

Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis Integrados na Região Hidrográfica 4

Parte 2 - Caracterização Geral e Diagnóstico

2.2 - Poluição Difusa

Junho de 2012
(Revisão Final)



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

ÍNDICE

2. Pressões Naturais e Incidências Antropogénicas Significativas	9
2.2. Poluição Difusa	9
2.2.1. Águas Superficiais	9
2.2.1.1. Agricultura	9
2.2.1.1.1. Metodologia Geral	16
2.2.1.1.2. Azoto	19
2.2.1.1.3. Fósforo	22
2.2.1.1.4. Resultados Obtidos	23
2.2.1.1.5. Validação dos resultados por comparação com outros estudos	27
2.2.1.2. Campos de Golfe	29
2.2.1.3. Agropecuárias	32
2.2.1.3.1. Suiniculturas	32
2.2.1.3.2. bovinicultoras	41
2.2.1.3.3. Resumo da Pressão Pecuária	46
2.2.2. Águas Subterrâneas	48
Referências Bibliográficas	55

FIGURAS

Figura 2.2.1 - Utilização de terras nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4	13
Figura 2.2.2 - Culturas temporárias nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4	14
Figura 2.2.3 - Culturas permanentes nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4	15
Figura 2.2.4 - Cargas específicas de azoto provenientes da agricultura	26
Figura 2.2.5 - Cargas específicas de fósforo provenientes da agricultura	27
Figura 2.2.6 - Localização geográfica das Bovinicultoras	41
Figura 2.2.7 - Zonas de maior pressão por poluição difusa proveniente da pecuária - bovinicultora e suinicultura	46
Figura 2.2.8 - Cargas específicas de azoto, que atingem as massas de água superficiais, provenientes das explorações pecuárias	47
Figura 2.2.9 - Cargas específicas de fósforo, que atingem as massas de água superficiais, provenientes das explorações pecuárias	48
Figura 2.2.10 - Delimitação das áreas com pressões significativas do parâmetro azoto (N) para as massas de águas subterrânea	51



QUADROS

Quadro 2.2.1- Comparação da SAU com a área total dos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4.....	10
Quadro 2.2.2- Quantidades de macronutrientes necessários para uma dada cultura atingir um bom nível de produtividade.....	17
Quadro 2.2.3- $P_{inorgânico}$ em solos de Portugal.....	22
Quadro 2.2.4- Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por concelho.....	23
Quadro 2.2.5 - Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por bacia-hidrográfica.....	25
Quadro 2.2.6 - Comparação das cargas poluentes com outros estudos	28
Quadro 2.2.7 - Caracterização dos campos de golfe, existentes e previstos	30
Quadro 2.2.8 - Caracterização das cargas poluentes associadas aos campos de golfe.....	31
Quadro 2.2.9 - Equivalências em cabeças normais e animais equivalentes	32
Quadro 2.2.10 - Número de efetivos e animais equivalentes, por concelho.....	33
Quadro 2.2.11 - Capitações unitárias	34
Quadro 2.2.12 - Eficiências de remoção consideradas.....	34
Quadro 2.2.13 - Cargas provenientes dos efluentes das suiniculturas aplicadas no solo, por concelho.....	35
Quadro 2.2.14 - Cargas provenientes dos efluentes das suiniculturas aplicadas no solo, por bacia hidrográfica	37
Quadro 2.2.15 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 107/2008)	38
Quadro 2.2.16 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 236/2008)	39
Quadro 2.2.17 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 182/2008)	40
Quadro 2.2.18 - Monitorização dos solos sujeitos a valorização agrícola com chorume (LA 182/2008)	40
Quadro 2.2.19 - Capitações de poluentes para os bovinos (kg/animal/ano)	42
Quadro 2.2.20 - Volumes anuais produzidos de chorume por tipo de bovino	42
Quadro 2.2.21 - Eficiências de remoção dos sistemas de retenção de efluentes das Bovinicultoras.....	43
Quadro 2.2.22 - Cargas provenientes dos efluentes das Bovinicultoras aplicadas no solo, por concelho.....	43
Quadro 2.2.23 - Cargas provenientes dos efluentes das Bovinicultoras aplicadas no solo, por bacia hidrográfica	45
Quadro 2.2.24 - Escalões de intensidade para a utilização do azoto (N)	49
Quadro 2.2.25 - Classificação das classes do IS	50
Quadro 2.2.26 - Massas de águas subterrâneas com pressões difusas significativas.....	53
Quadro 2.2.27 - Superfície agrícola (ha) por tipos de ocupação do solo por região.....	53

PEÇAS DESENHADAS

D2_2_1_c - Pressões nas massas de água superficiais associadas a fontes poluentes difusas. Cargas específicas de azoto

D2_2_2_c - Pressões nas massas de água superficiais associadas a fontes poluentes difusas. Cargas específicas de fósforo



SIGLAS E ACRÓNIMOS

AFN - Autoridade Florestal Nacional

A.P - Administração Portuária

ARH - Administrações das Regiões Hidrográficas

ARH Centro - Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P.

DQA - Diretiva Quadro da Água

EN - Estrada Nacional

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

ICNB - Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade

IGT - Instrumento de Gestão Territorial

IGAOT - Inspeção Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

INAG - Instituto da Água

IM - Instituto de Meteorologia

MAOTDR - Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

MADRP - Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas

NUT - Nomenclatura da Unidade Territorial para Fins Estatísticos

PBH - Plano de Bacia Hidrográfica

PDM - Plano Diretor Municipal

PEN - Plano Estratégico Nacional de Desenvolvimento Rural

PGRH - Plano de Gestão de Região Hidrográfica

PIN - Projetos de Interesse Nacional

PNA - Plano Nacional da Água

POOC - Plano de Ordenamento da Orla Costeira

POEM - Plano de Ordenamento de Espaço Marítimo

POOC - Plano de Ordenamento da Orla Costeira

RH4 - Região hidrográfica 4

TURH - Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos

ZPE - Zona de Proteção Especial

FICHA TÉCNICA

Cliente

ARH Centro, I.P. - Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P.

Referência do Projeto

Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis

Descrição do Documento

Caracterização Geral e Diagnóstico - Pressões Naturais e Incidências
Antropogénicas Significativas - Poluição Difusa

Referência do Ficheiro

RH4_P2_S2_2_RT_Final.doc

N.º de Páginas

61

Autores

Prof. António Jorge Monteiro

Prof. Luís Tavares Ribeiro

Prof. José Saldanha Matos

Eng.º Carlos Raposo

Eng.ª Maria Teresa Gamito

Outras Contribuições

Eng.ª Ana Buxo

Eng.ª Ana Guerreiro

Eng.ª Ana Nunes

Eng.ª Catarina Zózimo

Eng.º João Cabrita

Eng.º João Nascimento

Eng.ª Marlene Antunes

Eng.ª Ruth Lopes

Eng.ª Sofia Graça

Eng.ª Sónia Pinto

Diretor de Projeto

Eng.º Rui Coelho

Data da 1.ª versão

23 de fevereiro de 2010

REGISTO DE ALTERAÇÕES

Revisão / Verificação	Data	Responsável	Descrição
01	02/07/2011	António Jorge Monteiro	Retificação do documento tendo por base o Relatório de Apreciação da ARH do Centro
02	29/10/2011	António Jorge Monteiro	Retificação do documento tendo por base o Relatório de Apreciação da ARH do Centro
Versão final	29/06/2012	António Jorge Monteiro	Retificação do documento tendo por base os contributos recebidos no âmbito da Participação Pública

2. Pressões Naturais e Incidências Antropogénicas Significativas

2.2. Poluição Difusa

2.2.1. Águas Superficiais

No que se refere às fontes difusas de poluição das massas de água superficiais, foram identificadas e caracterizadas as seguintes categorias de pressões: agricultura, agropecuárias e campos de golfe. Existem ainda outras fontes que potencialmente podem contribuir para a poluição das massas de água mas que não são passíveis de ser contabilizadas no âmbito deste Plano, nomeadamente as relacionadas com o uso intensivo de herbicidas para controle de vegetação herbácea nos taludes das estradas, apesar de se considerar frequentemente o uso de herbicidas biodegradáveis.

2.2.1.1. Agricultura

A agricultura, particularmente quando praticada de forma intensiva e com recurso a grandes quantidades de fertilizantes, é uma importante fonte de poluição difusa. Com base na informação dos Planos de Bacia Hidrográfica anteriores, o INAG (2005) estimou que na RH4, onde estão integradas as bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis, as cargas poluentes de azoto e fósforo com origem difusa são, respetivamente, de 2305 e 264 ton/ano, considerando-as uma pressão significativa importante. Esta classificação resulta da avaliação da área percentual das massas de água em risco devido à pressão dos poluentes agrícolas comparativamente a todos os tipos de pressões poluentes. Apresenta-se neste capítulo uma reavaliação destas estimativas.

Nesta região, a agricultura é mais intensiva nas áreas regadas, nomeadamente, nas áreas agrícolas associadas a perímetros de rega, sendo de destacar as áreas de milho e os ecossistemas orizícolas (com estreita relação entre a cultura do arroz e a água) (ARH do Centro, 2009).

O Quadro 2.2.1 compara a superfície agrícola utilizada (SAU) com a área total dos concelhos integrados nas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis, de acordo com os dados do Recenseamento Agrícola 2009 (RGA 2009) do INE. O peso da SAU na área do concelho varia entre 89%, em Alcanena, e 11%, em Mortágua. São João da Madeira não tem dados disponíveis.



Quadro 2.2.1- Comparação da SAU com a área total dos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4

Concelho	Área total (ha)	SAU (ha)	SAU (% da área do concelho)	Culturas temporárias (% SAU) ¹	Culturas permanentes (% SAU)	Prados e pastagens permanentes (% SAU)
Águeda	9208	1903	21	76	9	6
Aguiar da Beira	6863	2999	44	49	16	30
Albergaria-a-Velha	3820	2103	55	83	2	11
Alcanena	4 942	4383	89	14	56	16
Anadia	11 053	3446	31	30	56	3
Ansião	6 174	2390	39	15	74	7
Arganil	4 720	1396	30	36	27	25
Arouca	10 056	4457	44	35	5	58
Aveiro	3802	2424	64	83	2	9
Batalha	3078	988	32	31	51	4
Cantanhede	15 210	5775	38	47	43	2
Carregal do Sal	3486	1409	40	28	42	7
Castanheira de Pera	376	90	24	16	65	15
Castro Daire	6944	3084	44	35	5	52
Celorico da Beira	14 392	8328	58	36	13	45
Coimbra	10 291	5192	50	63	28	4
Condeixa-a-Nova	5183	1904	37	40	39	11
Covilhã	22 873	10 792	47	38	31	24
Estarreja	4437	3173	72	75	7	16
Figueira da Foz	10 001	5509	55	89	2	5
Figueiró dos Vinhos	2634	382	14	22	67	5
Fornos de Algodres	5527	2833	51	52	22	21
Góis	1386	170	12	40	31	17
Gouveia	11 202	6648	59	25	31	40
Guarda	36 685	19 248	52	23	9	63
Ílhavo	1055	822	78	94	1	1
Leiria	15 797	4870	31	62	26	5
Lousã	1279	410	32	48	38	2
Mangualde	8950	3757	42	36	35	12
Manteigas	1479	288	19	41	21	35
Marinha Grande	582	154	26	68	13	15
Mealhada	4897	1708	35	31	59	3
Mira	2721	1071	39	86	6	2
Miranda do Corvo	2326	691	30	28	59	1
Montemor-o-Velho	11 681	8447	72	84	4	8

¹ Acima dos 100% quando há várias culturas diferentes numa mesma área

Concelho	Área total (ha)	SAU (ha)	SAU (% da área do concelho)	Culturas temporárias (% SAU) ¹	Culturas permanentes (% SAU)	Prados e pastagens permanentes (% SAU)
Mortágua	7593	855	11	59	18	9
Murtosa	1953	1437	74	85	4	9
Nelas	5246	2769	53	15	64	8
Oliveira de Azeméis	3996	1603	40	90	3	3
Oliveira de Frades	3651	1489	41	69	6	18
Oliveira do Bairro	3794	1779	47	56	25	6
Oliveira do Hospital	6833	2973	44	37	33	17
Ourém	11 823	4326	37	19	65	3
Ovar	2623	1673	64	94	1	2
Pampilhosa da Serra	1834	442	24	7	77	10
Penacova	4628	793	17	57	35	1
Penalva do Castelo	6648	2580	39	24	54	14
Penela	3724	1131	30	22	62	13
Pinhel	28 492	18892	66	17	35	41
Pombal	15 023	4108	27	58	28	6
Porto de Mós	8191	3350	41	13	41	42
Santa Comba Dão	2939	1232	42	42	20	18
Santa Maria da Feira	3028	1240	41	91	4	3
São Pedro do Sul	8787	3786	43	42	8	38
Sátão	6145	2761	45	42	28	23
Seia	13 249	5434	41	37	39	19
Sernancelhe	8638	5077	59	20	39	34
Sever do Vouga	2656	648	24	68	7	19
Soure	10 040	4898	49	60	25	10
Tábua	5296	2135	40	42	26	9
Tondela	13 063	4191	32	32	41	16
Trancoso	21 000	11 125	53	20	33	40
Vagos	4721	2511	53	92	2	0
Vale de Cambra	4674	1872	40	28	9	59
Vila Nova de Paiva	4079	1602	39	47	4	46
Vila Nova de Poiares	1426	261	18	47	35	7
Viseu	15 733	5827	37	32	44	12
Vouzela	5339	2018	38	45	11	35



A Figura 2.2.1 apresenta a utilização de terras nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na região hidrográfica 4, em percentagem da SAU. Verifica-se que os concelhos de Ílhavo, Ovar, Vagos, Santa Maria da Feira, Oliveira de Azeméis, Figueira da Foz, Mira e Murtosa apresentam a maior percentagem de terras aráveis (acima dos 85%) onde se praticam culturas temporárias, entendidas como sementeiras anuais (como cereais, feijão, girassol ou batata) ou culturas que ocupam o solo por um período inferior a 5 anos (como morangos, espargos e prados temporários). As principais culturas temporárias são as culturas forrageiras e os cereais (Figura 2.2.2).

As culturas permanentes, que incluem pomares de frutos frescos (exceto citrinos), citrinos, frutos subtropicais, frutos secos, olival, vinha, viveiros, chá, vime, plantações recentes e culturas em estufas, ocorrem sobretudo nos concelhos de Penela, Nelas, Ourém, Castanheira de Pera, Figueiró dos Vinhos, Ansião e Pampilhosa da Serra, onde mais de 60% da SAU é ocupada por este tipo de culturas. Entre as culturas permanentes das bacias dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4, a vinha e o olival são as culturas dominantes, exceto em Mira, Marinha Grande e Ílhavo, onde dominam os frutos frescos e em Vila Nova de Paiva, onde a cultura dominante são os frutos secos (Figura 2.2.3).

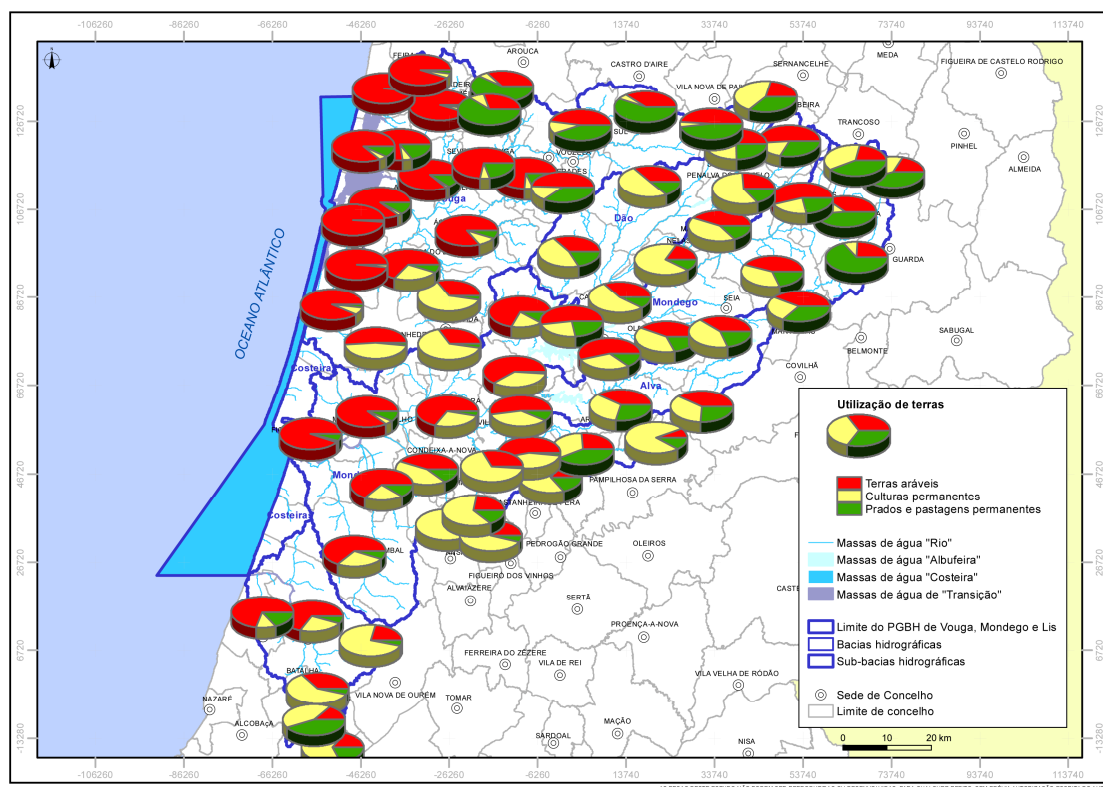


Figura 2.2.1 - Utilização de terras nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4

