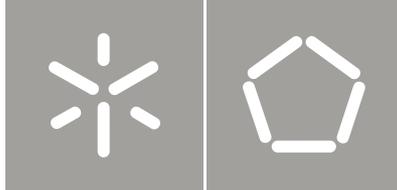




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Carla Raquel Basto Leite

Nitratos nas Águas de Esposende:
uma Avaliação Integrada baseada em
Indicadores de Sustentabilidade



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Carla Raquel Basto Leite

Nitratos nas Águas de Esposende:
uma Avaliação Integrada baseada em
Indicadores de Sustentabilidade

Tese de Mestrado
Tecnologias do Ambiente

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Associado Naim Haie

Anexo 3

DECLARAÇÃO

Nome

__Carla Raquel Basto Leite__

Endereço electrónico: raquel.leite@sapo.pt / Telefone: __228303258__ / __965121237__

Número do Bilhete de Identidade: __11208700__

Título dissertação /tese

Nitratos nas Águas de Esposende: uma Avaliação Integrada baseada em Indicadores de Sustentabilidade

Orientador(es):

____Professor Associado Naim Haie____

____Ano de conclusão: __2006__

Designação do Mestrado ou do Ramo de Conhecimento do Doutoramento:

____Tecnologias do Ambiente____

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respectiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, , MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, __/__/____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS:

Na elaboração deste trabalho manifesto o meu profundo agradecimento a várias pessoas que para ele contribuíram de forma determinante, pedindo desde já desculpa se algum nome ficar por mencionar:

- ♣ Ao Professor Naim, professor associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, meu orientador interno, pela sua disponibilidade e pelo auxílio precioso que sempre me prestou.
- ♣ Ao Eng.º Jorge Agostinho, docente da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, que me ajudou através dos seus conhecimentos da região.
- ♣ Aos meus colegas de trabalho, Alexandra, Anabela, Sandra, Susana, Mónica, Zélia, Pedro, Filipe, Jorge, Célia, Rui e Carlos, da Câmara Municipal de Esposende e da Esposende Ambiente, pelo apoio, compreensão, carinho e interesse que sempre me demonstraram ao longo deste trabalho.
- ♣ À Alice, ao Crispim, ao Dr. Francisco Areia e ao Eng.º Paulo Pilar, da Cooperativa Agrícola de Esposende, que me ajudaram a recolher dados bem como forneceram informação bastante útil e importante para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.
- ♣ Aos meus Pais e aos meus irmãos, pelo apoio, pela paciência e compreensão que sempre tiveram comigo ao longo deste trabalho.
- ♣ Ao meu Hélder, pela paciência infinita, apoio, compreensão, pelo amor e carinho que sempre demonstrou desde que iniciei este trabalho.

A todos que me apoiaram, directamente ou indirectamente, expresso a minha profunda gratidão.

Nitratos nas Águas de Esposende: uma Avaliação Integrada baseada em Indicadores de Sustentabilidade

RESUMO

Em Esposende, a agricultura tem vindo a desenvolver-se significativamente e a um ritmo acelerado. No entanto, este desenvolvimento encontra-se associado a inadequadas práticas agrícolas realçando o carácter insustentável da agricultura actual. Considerando que o concelho de Esposende está incluído numa Zona Vulnerável (ZV1), achou-se pertinente desenvolver este trabalho nas freguesias cuja economia está dependente do sector agrícola, tendo como principais objectivos a identificação e a quantificação das fontes de poluição difusa associadas à actividade agrícola no domínio dos recursos hídricos, a utilização de indicadores de sustentabilidade e de uma proposta de uma estratégia de desenvolvimento local.

A metodologia seguida para atingir os objectivos pretendidos deste trabalho permitiu verificar as principais fontes de poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola, a legislação aplicável, a caracterização da estrutura produtiva e a selecção de indicadores: de Pressão (concentração de nitratos nas águas superficiais e subterrâneas e na água potável) e de Estado (consumo de fertilizantes, uso do solo, encabeçamento pecuário, produção de efluentes pecuários, entre outros). Foi possível apurar, através da análise dos indicadores, que a qualidade das águas subterrâneas e de alguns cursos de água superficial da zona de estudo está longe do que a Directiva-quadro da Água considera como um “Bom estado”, sendo factores responsáveis o elevado consumo de fertilizantes azotados, a elevada produção de efluentes pecuários e o aumento do encabeçamento pecuário, o qual se encontra associado à diminuição da Superfície Agrícola Útil (SAU).

Face à natureza dos problemas detectados achou-se pertinente elaborar uma proposta de estratégia de desenvolvimento local, baseada na afirmação do sector agrícola da região. Delineou-se, assim, três grandes objectivos: a competitividade do sector agrícola baseada num crescimento sustentado, a melhoria do ambiente e da paisagem rural e a melhoria da qualidade de vida das zonas rurais. Para cada um deles definiram-se as prioridades e os vectores estratégicos, e as respectivas metas, as quais indicam, em grandes traços, a direcção final da estratégia de desenvolvimento local. Por exemplo, pretende-se beneficiar os agricultores com a adopção de modos de produção sustentáveis, promover a inovação bem como uma gestão eficiente da água.

PALAVRAS-CHAVE: *Nitratos, Zona Vulnerável, Indicadores de Sustentabilidade, Fertilização, Estratégia de Desenvolvimento Local.*

Nitrates in Esposende Waters: Sustainability Indicators based in Integrate Assessment

ABSTRACT

Agriculture, in Esposende, has been developing significantly and at a high rhythm. However, this development is associated to inadequate agricultural practices, enhancing an unsustainable character of these days agriculture. Considering that Esposende municipal council is included in a Vulnerable Zone (ZV1), it was found pertinent to develop this work in local areas whose economy is dependent of the agriculture sector, being as main objectives the identification and the quantification of the pollution sources associated to the agriculture activity in the domain of the hydrics resources; the use of sustainability indicators; and a proposal of a strategy for the local development.

The followed methodology to reach the pretended objectives of this work allowed to verify the main sources of pollution of superficial and underground waters caused by nitrates of agricultural origin, the applicable legislation, the characterization of the productive structure and by the indicators selection: of Pressure (nitrate concentrations in superficial waters, underground waters and drinking waters) and of State (use of fertilizers, soil use, animal numbers, production of effluent cattle, among others). It was possible to conclude, through the analysis of these indicators, that the quality of the underground waters and some superficial waters courses of the studied area are far away from what is expected by the Directive 2000/60/EC as a "Good State". Responsible for this result is the excessive use of nitrogen-containing fertilizers, the high production of effluent cattle and the advance in the number of animals per hectare, which is associated to the decrease of the Agricultural Useful Zone (SAU).

Face to the nature of the detected problems, it seemed necessary to elaborate a proposal of strategy for the local development, based on the affirmation of the agricultural sector in the studied area. It was delineated three big objectives: the competitiveness of agricultural sector based in a supported growth, an improvement of the environment and the agricultural landscape and the improvement of the life conditions of the agriculture areas. For each one of them was defined priorities and strategical vectors, and the respective aims, which indicate, in large lines, the final direction of the local development strategy. For example, it is pretend to benefit the farmers with the adoption of sustainable productions ways, to promote the inovation as well as efficient management water.

KEY-WORDS: *Nitrates, Vulnerable Zone, Sustainability Indicators, Fertilization, Strategy for Local Development*

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	3
1.3 Poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola	3
1.3.1 No território comunitário	4
1.3.1.1 Estado de aplicação da Directiva Nitratos	15
1.3.2 No território nacional	27
1.3.2.1 Estado de aplicação da Directiva Nitratos	33
2. ZONA DE ESTUDO	38
2.1 Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde	38
2.1.1 Identificação e localização geográfica da área de estudo	40
2.1.2 Análise fisiográfica	40
2.1.3 Características edafo-climáticas	42
2.1.4 Ocupação e uso do solo	43
2.1.5 Caracterização da estrutura produtiva	44
2.1.6 Principais fontes de poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola na ZV1	48
2.1.7 Caracterização da ingestão de nitratos pela população residente	51
2.1.8 Programa de Acção	54
2.1.9 Projecto: “Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde	56
3. METODOLOGIA	60
3.1 Nitratos em águas subterrâneas	60
3.2 Nitratos em águas superficiais	62
3.3 Nitratos em água potável	64
3.4 Consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais	64
3.5 Uso do solo	65

3.6	Variação do uso agrícola do solo	66
3.7	Efectivo bovino	67
3.8	Variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada	67
3.9	Encabeçamento bovino	68
3.10	Concentração bovina	68
3.11	Produção de efluentes pecuários	69
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1	Nitratos em águas subterrâneas	73
4.2	Nitratos em águas superficiais	88
4.3	Nitratos em água potável	95
4.4	Consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais	97
4.5	Uso do solo	100
4.6	Variação do uso agrícola do solo	104
4.7	Efectivo bovino	105
4.8	Variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada	107
4.9	Encabeçamento bovino	108
4.10	Concentração bovina	110
4.11	Produção de efluentes pecuários	111
5.	PROPOSTA DE UMA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO LOCAL	115
5.1	A Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado	117
5.2	Melhoria do Ambiente e da Paisagem Rural	121
5.3	Melhoria da qualidade de vida nas zonas rurais	128
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
	ANEXOS	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGRO – Programa Operacional de Agricultura e Desenvolvimento Rural

ARH – Administrações de Região Hidrográfica

CAE – Cooperativa Agrícola de Esposende

CCDR - Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CE – Comunidade Europeia

CN – Cabeças normais

DQA – Directiva-quadro da Água

DRAEDM – Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho

DSPCSE - Delegação de Saúde Pública do Centro de Saúde de Esposende

EDM – Entre Douro e Minho

EM – Estados-Membros

ESAPL – Escola Superior Agrária de Ponte de Lima

FEADER - Fundo Europeu de Desenvolvimento Rural

HACCP - *Hazard Analysis and Critical Control Point*

Hb - hemoglobina

HORPOZIM – Associação dos Agricultores de Póvoa de Varzim

IDRHa – Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica

INAG – Instituto da Água

ISA – Instituto Superior de Agronomia

MADRP – Ministério de Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

metHB – meta-hemoglobina

OCDE - Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico

OPP – Organização de Produtores Pecuários

PAC – Política Agrícola Comum

PDM – Plano Director Municipal

PISAWINS – Programa Informático de Saúde Animal em Windows

PBHRC – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado

PD – Parcelas de Demonstração

PDR – Programas de Desenvolvimento Rural

PNDR – Plano Nacional de Desenvolvimento Rural

RGA – Recenseamento Geral de Agricultura
SAU – Superfície Agrícola Utilizada
SD – Sessões de Demonstração
SEA – Sessões de Esclarecimento e de Análise de Resultados
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SNIRH – Sistema Nacional de Recursos Hídricos
UE – União Europeia
UED – Unidades Experimentais e de Demonstração
VMA – Valor Máximo Admissível
VMR – Valor Máximo Recomendado
ZV1 – Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde
ZV – Zonas Vulneráveis
ZVN – Zonas Vulneráveis aos Nitratos

LISTA DE SÍMBOLOS

N - azoto

N_2O – óxido nitroso

NO_2 - ião nitrito

NO_3 - ião nitrato

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Consumo de adubos com azoto mineral – EM UE15, entre 1930 e 1999.	5
Figura 1.2 – Pressão do azoto do estrume animal (por tipo de animais).	6
Figura 1.3 – Pressão total do azoto por parte da agricultura, da deposição atmosférica e da fixação biológica.	7
Figura 1.4 – Trocas do azoto agrícola entre o ar, o solo e a água.	8
Figura 1.5 – Eutrofização das águas europeias (monitorizada ou calculada em estações de medição europeias).	9
Figura 1.6 – Excesso de azoto agrícola nas regiões da UE.	12
Figura 1.7 – Concentração de nitratos nas águas subterrâneas na UE.	14
Figura 1.8 – Etapas do processo da Directiva Nitratos.	16
Figura 1.9 – Calendário da aplicação associado à Directiva Nitratos.	17
Figura 1.10 – Zonas Vulneráveis aos Nitratos na UE.	21
Figura 1.11 – Progresso dos Planos de Acção Nacionais relativamente à Directiva Nitratos.	24
Figura 1.12 – Carga poluente de azoto de origem difusa em Portugal Continental.	28
Figura 1.13 – Mapa de vulnerabilidade de Portugal Continental.	30
Figura 1.14 - Consumo de fertilizantes em Portugal.	31
Figura 1.15 - Consumo de fertilizantes por hectare de superfície agrícola em 2002.	31
Figura 1.16 - Balanço de azoto (UE15 = 100) entre 1995 e 1997 segundo a OCDE.	32
Figura 1.17 - As três zonas vulneráveis aos nitratos de origem agrícola segundo a Directiva Nitratos.	35
Figura 1.18 - Localização de seis ZVN designadas no território português e de sistemas aquíferos sujeitos à análise para novas ZV.	36
Figura 2.1 - Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde.	39
Figura 2.2 - Distribuição das classes de altimetria nas seis freguesias em	41

estudo.	
Figura 2.3 - Distribuição das classes de declive nas seis freguesias em estudo.	41
Figura 2.4 - Distribuição das áreas dos diferentes usos e ocupação nas seis freguesias seleccionadas.	44
Figura 3.1 - Fluxograma descritivo do funcionamento do algoritmo.	72
Figura 4.1 - Rede de monitorização da qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Rio Cávado.	73
Figura 4.2 - Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/1, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	74
Figura 4.3 - Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/2, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	75
Figura 4.4 - Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1998 e 2004 na estação 68/2A, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	75
Figura 4.5 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2000 na estação 68/3, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	75
Figura 4.6 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/4, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	76
Figura 4.7 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/5, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	76
Figura 4.8 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/6, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de	76

	Verão.	
Figura 4.9 –	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/8, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	77
Figura 4.10 –	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/9, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	77
Figura 4.11 -	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/1, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	79
Figura 4.12 -	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/2, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	79
Figura 4.13 -	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1998 e 2004 na estação 68/2A, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	80
Figura 4.14 –	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2000 na estação 68/3, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	80
Figura 4.15 –	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/4, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	80
Figura 4.16 –	Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/5, tendo em consideração os	81

pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	
Figura 4.17 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/6, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	81
Figura 4.18 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/8, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	81
Figura 4.19 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/9, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	82
Figura 4.20 – Localização dos pontos de amostragem e das vacarias.	85
Figura 4.21 – Rede de monitorização da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do Rio Cávado.	88
Figura 4.22 – Variação da qualidade da água superficial entre os anos de 1991 e 2004 na estação 04E/03, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.	89
Figura 4.23 – Variação da qualidade da água superficial entre os anos de 1991 e 2004 na estação 04E/03, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.	91
Figura 4.24 – Qualidade da água à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar para o período de Verão tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos.	96
Figura 4.25 – Qualidade da água à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar para o período de Verão tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos.	96

Figura 4.26 – Consumo de fertilizantes azotados na zona de estudo no período de 2001 a 2004.	97
Figura 4.27 – Consumo mensal de fertilizantes azotados na zona de estudo.	98
Figura 4.28 – Consumo anual de fertilizantes azotados por ha de Superfície Agrícola na zona de estudo.	98
Figura 4.29 - Peso dos usos do solo na freguesia de Apúlia.	101
Figura 4.30 - Peso dos usos do solo na freguesia de Fão.	101
Figura 4.31 - Peso dos usos do solo na freguesia de Fonte Boa.	102
Figura 4.32 - Peso dos usos do solo na freguesia de Gandra.	102
Figura 4.33 - Peso dos usos do solo na freguesia de Gemeses.	102
Figura 4.34 - Peso dos usos do solo na freguesia de Rio Tinto.	103
Figura 4.35 - Encabeçamento bovino das freguesias em estudo em 1999 e 2005.	109
Figura 4.36 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Apúlia, no intervalo de 1988 a 2004.	111
Figura 4.37 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Fão, no intervalo de 1988 a 2004.	112
Figura 4.38 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Fonte Boa, no intervalo de 1988 a 2004.	112
Figura 4.39 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Gandra, no intervalo de 1988 a 2004.	112
Figura 4.40 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Gemeses, no intervalo de 1988 a 2004.	113
Figura 4.41 - Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Rio Tinto, no intervalo de 1988 a 2004.	113
Figura 4.42 – Análise SWOT.	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Balanços do azoto (kg N ha ⁻¹) nos EM em 1990-1991.	10
Quadro 1.2 – Valores em excesso de azoto (kg . ha ⁻¹ ano ⁻¹) por tipo de exploração e classes de intensificação (Baixa, Média e Alta: 0-25; 25-75 e 75-100%) em países da UE (1990-1991).	11
Quadro 1.3 - Exemplo de balanço de nutrientes na agricultura holandesa.	12
Quadro 1.4 - Avaliação conclusiva da qualidade da informação contida nos relatórios dos EM respeitantes ao 2.º período de comunicação de informações sobre o controlo das águas, a designação das zonas vulneráveis aos nitratos, a previsão da qualidade da água, a pressão da agricultura e os programas de acção.	18-19
Quadro 1.5 - Panorama geral da superfície (× 1 000 km ²) das zonas vulneráveis designadas por cada EM, da superfície das zonas propostas e da superfície potencial detectada pela CE comparadas com a superfície total do EM.	22-23
Quadro 1.6 - Programas regionais da Dinamarca, França, Bélgica (Valónia), Alemanha e Grécia utilizados para a redução significativa da utilização de azoto na agricultura.	24-26
Quadro 1.7 - Carga poluente difusa de azoto em Portugal Continental.	29
Quadro 2.1 - Classes de declives utilizadas.	42
Quadro 2.2 - Resumo da mortalidade por neoplasias.	52
Quadro 2.3 - Mortes por milhar de habitantes no período 2001-2004 por freguesia.	53
Quadro 2.4 - Épocas e doses de aplicação de azoto.	54
Quadro 2.5 - Descrição das actividades do projecto da ZV1.	57-58
Quadro 3.1 – Descrição do indicador em estudo: nitratos em águas subterrâneas.	60-61
Quadro 3.2 – Descrição do indicador em estudo: nitratos em águas superficiais.	62-63
Quadro 3.3 - Classificação da qualidade das águas superficiais.	63
Quadro 3.4 - Classificação da qualidade das águas superficiais, para o	63

parâmetro nitratos.	
Quadro 3.5 - Descrição do indicador em estudo: nitratos em água potável.	64
Quadro 3.6 - Descrição do indicador em estudo: consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais.	64-65
Quadro 3.7 - Descrição do indicador em estudo: uso do solo.	65-66
Quadro 3.8 - Descrição do indicador em estudo: variação do uso agrícola do solo.	66
Quadro 3.9 - Descrição do indicador em estudo: efectivo bovino.	67
Quadro 3.10 - Descrição do indicador em estudo: variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada.	67
Quadro 3.11 - Descrição do indicador em estudo: encabeçamento bovino.	68
Quadro 3.12 - Descrição do indicador em estudo: concentração bovina.	68
Quadro 3.13 - Descrição do indicador em estudo: produção de efluentes pecuários.	69-71
Quadro 3.14 - Volume de efluente produzido por dia de acordo com o sexo e idade do animal e valores de conversão de cabeças naturais para cabeças normais.	71-72
Quadro 4.1 - Listagem dos pontos de água monitorizados no concelho de Esposende.	74
Quadro 4.2 - Pontos críticos observados nos pontos de amostragem no ano 2003 nas freguesias de Apúlia, Fão, Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto para o período de Verão.	85-86
Quadro 4.3 - Listagem dos pontos de água superficial monitorizados no concelho de Esposende.	89
Quadro 4.4 - Pontos críticos anuais do parâmetro nitratos nas estações de monitorização 04E/23, 04E/22, 04E/21, 04E/20F e 04E/20S no período de Verão.	90
Quadro 4.5 - Pontos críticos anuais do parâmetro nitratos nas estações de monitorização 04E/23, 04E/22, 04E/21, 04E/20F e 04E/20S no período de Inverno.	91
Quadro 4.6 - Pontos críticos observados nos pontos de amostragem no ano	93-94

2003 nas freguesias de Apúlia e Fonte Boa para o período de Verão.

Quadro 4.7 – Superfície agrícola utilizada nas freguesias da zona de estudo.	103
Quadro 4.8 – Área dos povoamentos florestais por grupos de espécies de árvores nas freguesias da zona de estudo.	104
Quadro 4.9 – Área dos povoamentos florestais por espécie de árvore dominante nas freguesias da zona de estudo.	104
Quadro 4.10 – Variação dos usos agrícolas do solo nas freguesias da zona de estudo no período 1999-2000.	105
Quadro 4.11 – Variação do efectivo bovino nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2004.	106
Quadro 4.12 – Número de bovinos (cabeças naturais) nas freguesias da zona de estudo em 2004.	106
Quadro 4.13 – Número de cabeças naturais por hectare de SAU nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2004.	107
Quadro 4.14 – Variação do encabeçamento bovino nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2005.	108
Quadro 4.15 – Número de cabeças normais por hectare de SAU em 2005 em cada freguesia da zona de estudo.	109
Quadro 4.16 – Variação do número de explorações e do número de cabeças por exploração, por freguesia no período de 1999-2004.	110
Quadro 5.1 – Prioridades estratégicas para o objectivo <i>Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado</i> .	119-120
Quadro 5.2 – Metas a atingir relativamente ao objectivo <i>Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado</i> .	120-121
Quadro 5.3 – Prioridades estratégicas para o objectivo <i>Melhoria do Ambiente e Paisagem Rural</i> .	124-126
Quadro 5.4 – Metas a atingir relativamente ao objectivo <i>Melhoria do Ambiente e Paisagem Rural</i> .	126-128
Quadro 5.5 – Prioridades estratégicas para o objectivo <i>Melhoria da Qualidade de Vida nas Zonas Rurais</i> .	128

Quadro 5.6 – Metas a atingir relativamente ao objectivo *Melhoria da Qualidade de Vida nas Zonas Rurais*.

129

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A agricultura tem vindo a ser apontada como uma das actividades que mais delapidação de recursos tem causado, quer pela ocupação e destruição de ecossistemas para alargamento das áreas cultivadas, quer pela destruição do solo, quer ainda pela poluição e dissipação da água (por poluição das águas de superfície e subterrâneas, e por uso inadequado deste recurso) (Sequeira, 1997). Os efeitos negativos que possam atingir o meio ambiente não se manifestam de forma imediata, mas agravam-se ao longo dos anos e por tal motivo, por vezes, não se dá conta dos prejuízos ambientais (Díaz, 1998).

Nas últimas décadas, o sistema de produção intensiva de alimentos tem conduzido à utilização desregrada de adubos e pesticidas e à gestão incorrecta dos resíduos orgânicos produzidos nas explorações pecuárias. Conhecendo a importância do azoto no aumento da produtividade das culturas, os agricultores tendem a incrementar as quantidades de fertilizantes azotados com o objectivo de aumentarem o seu rendimento. Em resultado da intensificação da produção animal, a quantidade de resíduos orgânicos produzida, nomeadamente de chorumes e estrumes, tem aumentado muito, criando aos agricultores, sérios problemas com a sua gestão. Além disso, este sistema de agricultura tende a criar riscos para a saúde pública bem como pode originar graves problemas ambientais, como a poluição das águas superficiais e subterrâneas (Agostinho *et al.*, 2005).

Por vezes, os nitratos e os pesticidas transportados para as águas superficiais podem, inclusivamente, ultrapassar as concentrações limites das águas potáveis (ECAAF, 2001). A ingestão de grandes quantidades de ião nitrato, através da água ou, mesmo através dos alimentos, pode dar origem a doenças graves no homem e animais, caso da metemoglobinémia e do cancro do estômago. A causa destas doenças é provocada pelo ião nitrito resultante da redução do ião nitrato ingerido, reacção esta originada por bactérias do tracto intestinal (Addiscott *et al.*, 1991). A metemoglobinémia afecta principalmente os bebés com menos de seis meses de idade. A reacção do ião nitrito com a hemoglobina origina a meta-hemoglobina que não possui capacidade de transporte de oxigénio. Quando a proporção daquela substância, no sangue, é elevada, cerca de 45 a 65%, pode ocorrer a morte da criança devido a anoxemia (O' Riordan e Bentham, 1993). O cancro

no estômago e em outras partes do aparelho digestivo tem também sido relacionado com a ingestão de grandes quantidades de nitrato e a sua redução a nitrito por acção de bactérias orais.

O uso abusivo de fertilizantes e correctivos orgânicos pode também provocar nas águas o enriquecimento em determinados elementos, e intensificar o crescimento de plantas e algas levando à sua eutrofização (Santos, 1995). Estas algas consomem o oxigénio, alteram algumas das propriedades das águas, como a temperatura e a transparência e podem produzir substâncias tóxicas, pondo em causa a sobrevivência de muitas espécies do ecossistema.

A Comunidade Europeia (CE) tem manifestado grande preocupação sobre a problemática dos nitratos, o que conduziu à aprovação de legislação sobre esta matéria: Directiva 80/788/CEE, do Conselho de 15 de Julho de 1980, sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano (CEE, 1980) e a Directiva 91/676/CE, do Conselho de 12 de Dezembro, conhecida como Directiva Nitratos (CE, 1991) relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. A Directiva 80/788/CEE dá orientações para a criação de legislação nacional sobre a qualidade da água para consumo humano, referindo os valores de concentração máxima admissível para todos os sistemas públicos de abastecimento, ou seja, 50 mg NO₃ /l. A Directiva Nitratos transposta para o direito nacional, através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, na redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março, determina que os Estados-Membros (EM) designem as zonas que drenam para as águas poluídas ou susceptíveis de o serem, por nitratos de origem agrícola, como Zonas Vulneráveis (ZV) com base nos resultados dos requisitos de monitorização estabelecidos na directiva, além de prever a elaboração dos respectivos programas de acção.

