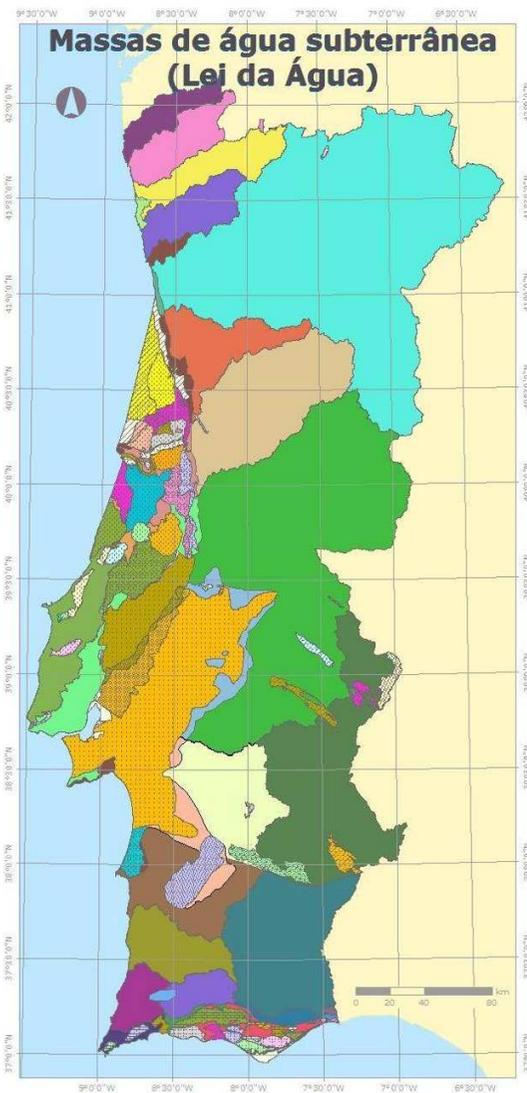
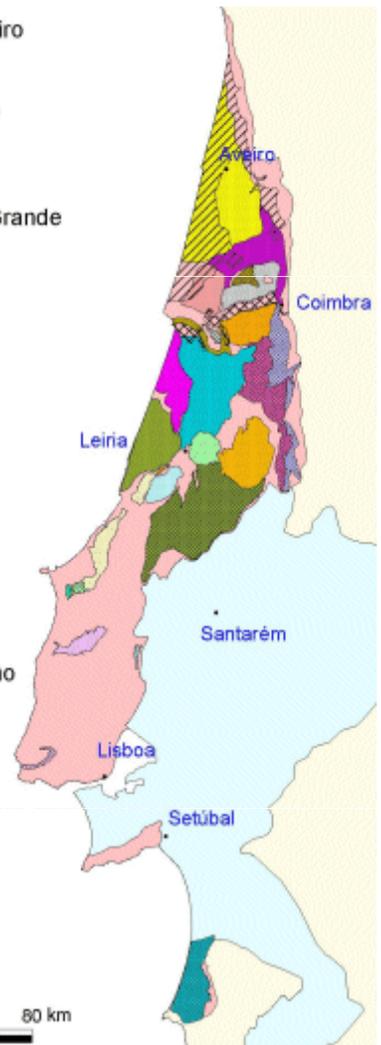
- RH1 - Minho e Lima
- RH2 - Cávado, Ave e Leça
- RH3 - Douro
- RH4 - Vouga, Mondego, Lis e Ribeiiras do Oeste
- RH5 - Tejo
- RH6 - Sado e Mira
- RH7 - Guadiana
- RH8 - Ribeiiras do Algarve
- RH9 - Açores
- RH10 - Madeira

A Lei da Água estabelece ainda o Instituto da Água (INAG) como autoridade nacional da água e garante da política nacional das águas e atribui às Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH) a gestão das águas ao nível da Região Hidrográfica, incluindo o respectivo planeamento, licenciamento e fiscalização. Instituições regionais asseguram a gestão das Regiões Hidrográficas dos arquipélagos dos Açores e da Madeira.



Sistemas aquíferos de Portugal Continental

- O1 - Sistema Quaternário de Aveiro
- O6 - Aluviões do Mondego
- O2 - Sistema Cretácico de Aveiro
- O5 - Tentúgal
- O7 - Figueira da Foz - Gesteira
- O10 - Leirosa - Monte Real
- O12 - Vieira de Leiria - Marinha Grande
- O14 - Pousos - Caranguejeira
- O15 - Ourém
- O19 - Alpedriz
- O23 - Paço
- O25 - Torres Vedras
- O29 - Louriçal
- O30 - Viso - Queridas
- O31 - Condeixa - Alfarelos
- O33 - Caldas da Rainha - Nazaré
- O3 - Cársico da Bairrada
- O4 - Ançã - Cantanhede
- O8 - Verride
- O9 - Penela - Tomar
- O11 - Sicó - Alvaiázere
- O18 - Maceira
- O20 - Maciço Calcário Estremenho
- O24 - Cesareda
- O26 - Ota - Alenquer
- O28 - Pisões - Atrozela
- O32 - Sines



Legenda:

T - Bacia do Tejo-Sado

- T1 - Aluviões do Tejo
- T2 - Bacia do Tejo-Sado / Margem direita
- T3 - Bacia do Tejo-Sado / Margem esquerda
- T4 - Bacia de Alentejo

O - Orla Ocidental

- O1 - Aluviões do Mondego
- O2 - Sistema Cretácico de Aveiro
- O3 - Tentúgal
- O4 - Figueira da Foz - Gesteira
- O5 - Vieira de Leiria - Marinha Grande
- O6 - Pousos - Caranguejeira
- O7 - Ourém
- O8 - Alpedriz
- O9 - Paço
- O10 - Torres Vedras
- O11 - Louriçal
- O12 - Viso - Queridas
- O13 - Condeixa - Alfarelos
- O14 - Caldas da Rainha - Nazaré
- O15 - Ançã - Cantanhede
- O16 - Verride
- O17 - Penela - Tomar
- O18 - Sicó - Alvaiázere
- O19 - Maceira
- O20 - Maciço Calcário Estremenho
- O21 - Cesareda
- O22 - Ota - Alenquer
- O23 - Pisões - Atrozela
- O24 - Sines
- O25 - Aluviões do Tejo
- O26 - Bacia do Tejo-Sado / Margem direita
- O27 - Bacia do Tejo-Sado / Margem esquerda
- O28 - Bacia de Alentejo

A - Maciço antigo

- A1 - Serra de Caramulo
- A2 - Serra de Marão
- A3 - Montanha da Estrela
- A4 - Estremoz - Coto
- A5 - Évora - Vila Real
- A6 - Vila de São Pedro - Évora
- A7 - Serra de São Pedro - Évora
- A8 - Serra de São Pedro - Évora
- A9 - Serra de São Pedro - Évora
- A10 - Serra de São Pedro - Évora
- A11 - Serra de São Pedro - Évora
- A12 - Serra de São Pedro - Évora

M - Orla Meridional

- M1 - Covilhã
- M2 - Alinhada - Cistelo
- M3 - Montanha Grande - Portel
- M4 - Ferragudo - Alinhada
- M5 - Quercus - Sines
- M6 - Alentejo - Évora
- M7 - Évora
- M8 - Serra de Alentejo
- M9 - Alentejo - Évora
- M10 - Serra de Alentejo - Évora
- M11 - Serra de Alentejo - Évora
- M12 - Serra de Alentejo - Évora
- M13 - Serra de Alentejo - Évora
- M14 - Serra de Alentejo - Évora
- M15 - Serra de Alentejo - Évora
- M16 - Serra de Alentejo - Évora
- M17 - Serra de Alentejo - Évora

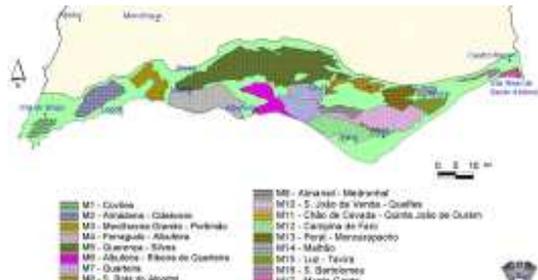
Informação de Base:

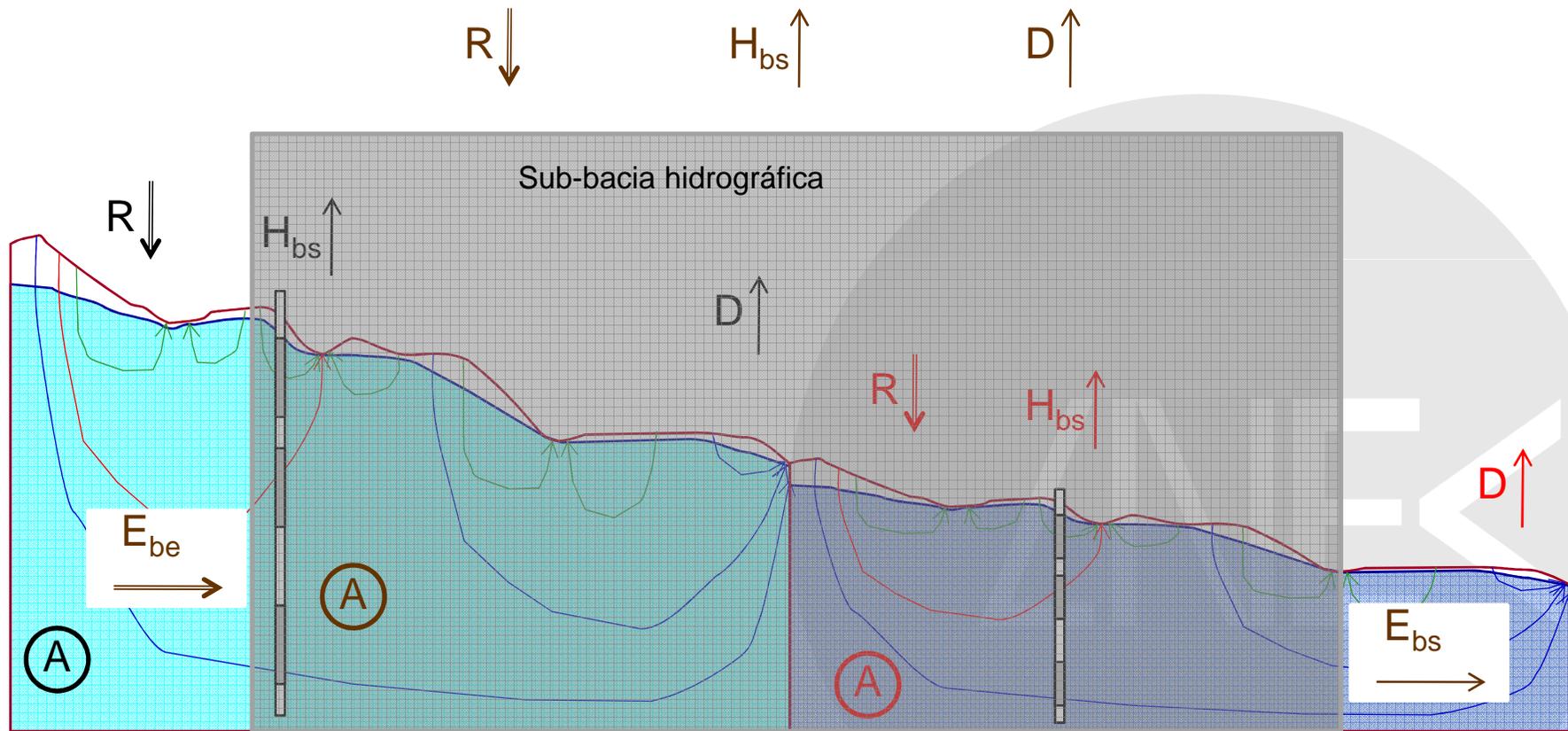
- Carta Geológica de Portugal - Escala 1:200000 [Carta Geológica] (IGM, Lisboa, 1989) URL: <http://www.igm.pt>
- Carta Geológica de Portugal - Escala 1:500000 (Modelo Cartográfico do Terreno) (IGM, Lisboa, 1992) URL: <http://www.igm.pt>

Mário 2007

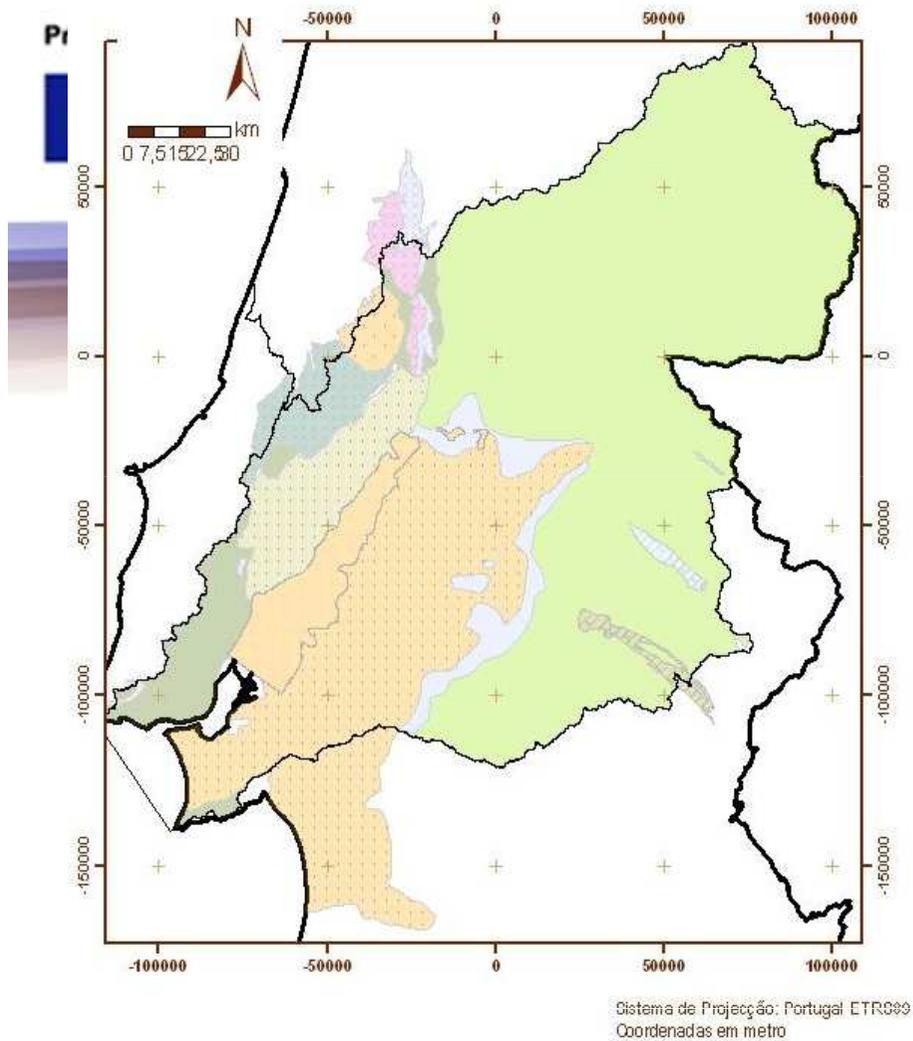
Figura adaptada de <http://snirh.pt/snirh/atlas/mapasweb/pt/aa29.png> (accedida em 2007-05-18)

(cf. <http://snirh.pt/snirh/atlas/mapasweb/pt/aa29.png>)
 Figura 3 – Delimitação das massas de água subterrânea em Portugal Continental



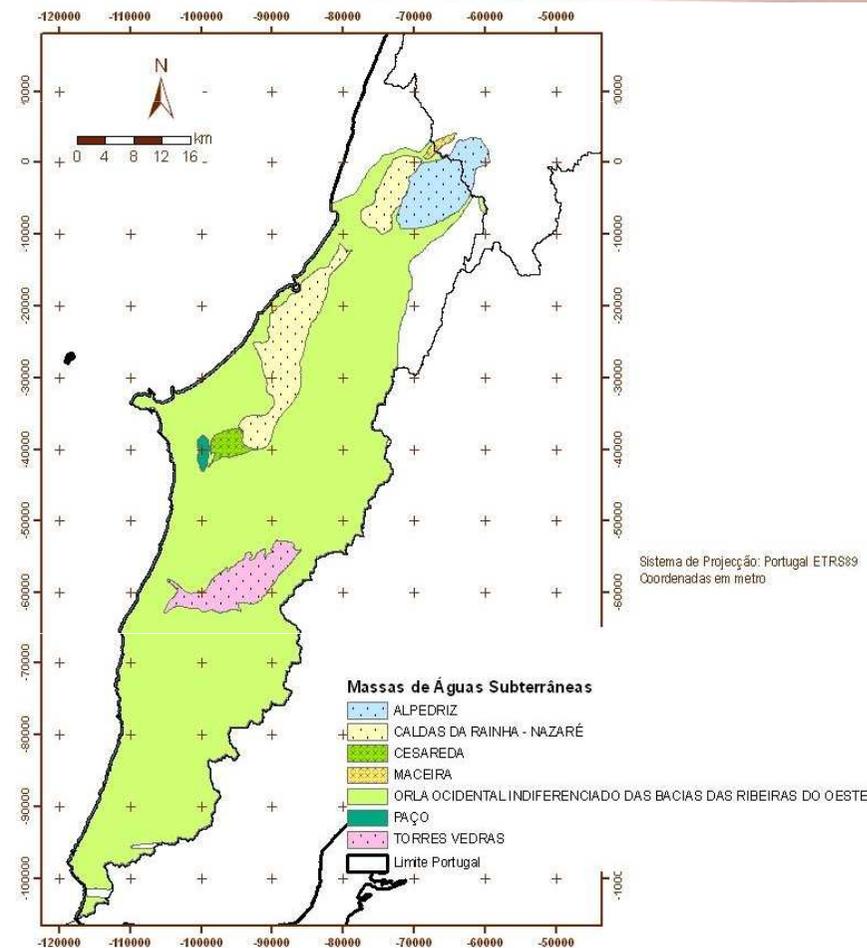


$$R + E_{be} - E_{bs} - D - H_{bs} = \Delta A_b$$



Massas de Águas Subterrâneas

- MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO
- PENELA - TOMAR
- SICÓ - ALVAIÁZERE
- ALUVIÕES DO TEJO
- BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA
- BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM ESQUERDA
- BACIA DO TEJO-SADO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO
- ESCUSA
- ESTREMOZ - CANO
- MACIÇO ANTIGO INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO
- MONFORTE - ALTER DO CHÃO
- ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DA BACIA DO TEJO
- OTA - ALENQUER
- OURÉM
- PISÓES - ATROZELA



Massas de Águas Subterrâneas

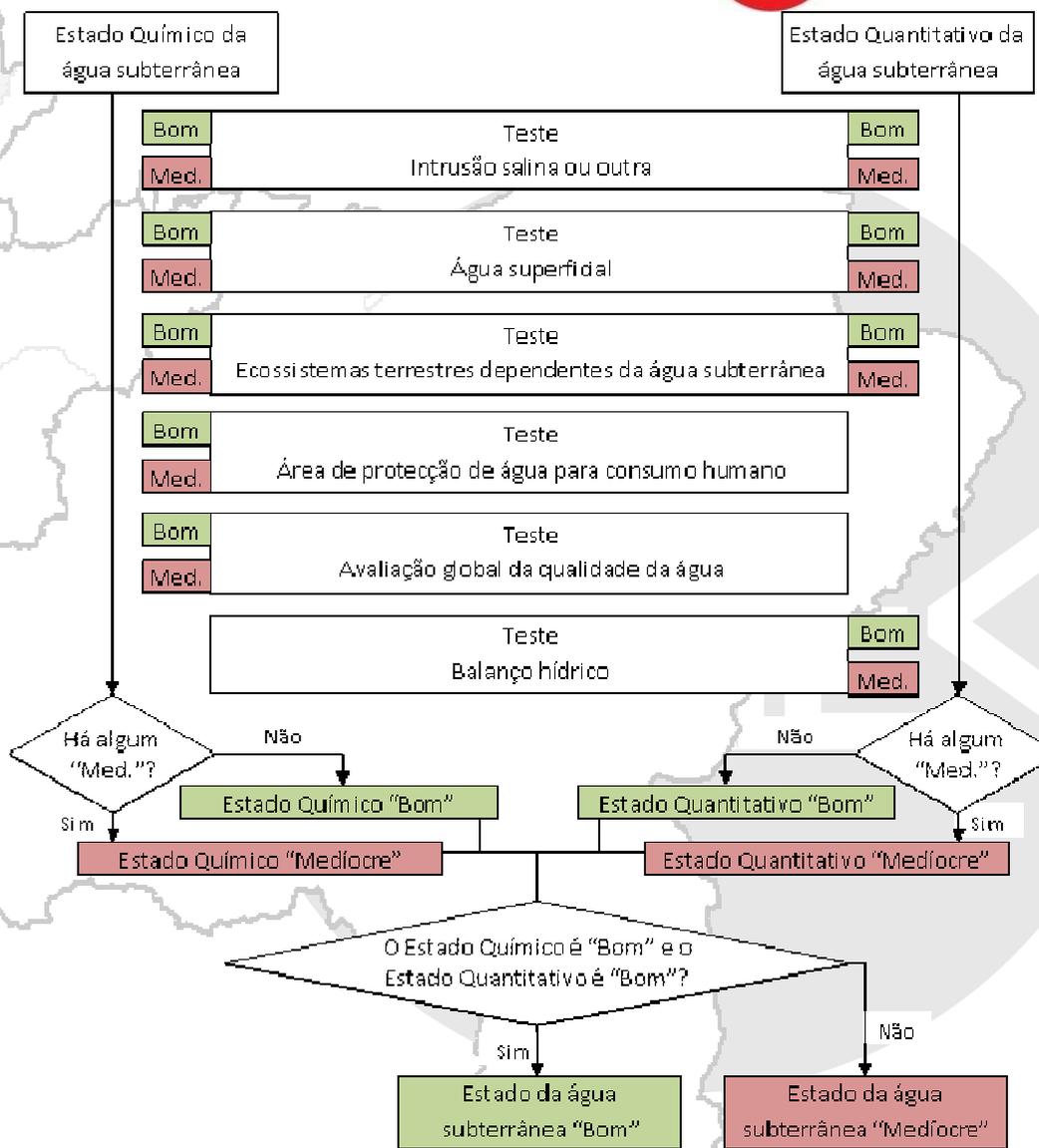
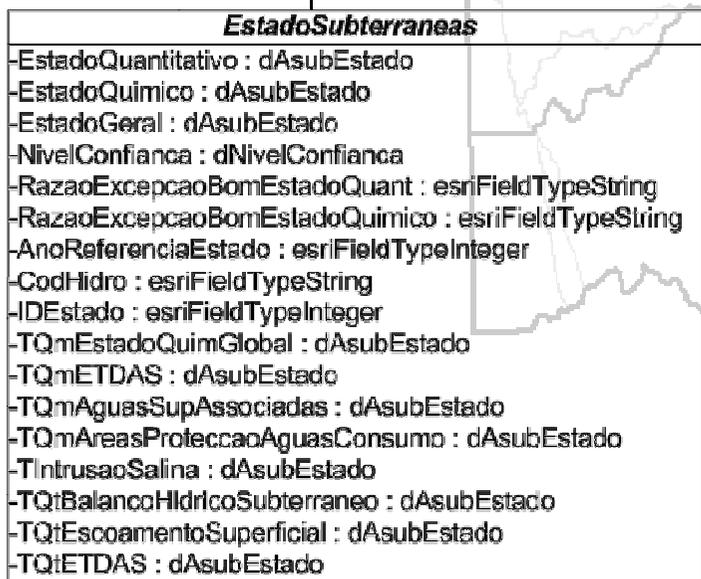
- ALPEDRIZ
- CALDAS DA RAINHA - NAZARÉ
- CESAREDA
- MACEIRA
- ORLA OCIDENTAL INDIFERENCIADO DAS BACIAS DAS RIBEIRAS DO OESTE
- PAÇO
- TORRES VEDRAS
- Limite Portugal

Massas de águas subterrâneas

Avaliação do estado

> Estado global

AguasSubterraneas:Subterraneas



Todos os testes relevantes têm que ser realizados.
 (Considerando os elementos de classificação que estão em risco).
 Reporta-se o pior resultado para a massa de água subterrânea.