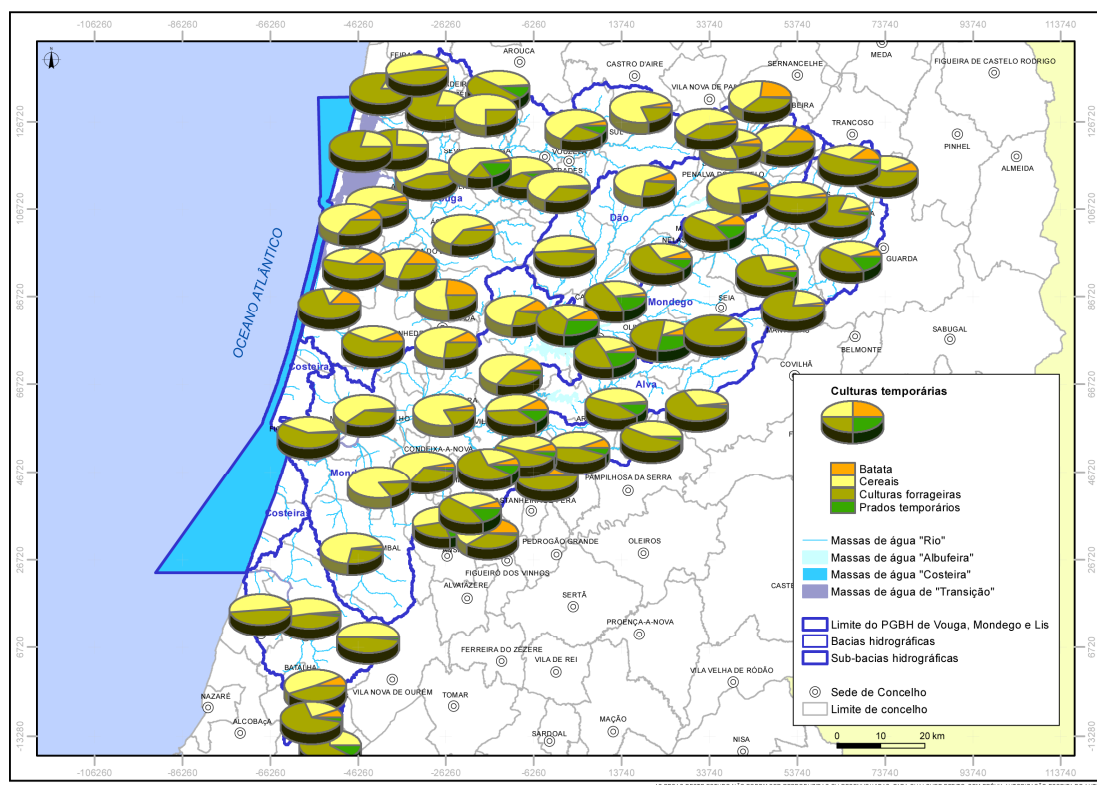


Figura 2.2.2 - Culturas temporárias nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4²

² As culturas industriais incluem tabaco, cânhamo, algodão, cânhamo têxtil, linho têxtil, lúpulo, colza, girassol, linho oleaginoso, soja, plantas aromáticas, chicória e cana-de-açúcar.

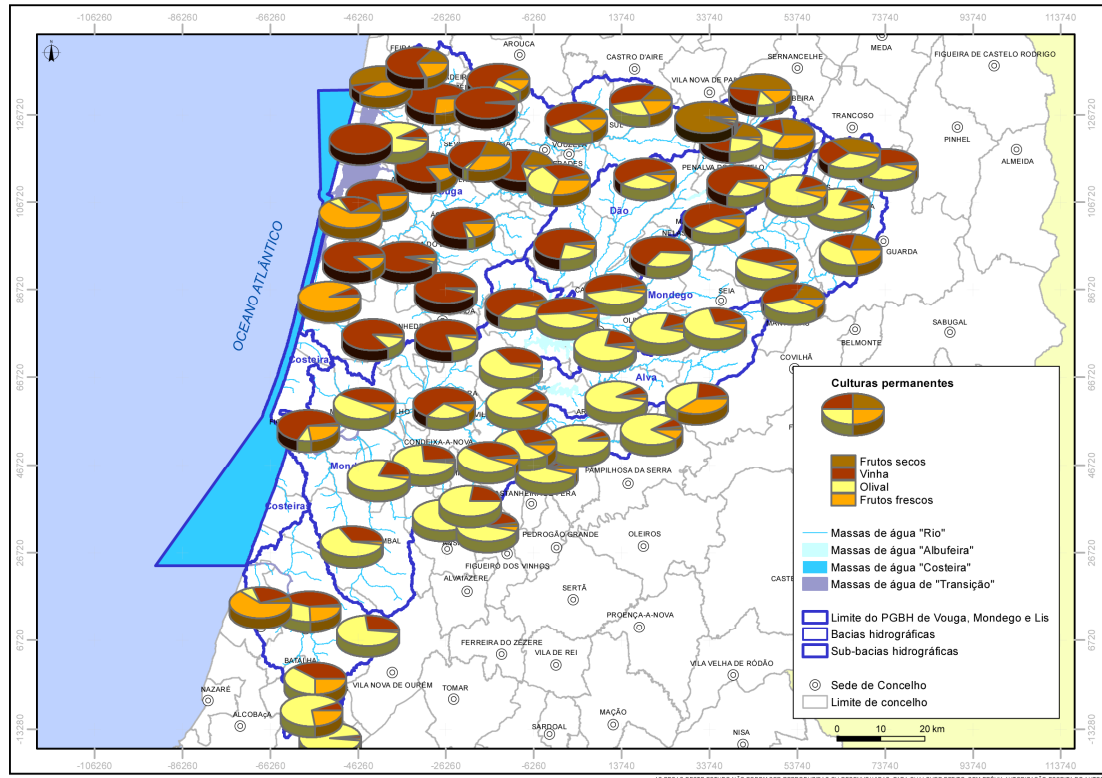


Figura 2.2.3 - Culturas permanentes nos concelhos abrangidos pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4

As cargas poluentes foram avaliadas a partir das áreas das principais culturas em cada freguesia abrangida pelas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4.

Uma vez que apenas se dispunha dos resultados do RA 2009 por concelho, foi necessário recorrer aos resultados do Recenseamento Geral Agrícola (RGA) de 1999, estes últimos discriminados por freguesia e por concelho. A área da cultura x na freguesia em 2009 é assim dada pela razão entre as áreas dessa cultura na freguesia e no concelho em 99 multiplicada pela área da cultura no concelho em 2009 (equação 2.2.1). Nos casos em que em 1999 a área da cultura x no concelho é igual a zero ou é considerada confidencial, distribuiu-se a área da cultura no concelho proporcionalmente à área de cada freguesia no concelho.

$$A_{x, \text{freguesia}09} = \frac{A_{x, \text{freguesia}99}}{A_{x, \text{concelho}99}} A_{x, \text{concelho}09} \quad (\text{Equação 2.2.1})$$

2.2.1.1.1. Metodologia Geral

A contaminação de origem agrícola por azoto e fósforo resulta da quantidade destes nutrientes que existe naturalmente no solo e que, por percolação ou erosão, atinge as massas de água, e ainda da quantidade de fertilizantes aplicada nas culturas existentes que não é utilizada pelas plantas e que aflui às massas de água. Ambas as parcelas foram objeto de estimativa.

Com base nos valores de área cultivada por cultura em cada freguesia, foi possível estimar as quantidades de fertilizante aplicadas em cada cultura, as quantidades de nutrientes utilizadas pelas plantas e as respetivas perdas de N e P. Avaliou-se também a quantidade de N e P que existe naturalmente em cada tipo de solo e estimou-se a quantidade que pode afluir às massas de água. Assumiu-se que cada freguesia possuía um único tipo de solo, tendo-se optado pelo solo dominante em termos de área. A delimitação do tipo de solo foi obtida pelo respetivo tema do Atlas do Ambiente.

Nestes cálculos não foi possível considerar todas as culturas por não se dispor de dados sobre as suas necessidades em nutrientes e em fertilização artificial. Estimaram-se apenas as cargas provenientes das culturas com expressão relevante na região com exceção do azevém anual e das consociações. Assim, consideraram-se as seguintes culturas:

- Culturas permanentes - olival e vinha;
- Culturas temporárias - batata, aveia, centeio, cevada, milho híbrido, milho regional, sorgo, trigo mole, aveia forrageira, milharada, milho silagem, prados temporários;
- Prados permanentes e pastagens.

No caso dos prados temporários e permanentes e das pastagens assumiu-se que estes não eram objeto de fertilização artificial, uma vez que não foi possível distinguir entre pastagens de gramíneas e de leguminosas. As primeiras estão totalmente dependentes do azoto assimilável do solo, enquanto as segundas podem usar o azoto atmosférico (que pode até ser suficiente para as suas necessidades próprias, dispensando o uso de fertilizantes).

A carga total gerada numa dada freguesia, CP_f , foi calculada pelo somatório das perdas provenientes de cada cultura, assumindo o solo dominante da freguesia. A equação 2.2.2 resume o cálculo realizado: para cada cultura c , foram estimadas as perdas de nutrientes disponibilizados pelo solo (PS_c) e as perdas da quantidade de fertilizante aplicada artificialmente (PF_c), ambas por unidade de área. CP_f é a carga total gerada na freguesia f e $A_{c,f}$ a área da cultura c existente na freguesia.

$$CP_f = \sum_{c=1}^C [PF_c + PS_c] A_{c,f} \quad (\text{Equação 2.2.2})$$

O Quadro 2.2.2 apresenta, para cada tipo de cultura, as quantidades de nutrientes necessárias para atingir os valores de produtividade agrícola de referência (Quelhas dos Santos, 2002). A esmagadora maioria dos valores apresentados no quadro é também referida no Código de Boas Práticas Agrícolas (MADRP, 1997). Consideraram-se também os valores definidos no Manual de Fertilização das Culturas (INIAP, 2006), que assume uma redução de cerca de 25% do valor unitário do macronutriente azoto para a vinha e de cerca de 33% dos macronutrientes azoto e fósforo para o olival. Estas culturas representam, respetivamente, cerca de 17 e 12% da SAU.

Quadro 2.2.2- Quantidades de macronutrientes necessários para uma dada cultura atingir um bom nível de produtividade

Cultura	Produção (kg/ha)			N /kg/ha)			P ₂ O ₅ (kg/ha)		
	Min	Méd	Max	Min	Méd	Max	Min	Méd	Max
Abóbora		20 000			110			28	
Aipo		18 000			130			50	
Alcachofra		26 000			220			53	
Alface	25 000	30 000	35 000	63	75.5	88	25	30	35
Alho	10 000	12 000	14 000	111	146.5	182	43	108.5	174
Alho francês	15 000	32 500	50 000	50	108.5	167	30	65	100
Arroz	4000	7000	10 000	49	85.5	122	24	42	60
Arroz**	4000	7000	10 000	80	140	200	30	45	60
Aveia	1000	2500	4000	23	56.5	90	10	25	40
Aveia**	1000	2500	4000	50	95	140	10	25	40
Batata primor	15 000	37 500	60 000	75	187.5	300	35	88	141
Batata*		10 000		100	125	150			
Batata temporã	15 000	37 500	60 000	75	187.5	300	33	83	133
Beterraba de mesa	40 000	52 500	65 000	132	203.5	275	48	82	116
Beterraba forra		50 000			150			50	
Beterraba sacarina		61 000			125			30	
Cártamo		1000			30			8	
Cebola	15 000	32 500	50 000	45	97.5	150	24	52	80
Cenoura	15 000	32 500	50 000	72	156	240	28	60.5	93
Centeio	1000	2500	4000	33	83	133	10	25	40
Centeio**	1000	2500	4000	33	83	133	10	25	40
Cevada	3000	5500	8000	54	98.5	143	32	59	86
Cevada**	3000	5000	8000	110	170	260	50	70	110
Chicória		50 000			89			40	
Couve brócolos		20 000			90			34	
Couve bruxelas		5000			180			60	



Cultura	Produção (kg/ha)			N /kg/ha)			P ₂ O ₅ (kg/ha)		
	Min	Méd	Max	Min	Méd	Max	Min	Méd	Max
Couve chinesa		60 000		120	135	150	40	50	60
Couve-flor		35 000			190			90	
Couve-galega		25 000			170			70	
Couve lombarda		11 000			45			16	
Couve repolho	35 000	42 500	50 000		250			85	
Ervilha	7000	8500	10000	438	531.5	625	105	127.5	150
Espargos		3000			75			20	
Espinafre		15 000			90			30	
Fava	10 000	12 000	14 000	120	120		30	30	
Feijão verde	4500	2317.5	135	219	113.5	8	13	35.5	58
Feijão seco	1500	3000	4500	45	90	135	11	22.5	34
Funcho	30 000	32 500	35000	55	55		20	20	
Girassol	1000	2500	4000	27	67.5	108	17	42.5	68
Luzerna		50 000			219		53	121.5	190
Melão	20 000	22 000	24 000	49	85.5	122	17	20	23
Milho grão	3000	9500	16 000	83	261.5	440	31	98	165
Milho grão**	3000	9500	16 000	70	185	340	30	95	160
Milho*		7000			160			45	
Milho forragem	40 000	65 000	90 000	98	159	220	40	65.5	91
Milho forragem**	25 000	57 500	90 000	70	185	340	30	95	160
Morango	25 000	37 500	50 000	108	108		70	70	
Nabo	20 000	25 000	30 000	100	100		60	60	
Oliveira*	3000	3500	4000	75	112.5	150	75	87.5	100
Oliveira**	2000	5000	8000	30	77.5	125	5	27.5	50
Pepino	15 000	22 500	30 000	47	48.5	50	13	26.5	40
Pimento	41 000	47 500	54 000	183	192	201	47	51.5	56
Salsa		20 000			55			20	
Soja		2000			150			35	
Sorgo*	5000	7500	10 000	150	225	300	75	112.5	150
Tabaco	2000	2500	3000	106	132.5	159	59	73.5	88
Tomate	20 000	45 000	70 000	63	141.5	220	17	38.5	60
Trigo	3000	5500	8000	62	114	166	26	48	70
Trigo**	3000	5500	8000	110	170	260	50	70	110
Vinha		10 000			80			30	
Vinha**	5000	12500	20000	40	65	90	20	30	40

Fonte: MADRP, 1997

Os valores assinalados com * provêm de Quelhas dos Santos (2002) e estão adaptados à realidade portuguesa. Os valores assinalados com ** provêm de INIAP (2007).

As quantidades de N e P exigidas pelas plantas podem ser satisfeitas por várias fontes, com particular destaque para o solo e fertilizantes. A quantidade adequada dos nutrientes a aplicar através de fertilizantes depende das necessidades da cultura, do ciclo vegetativo da cultura e das disponibilidades destes nutrientes em formas assimiláveis no solo e outras fontes (Quelhas dos Santos, 2002).

As principais origens de azoto e fósforo para satisfazer as necessidades das plantas são:

- Solo;
- Resíduos de culturas precedentes;
- Água de rega e deposição de poeiras e chuva (principalmente N);
- Simbiose Rizóbio-leguminosa (apenas N);
- Fertilizantes aplicados para colmatar ou corrigir as deficiências do solo.

A utilização pelas plantas da quantidade de N e P disponibilizada por estas origens está sujeita a diversas perdas nomeadamente por volatilização, imobilização dos nutrientes por microrganismos existentes no solo e lavagem por águas de escoamento e de percolação.

O peso da contribuição de cada fonte e respetiva perda varia significativamente com o nutriente em análise. O azoto na forma nítrica (NO_3^-) existente no solo ou em adubos minerais de síntese está mais sujeito a perdas por ser bastante solúvel, enquanto que o azoto na forma amoniacal, menos solúvel, tem tendência a ser retido no solo. Pela mesma razão, a contribuição do azoto nítrico existente na água de rega para as necessidades das plantas pode ser expressiva.

Em contraste, o fósforo é pouco dissolúvel na água e encontra-se quase sempre adsorvido a partículas do solo, sob forma mineral. As formas orgânicas de fósforo no solo têm uma expressão reduzida, pelo que o uso de fertilizantes fosfatados é fundamental para complementar as necessidades das plantas. A baixa dissolubilidade do fósforo e sua facilidade de adsorção a partículas do solo faz com que as perdas de fósforo sejam fundamentalmente devidas a processos erosivos.

A perda dos nutrientes do solo por escoamento superficial, águas de infiltração ou percolação, ou processos erosivos pode ser parcialmente controlada pela seleção criteriosa do tipo de fertilizante, da quantidade aplicada, da época de aplicação e da técnica de aplicação.

2.2.1.1.2. Azoto

O azoto é um nutriente absorvido pelas plantas em quantidades elevadas. A sua absorção pelas plantas faz-se sobretudo pelas raízes, sob a forma nítrica (NO_3^-) e amoniacal (NH_4^+), mas também pela parte aérea, nomeadamente, através dos estomas e microporos da cutícula exterior das folhas.



Sendo o principal fator limitante das produções vegetais, para a grande maioria dos condicionalismos agroclimáticos e culturais, é necessário proceder à aplicação de azoto sob a forma de fertilizantes. A contaminação das massas de água por azoto resulta da dissolução do azoto disponível no solo ou fornecido artificialmente em fertilizante, e no seu arrastamento pelo escoamento.