Através da Portaria n.º 833/2005, de 16 de Setembro e da Portaria n.º 1100/2004, de 3 de Setembro, foi aprovada a lista e as cartas onde se identificam oito zonas vulneráveis no Continente, entre as quais a Zona Vulnerável do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde (ZV1) e, oito na Região Autónoma dos Açores, revogando a Portaria n.º 258/2003, de 19 de Março, que, por sua vez, revogou a Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro. A Portaria n.º 546/98, de 18 de Agosto, determina o Programa de Acção para a ZV1, no qual se limita as épocas de aplicação de produtos azotados, determina as quantidades máximas de azoto, refere a necessidade de executar planos e balanços de fertilização e prevê um plano de monitorização. Durante a execução deste Programa, constatou-se que as medidas impostas eram insuficientes ou careciam de clarificação e daí a aprovação de um novo Programa de Acção, através da Portaria n.º 706/2001, de 11 de Julho que, posteriormente, foi revogada pela Portaria n.º 556/2003, de 12 de Julho.

Face a esta problemática e, considerando que o concelho de Esposende está incluído na ZV1, o trabalho desenvolvido assentou nas freguesias cuja economia está dependente do sector agrícola, relativamente, à qualidade das águas superficiais e subterrâneas, densidade animal, quantidade produzida de resíduos orgânicos e consumo elevado de fertilizantes por unidade de área, entre outras variáveis.

1.2 Objectivos

Os principais objectivos deste trabalho foram:

- a) Identificar e quantificar as fontes de poluição difusa associadas à actividade agrícola no domínio dos recursos hídricos na ZV1;
- b) Utilização de indicadores de sustentabilidade;
- c) Elaboração de uma estratégia de desenvolvimento local baseada em documentos nacionais estratégicos, com o principal objectivo de tornar a zona de estudo não só economicamente competitiva, mas ambientalmente equilibrada e socialmente atractiva, sendo para isso, necessário, que o seu crescimento seja devidamente sustentável.

1.3 Poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola

A política agrícola da União Europeia, seguida na segunda metade do século XX, conduziu, até aos anos 90, à intensificação da agricultura e da pecuária, contribuindo, de forma significativa, para a poluição das águas superficiais e subterrâneas e, por outro lado, para a poluição do ar, degradação do solo, perda de biodiversidade, assoreamento de cursos de água e alteração das paisagens rurais (Soveral-Dias, 1999).

De facto, na agricultura, são usados diversos produtos que visam, de um modo geral, a obtenção de boas produtividades das culturas (Calouro, 2005). O azoto é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas sendo considerado o primeiro entre os macronutrientes principais, na medida em que, na maioria dos casos, é o principal elemento limitante das produções vegetais. O facto do azoto contribuir para o vigor da vegetação faz com que alguns agricultores tenham tendência para exagerar a sua aplicação designadamente em culturas arvenses e hortícolas (Santos, 1996). Os nitratos fazem parte da constituição de muitos adubos químicos, sendo, igualmente, um

dos produtos da mineralização do azoto orgânico. Dada a sua grande solubilidade, são facilmente arrastados pelas águas de escoamento superficial e/ou de infiltração, podendo as perdas do nutriente atingir, por esta via, algumas centenas de quilos por hectare e por ano, dependendo de vários factores como o nível de nitratos presentes no solo e a intensidade dos processos de escoamento e lixiviação (MADRP, 1997).

1.3.1 No território comunitário

Durante séculos, as águas interiores da Europa foram utilizadas como fonte de abastecimento de água potável, para a irrigação de terrenos, a drenagem de águas residuais, a pesca, a geração de energia e como meio de transporte. Nos últimos anos, o aumento da população, a industrialização, a intensificação da agricultura, a instalação de sistemas de canalizações, a construção de albufeiras e o aumento da utilização da água para fins recreativos aumentaram significativamente as pressões exercidas sobre as águas interiores da Europa, sendo cada vez maiores os conflitos que se geram entre vários usos e utilizadores. As secas e as cheias, entre as catástrofes mais comuns, agravam os problemas (AEA, 1998).

Cerca de 77% do território comunitário corresponde a terras agrícolas ou arborizadas. Enquanto actividade comercial, a agricultura está orientada principalmente para a produção, tornando-a dependente da fertilidade do solo. As culturas agrícolas só poderão produzir plenamente em quantidade e qualidade se, para além de condições climáticas favoráveis (temperatura, luz, humidade, etc.), tiverem à sua disposição durante o período de crescimento, os diversos nutrientes minerais (azoto, potássio, fósforo, entre outros) nas quantidades e proporções mais adequadas, o que na generalidade das situações não se verifica naturalmente. Passou-se, por isso, a fertilizar os solos de acordo com as suas exigências, com vista à melhoria da sua potencialidade, produtividade e aumento da sua rentabilidade económica, contribuindo para a modernização e reforço da competitividade do sector agrícola (CONFAGRI, 2004).

A evolução tecnológica e a procura da maximização dos rendimentos levaram a uma acentuada intensificação da agricultura nos últimos 50 anos, com consequências negativas sobre o ambiente e na conservação dos solos. A Política Agrícola Comum (PAC), com os seus níveis elevados de apoio aos preços, contribuiu para acelerar essa mesma intensificação e aumentar a utilização de fertilizantes, nomeadamente, como mostra a Figura 1.1, da utilização de azoto inorgânico, degradando ecossistemas, contaminando águas e solos, nomeadamente por nitratos (pela presença excessiva de azoto no solo), contribuindo para a alteração dos ecossistemas

agrícolas, com reflexos, por exemplo no declínio do número de aves (CONFAGRI, 2004). Por isso, os efeitos da agricultura sobre o ambiente estiveram na base das mais duras críticas que lhe foram dirigidas e de algumas motivações e objectivos da reforma (Cunha, 1996).

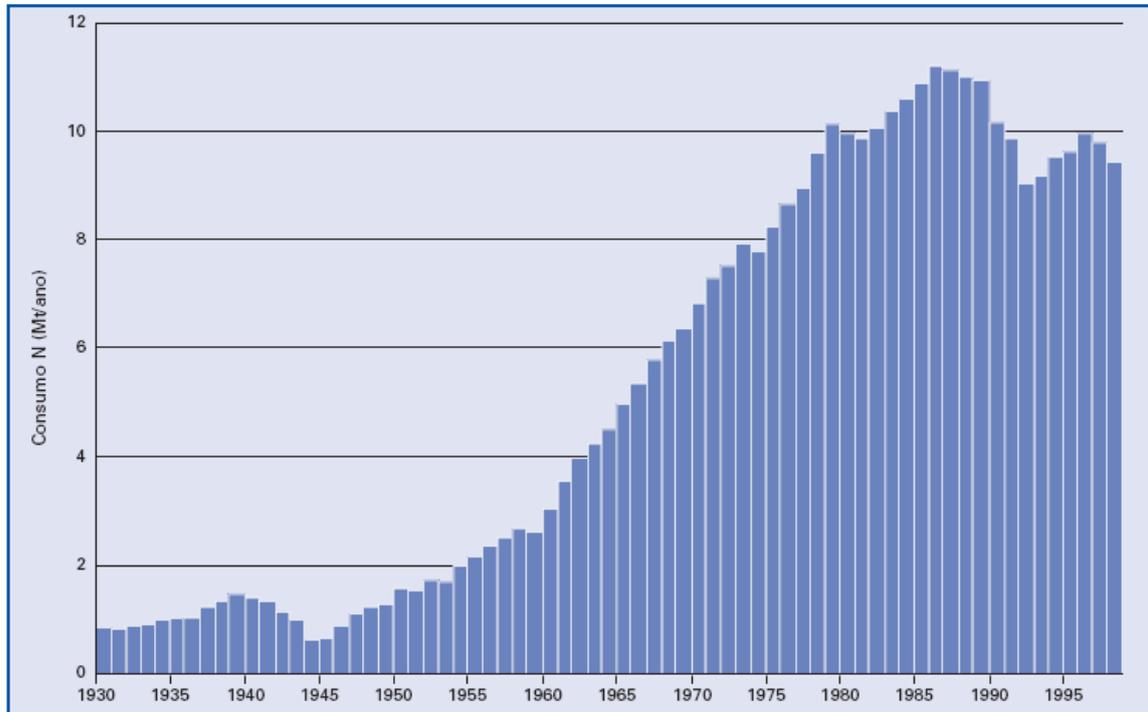


Figura 1.1 – Consumo de adubos com azoto mineral (em milhões de toneladas de azoto por ano) – EM UE15, entre 1930 e 1999 (CE, 2003).

Ao observar a Figura 1.1 verifica-se que a utilização de azoto inorgânico atingiu o volume máximo de 11 milhões de toneladas por ano, em meados da década de 1980, antes de diminuir um pouco, para cerca de 9 a 10 milhões de toneladas, nos anos posteriores. Refere-se que o número de animais aumentou durante a maior parte deste período, contribuindo para uma maior carga global de azoto através do estrume, dado que o efectivo animal em cada exploração cresceu, existindo mais de 40% das vacas leiteiras da UE em explorações agrícolas com mais de 50 animais, ao passo que as varas de suínos de reprodução contam, na sua maioria, com mais de 100 porcas. Globalmente, a actividade pecuária (principalmente de bovinos, suínos, aves de capoeira e ovinos) causou uma pressão de azoto sobre os solos agrícolas da UE, traduzida pelo espalhamento de estrume, próxima dos 8 milhões de toneladas por ano (Figura 1.2), pelo que a pressão total do azoto total proveniente da agricultura ascende a quase 18 milhões de toneladas (Figura 1.3) (CE, 2003).

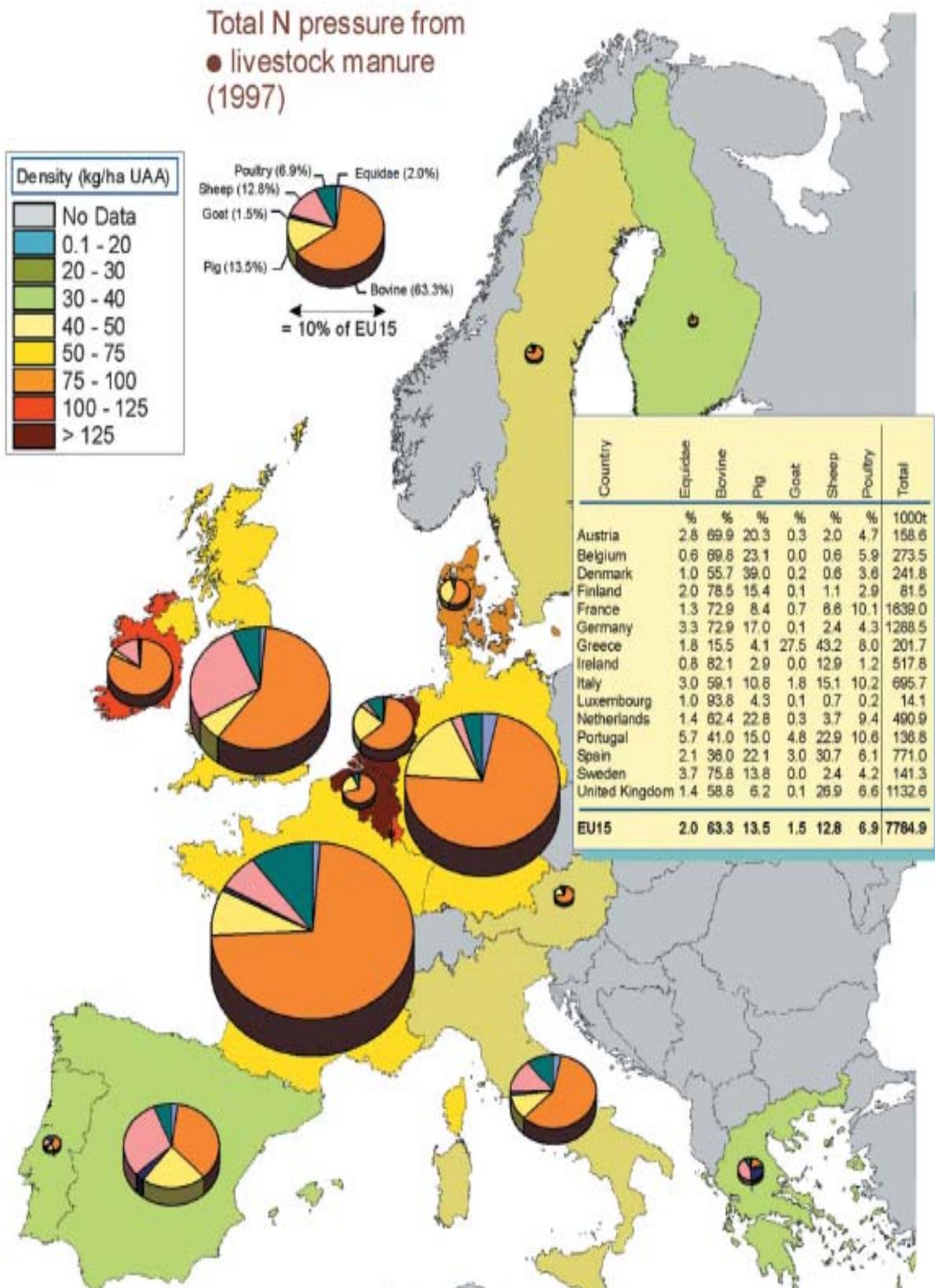


Figura 1.2 – Pressão do azoto do estrume animal (por tipo de animais) (CE, 2003).

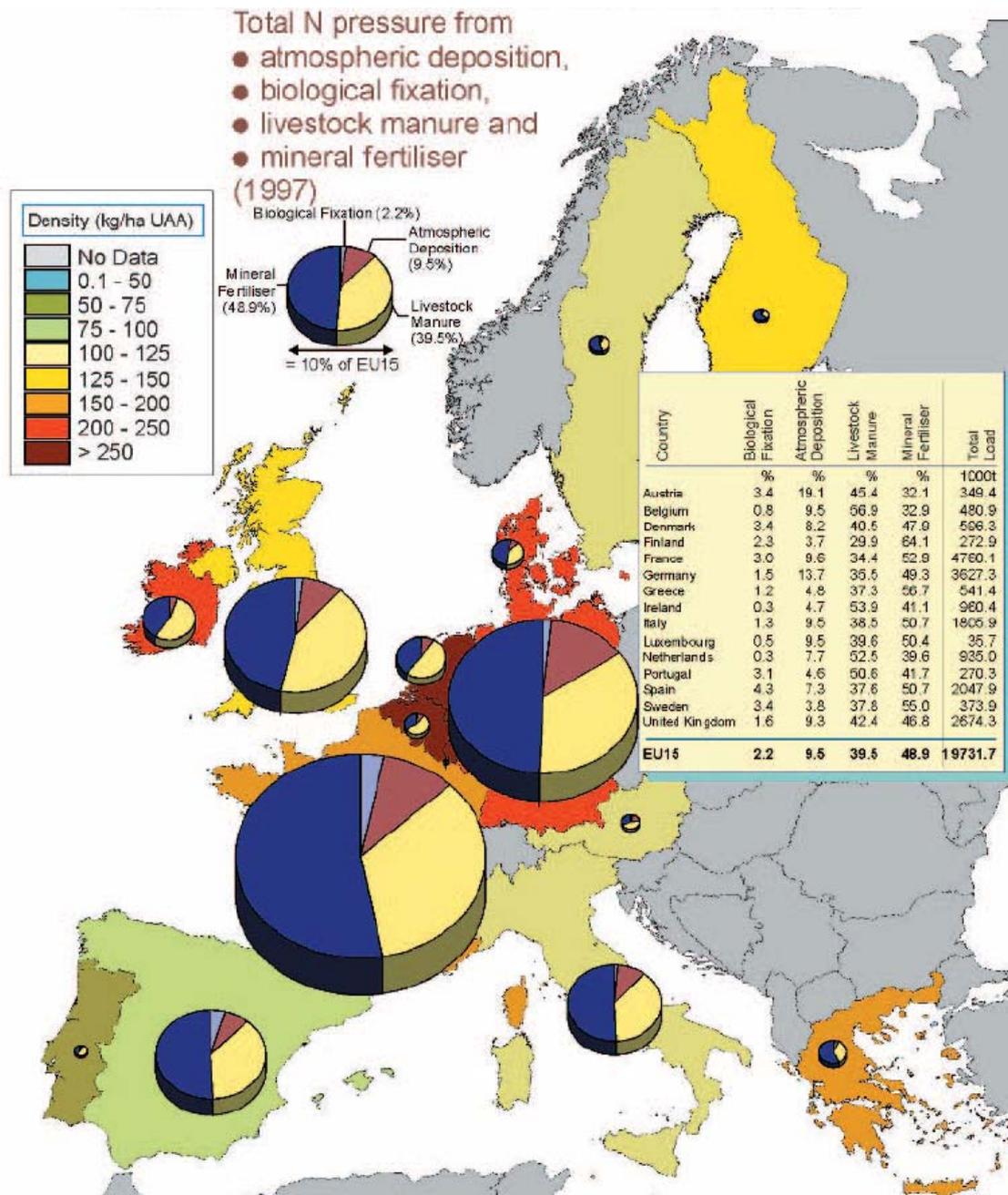


Figura 1.3 – Pressão total do azoto por parte da agricultura, da deposição atmosférica e da fixação biológica (CE, 2003).

O aumento da densidade das explorações pecuárias e da armazenagem e aplicação de estrume, originou uma maior volatilização de amoníaco e, conseqüentemente, a sua deposição atmosférica nos solos e nas águas mais próximas, tendo-se registado valores de 50-60 kg de azoto por hectare e por ano em regiões com actividades pecuárias intensivas.

Durante este período de 50 anos, a evolução da agricultura tem-se caracterizado, por outro lado, pela redução das pastagens permanentes e das zonas tampão (valas e sebes, zonas húmidas,

etc.), que favorece a erosão, o escoamento superficial e a drenagem mais rápida dos nutrientes para os ecossistemas aquáticos e as águas subterrâneas. Em França, 67% das zonas húmidas desapareceram no último século. O mesmo aconteceu, a partir da década de 1950, a 84% dos solos turfosos do Reino Unido e a 57% das zonas húmidas e 60% das espanholas, devido à drenagem agrícola, à plantação de árvores ou à formação de aterros para urbanização. Estas zonas húmidas têm a capacidade de remover da água, através da desnitrificação natural e da assimilação pelas plantas, até 2 kg de azoto por hectare por dia (quase 0,8 tonelada de azoto por hectare por ano). A sua perda é, por isso, prejudicial para a qualidade da água. A política agrícola, actualmente, tem respondido a algumas destas tendências, principalmente através da introdução das medidas agro-ambientais, em 1992, e da expansão das mesmas na reforma da PAC prevista na Agenda 2000 (CE, 2003).

Para melhor compreensão, apresenta-se na Figura 1.4 as trajetórias relativas à perda de azoto para o ambiente aquático, incluindo o ciclo «solo/ar/solo e água».



Figura 1.4 – Trocas do azoto agrícola entre o ar, o solo e a água (CE, 2003).

Uma parte do azoto perdido (cerca de 50-80%) é reciclado para a água e solos, causando o enriquecimento das águas subterrâneas em nutrientes, a eutrofização das águas superficiais, em sinergia com o fósforo (na Figura 1.5 pode-se observar o estado de eutrofização das águas da UE),

além de contribuir também para possíveis danos nos solos e na flora terrestre causados pelas chuvas ácidas. A outra parte de azoto (cerca de 20-50%), é desnitrificada e transformada em gás de azoto inerte (e em algum N_2O com efeito de estufa), pelo solo e pelas bactérias sedimentares, ou pela redução química natural em alguns tipos de solos e águas subterrâneas. Os fertilizantes minerais, por outro lado, introduzem amónia e nitratos, directamente, nas águas subterrâneas, através da lixiviação e, nas águas superficiais, através do escoamento superficial e da drenagem do subsolo. O impacto deste fenómeno depende das condições do solo no momento em que os fertilizantes estão a ser espalhados. O azoto orgânico (contido no estrume) utiliza as mesmas trajectórias, a que se acrescentam as perdas adicionais para a atmosfera, sob a forma de amoníaco (volatilização) e N_2O (desnitrificação incompleta). Estas perdas variam entre 10% e 30% do azoto inicial excretado pelos animais e são redepositadas no solo e nas massas de água através da chuva (deposição húmida) ou directamente (deposição atmosférica seca) (CE; 2003).

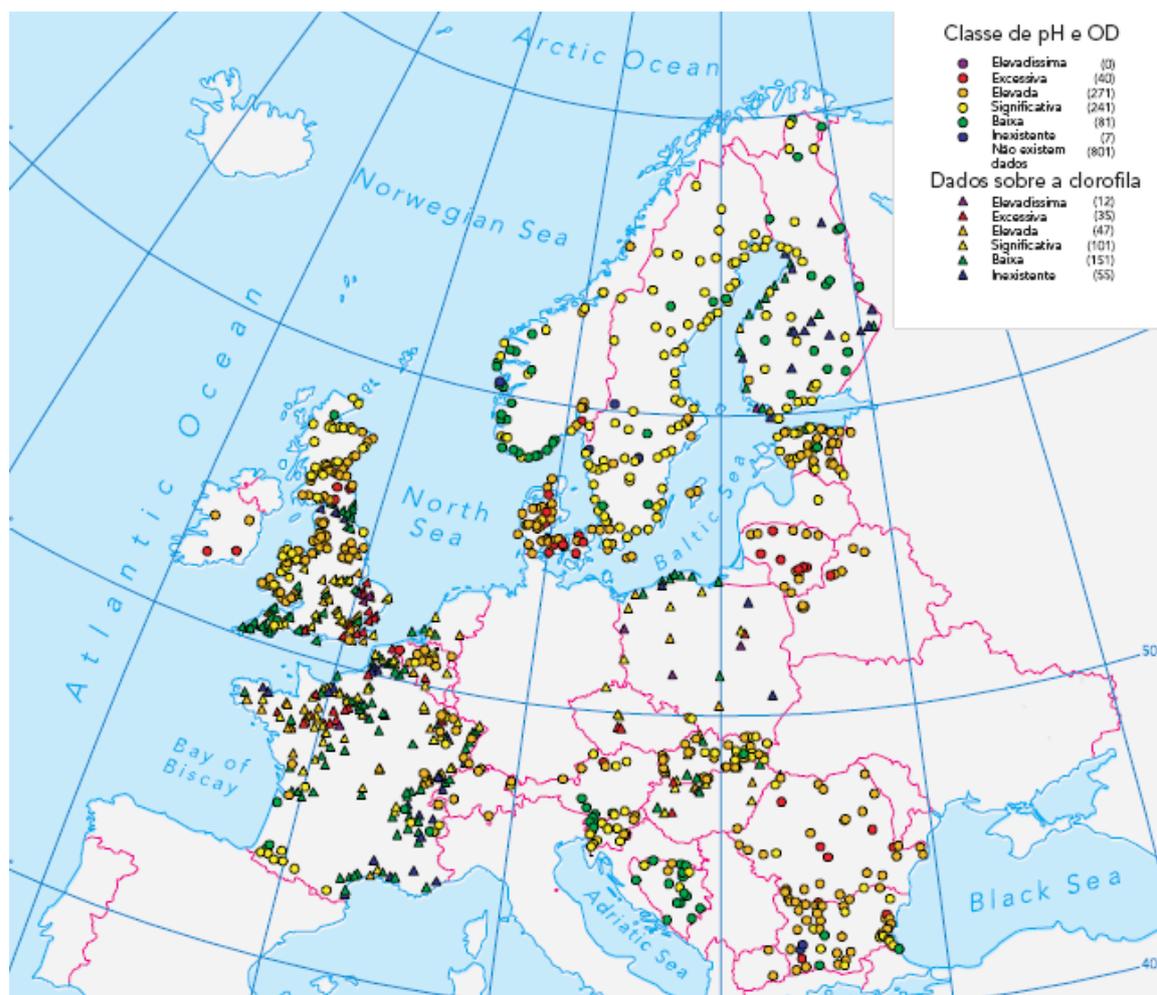


Figura 1.5 – Eutrofização das águas europeias (monitorizada ou calculada em estações de medição europeias) (AEA, 2000).

Em muitos rios europeus, as concentrações de fósforo diminuíram significativamente entre o final dos anos 80 e o meio da década seguinte, enquanto as concentrações de nitratos aumentaram rapidamente entre 1970 e 1985 (AEA, 2000). Relativamente, às águas subterrâneas na “Avaliação de Dobris” (AEA, 1994), é referido que os níveis de nitratos excediam as normas da União Europeia para a água potável em grande parte do continente. Na maior parte das vezes as causas tinham origem no escoamento da água proveniente de terras agrícolas (onde foram utilizados fertilizantes) e de descargas de água residuais sem tratamento ou com tratamento insuficiente. Os Quadros 1.1 e 1.2 ilustram os balanços do azoto nos EM em 1990-1991 e os respectivos valores em excesso de azoto por tipo de exploração e classes de intensificação em alguns dos países da UE.

