



**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO
DA QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS
NAS ZONAS VULNERÁVEIS AOS NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA
NO ÂMBITO DA DIRETIVA NITRATOS E DIRETIVA QUADRO DA ÁGUA**

Sessão de Apresentação

9 de Maio de 2019 (APA)



EQUIPA

Coordenação: Maria do Rosário Carvalho

Equipa:

Joel Zeferino (FCUL)

Catarina Silva (FCUL)

Luís Costa (UAAlg)

José Paulo Monteiro (UAAlg)

José Ferreira (Rios & Aquíferos Lda)

Ricardina Fialho (Rios & Aquíferos Lda)

José Martins Carvalho (TARH Lda)

PROGRAMA DE TRABALHOS

- A presente atividade insere-se numa Prestação de Serviços da Faculdade de Ciência das Universidade de Lisboa à Agência Portuguesa do Ambiente.



- Esta tem como objetivo primordial desenvolver uma **Metodologia para Avaliação da Evolução da Qualidade das Massas de Água Subterrânea nas Zonas Vulneráveis aos Nitratos de Origem Agrícola (ZV) no Âmbito da Diretiva Nitratos e da Diretiva Quadro da Água (Zonas Protegidas).**

Tarefa 1: Sistematizar o estado da arte;

Tarefa 2: Definir a metodologia a utilizar para avaliação da evolução da qualidade da água;

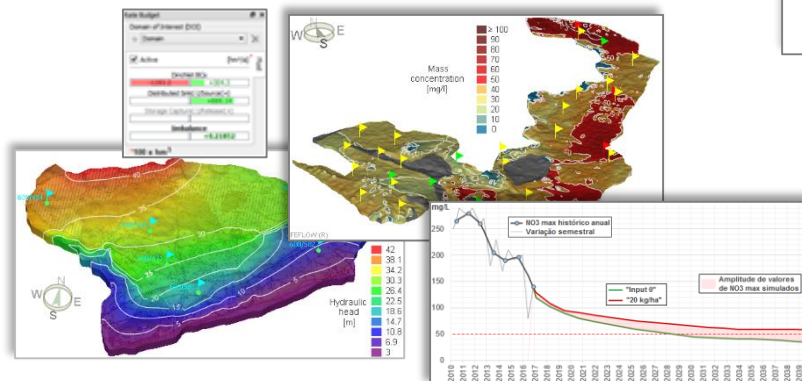
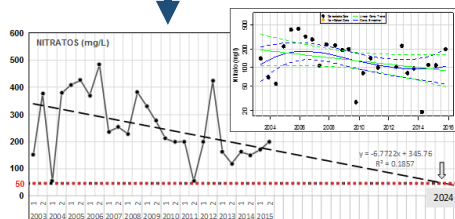
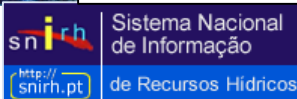
Tarefa 3: Aplicar a metodologia às massas de água designadas como zonas vulneráveis aos nitratos e consequentemente integradas nas zonas protegidas da DQA;

Tarefa 4: Estabelecer para cada massa de água, em análise, o prazo para atingir os objetivos ambientais.

PROGRAMA DE TRABALHOS

Dezembro
de 2015

Dezembro
de 2017



DIRETIVA QUADRO DA ÁGUA

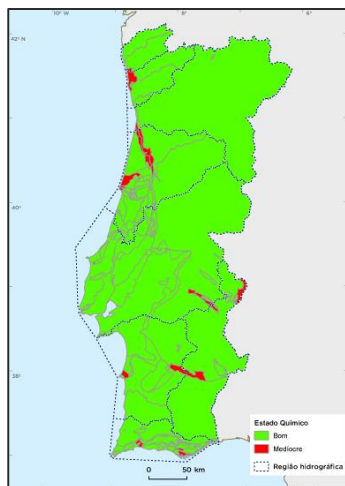


OBJETIVO

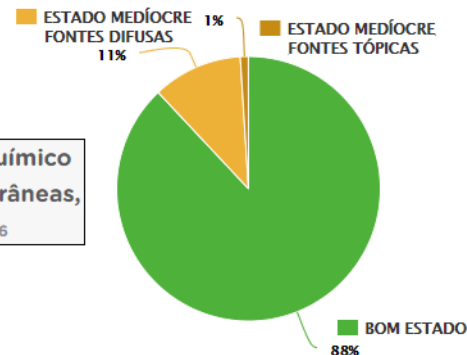
Alcançar o **Bom estado** de todas as massas de água superficiais e subterrâneas.

AVALIAÇÃO

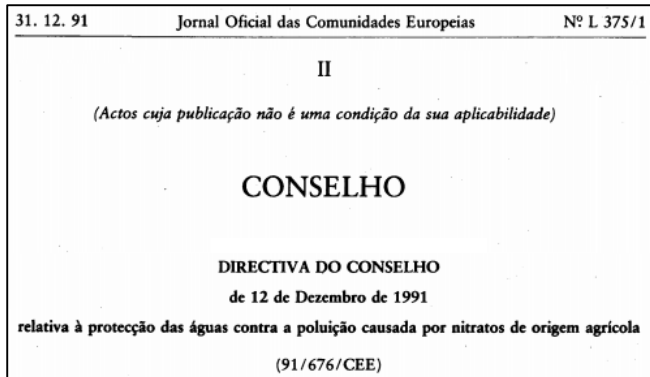
A área representada por pontos de monitorização que ultrapassam os valores limite para um determinado parâmetro **não deverá exceder 20% da área total da massa de água subterrânea**



Classificação do estado químico
das massas de água subterrâneas,
no 2.º ciclo Fonte: APA, 2016



DIRETIVA NITRATOS

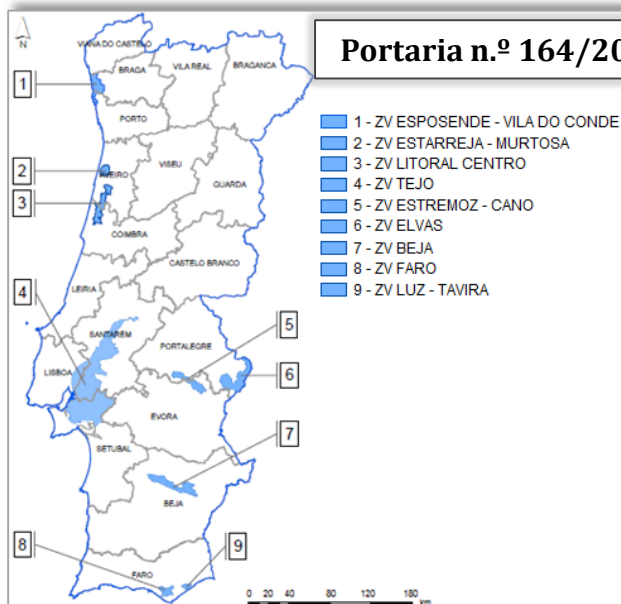


OBJETIVO

Redução da poluição das águas causada ou induzida por nitratos de origem agrícola, bem como impedir a propagação desta poluição.

AVALIAÇÃO

Águas subterrâneas que contenham ou apresentem risco de conter uma **concentração de nitratos superior a 50 mg/L**.



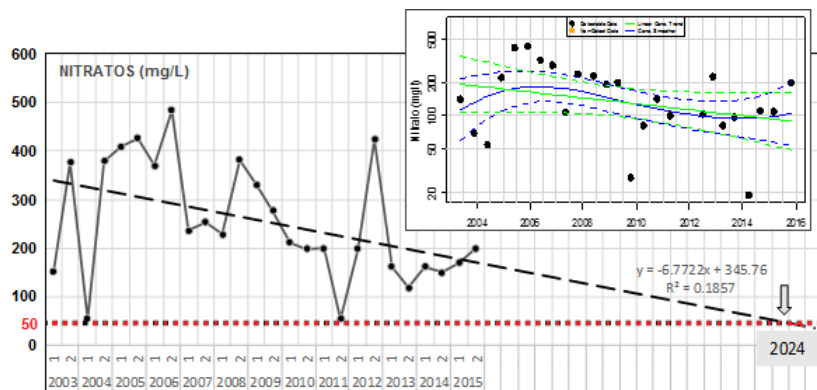
- **Zonas Vulneráveis:** “zonas com as águas poluídas por nitratos de origem agrícola e as águas suscetíveis de o virem a ser, bem como as áreas que drenam para aquelas águas”.
- **14 massas de água subterrânea** são abrangidas por nove zonas vulneráveis, que ocupam uma área de 4011km² (4,5% do território).

OBJETIVOS E METODOLOGIA INICIAL

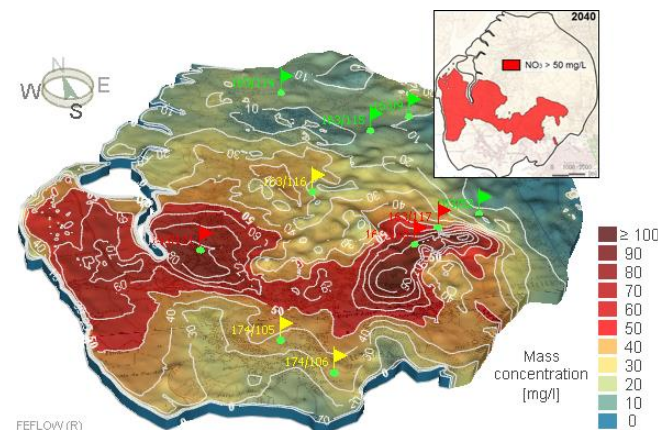
OBJETIVO PRINCIPAL

- Dar resposta a estas duas Diretivas, efetuando a previsão do tempo necessário para as massas de água abrangidas pelas ZV atingirem os objetivos de qualidade, apoiado:

i. no **tratamento estatístico** das concentrações de nitrato monitorizadas nas águas subterrâneas

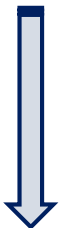


ii. na construção de um **modelo numérico de fluxo subterrâneo e de transporte de massa**, tendo por base os modelos conceptuais definidos para as massas de água integradas nas ZV.



ANÁLISE ESTATÍSTICA

- O documento técnico da DQA (WFD-GW, 2001) propõe uma análise estatística para avaliação das tendências temporais utilizando técnicas de **agregação de dados**, de tendência e de inversão de tendência.



Baseada no valor médio, dilui o efeito de focos pontuais de contaminação.

Final Report

"The EU Water Framework Directive:
Statistical aspects of the identification of groundwater
pollution trends, and aggregation of monitoring results"



www.wfdgw.net

December 2001

CONCLUSÃO

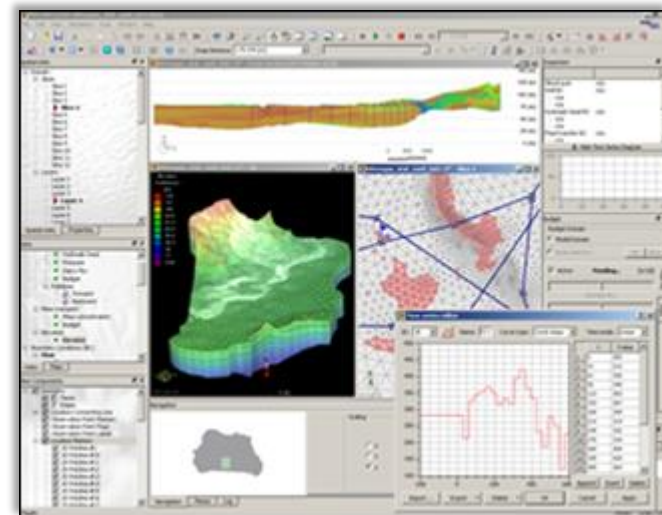
- Os métodos estatísticos, tendo por base a análise estatística de séries temporais não reflete, de forma adequada, a previsão a longo prazo, uma vez que se trata de uma análise pontual, não tendo em consideração a dispersão do contaminante.

ALTERAÇÕES DA METODOLOGIA

- Após os fracos resultados obtidos com esta primeira abordagem estatística, foi decidido fazer a previsão da evolução da concentração de nitratos **utilizando apenas métodos numéricos**.

MODELAÇÃO NUMÉRICA DE AQUÍFEROS

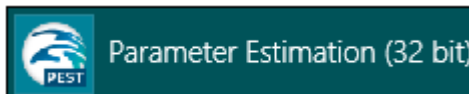
- É uma **ferramenta** imprescindível na **gestão dos recursos hídricos subterrâneos**, no auxílio à tomada de decisão e na atribuição de responsabilidades.
- Assenta a **análise numérica** de sistema baseados em princípios físicos, capazes de simular e prever, matematicamente, o comportamento do meio subterrâneo face a ações naturais e/ou antropogénicas futuras.



FEFLOW (DHI): Simulador 3D do fluxo subterrâneo e transporte de massa nas águas subterrâneas, em condições de saturação e de não-saturação, que utiliza o método dos **elementos finitos** na resolução das equações diferenciais parciais.



FEPEST (DHI): ferramenta de **calibração**, adaptada do software PEST

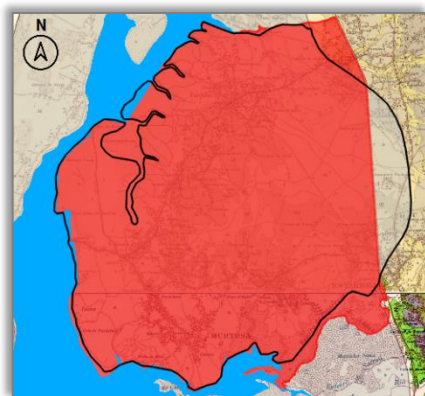


MODELO DE ESCOAMENTO SUBTERRÂNEO

METODOLOGIA

- Pretende-se construir um modelo numérico para cada uma das zonas vulneráveis, dividindo este processo em duas principais tarefas:

I. Simular a situação de referência para a piezometria (modelo de escoamento subterrâneo).



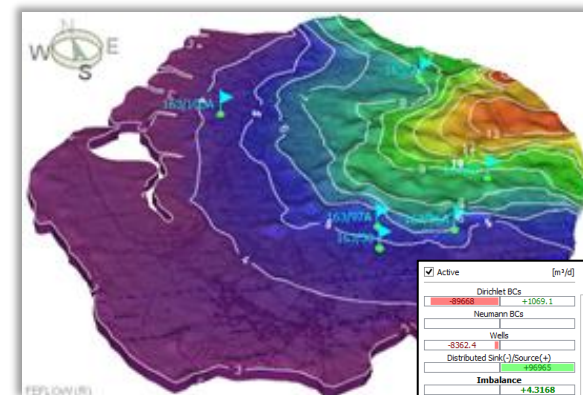
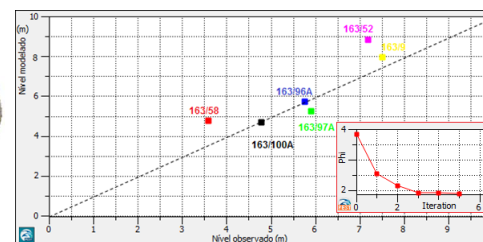
- ZV Estarreja - Murtosa
- Ria de Aveiro
- Quaternário de Aveiro

Domínio do Modelo

Topografia

Profundidade
do aquífero

Hydraulic-head BC
Well BC

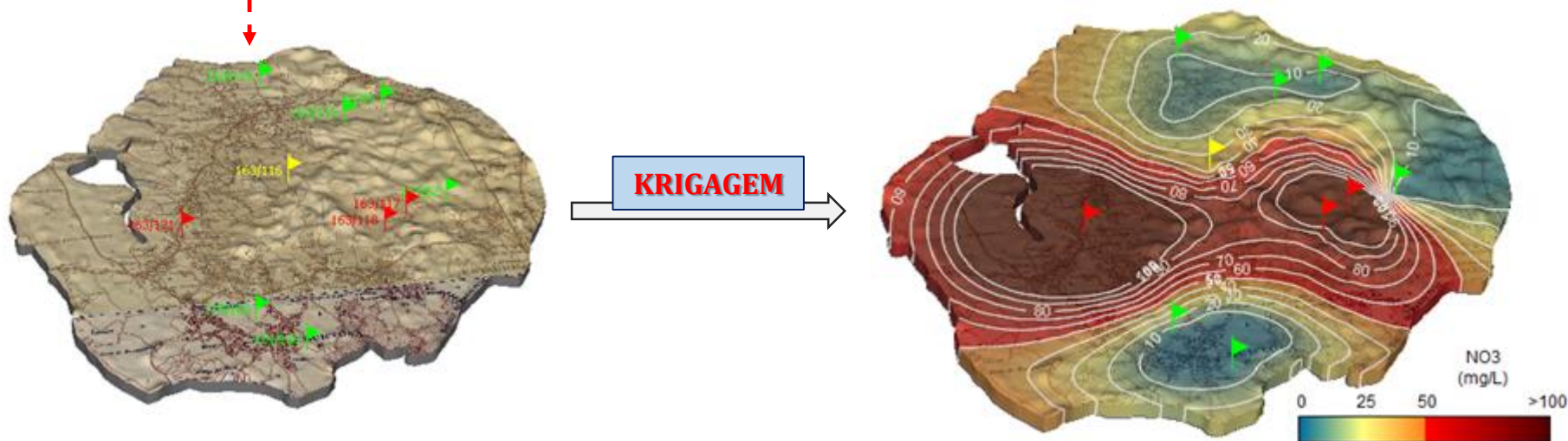


MODELO DE TRANSPORTE DE MASSA

- II. Simular a evolução da concentração de nitrato nas águas subterrâneas, considerando diferentes cenários estratégicos relativamente à aplicação de cargas azotadas.

SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA DA QUALIDADE

- Distribuição da concentração inicial do ião nitrato na área de estudo.
- A **concentração de entrada** é calculada pela média anual para cada estação, com medições atualizadas no último ano em que são disponibilizados valores sazonais.



MODELO DE TRANSPORTE DE MASSA

- II. Simular a evolução da concentração de nitrato nas águas subterrâneas, considerando diferentes cenários estratégicos relativamente à aplicação de cargas azotadas.
- Foram desenvolvidos modelos preditivos da qualidade, considerando **5 cenários estratégicos** relativamente à aplicação de cargas azotadas e pressões sobre as massas de água:
 - Cenário A: “Input 0”
 - Cenário B: “Agricultura”
 - Cenário C: “Agricultura + Pecuária”
 - Cenário D: “10 kg/ha”
 - Cenário E: “20 kg/ha”
 - A primeira simulação realizada não contempla qualquer carga de azoto ou fonte poluidora, procurando prever a evolução natural da massa de água subterrânea - **A. Input 0.**



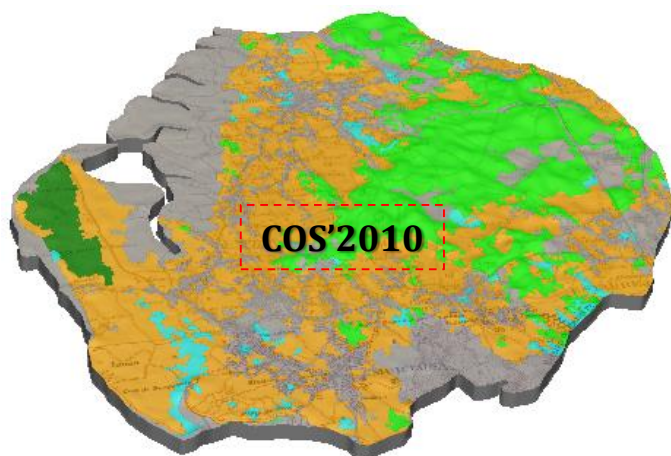
OBJETIVO

- Permitir a análise do impacto que as atividades agrícolas (agricultura e pecuária) têm no meio subterrâneo e o período temporal de recuperação da massa de água na sua ausência.

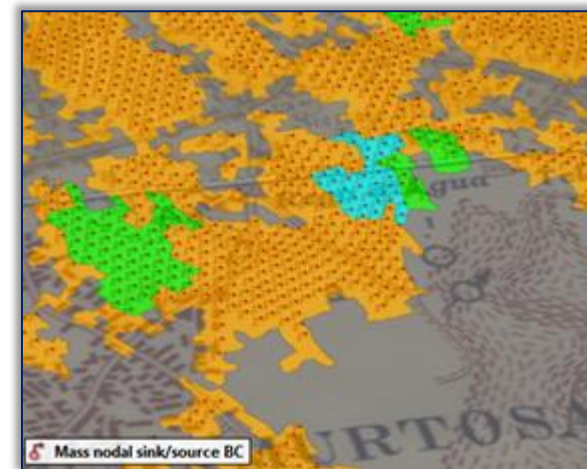
A. METODOLOGIA

CENÁRIO B: “AGRICULTURA”

- O cenário “Agricultura” têm em consideração o **cálculo** das cargas poluentes de origem difusa adotadas nos PGRH do 2º ciclo.



$$CTi = \Sigma(Cij \times Aj)$$



Uso de Solo	COS2010	N (kg/ha/ano)	NO3 (kg/ha/ano)
Áreas agrícolas com culturas temporárias	2.1	3,5	15,5
Áreas agrícolas com culturas permanentes	2.2	1,89	8,37
Pastagens permanentes	2.3	1,05	4,65
Áreas agrícolas heterogêneas	2.4	2,695	11,935
Florestas	3.1, 3.2 e 3.3.3	1,4	6,2
Outras	1, 3.3.1, 3.3.2, 4 e 5	0	0

CENÁRIO C: “AGRICULTURA+PECUÁRIA”

- O cenário “Agricultura + Pecuária” consiste em adicionar as **cargas pecuárias de origem difusa** às, anteriormente, representadas como cargas agrícolas.
- As cargas pecuárias são determinadas para cada **concelho**, em função da quantidade média de nutrientes excretados anualmente por “cabeça normal” para cada espécie pecuária.



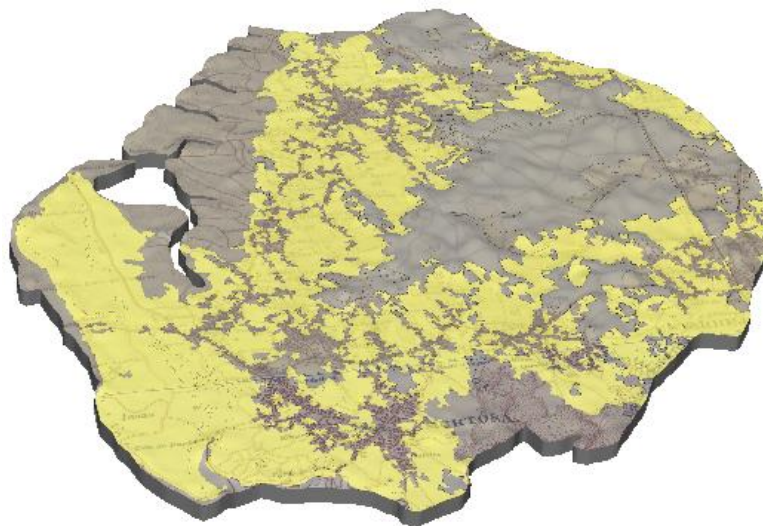
Região Hidrográfica	Massa de água	Zona Vulnerável	N total (kg/ano)
Cávado, Ave e Leça (RH2)	Máciço Antigo. Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave	Esposende - Vila do Conde	241877,14
Vouga, Mondego e Lis (RH4)	Quaternário de Aveiro	Estarreja - Murtosa	286292,31
Vouga, Mondego e Lis (RH4)	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Litoral Centro	96715,79
Vouga, Mondego e Lis (RH4)	Quaternário de Aveiro	Litoral Centro	286292,31
Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)	Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	Tejo	910495,46
Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)	Aluviões do Tejo	Tejo	193193,03
Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)	Estremoz - Cano	Estremoz - Cano	43566,49
Guadiana (RH7)	Elvas – Vila Boim	Elvas	31015,14
Guadiana (RH7)	Elvas – Campo Maior	Elvas	40566,77
Guadiana (RH7)	Gabros de Beja	Beja	48088,19
Ribeiras do Algarve (RH8)	S. João da Venda-Quelfes	Faro	1859,66
Ribeiras do Algarve (RH8)	Chão de Cevada - Quinta João de Ourém	Faro	93,06
Ribeiras do Algarve (RH8)	Campina de Faro - Subsistema Faro	Faro	1096,92
Ribeiras do Algarve (RH8)	Almansil - Medronhal	Faro	508,41
Ribeiras do Algarve (RH8)	Luz - Tavira	Luz - Tavira	365,30

- Taxa de exportação de 17% para as águas superficiais, e que 70% deste excedente de N entra nas águas subterrâneas (12% da carga bruta de N gerada pela atividade pecuária).

A. METODOLOGIA

CENÁRIO D/E: “10 KG/HA” - “20 KG/HA”

- Em complemento aos modelos de transporte desenvolvidos em função das cargas de azoto indicadas no PGRH do 2º ciclo foi solicitada a construção de modelos com as cargas uniformes distribuídas pelas áreas agrícolas - **Cenário “10 kg/ha e “20 kg/ha”**.



Uso de Solo	Agregado	N (kg/ha/ano)	NO3 (kg/ha/ano)
Áreas agrícolas com culturas temporárias	Áreas agrícolas	10,0 ou 20,0	44,29 ou 88,57
Áreas agrícolas com culturas permanentes			
Pastagens permanentes			
Áreas agrícolas heterogêneas			

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

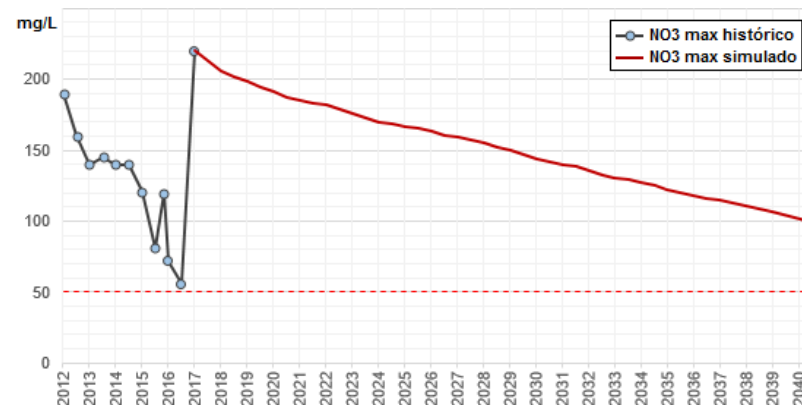
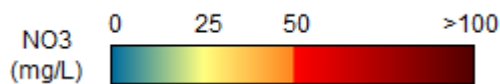
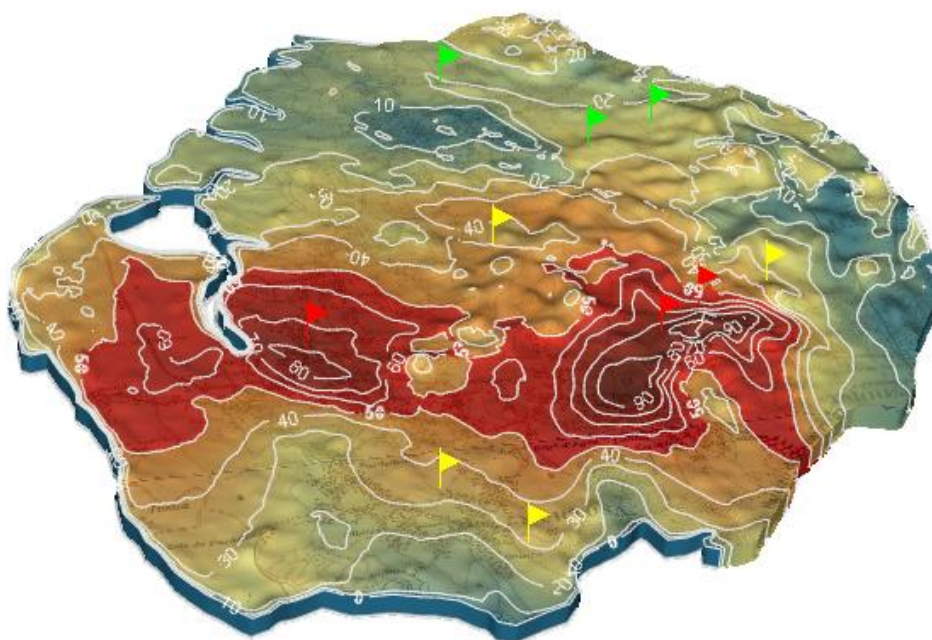
2016 ou
2017

2022

2028

2034

2040



21 % área > 50 mg/L



**Ciências
ULisboa**

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA
QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS NAS
ZONAS VULNERÁVEIS AOS NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA**



**AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE**

1. ZV ESPOSENDE - VILA DO CONDE

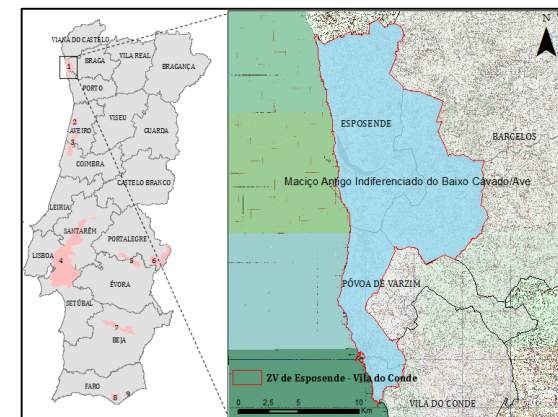
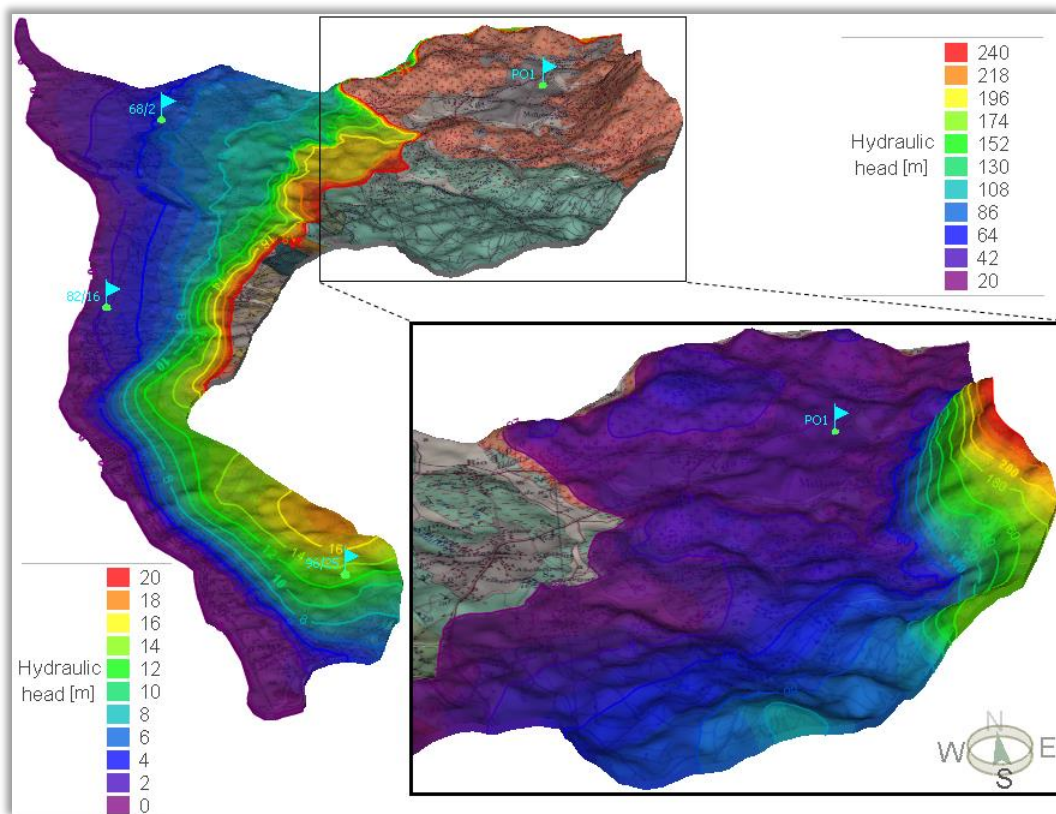


9 de Maio de 2019



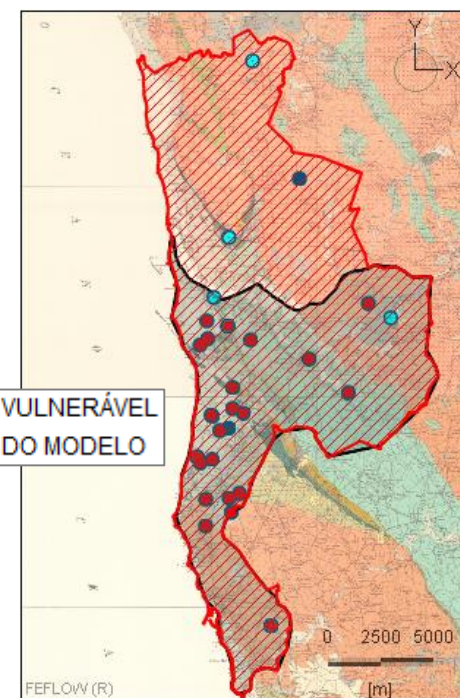
1. ZV ESPOSENDE - VILA DO CONDE

- Situa-se na região norte de Portugal Continental (Esposende, Barcelos, Póvoa do Varzim e Vila do Conde) e insere-se na massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave.