Na sua quase totalidade, o azoto existente no solo ou proveniente de culturas antecedentes faz parte da matéria orgânica e por essa razão não é diretamente aproveitável pelas plantas. Para poder ser utilizado pelas plantas, o azoto orgânico tem de ser mineralizado, passando numa primeira fase a azoto amoniacal e depois a azoto nítrico.

A taxa de mineralização depende da quantidade de matéria orgânica existente no solo, bastante heterogénea, e sobretudo da relação C/N. De acordo com MADRP (1997), para obter uma estimativa grosseira da quantidade de azoto que o solo pode disponibilizar, pode-se admitir em Portugal um valor de 12 para a relação C/N no solo e uma taxa de mineralização anual entre 2% e 3%. Com estas premissas, a quantidade de azoto mineral disponível anualmente é da ordem dos 30 a 45 kg por hectare por cada unidade percentual de matéria orgânica da camada arável de solos de textura fina ou de textura ligeira (Quelhas dos Santos, 2002).

Nem todo o azoto mineralizado ao longo do ano fica disponível para as plantas, pois apenas aquele disponível no momento da sementeira e do desenvolvimento significativo das plantas é passível de ser utilizado. De acordo com MADRP (1997), o aproveitamento do azoto mineral pelas culturas pode variar entre 2/3 para as culturas de primavera-verão e entre 1/2 e 3/4 para as culturas de outono-inverno, se for aplicada uma rega cuidadosa e usados processos mecânicos que não produzam escorrimento. Admite-se que uma parte do restante é dissolvida pela precipitação e pela água de rega, atingindo os recursos hídricos circundantes.

Agostinho e Fernando (2005) indicam que, para as culturas de outono-inverno, cerca de 1/3 do azoto disponibilizado pela mineralização da matéria orgânica, pelo solo, pelas deposições atmosféricas, pela água de rega e pelos adubos aplicados é perdido por lixiviação. Para as culturas de primavera-verão, em arenossolos, as perdas de azoto por lixiviação têm menor significado devido à redução dos valores de precipitação, considerando-se que 10% do azoto disponibilizado é perdido. No caso do milho forragem cultivado em Cambissolos e Regolossolos, as perdas são da ordem dos 5%. Para culturas protegidas, as perdas são mínimas (5%), desde que a rega seja adequada.

Neste estudo, estimou-se a quantidade de azoto proveniente do solo e que pode contribuir para a poluição dos recursos hídricos superficiais a partir da quantidade de azoto mineral existente no solo. Considerou-se a média dos valores já referidos da quantidade de azoto mineral disponível, por unidade percentual de matéria orgânica. Assumiu-se que estando a cultura instalada, o azoto se vai libertando gradualmente, devendo as perdas por arrastamento superficial ser reduzidas (da ordem dos 2%) (Quelhas dos Santos, 2002).

A expressão de cálculo é dada pela seguinte equação:

$$PS_f^N = \frac{30 + 45}{2} \cdot mo_s \cdot Tp^N \quad (\text{Equação 2.2.3})$$

em que mo_s é a percentagem de matéria orgânica existente no solo s , e Tp^N a taxa de perda de azoto proveniente do solo, estimada em 2%.

A quantidade de azoto a fornecer sob a forma de fertilizante foi estimada pela diferença entre as necessidades da cultura e a quantidade de azoto disponível no solo, adicionada às perdas de adubo.

Na determinação da quantidade de azoto disponível no solo admitiu-se uma profundidade radicular de 20 cm (camada arável, onde se desenvolve a maioria das raízes) e que o peso de 1 ha desta camada de solo é 2200 toneladas. Assumiu-se também que o azoto provém na sua totalidade da matéria orgânica do solo e que apenas 0,1% desta pode fornecer azoto à cultura (Cerqueira, 2001). A utilização do azoto pelas plantas depende também do tempo de absorção de nutrientes, que, por sua vez, depende do tipo de cultura:

- Culturas de inverno - absorção de nutrientes 6 meses por ano;
- Milho e sorgo - absorção de nutrientes 4 meses por ano;
- Culturas permanentes - absorção contínua.

Tendo em conta que os nutrientes fornecidos pelo adubo também não são todos aproveitados pelas plantas, considerou-se uma percentagem de aproveitamento de azoto (T_a^N). De acordo com Cerqueira (2001), o aproveitamento de azoto fornecido pelos adubos é cerca de 40% para as culturas de inverno e de 60% para as culturas de verão, com rega cuidadosa, principalmente se forem usados processos mecânicos (aspersão ou gota a gota) que não produzam muito escorrimento. Neste estudo considerou-se um valor único para esta taxa de aproveitamento, igual a 40%.

Assim, a quantidade de azoto a aplicar sob a forma de fertilizante pode ser estimada pela equação 2.2.4.

$$F_c^N = \frac{N_c^N - h_r \cdot mo_s \cdot mo_N \cdot \left(\frac{M_c}{12} \right)}{Ta^N} \quad (\text{Equação 2.2.4})$$

em que N_c^N é a necessidade de azoto da cultura c , h_r é a massa da camada arável, mo_s a percentagem de matéria orgânica no solo, mo_N a percentagem de azoto na matéria orgânica (0,1%), M_c é o número de meses de absorção de azoto da cultura e Ta^N é a taxa de aproveitamento de azoto.

Após determinar a quantidade de fertilizante, considerou-se que uma percentagem vai contribuir para a poluição dos recursos hídricos. Assumindo uma utilização de adubos que forneçam às culturas o azoto de forma gradual e a sua aplicação repartida, isto é, de modo que em cada momento as disponibilidades de azoto não excedam muito as necessidades da cultura, considerou-se a percentagem lixiviada para as águas superficiais (T_p^N) de 10%.

As perdas do azoto aplicado na fertilização podem assim ser estimadas pela equação 2.2.5:

$$PF_c^N = F_c^N \cdot Tp^N \quad (\text{Equação 2.2.5})$$

2.2.1.1.3. Fósforo

O cálculo da carga poluente de fósforo nos cursos de água considera apenas a contribuição de fertilizantes, desprezando a contribuição do solo, dado a elevada adsorção deste elemento.

Para determinar a quantidade de fertilizantes a aplicar a uma dada cultura fez-se a diferença entre as suas necessidades em fósforo e a quantidade fornecida pelo solo. Arrobas e Coutinho (2001) caracterizaram o fósforo em solos de Portugal, determinando a sua disponibilidade no solo para as plantas ($P_{\text{inorgânico}}$). Para isso, dividiram o solo em três classes consoante o pH e a presença de carbonatos (Quadro 2.2.3). O valor do pH de cada tipo de solo foi retirado de Cardoso (1965).

Quadro 2.2.3- $P_{\text{inorgânico}}$ em solos de Portugal

Classificação G	pH	Carbonatos	Ptotal (mg/kg)	$P_{\text{inorgânico}}$ (% de P total)
G1	≤ 5.5		753	9
G2	≥ 5.5	Sem	954	8
G3	≥ 5.5	Com	482	6

Assumindo uma taxa de aproveitamento de fósforo, T_a^P , de 20% (Cerqueira, 2001), é possível estimar as necessidades de aplicação de fósforo através de fertilizantes (Equação 2.2.6).

$$F_c^P = \frac{N_c^P - h_r \cdot P_s}{T_a^P} \quad (\text{Equação 2.2.6})$$

Considerou-se que uma percentagem (T_p^P) deste valor (estimada em 5%) iria contaminar os cursos de água superficiais. Em termos matemáticos, vem:

As perdas do fósforo aplicado na fertilização podem assim ser estimadas pela Equação 2.2.7.

$$PF_c^P = F_c^P \cdot Tp^P \quad (\text{Equação 2.2.7})$$

2.2.1.1.4. Resultados Obtidos

Tendo em conta a metodologia explicitada no ponto anterior nos quadros seguintes apresentam-se os resultados obtidos ao nível do concelho e da bacia hidrográfica.

Quadro 2.2.4- Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por concelho

Concelho	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Águeda	25 431	2 001
Aguiar da Beira	36 979	3 351
Albergaria-a-Velha	49 072	4 323
Alcanena	32	16
Anadia	42 889	6 986
Ansião	13 450	3 196
Arganil	16 340	5 111
Arouca	2 762	796
Aveiro	47 124	4 912
Batalha	5 263	979
Cantanhede	104 977	15 930
Carregal do Sal	12 428	3 673
Castanheira de Pera	29	13
Castro Daire	9 370	926
Celorico da Beira	66 535	13 051
Coimbra	105 669	9 909
Condeixa-a-Nova	26 835	5 401
Covilhã	53	23
Estarreja	67 971	6 094
Figueira da Foz	62 786	6 190
Figueiró dos Vinhos	45	9
Fornos de Algodres	54 695	9 752
Góis	1 498	564
Gouveia	58 844	13 555
Guarda	30 813	5 740
Ílhavo	5 384	398
Leiria	96 773	8 941
Lousã	8 380	875



Concelho	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Mangualde	44 286	8 685
Manteigas	691	88
Marinha Grande	1 772	135
Mealhada	28 991	4 964
Mira	12 748	955
Miranda do Corvo	14 685	2 811
Montemor-o-Velho	184 799	22 154
Mortágua	14 297	1 640
Murtosa	38 856	2 436
Nelas	24 290	7 102
Oliveira de Azeméis	40 781	4 569
Oliveira de Frades	28 437	2 697
Oliveira do Bairro	21 333	2 240
Oliveira do Hospital	37 380	11 293
Ourém	11 471	3 410
Ovar	26 567	2 277
Pampilhosa da Serra	971	470
Penacova	10 713	2 502
Penalva do Castelo	26 668	5 955
Penela	16 403	4 957
Pinhel	37	16
Pombal	75 095	10 201
Porto de Mós	13 605	4 506
Santa Comba Dão	14 775	2 996
Santa Maria da Feira	11 586	1 308
São João da Madeira	756	118
São Pedro do Sul	34 439	3 321
Sátão	18 234	2 995
Seia	59 550	19 950
Sernancelhe	1 065	247
Sever do Vouga	11 881	1 195
Soure	76 489	13 184
Tábua	26 650	6 829
Tondela	45 463	7 930
Trancoso	21 144	4 936
Vagos	53 870	6 888
Vale de Cambra	26 924	1 614
Vila Nova de Paiva	1 140	174

Concelho	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Vila Nova de Poiares	4 473	979
Viseu	61 330	13 697
Vouzela	28 167	3 255
Total RH4	2 125 242	330 396

Quadro 2.2.5 - Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por bacia-hidrográfica

Bacia	Sub-bacia	N (kg/ ano)	P (kg/ ano)
Vouga	-	738 339	81 543
Mondego	-	938 045	166 107
	Alva	60 524	16 979
	Dão	233 488	45 322
Lis	-	132 593	18 079
Costeiras entre o Mondego e o Lis	-	12 069	1 512
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	-	10 183	853
Total		2 125 242	330 396

Nas figuras seguintes apresentam-se as cargas específicas de nutrientes por unidade de área (km²).

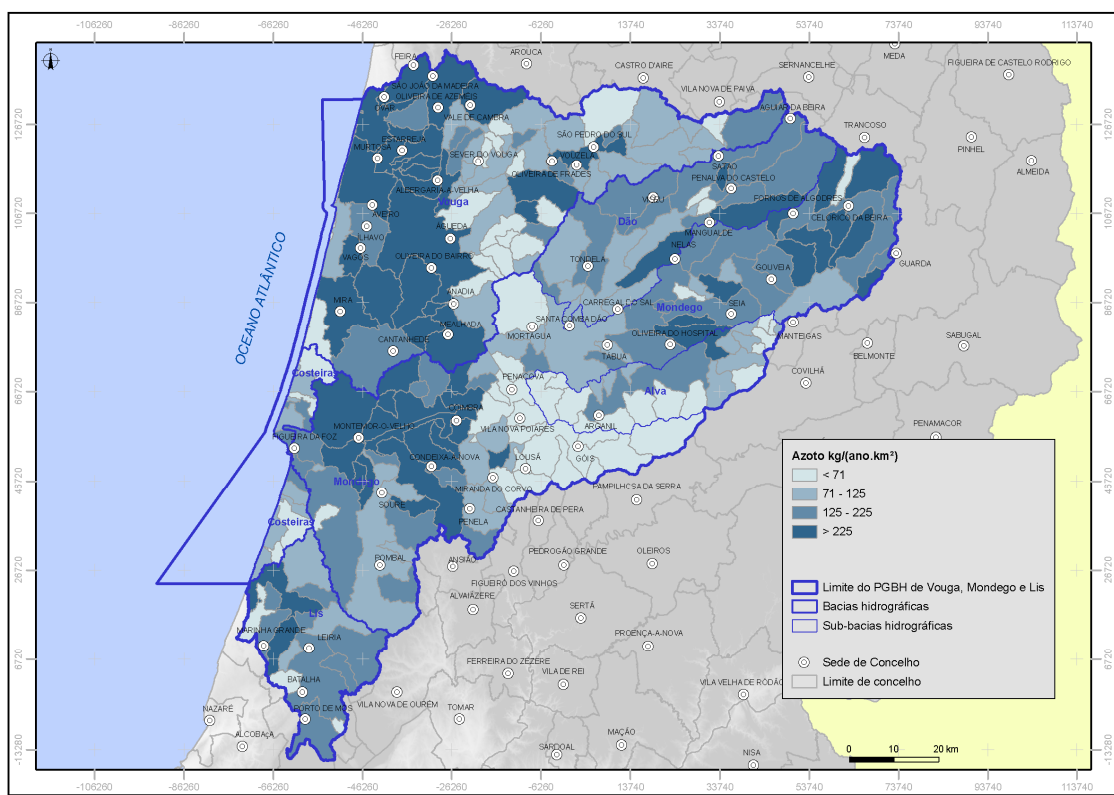


Figura 2.2.4 - Cargas específicas de azoto provenientes da agricultura

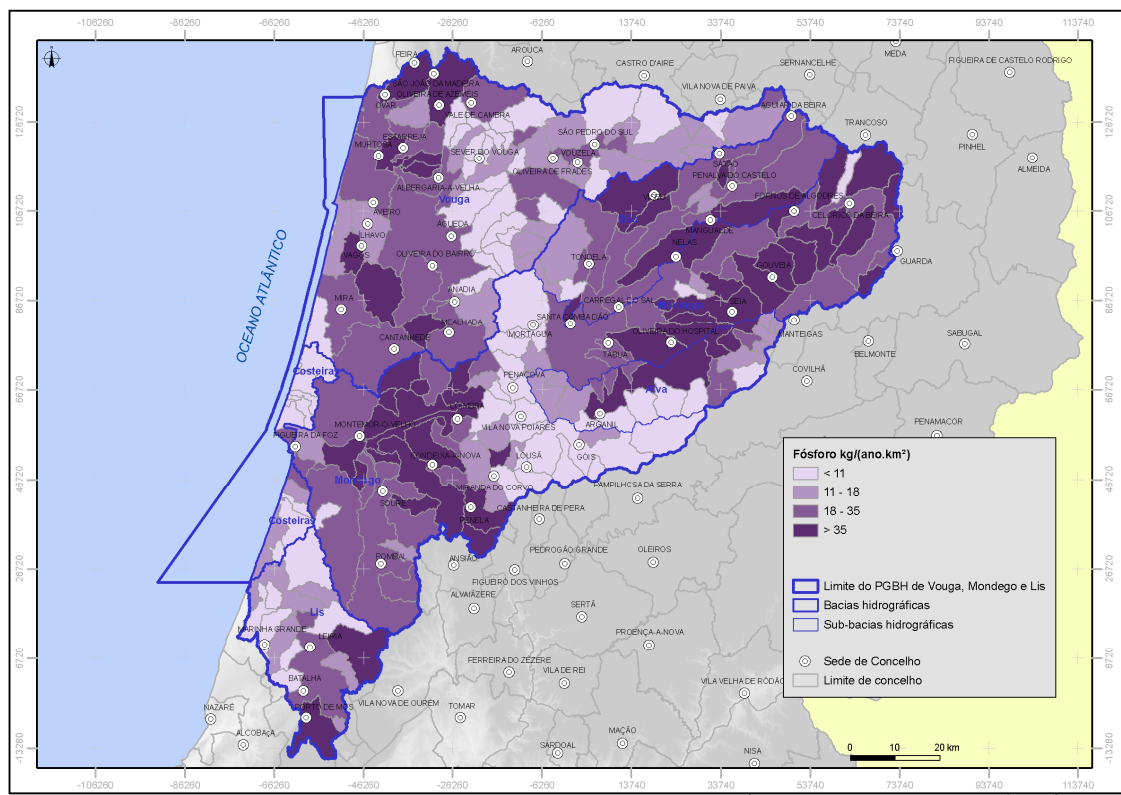


Figura 2.2.5 - Cargas específicas de fósforo provenientes da agricultura

2.2.1.1.5. Validação dos resultados por comparação com outros estudos

Na leitura da metodologia aplicada neste estudo, são patentes as várias fontes de desconhecimento e de erro que conduzem, necessariamente, a resultados associados a uma incerteza muito significativa. Neste contexto, é crucial validar as estimativas obtidas neste estudo contra resultados anteriores, obtidos por outras metodologias, de modo a obter uma ideia da ordem de grandeza da incerteza dos resultados.