Quadro 1.1 – Balanços do azoto (kg N ha⁻¹) nos EM em 1990-1991 (Moreira, 2000).

Características Países	Deposição atmosférica	Aubos	Estrumes	“Inputs” totais da agricultura	Utilização pelas culturas	Excesso
Alemanha	31	128	98	226	106	121
França	17	98	62	160	85	73
Itália	12	46	55	101	78	18
Bélgica	33	163	196	359	163	170
Holanda	36	218	343	561	173	321
Luxemburgo	27	128	128	256	124	121
Dinamarca	18	142	109	252	123	114
Irlanda	10	60	93	152	72	63
Reino Unido	16	92	98	191	96	95
Grécia	7	46	64	111	53	46
Espanha	6	38	40	77	53	19
Portugal	4	32	40	71	57	6
CE - 12	16	86	73	159	82	71

Quadro 1.2 – Valores em excesso de azoto (kg . ha⁻¹ ano⁻¹) por tipo de exploração e classes de intensificação (Baixa, Média e Alta: 0-25; 25-75 e 75-100%) em países da UE (1990-1991) (Moreira, 2000).

País	Explorações de cereais			Explorações leiteiras			Explorações de granívoros		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Alemanha	73	94	115	101	127	163	172	▼	▼
Espanha	1	5	13	27	73	305	172	5840	▲
França	41	77	126	35	80	126	202	360	1273
Holanda	▼	▼	▼	286	319	461	831	3144	▲
Portugal	-12	0	8	-2	53	187	187	4579	▲
Reino Unido	39	54	67	69	109	158	405	2824	▲
UE - 12	-9	11	75	37	104	221	221	1095	▲

Notas: ▲ – Valores superiores a 10000 kg

▼ – Ausência de dados ou amostras não significativas

Estes estudos realizados sobre o equilíbrio de azoto das terras agrícolas da UE mostram que o excesso de azoto (a diferença entre entradas e saídas) pode atingir valores superiores a 200 kg N/ha/ano nos Países Baixos e menos de 10 kg N/ha/ano em Portugal. Na Figura 1.6 é visível a heterogeneidade do indicador excesso de azoto entre as diversas regiões da UE. Em geral, o acréscimo das entradas de azoto também aumenta o excesso e, potencialmente, a lixiviação. Muitos outros factores, incluindo as características do solo, o clima e as práticas agrícolas (tipo de colheita, quantidade e aplicação de adubos, práticas de pousio, etc.) também desempenham um papel importante na lixiviação do azoto.

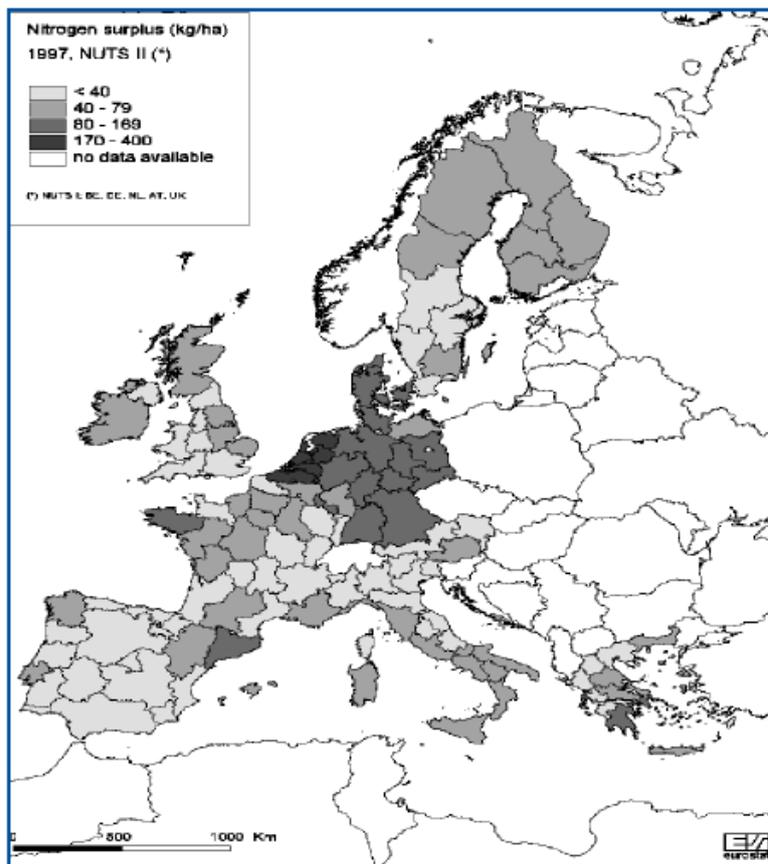


Figura 1.6 – Excesso de azoto agrícola nas regiões da UE (CE, 2003).

Apresenta-se, em seguida, um exemplo de balanço de nutrientes na agricultura holandesa comprovando o valor excessivo de azoto nos Países Baixos (Quadro 1.3).

Quadro 1.3 – Exemplo de balanço de nutrientes na agricultura holandesa ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) (Moreira, 2000).

	Azoto (N)	Fósforo (P)
Adição (1)	532	68
Dejecções de animais	264	47
Adubos	205	16
Outros	64	4
Utilização pelas culturas (2)	227	31
Excesso (1-2)	306	37

No relatório “O Ambiente da Europa: Segunda Avaliação” (AEA, 1998), é apresentado os resultados da monitorização das concentrações de nitratos em lençóis freáticos de 17 países, onde foram seleccionadas quatro faixas de concentração. Foi considerado que as concentrações até 2,3 mg N/l correspondiam a um valor aproximado ao das concentrações naturais. O valor-guia de 5,6 mg/l (25 mg NO₃/l) e a concentração máxima admissível de 11,3 mg N/l (50 mg NO₃/l) para água destinada ao consumo humano, estabelecidos na directiva relativa à qualidade das águas destinadas ao consumo humano (80/778/CEE), definem duas faixas de concentração adicionais. Dos países com dados disponíveis, aparentemente, a Eslovénia tinha os mais elevados níveis de nitrato nos lençóis freáticos, apresentando 50% dos pontos de amostragem com concentrações superiores a 5,6 mg N/l. Em oito países, o nível de 5,6 mg N/l é excedido em cerca de 25% dos locais, na Roménia, 35% excederam o valor de 11,3 mg N/l. Estes elevados níveis de nitrato são inteiramente causados por actividades humanas, sobretudo pela utilização de fertilizantes e adubos à base de azoto, embora a poluição local, devida a fontes municipais ou industriais, também possa desempenhar um papel importante (Figura 1.7).

Relativamente, às águas superficiais o mesmo relatório refere que o nível médio de nitratos em rios não perturbados é de cerca de 0,1 mg N/l, mas o nível de azoto nos rios europeus relativamente impolutos variam entre 0,1 e 0,5 mg N/l devido à elevada deposição atmosférica de azoto. Além dos rios nos países nórdicos, em que 70% têm concentrações inferiores a 0,3 mg N/l, 68% dos pontos de amostragem de todos os rios europeus acusaram concentrações médias anuais de nitratos superiores a 1 mg N/l durante o período de 1992 a 1996. Foram observadas concentrações máximas superiores a 7,5 mg N/l em cerca de 15% dos locais. As concentrações mais elevadas foram verificadas na zona setentrional da Europa Ocidental, o que constitui um reflexo de práticas agrícolas intensivas nessas regiões. Elevadas concentrações também ocorriam na Europa Oriental, ao passo que o sul da Europa apresentava, normalmente, concentrações mais baixas. A actividade agrícola é, novamente, a responsável pela contaminação das águas sublinhando-se que a lixiviação agrícola depende fortemente dos níveis de precipitação. No entanto, as concentrações de nitratos variam de ano para ano devido a factores climáticos. Refere-se ainda que, a existência de elevadas concentrações de azoto pode causar problemas quando estas são descarregadas no mar. As reduções nas emissões de azoto são, portanto, necessárias para proteger a qualidade das águas interiores e salvaguardar o ambiente marinho (AEA, 1998).

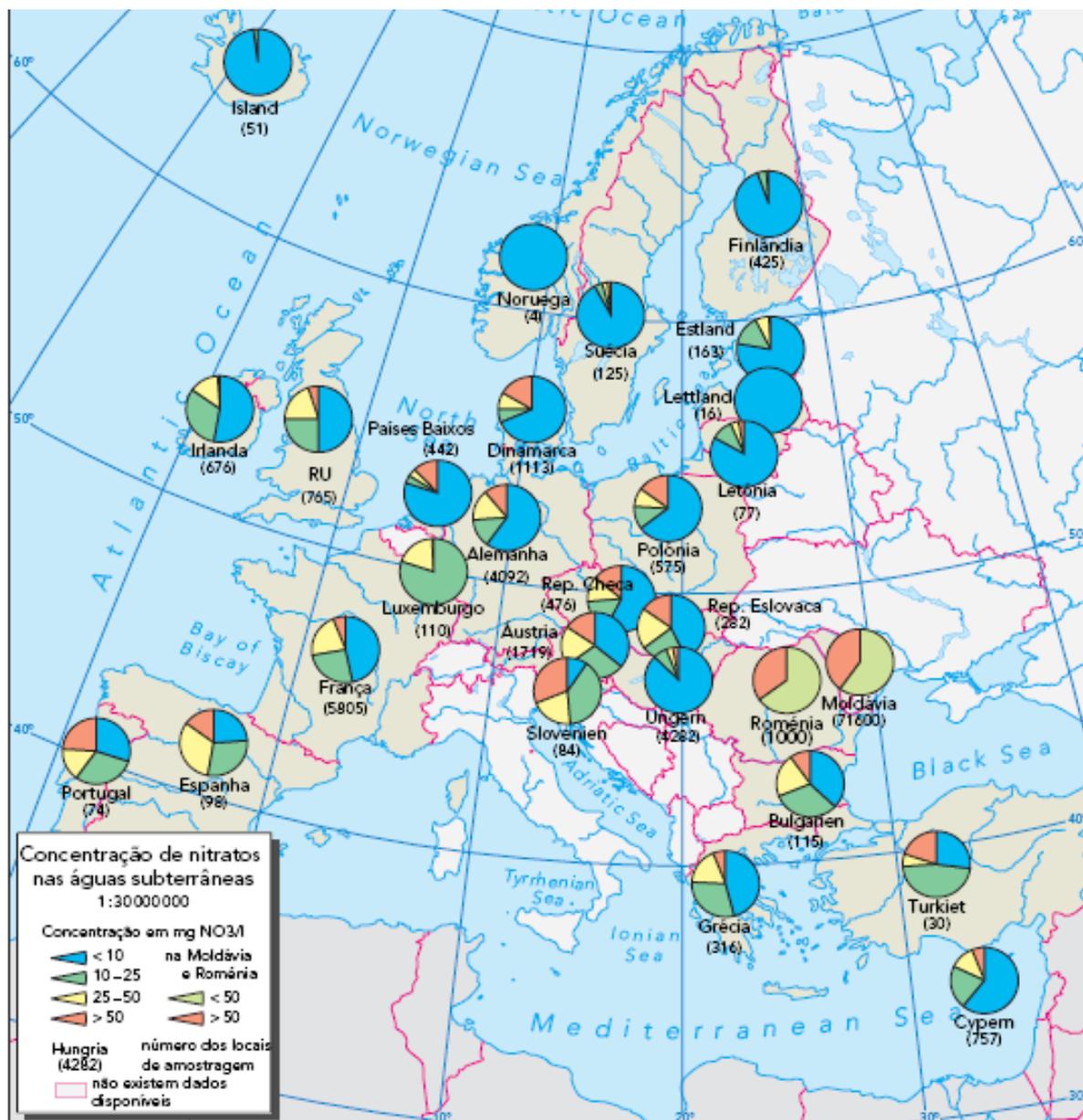


Figura 1.7 – Concentração de nitratos nas águas subterrâneas na UE (AEA, 2000).

Em 2004, a UE integrou 10 países nos quais a qualidade da água é muito diferente da dos 15 EM mais antigos. As práticas agrícolas são menos intensivas do que nos 15 EM mais antigos. Contudo, se correr uma maior intensificação da agricultura nos novos EM, como previsto, as concentrações de nitratos nas águas superficiais e subterrâneas podem aumentar. Será, pois fundamental proceder a uma boa aplicação da directiva da UE relativa aos nitratos, apoiada, se necessário, por medidas adicionais, para evitar, nos próximos anos, graves, duradouros e dispendiosos problemas de poluição (AEA, 2004).

1.3.1.1 Estado de aplicação da Directiva Nitratos

No âmbito da Directiva 91/676/CEE, de 12 de Dezembro, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, os EM foram instados para identificar as zonas vulneráveis até 1995. A adopção da Directiva Nitratos representa um passo ao nível da integração das preocupações ambientais na agricultura, tendo a directiva consagrado os princípios do poluidor – pagador e da prevenção na fonte. Neste contexto, cada EM é também responsável por estabelecer um código de boas práticas agrícolas (a aplicar voluntariamente pelos agricultores) e definir e identificar, tal como já foi referido, dentro do seu território, as águas de superfície e águas subterrâneas abrangidas pela poluição ou susceptíveis de o serem, e, as respectivas zonas vulneráveis. A directiva considera ainda água poluída a água cujo teor de nitratos seja superior a 50 mg NO₃/l e zona vulnerável toda a zona que drena para águas poluídas ou em vias de o serem, se não forem tomadas medidas adequadas. No entanto, a Directiva Nitratos prevê a possibilidade de os EM ficarem isentos da obrigação de designarem zonas vulneráveis específicas, quando forem criados programas de acção a nível nacional. Caso identificarem as respectivas ZV cada EM deve elaborar e aplicar um programa de acção (tendo em vista uma correcta gestão de azoto nas explorações agrícolas e agro-pecuárias), assim como deve assumir o papel de vigilante da qualidade das águas, apresentando regularmente à Comissão relatórios sobre a aplicação da presente directiva. Para as ZV estabelecidas a directiva estabelece um limite máximo de azoto que pode ser aplicado por hectare através do estrume animal: 170 kg N/ha por ano.

Os códigos de boas práticas agrícolas estabelecidos pelos EM devem abranger os períodos de aplicação, a utilização de fertilizantes perto de cursos de água e nas encostas, os métodos de depósito do estrume, os métodos de espalhamento, a rotação das culturas e outras medidas de gestão das terras. Os programas de acção devem incluir medidas obrigatórias relativas aos períodos em que é proibida a aplicação de determinados tipos de fertilizantes, medidas sobre a capacidade dos depósitos de estrume animal e as respectivas restrições à aplicação de fertilizantes (em terrenos de forte declive, em terrenos saturados de água, inundados, gelados ou cobertos de neve e nas proximidades de cursos de água), bem como outras medidas previstas nos códigos de boas práticas agrícolas (CE, 2003).

Na Figura 1.8 ilustra-se o processo da directiva composto pelas várias etapas, na sequência da sua transposição por cada EM (CE; 2003).

Detecção de águas poluídas ou ameaçadas (N)

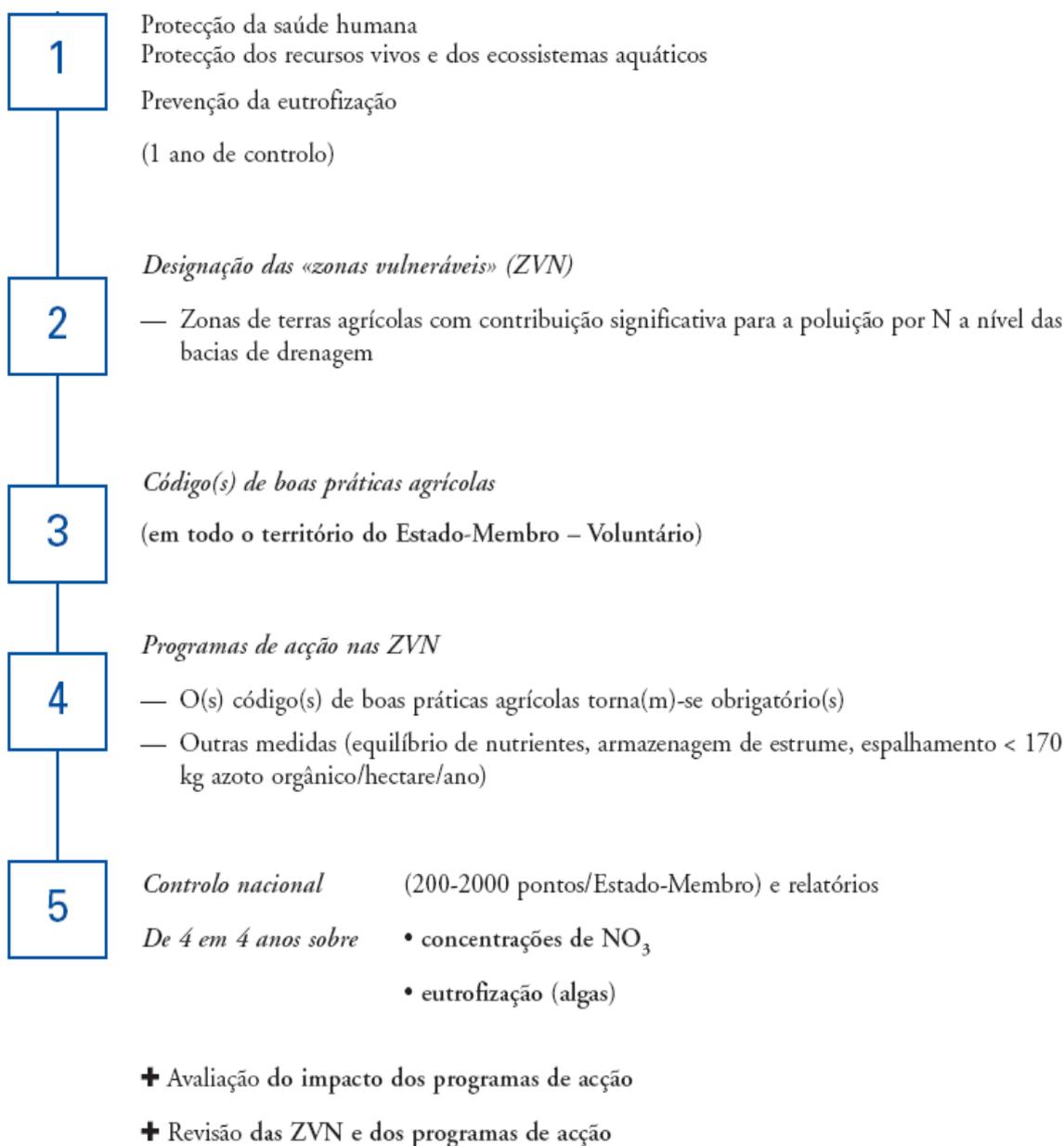


Figura 1.8 – Etapas do processo da Directiva Nitratos (CE, 2003).

Pelos dados descritos num dos relatórios finais da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu sobre a aplicação da Directiva Nitratos em 1997, apenas quatro EM (Dinamarca, Espanha, França e Luxemburgo) haviam cumprido as suas obrigações de transposição quatro anos após o termo do prazo previsto na directiva (20 de Dezembro de 1993) (CONFAGRI, 2004). Os EM retardatários na conclusão da transposição foram a Itália, a Grécia e a Bélgica, tendo-o feito apenas em 1998-1999 (CE; 2003). A maioria dos EM introduziu códigos de boas práticas agrícolas, mas,

enquanto que uns não haviam identificado as zonas vulneráveis, em conformidade com o disposto na directiva (Bélgica, Grécia, Espanha, Portugal, Finlândia e Reino Unido), outros recorreram à derrogação, presente na directiva, de não designar zonas vulneráveis específicas, criando programas de acção a nível nacional (CONFAGRI, 2004).

Apresenta-se na Figura 1.9 um calendário que ilustra o processo cíclico (4 anos) da directiva, com um primeiro programa de acção entre 1996 e 1999, e um segundo programa de acção, reforçado, em 2000-2003, dado o impacto do primeiro não ter sido suficiente para melhorar significativamente a qualidade da água.

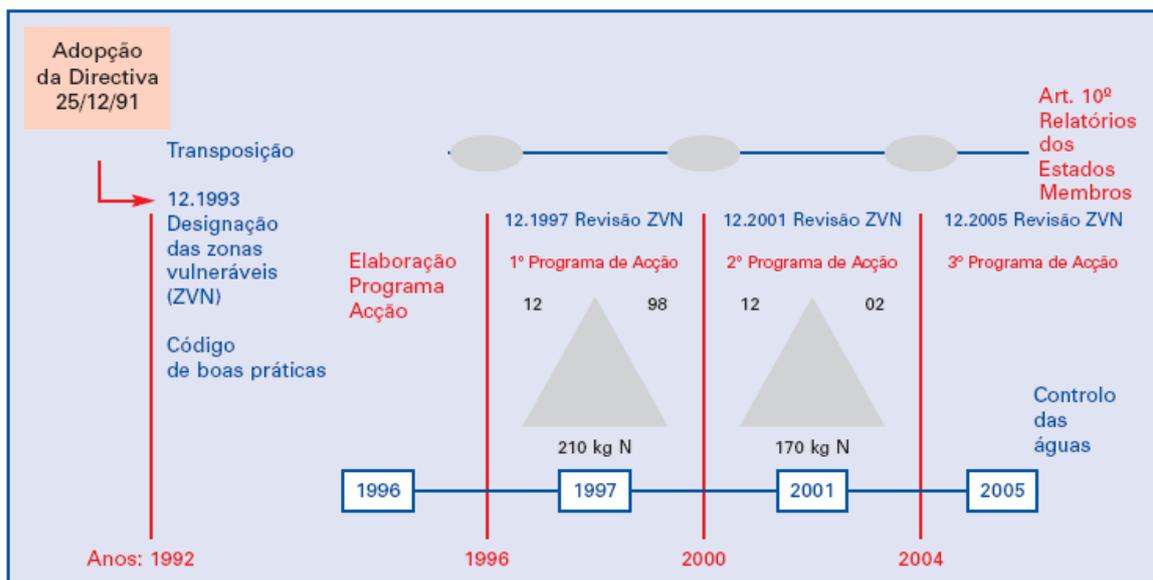


Figura 1.9 – Calendário da aplicação associado à Directiva Nitratos (CE, 2003).

Em 1998, foi publicado a primeira resolução sobre o relatório da Comissão relativo à aplicação da Directiva Nitratos, na qual demonstra a consternação da CE por Luxemburgo ser o único país a apresentar o seu programa de acção à data prevista (20 de Dezembro de 1995) e, de constatar a falta de progressos em muitos dos EM na abordagem dos problemas da poluição causada por nitratos. Considerando, assim, ser urgente a criação de programas de sensibilização e informação sobre os nitratos dirigidos aos agricultores, e que a aplicação eficaz da directiva dependerá muito, particularmente, de uma verdadeira consciencialização das principais partes interessadas. Além disso, o reforço do apoio técnico aos agricultores, nomeadamente através de planos de disseminação de estrume ou de análise dos solos tornou-se uma exigência, e, que deveriam, igualmente, ser desenvolvidos e encorajados métodos de transformação do estrume proveniente da actividade pecuária (biogás, compostagem, etc.) (CE; 1998).

No ano 2000, a síntese dos relatórios dos EM (2.º exercício de controlo e fim do 1.º Programa de Acção) revelou que todos os EM, excepto o Reino Unido, apresentaram um relatório formal à Comissão Europeia, entre o Verão de 2000 (prazo legal) e a Primavera de 2001. O Reino Unido não apresentou o seu relatório mesmo um ano após a data – limite de entrega. Apresenta-se no Quadro 1.4 o estado de conformidade contida nos relatórios dos EM respeitantes ao 2.º período de comunicação de informações sobre o controlo das águas, a designação das zonas vulneráveis aos nitratos (ZVN), a previsão da qualidade da água, a pressão da agricultura e os programas de acção¹ (CE; 2003).

Quadro 1.4 – Avaliação conclusiva da qualidade da informação contida nos relatórios dos EM respeitantes ao 2.º período de comunicação de informações sobre o controlo das águas, a designação das ZVN, a previsão da qualidade da água, a pressão da agricultura e os programas de acção (CE, 2003).

Estado Membro	Relatório apresentado	Dados do controlo da água		Informações sobre a designação de ZNV	Previsão sobre a qualidade de água	Dados agrícolas	Programas de acção
		Águas doces subterrâneas e superficiais	Águas marinhas e costeiras				
Bélgica	☺	☺ ²	☹	☺	☺/☺	☺/☺	☺
Dinamarca	☺/☺	☺	☺	☺ ¹	☺	☺	☺
Alemanha	☺	☺/☺	☹	☺ ¹	☺	☺	☺
Grécia	☺	☹ ³	☹	☺	☹	☹	☺
Espanha	☺	☺	☹	☺	☹	☺/☹	☺
França	☺	☺ ²	☹	☺	☺	☺	☺/☺
Irlanda	☺	☺	☺	Em curso			
Itália	☺/☺	☹ ^{2,3}	☹	☺	☹	☹	☺
Luxemburgo	☺	☺	–	☺ ¹	☹	☺/☺	☺

¹ As redes de estações de amostragem abrangeram todas as principais águas subterrâneas, rios, lagos e barragens, águas costeiras e marinhas, tal como é exigido pelo artigo 6.º da Directiva Nitratos. Os parâmetros controlados foram o azoto e a eutrofização. De uma forma geral, os EM criaram redes de centenas ou milhares de estações de amostragem, que proporcionaram uma boa perspectiva geral do estado da água (1996-1998) e das suas tendências, comparativamente ao período de 1992-1994, em que este levantamento foi efectivamente realizado pela primeira vez.