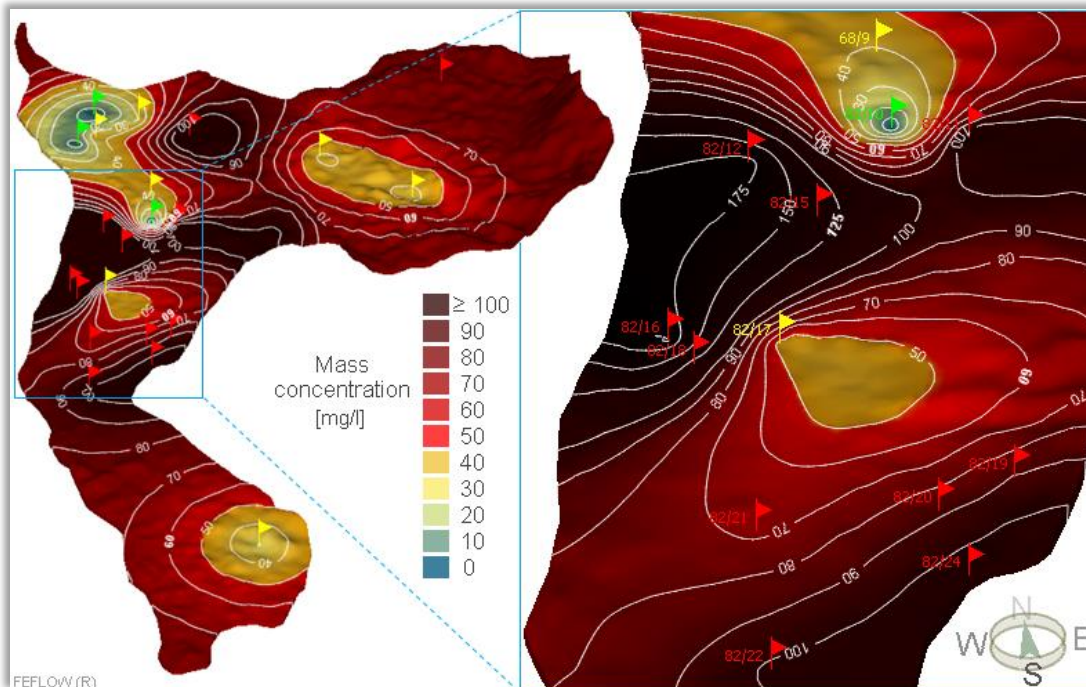
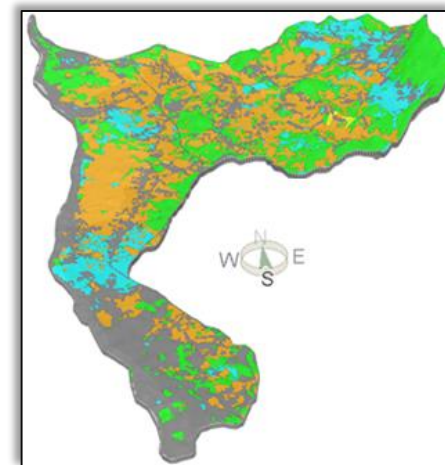
56%

ZONA VULNERÁVEL
ÁREA DO MODELO



1. ZV ESPOSENDE - VILA DO CONDE

- O **estado químico medíocre** da massa de água subterrânea do Baixo Cávado e Ave deve-se essencialmente às práticas agrícolas intensivas no aquífero livre da região, mas também ao elevado encabeçamento pecuário, sendo a espécie bovina a dominante.



Situação de referência: 2016

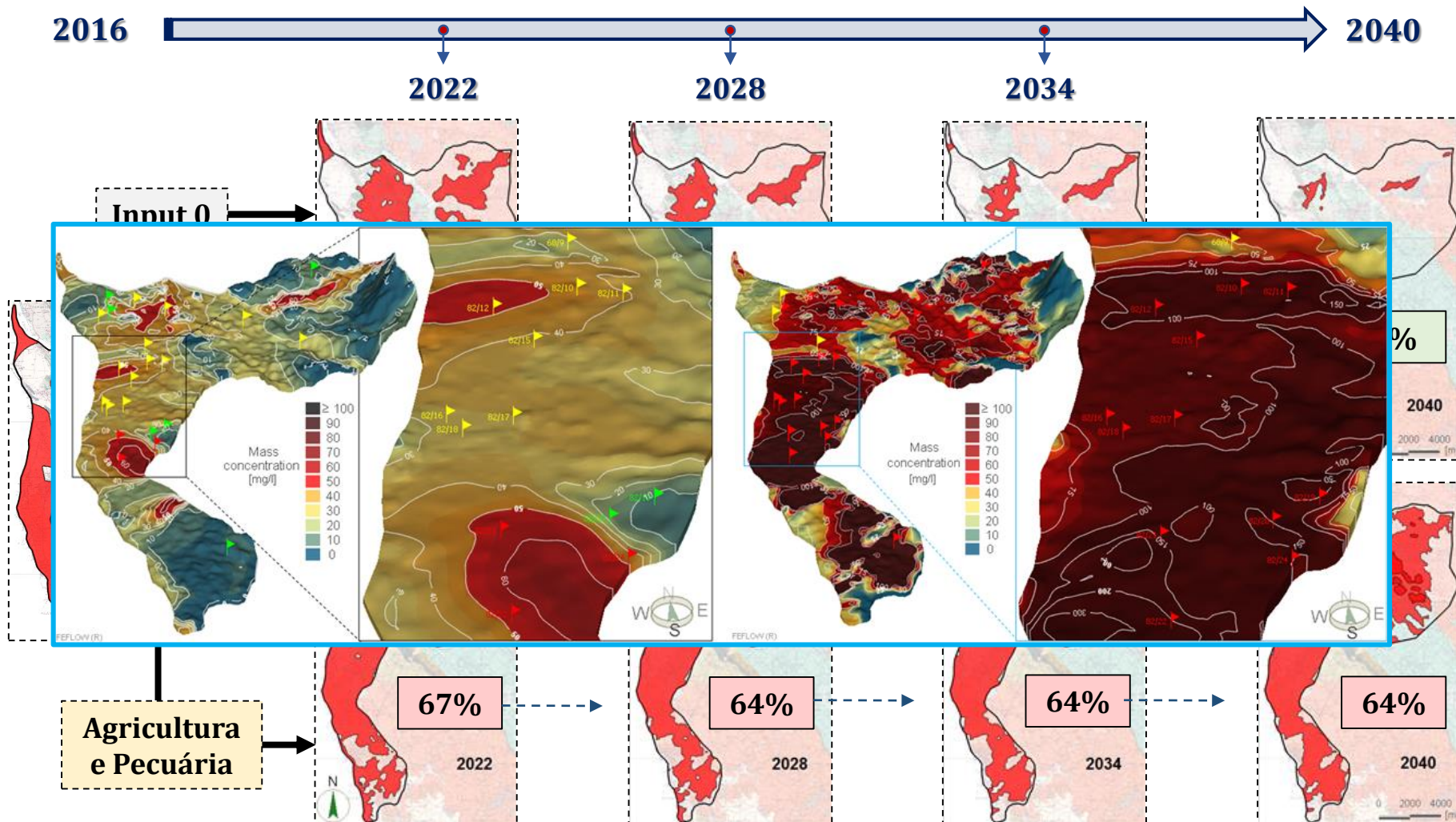
12 dos 22 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média obtida é de 75,5 mg/L e o valor máximo de 191 mg/L.

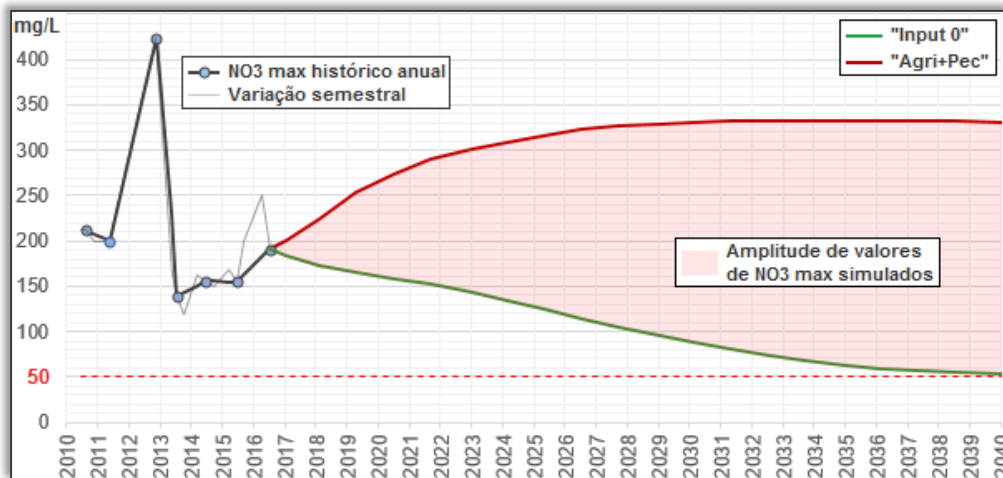
83,1 % da área modelada encontra-se acima dos 50 mg/L.

1. ZV ESPOSENDE - VILA DO CONDE

> 50 mg/L NO₃



1. ZV ESPOSENDE - VILA DO CONDE



Cenário	kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área ZV > 50 mg/l	
			2016	2040
Input 0	0	0	46,6	2,9
Agricultura	95925,04	71,9		5,9
Agricultura + Pecuária	861154,79			36,1
10 kg/ha	230591,44	44,4		18,3
20 kg/ha	461182,89			29,8

CONCLUSÕES

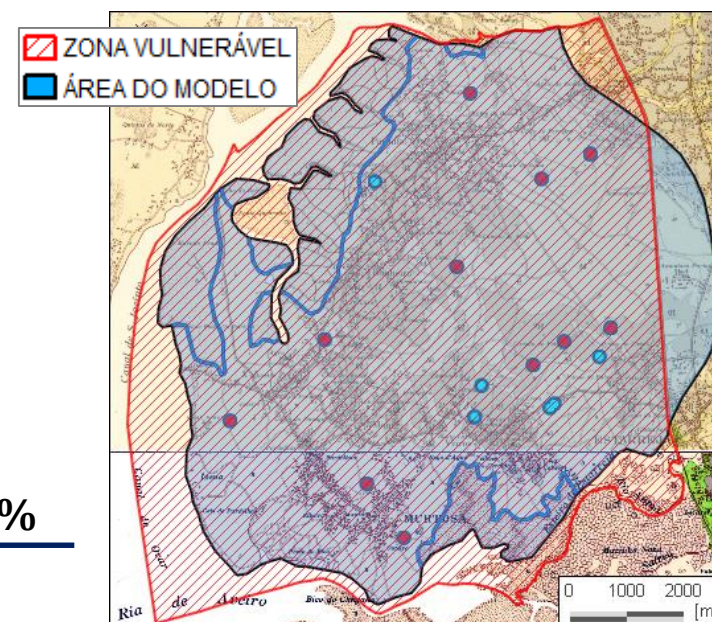
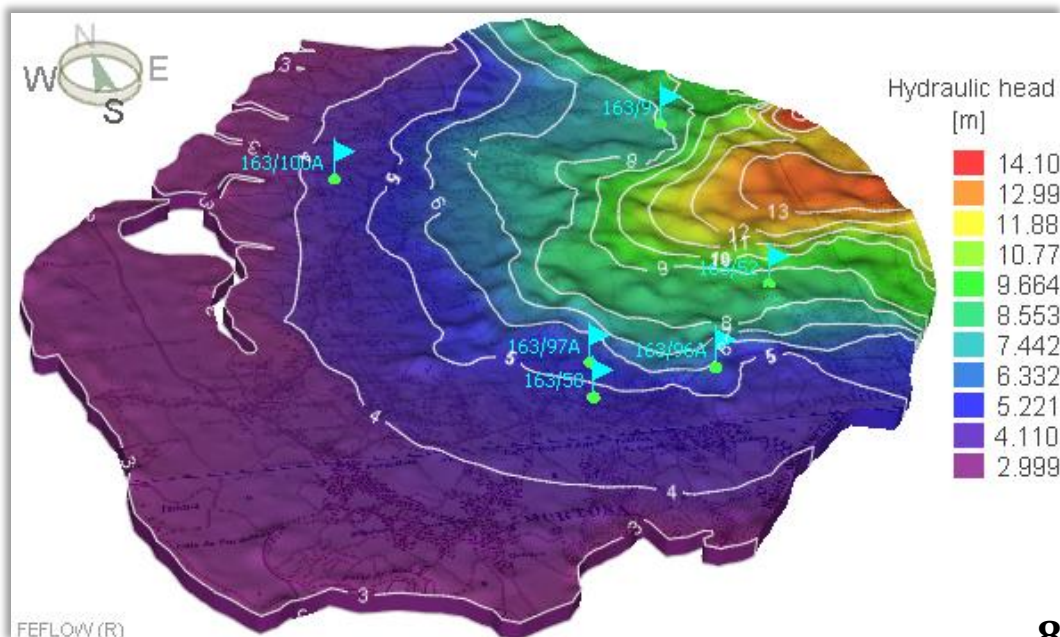
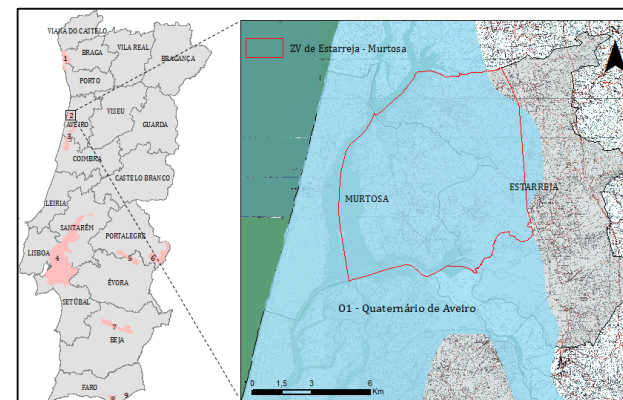
- Os métodos numéricos não preveem o cumprimento dos objetivos ambientais até 2040, não sendo possível antecipar a recuperação da massa de água num futuro próximo.
- O setor pecuário representa a pressão mais significativa da região, cerca de 8 vezes superior à pressão agrícola difusa, sendo os concelhos da Póvoa do Varzim e Vila do Conde os mais afetados.

2. ZV ESTARREJA - MURTOSA



2. ZV ESTARREJA - MURTOSA

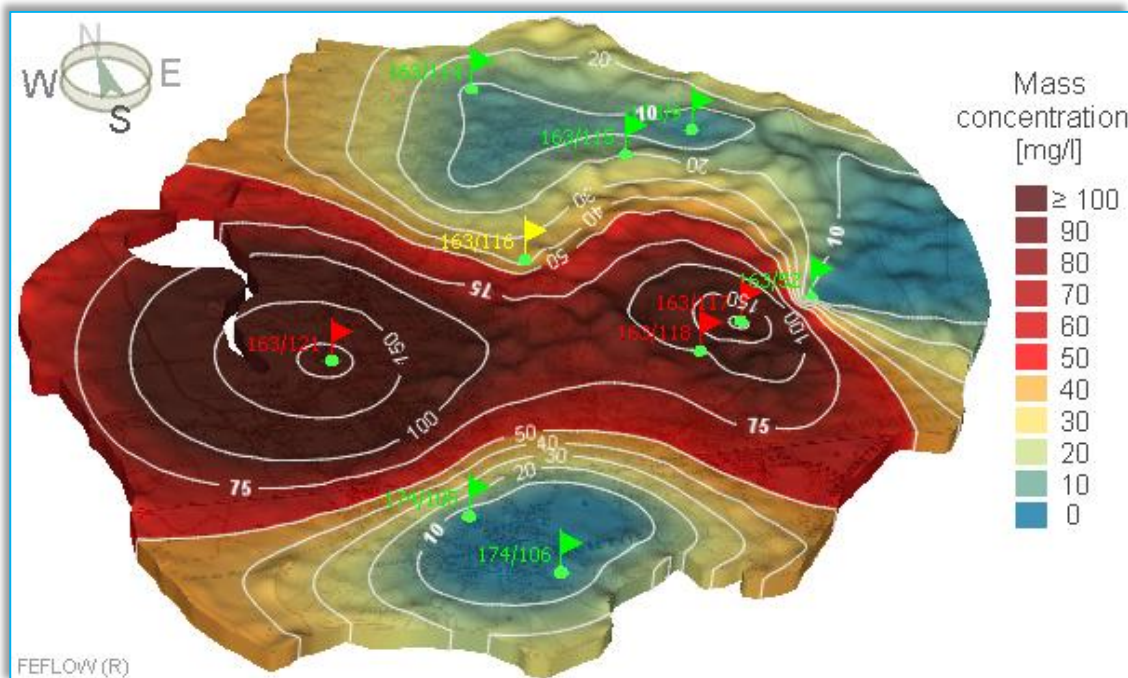
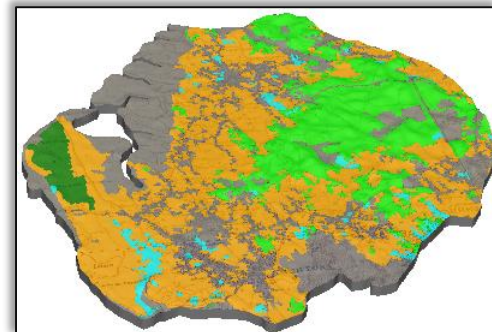
- Situa-se na região centro do Baixo Vouga, nos concelhos de Estarreja e Murtosa (Aveiro), e está inserida numa pequena porção da massa de água subterrânea do Quaternário de Aveiro.