O Quadro 2.2.6 apresenta uma comparação dos valores de carga poluente estimados neste estudo com os apresentados por outras fontes (INAG, 2005 e Diogo *et al.*, 2003).

INAG (2005) estimou as cargas poluentes com base nos resultados obtidos pelo Planos de Bacia Hidrográfica para a RH4.

Diogo *et al.* (2003), citando vários autores, referem taxas de exportação do azoto e fósforo por classe do uso do solo que no caso da agricultura têm os valores de 10 kg/ha/ano de N e 0,3 kg/ha/ano de P. Para o caso do fósforo, Diogo *et al.* (2004) citam também valores retirados de Novotny (1994) para áreas agrícolas com culturas anuais, permanentes, heterógeneas e pastagens de, respetivamente 1 kg/ha/ano, 0,3 kg/ha/ano, 0,7 kg/ha/ano e 0,9 kg/ha/ano. Tendo em conta a atividade agrícola na região, assumiu-se um valor médio

de 0,7, tendo este valor sido multiplicado pela área cultivada das bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4, calculada a partir dos dados do RGA 2009.

Finalmente, a metodologia adotada neste estudo foi aplicada com os dados do RGA 1999 e do RGA 2009, para as necessidades em macronutrientes do Código de Boas Práticas Agrícolas (MADRP, 1997) e do Manual de Fertilização das Culturas (INIAP, 2006).

Apresentam-se também estimativas da carga de N e P existente nas massas de água, calculadas a partir dos valores de concentração dos vários compostos de azoto e fósforo medidos em algumas estações de qualidade de água, selecionadas como representativas da bacia.

Comparando os resultados obtidos neste estudo com estas estimativas, verifica-se que os valores são da mesma ordem de grandeza. Os resultados deste estudo estão entre os valores obtidos pelos outros estudos.

Outra forma de validar os resultados obtidos é através de uma comparação com o índice de intensidade de utilização de fertilizantes criado pelo INE (2009). De acordo com este estudo, a intensidade de fertilizantes azotados e fosfatados é alta (N acima de 50 kg/ha e P acima de 30 kg/ha) nos concelhos do litoral centro e média (N entre 20 e 50 kg/ha e P entre 12 e 30 kg/ha) a baixa (N abaixo de 20 kg/ha e P abaixo de 12 kg/ha) nos concelhos do interior. Dividindo os valores de N e P obtidos neste estudo pela área agrícola, obtêm-se valores médios de 20 kg/ha/ano de N e 3 kg/ha/ano de P, que são da ordem de grandeza do índice de intensidade de utilização de fertilizantes criado pelo INE.

Esta validação dos resultados comprova que a metodologia aplicada possibilitou a estimativa da ordem de grandeza dos valores agregados das cargas de azoto e fósforo provenientes da agricultura. Embora associada a uma incerteza significativa, a discretização dos resultados por freguesia permite também identificar as zonas com maior pressão e eventuais causas de incumprimento de objetivos ambientais.

Quadro 2.2.6 - Comparação das cargas poluentes com outros estudos

Estudo	N	P
PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na RH4 (RGA 2009; INIAP, 2006)	2063	193
PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na RH4 (RGA 2009; MADRP, 1997)	2125	330
PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis integrados na RH4 (RGA 1999)	3089	414
INAG (2005)	2 305	264
Diogo <i>et al.</i> (2003)	1 978	139
Estações de Qualidade do SNIRH	2 279	228

Os resultados obtidos considerando as necessidades em nutrientes do Código de Boas Práticas Agrícolas (MADRP, 2007) indicam que a massa de água com maiores pressões em azoto e fósforo provenientes da agricultura é a 04VOU0543 - rio Vouga, com carga em N acima de 100 ton/ano e carga em P de aproximadamente 15 ton/ano. Seguem-se as massas de água 04MON0677 - Vala Real, 04MON0618 - rio Mondego e 04MON0688 - Mondego - WB3, com carga em N acima de 60 ton/ano e as massas de água 04MON0618 - rio Mondego e 04MON0674 - Vala Real, com cargas em P acima de 10 ton/ano.

Os resultados obtidos considerando as necessidades em nutrientes do Manual de Fertilização das Culturas (INIAP, 2006) diferem dos anteriores: a massa de água 04MON0674 - Vala Real é a que apresenta uma carga em N acima de 60 ton/ano e não a 04MON0677 - Vala Real; a única massa de água com carga em P acima de 10 ton/ano é a 04MON0674 - Vala Real.

Além das cargas de nutrientes, as atividades agrícolas estão associadas a outras pressões potenciais, designadamente na introdução nas massas de água de substâncias prioritárias e poluentes específicos, em resultado da aplicação de pesticidas (herbicidas, inseticidas e fungicidas) e de fertilizantes nas culturas.

Relativamente aos pesticidas, identificam-se as seguintes substâncias prioritárias potenciais (INAG, 2010c): alacloro, antraceno, atrazina, clorfenvinfos, clorpirifos, diurão, endossulfão, hexaclorobenzeno (HCB), hexaclorocicloexano (Lindano), isoproturão, nonilfenol, pentaclorofenol (PCB), simazina e trifluralina. Há ainda a referir o DDT, o dicofol e o grupo das drinas, nomeadamente aldrina (HDDN), dieldrina (HEOD), endrina e isodrina, que apesar de estarem atualmente banidos dos países da União Europeia, poderão permanecer no solo durante vários anos. Os pesticidas poderão ainda conter na sua constituição os seguintes poluentes específicos: cimoxanil, linurão, terbutilazina e ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D).

Quanto aos fertilizantes, a sua composição poderá integrar diversos elementos que, em quantidade excessiva, constituem poluentes específicos das massas de água (como o arsénio, cobre e zinco), e substâncias prioritárias (como o cádmio).

2.2.1.2. Campos de Golfe

A informação disponibilizada pela ARH do Centro relativa aos campos de golfe permitiu identificar e georreferenciar sete campos na área do presente Plano, dos quais apenas três se encontram em fase de exploração.

No Quadro 2.2.7 apresenta-se a caracterização dos campos de golfe existentes e previstos para a região hidrográfica em estudo.

Quadro 2.2.7 - Caracterização dos campos de golfe, existentes e previstos

Designação	N.º Buracos	Distrito	Concelho	Sub-bacia	Área Total de Relva (ha)
Campo de Golfe da Curia	9	Aveiro	Anadia	Vouga	20
Golfe Montebelo	27	Viseu	Viseu	Dão	60
Quinta das Lágrimas Golf	9	Coimbra	Coimbra	Mondego	20
Campo de Golfe da Zona Turística do Carregal ⁽¹⁾	n.d.	Aveiro	Ovar	Vouga	40
Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Parque Desportivo de Aveiro ⁽¹⁾	18	Aveiro	Aveiro	Vouga	40
Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Campo de Golfe da Pampilhosa ⁽¹⁾	27	Aveiro	Mealhada	Vouga	60
Campo de Golfe do Plano de Pormenor da Lagoa da Vela ⁽¹⁾	9	Coimbra	Figueira da Foz	Costeiras entre o Vouga e o Mondego	20

⁽¹⁾ Campos de Golfe previstos

Fonte: ARH Centro, 2010

Tendo por base a informação disponibilizada quanto à área ocupada pelas unidades em exploração foi possível estimar as cargas de azoto e fósforo que potencialmente contribuirão para o aumento destes nutrientes nas massas de água. A determinação efetuada teve por base os elementos constantes em “*Fundamentos da utilização dos adubos e corretivos*” (Quelhas dos Santos, 2002), relativos à aplicação de adubos, designadamente:

- 50 kg N/ha em cada aplicação, sendo a aplicação feita várias vezes ao ano;
- 100 kg P₂O₅/ha em cada aplicação, sendo realizada uma única aplicação na altura do outono.

Para estimativa das quantidades de adubos aplicados anualmente, considerou-se que a aplicação de compostos azotados é feita quatro (4) vezes por ano para as áreas de *fairways* e *roughs*, as quais ocupam em média cerca de 98% da área total dos campos de golfe, e o dobro das aplicações (oito) nos *greens* e *tees*. Refira-se que este critério encontra paralelo com o estudo *Cenários de Desenvolvimento - Estudo sobre o Golfe no Algarve* (Martins, V., Correia, A., 2004), realizado pela Universidade do Algarve, que indica que a quantidade de adubos aplicada aos *greens/tees* e *fairways/roughs* varia, em média, entre 240 kg/ha/ano e

200 kg/ha/ano, respetivamente. Para o fósforo (P_2O_5), o mesmo estudo indica que a quantidade de adubos adicionada varia entre 80 kg/ha/ano (*greens/tees*) e 60 kg/ha/ano (*fairways/roughs*), tendo-se no entanto adotado o critério indicado em Quelhas dos Santos (2002).

Quanto à determinação das cargas de nutrientes que chegam às massas de água superficiais, consideraram-se as percentagens de lixiviação já apresentadas no capítulo referente à agricultura: 10% para o azoto e 5% para o fósforo.

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos. Como se pode verificar, a sua representatividade é muito baixa quando se compara com as cargas estimadas para o setor agrícola.

Quadro 2.2.8 - Caracterização das cargas poluentes associadas aos campos de golfe

Designação	Área <i>fairways/roughs</i> (ha)	Área <i>greens/tees</i> (ha)	N (ton N/ano)	P (ton P_2O_5 /ano)
Campo de Golfe da Curia	19.60	0.40	0.4	0.1
Golfe Montebelo	58.80	1.20	1.2	0.3
Quinta das Lágriamas Golf	19.60	0.40	0.4	0.1
Campo de Golfe da Zona Turística do Carregal ⁽¹⁾	39.20	0.80	0.8	0.2
Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Parque Desportivo de Aveiro ⁽¹⁾	39.20	0.80	0.8	0.2
Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Campo de Golfe da Pampilhosa ⁽¹⁾	58.80	1.20	1.2	0.3
Campo de Golfe do Plano de Pormenor da Lagoa da Vela ⁽¹⁾	19.60	0.40	0.4	0.1
Total campos existentes	-	-	2.0	0.5
Total campos previstos	-	-	3.3	0.8
Total PGBH do Vouga, Mondego e Lis	-	-	5.3	1.3

⁽¹⁾ Campos de Golfe previstos



2.2.1.3. Agropecuárias

2.2.1.3.1. Suiniculturas

De uma forma geral os solos em Portugal apresentam níveis baixos de matéria orgânica e de nutrientes. Os agricultores confrontados com esta realidade, e conhecendo a importância do azoto na produtividade das culturas, tendem a aumentar a quantidade de fertilizantes aplicados, aproveitando os efluentes provenientes das explorações pecuárias como corretivos e fertilizantes orgânicos.

Contudo, a intensificação da produção animal, com o consequente aumento da quantidade de chorume e estrume, tem provocado sérias dificuldades na gestão destes resíduos orgânicos. A fertilização nem sempre é efetuada de forma racional e na medida das necessidades das culturas, ocorrendo muitas vezes contaminação dos recursos hídricos por lixiviação dos efluentes aplicados no solo.

Neste capítulo procede-se à quantificação das cargas aplicadas no solo de modo a aferir se este destino final dado aos efluentes pode contribuir para a degradação do estado das massas de água.

A contabilização do número de efetivos foi efetuada com base nos elementos disponibilizados pela ARH do Centro, designadamente no que respeita ao inventário das instalações Agropecuárias. O número de efetivos foi convertido em animais-equivalente, por forma a refletir o tipo de produção (Quadro 2.2.9).

Quadro 2.2.9 - Equivalências em cabeças normais e animais equivalentes

Tipo de Animal	Cabeça Normal (CN)	Animal Equivalente
Porca reprodutora - ciclo aberto	0.35	4
Porca reprodutora - ciclo fechado	0.35	10
Porco engorda	0.15	2
Varrasco	0.30	3
Porco 45kg	0.15	1
Bácoro	0.05	0

Fonte: Adaptado da Portaria 810/90 e do Decreto-Lei 214/2008

No quadro seguinte apresenta-se o número de efetivos por concelho, bem como a correspondência em termos de animais equivalente, tendo em conta a idade e capacidade produtiva dos animais.

Quadro 2.2.10 - Número de efetivos e animais equivalentes, por concelho

Concelho	N.º Efetivos	N.º Animais Equivalente
Águeda	378	2 833
Aguiar da Beira	59	380
Albergaria-a-Velha	76	308
Anadia	770	3 173
Aveiro	288	1 152
Batalha	6 407	30 627
Cantanhede	266	1 133
Carregal do Sal	130	1 300
Castro Daire	23	92
Condeixa-a-Nova	630	3 510
Estarreja	9	36
Figueira da Foz	905	3 683
Góis	247	2 470
Ílhavo	18	72
Leiria	31 512	194 566
Mangualde	231	2 052
Marinha Grande	12	108
Mealhada	15	57
Mira	573	5 667
Montemor-o-Velho	61	385
Mortágua	5	50
Nelas	250	1 750
Oliveira de Frades	1 377	6 510
Oliveira do Bairro	720	6 234
Oliveira do Hospital	14	140
Ovar	250	1 000
Penacova	152	1 520
Pombal	1 562	11 257
Porto de Mós	1 834	12 487
Santa Comba Dão	1 315	11 587
São Pedro do Sul	952	8 020
Sátão	371	2 004
Seia	398	3 980
Sever do Vouga	1 090	3 738
Soure	457	4 477
Tondela	3	12
Vagos	964	4 997



Concelho	N.º Efetivos	N.º Animais Equivalente
Viseu	2	20
Vouzela	486	3 333
Total	54 812	336 720

As cargas brutas foram estimadas tendo em consideração o regime de exploração e o número de animais-equivalente, aos quais foram aplicados os seguintes coeficientes específicos:

Quadro 2.2.11 - Capitações unitárias

Parâmetro	Capitação (g/animal/dia)
CBO ₅	180
CQO	450
N	27
P	9

Fonte: INAG, 2001

Considerou-se que cada animal equivalentes produz cerca de 12 litros de efluente por dia.

No que concerne ao tipo de tratamento aplicado aos efluentes das explorações suínolas, antes destes serem aplicados no solo como corretivos orgânicos, foi tida em consideração a informação constante no inventário das instalações agroalimentares. No quadro seguinte apresentam-se as eficiências de remoção admitidas.

Quadro 2.2.12 - Eficiências de remoção consideradas

Tipo de Tratamento	CBO ₅	CQO	N	P
Fossa séptica	35.0%	55.0%	-	-
Lagunagem	86.0%	74.1%	68.7%	78.9%
Separador de sólidos + Lagunagem	90.1%	79.0%	71.8%	83.9%
Lamas Ativadas	98.5%	96.3%	76.9%	88.6%

Fonte: Adaptado de Araújo, I. e Ferreira, S. (2003)

Todavia, existe um número significativo de explorações sem informação relativamente ao número de efetivos ou sobre as características do caudal rejeitado, pelo que não foi possível estimar as cargas poluentes associadas. Assim, a avaliação das cargas poluentes neste setor teve também em consideração o número de efetivos suínos, ao nível do concelho, publicados no *Recenseamento Agrícola 2009* (INE, 2011).

Na quantificação das cargas por esta metodologia, admitiu-se que o tratamento dos efluentes, num determinado concelho, é semelhante ao existente nas instalações inventariadas (que possuem esse tipo de informação) localizadas nesse concelho.

Nos quadros seguintes apresentam-se as cargas estimadas relativas aos efluentes provenientes das suiniculturas que são aplicados no solo, ao nível do concelho e da bacia hidrográfica.