Estado Membro	Relatório apresentado	Dados do controlo da água		Informações sobre a designação de ZNV	Previsão sobre a qualidade de água	Dados agrícolas	Programas de acção
		Águas doces subterrâneas e superficiais	Águas marinhas e costeiras				
Países Baixos	☺	☺	☺	☺ ¹	☹	☺	☺
Áustria	☺	☺	-	☺ ¹	☺	☹	☺
Portugal	☺	☹/☹ ³	☹	☺	☺	☹/☹	☺
Finlândia	☺	☺	☺	☺ ¹	☹	☹/☹	☺
Suécia	☺	☺	☺	☺	☹	☹	☹/☺
Reino Unido	☹	☹ ³	☹	Em curso	☹	☹/☺	☹/☹

¹ Os EM estão a aplicar um programa de acção em todo o seu território (n.º 5 do artigo 3.º da directiva)

² Controlo de poços profundos

³ Dados fornecidos respeitam apenas às zonas vulneráveis aos nitratos

☺ bom; ☹ razoável; ☹ insuficiente

É de destacar da informação contida nos relatórios apresentados pelos EM, o seguinte (CE, 2003):

- Na Alemanha, a rede de controlo da água é pouco equilibrada e incompleta, pois concentra-se apenas nas zonas em que as águas subterrâneas estão poluídas, e está limitada a dez estações para as águas superficiais;
- Na Grécia e em Portugal, a rede de águas subterrâneas está limitada às zonas vulneráveis designadas, o que impede uma avaliação periódica da designação;
- Doze países conseguiram apresentar dados geo-referenciados num formato compatível com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) da Comissão Europeia, utilizando códigos e classificações harmonizados desenvolvidos pelas orientações para a elaboração de relatórios;
- Cerca de 20% das estações de controlo da UE em águas subterrâneas apresentaram concentrações de nitratos superiores a 50 mg NO₃/l, e 40% mais de 25 mg NO₃/l em 1996-1998;

- Globalmente, mais de 60% das estações de controlo em águas superficiais mostram uma concentração média de nitratos muito inferior a 10 mg/l de nitratos, chegando esta taxa aos 90% nas zonas montanhosas.

Em síntese, o tempo de transferência dos nitratos do solo para as águas subterrâneas (2-3 anos para as águas pouco profundas em solos arenosos e 10-40 anos para águas profundas em calcário gredoso), a designação inadequada das ZV pela maioria dos EM, em áreas expostas a uma elevada pressão do azoto, e a insuficiência das medidas aplicadas, de um modo geral, no primeiro programa de acção, conduziram a um nível elevado e estável de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, que afectou cerca de 40% do território da UE. Em relação às águas superficiais, constatou-se uma tendência para a diminuição em vários países, mas seriam necessários dados complementares para avaliar concretamente a influência das condições climáticas e da melhoria do tratamento das águas residuais urbanas nesta evolução.

Nos relatórios apresentados apenas a Dinamarca, a Alemanha, a França, a Áustria, Portugal e a Bélgica (Valónia) forneceram previsões sobre a qualidade da água. A França e a Áustria fizeram algumas observações, mas não foi apresentada qualquer base científica ou matemática. A Suécia comunicou os resultados preliminares de um programa de controlo específico, destinado a avaliar o escoamento superficial de azoto contido nos fertilizantes para os canais de drenagem e os cursos de água. A Bélgica (Valónia) investigou o transporte de nutrientes para e no aquífero da zona vulnerável de Cretacé de Hesbaye. Segundo os modelos matemáticos, seriam necessários mais de 15 anos para estabilizar os nitratos deste aquífero. A Dinamarca apresentou uma previsão com base na redução das cargas de azoto, acompanhada da observação geral de que 30-40% do azoto contido nos adubos se escoam para as águas superficiais. Previu-se que, por volta de 2003, as perdas de azoto para as águas sofreriam uma redução de 90 000 a 100 000 toneladas, relativamente aos níveis de 1987. A previsão alemã baseou-se em valores muito gerais dos tempos de afluência nas diversas bacias hidrográficas, dependendo da pluviosidade, da estrutura do solo, etc. Portugal aplicou um Modelo da Qualidade da Água na Zona Radicular para simular os efeitos de uma redução da dose de azoto e da taxa de irrigação na lixiviação de nitratos do solo para as águas. A optimização resultante permitiria uma redução de 50% da descarga de azoto em várias culturas. Verificou-se, então, que os relatórios dos EM indicam, claramente, que estes têm dificuldade em elaborar uma previsão do impacto dos seus programas de acção na qualidade da água, não cumprindo assim, totalmente o anexo V da directiva, o que induziu à necessidade de desenvolver

urgentemente modelos fiáveis e práticos que correlacionem as principais medidas económicas ou preventivas e factores (CE; 2003).

A Comissão tem promovido, nas suas acções-chave de investigação relativas à água sustentável e à agricultura sustentável, projectos em larga escala sobre estes temas. É necessário, assim, acelerar fortemente o intercâmbio de informações sobre os modelos existentes e a sua harmonização, a qual será igualmente promovida pela nova Directiva-quadro no domínio da água.

A Directiva-quadro da água (DQA) da UE representa um avanço significativo em matéria de política europeia, com a introdução, pela primeira vez num quadro legislativo, dos conceitos do estado ecológico e da gestão da água ao nível da bacia fluvial. Além dos índices físico-químicos tradicionais, o estado ecológico terá de incluir uma avaliação das comunidades biológicas, do habitat e das características hidrológicas das massas de água. Pela primeira vez, as medidas deverão ter como objectivo manter níveis e caudais de água sustentáveis, bem como preservar e restabelecer os habitats ribeirinhos (AEA, 2003). Entrou em vigor, por outro lado, diversos acordos internacionais, sobretudo no que diz respeito às águas transfronteiriças (por exemplo, a Convenção de Helsínquia relativa à protecção e utilização dos cursos de água transfronteiriços e dos lagos internacionais, e Convenções sobre os Rios Reno, Elba e Danúbio) (AEA, 2000).

Na Figura 1.10 mostra que, em Julho de 2001, as ZVN abrangiam cerca de 38% da superfície total da UE dos 15 (1,2 milhões de km² num total de 3,7 milhões de km²) (CE, 2003). No entanto, a Comissão Europeia previa que a área total de ZVN deveria aumentar para pelo menos 46% (1,5 milhões de km²) porque, para além das ZV já classificadas ainda existiam áreas com elevadas concentrações de azoto não incorporadas em ZV, nomeadamente no sul de Itália, Grécia, Irlanda e Grã-Bretanha (CONFAGRI, 2004).

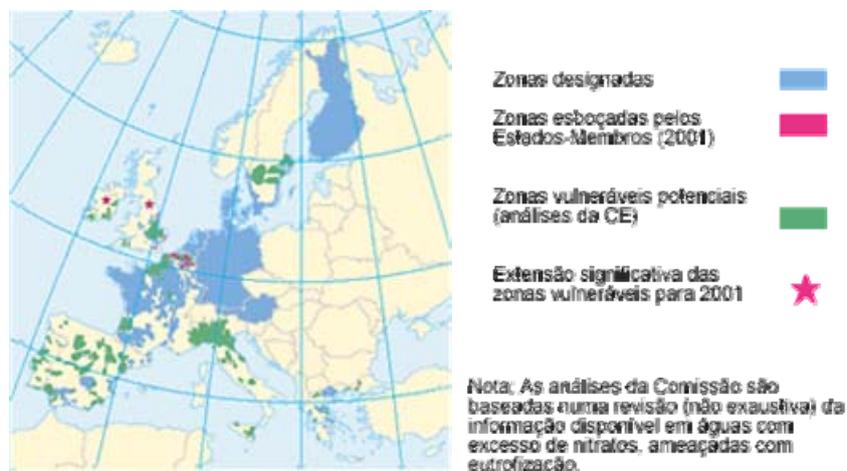


Figura 1.10 – Zonas Vulneráveis aos Nitratos na UE (CONFAGRI, 2004).

No Quadro 1.5 apresenta-se o panorama geral da superfície ($\times 1\ 000\ \text{km}^2$) das zonas vulneráveis designadas por cada EM, da superfície das zonas propostas e da superfície potencial detectada pela CE comparadas com a superfície total do EM (CE, 2003).

Quadro 1.5 – Panorama geral da superfície ($\times 1\ 000\ \text{km}^2$) das zonas vulneráveis designadas por cada EM, da superfície das zonas propostas e da superfície potencial detectada pela CE comparadas com a superfície total do EM (CE, 2003).

Estado Membro	Superfície total ($\times 1\ 000\ \text{km}^2$)	Superfície ZVN		Superfície adicional de ZVN			
		($\times 1\ 000\ \text{km}^2$)	%	Proposta pelos EM	%	Zonas potenciais pela avaliação da CE ²	%
Bélgica	31	2,7	9	2,9	9	15,9	51
Dinamarca	43	43	100 ¹				
Alemanha	356	356	100 ¹				
Grécia	132	13,9	11			9,0	7
Espanha	504	32	6			70,6	14
França	539	240,9	48			37,1	7
Irlanda	69	0	0			6,5	9
Itália	301	5,8	2			88,7	29
Luxemburgo	3	3	100 ¹				
Países Baixos	37	37	100 ¹				
Áustria	84	84	100 ¹				
Portugal	91	0,9	1			12,2	13
Finlândia	334	334	100 ¹				
Suécia	448	41	9			43,7	10
Reino Unido	244	7,8	3			19,2	8
Total UE-15	3 216	1 202	38	2,9	0,1	303	9

¹ Países que beneficiam de um programa de acção em todo o seu território (n.º 5 do artigo 3.º da directiva)

² Não exaustivo, devido à grande falta de dados disponíveis sobre a qualidade da água em vários países (por exemplo: Reino Unido, Irlanda, Itália e Portugal), no momento da avaliação da CE (1999-2000)

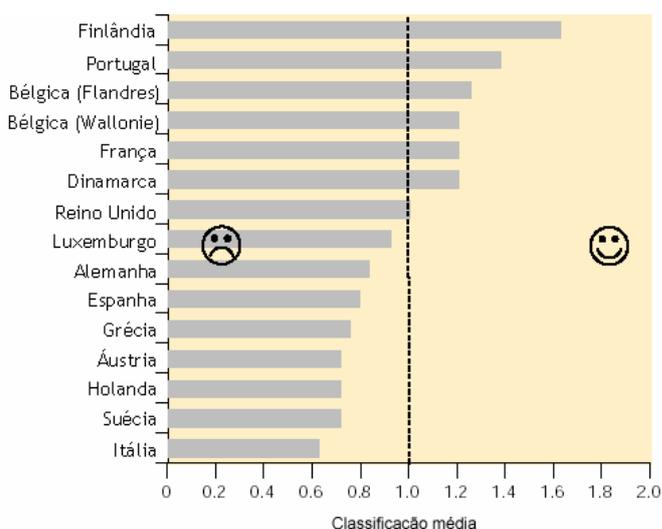
A superfície total das ZVN na Bélgica (18%), proposta pelo EM, é muito inferior à superfície total em perigo (60%) deduzida pela CE a partir dos dados de controlo da qualidade da água disponíveis, principalmente em Flandres. A Valónia, em 2001, formalizou um alargamento importante. A França designou 45% da sua superfície como ZVN, mas deveria ter designado quase 50%, de acordo com a avaliação da CE. Também nos casos da Espanha, Itália, Portugal e Suécia, a CE detectou superfícies potenciais significativas, apesar de estes EM não terem proposto qualquer alargamento. No caso da Grécia, as zonas vulneráveis designadas correspondem, aproximadamente, a 70% das que foram avaliadas pela CE.

Já foram publicados quase duzentos programas de acção na Europa. No entanto, verificou-se que na maioria dos países as medidas relativas à restrição dos períodos de aplicação de fertilizantes não foram cumpridas. Mais especificamente, as medidas eram, muitas vezes, perfeitamente conformes no tocante ao azoto orgânico (estrume), mas não no que respeitava aos fertilizantes minerais. Além disso, a maior parte dos EM não teve em consideração medidas para a aplicação de fertilizantes nas proximidades de cursos de água e valas, como não desenvolveram convenientemente as restrições à aplicação dos fertilizantes em terrenos de forte inclinação, restrições essas, essenciais para evitar as perdas de azoto por erosão, escoamento superficial e drenagem no subsolo. Relativamente, à cobertura vegetal de Inverno, esta questão também não foi devidamente tratada, apesar de as culturas de Inverno ou as gramíneas, poderem capturar 50 a 80 kg de lixiviação de azoto, no Inverno e no início da Primavera, pelo que os solos cultivados em ZV poderiam beneficiar desta protecção. Assim como, os limites de aplicação do azoto orgânico também não foram fixados por alguns dos EM (CE, 2003).

A Figura 1.11 ilustra o progresso dos Planos de Acção nacionais relativos à Directiva Nitratos, mostrando que apenas cinco dos planos de acção para as ZV, preparados para o período 1996-2000, atingem uma pontuação média superior a 1, incluindo Portugal (CONFAGRI, 2004).

É de salientar que existem outras medidas, não explicitamente listadas na Directiva Nitratos, que poderão contribuir de forma significativa para o alcance de níveis satisfatórios de protecção das águas superficiais e subterrâneas, relativamente à contaminação agrícola por nitratos, tais como os programas de redução da capacidade produtora de suínos existentes na Holanda e Bélgica, assim como as medidas agro-ambientais previstas na Suécia. Existem, por outro lado, alguns programas

agro-ambientais que prevêm também a redução da contaminação do meio aquático por nitratos. Contudo, medidas decorrentes, por exemplo da Directiva Nitratos, não são elegíveis para pagamentos agro-ambientais. Tais pagamentos podem ser encarados como uma consequência directa do princípio do pagador/poluidor, que impõe que as normas ambientais mínimas, como por exemplo, as estabelecidas por legislação comunitária pela Directiva Nitratos, sejam respeitadas pelos agricultores sem que estes recebam, por isso, remuneração suplementar (CONFAGRI, 2004).



Nota: As classificações de progresso médio estão baseadas numa análise semi-quantitativa de 12 aspectos dos planos de acção (0 = insatisfatório; 1= parcialmente satisfatório; 2 = completamente satisfatório). Aspectos cobertos: período de proibição de aplicação de fertilizantes; aplicações restritas em declives; aplicações restritas em solos com gelo, encharcados, ou cobertos com neve; aplicações restritas em zonas próximas de cursos de água; trabalho de armazenamento de efluentes; capacidade no armazenamento de estrume; fertilização racional; rotação de culturas; cobertura vegetativa em períodos de precipitação; planos de fertilização; outras medidas; data para limites de aplicação.

Figura 1.11 – Progresso dos Planos de Acção Nacionais relativamente à Directiva Nitratos (CONFAGRI, 2004).

Apresenta-se, no Quadro 1.6, algumas iniciativas de quatro EM para a redução significativa da utilização de azoto na agricultura.

Quadro 1.6 – Programas regionais da Dinamarca, França, Bélgica (Valónia), Alemanha e Grécia utilizados para a redução significativa da utilização de azoto na agricultura (CE, 2003).

Estado Membro	Medidas	Objectivos	Resultados
Dinamarca	Programa Nacional de Gestão do Azoto	– Aconselhamento técnico aos agricultores sobre fertilização racional, cobertura obrigatória no Inverno, equilíbrio no número de	– Redução de 28% das perdas de azoto na agricultura para as águas

Estado Membro	Medidas	Objectivos	Resultados
Dinamarca (cont.)	Programa Nacional de Gestão do Azoto (cont.)	<p>animais e depósitos de estrume disponíveis e terrenos para espalhamento</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sistema de controlo estatal sobre o orçamento anual e o excesso de azoto para cada exploração agrícola, com controlos regulares das práticas no terreno 	<ul style="list-style-type: none"> – Redução de 50% do excesso de azoto a nível das explorações agrícolas – Diminuição gradual da eutrofização nas águas costeiras
França	“Ferti-Mieux”	<ul style="list-style-type: none"> – Empenhamiento em alterar as práticas agrícolas existentes – Abordagem colectiva à preservação da qualidade da água na bacia hidrográfica – Apoio científico (incluindo serviços de consultadoria) – Controlo e avaliação contínuos de novas práticas – Comunicação activa entre os agricultores e os consultores 	<ul style="list-style-type: none"> – Redução da utilização líquida de fertilizantes no milho – Divisão avançada das aplicações de azoto nos cereais – Melhor utilização do estrume animal – Redução dos solos não cobertos durante o Inverno – Melhoria conjunta das práticas de fertilização e irrigação
Bélgica	“Prop´eau-Sable”	<ul style="list-style-type: none"> – Níveis de fertilização razoáveis, incluindo análises aos solos – Aumento das culturas intercalares – Manutenção das pastagens – Exportação de estrume das explorações agrícolas com excedentes 	<ul style="list-style-type: none"> – Redução média de 41% do teor de nitratos no perfil do solo (0 - 150 cm)

Estado Membro	Medidas	Objectivos	Resultados
Bélgica (cont.)	“Prop ’ eau-Sable” (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> – Valorização do estrume orgânico – Trabalho do solo no final do Verão – Regimes adequados de rotação das culturas 	
Alemanha	“Baden-Wurttemberg”	<ul style="list-style-type: none"> – Melhor aplicação e armazenagem do estrume – Aumentar o nível de aconselhamento às explorações agrícolas – Realização de análises aos solos – Aumento da superfície coberta com pastagens permanentes – Proibição da fertilização fora da época de cultivo – Redução em 20% da dosagem de azoto aconselhada para aplicação nas culturas – Redução das actividades de trabalho do solo no Outono 	<ul style="list-style-type: none"> – Redução de 40-60% do teor de nitratos do solo da bacia hidrográfica – Diminuição da concentração de nitratos nas águas subterrâneas
Grécia	Tessália	<ul style="list-style-type: none"> – Maior eficácia na utilização do azoto – Introdução de novas técnicas de irrigação – Cultivo de variedades adequadas 	<ul style="list-style-type: none"> – Mudanças de atitude por parte dos agricultores relativamente às práticas de fertilização

A execução dos programas de acção é susceptível de afectar uma grande variedade de indicadores económicos regionais. Além disso, os custos directos e a redução da produção são frequentemente mencionados como constrangimentos fundamentais à adopção de práticas melhoradas de gestão do azoto. Os custos com as medidas de redução de nitratos situam-se na ordem dos 50 a 150 euros por hectare, mas estima-se que seja 5 a 10 vezes menos dispendioso

do que remover os nitratos de águas poluídas (AEA, 2004). Deste modo, a CE tem vindo a pressionar juridicamente os EM, aqueles que não aplicam correctamente a Directiva Nitratos, constatando-se que a maioria dos EM tem pelo menos um processo de infracção.

1.3.2 No território nacional

Em Portugal, um diagnóstico e uma caracterização da qualidade das águas subterrâneas, realizados no âmbito dos Planos de Bacia Hidrográfica, mostraram claramente níveis de concentração preocupantes de nitratos de origem agrícola em alguns sistemas aquíferos do País, ultrapassando em muitos casos o Valor Máximo Admissível (VMA), igual a 50 mg/l de NO_3 (Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto). No entanto, em comparação com os outros EM, em Portugal a pressão da actividade agrícola sobre o ambiente é inferior. Contudo, a intensificação da agricultura em Portugal, a qual ocorreu no final dos anos 70 e início dos anos 80 conduziu à utilização abusiva e descontrolada de fertilizantes minerais. Em consequência, o teor de nitratos nas águas subterrâneas e superficiais aumentou (Stigter, 2005).

Na mesma década, foi realizado um estudo no Algarve que abrangeu 328 poços e furos, nos quais as águas de 83% dos 165 poços e furos com profundidade até 40 m e de 41% dos 163 furos de maiores profundidades encontravam-se poluídas com nitratos (NO_3), isto é, com concentrações superiores a 50 mg NO_3 /l. Um outro estudo, realizado em 1996, em diversos locais de Entre – Douro e Minho, Vouga e Mondego, Campina da Idanha, vale do Tejo e Alentejo, mostrou que 21% do total das amostras analisadas (foram analisadas 248 amostras de água) estavam poluídas com nitratos. Na região da Chamusca e do Ribatejo e Oeste também se registaram elevados níveis de poluição com nitratos em cerca de 25% de amostras de água subterrânea analisadas (CONFAGRI, 2004).

Na Figura 1.12, pode-se observar a carga poluente de azoto de origem difusa em Portugal Continental. Para a avaliação da poluição difusa foram consideradas as actividades agrícola, pecuária e florestal.

Na avaliação das cargas difusas foi tido em conta o trabalho desenvolvido nos planos de bacia hidrográfica, a aplicação de taxas de exportação de nutrientes, que foram aplicadas, para cada concelho, e para cada bacia, às áreas agrícolas e florestais. Além disso, no Quadro 1.7 apresentam-se os valores de cargas de poluição difusa de azoto total estimadas para as quinze bacias hidrográficas (INAG, 2001).

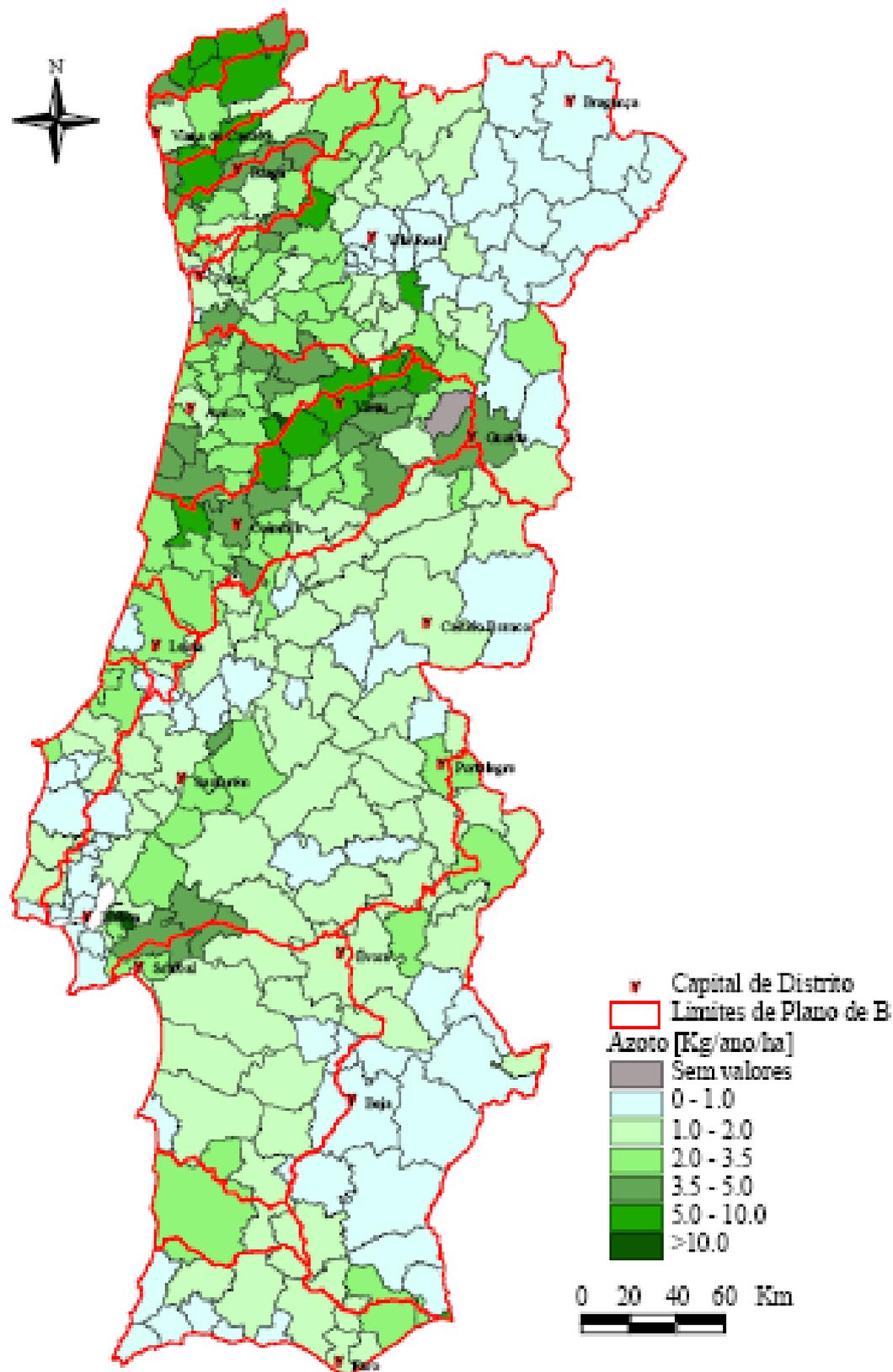


Figura 1.12 – Carga poluente de azoto de origem difusa em Portugal Continental (INAG, 2001).

Quadro 1.7 – Carga poluente difusa de azoto em Portugal Continental (INAG, 2001).