82%

2. ZV ESTARREJA - MURTOSA

- O aquífero superior na zona vulnerável é composto por areias finas superficiais, sendo bastante vulnerável, pois encontra-se diretamente exposta aos focos de contaminação agrícola.



Situação de referência: 2017

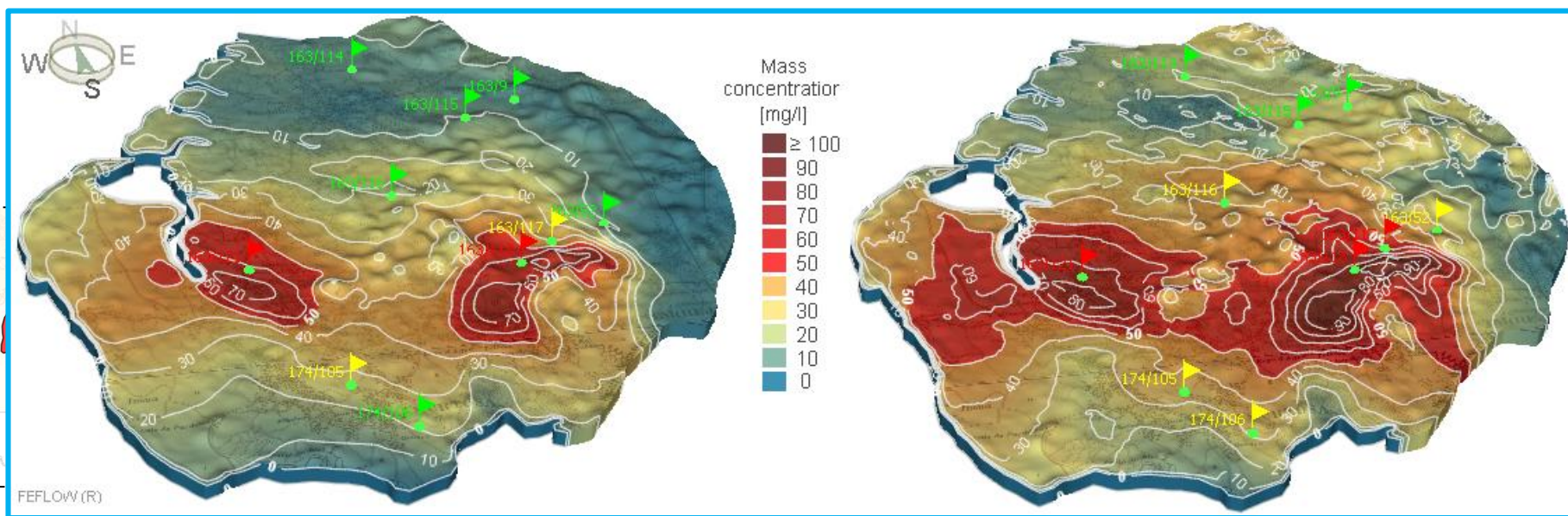
3 dos 10 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média obtida é de 60,7 mg/L e o valor máximo de 220 mg/L.

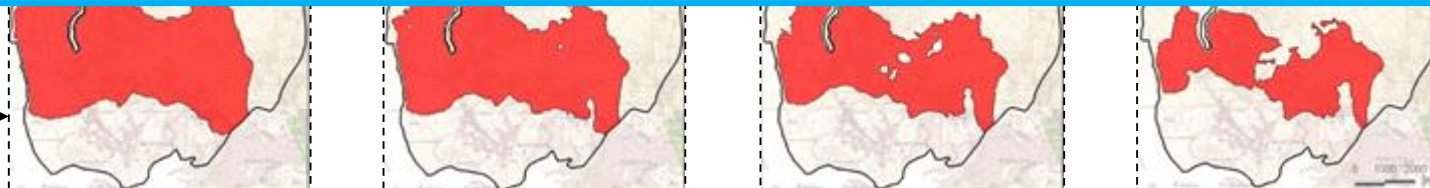
44,6 % da área modelada encontra-se acima dos 50 mg/L.

2. ZV ESTARREJA - MURTOSA

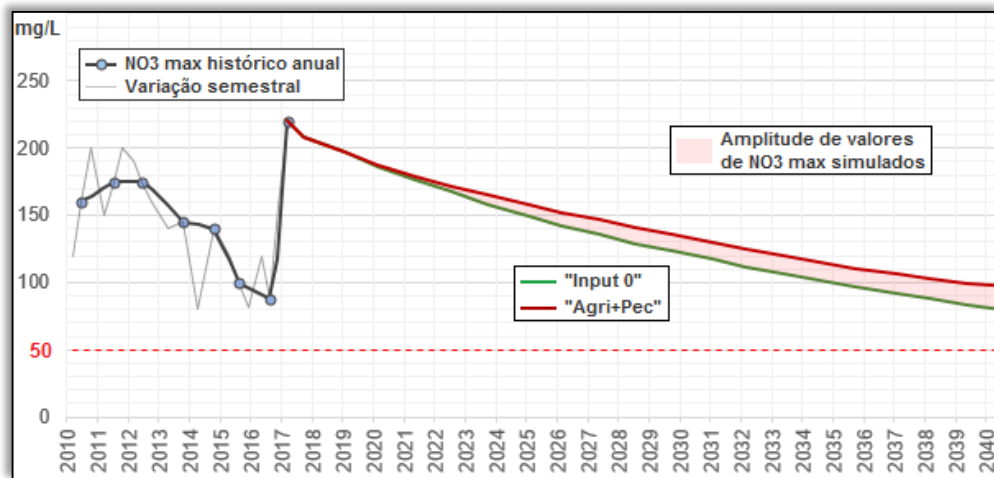
> 50 mg/L NO₃



Agricultura
e Pecuária



2. ZV ESTARREJA - MURTOSA



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área FEFLOW > 50 mg/L	
			2017	2040
Input 0	0	0	44,6	7,7
Agricultura	58710,19	69,0		9,5
Agricultura + Pecuária	297023,76			21,0
10 kg/ha	148240,14	47,4		13,9
20 kg/ha	296480,28			22,3

CONCLUSÕES

- Em 2016 a massa de água subterrânea apresentava resultados positivos em favor da recuperação, com as concentrações de NO₃, de um modo geral, a diminuírem de ano para ano.
- Em 2017, o estado químico da massa de água agravou-se substancialmente, não sendo possível antever a recuperação da mesma dentro dos prazos temporais estudados.



Ciências
ULisboa

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA
QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS NAS
ZONAS VULNERÁVEIS AOS NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE

4. ZV TEJO

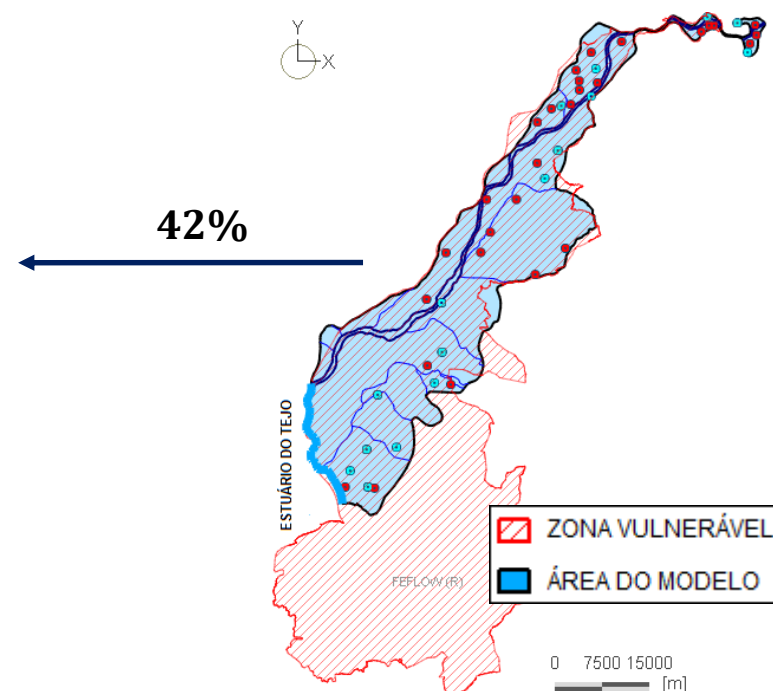
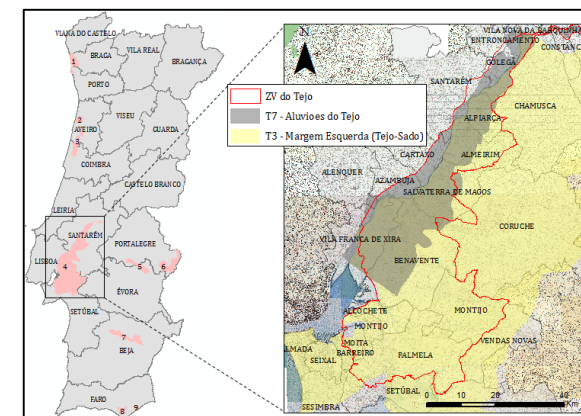
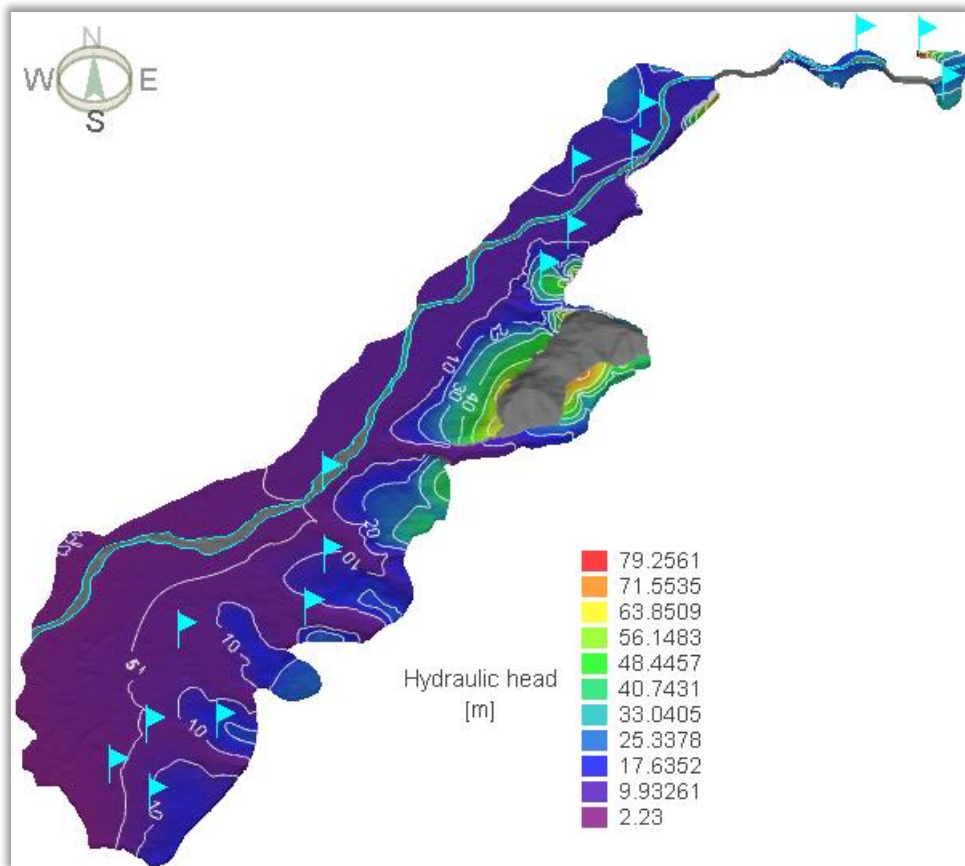


9 de Maio de 2019



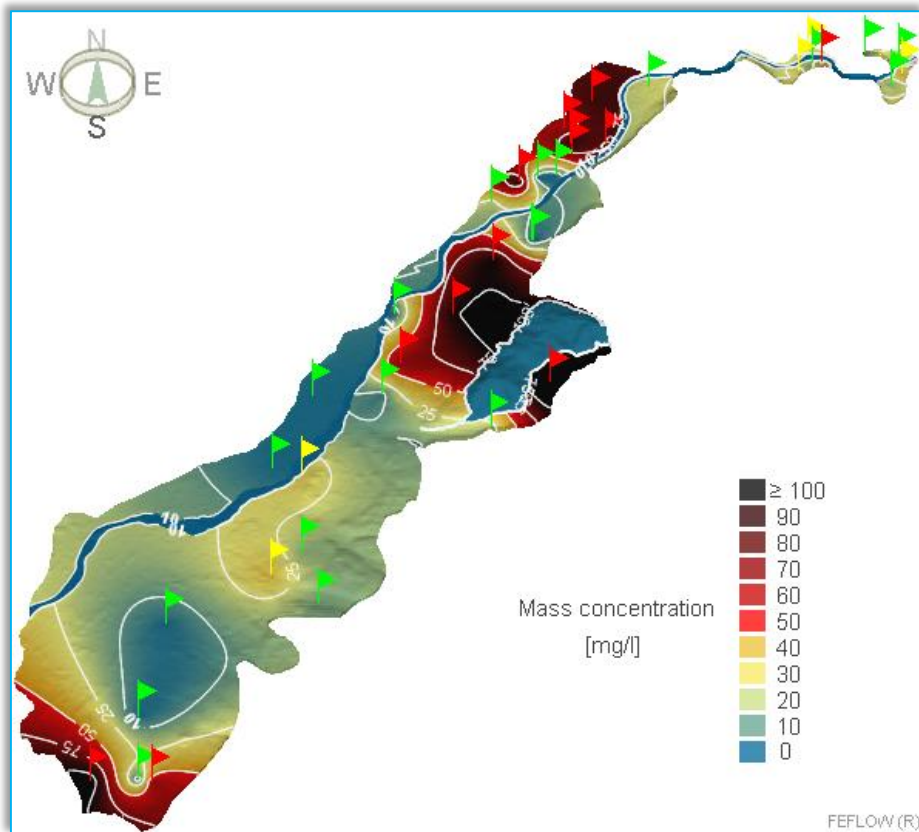
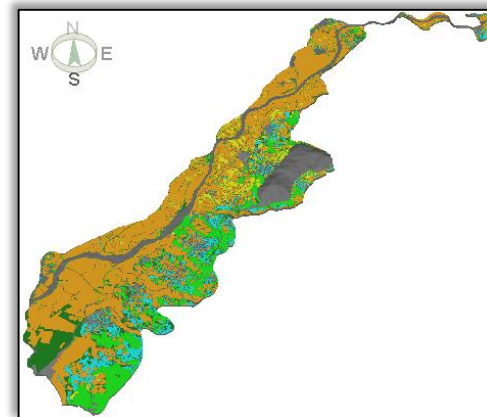
4. ZV TEJO

- Situa-se na região de Lisboa e Vale do Tejo, repartida por 19 municípios (área de 241690 ha), sendo delimitada sobre os sistemas aquíferos Aluviões do Tejo e Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda.



4. ZV TEJO

- Os pontos de controlo que apresentam concentrações de NO_3 elevadas estão correlacionados no espaço, situando-se na região da Golegã e Entroncamento, na região de Alpiarça e Almeirim, adjacente ao Estuário do Tejo, numa área de sapais, a norte de Alcochete.



Situação de referência: 2017

13 dos 37 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média de NO_3 é de 39,8 mg/L e o valor máximo de 135 mg/L.

23,1 % da área modelada encontra-se acima de 50 mg/L.