Quadro 2.2.13 - Cargas provenientes dos efluentes das suiniculturas aplicadas no solo, por concelho

Concelho	SST (kg/ ano)	CBO5 (kg/ ano)	CQO (kg/ ano)	N (kg/ ano)	P (kg/ ano)
Águeda	143 063	173 985	408 100	45 007	13 416
Aguiar da Beira	142 221	308 145	533 328	71 110	23 703
Albergaria-a-Velha	119 210	188 747	382 802	45 578	14 491
Anadia	248 204	343 154	743 293	87 353	26 559
Ansião	32 304	58 775	110 665	13 982	4 527
Arganil	8 108	14 751	27 775	3 509	1 136
Arouca	1 662	3 024	5 693	719	233
Aveiro	58 554	126 866	219 577	29 277	9 759
Batalha	543 260	588 446	1 477 150	160 935	48 884
Cantanhede	572 493	1 009 153	1 933 245	239 601	77 534
Carregal do Sal	59 562	22 941	121 145	9 745	1 854
Castro Daire	14 125	30 605	52 970	7 063	2 354
Celorico da Beira	12 247	22 282	41 954	5 301	1 716
Coimbra	136 585	248 507	467 902	59 116	19 141
Condeixa-a-Nova	39 195	15 096	79 721	6 413	1 220
Estarreja	106 180	230 056	398 175	53 090	17 697
Figueira da Foz	213 273	351 272	695 941	84 762	27 022
Fornos de Algodres	6 482	11 794	22 206	2 806	908
Góis	53 945	98 149	184 800	23 348	7 560
Gouveia	11 306	20 571	38 731	4 893	1 584
Guarda	12 560	22 852	43 026	5 436	1 760
Ílhavo	9 335	20 227	35 008	4 668	1 556
Leiria	9 562 440	15 496 564	30 980 873	3 784 889	1 198 674
Lousã	14 708	26 761	50 387	6 366	2 061
Mangualde	59 058	36 637	137 114	11 109	2 782
Marinha Grande	49 038	106 250	183 894	24 519	8 173
Mealhada	178 923	387 667	670 962	89 462	29 821
Mira	324 330	365 027	890 956	98 403	28 362
Miranda do Corvo	9 230	16 794	31 620	3 995	1 294
Montemor-o-Velho	547 684	1 186 648	2 053 813	273 842	91 281
Mortágua	31 688	68 658	118 831	15 844	5 281
Murtosa	29 561	53 784	101 267	12 794	4 143
Nelas	22 430	22 589	67 708	9 207	2 193
Oliveira de Azeméis	146 155	265 919	500 687	63 258	20 482



Concelho	SST (kg/ ano)	CBO5 (kg/ ano)	CQO (kg/ ano)	N (kg/ ano)	P (kg/ ano)
Oliveira de Frades	95 668	38 094	196 168	15 954	3 295
Oliveira do Bairro	203 418	440 739	762 817	101 709	33 903
Oliveira do Hospital	8 650	18 742	32 438	4 325	1 442
Ourém	4 088	7 437	14 003	1 769	573
Ovar	17 263	6 649	35 113	2 825	537
Pampilhosa da Serra	214	389	733	93	30
Penacova	14 059	19 822	43 541	5 172	2 103
Penalva do Castelo	8 372	15 232	28 680	3 624	1 173
Penela	8 738	15 898	29 934	3 782	1 225
Pombal	1 072 534	2 069 056	3 783 078	486 133	159 270
Porto de Mós	1 432 351	2 852 956	5 135 126	667 227	219 509
Santa Comba Dão	299 996	128 135	632 026	48 293	9 989
Santa Maria da Feira	22 933	41 726	78 563	9 926	3 214
São João da Madeira	375	683	1 286	162	53
São Pedro do Sul	174 689	93 275	382 491	32 790	7 347
Sátão	70 455	46 083	164 991	13 985	3 526
Seia	34 195	13 243	69 673	5 617	1 099
Sernancelhe	407	741	1 395	176	57
Sever do Vouga	71 047	60 345	179 021	16 957	4 634
Soure	107 417	81 730	258 477	24 830	6 378
Tábua	24 009	43 683	82 249	10 392	3 365
Tondela	82 907	179 631	310 899	41 453	13 818
Trancoso	1 408	2 562	4 824	610	197
Vagos	143 005	160 458	392 371	43 295	12 468
Vale de Cambra	11 845	21 551	40 577	5 127	1 660
Vila Nova de Paiva	3 174	5 775	10 873	1 374	445
Vila Nova de Poiares	2 824	5 138	9 674	1 222	396
Viseu	55 457	120 158	207 965	27 729	9 243
Vouzela	87 220	39 691	187 985	13 887	3 031
Total	17 577 839	28 472 316	56 888 288	6 947 836	2 203 140

Quadro 2.2.14 - Cargas provenientes dos efluentes das suiniculturas aplicadas no solo, por bacia hidrográfica

Bacia	Sub-bacia	SST (kg/ ano)	CBO ₅ (kg/ ano)	CQO (kg/ ano)	N (kg/ ano)	P (kg/ ano)
Vouga	-	2 675 851	4 013 506	8 340 637	993 517	309 730
	-	2 748 857	4 623 891	9 068 832	1 123 822	357 415
Mondego	Alva	24 238	39 971	79 932	9 893	3 654
	Dão	460 957	700 813	1 456 574	175 160	54 406
Lis	-	11 214 958	18 373 324	36 489 439	4 469 494	1 422 388
Costeiras entre o Mondego e o Lis	-	337 940	520 977	1 067 749	128 196	40 177
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	-	115 038	199 834	385 124	47 754	15 371
Total		17 577 839	28 472 316	56 888 288	6 947 836	2 203 140

Pela análise do quadro anterior verifica-se a bacia do Lis é a que apresenta maior carga poluente aplicada no solo quer em termos de carga orgânica, quer em termos de nutrientes.

Conforme mencionado anteriormente o chorume proveniente das explorações pecuárias apresenta elevado valor fertilizante pela sua riqueza em nutrientes, permitindo reduzir a aplicação de adubos químicos. No entanto, pode ser altamente poluente das águas superficiais quando aplicado de forma exagerada, fora do período de aproveitamento máximo por parte das culturas e em condições climáticas desfavoráveis.

Com base nos elementos referentes à área de aplicação de chorume ao nível do concelho, constantes no *Recenseamento Agrícola 2009* (INE, 2011), e nas cargas provenientes das instalações Agropecuárias³ que se estima que sejam aplicadas no solo, determinou-se a quantidade de azoto total aplicada anualmente por hectare. Nas massas de água em que as quantidades de chorume aplicadas ultrapassam 170 kg N total/ha/ano (valor limite proposto no *Código de Boas Práticas Agrícolas* a considerar nos planos de fertilização das explorações agrícolas) admitiu-se que ocorre lixiviação de nutrientes para os recursos hídricos, numa percentagem semelhante à considerada no capítulo da agricultura.

De acordo com o referido no capítulo referente à poluição tóxica, na área em estudo do presente plano existem algumas explorações suinícolas que, pela sua dimensão, são classificadas como instalações PCIP, ou seja têm associada uma poluição considerada significativa, estando, por isso, sujeitas ao regime de prevenção e controlo integrados dessa mesma poluição.

Com base nos parâmetros de monitorização dos efluentes requeridos nas licenças ambientais e nos valores publicados no E-PRTR procedeu-se à identificação de substâncias prioritárias e de poluentes específicos que poderão ser emitidas nos locais de descarga dos efluentes líquidos.

³ Incluindo as cargas provenientes das explorações de bovinos.

— *Porcimaís (LA 107/2008, de 22 de julho)*

A Porcimaís, situada na freguesia de Regueira de Pontes, concelho de Leiria, tem como principal atividade a criação intensiva de suínos (porcos de produção), incluída na categoria 6.6b do Anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto.

O efluente suinícola produzido nos diversos pavilhões é retido nas valas existentes sob o pavimento, sendo posteriormente encaminhado por gravidade para as fossas de recolha localizadas no exterior de cada pavilhão e daí para uma fossa séptica estanque, com capacidade para 243 m³, de onde é recolhido para ser espalhado em solo agrícola.

O operador é aderente através da “Recilis, Tratamento e Valorização de Efluentes S.A.”, à Solução Integrada para Tratamento dos Efluentes de suiniculturas na Bacia Hidrográfica do Rio Lis, estando autorizado a proceder à valorização agrícola do chorume, de acordo com as condições definidas na Licença de Utilização dos Recursos Hídricos para Descarga de Águas Residuais e para Espalhamento de Águas Residuais (N.º 576/2007).

No Quadro 2.2.15 apresentam-se os parâmetros físico-químicos requeridos na monitorização do chorume que é aplicado no solo.

Quadro 2.2.15 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 107/2008)

Parâmetros	Frequência de monitorização
PH, sólidos suspensos totais (SST), carência química de oxigénio (CQO), azoto total, azoto amoniacal, fósforo total, zinco total e cobre total	2 vezes por ano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Uma no período primavera/ verão e outra no período outono/ inverno. Preferencialmente quando for efetuada a valorização agrícola do chorume

De acordo com o Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes entre 2007 e 2009 não houve emissão de quaisquer poluentes para o solo, em quantidades superiores aos limiares de emissão permitido no respetivo regulamento.

— *Pecuária Costa & Ferreira, Lda. (LA 236/2008, de 31 de dezembro)*

A Pecuária Costa & Ferreira, Lda., situada na freguesia de Coimbrão, concelho de Leiria, tem como principal atividade a criação intensiva de suínos (porcos de produção), incluída na categoria 6.6b do Anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto.

Os efluentes suinícolas produzidos nos diversos pavilhões são retidos nas valas existentes sob o pavimento, sendo posteriormente encaminhados para um tamisador. Após a fase de retenção de sólidos, o efluente segue por gravidade para o sistema de lagunagem (duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação). A fração sólida é recolhida numa zona cimentada adjacente ao tanque de receção e as escorrências recirculadas para o tanque de receção.

O operador é aderente através da “Recilis, Tratamento e Valorização de Efluentes S.A.”, à Solução Integrada para Tratamento dos Efluentes de suiniculturas na Bacia Hidrográfica do Rio Lis, estando autorizado a proceder à valorização agrícola do chorume, por espalhamento no solo após tratamento na ETES existente na instalação.

No Quadro 2.2.16 apresentam-se os parâmetros físico-químicos requeridos na monitorização do chorume que é aplicado no solo.

Quadro 2.2.16 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 236/2008)

Parâmetros	Frequência de monitorização
PH, sólidos suspensos totais (SST), carência química de oxigénio (CQO), azoto total, azoto amoniacal, fósforo total, zinco total e cobre total	2 vezes por ano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Uma no período primavera/ verão e outra no período outono/ inverno. Preferencialmente quando for efetuada a valorização agrícola do chorume

Também neste caso, de acordo com o Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes, entre 2007 e 2009 não houve emissão de quaisquer poluentes, em quantidades superiores aos limiares de emissão permitido no respetivo regulamento, para o solo.

— *Intergados - Mondego (LA 182/2008, de 30 de outubro)*

A Intergados - Mondego, situada na freguesia de Pinheiro de Ázere, concelho de Santa Comba Dão, tem como principal atividade a criação intensiva de suínos (porcos de produção), incluída na categoria 6.6b do Anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto.

O chorume produzido nos diversos pavilhões é retido nas valas existentes sob o pavimento, sendo posteriormente encaminhado para um tanque de homogeneização, antes de ser sujeito à separação de sólidos num tamizador. A fração sólida do chorume deposita-se (por gravidade) numa plataforma coberta e impermeabilizada. O efluente é encaminhado para o tanque de retenção e segue posteriormente para quatro lagoas de retenção em série.

Não é permitida a descarga de águas residuais em meio hídrico, sendo o efluente é aproveitado para valorização agrícola por espalhamento no solo.

No Quadro 2.2.17 apresentam-se os parâmetros físico-químicos requeridos na monitorização do efluente que é aplicado no solo e no Quadro 2.2.18 os parâmetros de monitorização do solo que recebe as frações sólida e líquida do chorume.

Quadro 2.2.17 - Parâmetros a monitorizar no chorume que é aplicado no solo (LA 182/2008)

Parâmetros	Frequência de monitorização
PH, sólidos suspensos totais (SST), carência química de oxigénio (CQO), azoto total, fósforo total, zinco total e cobre total	2 vezes por ano ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Uma no período primavera/ verão e outra no período outono/ inverno. Preferencialmente quando for efetuada a valorização agrícola do chorume

Quadro 2.2.18 - Monitorização dos solos sujeitos a valorização agrícola com chorume (LA 182/2008)

Parâmetros	Frequência de monitorização
PH, matéria seca, matéria orgânica, azoto total e fósforo total	Anual
Zinco e cobre	Trienal ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Com uma primeira monitorização antes da primeira aplicação de chorume

— Intergados - Vagos (LA 181/2008, de 30 de outubro)

A Intergados - Vagos, situada na freguesia e concelho de Vagos, tem como principal atividade a criação intensiva de suínos (porcas reprodutoras), incluída na categoria 6.6c do Anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto.

O sistema de tratamento dos efluentes suinícolas é muito semelhante ao efetuado na instalação da empresa existente em Santa Comba Dão. O chorume produzido nos diversos pavilhões é retido nas valas existentes sob o pavimento, sendo posteriormente encaminhado, após homogeneização em tanque próprio, para o tamizador. A fração sólida do chorume deposita-se (por gravidade) numa plataforma coberta e impermeabilizada. Posteriormente, o efluente é encaminhado para as cinco lagoas de retenção existentes na exploração. Também neste caso, não é permitida a descarga de águas residuais em meio hídrico, sendo o efluente valorizado em termos agrícolas, por espalhamento no solo.

Os parâmetros e frequências de monitorização, quer do chorume, quer do solo onde este é aplicado são iguais aos requeridos na LA da Intergados - Mondego (Quadro 2.2.17 e Quadro 2.2.18).

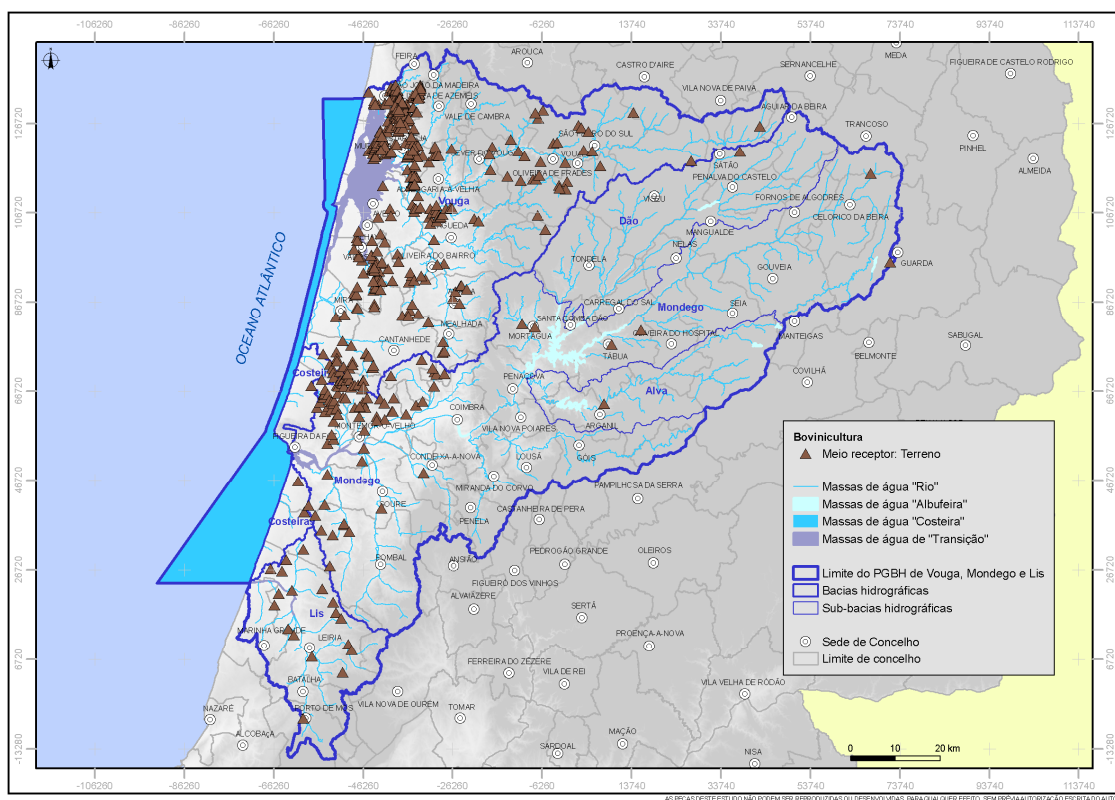
Não foi reportada a emissão de quaisquer poluentes para o solo, em quantidades superiores aos limiares de emissão permitido no regulamento do E-PRTR para as duas instalações da Intergados referidas anteriormente, entre os anos de 2007 e 2009.

Apesar de não terem sido detetadas concentrações de metais pesados no solo, superiores aos limiares de emissão do E-PRTR, em quaisquer das instalações PCIP caracterizadas, a descarga dos efluentes de suinicultura no solo poderá constituir uma fonte de poluição difusa para os recursos hídricos, caso os tratamentos a que é sujeito o chorume não seja o mais adequado. O cobre e zinco são adicionados às rações dos suínos com o objetivo de aumentar a eficiência alimentar e controlar a disenteria dos animais, sendo posteriormente excretados nos seus dejetos.

2.2.1.3.2. bovinicultoras

A determinação das cargas poluentes associadas aos efluentes gerados pelas bovinicultoras teve em consideração os elementos do inventário das Agropecuárias, disponibilizados pela ARH do Centro (Figura 2.2.6).

De acordo com os elementos fornecidos existem cerca de 2 600 explorações georreferenciadas, mas apenas cerca de 18% possui informação sobre o número de efetivos ou sobre o caudal rejeitado.



Fonte: ARH Centro, 2010 c

Figura 2.2.6 - Localização geográfica das Bovinicultoras



Na impossibilidade de caracterizar os efluentes produzidos pelas Bovinicultoras através de dados de autocontrolo, procedeu-se à estimativa das cargas poluentes anuais através de coeficientes referenciados na bibliografia (Quadro 2.2.19 e Quadro 2.2.20).

Quadro 2.2.19 - Capitações de poluentes para os bovinos (kg/animal/ano)

Tipo de Animal	CN ⁽¹⁾	CBO ₅	CQO	N	P
Vaca leiteira com >600 kg e ou mais 7000kg/ leite	1.2	436	2 373	115	41
Touro ou vaca aleitante com >500 kg ou vaca leiteira com < 7000kg	1.0	252	1 424	73	27
Vaca aleitante com >24 meses e < 500 kg de peso vivo	0.8	215	949	70	26
Bovino 6 a 24 meses	0.6	168	540	40	13
Bovino < 6 meses	0.4	101	324	25	8

(1) Cabeça Normal - unidade padrão de equivalência usada para comparar e agregar números de animais de diferentes espécies ou categorias, tendo em consideração a espécie animal, a idade, o peso vivo e a vocação produtiva (Decreto-Lei n.º 214/2008, de 10 de novembro).