(adaptado do Documento Guia n.º 18)



2. SÍNTESE DO CUMPRIMENTO DAS DISPOSIÇÕES LEGAIS

Tema	Designação abreviada	Legislação Nacional	Legislação Europeia	Estado*	O que falta**
Enquadramento	Lei da Água	Lei 58/2005 - estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas - Lei da Água Lei 54/2005 - estabelece o que são águas públicas e águas privadas	Directiva 2000/60 - DQA	PC	IN; MNE
		Decreto-Lei 77/2006 e Decreto-Lei 226-A/2007 - complementam a transposição da Directiva 2000/60 e da Lei 58/2005		PC	MIM; IN
	Directiva das águas subterrâneas	Decreto-Lei 208/2008 - relativo à protecção das águas subterrâneas contra a contaminação e a deterioração	Directiva 2006/118 - DAS	PC	MIM; IN; MNE
da poluição	Utilização de lamas em solos agrícolas	Decreto-Lei 276/2009 - estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas	Directiva 86/278	PC	IE; PI; MNE
	Regime geral de gestão de resíduos	Decreto-Lei 178/2006 - relativo às regras a que fica sujeita a gestão de resíduos	Directivas 91/156; 91/689; 2006/12	PC	IE; MNE
	Descarga de substâncias perigosas	Decreto-Lei 56/99 - relativo aos valores limite e aos objectivos de qualidade para a descarga de certas substâncias perigosas	Directivas 86/280; 88/347; 90/415	PC	IE; PI
	Objectivos de qualidade substâncias perigosas	Decreto-Lei 506/99 - fixa os objectivos de qualidade para determinadas substâncias perigosas incluídas nas famílias ou grupos de substâncias da lista II do Anexo XIX ao Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto	-	PC	IE; PI; MNE



2. SÍNTESE DO CUMPRIMENTO DAS DISPOSIÇÕES LEGAIS

Prevenção e controlo	Regime de AIA	Decreto-Lei 197/2005 (DL 69/2000, DL 74/2001, DL 232/2007) - aprova o regime jurídico da avaliação de impacte ambiental	Directivas 85/337; 97/11; 2001/42; 2003/35	TC	
	Directiva IPPC	Decreto-Lei 173/2008 - prevenção e controlo integrados da contaminação, directiva IPPC	Directivas 96/61; 2003/35; 2008/1	PC	MIM; IE
	Regime jurídico de deposição de resíduos em aterros	Decreto-Lei 183/2009 (DL 239/97, DL 178/2006) - regula a instalação, a exploração, o encerramento e a manutenção pós-encerramento de aterros destinados a resíduos	Directivas 99/31; 2003/33	PC	MNE
	Regime de produtos fitofarmacêuticos	Decreto-Lei 22/2005 - estabelece o regime aplicável à colocação no mercado de produtos fitofarmacêuticos	Directiva 91/414	PC	MNE
	Limites máximos produtos fitofarmacêuticos	Decreto-Lei n.º 39/2009 (DL 32/2006) - fixa os limites máximos de resíduos de substâncias activas de produtos fitofarmacêuticos	Directivas 2004/95; 2004/115; 2005/37; 2005/46	PC	MIM; IE

Legenda:

- * TC - Totalmente Cumprido;
- NC - Não Cumprido;
- PC - Parcialmente Cumprido.

- ** TI - transposição inexistente ou incompleta dos diplomas comunitários;
- MIM - monitorização insuficiente das massas de água;
- IN - incumprimento das normas de qualidade fixadas para as massas de água;
- IE - incumprimento das normas de emissão das descargas para a água ou o solo;
- PI - inventário insuficiente das pressões sobre a água;
- PPI - participação pública inexistente ou insuficiente;
- MNE - medidas não executadas ou em atraso;
- OT - outras.

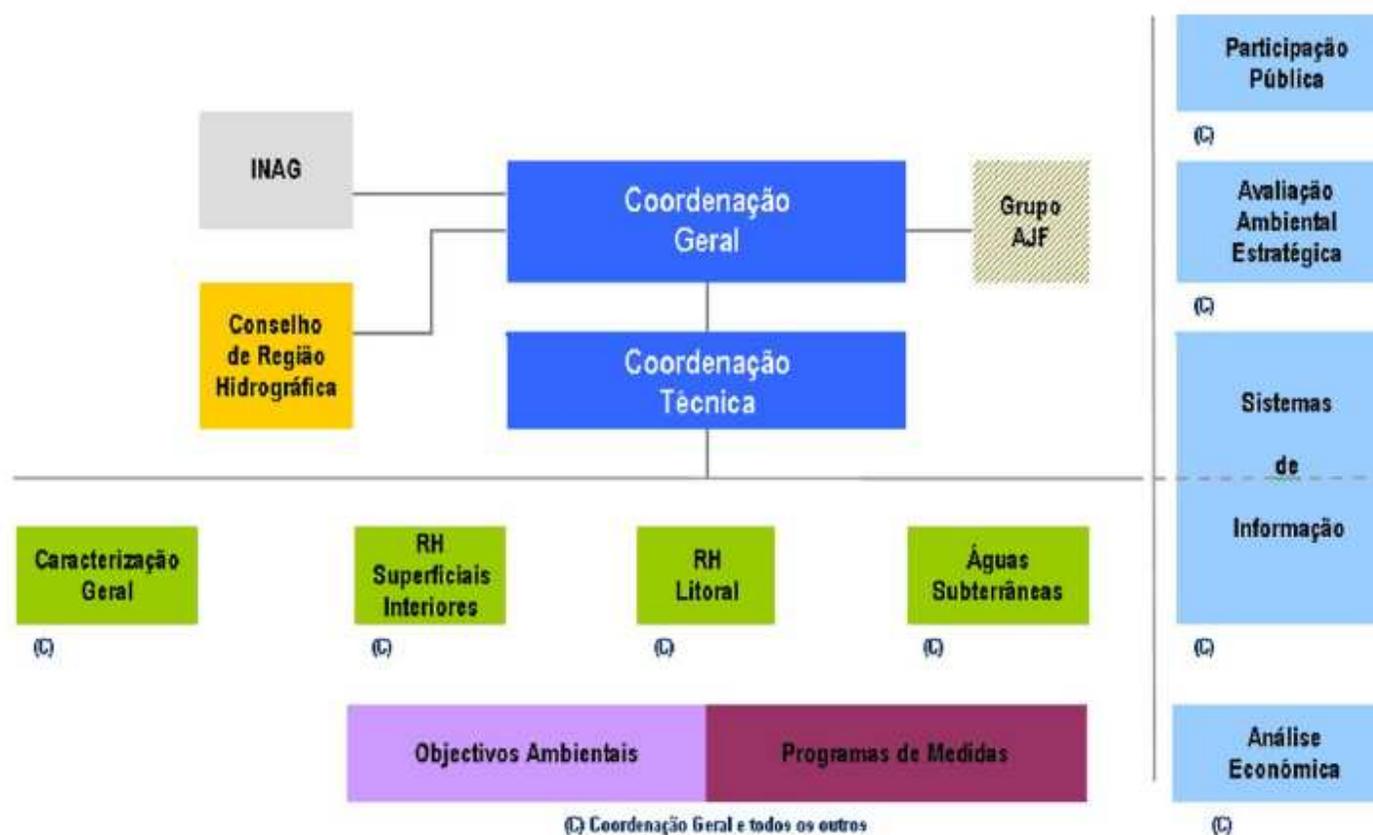


2. SÍNTESE DO CUMPRIMENTO DAS DISPOSIÇÕES LEGAIS

Áreas protegidas	REN	Decreto-Lei 166/2008 - Reserva Ecológica Nacional	-	PC	MNE
	Zonas sensíveis	Decreto-Lei 152/97 (DL 198/98, DL 348/98, DL 172/2001 e DL 149/2004) - definição de zonas sensíveis à descarga de águas residuais urbanas. Relativo à recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático	Directivas 91/271; 98/15	PC	MNE
	Zonas vulneráveis	Decreto-Lei 235/97 (DL 68/99) - zonas vulneráveis à contaminação causada por nitratos de origem agrícola	Directiva 91/676	PC	IE; MNE
	Rede Natura 2000	Decreto-Lei 140/99 (DL 49/2005, RCM 115A/A/2008) - Rede Natura 2000	Directivas 92/43; 97/62; 79/409	TC	
	Perímetros de protecção de captações	Decreto-Lei 382/99 (DL 226-A/2007, DL 391-A/2007, DL 93/2008, Portaria n.º 1114/2009) - perímetro de protecção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público	-	PC	MNE
Critérios de qualidade	Qualidade do meio aquático para diversos usos	Decreto-Lei 236/98 (DL 506/99, DL 236/98 e DL 261/2003) - normas, critérios e objectivos de qualidade visando proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos principais usos	Directivas 75/440; 76/160; 76/464; 78/659; 79/869; 79/923; 80/68; 80/778	PC	IN; MNE
	Água para consumo humano	Decreto-Lei 306/2007 - qualidade da água destinada ao consumo humano	Directiva 98/83	PC	IN



Estrutura organizativa do processo de elaboração dos planos



Projecto Financiado:



Plano de Gestão
da Região Hidrográfica
do Tejo

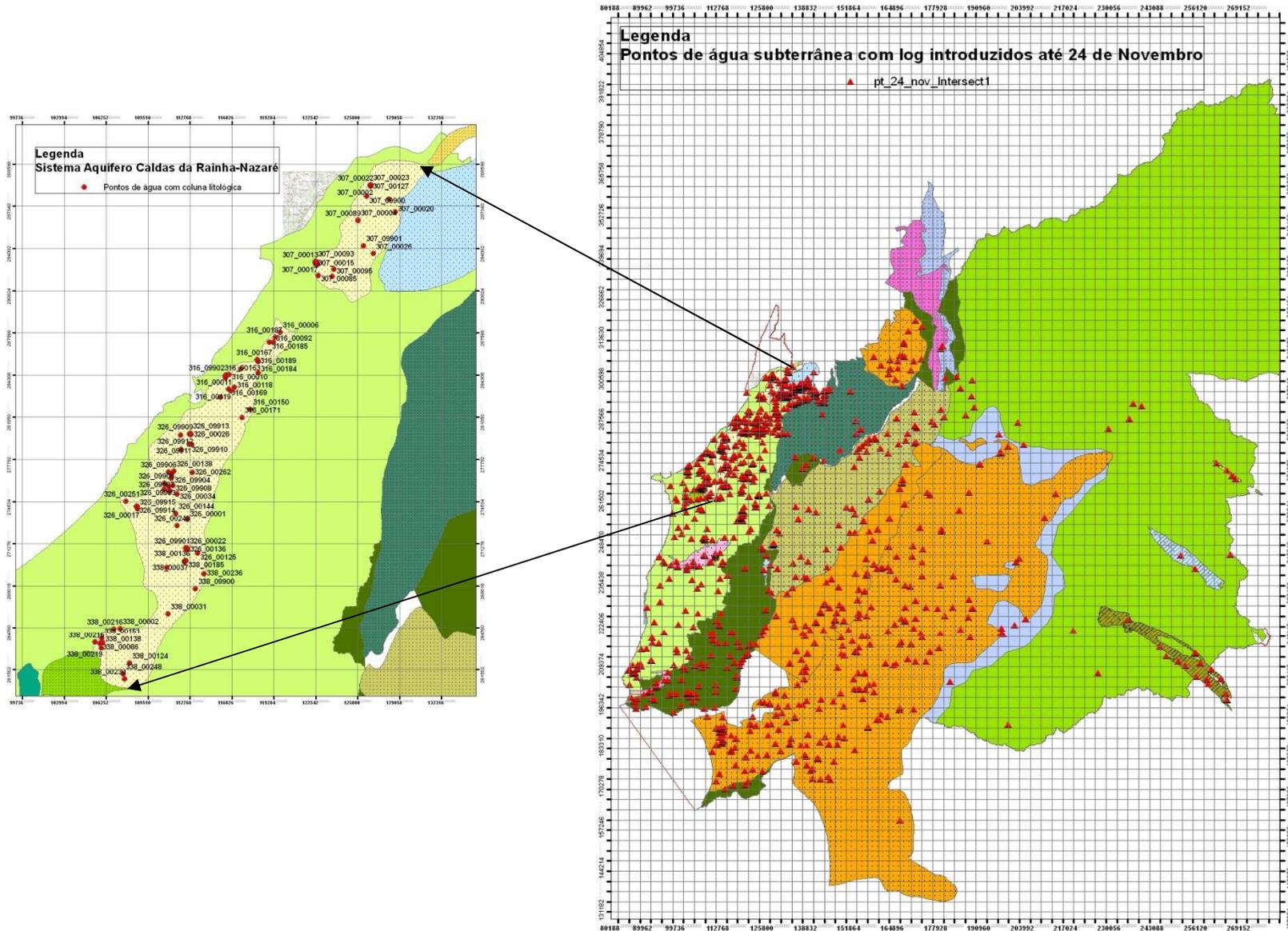


Plano das Bacias Hidrográficas
das Ribeiras do Oeste

LOTE 2 - Águas subterrâneas

1. Síntese da quantidade e da qualidade;
2. Cumprimento das disposições legais;
3. Diagnóstico: exemplos;
4. Medidas: de Base, Suplementares e Adicionais;
5. Objectivos por massa de água.

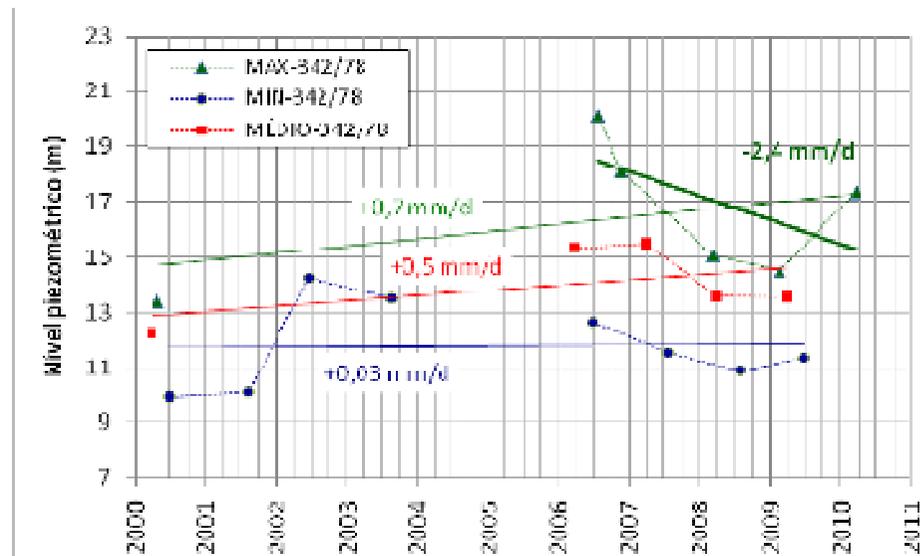
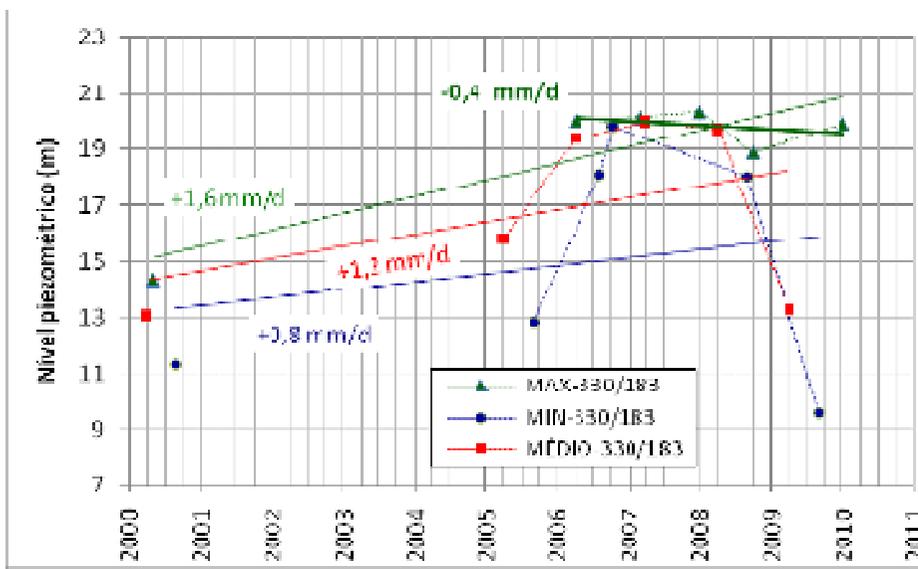
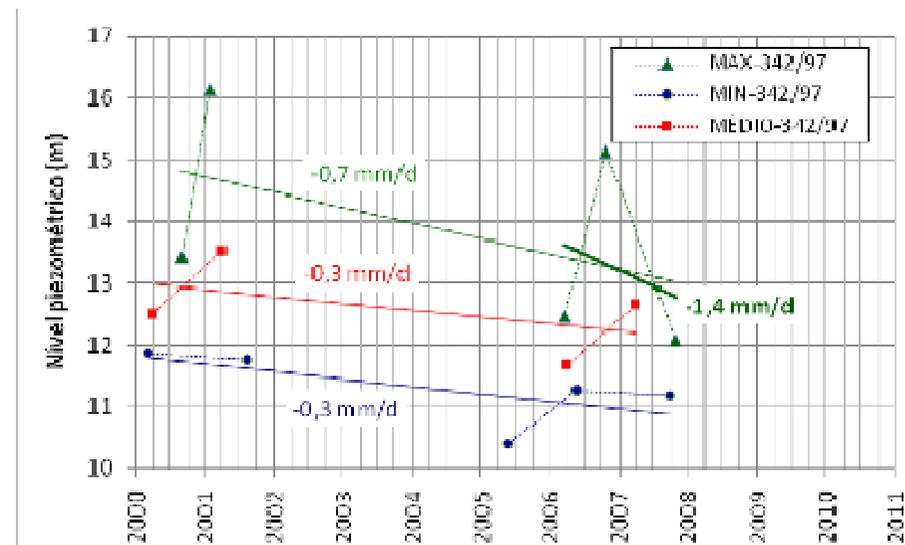
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PONTOS DE ÁGUA INVENTARIADOS COM LOG (NOVEMBRO DE 2010)



Seminário Agricultura, Santarém – Águas Subterrâneas

1. ASPECTOS QUANTITATIVOS – BALANÇO

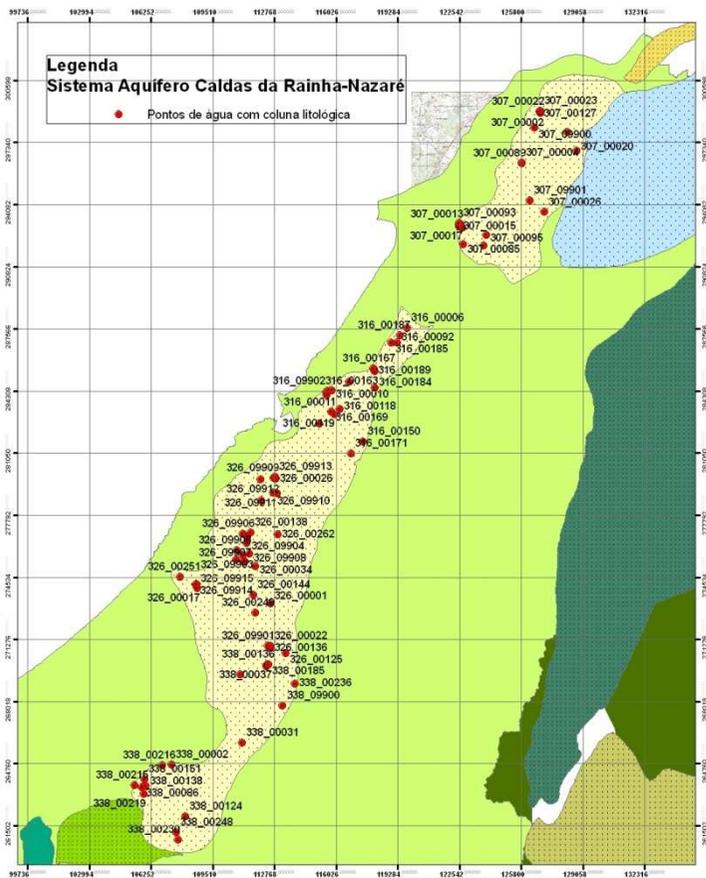
ALUVIÕES DO TEJO. Níveis piezométricos anuais máximos, mínimos e médios, por ano hidrológico e respectivas tendências de evolução. Nos gráficos que apresentam dois valores de tendência por piezómetro, o valor a **negrito** corresponde à tendência para os anos hidrológicos mais recentes que apresentam registos mensais aproximadamente consecutivos; contudo, dadas as curtas séries utilizadas estas tendências não se consideram significativas



DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PONTOS DE ÁGUA INVENTARIADOS COM LOG (NOVEMBRO DE 2010)

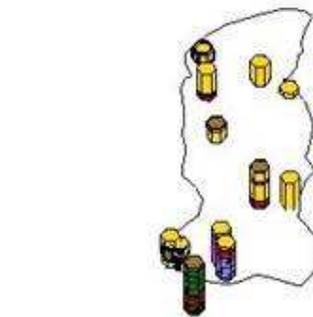
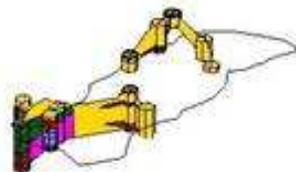
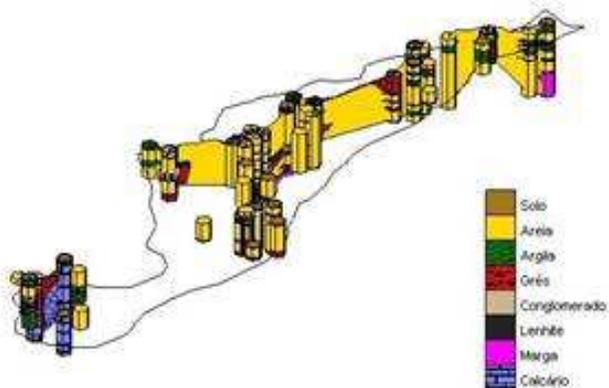


LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



Em termos litológicos, a descrição das sondagens, foram interpretadas em 8 classes fundamentais:

- 1 – Solo, terra vegetal, solo argiloso, solo arenoso
- 2 – Areias finas a grosseiras, areias com lenhite ou carvão vegetal, areias com calhaus e ou burbau
- 3 – Argilas, argilas arenosas, siltes, argilas com conchas
- 4 – Grés fino a grosseiro, grés argiloso, grés arenoso
- 5 – Conglomerados
- 6 – Margas
- 7 – Calcários
- 8 – Lenhite, turfa, carvão vegetal



Projecto Financiado:



ESTE
hidrográficas
ste

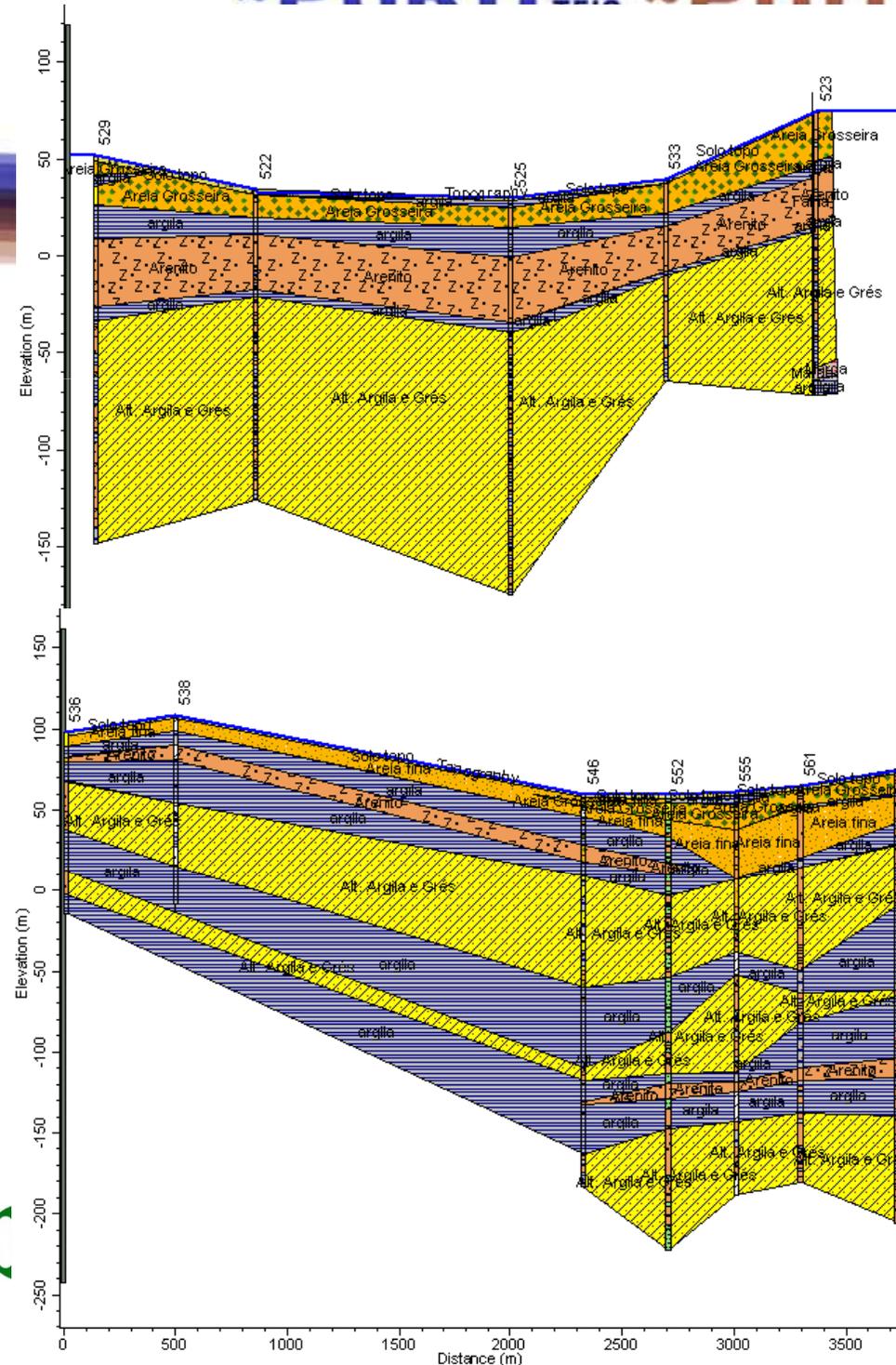


BHLP [529:374_09901]

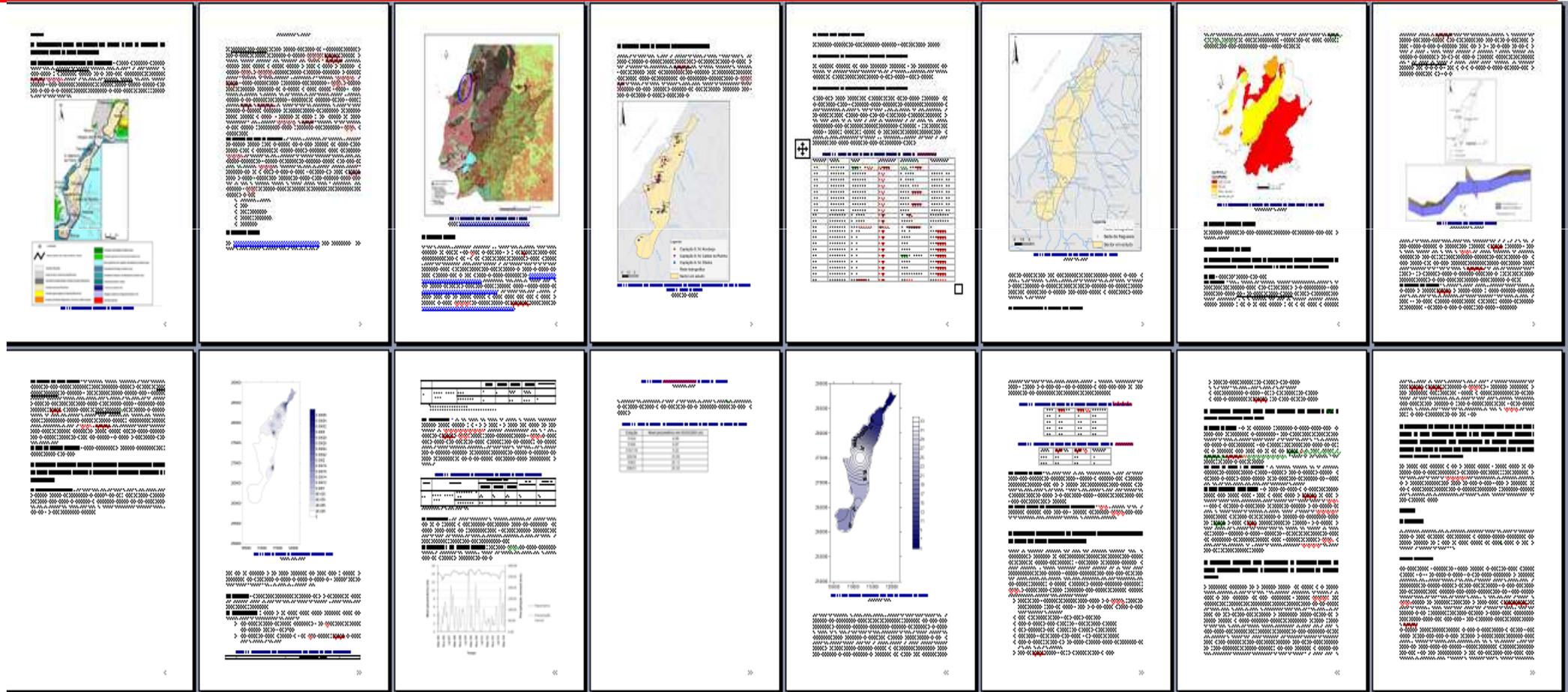
BHLP Template: armycorpsengineers.xml

Elevation	Depth	Lithology	score recovery'	Sarr
0	0	Solo		
		Areia grosseira		
		Argila		
20	20	Areia média a grosseira		
		Argila		
40	40	Argila		
60	60	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
80	80	Argila		
		Calcário compacto ou rijo		
100	100	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
		Argila		
120	120	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
		Argila		
140	140	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
		Argila		
160	160	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
180	180	Arenito (Grés ou Areia consolidada)		
200	200	Argila arenosa		

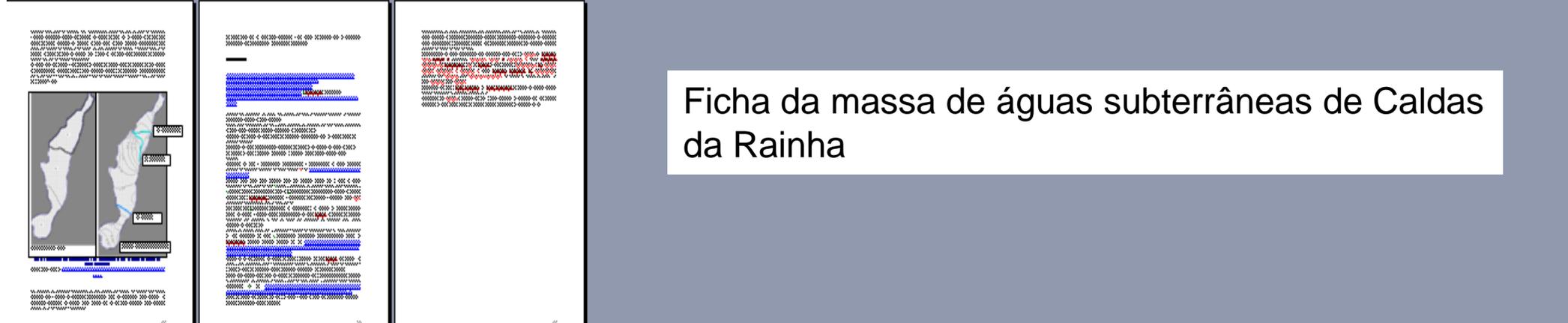
Close



Fichas de caracterização das massas de água



Ficha da massa de águas subterrâneas de Caldas da Rainha





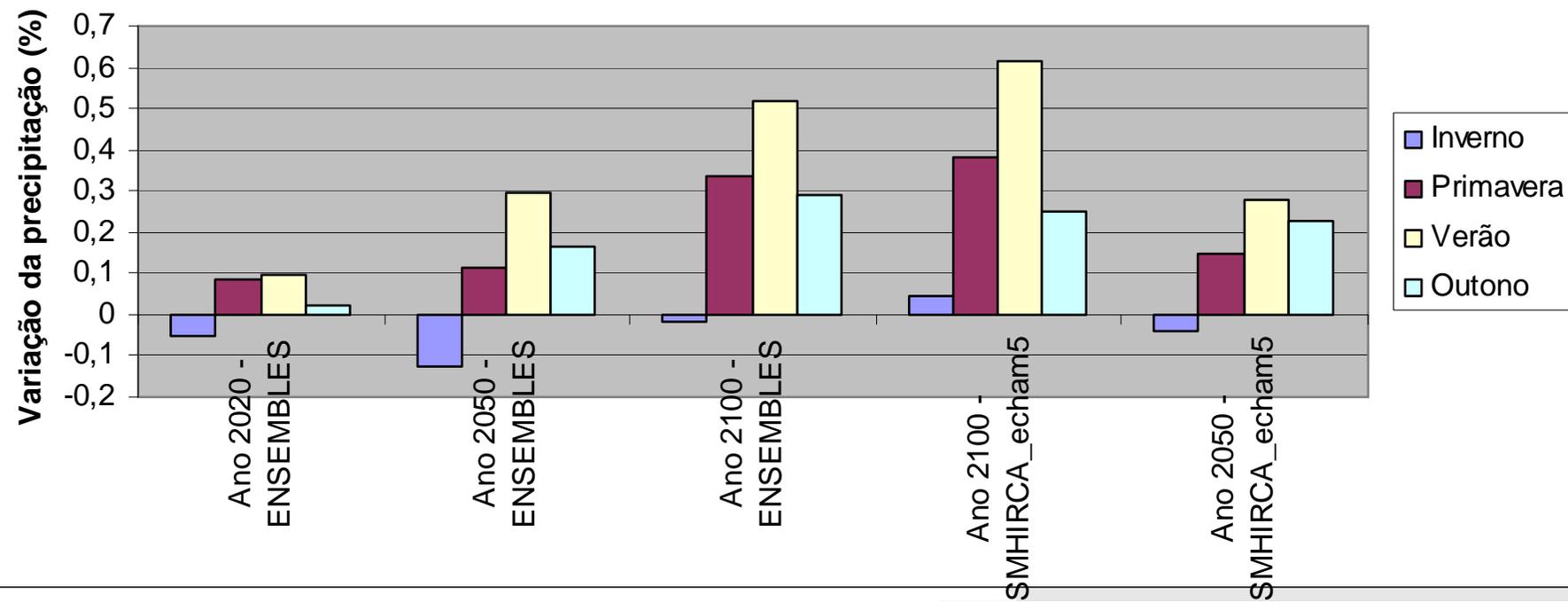
1. CARACTERIZAÇÃO: ASPECTOS QUANTITATIVOS

- **Não há aquíferos críticos** no que se refere a *Águas Subterrâneas Aspectos Quantitativos – Balanço* nem no **PGRH Tejo** nem no **PBH Oeste**.
- Realça-se, no entanto, que **há descidas piezométricas** que se consideram **significativas** nas massas de águas subterrâneas:
 - **Ourém; Margem Direita**
 - **Margem Esquerda; Zona norte das Aluviões do Tejo**
 - **Orla ocidental indiferenciado das bacias das ribeiras do Oeste**
 - **Alpedriz;**
 - **Cesareda**
 - **Torres Vedras**
 - **Caldas da Rainha – Nazaré**
- As **taxas de exploração** calculadas para a massa de água da Bacia do Tejo-Sado Margem Direita e das Aluviões do Tejo são de 60,2% e 58,1%, respectivamente.



Estudos LNEC – Planos de Bacia

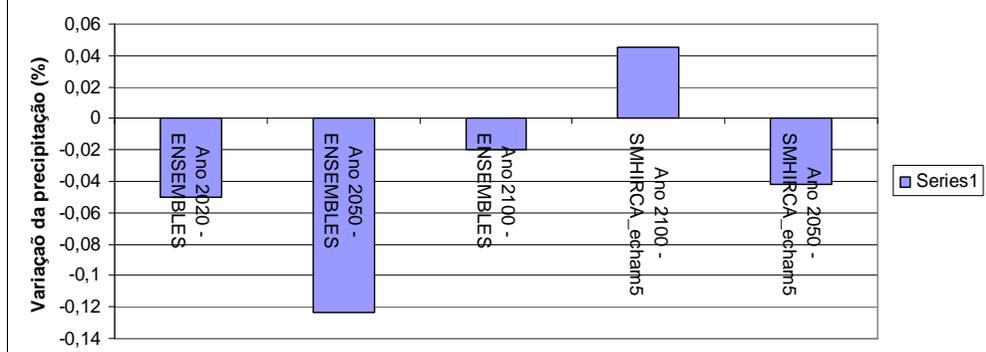
Varição da precipitação por estação do ano (retirando os eventos de menores precipitações)



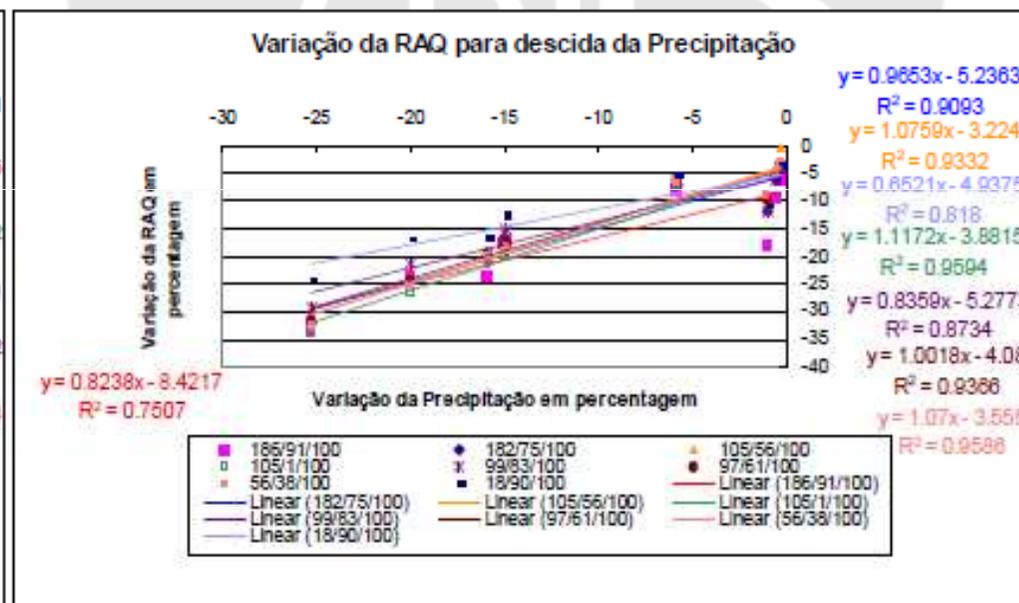
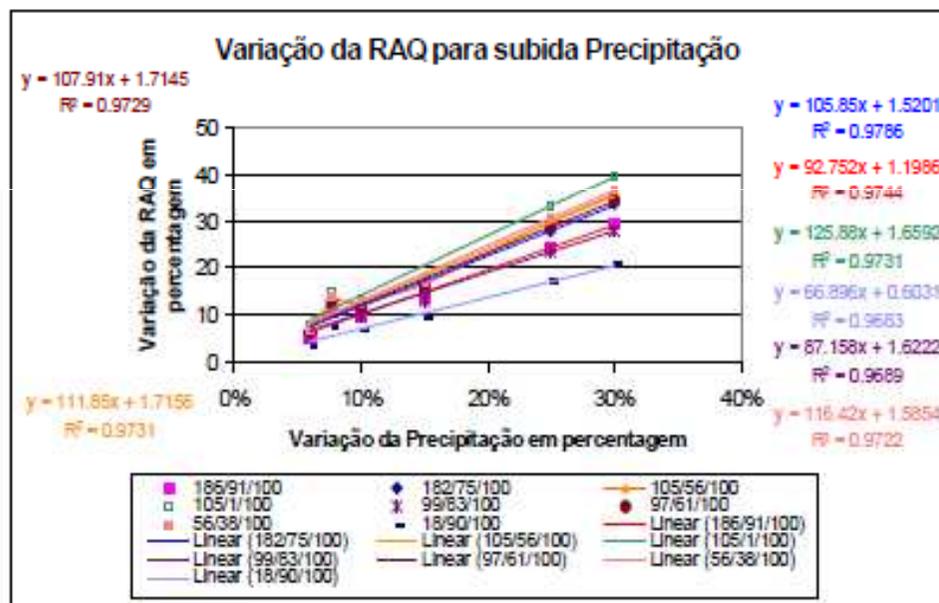
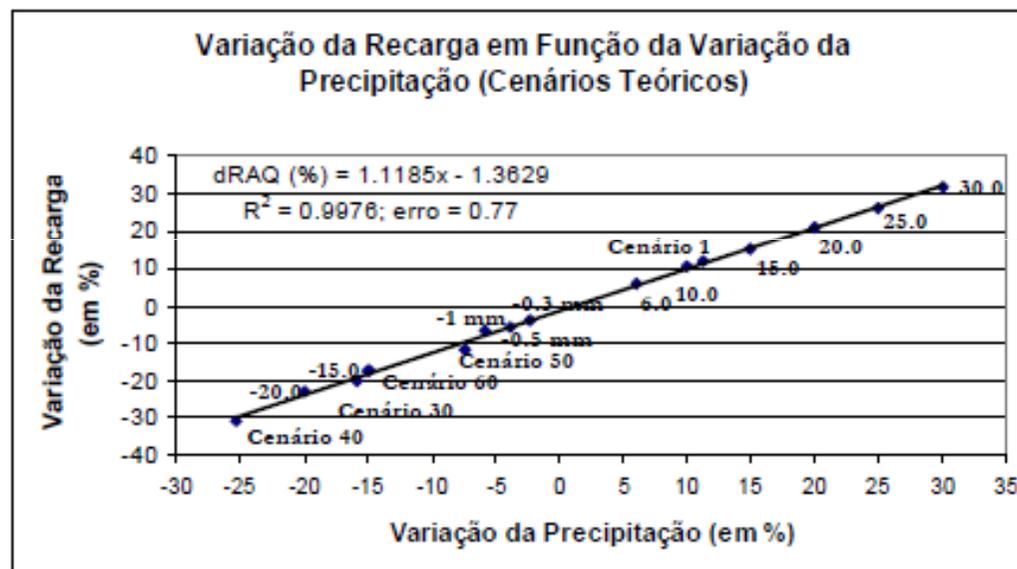
Valores negativos indicam um aumento de precipitação

Torres Vedras

Varição da precipitação no Inverno (retirando os eventos de menor precipitação)

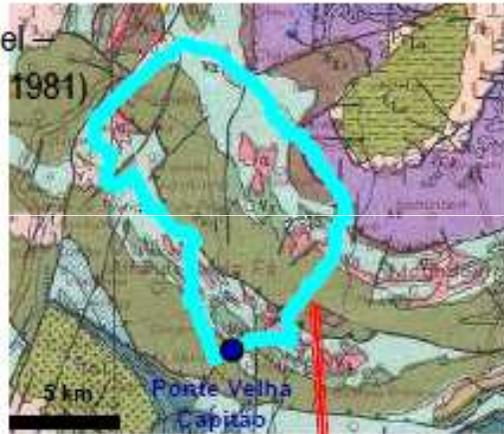
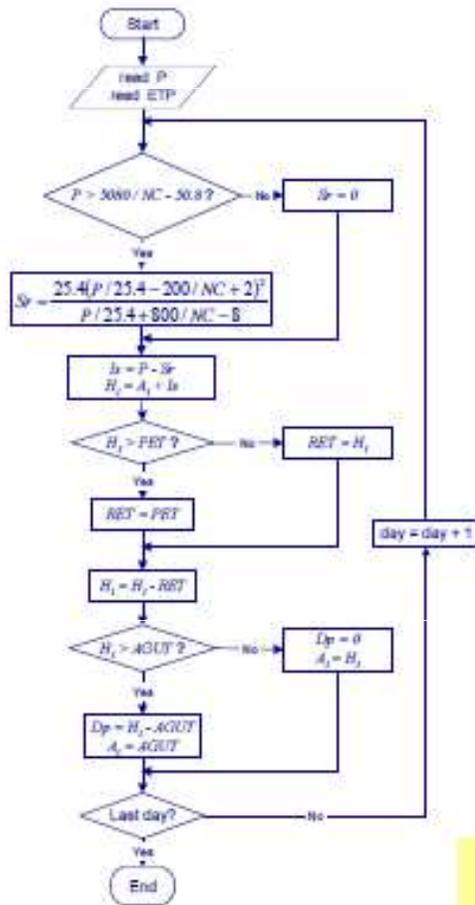