4. ZV TEJO

 > 50 mg/L NO₃

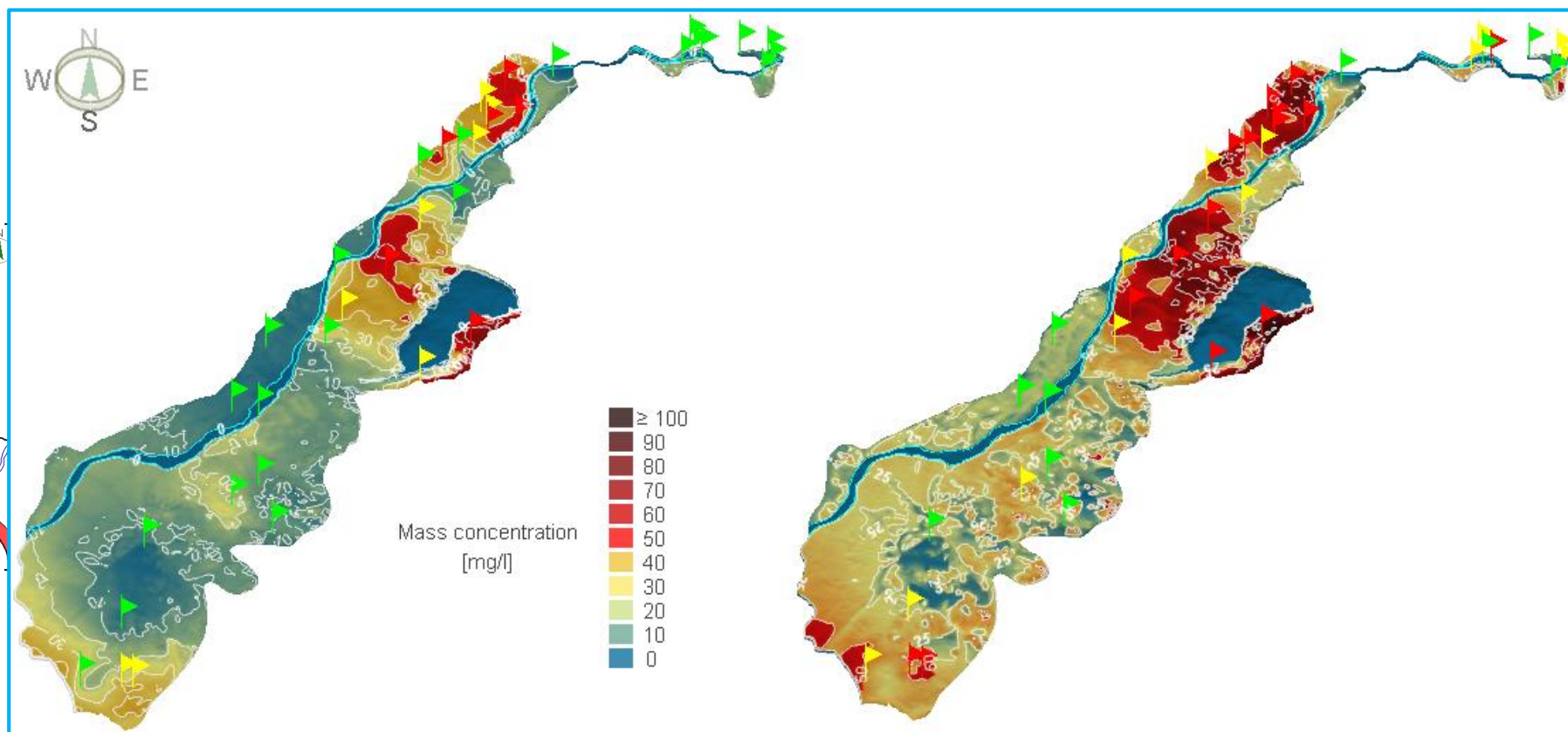
2017

2022

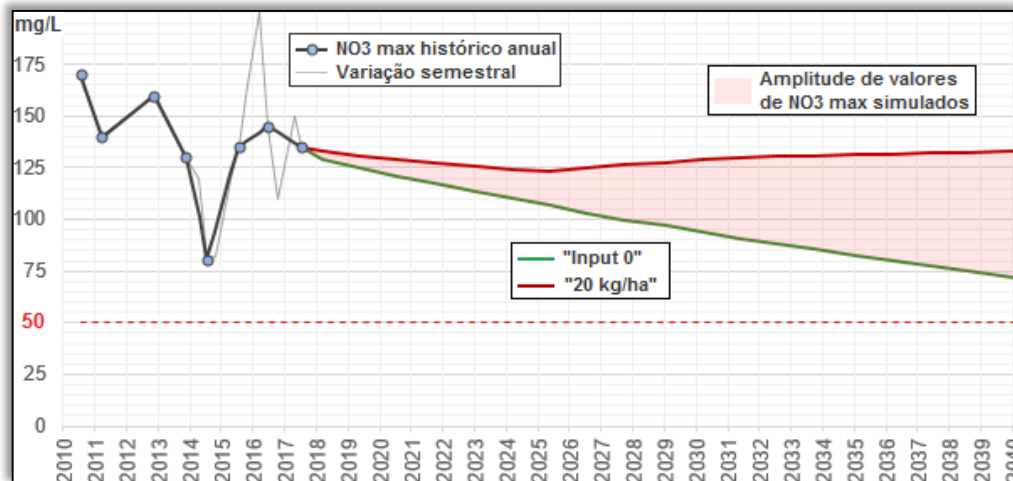
2028

2034

2040



4. ZV TEJO



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área FEFLOW > 50 mg/L	
			2017	2040
Input 0	0	0	23,0	3,5
Agricultura	1213939,14	91,9		5,7
Agricultura + Pecuária	2048570,56			6,1
10 kg/ha	3596034,94	75,5		11,4
20 kg/ha	7192069,87			18,4

CONCLUSÕES

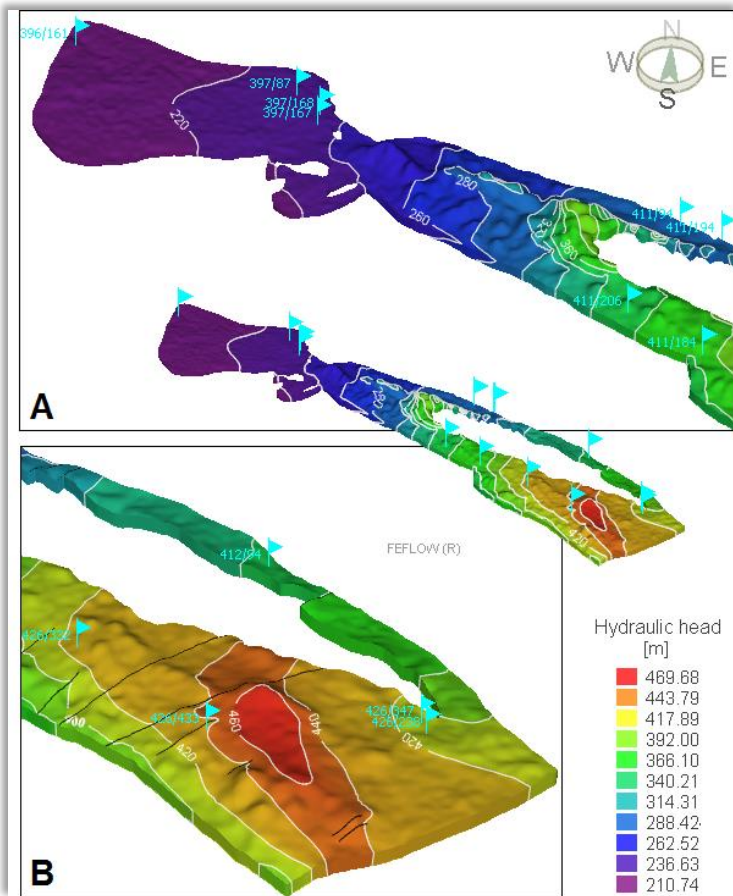
- Nenhuma das simulações efetuadas projeta a recuperação total da massa de água Aluviões do Tejo.
- Os resultados são condicionados pela extensão da massa de água (maior distância às áreas de descarga) e fraca densidade de amostragem, projetando áreas contaminadas de grande dimensão.
- A contaminação nas Aluviões do Tejo não se estende à totalidade da massa de água, antevendo-se percentagens inferiores a 20% na área de estudo, localizando-se, essencialmente, na região de Almeirim e Alpiarça (margem esquerda do rio Tejo) e na Golegã (margem direita do rio Tejo).

5. ZV ESTREMOZ - CANO

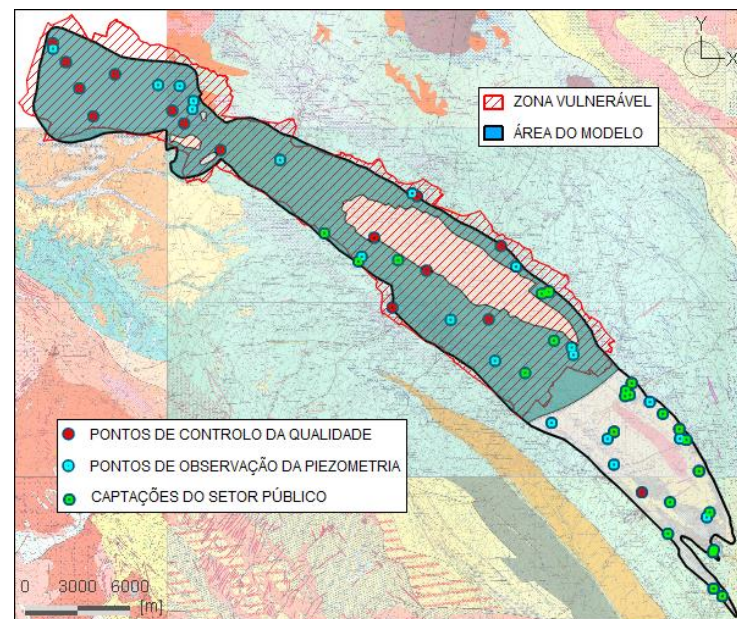
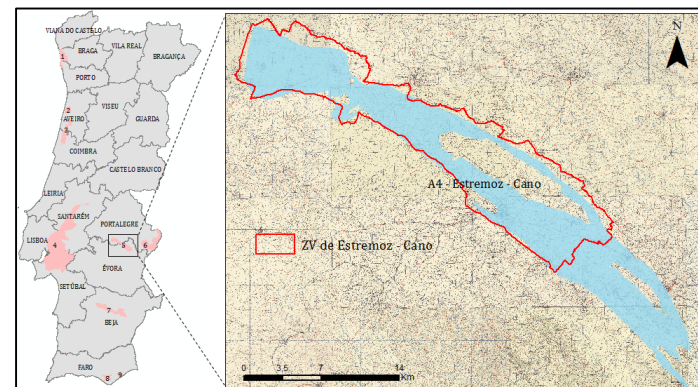


5. ZV ESTREMOZ - CANO

- Situa-se no Alto Alentejo, nos concelhos de Sousel (Portalegre) e Estremoz (Évora), no setor noroeste da massa de água subterrânea de Estremoz - Cano.

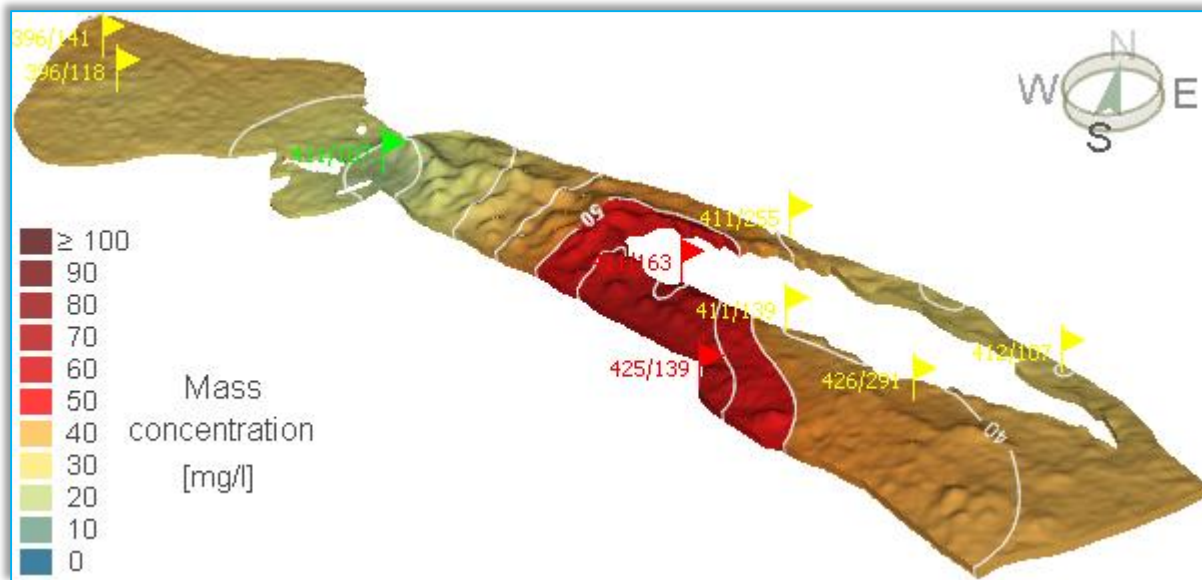
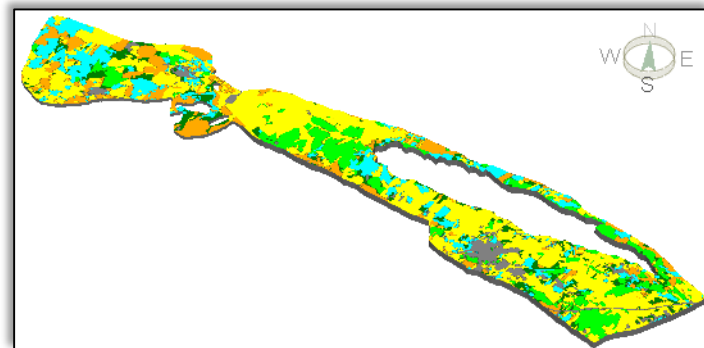


69 %



5. ZV ESTREMOZ - CANO

- Apenas duas estações de qualidade (411/163 e 425/139) apresentam valores de NO_3 que ultrapassam 50 mg/L, e apenas uma (411/107) apresenta valores inferiores a 25 mg/L, situando-se a média em 40 mg/L.



Situação de referência: 2017

2 dos 9 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média de NO_3 é de 41,6 mg/L e o valor máximo de 72 mg/L.

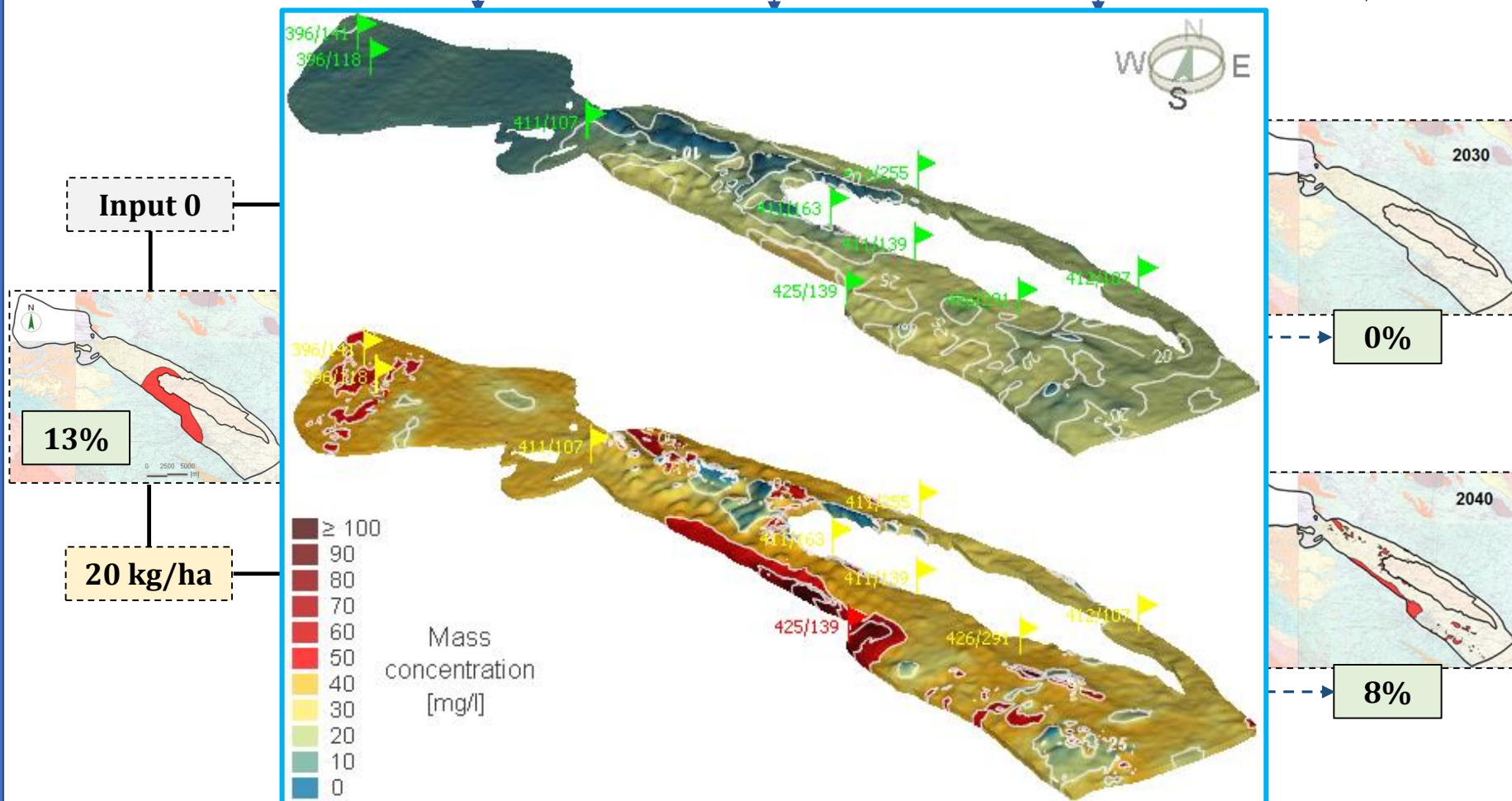
12,8 % da área modelada encontra-se acima de 50 mg/L.