Fonte: Adaptado de MADRP, 2009; White, R.K., 1977, Jeffrey Blackman, 1965; Hart & Turner, 1965 em: Correia, M.M., 1985

Quadro 2.2.20 - Volumes anuais produzidos de chorume por tipo de bovino

Tipo de Animal	Volume Efluente (m ³ /animal/ano)
Vaca leiteira com >600 kg e ou mais 7000kg/ leite	23
Touro ou vaca aleitante com >500 kg ou vaca leiteira com < 7000kg	16
Vaca aleitante com >24 meses e < 500 kg de peso vivo	16
Bovino 6 a 24 meses	8
Bovino < 6 meses	3

Todavia, como existe um número significativo de explorações sem informação relativamente ao número de efetivos ou sobre as características do caudal rejeitado, não sendo possível estimar as cargas poluentes associadas a esses pontos de descarga, foi necessário ter em consideração o número de efetivos declarados, ao nível do concelho, no *Recenseamento Agrícola 2009* (INE, 2011).

Na quantificação das cargas por esta metodologia, admitiu-se que o tipo de animal e produção das explorações sem informação sobre o número de efetivos, num determinado concelho, é semelhante ao existente nas instalações inventariadas (que possuem esse tipo de informação) localizadas nesse concelho.

No que concerne ao meio recetor das águas residuais, tendo em conta a informação disponibilizada pela ARH do Centro, e que em Portugal o destino mais comum do estrume e chorume é a utilização na exploração como corretivos ou fertilizantes orgânicos, admitiu-se que todas as Bovinicultoras aplicam os seus efluentes em solos agrícolas ou florestais. Em termos de tratamento assumiu-se que as explorações possuem sistemas de armazenamento cuja eficiência de remoção é equivalente a uma lagoa anaeróbia primária.

No quadro seguinte apresentam-se as eficiências de remoção consideradas.

Quadro 2.2.21 - Eficiências de remoção dos sistemas de retenção de efluentes das Bovinicultoras

Parâmetro	Eficiência de Remoção (%)
CBO ₅	35%
CQO	55%
N	0% ⁽¹⁾
P	0%

Fonte: Adaptado de Araújo, I. e Ferreira, S. (2003)

⁽¹⁾ No caso do azoto a remoção é essencialmente na forma amoniacal (uma vez que se considera que nos tanques/ fossas de armazenamento não há condições de aerobiose), mas esta já está contabilizada na carga de N excretado assumida.

Nos quadros seguintes apresentam-se as cargas estimadas relativas aos efluentes provenientes das Bovinicultoras que são aplicados no solo, ao nível do concelho e da bacia hidrográfica.

Quadro 2.2.22 - Cargas provenientes dos efluentes das Bovinicultoras aplicadas no solo, por concelho

Concelho	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Águeda	395 227	1 391 101	165 093	58 500
Aguiar da Beira	150 506	487 086	62 484	21 881
Albergaria-a-Velha	608 136	2 103 299	257 033	91 107
Anadia	116 337	430 747	50 099	17 993
Ansião	6 577	16 672	2 696	916
Arganil	8 846	24 302	3 574	1 203
Arouca	52 899	172 269	22 116	7 787
Aveiro	376 453	1 248 611	155 229	54 469
Batalha	27 801	74 635	11 094	3 750
Cantanhede	1 239 046	4 247 907	504 181	176 860
Carregal do Sal	5 544	16 189	2 340	813
Castro Daire	37 650	110 344	17 096	6 096
Celorico da Beira	78 620	249 014	34 099	12 122



Concelho	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Coimbra	150 137	513 652	63 564	22 586
Condeixa-a-Nova	36 381	124 475	15 165	5 356
Estarreja	1 685 830	5 903 890	701 242	247 911
Figueira da Foz	968 217	3 361 389	398 377	140 426
Fornos de Algodres	13 032	43 290	5 377	1 889
Góis	2 439	6 695	987	335
Gouveia	19 576	55 085	8 417	2 946
Guarda	178 354	554 021	78 313	27 884
Ílhavo	123 896	421 520	51 249	17 967
Leiria	653 165	2 164 356	274 576	96 715
Lousã	10 695	26 878	4 248	1 414
Mangualde	6 738	17 013	2 803	948
Marinha Grande	3 738	9 831	1 591	548
Mealhada	178 956	641 713	75 746	26 983
Mira	399 521	1 382 060	161 462	56 646
Miranda do Corvo	7 281	21 318	3 036	1 050
Montemor-o-Velho	1 909 414	6 590 977	788 276	278 047
Mortágua	23 847	84 119	10 021	3 569
Murtosa	928 099	3 268 640	387 233	137 164
Nelas	1 915	4 887	783	263
Oliveira de Azeméis	1 269 679	4 295 966	509 184	177 630
Oliveira de Frades	234 294	768 121	97 761	34 287
Oliveira do Bairro	246 473	860 810	101 794	35 873
Oliveira do Hospital	6 048	16 028	2 563	883
Ourém	19 023	49 361	7 527	2 506
Ovar	759 940	2 929 352	334 111	120 901
Pampilhosa da Serra	82	320	37	13
Penacova	9 144	21 310	3 480	1 117
Penalva do Castelo	20 856	59 714	8 563	2 900
Penela	10 509	35 721	4 194	1 465
Pombal	329 611	1 055 714	138 141	48 446
Porto de Mós	196 777	683 043	84 166	29 943
Santa Comba Dão	33 391	91 885	14 668	5 166
Santa Maria da Feira	87 955	281 410	35 424	12 268
São João da Madeira	3 936	9 825	1 545	508
São Pedro do Sul	213 649	668 343	95 403	34 073
Sátão	150 408	489 182	62 083	21 687
Seia	11 420	36 387	4 818	1 688

Concelho	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Sernancelhe	5 875	19 693	2 447	864
Sever do Vouga	100 362	331 831	41 695	14 610
Soure	134 332	421 631	56 790	20 017
Tábua	21 464	56 036	8 870	2 980
Tondela	118 752	371 447	51 880	18 423
Trancoso	67 890	228 815	28 468	10 073
Vagos	701 556	2 470 029	292 884	103 537
Vale de Cambra	196 708	627 412	83 762	29 525
Vila Nova de Paiva	22 457	75 334	9 312	3 285
Vila Nova de Poiares	5 571	16 819	2 295	795
Viseu	83 374	264 343	34 383	11 944
Vouzela	175 836	577 453	76 513	27 232
Total	15 642 243	53 581 319	6 514 365	2 298 782

Quadro 2.2.23 - Cargas provenientes dos efluentes das Bovinicultoras aplicadas no solo, por bacia hidrográfica

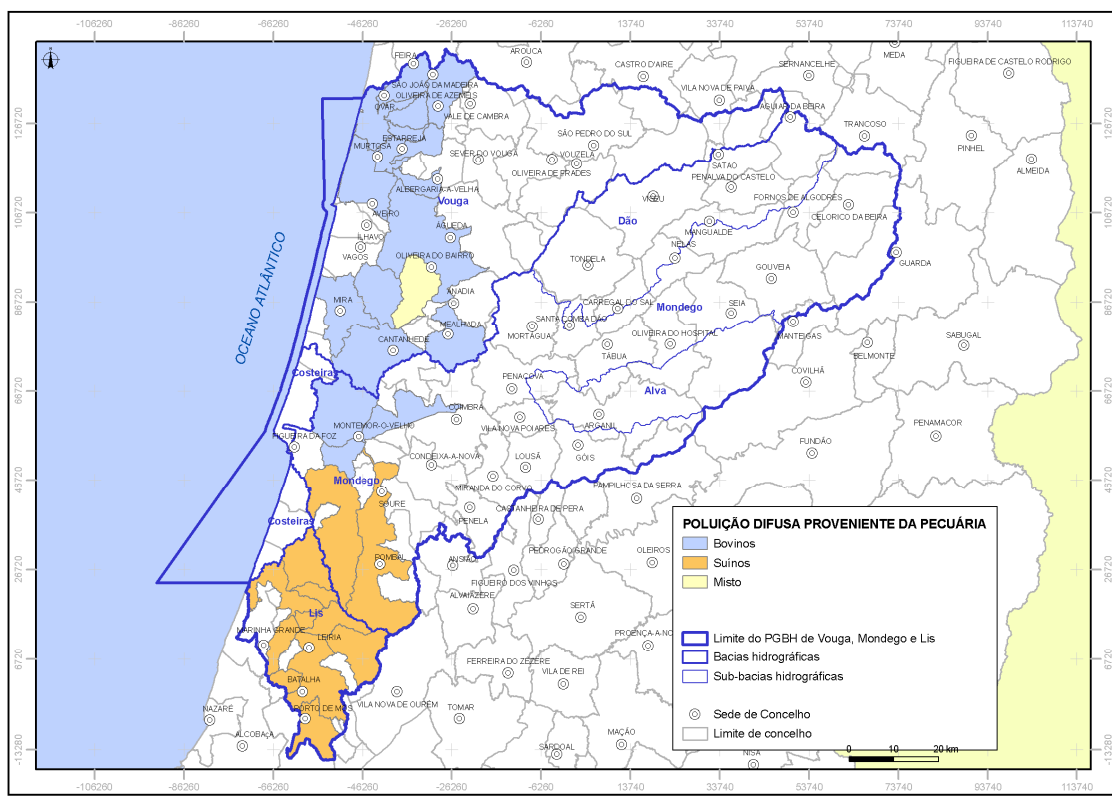
Bacia	Sub-bacia	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	N (kg/ano)	P (kg/ano)
Vouga	-	10 149 730	35 185 431	4 228 786	1 494 016
Mondego	-	3 324 570	11 322 311	1 375 765	484 754
	Alva	23 701	67 791	9 796	3 347
	Dão	767 995	2 417 100	326 984	115 185
Lis	-	876 531	2 906 617	369 205	130 077
Costeiras entre o Mondego e o Lis	-	134 002	440 267	55 307	19 375
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	-	365 715	1 241 802	148 521	52 030
Total		15 642 243	53 581 319	6 514 365	2 298 782

Pela análise do quadro anterior verifica-se a bacia do rio Vouga é a que apresenta maior carga poluente aplicada no solo quer em termos de carga orgânica, quer em termos de nutrientes.

A metodologia adotada para estimar a carga que atinge os recursos hídricos superficiais é semelhante à aplicada no caso das explorações suinícolas, ou seja admitiu-se uma percentagem de lixiviação de nutrientes semelhante à adotada no capítulo da agricultura, para as massas de água em que as quantidades de chorume aplicadas no solo ultrapassam 170 kg N total/ha/ano.

2.2.1.3.3. Resumo da Pressão Pecuária

Na figura seguinte apresentam-se as áreas sujeitas a uma pressão pecuária que se considera significativa, bem como de nutrientes por unidade de área (km²), estimadas em termos difusos.



Fonte: ARH Centro, 2010 c

**Figura 2.2.7 - Zonas de maior pressão por poluição difusa proveniente da pecuária
- bovinicultura e suinicultura**

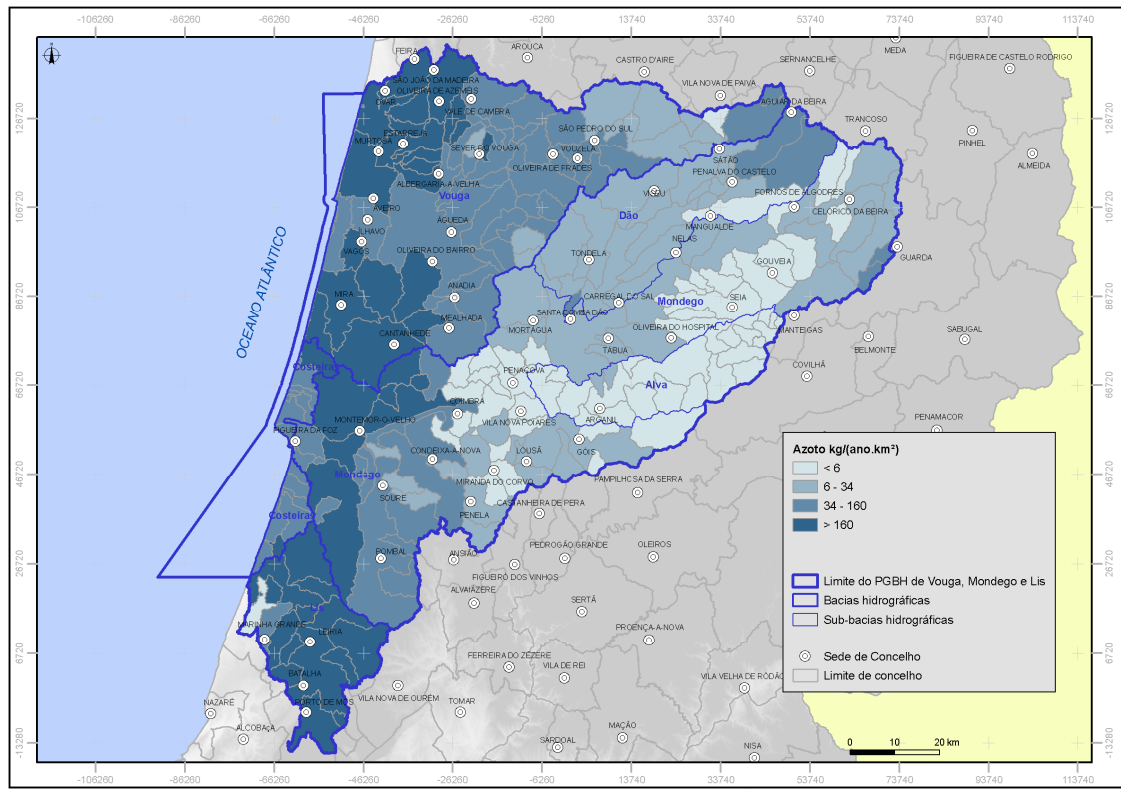


Figura 2.2.8 - Cargas específicas de azoto, que atingem as massas de água superficiais, provenientes das explorações pecuárias

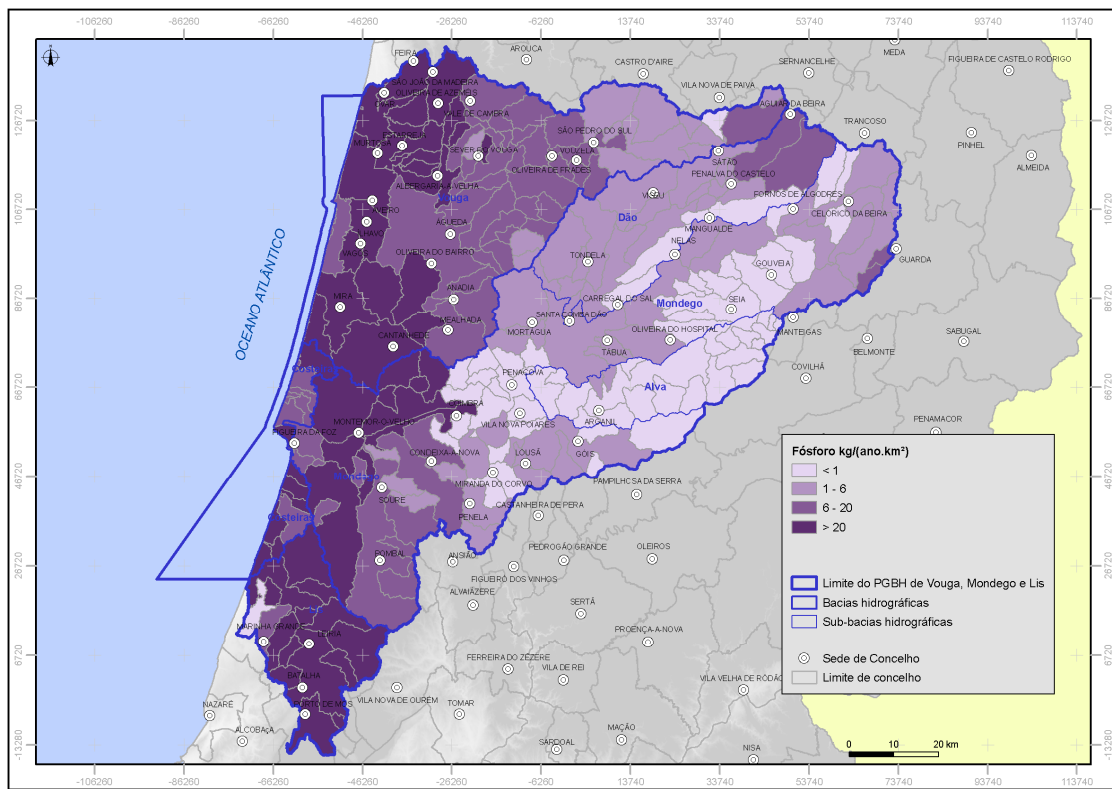


Figura 2.2.9 - Cargas específicas de fósforo, que atingem as massas de água superficiais, provenientes das explorações pecuárias

2.2.2. Águas Subterrâneas

Para a identificação, caracterização e avaliação dos possíveis impactos das pressões difusas sobre as massas de águas subterrâneas da área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, integrada na Região Hidrográfica 4, foram consideradas as recomendações do Grupo de Trabalho IMPRESS criado no âmbito da Estratégia Comum Europeia para a Implementação da Diretiva-Quadro da Água (European Commission, 2003).

As principais fontes potenciais de poluição difusa das massas de águas subterrâneas são, em geral, os sistemas de drenagem urbana (redes de esgotos sanitários e de águas pluviais, e a própria escorrência superficial), a agricultura e a silvicultura, entre outras. Destas fontes de poluição difusa, só foi possível avaliar o impacto da agricultura na qualidade das massas de águas subterrâneas, uma vez que não existem estudos técnico-científicos ou dados de monitorização, que permitam uma análise detalhada do potencial de poluição difusa de outras fontes de contaminação, nomeadamente as referentes a atividades agropecuárias. Saliente-se, no entanto, que a agricultura é considerada a atividade antropogénica difusa com impacto mais significativo na qualidade da água subterrânea (e.g. Böhlke, 2002).