Estudos LNEC



Estudos LNEC

Sequential daily water balance model – the **BALSEQ** model (Lobo Ferreira, 1981)

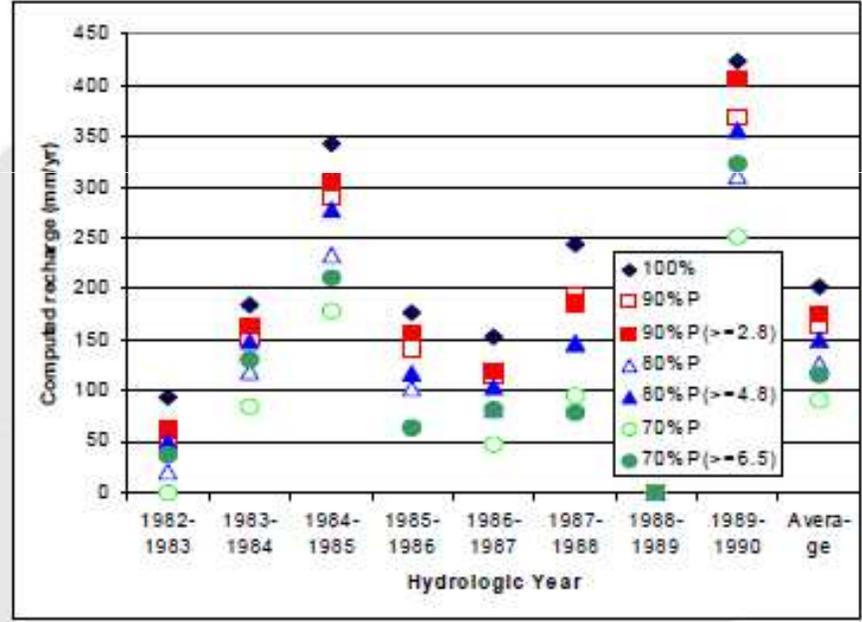


Carta Geológica de Portugal Escala 1:5000 000 (IGM, 1992)



NC = 80
AGUT = 100 mm
hi = 0 mm

9 years
Avg P = 715 mm/yr



- Starting point: source precipitation series - SPS

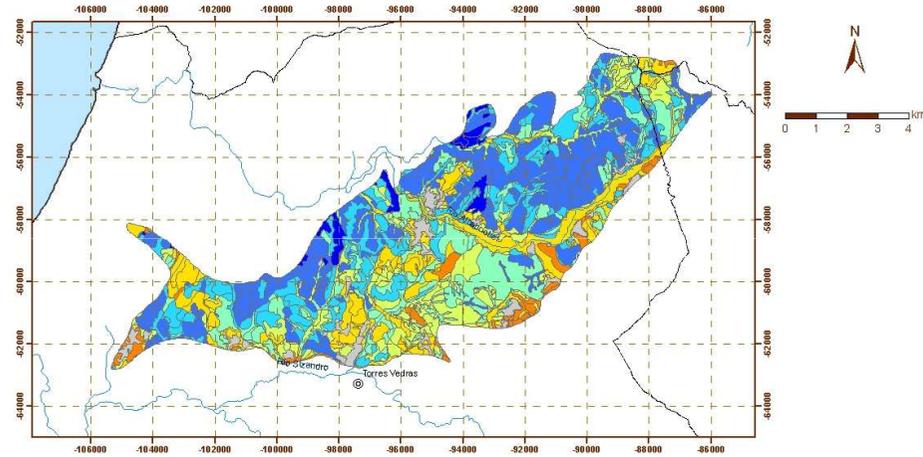
- 90 % of SPS
- 80 % of SPS
- 70 % of SPS



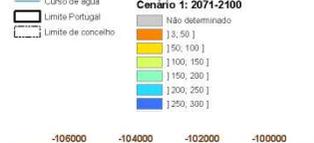
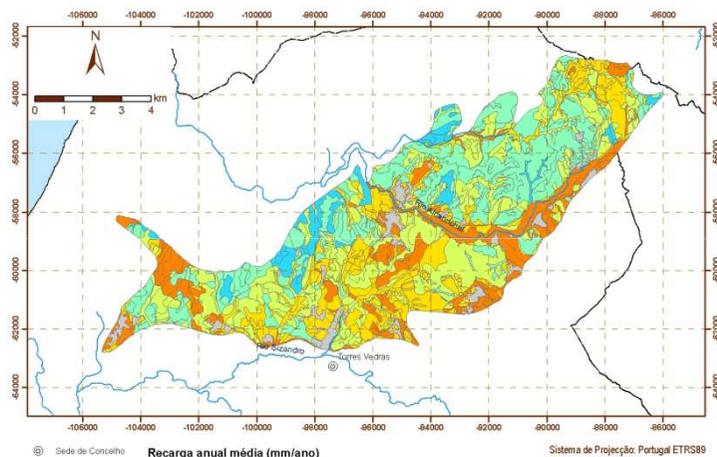
(1) applying the percentage factor to the SPS – only diminishes the daily amount of precipitation

(2) considering a cut-off value for daily precipitation so that the sum of daily precipitation values larger than that cut-off value would result in the required percentage of SPS – assumes that climatic changes always produce more intensive precipitation episodes

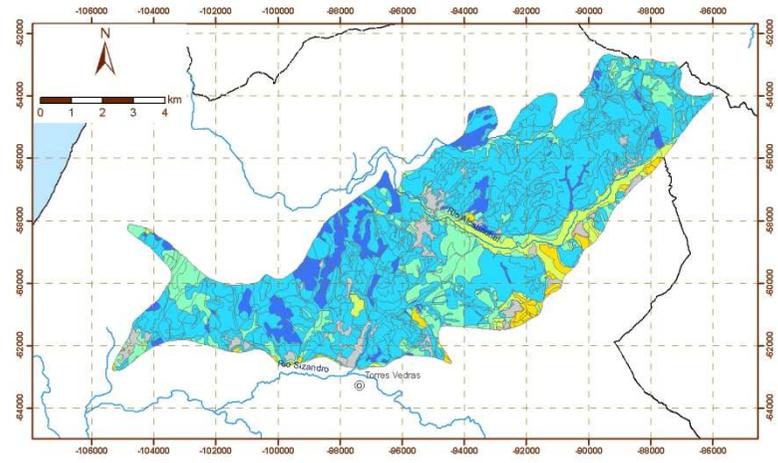
Projecto Financiado:



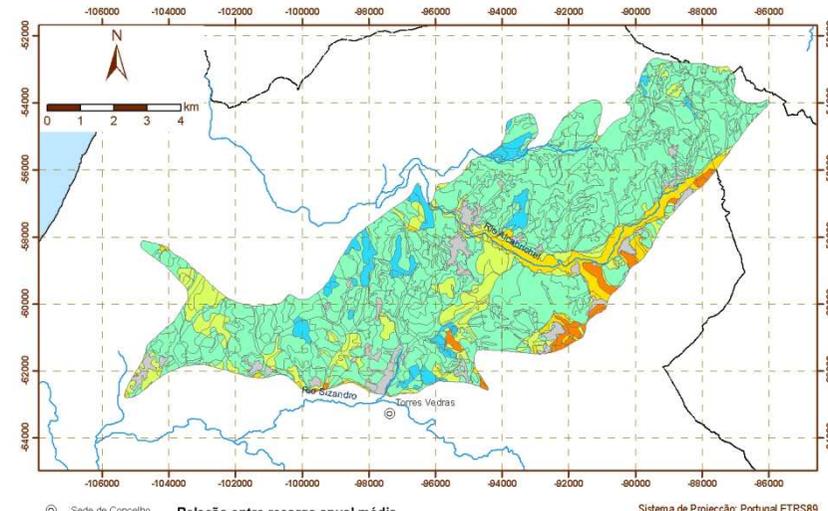
Sistema de Projeção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro



Sistema de Projeção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro



Sistema de Projeção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro



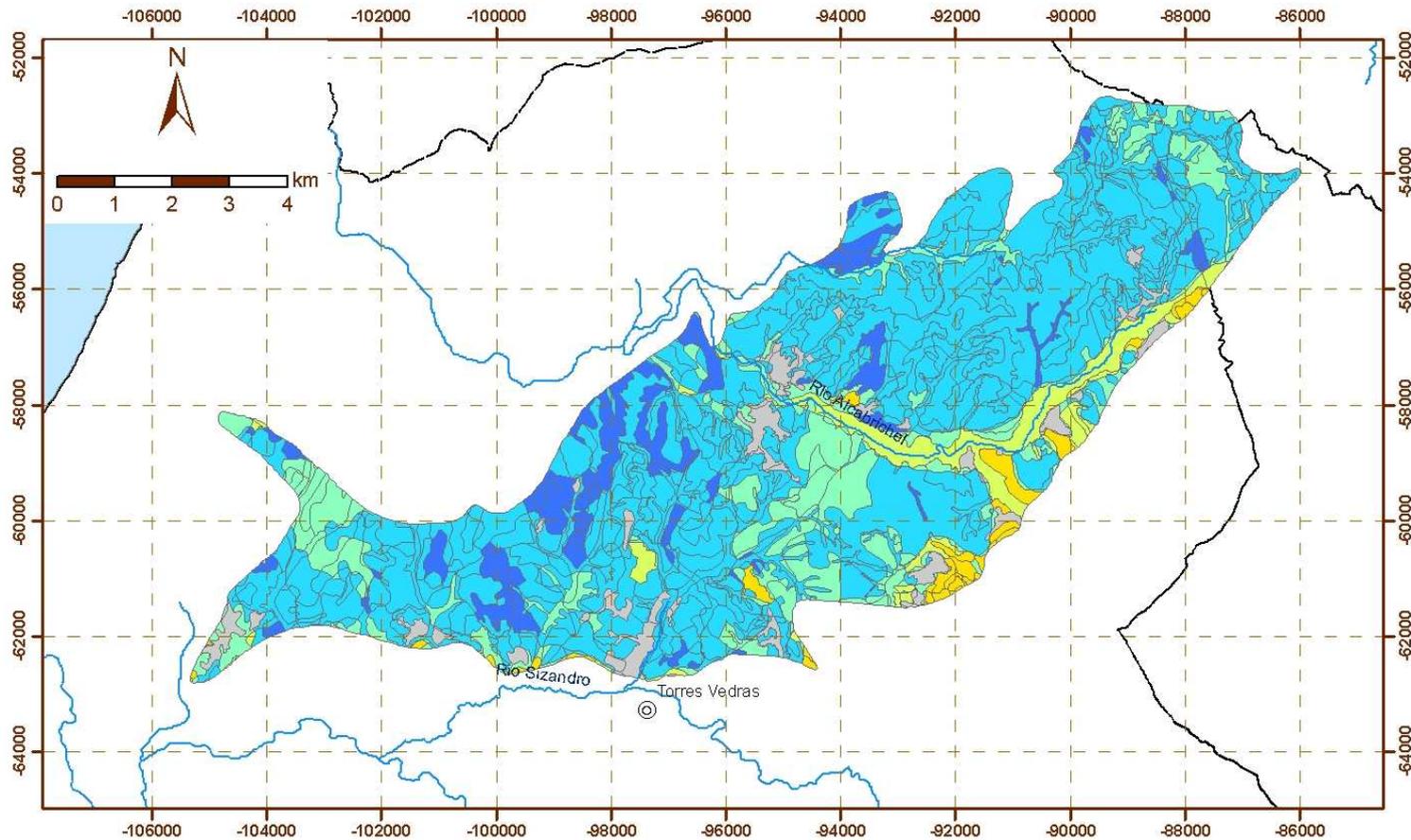
Sistema de Projeção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro



Estudos LNEC – Planos de Bacia



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



- ⊙ Sede de Concelho
- Curso de água
- ▭ Limite Portugal
- - - Limite de concelho

Relação entre recarga anual média

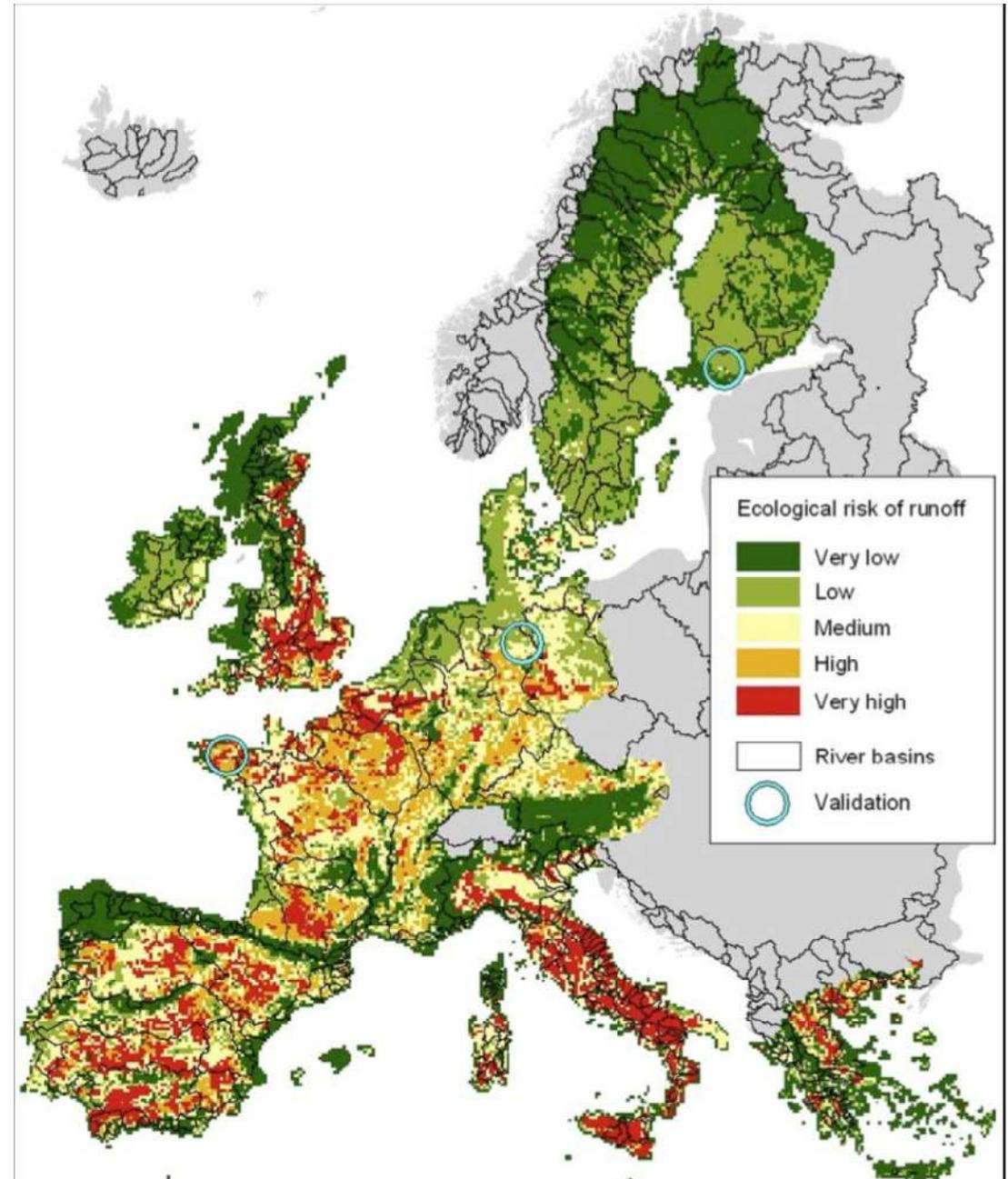
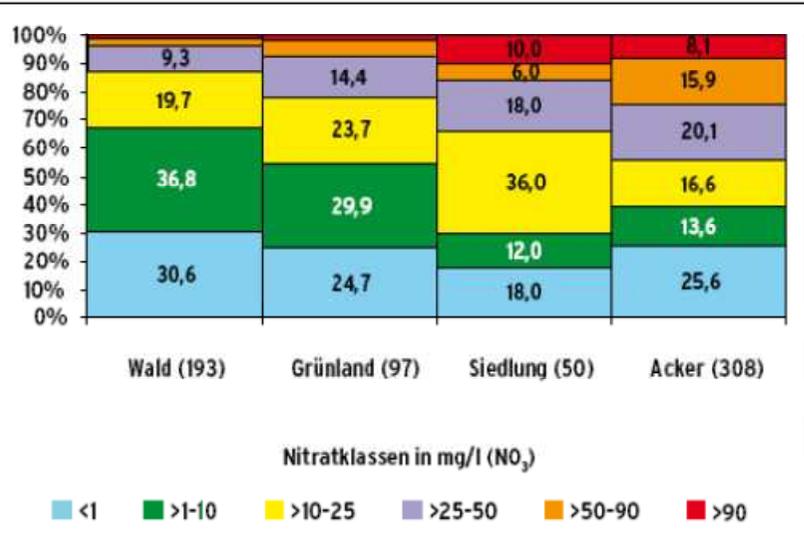
Cenário 1: 2071-2100 / Actual

- ▭ Não determinado
- ▭] 20%; 30%]
- ▭] 30%; 40%]
- ▭] 40%; 50%]
- ▭] 50%; 60%]
- ▭] 60%; 70%]
- ▭] 70%; 80%]
- ▭] 80%; 90%]

Sistema de Projecção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro



Beyond the water sector: Agriculture



MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS

A Case-Study in Portugal



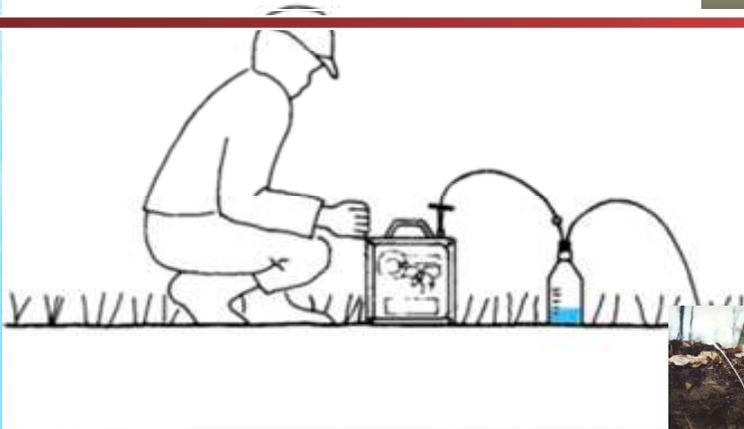
Framework

Objectives

Tasks

Development

Results



Runoff



Vadose zone



Groundwater



www.asemwaternet.org



MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS



A Case-Study in Portugal

基于地下水可持续性情景的农业土地使用管理

Framework

Objectives

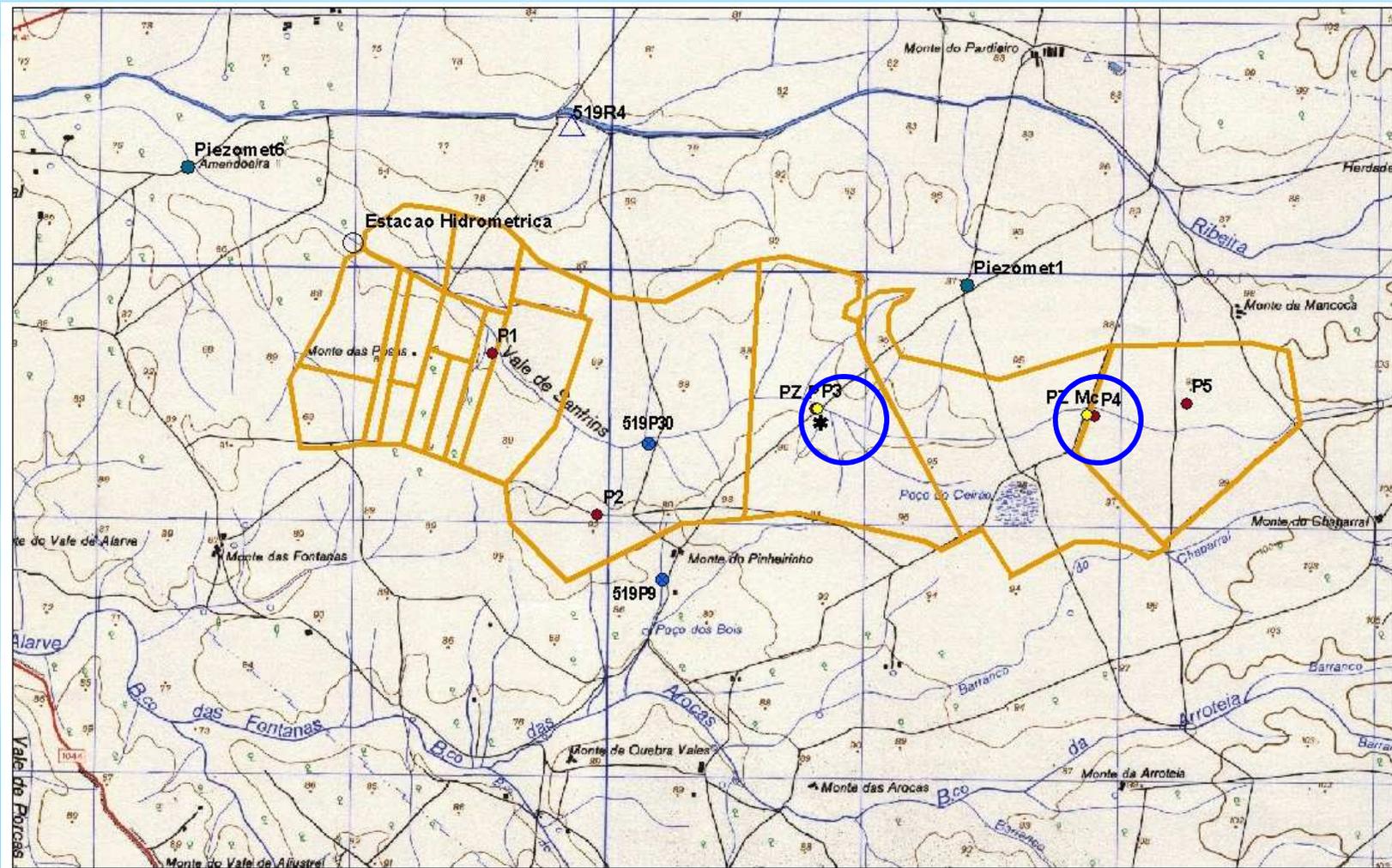
Tasks

Development

Results

Mancoca e Pinheirinho

Small watershed with 425 ha



Legend

- Área de estudo
- * Pivot Monte do Pinheirinho
- △ Local de Recolha de água da Rib. Canhestros - 519R4
- Piezometros_2006
- Piezometros_2007
- Piezometros EDIA
- Estação Hidrométrica
- Poço 519P30
- Poço 519P9