5. ZV ESTREMOZ - CANO

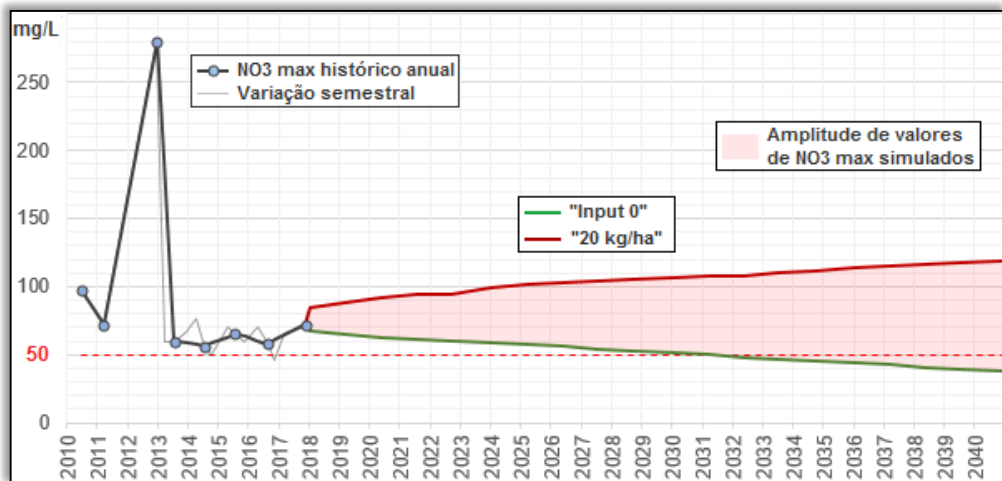
> 50 mg/L NO₃

2017

2040



5. ZV ESTREMOZ - CANO



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área FEFLOW > 50 mg/L	
			2017	2040
Input 0	0	0	12,8	0
Agricultura	135686,03	95,3		0
Agricultura + Pecuária	274364,81			0,1
10 kg/ha	547228,67	81,0		1,1
20 kg/ha	1094457,33			8,2

CONCLUSÕES

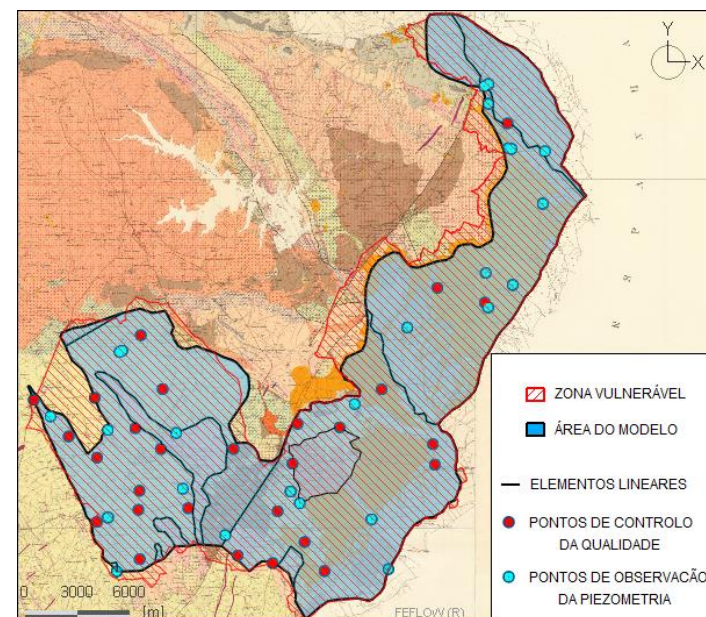
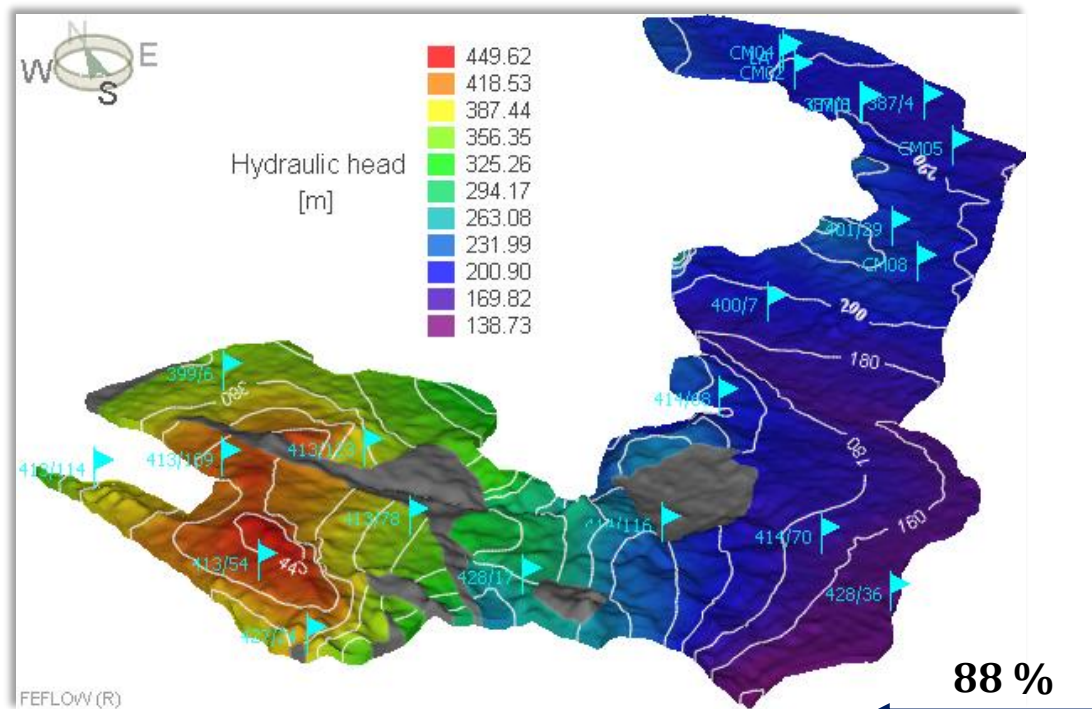
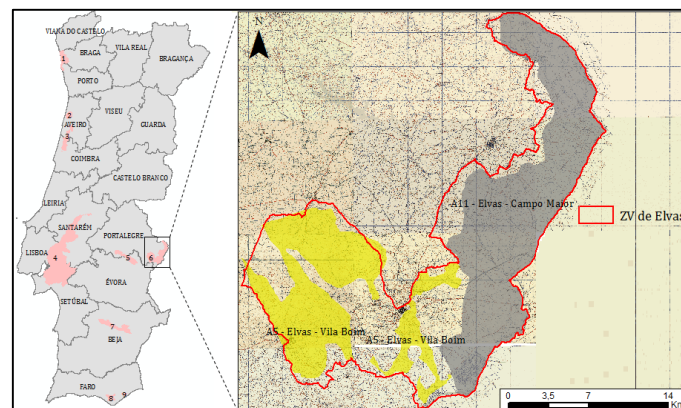
- A área afetada pela contaminação é sempre inferior a 20 % da área total, ainda assim, em apenas dois cenários se evidencia a redução dos teores de NO₃ para valores inferiores a 50 mg/L.
- Os resultados foram algo condicionados por dois principais aspetos: introdução de um ponto de controlo inativo, cujo último registo aponta para uma concentração de 72 mg/L, aumentando assim os casos de violação da norma de qualidade de 1 para 2 na situação de referência; presença de formações de reduzida permeabilidade (xistos) no domínio do modelo, que dificultam a dissipação do contaminante na principal área afetada (flanco Sul do Anticlinal).

6. ZV ELVAS



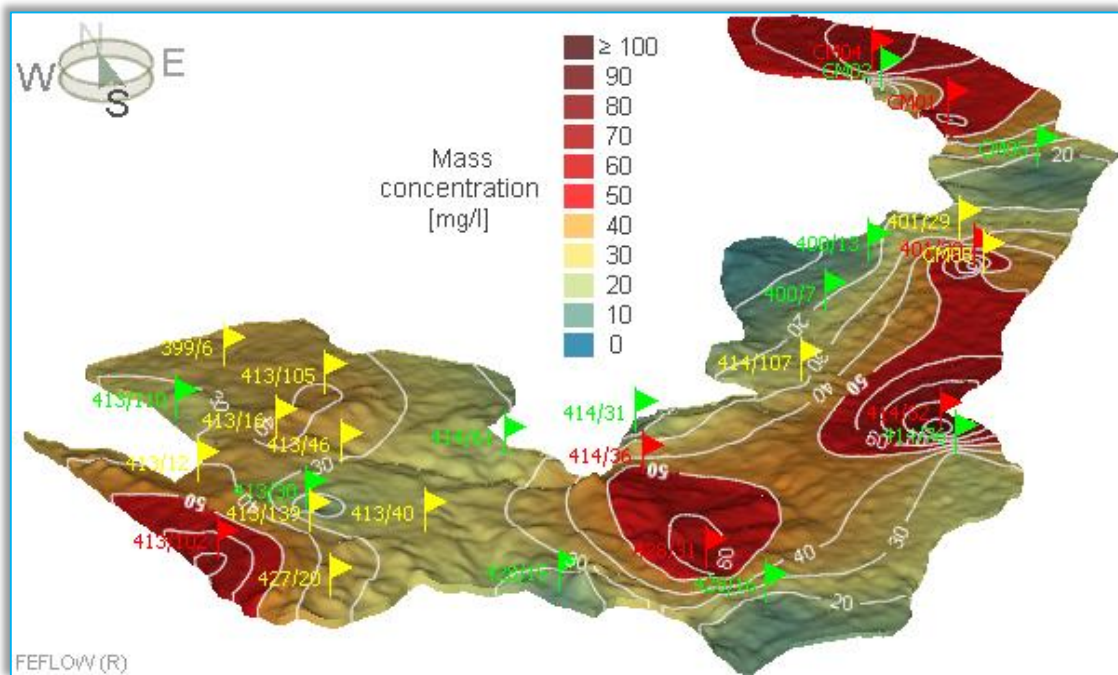
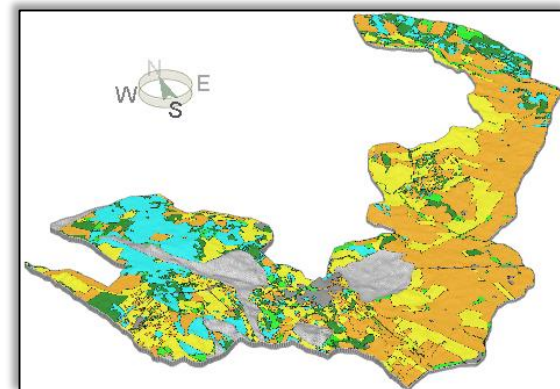
6. ZV ELVAS

- Situa-se na região do Alto Alentejo, nos municípios de Elvas e Campo Maior (Portalegre), abrangendo, a massa de água subterrânea de Elvas - Vila Boim e Elvas - Campo Maior.



6. ZV ELVAS

- O estado químico da massa de água subterrânea Elvas - Campo Maior é significativamente pior quando comparado com o estado químico da massa de água de Elvas - Vila Boim.



Situação de referência: 2017

7 dos 29 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média de NO_3 é de 38,4 mg/L e o valor máximo de 98,5 mg/L.

24 % da área modelada encontra-se acima de 50 mg/L.

6. ZV ELVAS

■ > 50 mg/L NO₃

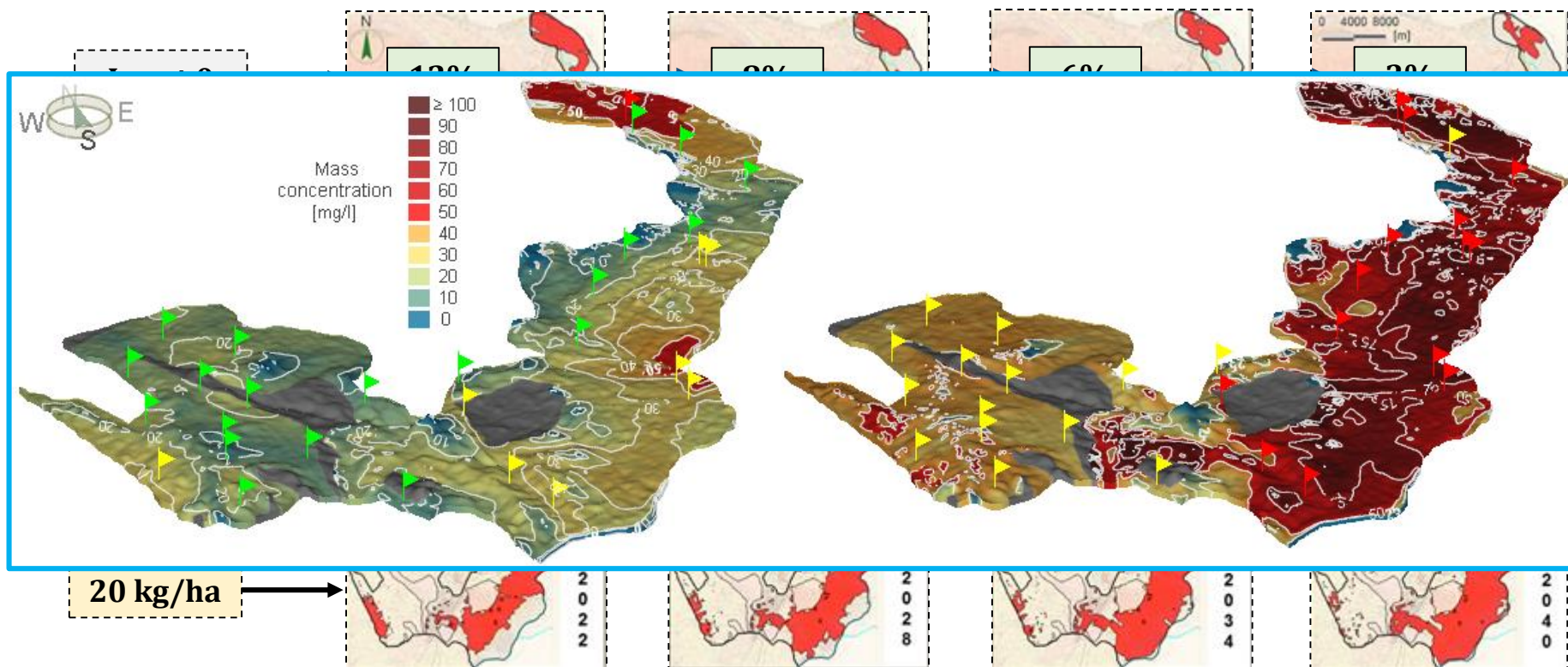
2017

2040

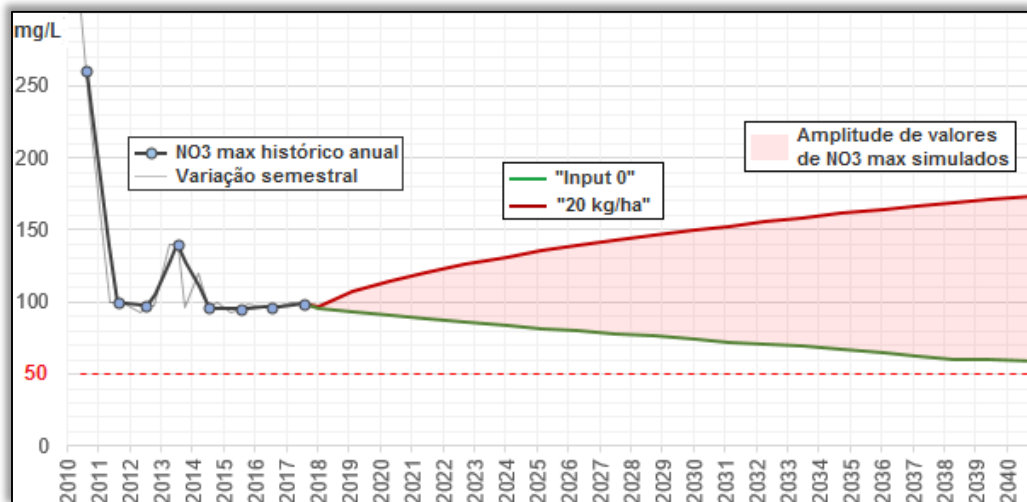
2022

2028

2034



6. ZV ELVAS



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área FEFLOW > 50 mg/L	
			2017	2040
Input 0	0	0	24,0	3,2
Agricultura	366088,84	97,2		5,7
Agricultura + Pecuária	724471,99			8,8
10 kg/ha	1339608,05	93,1		21,5
20 kg/ha	2679216,10			57,6

CONCLUSÕES

- As massas de água subterrânea inseridas na ZV de Elvas apresentam resultados e comportamentos muito distintos.
- É possível antever a recuperação total da massa de água Elvas - Vila Boim, enquanto a massa de água Elvas - Campo Maior não cumpre os objetivos ambientais nos prazos estudados.
- Na base destes resultados está o funcionamento hidráulico de cada massa de água e a situação de referência da qualidade, que é mais favorável para a massa de água Elvas - Vila Boim.