Para a avaliação do possível impacto da agricultura (fontes difusas) na qualidade da água subterrânea na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, houve necessidade de:

- Considerar as cargas de nutrientes (neste caso, apenas o azoto foi considerado, por se considerar que o fósforo não constitui um risco para a qualidade das águas subterrâneas) provenientes da agricultura e determinadas no subcapítulo 2.2.1.1.

Dados do INE (2009) revelam que em 2006, Portugal apresentava um consumo de azoto (N) agrícola unitário (kg/ha de superfície agrícola utilizável (SAU)) reduzido, ligeiramente acima do percentil de 20, quando comparado com outros países da União Europeia (Alemanha, Holanda, Bélgica, Dinamarca, França, Irlanda, Finlândia, Reino Unido, Grécia, Itália, Suécia, Espanha, Áustria, Luxemburgo). A variação média anual do balanço do azoto, no período de 2004 a 2007, registou mesmo um decréscimo de 9%, devida não só à diminuição da utilização deste nutriente mas também a um acréscimo de 5% no que diz respeito à quantidade de azoto removido.

No caso presente, as cargas de azoto (N) consideradas foram divididas em três classes - baixa, média e elevada, correspondentes aos valores dos três escalões de intensidade de utilização de azoto identificados pelo INE (2009) para Portugal (Quadro 2.2.24).

Quadro 2.2.24 - Escalões de intensidade para a utilização do azoto (N)

Escalões	
Baixa	<20 kg/ha
Média	20 - 50 kg/ha
Alta	>50 kg/ha

Fonte: INE, 2009

Importa ainda salientar, que no caso particular da aplicação de lamas nos solos agrícolas, se considerou que as lamas derivadas das explorações para produção animal em sistema intensivo são tratadas e aplicadas em solos agrícolas de acordo com o plano de gestão de lamas (Decreto-Lei n.º 279/2009, de 2 de outubro).

Esta lamas são, em geral, aplicadas nos solos agrícolas devido aos seus elevados teores em matéria orgânica, azoto, fósforo, cálcio e em outros elementos minerais, tendo assim como finalidade o enriquecimento de solos pobres nestes nutrientes.

Considerou-se que as cargas de azoto associadas à utilização destas lamas nos solos agrícolas já tinham sido consideradas indiretamente na avaliação das cargas de nutrientes realizada, uma vez que foram estimadas as necessidades dos diferentes cultivos.

- avaliar a vulnerabilidade à poluição das diferentes massas de águas subterrâneas aplicando o Índice de Suscetibilidade (IS) de Ribeiro (2005) e já utilizado no capítulo 1.3. Neste caso, a utilização do IS tem como finalidade a obtenção de um mapa de vulnerabilidade específica das águas subterrâneas à ocupação do solo.

Este índice, semelhante ao índice DRASTIC (Aller *et al.*, 1987), corrige no entanto a redundância de alguns dos parâmetros do DRASTIC e permite considerar as atividades antrópicas.

O IS considera quatro dos sete parâmetros do índice DRASTIC, nomeadamente, profundidade do nível freático (D), recarga (R), material do aquífero (A) e declive (S) e foi adicionado um novo parâmetro, uso do solo (LU), que corresponde neste caso à ocupação do solo. O LU é obtido com base em pontuações atribuídas a cada uma das classes em que se divide o uso do solo. Essas pontuações foram calculadas com base num painel Delphi de especialistas portugueses.

O IS é calculado a partir da soma ponderada desses valores:

$$IS = 0,186D + 0,212R + 0,259A + 0,121T + 0,222LU$$

De acordo com as classes apresentadas no Quadro 2.2.25, determina-se a maior ou menor probabilidade de determinada área ser mais ou menos vulnerável à contaminação das águas subterrâneas. Quanto maiores são os valores finais do IS obtidos, tanto maior é a probabilidade de determinada área ser mais vulnerável à contaminação das águas subterrâneas.

Quadro 2.2.25 - Classificação das classes do IS

Suscetibilidade	
85-90	Muito elevada
75-85	Alta
65-75	Média a alta
55-65	Média
45-55	Média a baixa
37-45	Baixa

Para a identificação das zonas localizadas na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis com pressões significativas de azoto foi efetuado o cruzamento entre as áreas definidas pelo IS como tendo uma vulnerabilidade média a muito elevada (Quadro 2.2.25 e peça desenhada RH4_P2_S1_3_D1_3_6_c), com as áreas de maior carga de azoto, ou seja, de intensidade de utilização de azoto alta (> 50 kg/ha). As áreas coincidentes de suscetibilidade média a elevada e com elevadas cargas de azoto são as que aqui são definidas como tendo pressões significativas de azoto (N) para as massas de águas subterrâneas (Figura 2.2.10).

Da análise dos resultados representados na Figura 2.2.10 verifica-se que as zonas vulneráveis de Estarreja - Murtosa (ZVEM) e do Litoral Centro (ZVLC) (Portaria n.º 164/2010, de 16 de março) apresentam suscetibilidades altas a muito altas e média a média alta, respetivamente. A ZVEM, com uma área de 81,38 km², engloba os concelhos de Estarreja e Murtosa. Hidrogeologicamente, esta zona está integralmente inserida na massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro (O1). A ZVLC, mais a Sul que a anterior,

tem uma área de 237,36 km² e engloba os concelhos de Aveiro, Vagos, Mira, Cantanhede e Oliveira do Bairro. Do ponto de vista hidrogeológico, esta zona está localizada na massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro (O1), tal como a anterior, e na Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga (O01RH4).

Da análise da Figura 2.2.10 pode ainda verificar-se que as massas de águas subterrâneas dos Aluviões do Mondego, Figueira da Foz - Gesteira, Vieira de Leiria - Marinha Grande, Tentúgal e Cársico da Bairrada apresentam também suscetibilidades altas e com alta intensidade de utilização do azoto. As duas primeiras massas de água apresentam cerca de 7% da respetiva área de recarga com pressões significativas de azoto (N). Vieira de Leiria - Marinha Grande apresenta 4 % da respetiva área de recarga, enquanto que as restantes massas de água apresentam cerca de 1%.

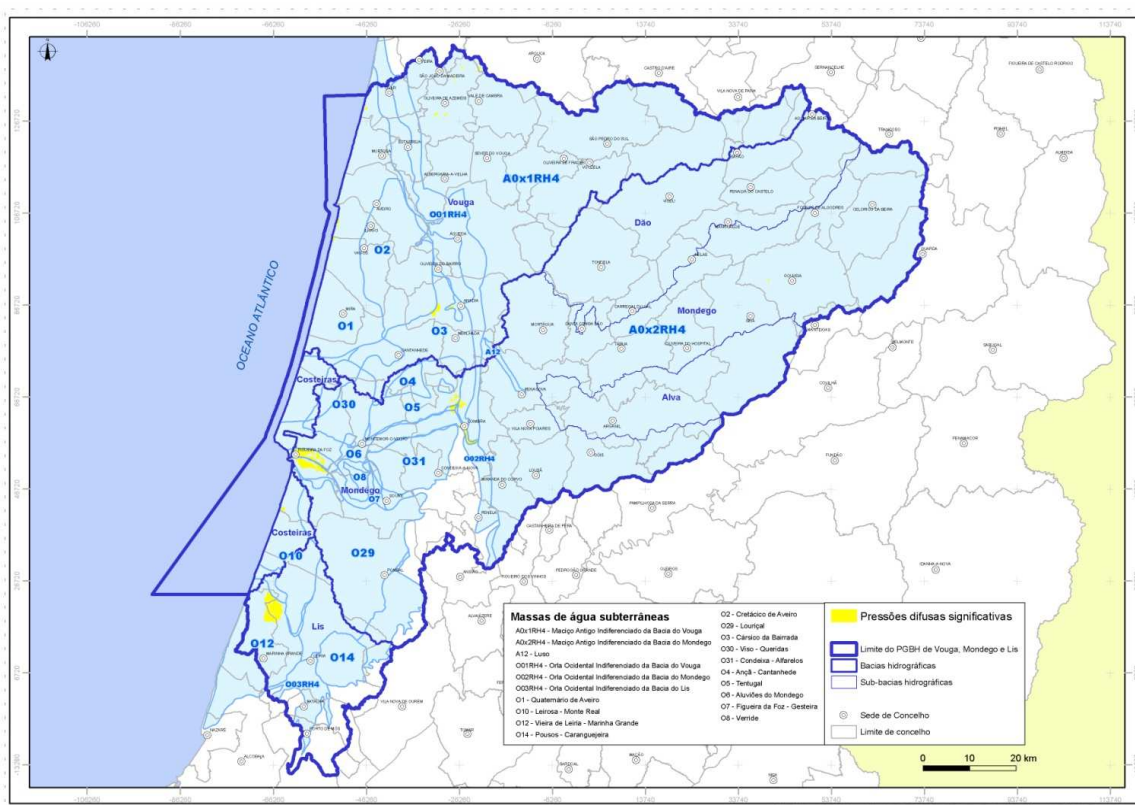


Figura 2.2.10 - Delimitação das áreas com pressões significativas do parâmetro azoto (N) para as massas de águas subterrâneas

Ainda no âmbito da avaliação do impacto da agricultura (fontes difusas) na qualidade da água subterrânea na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, foi considerada a utilização de produtos fitofarmacêuticos com base nos dados disponíveis na bibliografia.



Em Portugal, em 2007, os fungicidas representaram 68% do total das vendas de produtos fitofarmacêuticos (cerca de 12 kt de vendas expressas em substância ativa), tendo o enxofre representado 78% deste grupo. Os herbicidas apresentaram 13% das vendas (cerca de 2 kt) e têm marcado posição no mercado, evidenciando, em relação a 2000, taxas médias anuais de crescimento positivas. A venda de inseticidas/acaricidas (com a inclusão do óleo mineral) atingiu 7,6% das vendas totais e um aumento de cerca de 20% face ao ano de 2006. A venda de produtos fitofarmacêuticos por unidade de superfície agrícola utilizável foi de 4,8 kg/ha. A comparação com os países da UE atrás referidos, coloca Portugal acima da média europeia em termos de intensidade de utilização de pesticidas, acompanhado de perto por países como a França e o Luxemburgo (INE, 2009).

Destes produtos fitofarmacêuticos, os herbicidas são aqueles que, normalmente, têm maior potencial de lixiviação para as águas subterrâneas (Kolpin *et al.*, 1998). Características como a persistência no meio e o seu potencial de lixiviação, e fatores como o método e altura de aplicação, determinam a frequência de deteção destes compostos na água subterrânea.

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis foram realizados alguns estudos que confirmam a exposição da água subterrânea de áreas agrícolas a diferentes pesticidas.

Um estudo realizado por Batista *et al.* (2002) identificou a presença de diferentes pesticidas nas massas de águas subterrâneas da Beira Litoral. No entanto, o grupo de pesticidas identificados em concentrações superiores a 0,1 mg/L são bastante escassos. Estes incluíam a atrazina (19%), o metolacoloro (10%), o metabolito desetilatraxina (6%) e o alacoloro (6%).

Na massa de águas subterrâneas dos Aluviões do Mondego, onde predominam os cultivos de milho e arroz, para além dos de produtos hortícolas, viveiros, tabaco e beterraba, foi desenvolvido um estudo por Andrade (2005) e Andrade *et al.* (2009), durante os anos de 2001 e 2002, em que foram monitorizados, em nove captações, os herbicidas alacoloro, metolacoloro, propanil, atrazina, molinato e 3,4-dicloroanilina (metabolito do propanil). Em 56 amostras analisadas, 32% do total de pesticidas (soma de todos os pesticidas individuais detetados e quantificados) tinham concentrações acima dos 0,5 µg/l (Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro). Os resultados demonstraram que como os níveis freáticos são pouco profundos, este aquífero pode ser facilmente contaminado por estes compostos. No que se refere aos herbicidas, considera-se que a agricultura está a exercer pressão significativa na qualidade da água, nesta massa de água subterrânea.

Na massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro na zona envolvente ao Complexo Químico de Estarreja, Ordens (2007) analisou em vinte pontos de água subterrânea diferentes pesticidas - alacoloro, atrazina, clorfenvinfos (E+Z), metabolito desetilatraxina, endossulfão I, endossulfão II, lindano, metolacoloro, molinato, paratião-etilo, simazina e terbutilazina. No entanto, apenas em um dos pontos de amostragem foi detetado 0,11 µg/l de terbutilazina.

Com base nos resultados destes três estudos apenas se considerou que existiam pressões difusas significativas devido à utilização de pesticidas na agricultura na massa de águas subterrâneas dos Aluviões do Mondego (Quadro 2.2.26).

Quadro 2.2.26 - Massas de águas subterrâneas com pressões difusas significativas

Atividade	COD	Massa de água subterrânea	Parâmetro
Agricultura	O3	Cársico da Bairrada	Nitratos
Agricultura	O5	Tentúgal	Nitratos
Agricultura	O6	Aluviões do Mondego	Pesticidas
Agricultura	O6	Aluviões do Mondego	Nitratos
Agricultura	O7	Figueira de Foz - Gesteira	Nitratos
Agricultura	O12	Vieira de Leiria - Marinha Grande	Nitratos

O conhecimento atual dos padrões de produção agrícola e da respetiva evolução ao longo dos tempos permite avaliar as incidências dos sistemas de cultivo estimando eventuais consequências positivas ou negativas nas águas subterrâneas.

Com base nos dados síntese publicados pelo INE (2009) para um período de análise de 1989 a 2007, verifica-se que existe uma tendência de descida dos cultivos permanentes e da terra arável (Quadro 2.2.27). Os cultivos permanentes ocupam a terra durante um longo período e fornecem repetidas colheitas, não entrando em rotações culturais. A terra arável consiste no conjunto das terras cultivadas destinadas à produção vegetal, das terras retiradas de produção e das terras ocupadas por estufas ou cobertas por estruturas fixas ou móveis.

Quadro 2.2.27 - Superfície agrícola (ha) por tipos de ocupação do solo por região

Rg	1989			1999			2007		
	Cult. perm.	Past. perm.	Ter. arav.	Cult. perm.	Past. perm.	Ter. arav.	Cult. perm.	Past. perm.	Ter. arav.
BL	56460	15027	153148	48300	17864	103645	35211	18603	78839
BI	100177	82907	215620	93049	169949	155981	72665	180124	96584

Legenda: Rg: Região; BL: Beira Litoral; BI: Beira Interior; Cult. perm.: cultura permanente; Past. perm.: pastagem permanente; Ter. arav.: terra arável

Fonte: INE, 2009

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, entre 1999 e 2007, o cultivo do milho para grão ou forragem foi o cultivo temporário que, em regime de cultivo principal, dominou a terra arável nas zonas mais junto à costa. Já nas regiões mais interiores, em 2007, as culturas forrageiras dominavam a terra arável e ganharam importância relativa com um acréscimo de 11%, em relação ao ano de 1999 (INE, 2009).



Durante o período de 1989 a 2007, as pastagens permanentes aumentaram nas duas regiões. As pastagens permanentes podem ser semeadas ou espontâneas, em geral herbáceas, destinadas a serem comidas pelo gado. Verificou-se também uma diminuição do número de animais (bovinos, ovinos e caprinos e suínos) para o mesmo período de tempo.

Desde 1995, as regiões mais interiores caracterizam-se pela predominância de explorações agrícolas com níveis baixos de consumos de meios de produção. Em termos de contaminação agrícola difusa, a tendência de descida da superfície agrícola utilizável ocupada pelas culturas permanentes e de terra arável, juntamente com os baixos níveis de incorporação unitária dos meios de produção agrícola, traduzem uma diminuição da pressão das atividades agropecuárias nas massas de águas subterrâneas do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego e do Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga.

Por outro lado, nas regiões mais próximas da costa, deu-se uma substancial evolução até 2007, crescendo significativamente a superfície agrícola utilizável ocupada com elevados níveis de meios de produção e criando pressões difusas crescentes para as águas subterrâneas.