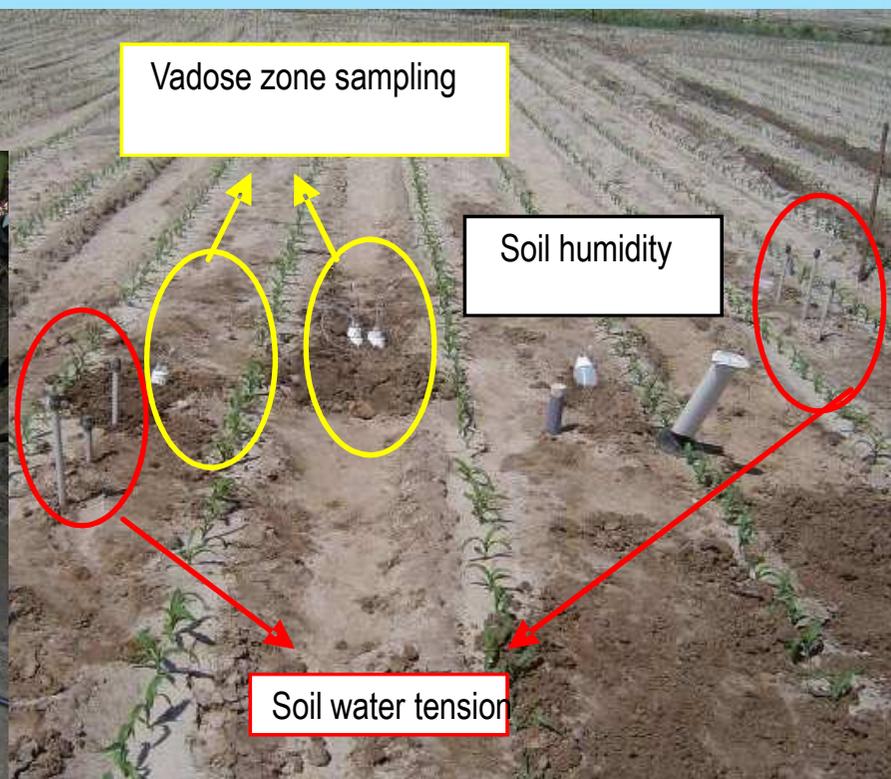


MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS

A Case-Study in Portugal



Framework	Objectives	Tasks	Development	Results
-----------	------------	-------	-------------	---------



- Soil sampling** (0 -15 cm, 15 - 30 cm, 30 - 45 cm, 45 - 60 cm e 60 - 75 cm) for:
- o Pressure-tension curves
 - o Soil bulk density
 - o Porosity
 - o Textural analysis
 - o Physico-chemical analysis



www.asemwater.com

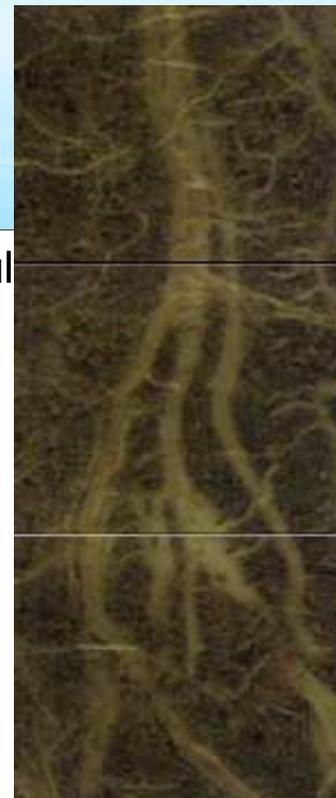
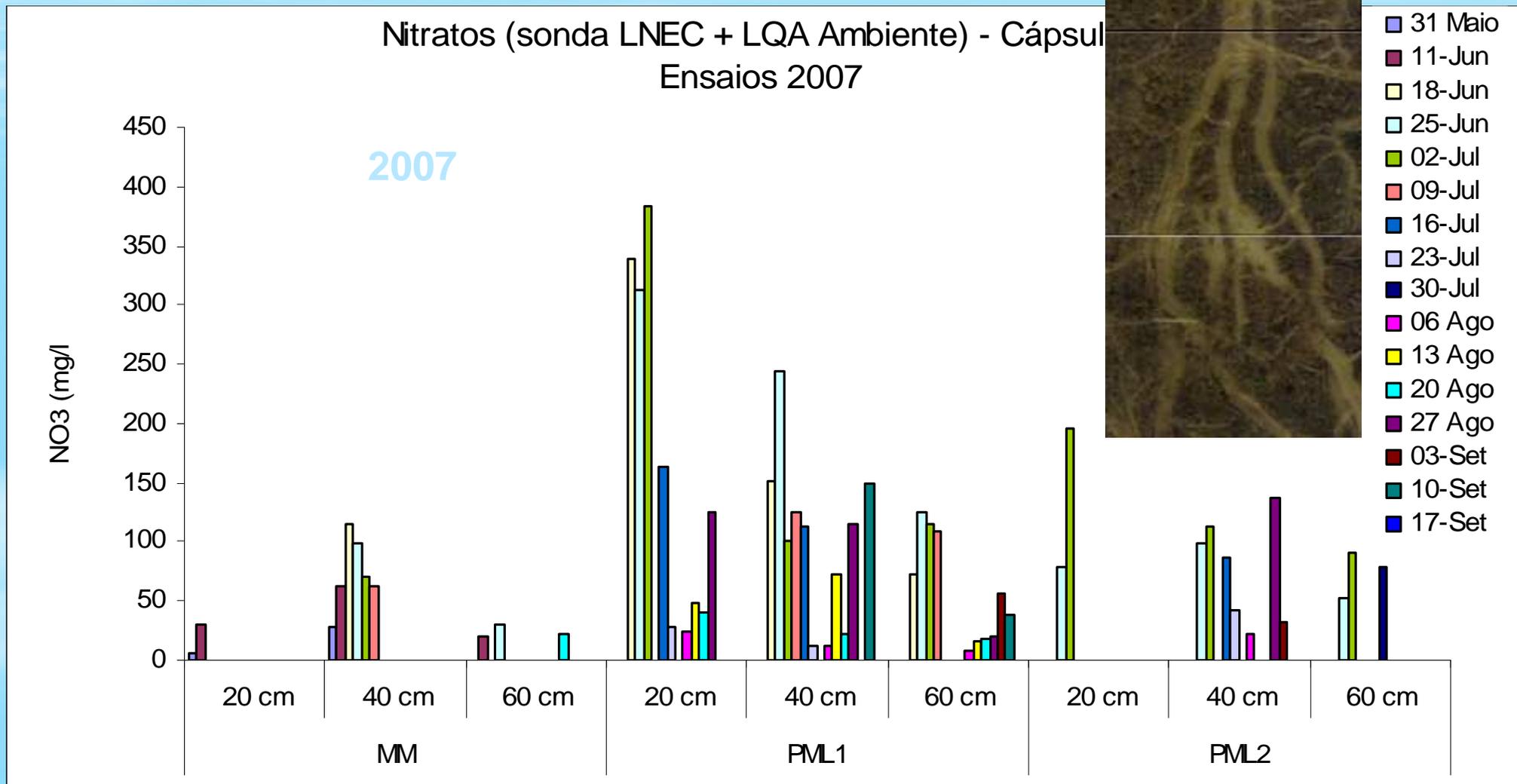


River Basin Management Programme
中国-欧盟流域管理项目

MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS A Case-Study in Portugal



Vadose zone: NO₃



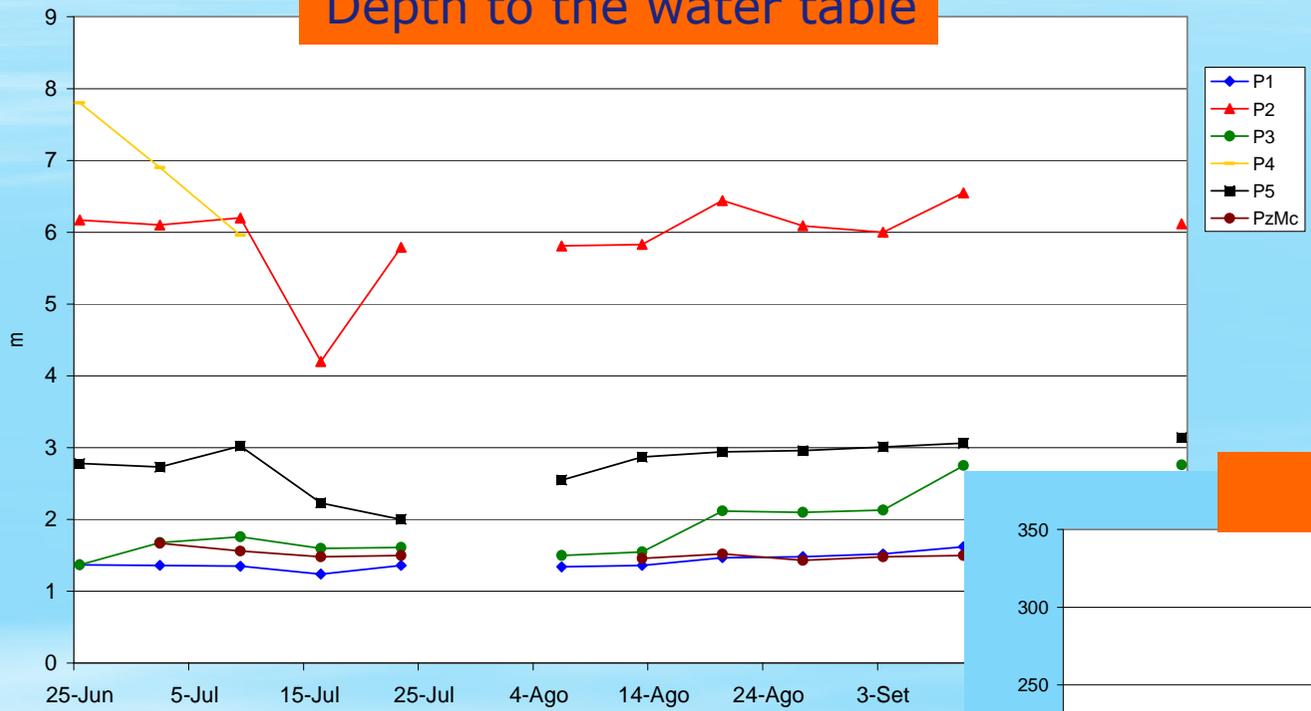
MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS

A Case-Study in Portugal



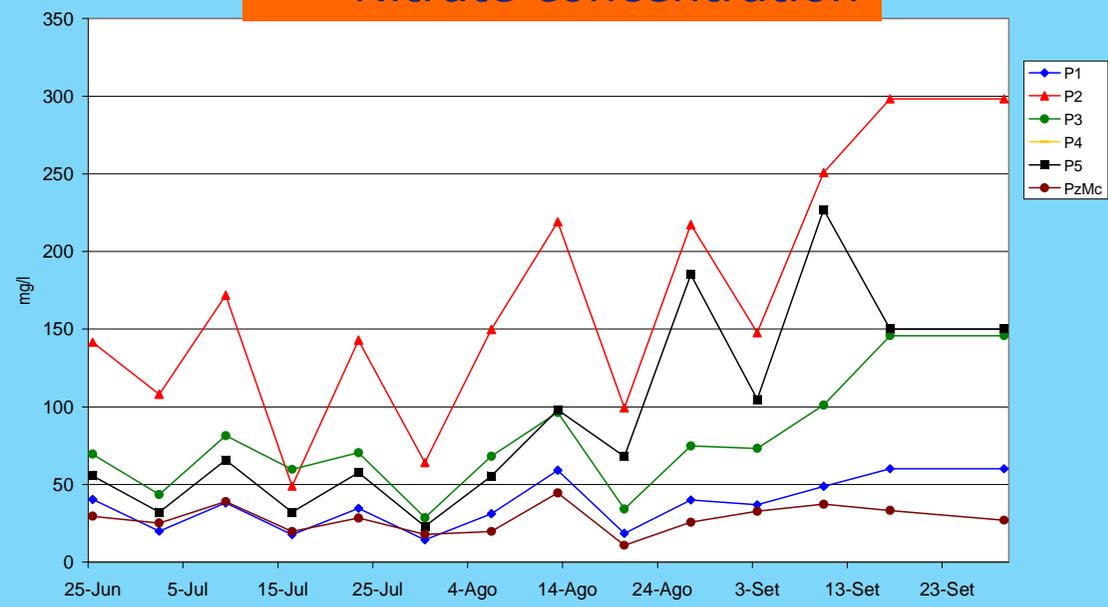
Framework	Objectives	Tasks	Development	Results
-----------	------------	-------	-------------	---------

Depth to the water table



Groundwater 2007

Nitrate concentration

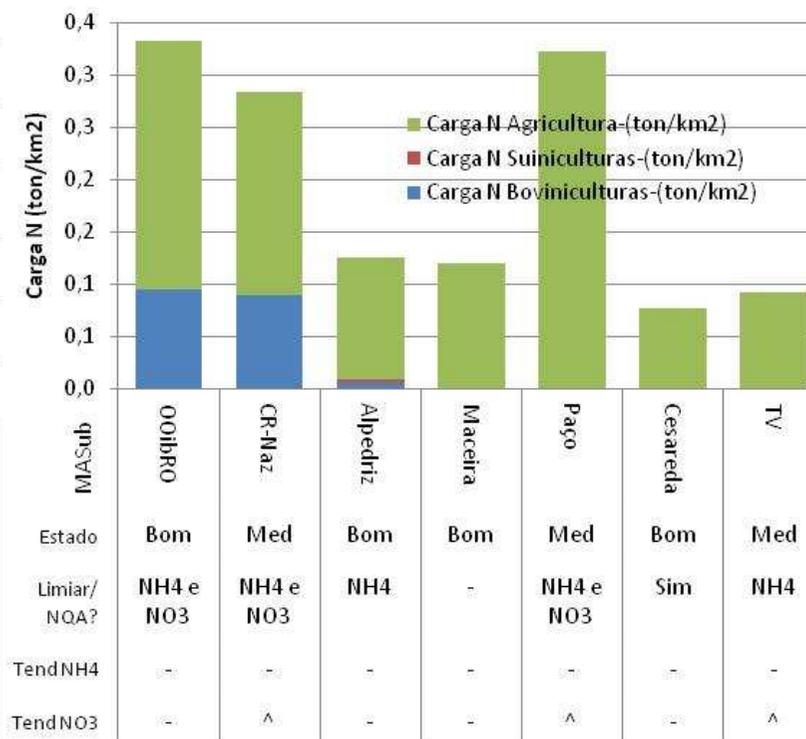
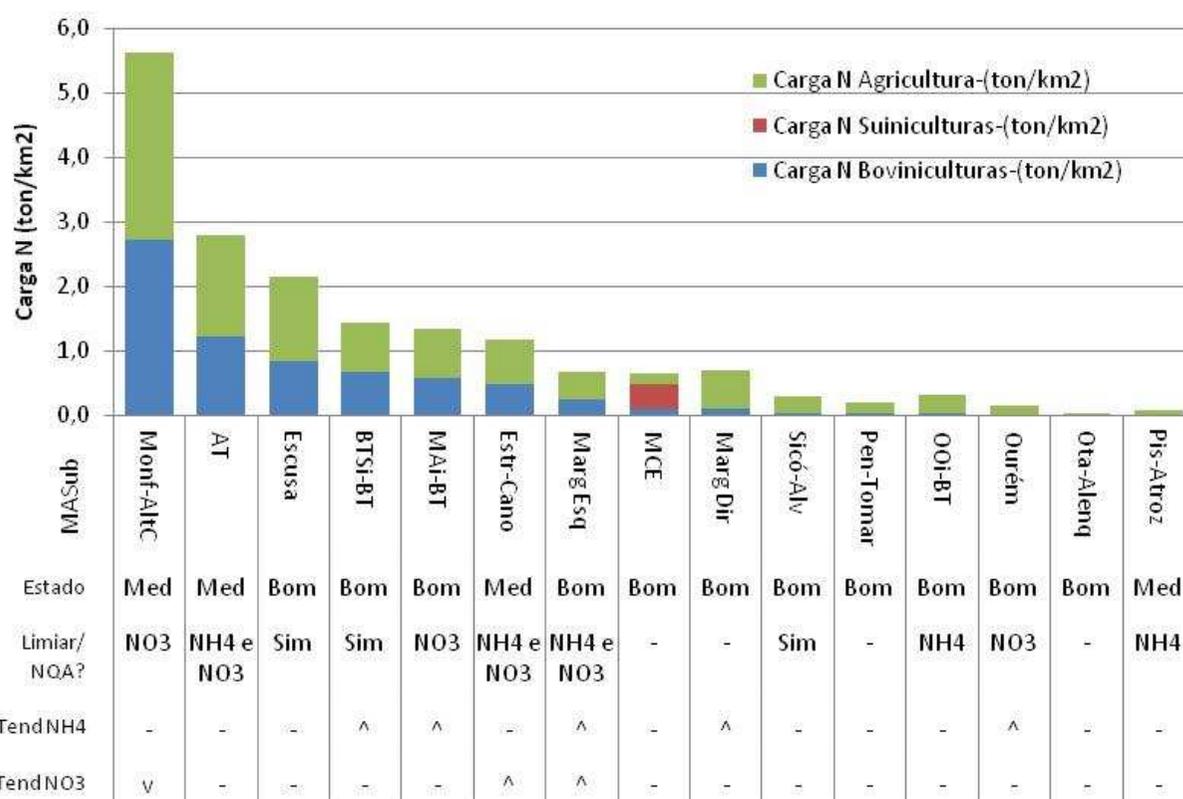


By the end of August on, there is an increase in the nitrate concentration, especially for the piezometers P2, P3, and P5



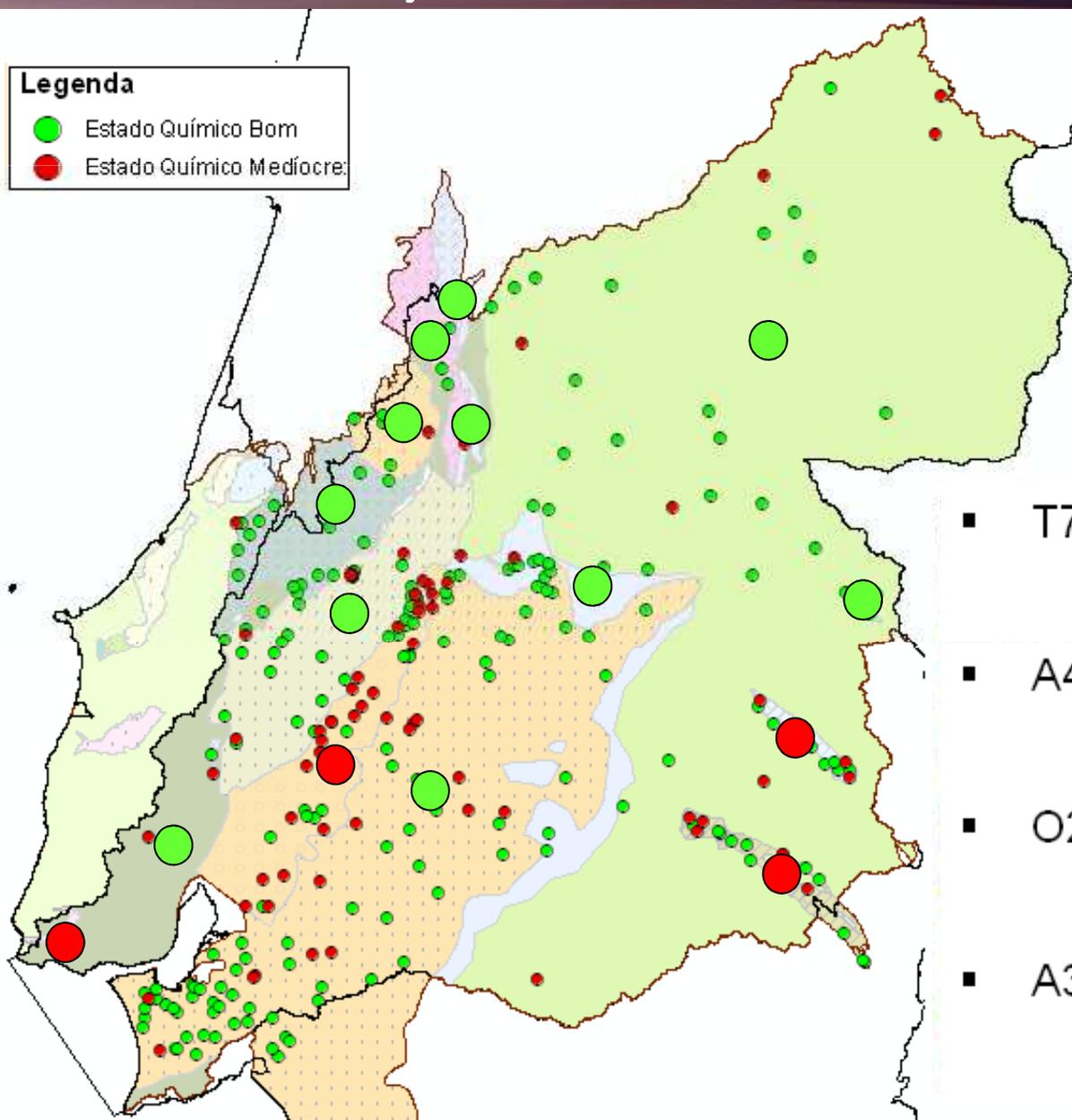
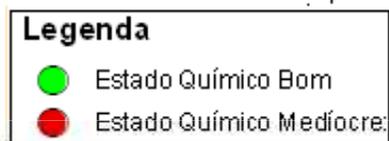