Ciências
ULisboa

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA
QUALIDADE DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS NAS
ZONAS VULNERÁVEIS AOS NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE

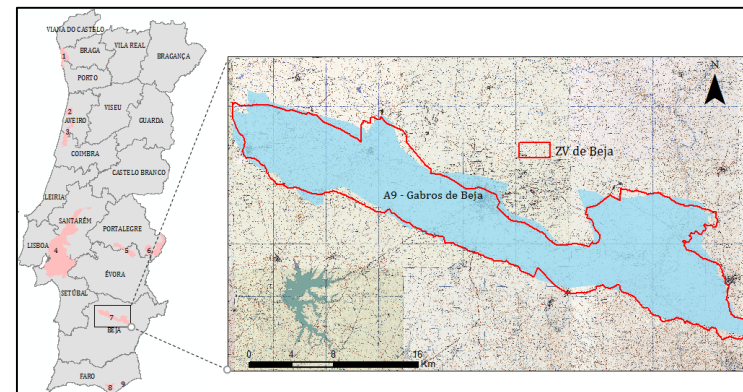
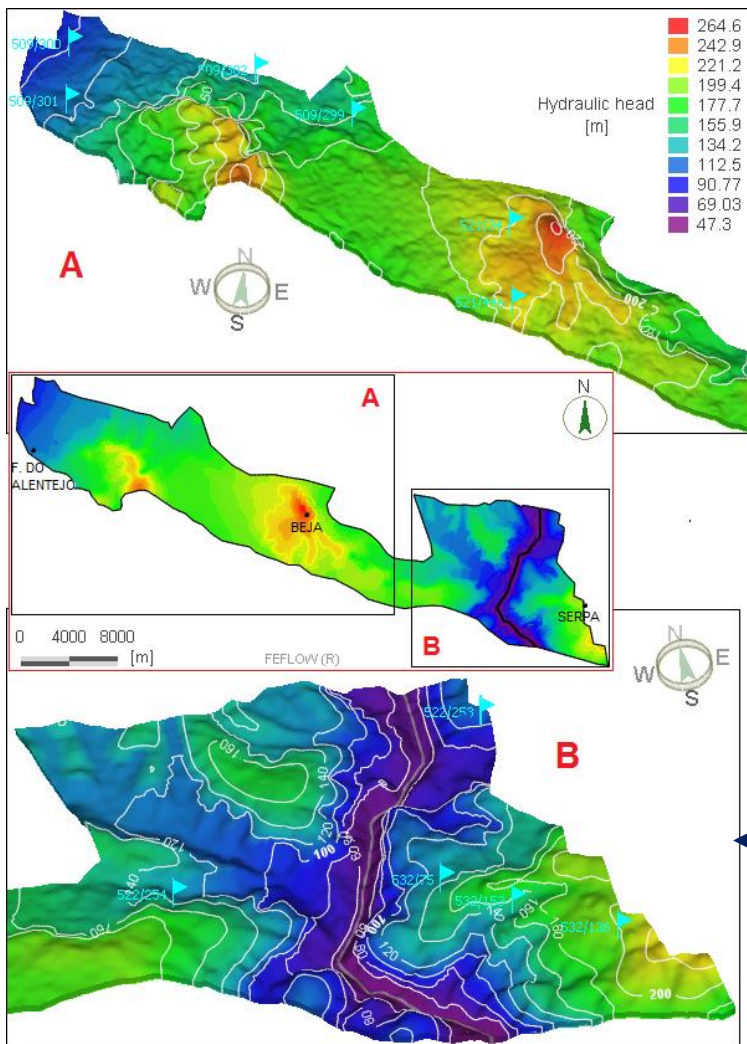
7. ZV BEJA



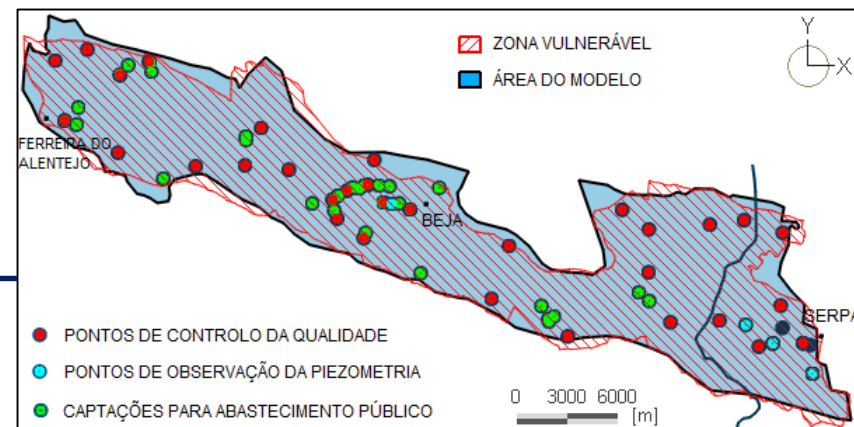
9 de Maio de 2019



7. ZV BEJA



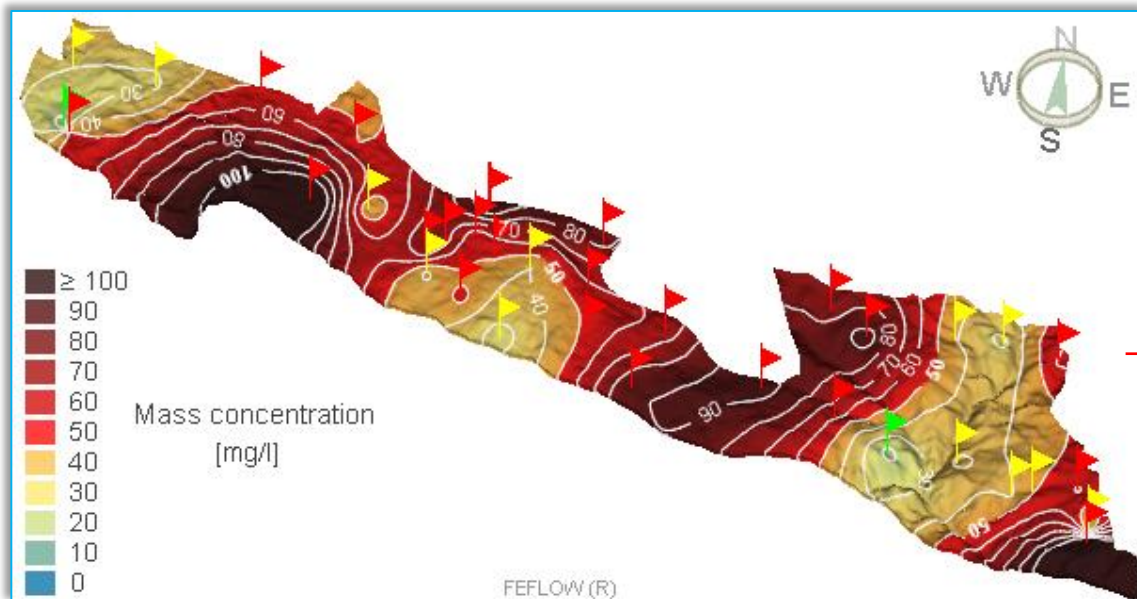
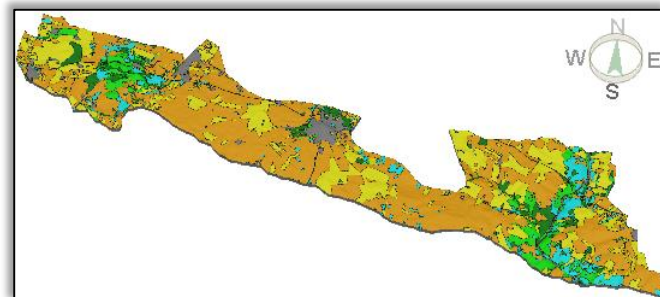
- Situa-se na província do Baixo Alentejo, repartida pelos concelhos de Ferreira do Alentejo, Beja e Serpa e abrange uma única massa de água subterrânea, os Gabros de Beja.



94 %

7. ZV BEJA

- A ZV de Beja apresenta um risco elevado de poluição por nitratos de origem agrícola, em virtude da presença de um aquífero fraturado freático, pouco profundo.



Situação de referência: 2017

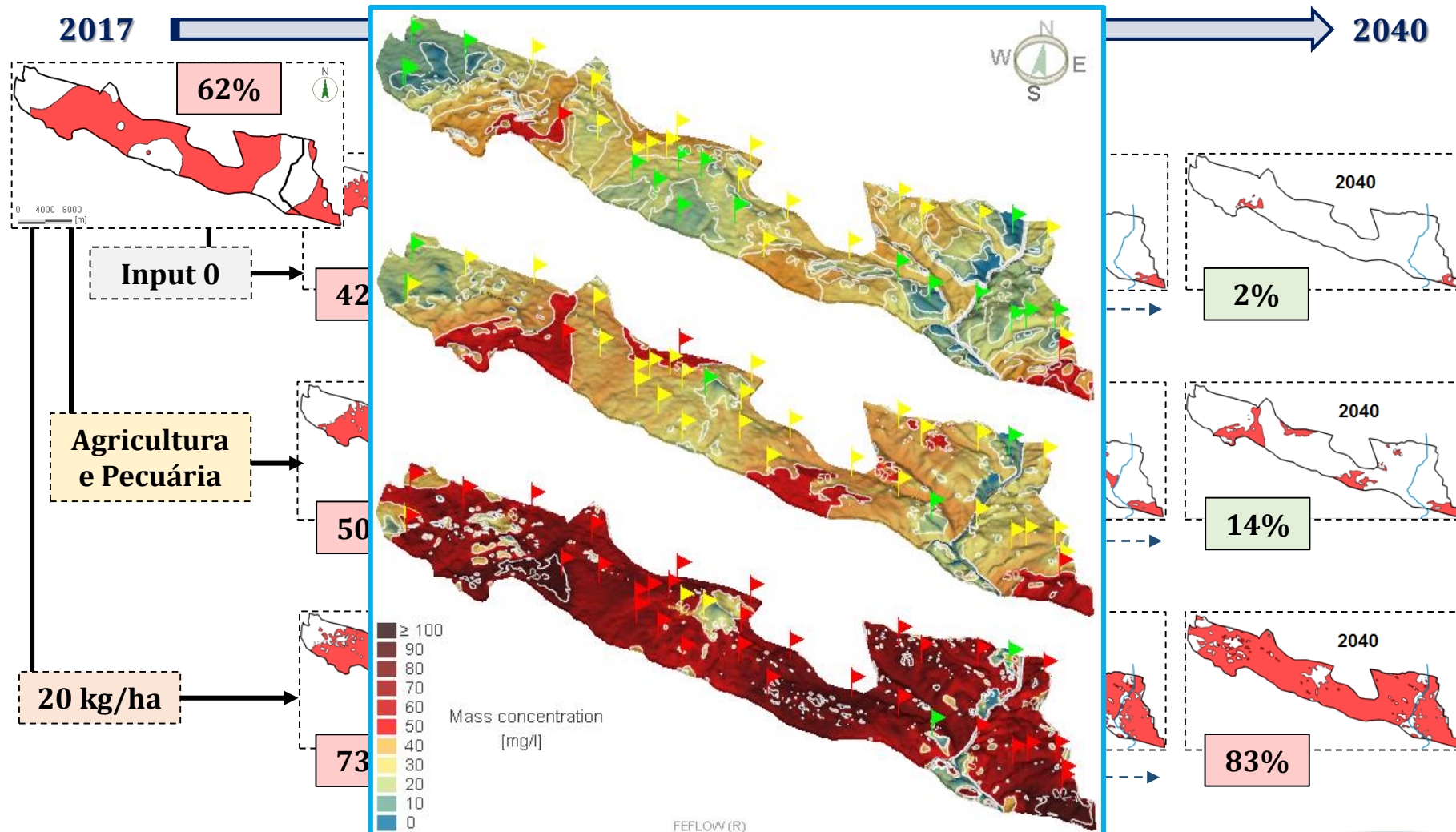
22 dos 36 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média de NO_3 é de 58,2 mg/L e o valor máximo de 138,3 mg/L.

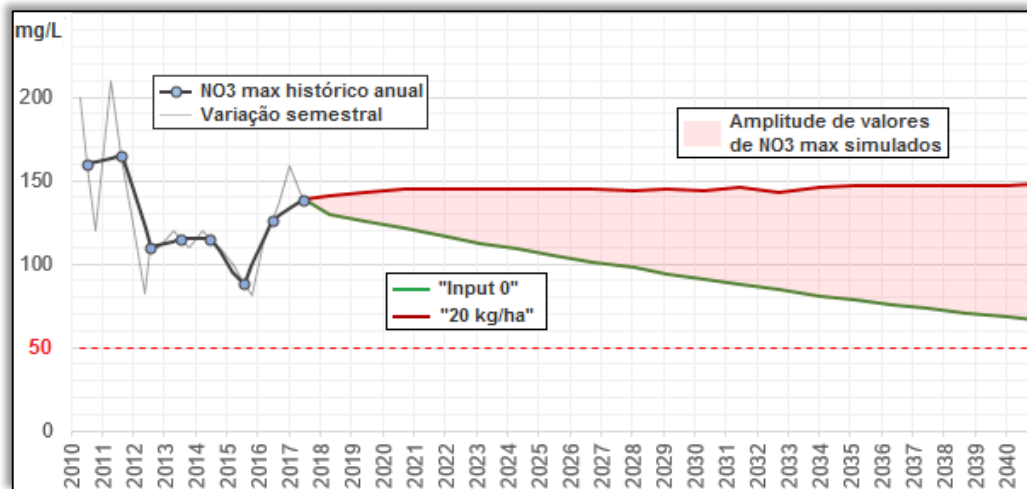
62 % da área modelada encontra-se acima de 50 mg/L.

7. ZV BEJA

> 50 mg/L NO₃



7. ZV BEJA



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área FEFLOW > 50 mg/L	
			2017	2040
Input 0	0	0	61,6	2,1
Agricultura	401504,69	95,3		9,4
Agricultura + Pecuária	613806,17			13,7
10 kg/ha	1359919,83	88,6		45,8
20 kg/ha	2719839,65			83,2

CONCLUSÕES

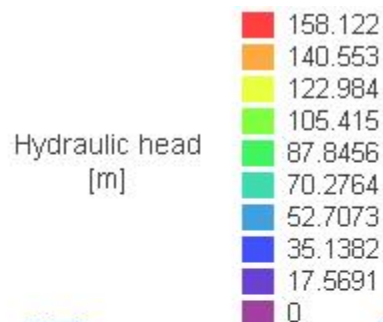
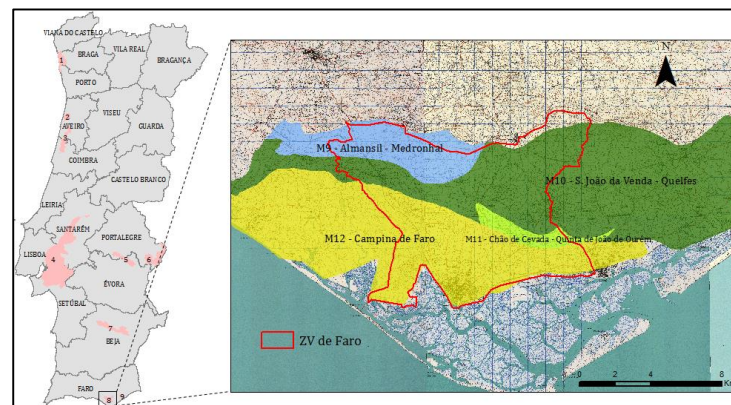
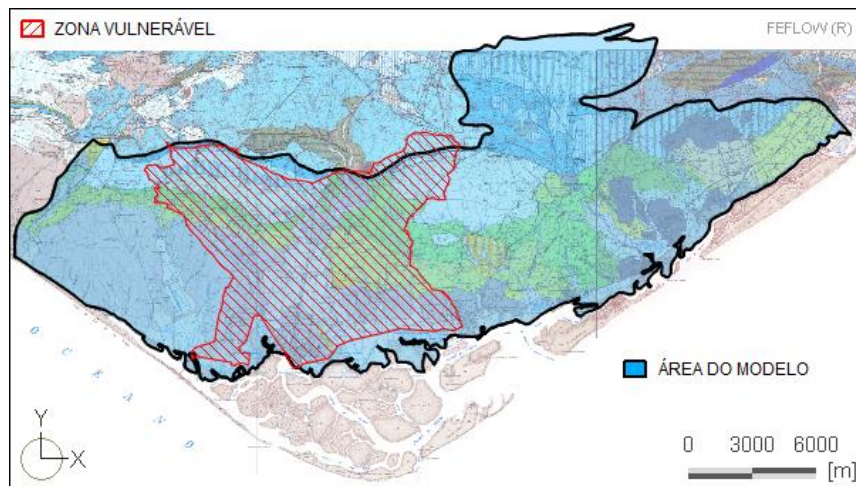
- Não se perspetiva a recuperação total da massa de água Gabros de Beja dentro do período temporal estudado, ainda que alguns cenários apontem para uma redução considerável da área poluída.
- A condicionante principal deste exercício está no estado químico atual da massa de água subterrânea, onde 22 das 36 estações de monitorização, apresentam valores de NO₃ acima de 50 mg/L.
- O aquífero também não é dotado de uma permeabilidade elevada que permita dissipar a contaminação ou deslocar a pluma rapidamente para áreas de descarga.