Bacia	Área (km ²)	Agro-florestal Azoto total (ton/ano)	Suiculturas Azoto total (ton/ano)
Minho	851	677	6
Lima	1401	556	22
Cávado	1833	456	0
Ave	1414	460	5
Leça	216	2	0
Douro	18874	81	14
Vouga	3701	1795	16
Mondego	6900	2254	158
Lis	987	156	28
Rib. do Oeste	2465	0	0
Tejo	24635	400	0
Sado	8327	1397	952
Mira	1769	290	1
Guadiana	11726	5128	253
Rib. do Algarve	3836	694	78
Totais:	88935	14346	1383

Relativamente, à vulnerabilidade dos aquíferos não existe nenhuma forma satisfatória de a representar. De facto, não é possível representar num único mapa, sobretudo se se tratar de um mapa a pequena escala, todas as situações geológicas, hidrogeológicas, hidroquímicas, etc., que exercem algum controlo sobre o comportamento dos contaminantes, sem ter em conta as características destes e os cenários de contaminação. Cada grupo de contaminantes, é afectado por variadíssimos factores que incluem o tipo e espessura de solo, características e espessura da zona não saturada, taxa de recarga, características do aquífero, etc. Na elaboração do mapa de vulnerabilidade de Portugal utilizou-se uma metodologia expedita baseada no carácter litológico dos aquíferos ou de formações hidrogeológicas indiferenciadas. Na Figura 1.13 ilustra-se o mapa de vulnerabilidade de Portugal Continental (INAG, 2001).

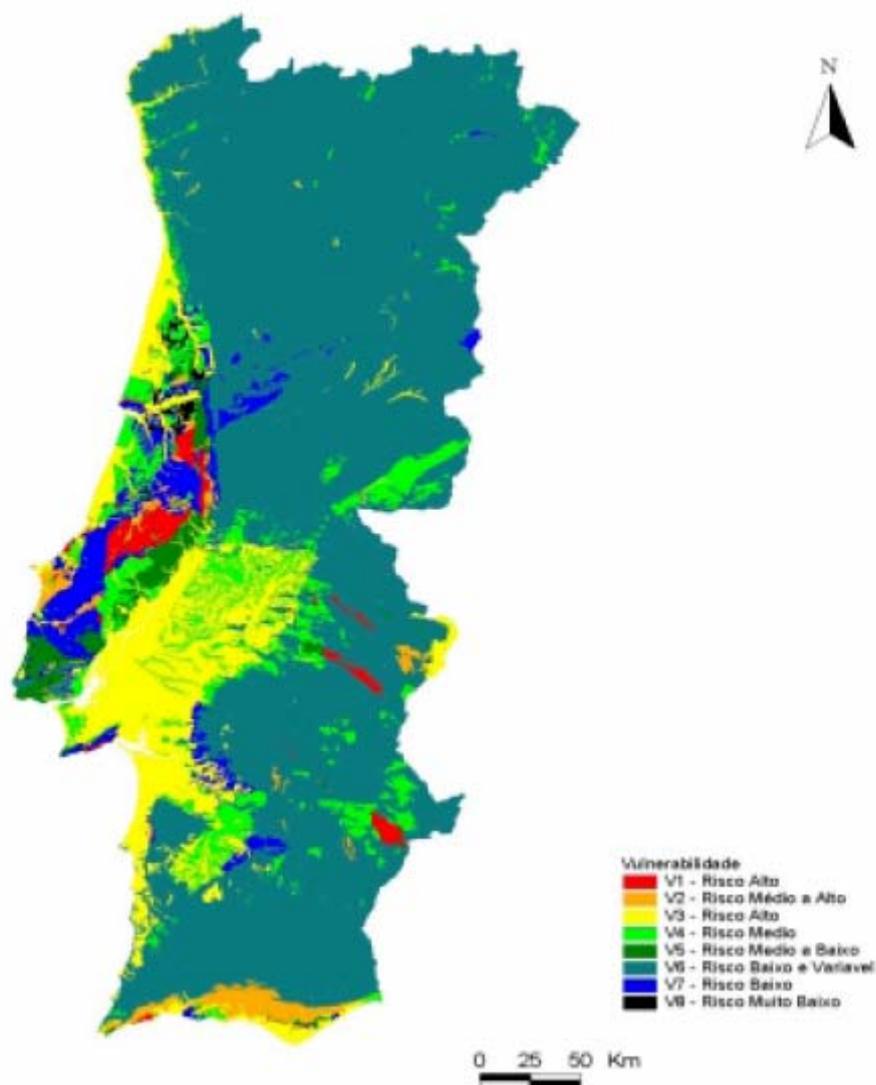


Figura 1.13 – Mapa de vulnerabilidade de Portugal Continental (INAG, 2001).

Apesar de se encontrarem melhor protegidas contra a contaminação do que as águas superficiais, e não obstante o poder filtrante e as características autodepuradoras revelados pelos sistemas aquíferos, uma vez poluídas, as águas subterrâneas podem gerar processos praticamente irreversíveis sendo posteriormente a sua descontaminação muito difícil. Entre as potenciais ameaças de poluição por nitratos à água subterrânea estão o uso intensivo de fertilizantes nas actividades agrícolas, tal como já foi referido, a aplicação de estrumes e as práticas resultantes da má construção das fossas, assim como a sua conservação ou implementação em locais pouco adequados (INAG; 2001).

É de salientar, no entanto, que durante a década de 90, em Portugal o consumo dos fertilizantes azotados diminuiu. Em 1990 consumiram-se cerca de 150 000 toneladas e em 1999 o

consumo deste tipo de fertilizante baixou para as 120 000 toneladas. Esta tendência continua a registar-se até 2002, verificando-se que desde 1998 o decréscimo de consumo de fertilizantes azotados tem sido mais acentuado, tal como se pode observar na Figura 1.14 (MADRP, 2004).

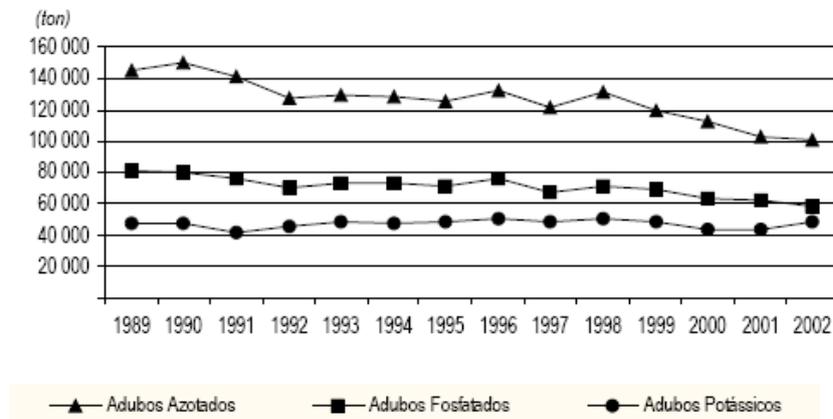


Figura 1.14 – Consumo de fertilizantes em Portugal (MADRP, 2004).

Ao nível do consumo de fertilizantes por unidade de área, Portugal é no seio da UE, o segundo país que apresenta o valor menor, contrastando com a Bélgica/Luxemburgo que registam o maior consumo de fertilizantes por hectare de superfície agrícola (Figura 1.15).

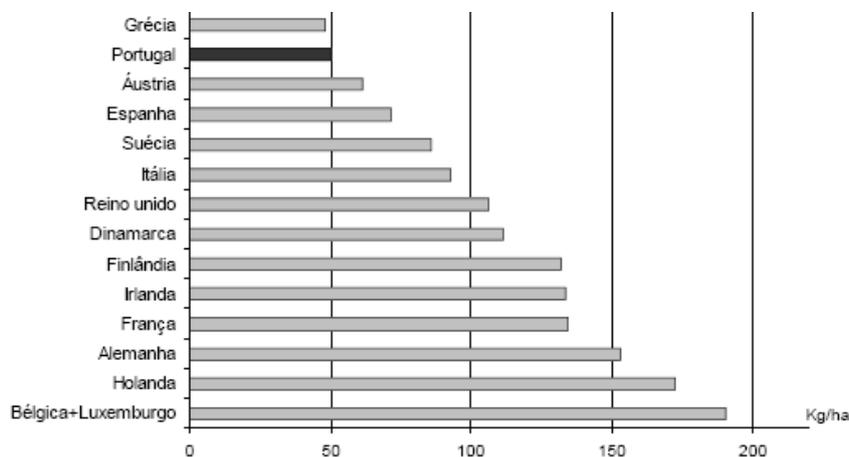


Figura 1.15 – Consumo de fertilizantes por hectare de superfície agrícola em 2002 (MADRP, 2004).

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económico (OCDE), consciente que a lixiviação do azoto e conseqüente impacto na qualidade da água é um dos principais problemas da potencial contaminação difusa por nitratos oriundos da actividade agrícola, adoptou a utilização, na agricultura, dos balanços do azoto como indicadores do risco ambiental resultante da gestão desadequada do azoto. Os balanços do azoto apresentados na Figura 1.16 são calculados a nível

nacional numa base anual, referenciados à superfície do solo pretendendo indicar situações estruturais (MADRP, 2004).

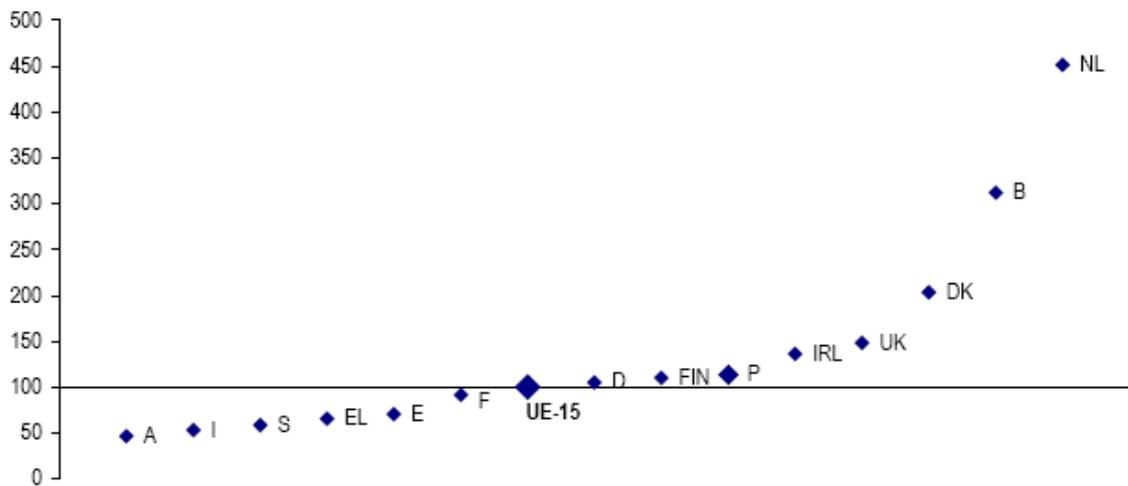


Figura 1.16 – Balanço de azoto (UE15 = 100) entre 1995 e 1997 segundo a OCDE (MADRP, 2004).

No entanto, o uso do balanço do azoto como indicador da perda de azoto para a água requer interpretação cuidada, porque a relação entre o balanço do azoto e a perda de azoto para a água varia de acordo com os sistemas agrícolas e para um mesmo sistema, com a tecnologia utilizada, com o tipo de solo e as condições climáticas. O balanço do azoto, no curto prazo, não indica necessariamente uma incidência benéfica ou prejudicial sobre o ambiente. O cálculo destes balanços é feito com vista a obter a quantidade de azoto que, a manterem-se no médio/longo prazo os sistemas de produção actuais, estaria disponível anualmente para lixiviação para os aquíferos. A posição relativa de Portugal, que apresenta um balanço médio de 66 kg N/ha no período 1995-1997, traduz uma posição de algum potencial contaminante, situando-se acima da média da UE. Esta posição, torna-se um pouco menos confortável para Portugal dado que o valor do excedente do azoto se agravou na década em análise, traduzindo uma tendência estrutural de aumento do risco de contaminação (MADRP, 2004).

Este estado de coisas exige urgentemente a aplicação de medidas e estratégias de actuação tendentes a mitigar este tipo de poluição difusa de modo “a garantir a protecção e a utilização das águas subterrâneas mediante uma planificação integrada e uma gestão sustentável destinadas a evitar um agravamento da poluição, manter a qualidade da água subterrânea não poluída, e restabelecer se for caso disso, a qualidade das águas subterrâneas poluídas” (CE, 1996).

1.3.2.1 Estado de aplicação da Directiva Nitratos

O Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) é a entidade do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas (MADRP) responsável pela implementação da Directiva Nitratos em Portugal. Das actividades que tem desenvolvido neste âmbito, destacam-se:

- Colaboração com o Instituto da Água (INAG), visto ser esta a entidade coordenadora de implementação da Directiva Nitratos em Portugal;
- Participação na Comissão Técnica de Acompanhamento;
- Elaboração do Código das Boas Práticas Agrícolas;
- Discussão dos critérios para identificação e delimitação de zonas vulneráveis;
- Identificação de zonas vulneráveis em colaboração com as Direcções Regionais de Agricultura;
- Regulamentação dos programas de acção.

A Directiva Nitratos foi transposta para a origem jurídica Portuguesa pelo Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, na redacção dada pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março, referindo que, a fim de assegurar um nível geral de protecção de todas as águas contra a poluição causada ou induzida por nitratos de origem agrícola, teria de ser elaborado um Código de Boas Práticas Agrícolas. Este Código, já elaborado e aprovado, estabelece orientações e directrizes de carácter geral, com o objectivo de auxiliar os empresários agrícolas e os técnicos extensionistas que prestam apoio aos agricultores, visando racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que directa ou indirectamente interferem na dinâmica do azoto nos ecossistemas agrários. As principais medidas que fazem parte do Código são (MADRP, 1997):

- Períodos em que a aplicação de fertilizantes não é apropriada;
- A aplicação de fertilizantes em terrenos de forte inclinação;
- A aplicação de fertilizantes em terrenos saturados, inundados, gelados ou cobertos de neve;
- As condições de aplicação de fertilizantes nas proximidades de cursos de água;
- A capacidade e a construção de depósitos de estrume animal, incluindo medidas que evitem a poluição da água pela drenagem e derramamento para as águas subterrâneas ou superficiais de líquidos que contenham estrume

animal e efluentes provenientes de materiais vegetais armazenados, tais como silagem;

- Os métodos de aplicação de fertilizantes, incluindo a dose e a uniformidade do espalhamento, tanto dos fertilizantes químicos como do estrume animal, de forma a manter as perdas de nutrientes para a água a um nível aceitável;
- Gestão de utilização do solo, incluindo sistemas de rotação de culturas e a proporção relativa entre a área consagrada às culturas permanentes e as culturas anuais;
- Manutenção de um nível mínimo de revestimento vegetal do solo durante as épocas (pluviosas) que absorverá o azoto do solo que, de outra forma, poderia provocar a poluição da água pelos nitratos;
- Elaboração de planos de fertilização para cada uma das explorações e de um registo da utilização de fertilizantes;
- Prevenção da poluição da água provocada pela drenagem ou pela infiltração para além das raízes das plantas nos sistemas de irrigação.

Além disso, a mesma directiva determina que os EM designem as zonas que drenam para as águas poluídas ou susceptíveis de o serem, por nitratos de origem agrícola, como ZV com base nos resultados dos requisitos de monitorização estabelecidos. Os critérios de identificação das águas subterrâneas poluídas são os referidos no anexo I do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro:

- Águas doces superficiais utilizadas ou destinadas à produção de água para consumo humano que contenham ou apresentem risco de conter uma concentração de nitratos superior a 50 mg/l;
- Águas subterrâneas que contenham ou apresentem risco de conter uma concentração de nitratos superior a 50 mg/l, se não forem tomadas medidas de contenção;
- Lagoas, outras massas de água doce, estuários e águas costeiras que se revelem eutróficos ou possam vir a tornar-se eutróficos no curto prazo.

A metodologia em vigor para a delimitação das zonas vulneráveis articula-se nas seguintes fases (INAG, 2001):

- a) Identificação das águas poluídas por NO_3 com Valor Máximo Recomendado (VMR) > 25 mg/l e VMA > 50 mg/l, com recolha de dados a partir das redes de monitorização existentes, exploradas por várias entidades, estudos e/ou projectos desenvolvidos ou em desenvolvimento nas Universidades;

- b) Identificação e delimitação das áreas drenantes em conjugação com as características hidrogeológicas dos aquíferos;
- c) Identificação e caracterização das fontes pontuais e estimativa da sua contribuição para a área drenante;
- d) Classificação e natureza do solo, ocupação e usos (área agrícola, culturas agrícolas, irrigação, etc.);
- e) Identificação e caracterização das fontes difusas, em particular agrícolas;
- f) Delimitação das zonas vulneráveis e elaboração da proposta de Portaria.

Em consequência dessa transposição foi publicada a Portaria n.º 1037/97 de 1 de Outubro na qual se definem 3 zonas vulneráveis (Figura 1.17): o aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde, o aquífero quaternário de Aveiro e o aquífero miocénico e jurássico da Campina de Faro.

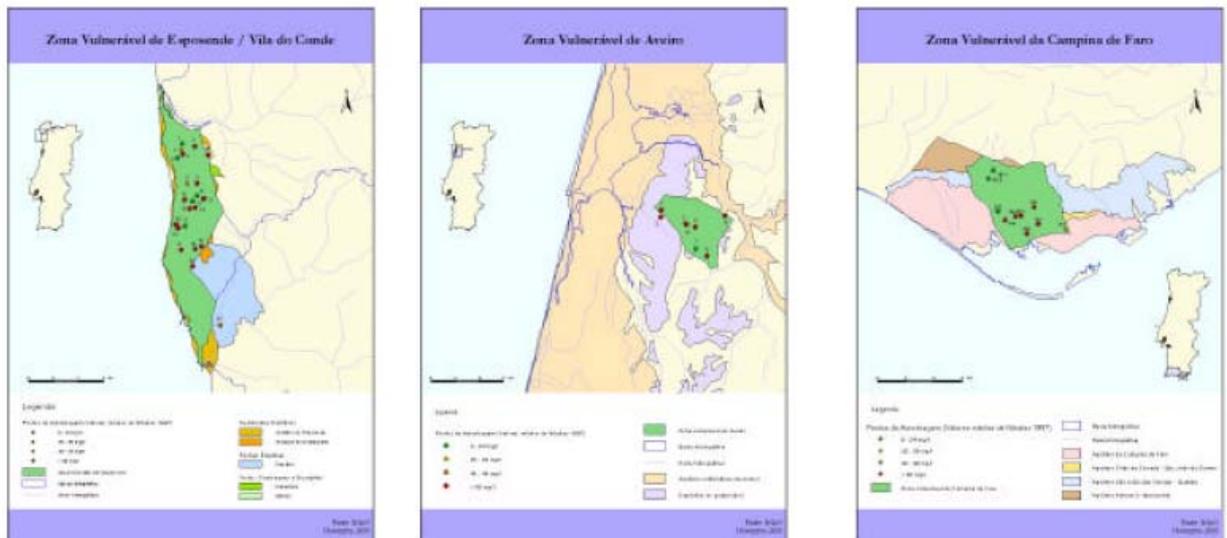


Figura 1.17 – As três zonas vulneráveis aos nitratos de origem agrícola segundo a Directiva Nitratos (INAG, 2001).

Apesar de Portugal ter aplicado claramente a Directiva Nitratos no seu território, e, inclusive, ter identificado três ZV, a CE não se mostrou inteiramente satisfeita, tendo iniciado contra Portugal vários processos de infracção alegando a identificação de poucas ZVN (inferior a 0,2% do seu território), dado que estudos realizados pela própria Comissão demonstravam que pelo menos 22 áreas deveriam ter sido identificadas, entre as quais a área de Campina de Luz, em Tavira (ver a Figura 1.18). Além disso, alegou a existência de uma rede de monitorização às águas subterrâneas muito limitada e uma monitorização insuficiente às águas costeiras e marinhas (Stigter, 2005).

Assim, como as circunstâncias vieram demonstrar que importava realizar, por um lado, a revisão de algumas ZV já designadas e, por outro lado, incluir novas ZV aos nitratos, dando cumprimento ao n.º 2 do artigo n.º 4 do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, foi aprovada a lista e as cartas onde se identificam oito ZV no Continente e oito na Região Autónoma dos Açores, através da Portaria n.º 833/2005, de 16 de Setembro e da Portaria n.º 1100/2004, de 3 de Setembro, revogando a Portaria n.º 258/2003, de 19 de Março, que por sua vez revogou a Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro.

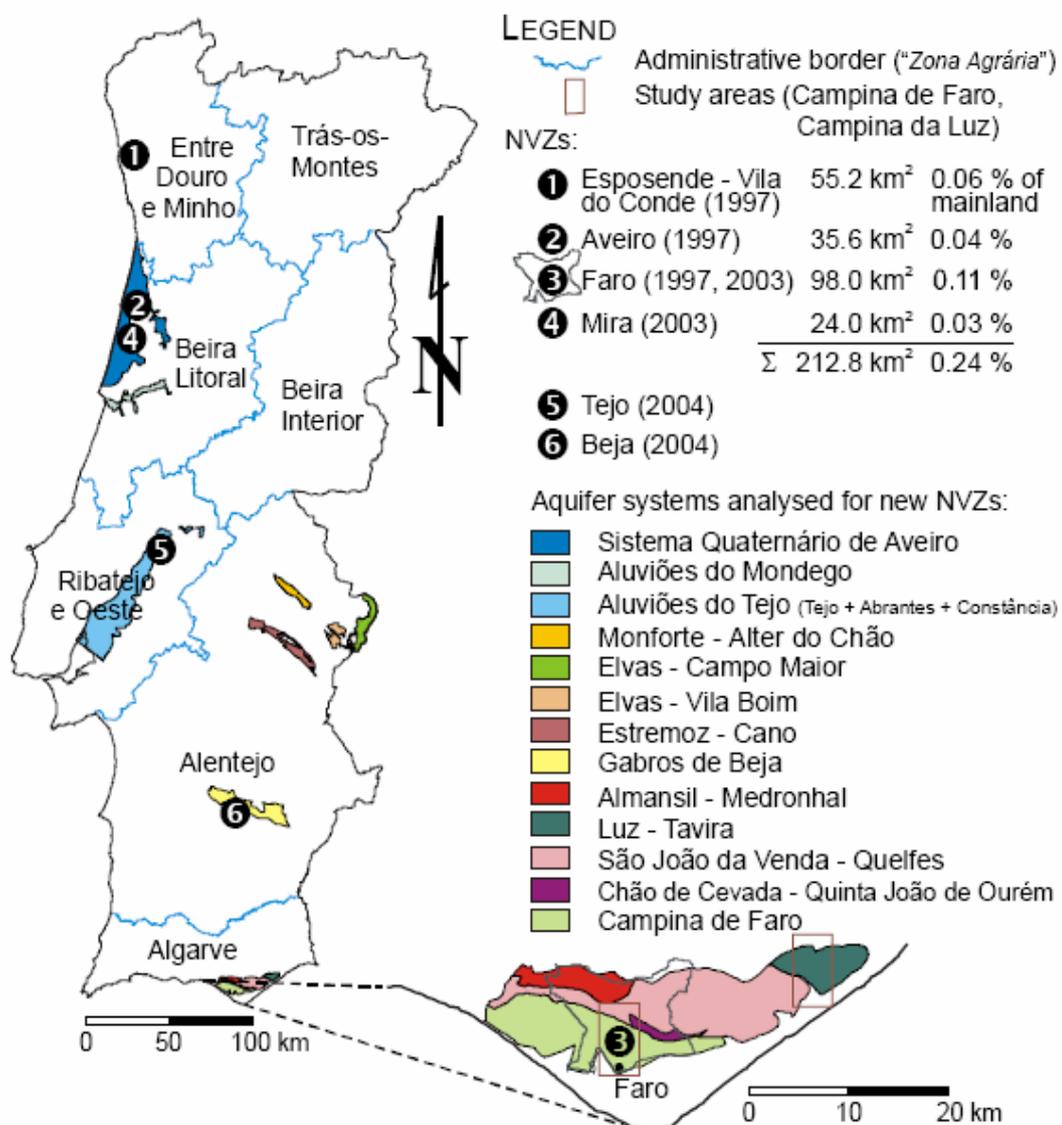


Figura 1.18 – Localização de seis ZVN designadas no território português e de sistemas aquíferos sujeitos à análise para novas ZV (Stigter, 2005).

Os programas de acção foram publicados pelas Portarias n.º 556/2003 de 12 de Julho, 557/2003 de 14 de Julho, 591/2003 de 18 de Julho e 617/2003 de 22 de Julho, respectivamente. As três primeiras revogam as Portarias n.º 706/2001, 705/2001 e 704/2001 publicadas em 11 de Julho. Dos programas de acção salienta-se a necessidade de em todas as explorações com mais de 2 ha e nas explorações horticolas com mais de 0,5 ha, os agricultores serem obrigados, a manter um registo das fertilizações por parcela ou grupos de parcelas homogéneas. Na ZV de Mira só é obrigatório o preenchimento da ficha, constante do anexo III do programa de acção, nas explorações horticolas com mais de 0,5 ha, a partir de 23 de Julho de 2004. Além disso, nos programas de acção são definidas medidas a adoptar que têm por objectivo a redução da poluição agrícola nas áreas consideradas, nomeadamente no que diz respeito a:

- Época de aplicação de fertilizantes químicos e/ou orgânicos;
- Aplicação de fertilizantes em solos inundados ou inundáveis, em terrenos declivosos, em terrenos adjacentes a cursos de água e a captações de água potável;
- Plano e balanço das fertilizações;
- Quantidade máxima de azoto a aplicar a cada cultura;
- Gestão de rega;
- Controlo dos nitratos.