2. PRESSÕES (Ocupação do solo e necessidades de rega)





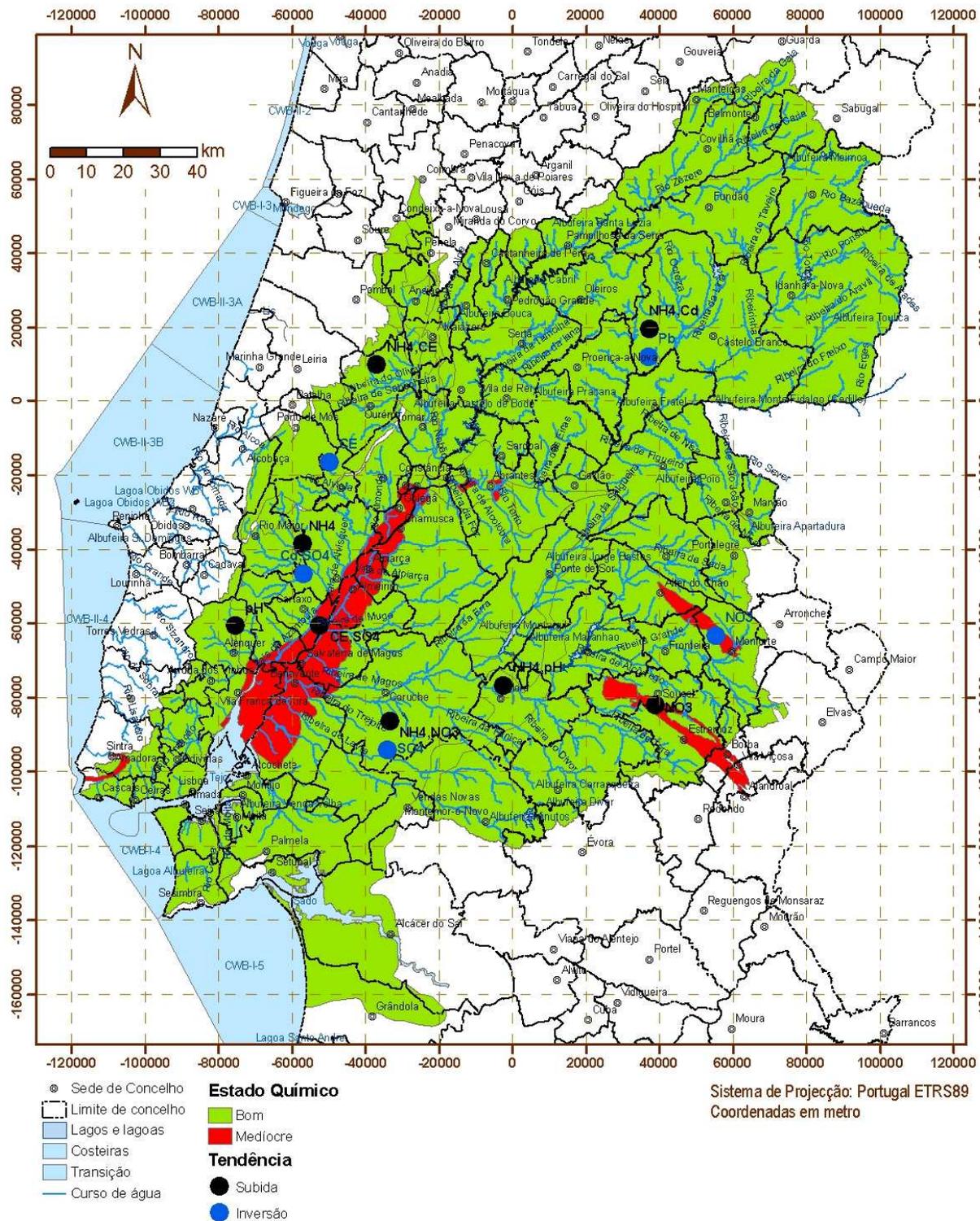
1. CARACTERIZAÇÃO: ESTADO QUÍMICO



11 massas em Estado Químico Bom

4 massas em Estado Químico Medíocre

- T7 - Aluviões do Tejo:
 - NO_3^- , NH_4^+
- A4 - Estremoz-Cano:
 - NO_3^-
- O28 - Pizões-Atrozela:
 - NH_4^+ , As, Pb, pesticidas
- A3 - Monforte Alter do Chão:
 - NO_3^-



1. CARACTERIZAÇÃO: ESTADO QUÍMICO

Aluviões do Tejo:

- › Estado Químico medíocre para: NO_3^- , NH_4^+
- › Tendência de subida de: CE , SO_4^{2-}

Estremoz-Cano:

- › Estado Químico medíocre para: NO_3^-
- › Tendência de subida de: NO_3^-

Pisões-Atrozela:

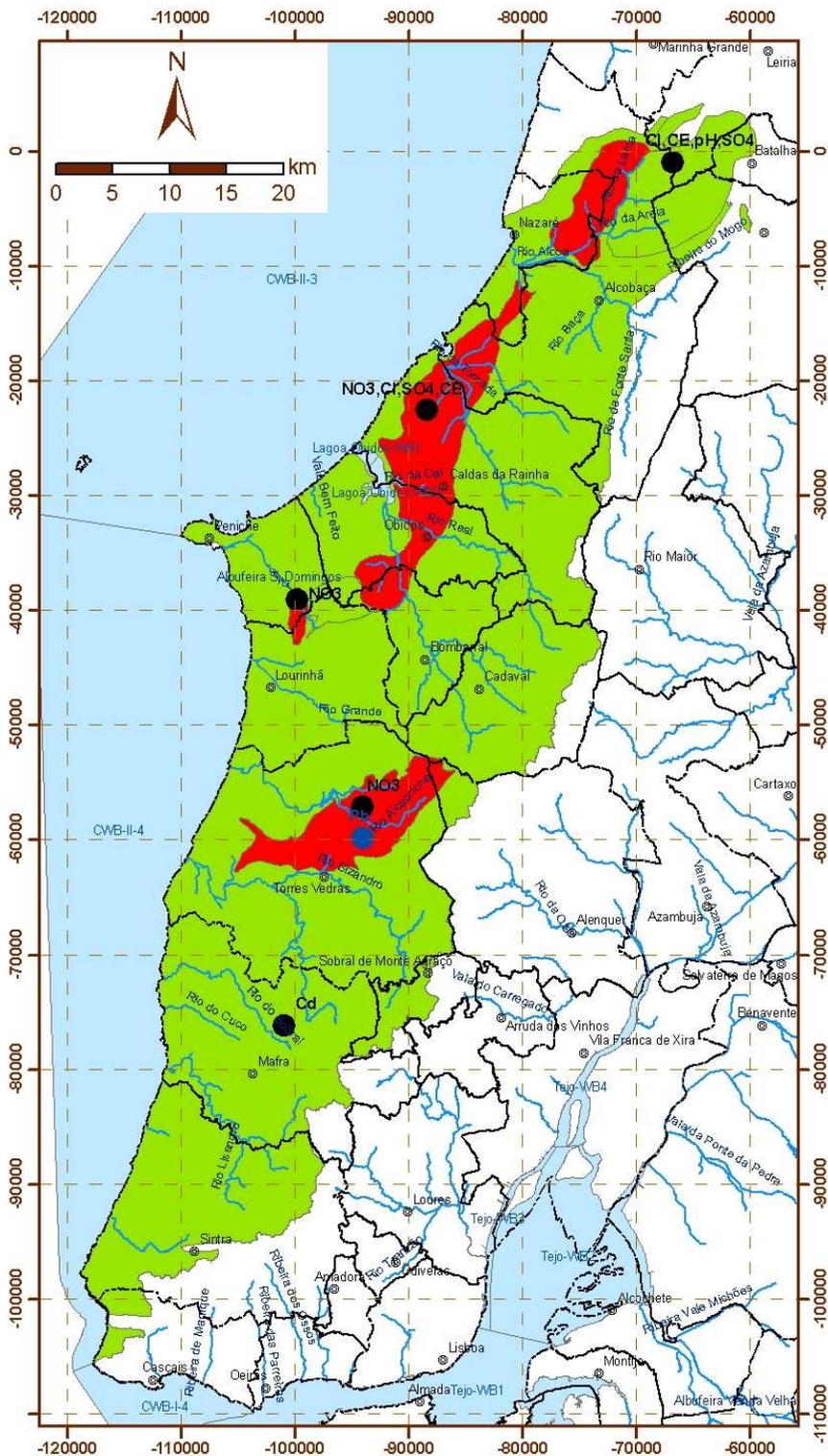
- › Estado Químico medíocre para: NH_4^+ , As , Pb , pesticidas
- › Sem análise de tendências

Monforte Alter do Chão:

- › Estado Químico medíocre para: NO_3^-
- › Tendência de descida de: NO_3^-

Bacia Tejo-Sado Margem Esquerda:

- › Estado Químico bom
- › Tendência de subida de: NO_3^- e NH_4^+



- Sede de Concelho
 - Limite de concelho
 - Costeiras e Transição
 - Lagos e lagoas
 - Curso de água
- Estado Químico**
- Bom
 - Mediocre
- Tendência**
- Subida
 - Inversão

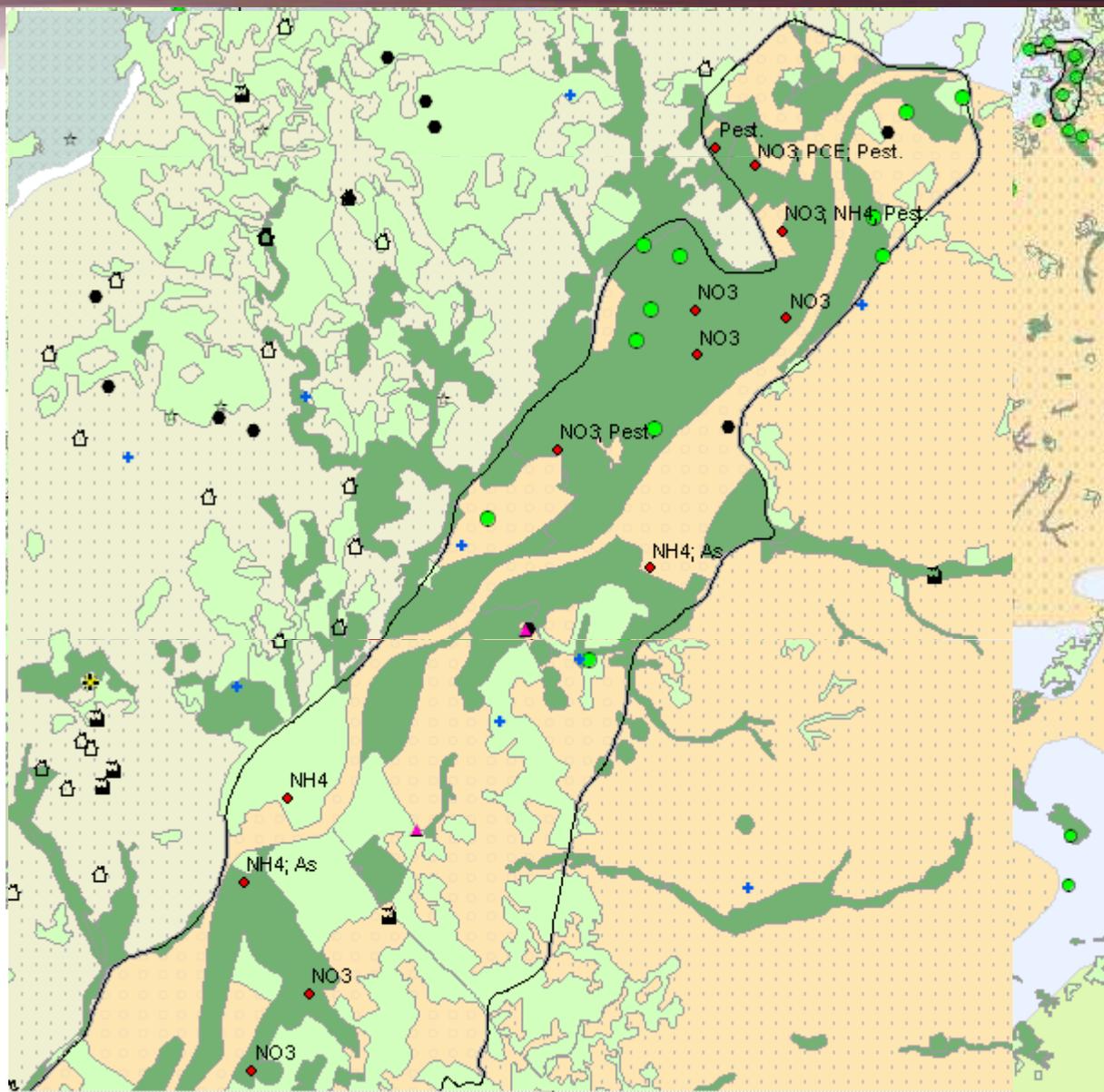
1. CARACTERIZAÇÃO: ESTADO QUÍMICO

- **O23 - Paço:**
 1. Estado Químico mediocre para: NO_3^-
 2. Tendência de subida de: NO_3^-
- **O25 - Torres Vedras:**
 1. Estado Químico mediocre para: As
 2. Tendência de subida de: NO_3^-
- **O33 - Caldas da Rainha – Nazaré:**
 1. Estado Químico mediocre para: NO_3^-
 2. Tendência de subida de: NO_3^- , Cl⁻, SO_4^{2-} , CE

Sistema de Projecção: Portugal ETRS89
 Coordenadas em metro



2. PRESSÕES (agricultura)



Legenda

- Estado Químico Bom
- Estado Químico Mediocre

tejo-areas-agricolas-anuais

tejo-areas-agricolas-permanentes

ALUVIÕES DO TEJO

BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM DIREITA

BACIA DO TEJO-SADO / MARGEM ESQUERDA

Desafios da gestão das águas subterrâneas para o século XXI

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROGEÓLOGOS
GRUPO ESPAÑOL



CONGRESO IBÉRICO SOBRE LAS AGUAS
SUBTERRÁNEAS: DESAFÍOS DE LA GESTIÓN PARA EL
SIGLO XXI

Zaragoza, 14-17 de septiembre de 2011

Con la colaboración de:



Associação Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Português



Association Internationale des Hydrogéologues
Comité Français d'Hydrogéologie

Viernes, 16 de septiembre de 2011

**MESA REDONDA 1: DESAFÍOS DE LA GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA
EL**

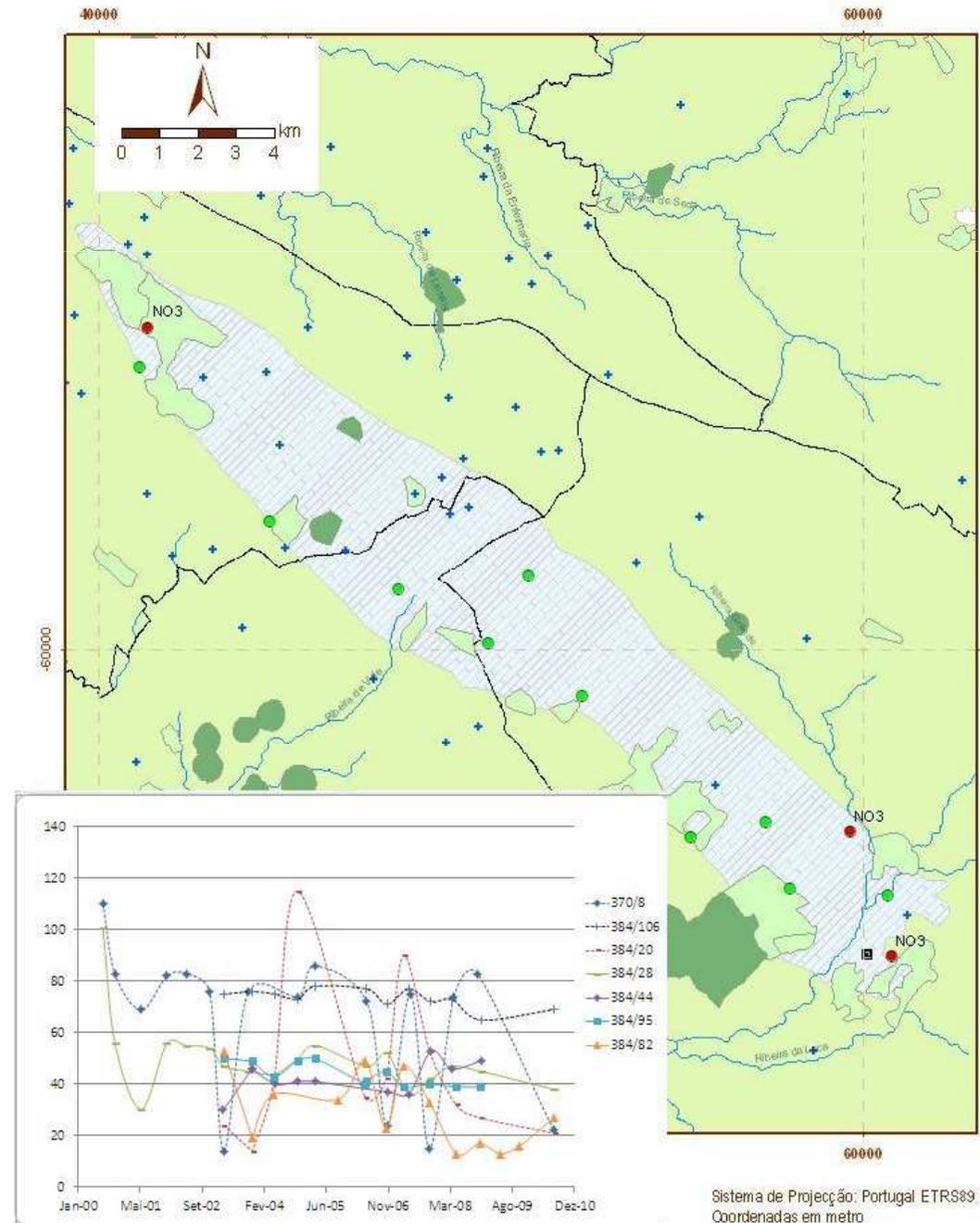
SIGLO XXI, PUNTO DE VISTA DE LA ADMINISTRACIÓN

MODERADOR – RELATOR: Javier SAN ROMÁN SALDAÑA (Confederación

**Hidrográfica del
Ebro – Zaragoza)**

09:30 - 09:40 - Ponencia: Desafios da gestão das águas subterrâneas para o século XXI.
Contributo da perspectiva da ciência aplicada. **Teresa E. LEITÃO (Laboratório
Nacional de Engenharia Civil – Portugal)**

Desafios da gestão das águas subterrâneas para o século XXI



Projecto Financiado:



LOTE 2

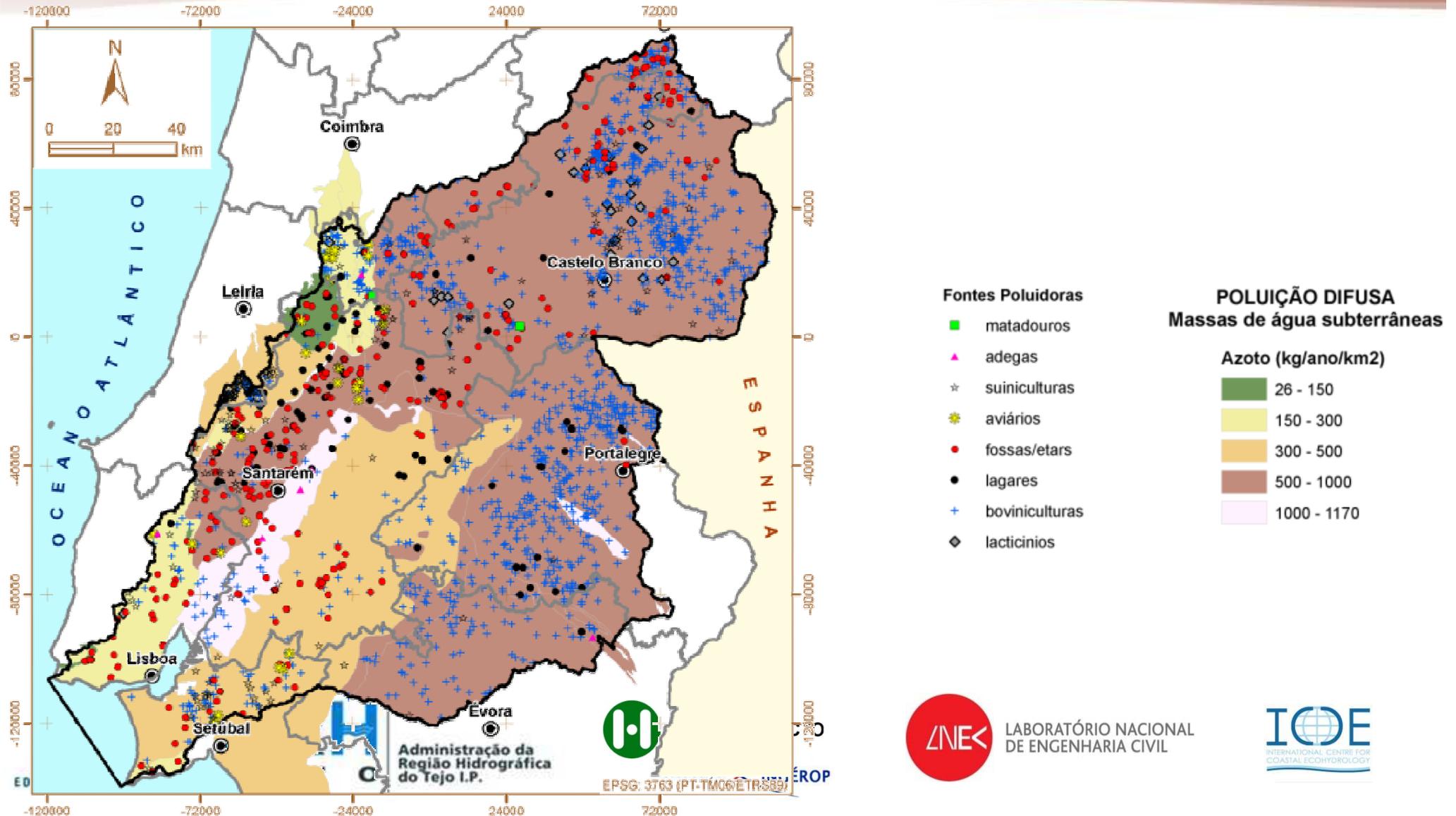
Águas subterrâneas



Projecto Financiado:



3. DIAGNÓSTICO: exemplo PGRH Tejo





3. DIAGNÓSTICO: exemplo PBH Rib Oeste

Exemplo para PBH Oeste: O33 - Caldas da Rainha - Nazaré

As pressões localizadas a montante dos pontos de água analisados, potenciais responsáveis pelo estado medíocre devido à presença de diversas formas de nitrato, são as seguintes:

- Actividade agrícola, responsável pela entrada de 0,19 tonN/km²/ano;
- Fossas sépticas, nomeadamente em Alfeizerão e na zona de Nadadouro;
- Actividade relacionada com rejeições de bovinicultura, responsável pela entrada de 0,09 tonN/km²/ano (nomeadamente Horta C. Monteiro - Actividades Agro-pecuárias Lda e Emídio Sobreiro Tavares Ribeiro).

A presença de sulfatos, cloretos e condutividade eléctrica elevados deverá a sua origem mais provável ao facto dos poços onde tal acontece estarem no bordo da estrutura diapírica delimitada por falhas que, no bordo N da Lagoa de Óbidos, têm direcções são NW-SE a E-W. Talvez nesta massa também fosse relevante alterar os limites de quantificação propostos pelo INAG.

MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS

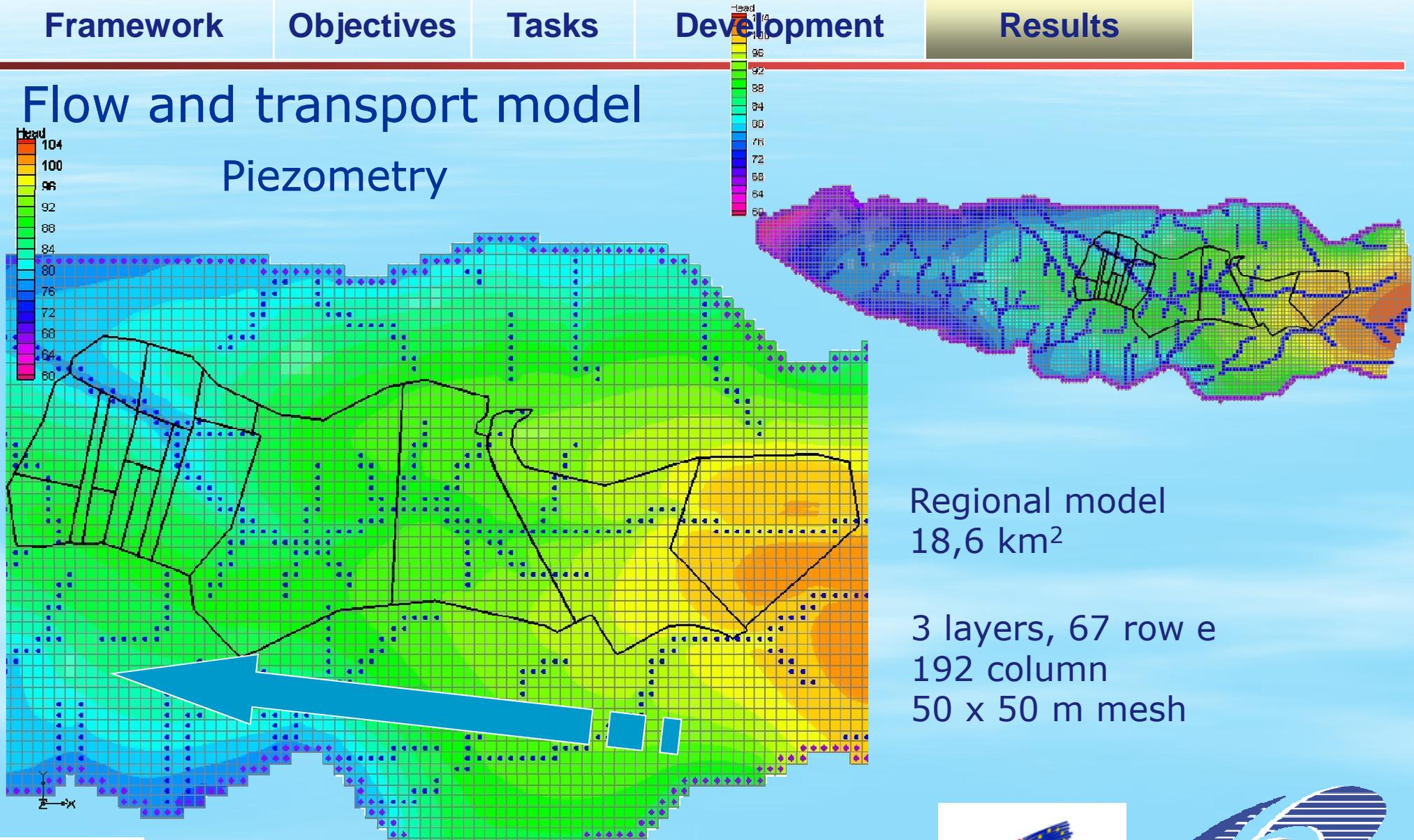
A Case-Study in Portugal



Framework	Objectives	Tasks	Development	Results
-----------	------------	-------	-------------	---------

Flow and transport model

Piezometry



Regional model
18,6 km²

3 layers, 67 row e
192 column
50 x 50 m mesh



www.asemwater.net.org

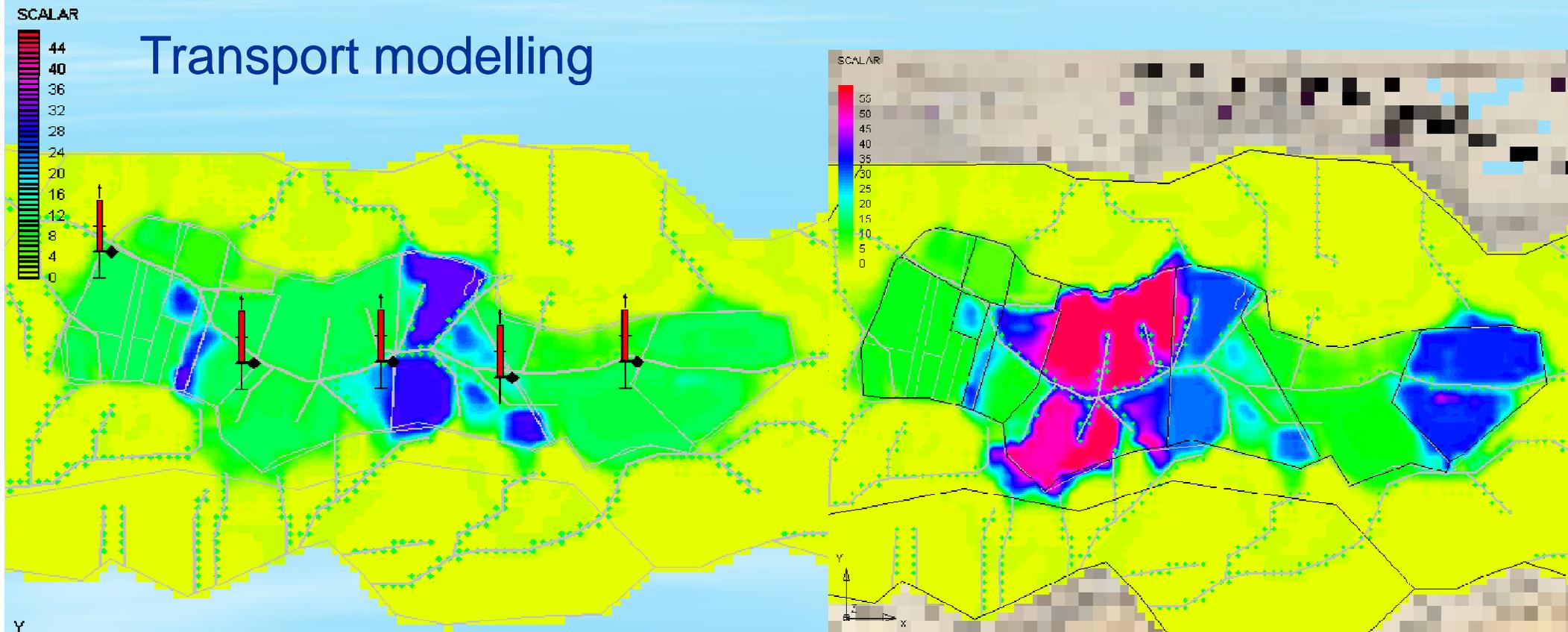


MANAGEMENT OF AGRICULTURE LAND USE BASED ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY SCENARIOS A Case-Study in Portugal



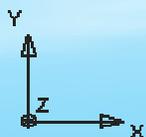
Framework	Objectives	Tasks	Development	Results
-----------	------------	-------	-------------	---------

Transport modelling



Scenario 1A (in 2015)

Scenario 4D (in 2015)



www.asemwater.net.org



Projecto Financiado:

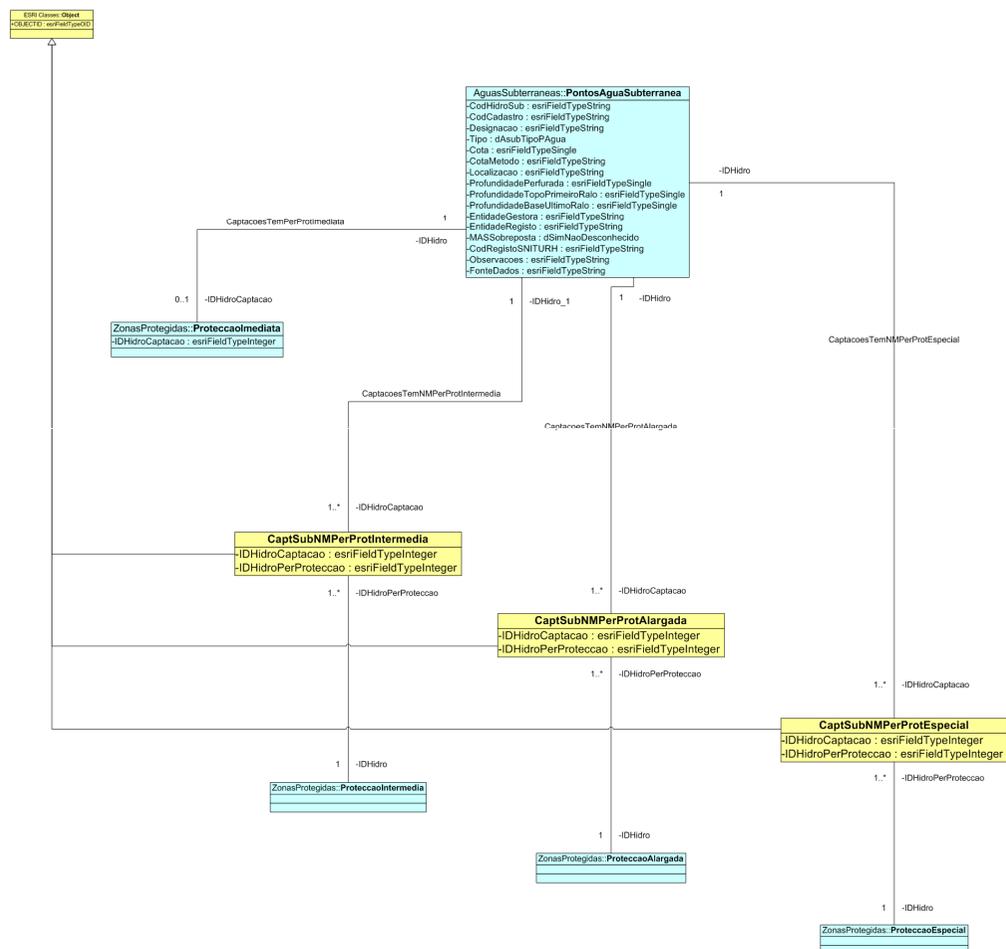
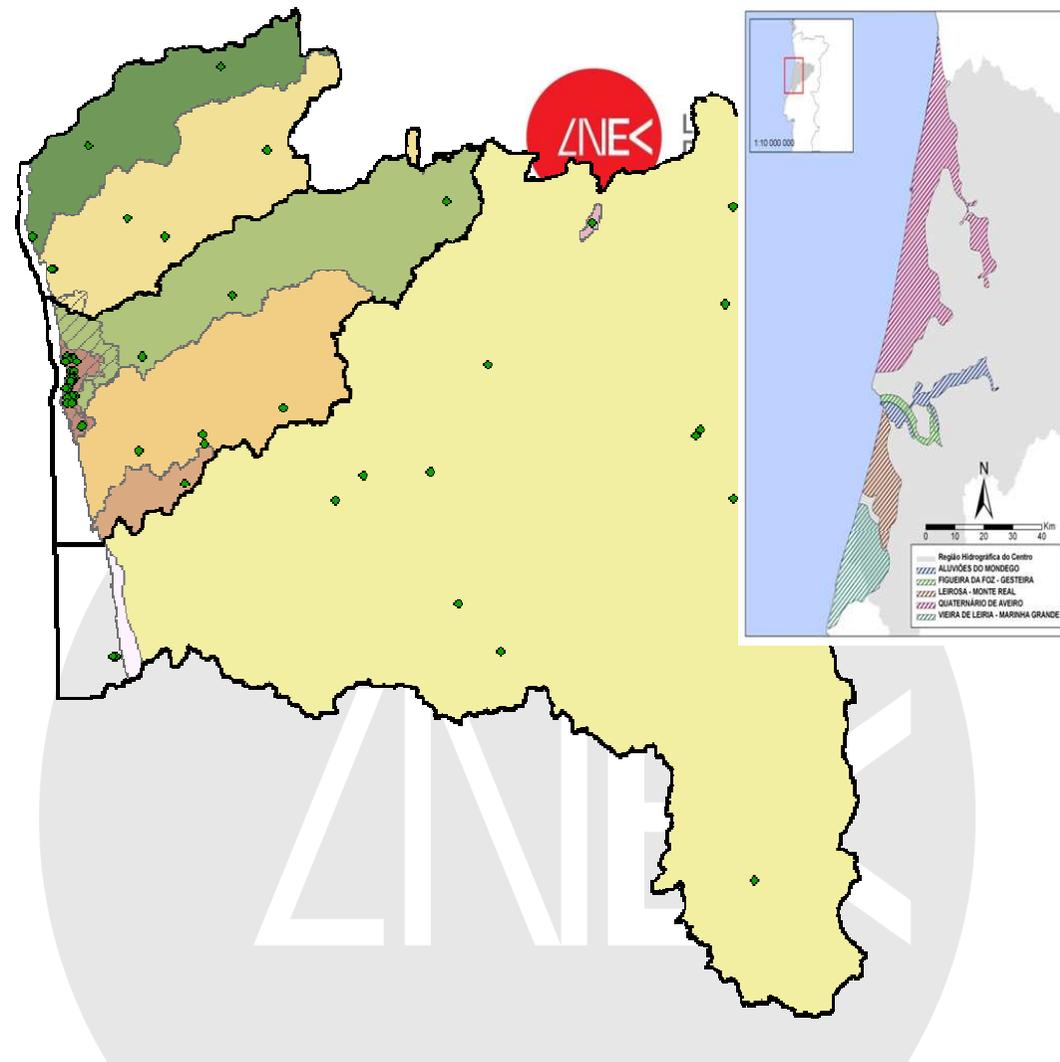


EXEMPLOS DE METODOLOGIAS INOVADORAS



Charneca, N.; Jesus, G.; Oliveira, M. M.; Furtado, D.; Oliveira, A. (2011) - "Modelos de partilha de dados de recursos hídricos associados à execução dos planos de gestão de bacia hidrográfica das regiões hidrográficas integradas na área de jurisdição da ARH do Norte, I.P. - Relatório 6: Relatório Final de Projecto". Relatório 170/2011 - NTI/NAS, 50 pp.

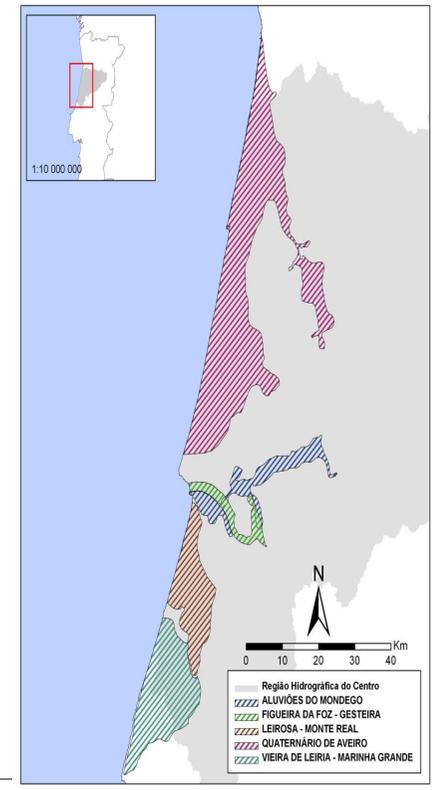
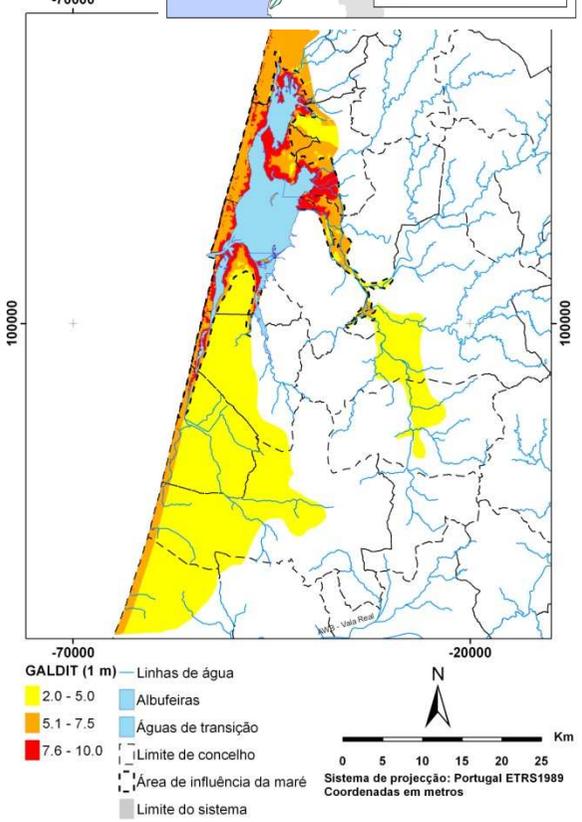
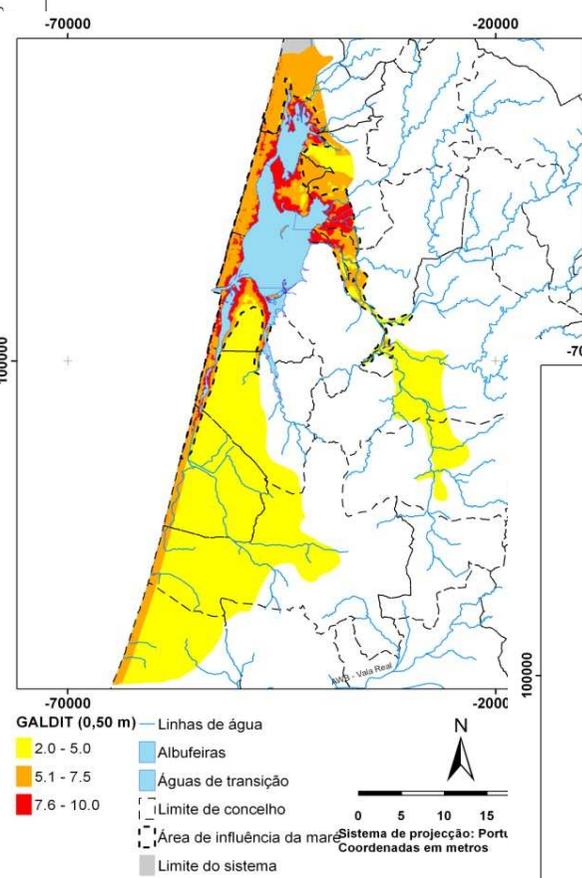
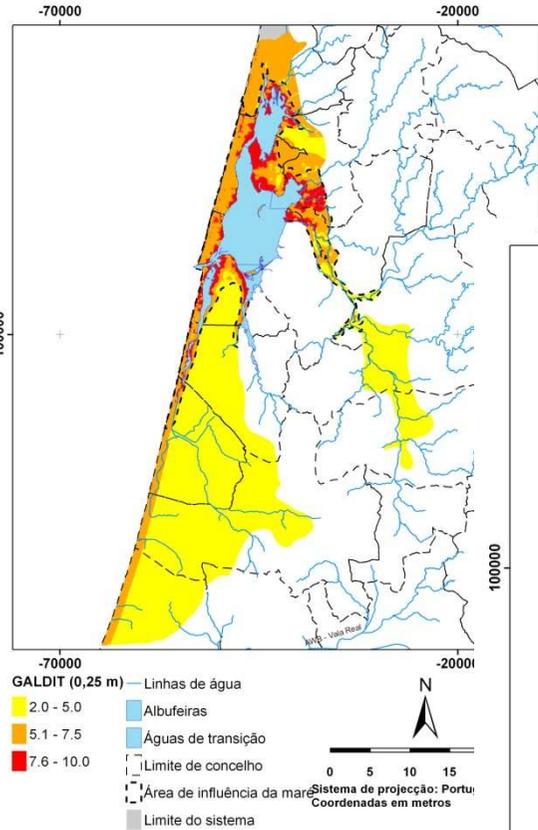
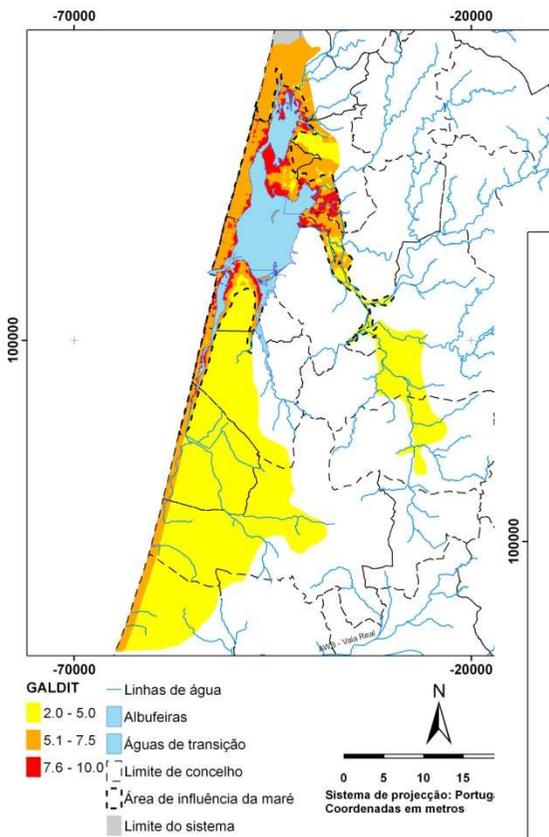
Charneca, N.; Oliveira, M. M.; Oliveira, A. (2011) - "Modelação de dados geográficos e modelação matemática dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o planeamento e gestão dos recursos hídricos sob jurisdição da ARH do Centro, I.P. - Relatório 2: Modelo lógico de dados geográficos de suporte ao planeamento e gestão de recursos hídricos". Relatório 163/2011 - NTI/NAS, 182 pp.



Modelo de Dados Geográficos do SI.ADD para suporte aos resultados dos PGRH da ARH do Norte e da ARH do Centro

Águas subterrâneas

Caracterização da vulnerabilidade à intrusão marinha dos sistemas aquíferos da região hidrográfica do Centro



O método GALDIT, desenvolvido por Chachadi e Lobo Ferreira (2001), foi aplicado aos sistemas aquíferos que estão sob a influência dos efeitos de maré, permitindo avaliar a faixa litoral potencialmente sujeita a intrusão marinha em função de uma eventual subida do nível do mar (0,25 m, 0,50 m e 1 m).