8. ZV FARO

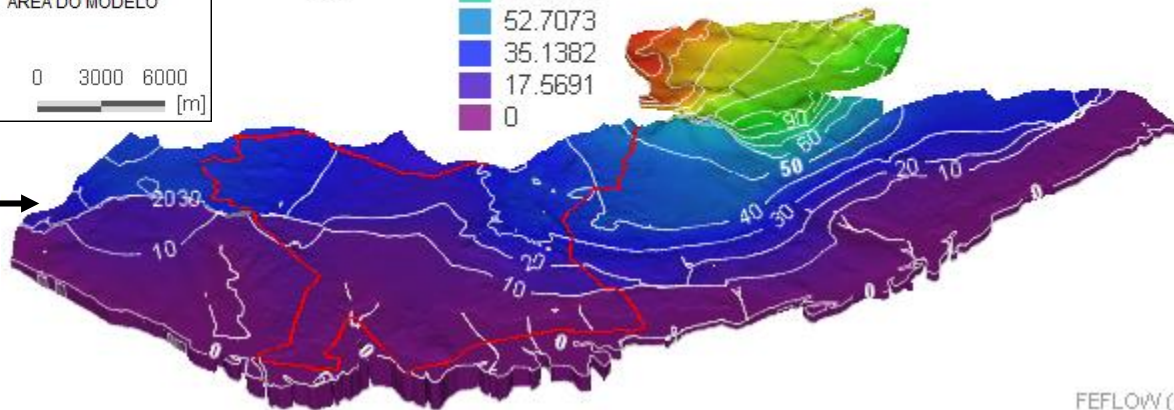


8. ZV FARO

- Situa-se na região do Algarve e está inserida em quatro massas de água subterrâneas: Almancil - Medronhal, São João da Venda - Quelfes, Chão de Cevada - Quinta João de Ourém e Campina de Faro - Subsistema Faro.

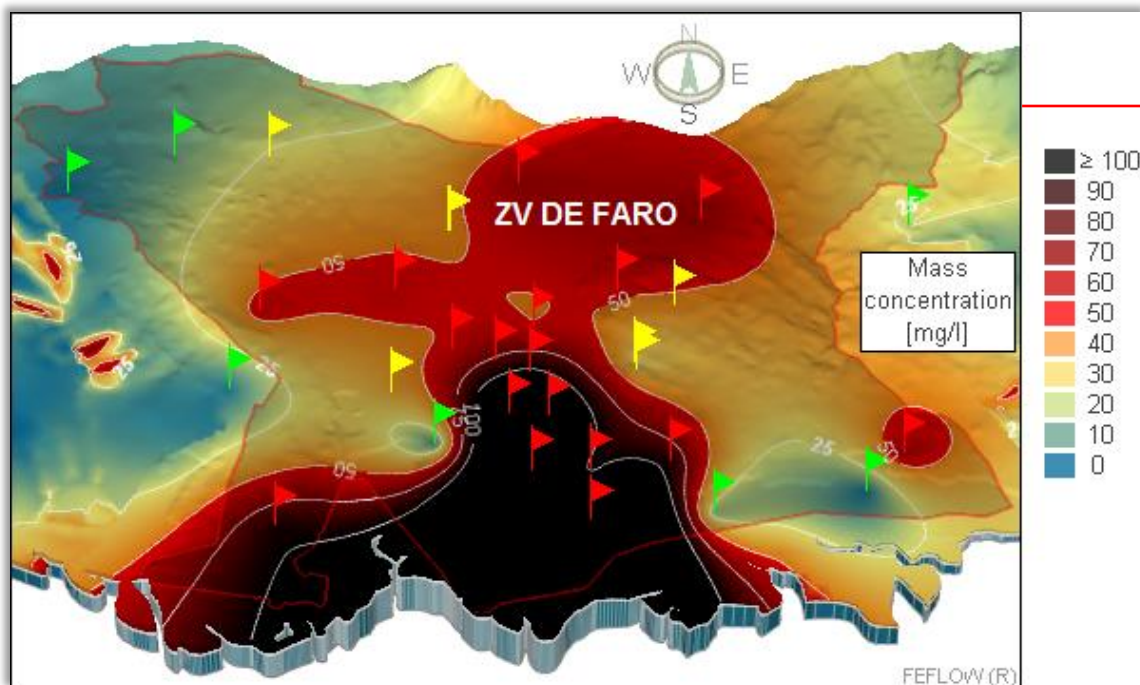
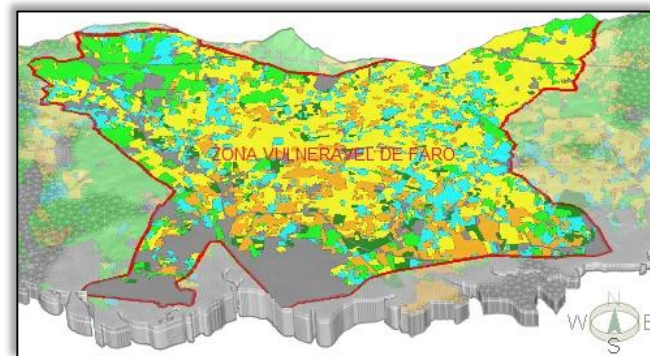


97 %



8. ZV FARO

- A massa de água subterrânea da Campina de Faro - Subsistema Faro é claramente a mais afetada, com 12 dos 17 pontos de controlo a registarem NO_3 acima de 50 mg/L.




Situação de referência: 2017

17 dos 28 pontos de controlo estão em incumprimento.

A média de NO_3 é de 67,0 mg/L e o valor máximo de 320 mg/L.

42 % da área modelada encontra-se acima de 50 mg/L.

8. ZV FARO

 > 50 mg/L NO₃

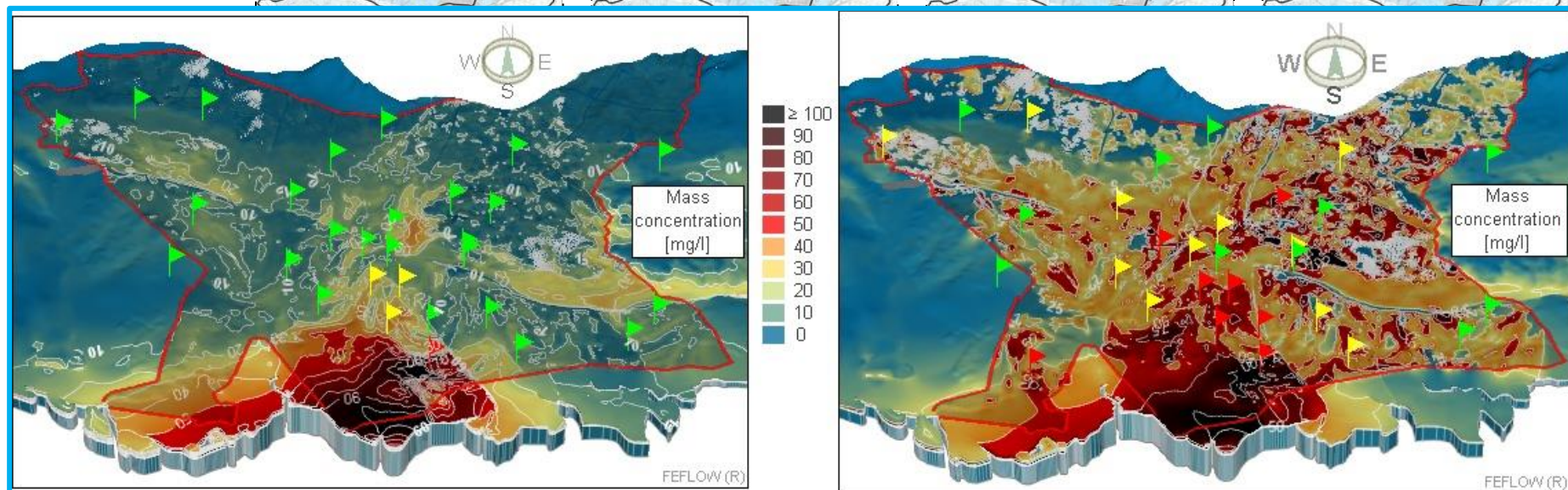
2017

2022

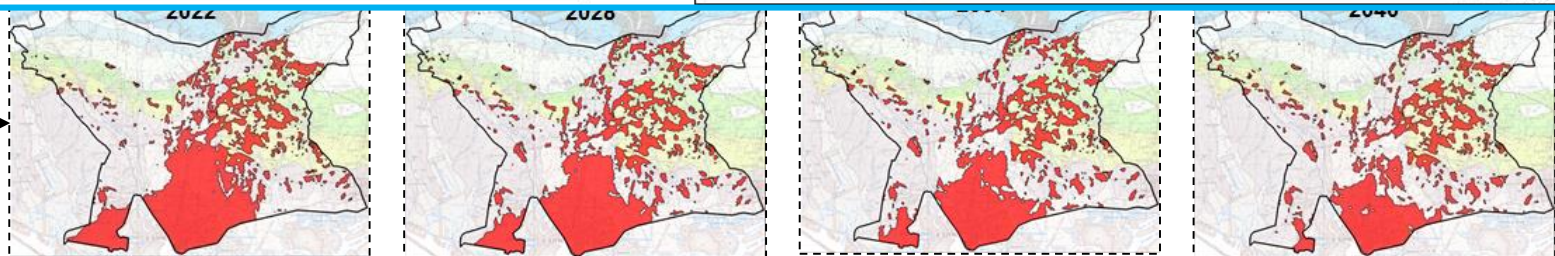
2028

2034

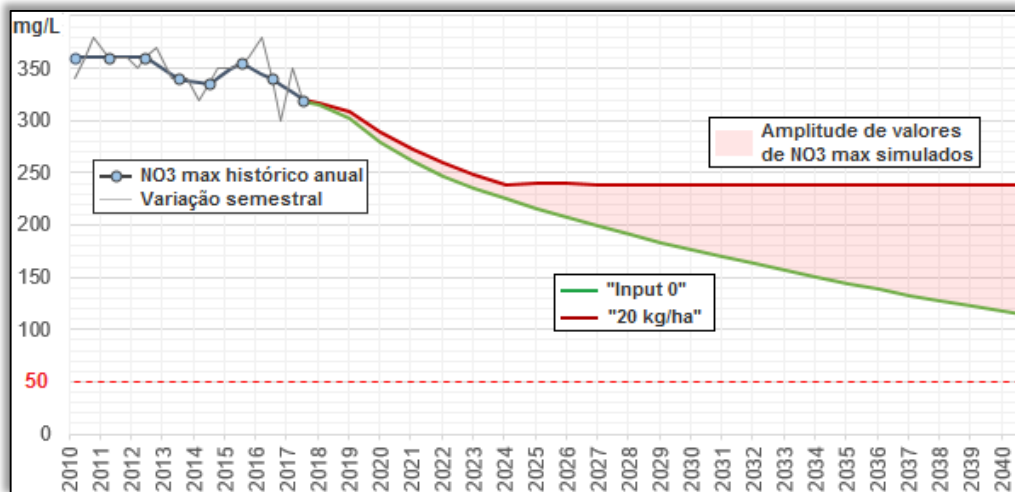
2040



20 kg/ha



8. ZV FARO



Cenário	Kg/ano NO ₃	% área sob pressão	% área ZV > 50 mg/L	
			2016	2040
Input 0	0	0	42,3	5,3
Agricultura	75750,77	82,9		5,7
Agricultura + Pecuária	77688,96			5,7
10 kg/ha	292063,63	69,5		7,4
20 kg/ha	584127,26			20,6

CONCLUSÕES

- Os objetivos ambientais poderão ser atingidos antes do previsto nas massas de água subterrâneas de São João da Venda - Quelfes, Almansil - Medronhal e Chão de Cevada - Quinta João de Ourém.
- Em grande parte dos cenários estudados a pluma contaminante localiza-se somente na massa de água subterrânea da Campina de Faro - Subsistema Faro, a partir de 2022.
- Alerta-se para o facto de 17 das 28 estações de monitorização apresentarem valores de NO₃ superiores a 50 mg/L, sem se identificar uma tendência de melhoria da qualidade nos últimos anos.

ANÁLISE DE RESULTADOS

- As avaliações sobre a qualidade das massas de água subterrânea são corroboradas pelos métodos numéricos na maioria das zonas vulneráveis.
- As diferenças mais significativas em relação às avaliações do estado químico verificam-se:
 - Aluviões do Tejo
 - Estremoz - Cano
- Não foram feitas apreciações para as massas de água da Bacia do Tejo-Sado/Margem e Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga, por parte destas massas de água não terem sido incluídas nos modelos numéricos.

Massa de Água Subterrânea	Zona Vulnerável	Estado Químico		
		1º Ciclo (2009-2015)	2º Ciclo (2016-2021)	Avaliação por simulação
Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave	Esposende - Vila do Conde	Medíocre	Medíocre ¹	Medíocre
Quaternário de Aveiro	Estarreja - Murtosa e Litoral Centro	Medíocre	Medíocre ¹	Medíocre
Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga	Litoral Centro	Medíocre	Medíocre ¹	Não definido
Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda	Tejo	Bom	Bom ¹	Não definido
Aluviões do Tejo	Tejo	Medíocre	Bom ¹	Medíocre
Estremoz - Cano	Estremoz - Cano	Medíocre	Medíocre ¹	Bom
Elvas - Vila Boim	Elvas	Medíocre	Bom ²	Bom
Elvas - Campo Maior	Elvas	Medíocre	Medíocre ²	Medíocre
Gabros de Beja	Beja	Medíocre	Medíocre ¹	Medíocre
Almansil - Medronhal	Faro	Medíocre	Bom ¹	Bom
São João da Venda - Quelfes	Faro	Medíocre	Bom ¹	Bom
Chão de Cevada - Quinta João de Ourém	Faro	Medíocre	Bom ²	Bom
Campina de Faro - Subsistema Faro	Faro	Medíocre	Medíocre ¹	Medíocre
Luz - Tavira	Luz - Tavira	Medíocre	Bom ¹	Bom

CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos nos modelos preditivos mostram que os seguintes fatores têm maior impacto nas projeções:
 - **Funcionamento hidráulico do aquífero:** o gradiente hidráulico e a distância as áreas de descarga são elementos chave na eliminação da poluição difusa causada por nitratos.
 - **Recarga na camada superficial:** a influência deste parâmetro na redução das concentrações de NO_3 acaba por ser ambígua.
 - **Condições iniciais do modelo de transporte:** a situação de referência da qualidade da massa de água subterrânea depende diretamente dos dados disponíveis na rede de monitorização do SNIRH.
- A consequência direta da parametrização constante durante as simulações numéricas é a obtenção de tendências lineares nas concentrações de NO_3 , crescentes ou decrescentes, sem que ocorram oscilações abruptas.
- Em relação aos cenários estudados, destaca-se a influência do setor pecuário nas ZV de Esposende - Vila do Conde e Estarreja - Murtosa e, de um modo geral, as escassas diferenças verificadas nos resultados entre os cenários “Input 0” e “Agricultura”.

RECOMENDAÇÕES FUTURAS

- As redes de monitorização da quantidade podem ser melhoradas. Não sendo um problema na maioria das zonas estudadas, fornecem dados essenciais para aprofundar os modelos conceptuais hidrogeológicos e melhor entender o funcionamento hidráulico dos aquíferos.
- A densidade dos pontos de monitorização da qualidade não é, ocasionalmente, a mais recomendada para que se possa definir com precisão as áreas contaminadas.

Zona Vulnerável	Área (km ²)	Pontos de Quantidade	Densidade amostral (nº/km ²)	Pontos de Qualidade	Densidade amostral (nº/km ²)
Esposende - Vila do Conde	206	4	1/52	22	1/9
Estarreja - Murtosa	71	6	1/12	10	1/7
Litoral Centro	237	30	1/8	41	1/6
Tejo	2417	16	1/151	37	1/65
Estremoz - Cano	153	13	1/12	9	1/17
Elvas	358	21	1/17	29	1/12
Beja	346	11	1/31	36	1/10
Faro	98	-	-	28	1/4
Luz - Tavira	35	8	1/4	8	1/4

AGRADECIMENTOS

A equipa agradece a ajuda das seguintes instituições e colegas que de algum modo ajudaram no desenvolvimento e concretização deste projeto

- **APA – Agência Portuguesa do Ambiente**

Dr.^a Ana Rita Lopes

Dr.^a Rosário Jesus

Eng.^a Sofia Batista

- **ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto**

Prof.^a Maria José Afonso

Dra. Liliana Freitas

- Doutor Rui Hugman



Muito Obrigada