Em seguimento deste processo, o IDRHa a fim de concretizar o processo de análise e revisão de ZV designadas nos termos do n.º 2 do artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, tem vindo a analisar 58 sistemas aquíferos subterrâneos quanto ao risco de poluição agrícola tendo sido definidos 4 sistemas aquíferos como potenciais zonas de risco e susceptíveis de se identificarem como ZV: Elvas (Campo Maior), Aluviões do Mondego, Monforte (Alter do Chão) e Extremoz (Cano) (IDRHa, 2006).

2. ZONA DE ESTUDO

2.1 Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde

A Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde tem uma superfície total de 295,46 km² e encontra-se inserida no litoral norte de Portugal, com a área delimitada pelo limite das freguesias de Antas, Forjães, Vila Chã, Curvos, Vila Cova, Perelhal, Fornelos, Gilmonde, Milhazes, Vilar de Figos, Paradela, Cristelo, Barqueiros, Estela, Navais, A-Ver-O-Mar, seguindo pela IC1 até ao limite da freguesia de Argivai até ao IC1 para sul até ao limite da freguesia de Touguinha, seguindo pela freguesia de Vila de Conde e a orla costeira até à freguesia de Antas, como se pode observar na Figura 2.1. Esta zona caracteriza-se por parcelas de pequena dimensão orientadas para a produção de hortícolas ao ar livre e milho, aparecendo num plano secundário o milho-grão. A espécie pecuária dominante é a bovina, sendo o efectivo de 22300 cabeças. Tais características indicam sistemas agrários distintos. Nos depósitos dunares, com o predomínio dos solos do tipo arenossolo háplico, pratica-se uma horticultura intensiva de ar livre e em estufa, assente num sistema agrícola muito característico denominado por campos em masseira. Mais para o interior, em solos do tipo regossolos úmbricos espessos, a agro-pecuária é a actividade dominante (Agostinho, 2002). Além disso, ainda se encontram antrossolos. Factores como a proximidade do nível freático da zona radicular, a elevada permeabilidade dos solos e a utilização intensa de adubos conduzem à lixiviação de nutrientes do solo na zona das masseiras. Esta lixiviação é dependente do regime pluviométrico e da rega, a qual é, normalmente, programada sem critérios de racionalidade, com volumes de água que excedem a capacidade de retenção daqueles solos (Agostinho, 2002).

Em 1999, foram recolhidas pela Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (DRAEDM) vinte e cinco amostras de águas subterrâneas nos poços utilizados para a rega durante os meses de Outubro e Novembro. As amostras foram submetidas a controlo dos nitratos no momento da colheita e para as amostras que excederam o valor limite de 50 mg/l de nitratos foram enviadas para controlo laboratorial, tendo sido colhidas amostras de solo na vizinhança desse poço a duas profundidades (0 a 25 cm e 25 a 50 cm) para doseamento dos nitratos. Após a obtenção dos resultados das amostras verificou-se que para a sucessão milho+ferragem, instalada nos regossolos úmbricos espessos, a limitação imposta para a fertilização é uma medida que origina bons resultados. No período de nove anos analisado, a limitação da fertilização originou uma

redução da lixiviação de nitratos de 49% no regime de regas frequentes e de 65% no regime de rega deficitária. Esta medida é mais eficiente quando conjugada com o controlo das regas. Para a sucessão couve+cebola+cenoura instalada nos arenossolos háplicos, embora a limitação da fertilização tenha reduzido a lixiviação acumulada nos nove anos em cerca de 43% continuam a verificar-se valores elevados de lixiviação mesmo no cenário de fertilização limitada (MAOT/MADRP, 2000).

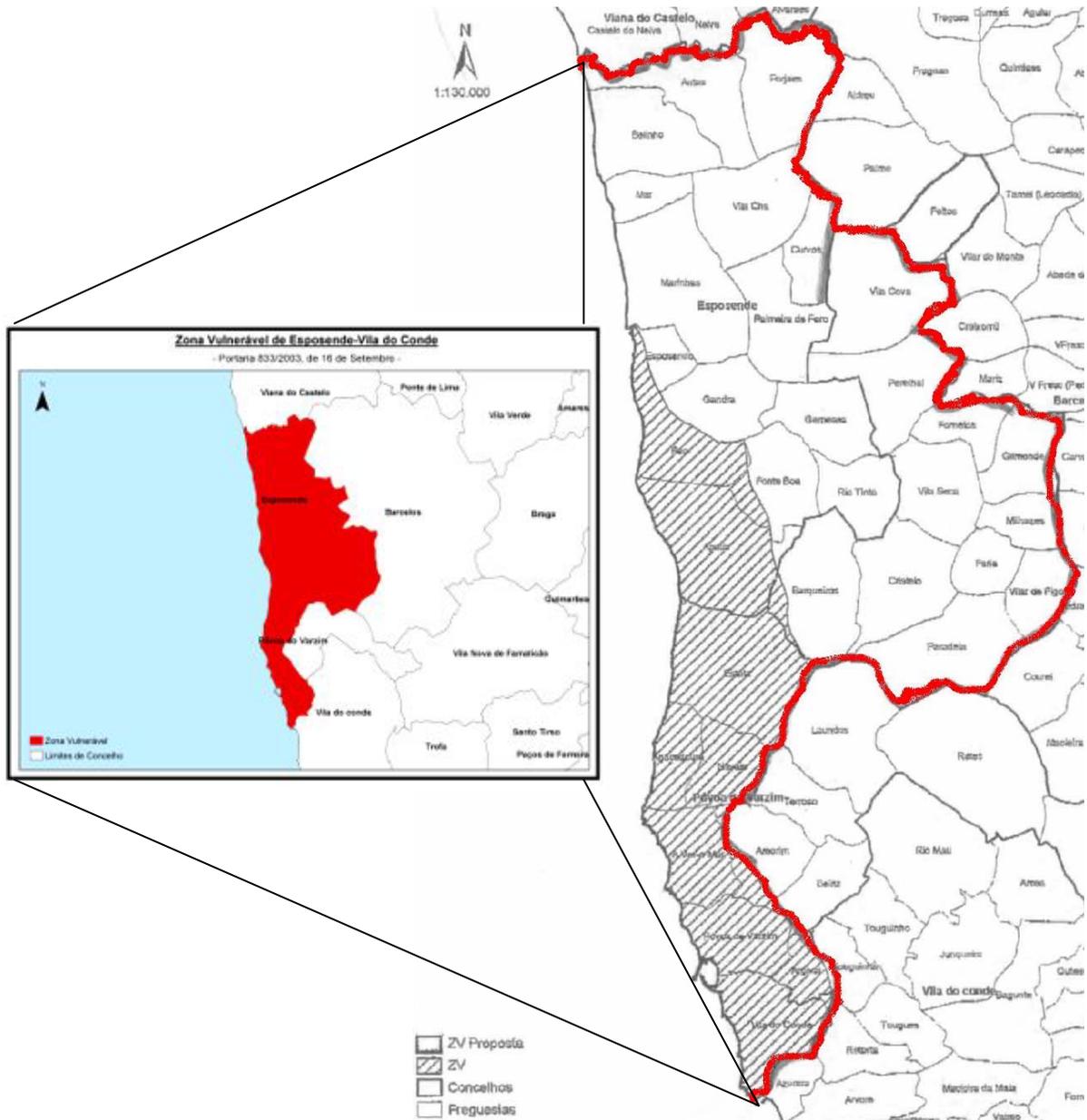


Figura 2.1 – Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila do Conde (IDRHa, 2005).

2.1.1 Identificação e localização geográfica da área de estudo

O trabalho desenvolvido neste estudo assentou em seis freguesias da ZV1, todas inseridas no concelho de Esposende e economicamente dependentes da actividade agrícola, respectivamente: Apúlia, Fão, Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto. Para melhor compreensão, encontra-se em anexo (Anexo A1) a carta topográfica da zona de estudo.

Estas freguesias foram estrategicamente seleccionadas em seguimento de estudos já efectuados na região, um dos quais demonstrava que a área delimitada por estas freguesias apresentava um elevado índice de contaminação nas águas superficiais e subterrâneas por nitratos, em consequência da utilização de estrumes e chorumes sem qualquer tratamento e da utilização excessiva de adubos azotados nas zonas onde predomina a horticultura (Apúlia e Fão) como também nas zonas onde predomina a actividade pecuária (Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto). No entanto, em alguns casos também a falta de saneamento básico e a consequente descarga de águas residuais domésticas sem tratamento prévio, podem também contribuir para a poluição das águas superficiais e subterrâneas (Fernandes, 2004).

2.1.2 Análise fisiográfica

O uso e a ocupação de uma determinada área geográfica são condicionados fundamentalmente pelas suas características naturais, sendo que, estas vão determinar as potencialidades de uso e ocupação do solo. Sendo assim, devido ao desenvolvimento acelerado da agricultura em Esposende, particularmente, nas freguesias acima referidas, associado a práticas agrícolas menos correctas realçando o carácter insustentável da agricultura actual, torna-se urgente travar estas práticas informando a população local das consequências que podem advir que, muitas vezes, podem ser irreversíveis, assim, achou-se oportuno a elaboração de mapas para uma melhor visualização destas características.

Os vários aspectos que se encontram relacionados com a análise fisiográfica e sobre os quais incidirá uma descrição detalhada são: a altimetria, o declive, a exposição solar e a insolação.

A zona de estudo apresenta uma baixa amplitude altimétrica. Desta forma, observa-se uma acentuada dominância das classes inferiores a 25 m (ver Figura 2.2) representando cerca de 85,5% da área total, e que se caracteriza pelos terrenos férteis de grande apetência para a agricultura. Para uma melhor visualização, encontra-se em anexo (Anexo A2) a carta altimétrica da área de estudo.

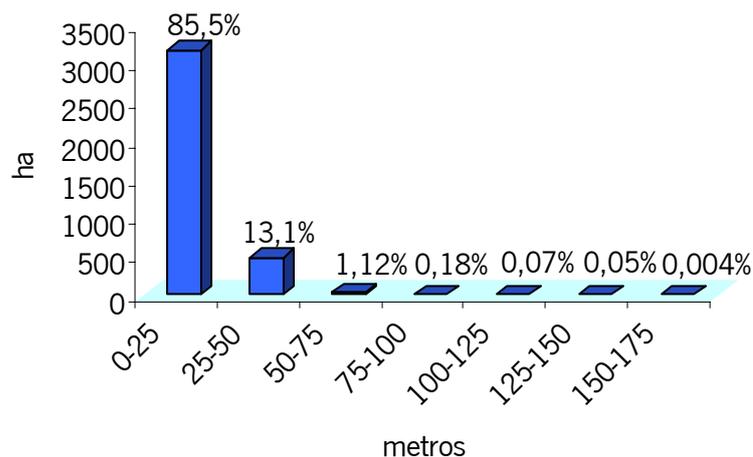


Figura 2.2 – Distribuição das classes de altimetria nas seis freguesias em estudo.

No que se refere aos declives, a área em estudo apresenta uma distribuição das classes altimétricas que muito condiciona todas as actividades desenvolvidas no território. Desta forma, ressaltam claramente zonas condicionadas pelos declives associadas à posição altimétrica. Assim, cerca de 99,3% (ver Figura 2.3) da área possui declives inferiores a 15%, dos quais 92,6% são zonas planas e 6,7% são zonas com declives suaves, situadas essencialmente, próximas das principais linhas de água local onde se verificam zonas de deposição de sedimentos originando solos profundos e férteis onde, ao longo dos tempos se foram desenvolvendo um conjunto de actividades agrícolas. Por fim, a zona de altitudes intermédias onde se encontram as classes de declive superiores a 15% representa cerca 0,63% do território. A carta de declives encontra-se no Anexo A3.

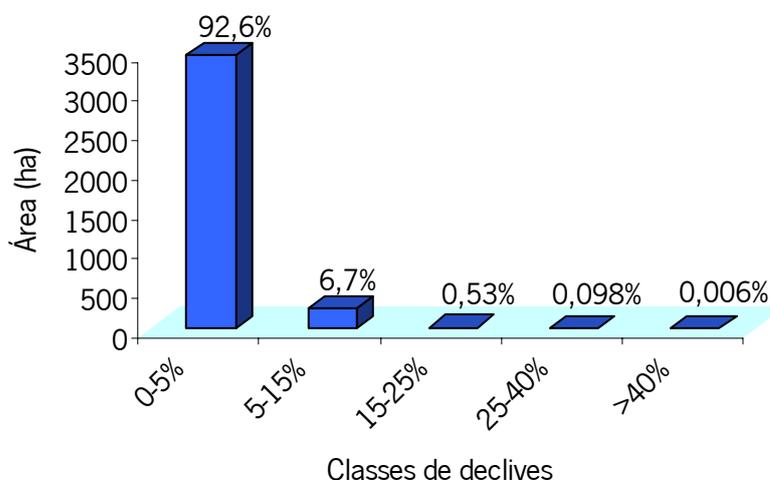


Figura 2.3 – Distribuição das classes de declive nas seis freguesias em estudo.

No Quadro 2.1 pode-se observar as classes de declives utilizadas.

Quadro 2.1 – Classes de declives utilizadas.

Classes (%)	Áreas
0-5	Zonas planas
5-15	Zonas com declive suave
15-25	Zonas de declive moderado
25-40	Zonas de declive forte
> 40	Zonas de declive muito forte

Fonte: DRAEDM (1995).

Em relação às exposições, a área de estudo, devido à sua orientação possui uma vasta área exposta a Oeste e às suas colaterais (47,3%) (ver anexo A4). As áreas planas ocupam 17,2% do território, sendo que os restantes 35,4% são distribuídos pelas exposições a Norte, Este, Sul e respectivas colaterais.

O índice de insolação, conjuntamente com outros factores representam um aspecto decisivo no uso e ocupação do solo, na medida em que um maior ou menor valor de insolação condicionará o desenvolvimento de um determinado coberto vegetal, que por consequência, indicará a fixação da população ou actividades num determinado espaço. Estes valores são determinantes na componente agro-pastoril, uma vez que este elemento climático determina em grande parte uma maior ou menor produção de biomassa.

Assim sendo, e devido à influência das exposições das vertentes orientadas a Oeste e suas colaterais, a área de estudo apresenta maioritariamente índices de insolação alta (51,3%) e média (48,6%). Estes valores de insolação justificam a forte presença de actividades silvo-pastoris desenvolvidas neste território ao longo dos tempos. Para uma melhor visualização, encontra-se em anexo (ver anexo A5) a carta de insolação da área de estudo.

2.1.3 Características edafo-climáticas

O clima da área de estudo é marcado pela sua proximidade ao oceano, que faz com que seja afectada pelas massas de ar provenientes do Atlântico, carregadas de humidade na estação invernal. Este factor associado à configuração do relevo determina a relativa uniformidade dos diversos parâmetros climáticos da zona, que por sua vez condicionam tanto o coberto vegetal e o

comportamento dos solos, como as actividades e a ocupação humana. Além disso, verificam-se influências mediterrânicas. Os ventos predominantes são do quadrante norte sendo bastante frequentes. A velocidade média do vento pode variar entre 6,9 km.h⁻¹, no mês de Setembro, e 9,3 km.h⁻¹ em Fevereiro e Março. Os valores anuais da temperatura média do ar variam entre os 9,4°C, em Janeiro e os 19,4°C, em Julho, correspondendo a uma amplitude térmica de 10°C e uma temperatura média anual na ordem dos 14,3°C. A humidade relativa do ar é elevada, sendo a média anual de 77,4% e a variação média anual igual a 71,6% em Julho, e cerca de 83% em Dezembro e Janeiro. A menor ocorrência de precipitação nos meses de Julho e Agosto (inferior a 40 mm) é compensada por um grau de humidade relativa do ar elevado (superior a 70%). Devido a este conjunto de factores é frequente, às primeiras horas do dia, no Verão, a ocorrência de nevoeiros cerrados e persistentes, provocados pelo arrefecimento nocturno da atmosfera (Agostinho, 2005).

A precipitação na região apresenta uma média anual de 1516 mm, com uma concentração da precipitação no semestre de Outubro a Março, que recebe cerca de 72% do total da precipitação, sendo o trimestre de Dezembro a Fevereiro os meses mais chuvosos (Agostinho, 2005). Em termos de geada, relativamente, à duração da época no ano agrícola verifica-se que o valor médio anual da duração da geada na região é de 3 a 4 meses (Vasconcelos, 2005).

Edaficamente, a terra é ligeira de textura arenosa e franco-arenosa e, os principais grupos de solos que se encontram são: Regossolos Dúricos e Cambissolos Húmicos (xistos) associados a Luvisolos com forte influência atlântica (Vasconcelos, 2005).

2.1.4 Ocupação e uso do solo

Os solos, como parte superficial da crosta terrestre e suporte de vida e de actividades desenvolvidas pelo homem, são o resultado da interacção de um conjunto combinado de factores como o clima e a matéria viva. A sua cartografia é a forma mais prática de classificar as suas características, bem como das suas qualidades. As cartas de ocupação de solo são de grande importância nos estudos e compreensão dos sistemas territoriais.

Na Figura 2.4 pode-se observar a distribuição das áreas dos diferentes usos e ocupação na zona de estudo.

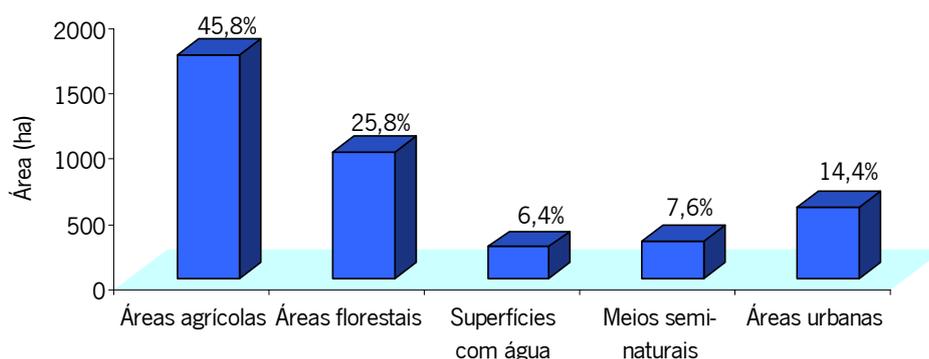


Figura 2.4 – Distribuição das áreas dos diferentes usos e ocupação nas seis freguesias seleccionadas.

A área constituída pelas seis freguesias em estudo é maioritariamente ocupada por área agrícola (45,8%). Esta área situa-se nas proximidades dos aglomerados habitacionais, concentrando-se em zonas de baixa altitude ou declives pouco acentuados. A área urbana ocupa 14,4% e encontra-se dispersa no território concentrando-se, evidentemente, ao longo das principais redes viárias. Deste modo, verifica-se que a rede viária é mais densa perto dos aglomerados populacionais e das zonas agrícolas, ou seja, em zonas de baixa ou menor altitude. A área florestal é, após a área agrícola, a área mais representativa (25,8%). No anexo A6 encontra-se a carta de ocupação do solo da área de estudo. No entanto, este ponto vai ser mais aprofundado no capítulo 4.

2.1.5 Caracterização da estrutura produtiva

Em termos gerais, na ZV1, as características da população, das actividades económicas e das dinâmicas demográficas contribuíram para o desenvolvimento e expressão actual de um conjunto de problemas ambientais, tais como (Agostinho, 2005):

- i. O avanço das áreas urbanas e aumento da densidade de construção nas áreas agrícolas, com a formação de um espaço peri-urbano em que corresponde à edificação de solos de aptidão agrícola; a complexidade associada a estes espaços dificulta o planeamento e a gestão do uso do solo; a diminuição da área agrícola corresponde a uma intensificação das áreas cultivadas;
- ii. As mudanças intensas, no tempo, e extensas, no espaço da paisagem e no sistema agrário associado, em particular na forte expansão da área coberta por estufas,

regressão da área de masseiras e alterações na configuração destes sistemas de produção;

- iii. Importação e uso de material vegetal exógeno e abandono das variedades tradicionais locais, seja em fruteiras, hortícolas e arvenses, em particular, nos cereais;
- iv. Alterações nas práticas de fertilização e de práticas tradicionais associadas em particular, na diminuição da utilização de fertilizantes orgânicos sejam de origem animal ou de algas: “o sargaço”;
- v. Mudanças na quantidade e formas de uso da água. Os processos de concentração, intensificação e especialização aumentam a quantidade de água de rega utilizada.

Neste quadro, a lixiviação de nitratos é um dos vários problemas ambientais locais, que ganha uma especial visibilidade com a legislação europeia e nacional e, conseqüentemente com a classificação deste espaço como ZV. A extensão do problema justifica a preocupação e as intervenções actuais numa lógica da realidade local. Desta forma, as estratégias de limitação do problema de lixiviação podem coincidir para a minimização dos impactes ambientais de processos paralelos.

Em paralelo, à diminuição da área agrícola nos últimos anos, entre 1989 e 1999, verifica-se que o número de explorações diminuiu em todas as freguesias para cerca de metade (42%). Este decréscimo é acompanhado pela Superfície Agrícola Utilizada (SAU) (-31%), verificando-se na freguesia da Apúlia a menor diminuição no total, pela área total das explorações (-32%) e pelo acréscimo da área média por exploração (2,4 ha para 3,2 ha) (Agostinho, 2005).

Segundo o Recenseamento Geral de Agricultura (RGA) de 1999, a área de estudo apresenta uma área média por exploração de 3,5 ha. Relativamente, à SAU, as áreas médias por exploração são de 3,3 ha. Dos dados retirados do RGA 1999, constata-se que a área média por exploração do concelho de Esposende é inferior à que se verifica na região de Entre Douro e Minho (EDM), 4,1 ha e, obviamente, menor que o verificado a nível nacional, 6,8 ha. Dos mesmos dados se retira uma SAU média de 3,0 ha, para a região EDM, sendo este valor de 4,8 ha a nível nacional (INE, 2003).

Relativamente, à idade média do produtor singular nota-se que, de um modo geral, de 1989 para 1999, existe uma certa tendência para o envelhecimento. No entanto, verifica-se uma tendência para o aumento das habilitações literárias dos produtores com o desaparecimento quase completo dos indivíduos analfabetos, aumentado com maior frequência os indivíduos com a 4.^a classe e em menor grau com o 6.^o ano (Agostinho, 2005).

Ao efectuar o estudo das culturas horticolas intensivas em cultura principal verifica-se que, embora o número de explorações e a área destas culturas tenham diminuído, a área por exploração aumenta, assim como também aumenta no geral e em média a sua representação na SAU. Para o milho híbrido, salienta-se que, este tem vindo a ganhar área, uma vez que as maiores áreas por exploração estão associadas a esta cultura. Em relação ao milho para silagem em cultura principal, verifica-se um aumento significativo de 1989 para 1999 da área total e da área por exploração tendo, no entanto, diminuído em média o número de explorações. Os prados temporários e culturas forrageiras em cultura principal, verifica-se uma diminuição no total de aproximadamente 12% do número de explorações em todas as freguesias. Esta diminuição do número de explorações é acompanhada por um aumento bastante significativo de aproximadamente 37% da área, o que indica um aumento da área e SAU por exploração. No que diz respeito ao número de explorações com bovinos, na sua maioria assente na criação e exploração de bovinos de leite, verifica-se uma diminuição do número de explorações na área de estudo. Em 1999, existiam 557 explorações, informação fornecida pela Cooperativa Agrícola de Esposende, e em 2004 verificou-se que nas seis freguesias em estudo existiam 360 explorações no activo. Também o número de animais, no total, diminuiu no período de 1999 a 2004, respectivamente, de 5466 para 4565 animais. As instalações pecuárias localizam-se na proximidade/contiguidade da habitação do produtor o que potencia o aparecimento dos problemas ambientais e sanitários além de limitações ao movimento de máquinas, cargas, pessoas e animais. Os animais encontram-se em estabulação presa e livre sobre piso de betão ou ripado de betão (Agostinho, 2005).

Relativamente, às unidades de tracção, verifica-se a ocorrência de um aumento do número total de tractores, em particular os tractores com maior potência. Este quadro geral é acompanhado em algumas freguesias com a diminuição do número de tractores e de explorações com tractores. No entanto, ocorre um aumento do número médio de tractores por exploração. Quanto ao número de máquinas por exploração verifica-se que, no total, em média, há um aumento, ainda que insignificante.

Na ZV1, em termos gerais, 21,3% das explorações possuem 773 500 m² (77,35 ha) de área coberta de estufas correspondentes a 0,2 ha por exploração. É, facilmente, demonstrável, por outro lado, que se está perante uma zona de regadio apesar da superfície irrigável ter diminuído, praticamente, em todas as freguesias. Em média o valor da superfície irrigável diminuiu aproximadamente 30%. Também, em média a percentagem da área de regadio na SAU aumenta nos 10 anos em estudo. A elevada percentagem de explorações com rega e a representação

especial das áreas de regadio indiciam a importância da água em paralelo, à fertilização como elementos centrais nos processos de lixiviação de nitratos (Agostinho, 2005).