Dado que o cálculo das pressões difusas nas massas de água subterrânea tem uma avaliação essencialmente qualitativa, admite-se intrinsecamente que as áreas agrícolas com maiores necessidades de azoto serão aquelas onde haverá maior sobrecarga, ou seja, onde haverá maiores deposições de azoto com origem na pecuária

Referências Bibliográficas

- Administração da Região Hidrográfica do Centro (2009), *Questões Significativas da Gestão da Água, Região Hidrográfica do Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste, Participação Pública, Informação de Suporte*. Coimbra;
- Administração da Região Hidrográfica do Centro (2010). *Campos de Golfe* (ficheiro em formato shape). Coimbra;
- Agence de l'eau Loire Bretagne (2003). *Etude de délimitation et de caractérisation des masses d'eau du Bassin Loire Bretagne*, 111 pp.;
- Agostinho, J., Fernando, R. (2005). *Manual de Fertilização - A Fertilização Azotada na Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde*. Em: <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/default.aspx?Module=Files/FileDescription&ID=2669&lang=pt>;
- Aires, C.M. (2007). *Contribuição para o Estudo da Aplicação de Subprodutos da Indústria de Extração de Azeite em Solos Agrícolas. Efeito sobre alguns parâmetros químicos indicadores do estado de fertilidade do solo, o estado de nutrição e produtividade de algumas culturas*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa;
- Arrobas, M., Coutinho, J. (2001). *Caracterização do fósforo em solos de Portugal*, Revista de Ciências Agrárias, Volume XXV, Números 3 e 4, Jul./Dez. 2002, Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal;
- Andrade, A.I.A.S.S. (2005). *Hidrogeoquímica e caracterização da contaminação hídrica nos corpos aluvionares do Mondego entre Coimbra e Montemor-o-Velho*. PhD Thesis, Universidade de Coimbra, Portugal, 365 pp;
- Andrade, A.I.A.S.S.; Stigter, T.Y. (2009). *Multi-method assessment of nitrate and pesticide contamination in shallow alluvial groundwater as a function of hydrogeological setting and land use*. Agricultural Water Management Volume 96, Issue 12, December 2009, Pages 1751-1765;
- Batista, S.; Silva, E., Galhardo, S., Viana, P.; Cerejeira, M.J. (2002). *Evaluation of pesticide contamination of ground water in two agricultural areas of Portugal*. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 82:8, pp 601 - 609. DOI: 10.1080/03067310290009488;
- Böhlke, J.K. (2002). *Groundwater recharge and agricultural contamination*: Hydrogeology Journal, v. 10, no. 1, pp. 153-179;
- Cardoso, J. (1965). *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese, 1 - a sul do rio Tejo*. Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa;



- Cartaxo, L.M. *et al.* (1985). *Determinação das cargas poluidoras brutas produzidas pelos setores de atividade industrial em Portugal Continental*. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima (2001). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. INAG. Lisboa;
- CESL (1984). *Estudo das condições de utilização de água na indústria*. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima (2001). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. INAG. Lisboa;
- Cerqueira, J. (2001). *Solos e Clima em Portugal*. Clássica Editora, 2ª Edição;
- Confederación Hidrográfica del Cantábrico (2008). *Esquema Provisional de Temas Importantes. Parte Española de La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico*, 206 pp;
- Curinha, J.V. (2008). *Adição de Produtos Químicos e Ensaio de Eletrocoagulação e Electro-oxidação para o (Pré) Tratamento das Águas Residuais Provenientes dos Lagares de Produção de Azeite*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Monte da Caparica;
- Decreto-Lei n.º 238/98, de 1 de agosto. Diário da República n.º 176/98 - I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa;
- Diogo, P., Coelho, P., Almeida, M., Mateus, N. e Rodrigues, A. (2003). *Estimativa de cargas de azoto e fósforo numa bacia hidrográfica costeira*. II Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa;
- Diogo, P., Coelho, P., Almeida, M., Mateus, N., Rodrigues, A. (2004). *Influência do fósforo de origem agrícola na classificação do estado trófico das principais albufeiras de Portugal Continental*. 7º Congresso da Água. APRH;
- EPAL (1980). *Estudos Base de Engenharia, Região de Saneamento de Básico de Lisboa Estudos Base de Engenharia*. Em: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima (2001). Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. INAG. Lisboa;
- European Commission (2003). *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts. Produced by Working Group 2.1 - IMPRESS. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 153 pp. ISBN 92-894-5123-8;
- Fontenelle, M.N. (2006). *Tratamento de efluentes líquidos da indústria de laticínios de Minas Gerais*. Monografia apresentada no Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte;
- Hart, S.A; Turner, M.E. (1965). *Lagoons for Livestock Manure*. Em: Correia, M.M. (1985). *Características do Tratamento e Destino Final dos Resíduos de Bovinos*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa;

- INAG (2005), *Relatório Síntese sobre a Caracterização das Regiões Hidrográficas prevista na Diretiva-Quadro da Água*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;
- INE (1999). *Recenseamento Geral da Agricultura*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2001a). *Dados do Recenseamento Geral da Agricultura 99 por freguesia*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2001b), *Recenseamento Geral da Agricultura 99 - Beira Interior*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2001c), *Recenseamento Geral da Agricultura 99 - Trás-os-Montes*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2001d), *Recenseamento Geral da Agricultura 99 - Beira Litoral*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2001e), *Recenseamento Geral da Agricultura 99 - Entre Douro e Minho*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2009). *Indicadores Agroambientais 1989-2007*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2010). *Recenseamento Agrícola 2009 - Dados preliminares*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INE (2011). *Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos Principais Resultados*. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa;
- INETI (2001). *Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais. Guia Técnico Setorial - Indústria de Laticínios*. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. Lisboa;
- Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola (2010). *Estatísticas*. Lagares. Em: <http://www.inga.min-agricultura.pt/index.html>;
- Instituto da Vinha e do Vinho (2010). *Evolução da Produção por Distrito/ Concelho*. Em: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/2336.html>;
- Jeffrey Blackman (1965). *Treatment of Livestock Wastes - A Laboratory Study*. Em: Correia, M.M. (1985). *Características do Tratamento e Destino Final dos Resíduos de Bovinos*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa;
- Kolpin, D. W.; Barbash, J. E.; Gilliom, R. J (1998). *Occurrence of pesticides in shallow groundwater of the United States: Initial results from the National Water-Quality Assessment Program*. Environ. Sci. Technol. 32 (5), 558-566;



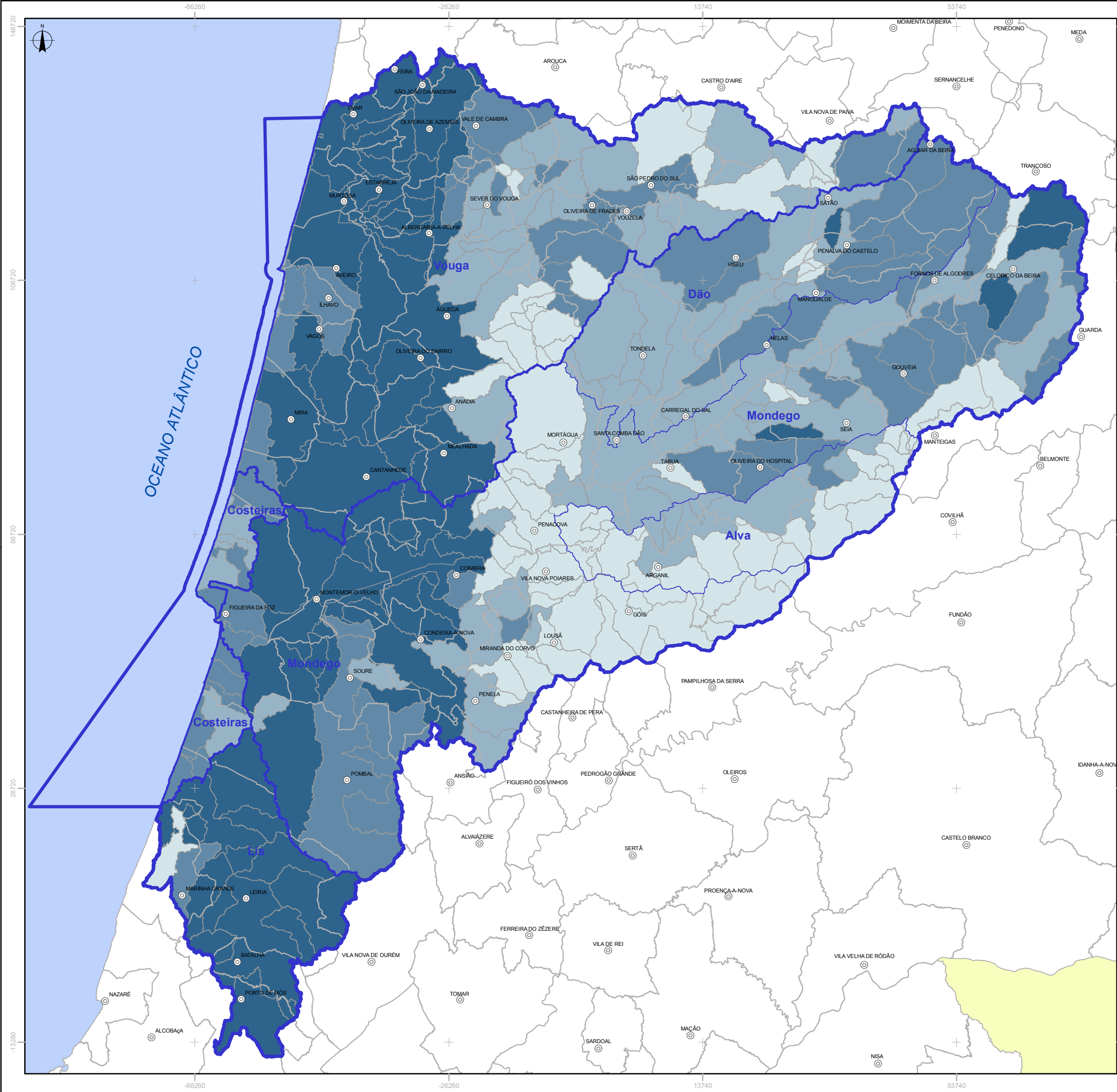
- MADRP (1997). *Código de Boas Práticas Agrícolas: para proteção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa;
- MADRP (2009). *Proposta de revisão do Código de Boas Práticas Agrícolas*. Gabinete de Planeamento e Políticas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Em: http://www.gppaa.min-agricultura.pt/RegActividade/Anexo_I_PGEP_09.pdf;
- MAOTDR (2007). *Estratégia Nacional para os Efluentes Agropecuários e Agroindustriais, ENEAPAI*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa;
- MTSS (2010) *Trabalhadores ao serviço por CAE e por concelho* (ficheiro em formato Excel). Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Lisboa;
- Monteiro, A. (1996). *Caracterização das Águas e Otimização do Funcionamento de ETAR Vitivinícolas*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Ramo de Gestão e Tratamento de Resíduos Industriais. Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Porto;
- Oliveira, S.; Lapa, N.; Morais, J. (1996). *Tratamento e Valorização de Efluentes de Suiniculturas: Vertentes Técnicas e Ambientais*. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa;
- Pirra, A. J. (2005). *Caracterização e Tratamento de Efluentes Vinícolas da Região Demarcada do Douro*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Doutor. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural. Vila Real;
- Portaria n.º 810/90, de 10 de setembro. Diário da República n.º 209/90 - I Série. Ministérios da Agricultura, Pescas e Alimentação, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Lisboa;
- Portaria n.º 164/2010, de 16 de março. Diário da República n.º 52/2010 - I Série. Ministérios da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa;
- Quelhas dos Santos, J. (2002). *Fertilização, fundamento da utilização dos adubos e corretivos*, Publicações Europa América, 2ª Edição. Lisboa;
- Ribeiro, L. (2005). *Um Novo Índice de Vulnerabilidade Específico de Aquíferos à Contaminação: Formulação e Aplicações*. Atas do 7º SILUSBA, APRH, Évora, 15pp;
- Thomas & Müller (1987). *Principles of surface water quality modelling and control*. Harper & Row;
- Turismo de Portugal. (2010). *Base de dados dos campos de golfe*. Em: www.turismodeportugal.pt;
- Vieira, R. (2009). *Contribuição para o estudo do tratamento de efluentes da indústria vinícola*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa;

- White, R.K. (1977). *Lagoon Systems for Animal Wastes*". Em: Correia, M.M. (1985). *Características do Tratamento e Destino Final dos Resíduos de Bovinos*. Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil Sanitária. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Lisboa.

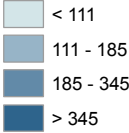
PEÇAS DESENHADAS

D2_2_1_c - PRESSÕES NAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS ASSOCIADAS A FONTES POLUENTES DIFUSAS. CARGAS ESPECÍFICAS DE AZOTO

D2_2_2_c - PRESSÕES NAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAIS ASSOCIADAS A FONTES POLUENTES DIFUSAS. CARGAS ESPECÍFICAS DE FÓSFORO



Cargas Específicas de Azoto kg/(ano.km²)



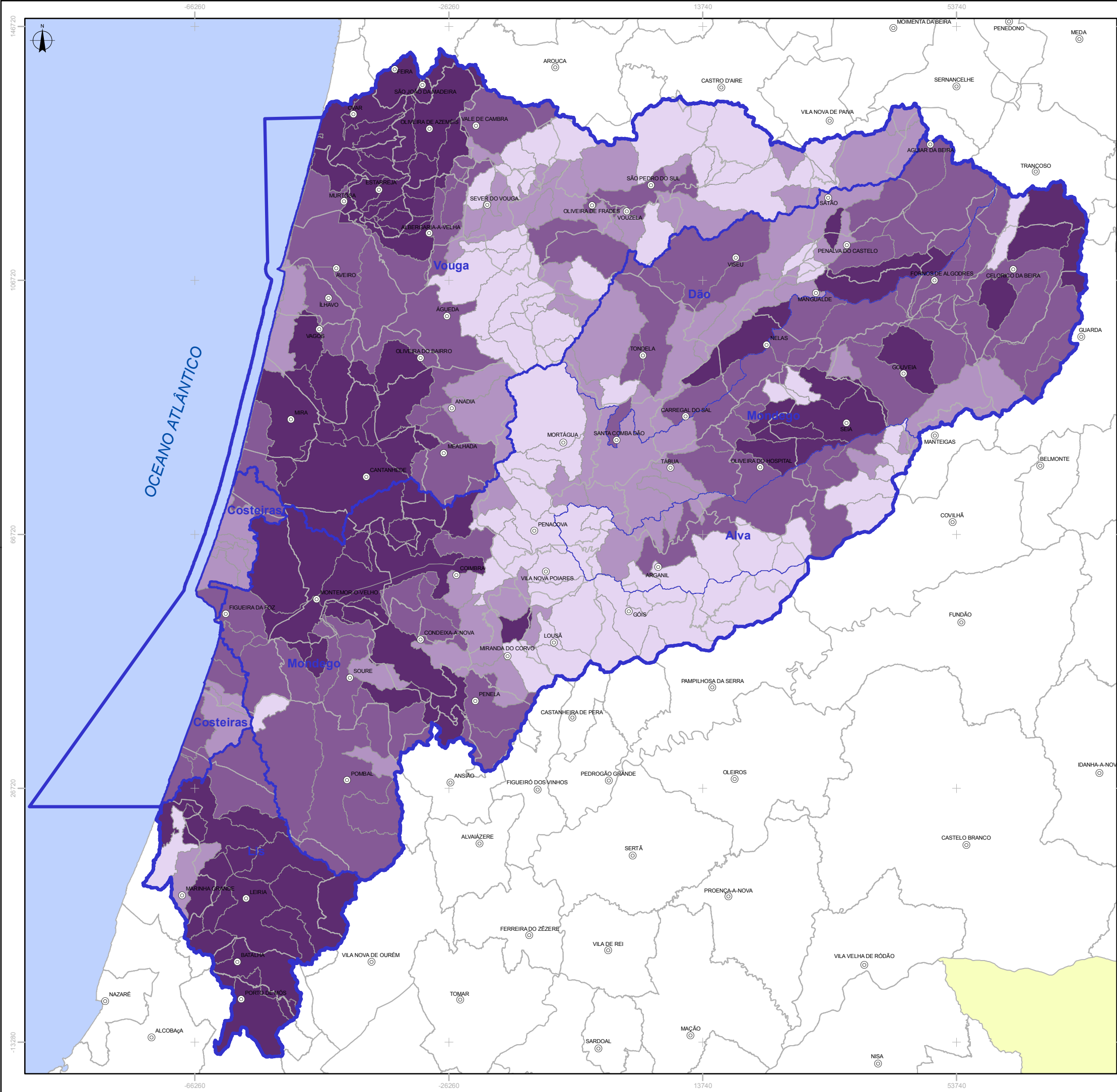
- Limite do PGBH de Vouga, Mondego e Lis
- Bacias hidrográficas
- Sub-bacias hidrográficas

- Sede de Concelho
- Limite de concelho

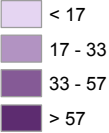
Fontes de Informação: ARH Centro; Atlas do Ambiente Digital - IA; IGP; CAOP; INSAAR; INTERSIG; Turismo de Portugal, I.P.
Escala de Referência 1:600 000.

Piano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4

ESCALA 1:600 000 0 5 10 15 km	TÍTULO Pressões nas massas de água superficiais associadas a fontes poluentes difusas Cargas específicas de azoto	
SISTEMA DE REFERÊNCIA EPSG:3763 (PT-TM06-ETRS89)	DESENHO N.º D.2.2.1	VERSÃO c
DATA 08-09-2011	FICHEIRO RH4_P2_S2_2_D2_2_1_c.mxd	FORMATO A3 - 420 x 297



Cargas Específicas de Fósforo kg/(ano.km²)



- Limite do PGBH de Vouga, Mondego e Lis
- Bacias hidrográficas
- Sub-bacias hidrográficas

- Sede de Concelho
- Limite de concelho

Fontes de Informação: ARH Centro; Atlas do Ambiente Digital - IA; IGP; INE (2011); CAOP; INSAAR; INTERSIG; Turismo de Portugal, I.P.
Escala de Referência 1:600 000.

Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território
Consultores:

AGRI.PRO AMBIENTE, CENOR Consulting Engineers, ATKINS, echiron

Piano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4

ESCALA 1:600 000 0 5 10 15 km	TÍTULO Pressões nas massas de água superficiais associadas a fontes poluentes difusas Cargas específicas de fósforo	
SISTEMA DE REFERÊNCIA EPSG:3763 (PT-TM06-ETRS89)	DESENHO N.º D.2.2.2	VERSÃO c
DATA 08-09-2011	FICHEIRO RH4_P2_S2_2_D2_2_2_c.mxd	FORMATO A3 - 420 x 297