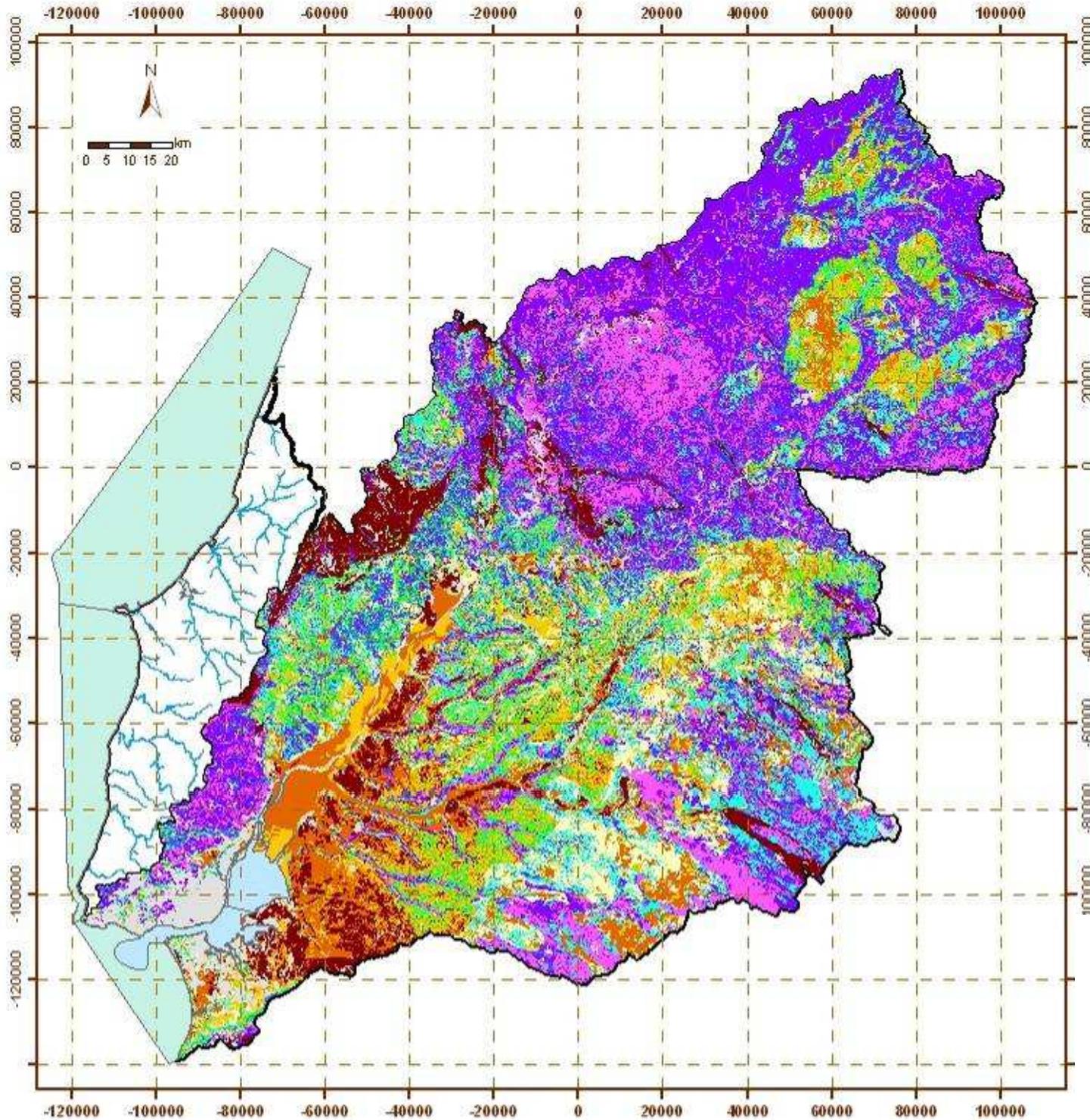


UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



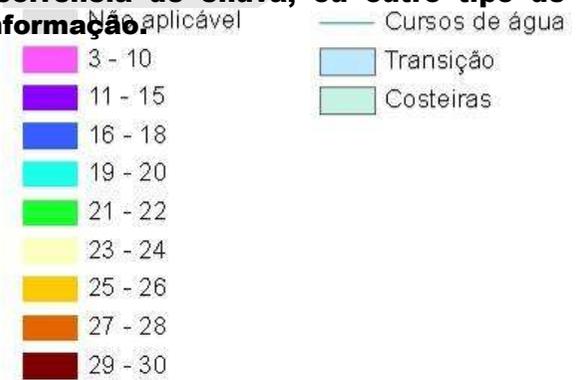
Índice de Facilidade de Infiltração:

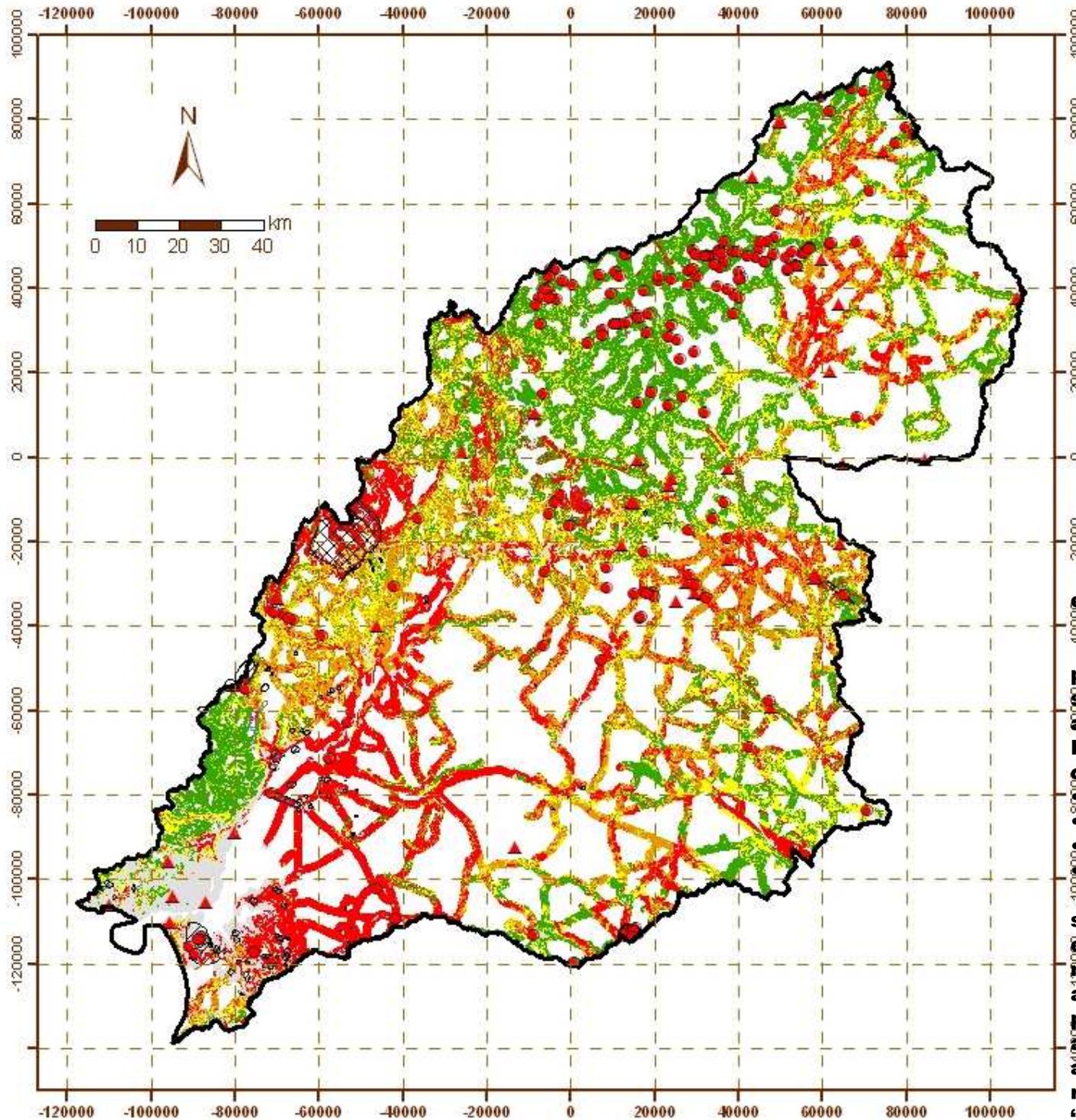
O índice de facilidade de infiltração, desenvolvido por Oliveira e Lobo Ferreira (2002) requer a caracterização de quatro factores. O primeiro factor é geológico, e só por si pode fazer o IFI assumir o seu valor máximo (se for uma área carsificada ou muito fracturada). Caso não assuma o valor máximo então são caracterizados outros três factores: tipo de solo (A, B, C ou D), declive do terreno (<2%, 2-6%, 6-12%, 12-18%, >18%), quantidade máxima de água armazenável no solo e que pode ser utilizada para a evapotranspiração - AGUT (dez classes de 50 mm de intervalo, desde < 50 mm a > 450 mm). A cada classe é atribuído um índice entre 1 e 10, que no final se somam para produzir o IFI. O índice máximo (IFI = 30) significa as condições mais favoráveis para a infiltração e é obtido para um solo tipo A, declive do terreno <2% e AGUT < 50mm. Identificadas as zonas com IFI elevado (mais favoráveis à infiltração), estas deverão ser validadas com observações de campo, informações de residentes acerca do comportamento destas áreas durante a ocorrência de chuva, ou outro tipo de informação.



Índice de Facilidade de Infiltração (IFI)

Sistema de Projecção: Portugal ETRS89
Coordenadas em metro





Risco de poluição accidental por estradas

- Não aplicável
- 3 - 15 (Baixo)
- 16 - 20 (Médio)
- 21 - 25 (Alto)
- 26 - 30 (Muito Alto)
- ▲ Nascentes hidrominerais
- Captações para abastecimento público

Zonas de protecção

- Imediata
- Intermédia
- ▨ Alargada
- ▩ Intermédia e Alargada

Risco de poluição accidental associado a estradas:

Para o efeito da análise de risco de poluição accidental associado a estradas, simplificou-se o método referido em Leitão et al. (2005) tendo-se dividido a escala do índice IFI, anteriormente apresentado, em quatro classes de risco, respectivamente:

- 3 a 15 - Baixo
- 16 a 20 - Médio
- 21 a 25 - Alto
- 26 a 30 - Muito Alto

A Figura 10 apresenta a análise efectuada sobrepondo ao mapeamento IFI a rede de estradas, zonas de protecção de captações e nascentes hidrominerais e uma zona adjacente de 1 km aos eixo das estradas, permitindo classificar o risco de poluição accidental proveniente de estradas, para as águas subterrâneas, nas quatro classes acima referidas. Podem ser classificadas como "zonas em risco" as correspondentes às classes Alto e Muito Alto.

Ponencia: Estado actual do conhecimento sobre as
“Massas de Água Subterrânea” em
Portugal. **José Paulo MONTEIRO, Ricardo
MARTINS e Luís NUNES (Universidade
do Algarve – Portugal)**

ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE HIDROGÉOLOGOS
GRUPO ESPAÑOL



ONAL
IL

CONGRESO IBÉRICO SOBRE LAS AGUAS
SUBTERRÁNEAS: DESAFÍOS DE LA GESTIÓN PARA EL
SIGLO XXI

Zaragoza, 14-17 de septiembre de 2011

Con la colaboración de:

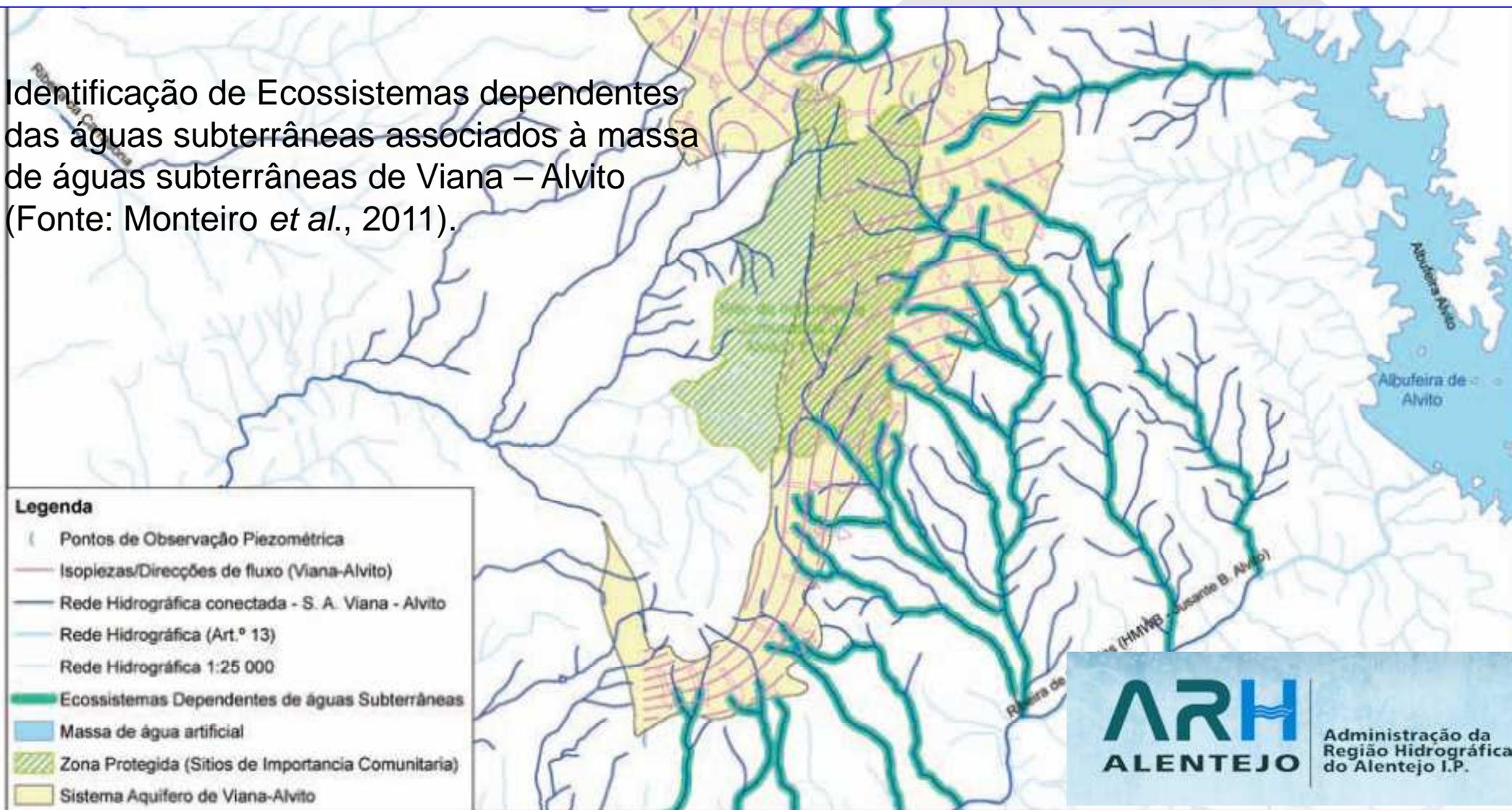


Associação Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Português



Association Internationale des Hydrogéologues
Comité Français d'Hydrogéologie

Identificação de Ecossistemas dependentes
das águas subterrâneas associados à massa
de águas subterrâneas de Viana – Alvito
(Fonte: Monteiro *et al.*, 2011).



ARH
ALENTEJO

Administração da
Região Hidrográfica
do Alentejo I.P.



4. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Medidas a propor durante o actual processo de planeamento, servem para atingir objectivos – ver ficheiro à parte das medidas

OBJECTIVOS ESTRATÉGICOS:

- Área Temática **1** – Qualidade da Água
- Área Temática **2** – Quantidade de Água
- Área Temática **3** – Gestão de Riscos e Valorização do Domínio Hídrico
- Área Temática 4 – Quadro Institucional e Normativo
- Área Temática 5 – Quadro Económico e Financeiro
- Área Temática **6** – Monitorização, Investigação e Conhecimento
- Área Temática 7 – Comunicação e Governança

Medidas para atingir os OBJECTIVOS AMBIENTAIS: Não deterioração; Bom Estado até 2015;
Reduzir a poluição por substâncias prioritárias

Medidas pré-existent à elaboração da presente caracterização e diagnóstico (OUTROS OBJECTIVOS)



4. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Pormenorização das medidas	Medidas de Base	Legislação a que se refere
<p>MEDIDAS DE BASE: Área Temática – Qualidade da água:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Articulação com a Direcção Regional da Agricultura para acompanhamento e fiscalização da implementação dos Planos de Acção para as zonas vulneráveis aos nitratos (Portaria n.º 83/2010 de 10 de Fevereiro) e do Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) ▪ Avaliação da eficácia da aplicação das medidas preconizadas (CBPA, PDR 2007-2013, PNUEA, PNPT) na melhoria do Estado Químico geral das águas subterrâneas subjacentes ▪ Análise dos principais problemas e dificuldades identificados após alguns anos de implementação do CBPA e análise de medidas ou processos alternativos ▪ Criação de um sistema de apoio à adequação dos fertilizantes e pesticidas às necessidades das Culturas ▪ Criação de estímulos financeiros aos produtos agrícolas que venham a ser produzidos sob as boas práticas recomendadas ▪ Criação de incentivos à prática da agricultura biológica ▪ Desenvolvimento de áreas piloto, em articulação com proprietários de explorações agrícolas, para avaliação de possibilidades de substituição de fertilizantes químicos por águas residuais ricas em matéria orgânica 	<p>MB-III.1 Medidas destinadas a melhorar a qualidade das massas de águas subterrâneas afectadas por nitratos de origem agrícola</p>	<p>Decreto-Lei 235/97 (DL 68/99) - zonas vulneráveis à contaminação causada por nitratos de origem agrícola</p>



4. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Pormenorização das medidas

MEDIDAS DE BASE:

Área Temática – Qualidade da água:

- Contratualização com agricultores, contemplando um pagamento compensatório (e eventualmente tornar esse contrato obrigatório para os agricultores de zonas particulares onde a concentração em nitrato supera os 100 mg/L) da utilização de práticas tais como:
 - aplicação exclusiva de azoto por via foliar em certas culturas (pomares, olival, vinha)
 - aplicação de adubos azotados de libertação lenta e de forma localizada em suporte de gel, minimizando a migração do azoto para o solo (culturas com sementeira de precisão ou plantação – milho e hortícolas)
 - fraccionamento das aplicações azotadas ao longo do ciclo, com doses máximas autorizadas por aplicação (todas as culturas)
 - utilização de culturas específicas (cereais ou culturas forrageiras) após culturas em que os níveis de adubação azotada é mais significativo, para extracção de compostos de azoto residuais existentes no solo, evitando a sua lixiviação
- Campanhas de sensibilização e apoio aos agricultores sobre a problemática da contaminação com nitratos, nomeadamente através da colocação de cartazes informativos nas cooperativas agrícolas onde são comprados os fertilizantes com compostos azotados



4. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Pormenorização das medidas

MEDIDAS DE BASE:

Area Temática – Quantidade da água:

- Minimização das perdas de água no transporte e distribuição em sistemas de rega existentes
- Reversão dos métodos de rega através do levantamento de novas necessidades de infra-estruturação e modernização dos perímetros de rega públicos, de forma a minimizar os consumos
- Criação de um sistema de apoio à adequação dos volumes de rega às necessidades hídricas das Culturas [p.e. equivalente ao Sistema Agrometeorológico para a Gestão da Rega no Alentejo (SAGRA)]

Area Temática – Gestão de riscos e valorização do domínio hídrico:

- Comparação económica para o horizonte de 2015 dos (1) custos inerentes à aplicação de técnicas de desnitrificação nas captações para abastecimento público com (2) os custos inerentes às campanhas de sensibilização e informação dos agricultores, fiscalização do cumprimento das medidas de restrição de uso de compostos azotados e monitorização da evolução da qualidade da água na massa de água subterrânea, numa área piloto do sistema aquífero
- Aplicação de medidas de desnitrificação *in situ* em abastecimentos fora de uso por excesso de nitratos e em áreas onde há excesso de nitratos (> 50 mgNO₃/L)
- Selagem de furos com elevada concentração em nitratos que explorem mais do que um sistema aquífero, estando o superior, de pior qualidade, a contaminar o inferior





4. MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Pormenorização das medidas

MEDIDAS SUPLEMENTARES

Área Temática 6 – Monitorização, investigação e conhecimento:

- **Projecto para as zonas vulneráveis do Tejo e de Estremoz-Cano:**
 - Utilizar os dados obtidos através da rede de monitorização de nitratos da ARH Tejo para análise da distribuição da concentração de: (1) nitrato, (2) coliforme fecal e estreptococos e (3) substâncias activas dos pesticidas, de forma a gerar mapas de isolinhas da concentração e poder associar a ocorrência de elevados valores às diferentes fontes de contaminação (fertilizantes agrícolas, explorações pecuárias, fossas domésticas perdedoras)
 - Desenvolvimento de modelos numéricos de transporte reactivo (simulação do fluxo subterrâneo, transporte de solutos e reacções geoquímicas) para (1) avaliar as direcções e velocidade de transporte do nitrato, (2) identificar e quantificar a eficiência dos processos geoquímicos naturais (oxidação de pirite, oxidação de matéria orgânica) que contribuem para a desnitrificação, (3) **avaliar o impacte das medidas que são aplicadas** (redução da aplicação de fertilizantes azotados, cessação de perdas de águas residuais domésticas e pecuárias), (4) e do efeito de diluição proporcionado pela recarga natural
 - **Propor potenciais medidas de redução das concentrações que envolvam processos de desnitrificação**
- Projecto para determinação da **origem dos nitratos e sulfatos em zonas agropecuárias**, através do uso de traçadores (p.e. sulfamidas de origem veterinária)





5. OBJECTIVOS POR MASSA DE ÁGUA

Bom até 2015:

- Monforte - Alter do Chão (é carbonatado e já tem tendência decrescente do NO₃)
- Pisões - Atrozela (é carbonatado e tem vários parâmetros mal mas parece limitado no espaço; há falta de dados; sem tendências)

Bom até 2021:

- Estremoz - Cano (é carbonatado mas ainda tem tendência crescente do NO₃)
- Torres Vedras (problemas relativamente limitados no espaço; com tendência crescente do NO₃)
- Paço (problemas relativamente limitados no espaço; com tendência crescente do NO₃)

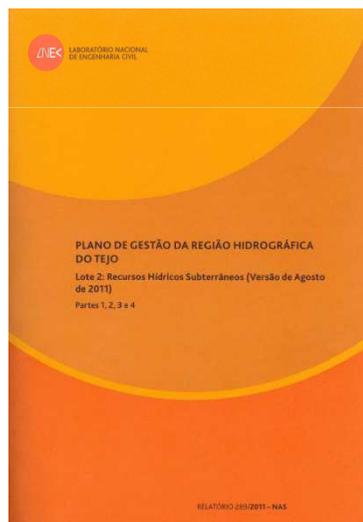
Bom até 2027:

- Aluviões do Tejo (tem valores elevados em vários parâmetros e tem uma dinâmica lenta?)
- Caldas da Rainha - Nazaré (tem vários parâmetros mal numa extensa área)

Projecto Financiado:



Referências bibliográficas (Conteúdos do Lote 2 para consulta pública):



Lobo Ferreira, J.P.; Vaz Pinto, I.; Monteiro, J.P.; Oliveira, M.M.; Leitão, T.E.; Nunes, L.; Novo, M.E.; Salvador, N.; Nunes, J.F.; Leal, G.; Pombo, S.; Silva, M.F.; Igreja, A.; Henriques, M.J.; Silva, D.; Oliveira, L.; Martins, T.; Martins, J.; Braceiro, A.; Henriques, R.S.; Martins, R. (2011): **Plano de gestão da Região Hidrográfica do Tejo - Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos (Versão de Agosto de 2011)**. Consórcio Hidroprojecto/LNEC/ICCE. Rel. 289/2011 – NAS. Estudo realizado para a Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P., 1056 pp.

Lobo Ferreira, J.P.; Vaz Pinto, I.; Monteiro, J.P.; Oliveira, M.M.; Leitão, T.E.; Nunes, L.; Novo, M.E.; Salvador, N.; Pombo, S.; Silva, M.F.; Igreja, A.; Nunes, J.F.; Leal, G.; Henriques, M.J.; Silva, D.; Oliveira, L.; Martins, T.; Martins, R.; Monte, M.; Martins, J.; Braceiro, A.; Henriques, R.S.; Quaresma, M. (2011): **Plano das bacias hidrográficas das Ribeiras do Oeste - Lote 2: Recursos Hídricos Subterrâneos (Versão de Agosto de 2011)**. Consórcio Hidroprojecto/LNEC/ICCE. Rel. 290/2011 – NAS. Estudo realizado para a Administração da Região Hidrográfica do Tejo, I.P., 597pp.



Muito Obrigado pela
vossa atenção !

謝謝