A integração destes indicadores estatísticos e a cartografia temática permitiu identificar sistemas de produção correspondentes a orientações, estruturas e usos dos solos com uma relativa homogeneidade, nomeadamente:

1. o sistema de produção intensiva de hortícolas: localizada na zona litoral e representada pelas freguesias Fão e Apúlia; a produção de uma elevada diversidade de sucessões e culturas hortícolas é orientada e veiculada para uma enorme diversidade de circuitos de comercialização; as áreas correspondentes a este sistema encontram-se em expansão a partir das áreas tradicionais de Arenossolos; no interior destas destaca-se o aumento exponencial das áreas cobertas (estufas) relativamente à produção ao ar livre (Agostinho, 2005);
2. o sistema de produção pecuária e forrageiro; localizada na zona mais interior nas áreas de Cambissolos e Regossolos e representada pelas freguesias Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto; com uma estrutura fundiária de menor dispersão e fragmentação onde se realiza a sucessão forrageira azevém/milho-silagem associada à produção animal de bovinos, em particular, de bovinos de leite.

Deste modo, as explorações orientadas para a produção hortícola além de surgirem em maior número e em franco crescimento em número e área, apresentam comparativamente às explorações de produção pecuária:

- uma área média total e por parcela significativamente inferiores;
- uma maior recorrência a terrenos por arrendamento e cedência relativamente a explorações de áreas próprias;
- maiores níveis de intensificação e, por norma, indicadores de especialização superiores;
- uma idade média dos produtores inferior associada a uma maior representatividade dos jovens agricultores e das explorações que recorreram a apoios financeiros ao investimento;
- formação escolar e técnica dos produtores superior embora, uma menor experiência prática como resultado de um menor número de anos na actividade agrária;

- uma maior expectativa na realização de investimentos para aumentar ou reverter a actividade ou mesmo manter a estrutura actual;
- uma maior integração e participação na regulação e consciência da importância dos mercados de produtos hortícolas e uma menor dependência dos subsídios à produção;
- a dependência de um mercado complexo e imperfeito com um número alargado de agentes na oferta e procura.

2.1.6 Principais fontes de poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola na ZV1

Junto ao litoral, na zona das masseiras, a proximidade do nível freático à zona radicular, a elevada permeabilidade dos solos e a utilização intensiva de adubos constituem factores de grande vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas, com nitratos de origem agrícola.

No sistema forrageiro, a actual prática de fertilização azotada do milho, com incorporação de chorume e uma única aplicação de adubos de libertação lenta de azoto, à instalação da cultura, associada aos volumes de rega, normalmente praticados pelos agricultores, não origina grandes problemas de lixiviação na ZV1. Há, no entanto, poluição pontual nos seguintes casos (Agostinho, 2005):

- i. quando ocorre precipitação após o agricultor ter realizado regas;
- ii. quando os volumes de rega aplicados excedem a capacidade de retenção dos solos;
- iii. quando o excesso de fertilização dá origem a teores altos de azoto residual, no final da cultura e, portanto, passíveis de serem lixiviados no Outono-Inverno.

Pelo contrário, no azevém, a prática tradicional de incorporação de chorume de bovino, antes da sua instalação, no Outono, dá origem à lixiviação de azoto e não traz benefícios para a cultura, uma vez que a extracção de azoto, nas primeiras dez semanas, é muito reduzida, devido às condições normais de saturação do solo e baixa temperatura ambiente. A lixiviação que ocorre, durante o ciclo cultural do azevém, depende dos fluxos de drenagem causados pela precipitação, que é um acontecimento aleatório de difícil previsão (Agostinho, 2005).

O chorume, efluente acima referido, é uma mistura dos dejectos sólidos e líquidos dos animais, com maior ou menor grau de diluição, contendo, por vezes, restos de rações, de palhas ou de fenos. As escorrências provenientes das nitreiras também são vulgarmente designadas chorumes. A quantidade de chorume depende, do seu grau de diluição com águas de lavagem dos

estábulos e outras que afluem à fossa onde são recolhidas as urinas com quantidades maiores ou menores de fezes em suspensão e com restos de rações, de palhas, de fenos, de silagem ou de outros materiais. É, habitualmente, transportado para o campo em tanques ou cisternas e distribuídos à superfície do terreno nú, precedendo as sementeiras ou plantações de culturas anuais, ou do terreno ocupado com pastagens e/ou forragens. Na sua aplicação é fundamental ter certos cuidados para conseguir, por um lado, obter os benefícios do seu poder fertilizante e, por outro, para evitar ou reduzir os riscos de contaminação ambiental e de degradação do solo como, por exemplo, verificar o estado de humidade do solo. As melhores épocas e dias para a sua aplicação serão aquelas ou aqueles que possibilitem o maior benefício para as culturas e, ao mesmo tempo, os menores riscos de poluição da água e do ar. Sempre que o chorume seja aplicado sobre o terreno nú convirá, logo de seguida, proceder à sua incorporação no solo. A técnica tradicional de aplicação de chorumes por espalhamento, a mais usada em Portugal, apresenta vários inconvenientes um dos quais, a compactação do solo. A libertação de cheiros desagradáveis, a perda de azoto amoniacal para a atmosfera e, ainda, a conspurcação e contaminação das plantas com os efeitos negativos daí resultantes são outros inconvenientes (MADRP, 1997).

É, também, vulgarmente utilizado um outro tipo de efluente: o estrume. O estrume é uma mistura de dejectos sólidos e líquidos dos animais com resíduos de origem vegetal, como palhas e matos, com maior ou menor grau de diluição. A composição dos estrumes varia bastante com a espécie pecuária, sua idade e fim com que é explorada, com o seu regime alimentar e tipo de estabulação, com quantidade e natureza do material utilizado nas camas, com a técnica de produção utilizada e com outros factores. É um excelente contribuinte de matéria orgânica para o solo e é frequentemente espalhado em elevada quantidade nos campos. Algumas das vezes é espalhado em épocas erradas, quando as colheitas não podem efectivamente absorver nutrientes; outras das vezes é espalhado em culturas fixadoras de azoto que requerem pouco ou nenhum azoto. Como cada cultura só extrai uma determinada quantidade deste nutriente, grande parte dele acaba sob a forma de poluição na água, no ar e no próprio solo. Relativamente, ao espalhamento do estrume, toda a manipulação deste aumenta com o ar, e as perdas de azoto recomeçam. É preciso, portanto, enterrar o estrume rapidamente. Sendo assim, as palhas de estrume não devem ficar muito tempo no campo antes de serem espalhadas. O espalhamento deve ser feito em tempo encoberto e bastante frio, assim, as perdas de azoto são mais reduzidas (MADRP, 1997).

As adubações tradicionais realizadas pelos agricultores da ZV1, em hortícolas, excedem, normalmente, as quantidades máximas impostas pelo programa de acção. No caso das hortícolas de Primavera-Verão, ao ar livre e em arenossolos, a adubação tradicional dos agricultores contribui significativamente para a poluição com nitratos, quer durante o ciclo cultural (poluição directa), quer pelo armazenamento residual de azoto, no final da cultura (poluição potencial). No caso das hortícolas de Outono-Inverno, a dimensão do problema é ainda maior, pois os agricultores tendem a realizarem mais adubações, em resultado das chuvadas, para evitarem quebras de produção. O problema pode ser minimizado com o maior fraccionamento do azoto mas a condição de não exceder os limites máximos impostos pelo programa de acção pode pôr em causa os padrões de produção comercial normais na ZV1, principalmente no caso das hortícolas de folha (couves, nabiça, etc.) (Agostinho, 2005).

Idealmente, a técnica de aplicação dos adubos ao solo e à cultura, designadamente dos adubos fornecedores de azoto, conviria ser tal que conduzisse à sua máxima eficiência, isto é, que todo o azoto aplicado fosse absorvido pela cultura. Numa situação destas não haveria qualquer risco de contaminação das águas com nitratos. Seria uma situação óptima não apenas do ponto de vista ambiental mas, também, do ponto de vista económico. Porém, tal não é possível na prática: a quantidade de azoto absorvido pelas culturas é apenas uma fracção, maior ou menor, do azoto fornecido pelo adubo. Não podendo alcançar-se o óptimo, deverá, no entanto, tentar conseguir-se o bom ou o razoável através de um processo de aplicação do adubo ao sistema solo-planta que facilite ao máximo a absorção do(s) nutriente(s) contido(s) no adubo. Os adubos podem ser distribuídos uniformemente sobre toda a superfície do terreno a fertilizar (adubações a lanço) ou aplicados apenas em zonas restritas do terreno (adubações localizadas). Quer nas adubações a lanço, quer nas adubações localizadas, os adubos podem ou não ser enterrados. A técnica de aplicação a adoptar depende de vários factores relacionados: com o adubo, com a cultura, com o solo, com o clima e com o custo da fertilização. Qualquer que seja a técnica de aplicação escolhida, ela deverá ser correctamente executada por forma que o adubo seja distribuído uniformemente no terreno a fertilizar, evitando-se, assim, zonas com excesso de adubo e elevado risco de arrastamento do azoto excedentário nas águas de infiltração, a par de outras com escassez de azoto e consequentes baixas de produção (MADRP, 1997).

Devido a estes factores e às fontes de poluição responsáveis pela contaminação das águas superficiais e subterrâneas, o problema da poluição na ZV1, sendo de natureza difusa, só pode ser

resolvido através de um planeamento integrado que envolva todos os agentes e entidades com responsabilidade sobre ela.

2.1.7 Caracterização da ingestão de nitratos pela população residente

Devido às elevadas concentrações de nitratos no aquífero do concelho de Esposende, pressupõem-se graves consequências na saúde da população residente pela ingestão de nitratos em excesso. Entre as doenças mais relacionadas com a ingestão de nitratos em excesso estão a meta-hemoglobinémia e possivelmente a neoplasia gástrica (WHO, 2004).

Tal como já foi referido o VMA para os nitratos na água é de 50 mg NO_3^-/l sendo este valor equivalente a 11,3 mg $\text{NO}_3^- \text{ N }/\text{l}$. Quando o teor de nitratos na água para consumo é inferior a 10 mg $\text{NO}_3^- \text{ N }/\text{l}$ os vegetais são das principais fontes de ingestão de nitratos (Chilvers *et al.*, 1984). No entanto, quando o teor de nitratos na água para consumo excede o valor de 10 mg $\text{NO}_3^- \text{ N }/\text{l}$, a ingestão de água será a principal fonte de ingestão de nitratos. A toxicidade dos nitratos (NO_3^-) é principalmente atribuível à sua redução em nitritos (NO_2^-), a qual poderá induzir ao seguinte efeito biológico nos seres humanos: a oxidação da hemoglobina (Hb) em meta-hemoglobina (metHb). Esta oxidação origina a meta-hemoglobinémia, uma condição clínica rara. A meta-hemoglobinémia infantil, mais conhecida pela doença dos bebés azuis, resulta também da redução do ião nitrato em ião nitrito, a qual ocorre no estômago dos lactentes onde o líquido gástrico é menos ácido que o líquido dos adultos. O nitrito combina-se no sangue com a hemoglobina, obtendo-se a meta-hemoglobina, que não tem a capacidade de fixar o oxigénio, por conseguinte, de o transportar para as células, podendo resultar daí asfixia ou conduzir mesmo à morte, sobretudo em lactentes com menos de 3 meses.

Por outro lado, vários estudos epidemiológicos tentaram relacionar a quantidade de nitratos ingerida por determinadas populações com o aparecimento de cancro no estômago. Contudo, a falta de dados existente em relação à ingestão individual de nitratos e as inúmeras outras causas possíveis que poderiam provocar também o cancro gástrico não permitiram provar esta teoria. Foi demonstrado, no entanto, que poços com 300 mg NO_3^-/l poderiam estar associados a áreas específicas com elevado risco de cancro (Fraser *et al.*, 1981).

Em 2004, foi efectuado um plano de trabalho experimental nas mesmas freguesias deste estudo, no qual foi conclusivo de que a poluição das águas superficiais e subterrâneas está presente em todo o território, havendo indícios de que a actividade hortícola e pecuária contribuem para esta situação sendo o parâmetro nitratos o principal responsável pela contaminação

(Fernandes, 2004). No ano seguinte, foi efectuado um estudo baseado nos dados de morbilidade, nas mesmas freguesias, com o principal objectivo de relacionar o aparecimento de cancro gástrico ou da meta-hemoglobinémia com a ingestão de nitratos. No entanto, à data deste estudo a Delegação de Saúde Pública do Centro de Saúde de Esposende (DSPCSE) não tinha qualquer tratamento estatístico dos dados referentes à morbilidade, impossibilitando, assim, a obtenção de um quadro completo com as doenças e as incapacidades que têm afligido a população residente nesta área. Contudo, relativamente ao período de 2001-2004 não se encontrava registada qualquer morte relacionada com a meta-hemoglobinémia. Quanto à neoplasia, os dados de mortalidade relativos ao mesmo período foram agrupados por sistemas do corpo humano e encontram-se representados no Quadro 2.2 (Vale, 2005).

Quadro 2.2 – Resumo da mortalidade por neoplasias (Vale, 2005).

Afecta		2001	2002	2003	2004	Totais
HM	Neoplasia gástrica	8	15	16	6	45
H	Neoplasia da próstata e bexiga	5	3	11	8	27
HM	Neoplasia do cólon e recto	3	4	7	3	17
HM	Neoplasia renal e vias urinárias	0	0	3	1	4
HM	Neoplasia pulmonar	7	4	5	5	21
HM	Outros tumores malignos	6	3	4	2	15
HM	Neoplasia do pâncreas	4	1	2	4	11
HM	Linfomas e leucemias	2	0	2	5	9
HM	Carcinomatose	0	0	5	0	5
HM	Neoplasia do esófago	2	1	0	1	4
HM	Neoplasia do fígado e vias biliares	0	0	1	3	4
M	Neoplasia do ovário	2	1	0	0	3
HM	Neoplasia da laringe	1	1	0	1	3
M	Neoplasia do útero	1	1	0	0	2
TOTAIS		41	34	56	39	

H – homem; M - mulher

Repara-se que, a neoplasia gástrica e as outras neoplasias relacionadas com o aparelho digestivo têm bastante expressão na área em estudo, exceptuando a neoplasia pulmonar que, apesar de significativa não tem relação conhecida com a ingestão de nitratos em excesso. No entanto, ainda é uma análise muito simplista e insuficiente para se poderem retirar conclusões fundamentadas (Vale, 2005).

No Quadro 2.3 pode-se observar os dados de mortalidade por neoplasia por freguesia, os quais foram normalizados tendo em conta as diferentes populações segundo dados estatísticos da população (INE, 2005). Repara-se que a freguesia de Apúlia apresenta os valores mais elevados de neoplasia gástrica (5,09), seguida por Rio Tinto (2,96). Quanto à neoplasia da próstata e bexiga a freguesia de Apúlia (1,85) continua apresentar os valores mais elevados, sendo seguida novamente pela freguesia de Rio Tinto (1,48). Da análise realizada à distribuição dos valores de concentração de nitratos nas águas superficiais e subterrâneas chegou-se à conclusão de que as freguesias Apúlia, Rio Tinto, Fonte Boa e Gemeses têm valores de concentração de nitratos superiores ao VMA (Fernandes, 2004). Este facto associado aos valores encontrados de neoplasias induz que poderá existir realmente uma relação entre a ingestão de nitratos em excesso e o aparecimento de neoplasias. No entanto, nas freguesias de Fonte Boa e Gemeses apesar de apresentarem indícios de contaminação nas águas superficiais e subterrâneas não ocorreram casos de neoplasia gástrica. Deste modo, não se pode tirar conclusões fundamentadas acerca da relação neoplasias/concentração de nitratos nas freguesias.

Quadro 2.3 – Mortes por milhar de habitantes no período 2001-2004 por freguesia (Vale, 2005).

Freguesias	Tipo de Neoplasia			
	Gástrica	Próstata e Bexiga	Renal e das Vias Urinárias	Cólon e Recto
Apúlia	5.09	1.85	0.00	0.00
Fão	1.41	1.06	0.35	0.35
Gandra	1.59	1.59	0.00	0.00
Gemeses	0.00	0.90	0.00	0.90
Fonte Boa	0.00	0.77	0.77	0.00
Rio Tinto	2.96	1.48	0.00	0.00

Verifica-se, então, que estas populações estiveram e, em certa parte ainda estão, sujeitas a elevadas concentrações de nitratos nas suas águas de origem subterrânea, por conseguinte, poderão sofrer no futuro consequências físicas nefastas. No entanto, ainda há muito por investigar sobre o problema dos efeitos nocivos dos nitratos em seres humanos na área de estudo até se poderem tirar conclusões mais sustentadas.

2.1.8 Programa de acção

O programa de acção para a ZV1 está regulamentado pela Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho que, actualmente, se encontra em revisão devido ao alargamento da área vulnerável. Este programa é elaborado considerando os seguintes factores:

- a superfície total da zona vulnerável;
- o tipo de relevo;
- a dimensão das parcelas e a sua orientação de produção;
- a espécie pecuária dominante;
- o tipo de solos dominantes;
- a precipitação média anual;
- a temperatura média anual.

Este programa de acção limita as épocas de aplicação de correctivos orgânicos, chorumes de bovinos e adubos azotados tendo em consideração as necessidades das culturas durante o seu ciclo vegetativo e o risco de perdas de azoto por lixiviação, sobretudo no período outono-invernal, determinando as quantidades máximas de azoto a aplicar às culturas (Quadro 2.4), (Agostinho, 2002).

Quadro 2.4 – Épocas e doses de aplicação de azoto (Inácio *et al*, 2002).

		Março-Setembro	Outubro- Janeiro	Fevereiro
		Dose máxima azoto/ano (kg N)		
Solos não cultivados				

		Março-Setembro		Outubro- Janeiro	Fevereiro
Pastagens				Retirar pastoreio	
Forragens	Azevém		80-100		
	Consociação		30-60		
	Leguminosas		0		
	Milho		180		
Hortícolas (ar livre)	Alface		100		
	Alho comum		100		
	Feijão verde		100		
	Cebola		120		
	Cenoura		150		
	Batata		160		
	Couve-bróculo		180		
	Couve-flor		180		
Hortícolas (estufa)	Alface		75		
	Feijão verde		150		
	Pepino		180		
	Pimento		180		
	Melão		200		
	Tomate		220		
Milho *			130*		

■ Proibida a aplicação de qualquer fonte de azoto (chorume, correctivo orgânico ou adubo).

■ Proibida a aplicação de azoto orgânico (chorume, correctivo orgânico).

■ Proibida a aplicação de azoto orgânico, a partir do milho Joelheiro, se a cultura não for seguida de uma cultura Outono-Inverno.

■ Proibida a aplicação de chorume.

■ Permitida a aplicação de todas as fontes de azoto até aos limites indicados.

Refere, ainda, a necessidade de executar planos e balanços de fertilização, determina um procedimento de monitorização de nitratos nas águas subterrâneas e no solo e a imposição de restrições à utilização de fertilizantes orgânicos, tais como:

- a) É proibida a aplicação de chorumes, misturas de chorumes e estrumes ou dejectos animais no período de Dezembro a Janeiro em solos inundados ou inundáveis;
- b) É interdita a aplicação de estrumes e chorumes a menos de 50 metros de qualquer fonte, poço ou captação de água que se destine a consumo humano;
- c) A quantidade anual de fertilizantes orgânicos a aplicar não poderá conter mais de 170 kg de azoto.ha⁻¹;
- d) Antes da aplicação dos efluentes orgânicos, é obrigatório serem analisados, pelo menos, quanto ao seu teor em azoto;
- e) Na construção de tanques de armazenamento de efluentes zootécnicos é obrigatório a impermeabilização dos mesmos de forma a reduzir ou eliminar os riscos de fugas de chorume com inconvenientes daí resultantes;
- f) A capacidade dos tanques deverá ser calculada para o período mais prolongado em que não é permitida a aplicação às terras (cerca de 5-6 meses), sendo calculada com a seguinte fórmula: $V = d.n.y$, em que V é a capacidade do reservatório (m³), d é o número de dias de retenção do efluente, nunca inferior a 150 dias, n é o número de cabeças de gado e y o volume de efluente diário/cabeça (m³.animal⁻¹.dia⁻¹)

2.1.9 Projecto: “Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde”

Face à situação crítica, diversas instituições com intervenção na ZV1, reuniram-se para realizarem um estudo em conjunto. A Escola Superior Agrária de Ponte de Lima (ESAPL), a Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho (DRAEDM), o IDRHa, o Instituto Superior de Agronomia (ISA), a Cooperativa Agrícola de Esposende (CAE) e a Associação dos Agricultores de Póvoa de Varzim (HORPOZIM) candidataram-se ao Programa Operacional de Agricultura e Desenvolvimento Rural (AGRO) do MADRP com um projecto denominado “Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde” (Projecto n.º 35), o qual foi aprovado no âmbito da Acção 8.1 – Desenvolvimento Experimental e Demonstração. Esta acção está incluída na medida n.º 8 do Programa AGRO e enquadrada num diploma legal (Portaria n.º 1092/2000 de 16 de Novembro). A coordenação deste

projecto cabe à ESAPL e o seu objectivo principal é a redução da poluição das águas subterrâneas com nitratos de origem agrícola. Mais pormenorizadamente, os objectivos deste projecto são:

- aplicar práticas de fertilização que melhor se adaptem à ZV1, no âmbito do Código das Boas Práticas Agrícolas (MADRP, 1997);
- avaliar económica, funcional e socialmente a aplicação dessas técnicas e o seu impacte na produção e na redução da lixiviação de nitratos;
- incentivar a participação dos agricultores e técnicos na aplicação das técnicas seleccionadas;
- identificar os mecanismos e as directrizes necessárias para a implementação de um plano de monitorização e controlo da poluição com nitratos, assim como, os meios de ajuda à tomada de decisão técnica do agricultor na definição dos seus projectos e práticas.

Este projecto está organizado em cinco actividades diferentes, inter-relacionadas entre si tal como se pode ver no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Descrição das actividades do projecto da ZV1.

Actividade 1	Parcelas de experimentação e demonstração	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de técnicas de rega e fertilização que conduzem à redução da lixiviação de nitratos; - Monitorização do azoto e avaliação de resultados.
Actividade 2	Parcelas de demonstração	<ul style="list-style-type: none"> - Planeamento da fertilização azotada com base no balanço do azoto, programação da rega com base em necessidades médias da região e aplicação de uma nova técnica de fertilização; - Monitorização do azoto e avaliação comparativa de resultados com as técnicas tradicionais.
Actividade 3	Caracterização biofísica e da estrutura produtiva agrária	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização dos parâmetros climáticos, edáficos, geomorfológicos e da ocupação do solo da ZV1; - Caracterização socioeconómica da ZV1 e do sector agrário e estudo dos sistemas exploração família (tipologia) e sistemas de cultura.

Actividade 4	Análise da viabilidade das soluções e identificação dos mecanismos de implementação das técnicas seleccionadas	- Análise da viabilidade económica, funcional e social das técnicas (obtenção de indicadores para análise comparativa entre a situação actual e as soluções preconizadas), definição de estratégias de intervenção e desenvolvimento e aplicação de um sistema de monitorização e ajuda à tomada de decisão.
Actividade 5	Acções de demonstração das actividades desenvolvidas e divulgação dos resultados	- Edição de folhetos semestrais com informação geral sobre o tema e sobre as técnicas preconizadas, realização de sessões de demonstração UED e PD e sessões de discussão e esclarecimento, realização de acções de formação profissional e acção final de demonstração e avaliação.

A CAE foi um parceiro activo deste projecto e na sua área de intervenção, competiu-lhe:

- a Instalação de Unidades Experimentais e de Demonstração (UED) e Parcelas de Demonstração (PD) em Agricultores: contacto com os agricultores e ajuda na selecção dos locais para instalação das UED 's; apoio técnico na instalação das UED 's; apoio na realização dos protocolos técnicos com os agricultores.
- os Inquéritos e Observações de Campo: ajuda nos contactos com os agricultores e no esclarecimento dos objectivos.
- as Sessões de Demonstração (SD), Esclarecimento e de Análise de Resultados (SEA): ajuda na realização de SD que envolve a ida dos agricultores junto das UED e PD, para demonstração do equipamento e resolução de objectivos específicos; ajuda na realização de SEA que envolve a ida dos agricultores a locais de reunião, onde serão esclarecidos os objectivos e clarificadas estratégias de actuação; organização de acções de formação.

Este projecto visou a implementação de um plano de monitorização e controlo da poluição na ZV1 com um interesse económico, social e ambiental. Por outro lado, a experimentação levada a cabo pelo projecto permitiu estabelecer técnicas de fertilização azotada e de condução da rega que aumentaram a eficiência do uso do azoto e da água de rega, reduzindo os riscos de poluição das águas subterrâneas. A técnica baseada nas "equações de fertilização azotada", adaptadas aos sistemas culturais dominantes da ZV1 e onde as necessidades de azoto das culturas são satisfeitas em função de "curvas de extracção", permitiram obter produções consideradas aceitáveis e reduzir,

significativamente, as quantidades de azoto quando comparadas com os níveis tradicionais e os limites máximos impostos pelo programa de acção. Do mesmo modo, as técnicas de condução de rega, adaptados aos sistemas culturais da ZV1, permitiram reduzir muito os volumes de rega quando comparados com os níveis tradicionais aplicados pelos agricultores. As medidas preconizadas por este projecto consideradas prioritárias são as seguintes: adequação dos procedimentos de fertilização azotada em culturas horticolas, condução da rega de horticolas com tensiómetros ou balanços hídricos do solo simplificados e adequação dos procedimentos de utilização do chorume (Agostinho, 2005).

3. METODOLOGIA

Face à problemática da zona em estudo a metodologia deste trabalho consistiu na identificação e selecção de indicadores de desenvolvimento sustentável, em virtude dos indicadores serem, presentemente, não apenas necessários, mas indispensáveis para fundamentar as tomadas de decisão aos mais diversos níveis e nas mais diversas áreas. Por outro lado, pretendeu-se definir indicadores de integração ambiental que traduzissem, a nível territorial, as relações que se estabelecem entre as actividades agrícolas e o ambiente, bem como proceder ao seu cálculo. Deste modo, procedeu-se à actualização da informação possível, mantendo-se a sua sistematização segundo componentes ambientais ou domínios, entre os quais o domínio água onde se incluem os indicadores relacionados directa ou indirectamente com o uso deste recurso e sua qualidade e o domínio solo onde se agruparam os indicadores que mostram a importância dos diferentes usos de solo, bem como de alguns de pressão negativa. Por conseguinte, foram seleccionados indicadores de Pressão e de Estado, cuja classificação foi desenvolvida e utilizada pela OCDE (OCDE, 2001).

Os indicadores de Estado põem em evidência os efeitos das actividades agrícolas sobre o ambiente, como por exemplo a concentração de nitratos nas águas superficiais e subterrâneas e na água potável. Os indicadores de Pressão dizem respeito aos factores que conduzem à alteração do estado do ambiente, como sejam o consumo de fertilizantes, o uso do solo, a variação do uso agrícola do solo, o efectivo pecuário (bovino), o encabeçamento pecuário (bovino), a variação do efectivo pecuário (bovino) na SAU, a concentração pecuária (bovino) e a produção de efluentes pecuários.

3.1 Nitratos em águas subterrâneas

Quadro 3.1 – Descrição do indicador em estudo: nitratos em águas subterrâneas (AEA, 2003).

Nome	Nitratos em águas subterrâneas
Definição	Avaliação da qualidade da água subterrânea destinada para consumo humano e para rega.
Tipo	Estado
Cálculo	Obteve-se, a partir do <i>site</i> do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH) as séries de dados referentes ao parâmetro em estudo respectivamente, o nitrato total

Cálculo (cont.)	<p>(em NO₃), para cada estação de monitorização (SNIRH, 2006). Após a análise dos dados seleccionou-se o ponto crítico (ponto máximo) anual de cada estação, para o período de Verão e para o período de Inverno, e procedeu-se ao tratamento estatístico.</p> <p>Para além dos resultados obtidos através das estações de monitorização recorreu-se a um trabalho experimental intitulado: “Caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do concelho de Esposende” (Fernandes, 2004). Tal como se fez para os resultados das estações de monitorização seleccionou-se o ponto crítico anual, no entanto, apenas para o período de Verão, uma vez que este trabalho foi realizado somente nos meses de Maio, Junho e Julho.</p> <p>Para fundamentar os resultados obtidos teve-se em consideração a classificação estipulada no anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto (classificação também utilizada pelo INAG para águas do tipo A1²), no anexo XVI do Decreto-Lei supracitado para a qualidade da água de rega, no anexo I do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 05 de Setembro e, também a classificação estabelecida pela DQA e a Lei da Água.</p>
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	<p>Com este procedimento tornar-se-ia possível encontrar focos de poluição em consequência do incumprimento das normas de qualidade da água impedindo a boa utilização do recurso, além de poder conduzir a perturbações potenciais dos ecossistemas associados, tendo assim implicações de carácter ambiental, social e económico. De uma forma genérica, a poluição das águas decorre da adição de substâncias ou de formas de energia que, directa ou indirectamente, alterem as características físicas e químicas do corpo de água de uma maneira tal, que prejudique a utilização das suas águas para usos benéficos. O grau de poluição das águas é medido através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, que, por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos).</p>

² Águas do tipo A1 – águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano (Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto).

3.2 Nitratos em águas superficiais

Quadro 3.2 – Descrição do indicador em estudo: nitratos em águas superficiais.

Nome	Nitratos em águas superficiais
Definição	Avaliação da qualidade da água superficial destinada para consumo humano e para rega.
Tipo	Estado
Cálculo	Obteve-se, novamente, a partir do <i>site</i> do SNIRH as séries de dados referentes ao parâmetro nitrato total (em NO_3^-), para cada estação de monitorização (SNIRH, 2006). Após a análise dos dados seleccionou-se o ponto crítico anual de cada estação, para o período de Verão e para o período de Inverno, e procedeu-se respectivamente, ao tratamento estatístico dos dados. Para além dos resultados obtidos através das estações de monitorização recorreu-se novamente, ao trabalho experimental: “Caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do concelho de Esposende” (Fernandes, 2004). Posteriormente, seleccionou-se o ponto crítico de cada estação apenas para o período de Verão dado que este trabalho foi realizado nos meses de Abril, Maio, Junho e Julho. Para fundamentar os resultados obtidos teve-se em consideração a classificação estipulada na DQA, na Lei da Água, nos anexos I e XVI do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e no anexo I do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 05 de Setembro. Além disso, a avaliação da qualidade das águas superficiais pode também ser efectuada recorrendo à “Classificação dos cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos”, do INAG, que classifica as massas de água em cinco classes (A, B, C, D e E) tendo em consideração vários parâmetros de qualidade e indicando o tipo de usos que potencialmente se podem considerar para cada uma das massas de água classificadas (Quadros 3.3 e 3.4).
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Com este procedimento tornar-se-ia possível constatar a proporção de águas superficiais que apresentam níveis de qualidade que não cumprem os níveis

Comentários (cont.)	recomendados pela legislação nacional e comunitária para estes meios receptores, tendo em vista diferentes usos, incluindo os mais restritivos.
------------------------	---

Quadro 3.3 – Classificação da qualidade das águas superficiais.

Classe	Nível de qualidade
A (sem poluição)	Águas consideradas como isentas de poluição, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
B (fracamente poluído)	Águas com qualidade ligeiramente inferior à Classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações (equivalente à Classe 1B francesa).
C (poluído)	Águas com qualidade “aceitável”, suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto directo.
D (muito poluído)	Águas com qualidade “mediocre”, apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
E (extremamente poluído)	São consideradas como inadequadas para a maioria dos usos e podem ser uma ameaça para a saúde pública e ambiental.

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado (INAG).

Quadro 3.4 – Classificação da qualidade das águas superficiais, para o parâmetro nitratos.

Classe Parâmetro	A (sem poluição)	B (fracamente poluído)	C (poluído)	D (muito poluído)	E (extremamente poluído)
Nitratos (mg NO ₃ / l)	≤ 5,0	5,0 - 25,0	25,1 - 50,0	50,1 - 80,0	≥ 80,0

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado (INAG).

3.3 Nitratos em água potável

Quadro 3.5 – Descrição do indicador em estudo: nitratos em água potável (AEA, 2003).

Nome	Nitratos em água potável
Definição	Avaliação da qualidade da água de abastecimento distribuída para consumo humano.
Tipo	Estado
Cálculo	A partir do <i>site</i> das Águas do Cávado obteve-se os valores de concentração de nitratos à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar, da água de abastecimento distribuída para consumo humano na área de estudo. Após a análise dos dados seleccionou-se o ponto crítico anual, para o período de Inverno e para o período de Verão, e procedeu-se respectivamente, ao tratamento estatístico dos dados (AC, 2006). Para fundamentar os resultados obtidos teve-se em consideração o Decreto-Lei n.º 243/2001 de 05 de Setembro que estabelece normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano.
Nível geográfico	Zona de estudo
Comentários	Com este procedimento pode-se constatar se existe incumprimento das normas de qualidade de água de abastecimento. Caso existir pode haver implicações de carácter social e económico, colocando sérios riscos para a saúde pública.

3.4 Consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais

Quadro 3.6 – Descrição do indicador em estudo: consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais (DGA, 2000).

Nome	Consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais
Definição	Evolução do consumo de fertilizantes azotados utilizados na actividade agrícola.
Tipo	Pressão
Cálculo	Através dos dados de venda de fertilizantes azotados, fornecidos pela CAE, durante o período de 2001 a 2004, foi possível observar a evolução anual do consumo /

Cálculo (cont.)	utilização de fertilizantes azotados na área de estudo, o consumo mensal de fertilizantes bem como o consumo anual de fertilizantes por ha de Superfície Agrícola.
Nível geográfico	Zona de estudo
Comentários	<p>Não foram identificadas metas a alcançar, no entanto, o MADRP elaborou o “Código das Boas Práticas Agrícolas” e procedeu à regulamentação da legislação para as zonas vulneráveis de forma a proteger as águas contra a poluição com nitratos de origem agrícola. Deste modo, elaboraram-se programas de acção para cada ZV.</p> <p>O programa de acção da ZV1 limita as épocas de aplicação de correctivos orgânicos, chorumes de bovinos e adubos azotados tendo em consideração as necessidades das culturas durante o seu ciclo vegetativo e o risco de perdas de azoto por lixiviação, sobretudo no período outono-invernal, além disso, determina as quantidades máximas de azoto a aplicar às culturas, refere a necessidade de executar planos e balanços de fertilização, impõe restrições à utilização de fertilizantes orgânicos e ainda determina um procedimento de monitorização de nitratos nas águas subterrâneas e no solo.</p>

3.5 Uso do solo

Quadro 3.7 – Descrição do indicador em estudo: uso do solo (MADRP, 2004).

Nome	Uso do solo
Definição	Uso do solo no domínio agrícola e no domínio florestal
Tipo	Pressão
Cálculo	<p>A metodologia utilizada para este indicador consistiu na quantificação dos tipos de utilização dos solos, obedecendo a diversas classes de classificação. Assim, o solo além de ser abrangido pela actividade agrícola pode ter uma utilização florestal, urbana, como também pode possuir superfícies com água ou meios semi-naturais.</p> <p>A actividade agrícola na região divide-se em três categorias: (i) culturas anuais (culturas cujo ciclo vegetativo não excede um ano); (ii) culturas permanentes</p>

Cálculo (cont.)	(ocupam a terra durante um longo período e fornecem repetidas colheitas como o pomar e a vinha). A actividade florestal divide-se nas categorias folhosas e resinosas. A área urbana divide-se nas categorias: espaço urbano, infraestruturas e equipamentos, improdutivos ³ e espaços verdes artificiais. Os meios semi-naturais dividem-se em espaços sem ou com pouca vegetação e ocupação arbustiva e herbácea. Por fim, as superfícies com água referem-se às zonas de água.
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Não foram identificadas metas a alcançar. É de salientar que se elaborou a carta de ocupação do solo para a zona de estudo tendo como fonte a carta de ocupação do solo da ZV1 elaborada pela ESAPL (Anexo A6).

3.6 Variação do uso agrícola do solo

Quadro 3.8 – Descrição do indicador em estudo: variação do uso agrícola do solo (MADRP, 2004).

Nome	Variação do uso agrícola do solo
Definição	Variação, por freguesia, dos principais usos agrícolas do solo, entre 1999 e 2000.
Tipo	Pressão
Cálculo	A metodologia utilizada para este indicador consistiu na análise da variação do uso agrícola do solo entre 1999 (ano em que foi realizado o último recenseamento agrícola) e 2000, através da carta de ocupação do solo (Anexo A6).
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Não foram identificadas metas a alcançar.

³ terreno estéril do ponto de vista da existência de comunidades vegetais ou com capacidade de crescimento extremamente limitada, quer em resultado de limitações naturais, quer em resultado de acções antropogénicas, com uma área superior ou igual a 0.5 ha e largura não inferior a 20m (Fonte: Inventário Florestal Nacional - 3.ª Revisão (1995-1998))

3.7 Efectivo bovino

Quadro 3.9 – Descrição do indicador em estudo: efectivo bovino (MADRP, 2004).

Nome	Efectivo bovino
Definição	Variação do efectivo bovino entre 1999 e 2004
Tipo	Pressão
Cálculo	Estabeleceu-se um indicador que permitisse avaliar a variação do número de bovinos no território durante o período 1999-2004. Para a obtenção dos dados recorreu-se ao Programa Informático de Saúde Animal em Windows (PISAWINS), que se encontra ao serviço da Organização de Produtores Pecuários (OPP) de Esposende (DIGIDELTA, 2006).
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Não foram identificadas metas a alcançar.

3.8 Variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada

Quadro 3.10 – Descrição do indicador em estudo: variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada (MADRP, 2004).

Nome	Efectivo bovino
Definição	Número de cabeças naturais por hectare de SAU, por freguesia, entre 1999 e 2004.
Tipo	Pressão
Cálculo	Através dos dados obtidos para o indicador Efectivo Bovino calculou-se o número de cabeças naturais por hectare de SAU, de forma a identificar as zonas que poderiam estar a sofrer uma maior pressão. Número de cabeças naturais significa o número real de cabeças de gado.
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Não foram identificadas metas a alcançar.

3.9 Encabeçamento bovino

Quadro 3.11 – Descrição do indicador em estudo: encabeçamento bovino (MADRP, 2004).

Nome	Encabeçamento bovino
Definição	Varição do efectivo bovino em cabeças normais por hectare de SAU, entre 1999 e 2005.
Tipo	Pressão
Cálculo	Através deste indicador pode-se avaliar, entre dois momentos específicos (em 1999 através do Recenseamento Geral de Agricultura e em 2005 através dos dados obtidos pelo PISAWINS), a evolução do efectivo bovino em cabeças normais (CN) por hectare de SAU. Para o cálculo deste indicador foi necessário transformar todo o efectivo bovino em CN (os coeficientes podem ser visualizados no Quadro 3.14) para depois dividir o valor obtido pela SAU da freguesia correspondente. Cabeça normal significa uma fêmea de bovino adulto em lactação, que produz 45 litros de efluentes por dia, sob a forma de urina e fezes e 5 litros de águas brancas.
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	O valor definido na Directiva 91/676/CEE de 25 de Dezembro, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, indica 170 kg de azoto por hectare e por ano como limite máximo de azoto de origem orgânica a incorporar no solo em zonas vulneráveis, o que corresponde a um valor médio de encabeçamento de 2,8 CN/ ha. Deste modo, estabelece-se como valor máximo de encabeçamento, para cada freguesia, uma vez que todas pertencem à ZV1, o valor de 2,8 CN/ ha.

3.10 Concentração bovina

Quadro 3.12 – Descrição do indicador em estudo: concentração bovina (MADRP, 2004).

Nome	Concentração bovina
------	---------------------

Definição	Variação do número de cabeças bovinas por exploração e do número de explorações, entre 1999 e 2005.
Tipo	Pressão
Cálculo	O cálculo deste indicador tem como principal objectivo o de observar, entre o último recenseamento agrícola (1999) e o ano 2005, a variação do número de explorações e do número de cabeças naturais por exploração.
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Segundo o Plano Director Municipal (PDM) de Esposende, a instalação de vacarias com capacidade para mais de 10 vacas adultas só poderá verificar-se no exterior dos aglomerados, e a localização destas instalações terá de garantir um afastamento mínimo de 50 m relativamente a outras edificações, existentes ou previstas, integradas ou não em áreas urbanas e com qualquer utilização, excepto para fins industriais. Além disso, a instalação de pequenas vacarias anexas às habitações dos agricultores só poderá realizar-se na faixa envolvente do perímetro dos aglomerados com largura máxima admissível de 50 m (MADRP/MCOTA, 2002). Contudo, em termos de licenciamento das vacarias, segundo o Decreto-Lei n.º 202/2005 de 22 de Novembro, as vacarias existentes à data de entrada em vigor do supracitado Decreto-Lei, não estão dependentes do cumprimento das normas relativas aos planos directores municipais.

3.11 Produção de efluentes pecuários

Quadro 3.13 – Descrição do indicador em estudo: produção de efluentes pecuários (MADRP, 2004).

Nome	Produção de efluentes pecuários
Definição	Avaliação da produção de efluentes pecuários no sector agrícola, por freguesia, entre 1988 e 2004
Tipo	Pressão
Cálculo	Para a concretização deste indicador foi necessário recolher todos os livros de “Registos de Existências e Deslocações de Bovinos” (nomeadamente 107 livros)

Cálculo (cont.)	<p>existentes na zona de estudo (DGV, 1999). Considerando os dados dos livros, como a data de nascimento, a data de entrada e saída do animal na exploração e a data da sua morte, tornou-se possível determinar o tempo de permanência de cada animal de cada exploração.</p> <p>Após a recolha dos livros e tendo em consideração o documento elaborado pela DRAEDM, denominado “ Proposta de Regulamentação. Normas Técnicas para a Valorização Agrícola de Efluentes das Explorações Leiteiras”, calculou-se o indicador. Uma vez que nesta proposta referia a quantidade diária de volume de efluente produzido pelo bovino de acordo com o seu sexo e idade (Quadro 3.14).</p> <p>Recorreu-se, então, ao método de cálculo de volume de efluentes pecuários desenvolvido no Projecto “Análise da quantidade de azoto em solos agrícolas na Zona Vulnerável n.º 1 e na Zona Não Vulnerável”, o qual apresenta um software de cálculo em linguagem Perl. O processo de cálculo do software encontra-se descrito de uma forma simples na Figura 3.1 (Silva, 2005). O processamento da informação foi realizado de exploração a exploração, em que cada registo foi introduzido manualmente. Após o processamento efectuado para cada exploração, obtinha-se um ficheiro de resultados onde estava indicado o valor do volume de efluente produzido, neste caso em particular, o valor do volume correspondia ao chorume gerado por cada animal numa determinada exploração. Em seguida, os dados do ficheiro de resultados eram transportados para um ficheiro Excel, tornando assim a informação mais organizada, estruturada e disponível para a realização do tratamento estatístico. Realizando, assim, este método de cálculo para todas as explorações, por freguesia, foi possível observar a evolução da produção anual de chorume e a sua respectiva aplicação ao solo no período de 1988 a 2004, possibilitando identificar zonas de pressão.</p>
Nível geográfico	Freguesia
Comentários	Ao analisar os registos de existências e deslocações de bovinos, verificou-se que em alguns casos os registos apresentavam incoerências em alguns campos, ocorrendo mesmo a inexistência de dados nos referidos campos. Apesar deste tipo de incongruências aparecer numa pequena fracção da amostra total optou-se por

Comentários (cont.)	<p>utilizar os pressupostos estabelecidos no trabalho acima referido. Assim, quando as incoerências detectadas referiam-se a (Silva, 2005): (1) Inexistência da data de nascimento do bovino; (2) Inexistência da data de entrada do bovino na exploração; (3) Inexistência da data de saída do bovino da exploração; (4) Data de entrada do bovino na exploração é <u>anterior</u> à data de nascimento do bovino; (5) Data de saída do bovino na exploração é <u>anterior</u> à entrada do bovino na exploração; (6) Data de nascimento do bovino incompleta; (7) Data de entrada do bovino na exploração incompleta; (8) Data de saída do bovino da exploração incompleta; os pressupostos arbitrados eram, respectivamente: (1) Assumir que <u>na falta da data de nascimento do bovino</u>, esta é igual à data de entrada na exploração; (2) Assumir que <u>na falta da data de entrada do bovino na exploração</u>, esta é igual à data de nascimento do animal; (3) Assumir que <u>na falta da data de saída do bovino</u>, este permanece na exploração até 31 de Dezembro de 2004; (4) Assumir que a <u>data de nascimento do bovino</u> é igual à data de entrada na exploração (5) Assumir que na <u>data de saída do bovino</u>, este permanece na exploração até 31 de Dezembro de 2004; (6) Assumir que <u>nasceu no dia um do mês em questão</u>, caso não existir indicação sobre o dia do seu nascimento, ou assumir que <u>nasceu no início do ano em questão</u>, caso não existir indicação relativa ao mês de nascimento do bovino; (7) Assumir o mesmo procedimento que em (6); (8) Assumir o mesmo procedimento que em (6).</p>
Comentários	<p>Como meta a alcançar encontra-se definido no artigo 8.º da Portaria n.º 556/2003, de 12 de Julho, que a quantidade de fertilizantes orgânicos a aplicar no solo, por hectare e ano, não poderá conter mais de 170 kg de azoto, o que equivale a 57000 litros de chorume.</p>

Quadro 3.14 – Volume de efluente produzido por dia de acordo com o sexo e idade do animal e valores de conversão de cabeças naturais para cabeças normais (DRAEDM; 2005).

Tipo de bovino	Cabeça normal (CN)	Volume de efluente produzido por dia	
		Fezes e urina	Águas brancas
Fêmea leiteira em produção	1	45	5
Fêmea seca	0,90	41	

Tipo de bovino	Cabeça normal (CN)	Volume de efluente produzido por dia	
Bovino 2 a 3 anos	0,60	27	
Bovino dos 12 aos 24 meses	0,40	18	
Bovino dos 6 aos 12 meses	0,25	11	
Bovino até 6 meses	0,20	9	

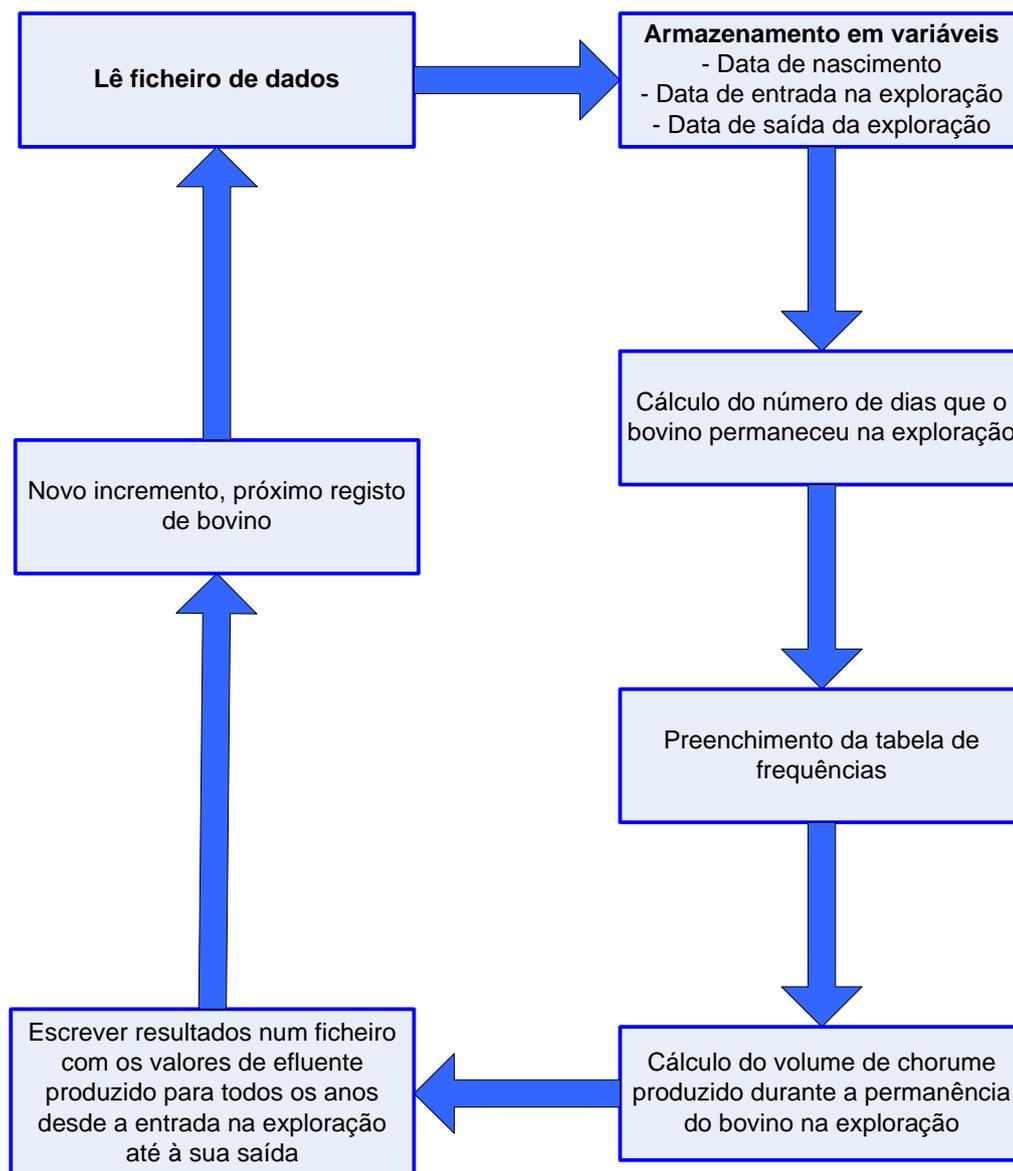


Figura 3.1 – Fluxograma descritivo do funcionamento do algoritmo (Silva, 2005).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a identificação e a descrição dos indicadores de desenvolvimento sustentável procedeu-se ao seu cálculo. Os resultados obtidos dos diversos indicadores são apresentados neste capítulo.

4.1 Nitratos em águas subterrâneas

O INAG dispõe de várias estações de monitorização na bacia hidrográfica do Rio Cávado, constituintes da rede de qualidade das águas subterrâneas, todas localizadas na ZV1, sete das quais situadas na freguesia de Apúlia, uma na freguesia de Fão e a outra na freguesia de Fonte Boa. Na Figura 4.1 pode-se observar a localização espacial das estações de monitorização da qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Rio Cávado e no Quadro 4.1 expõe-se os códigos das estações situadas no concelho de Esposende.

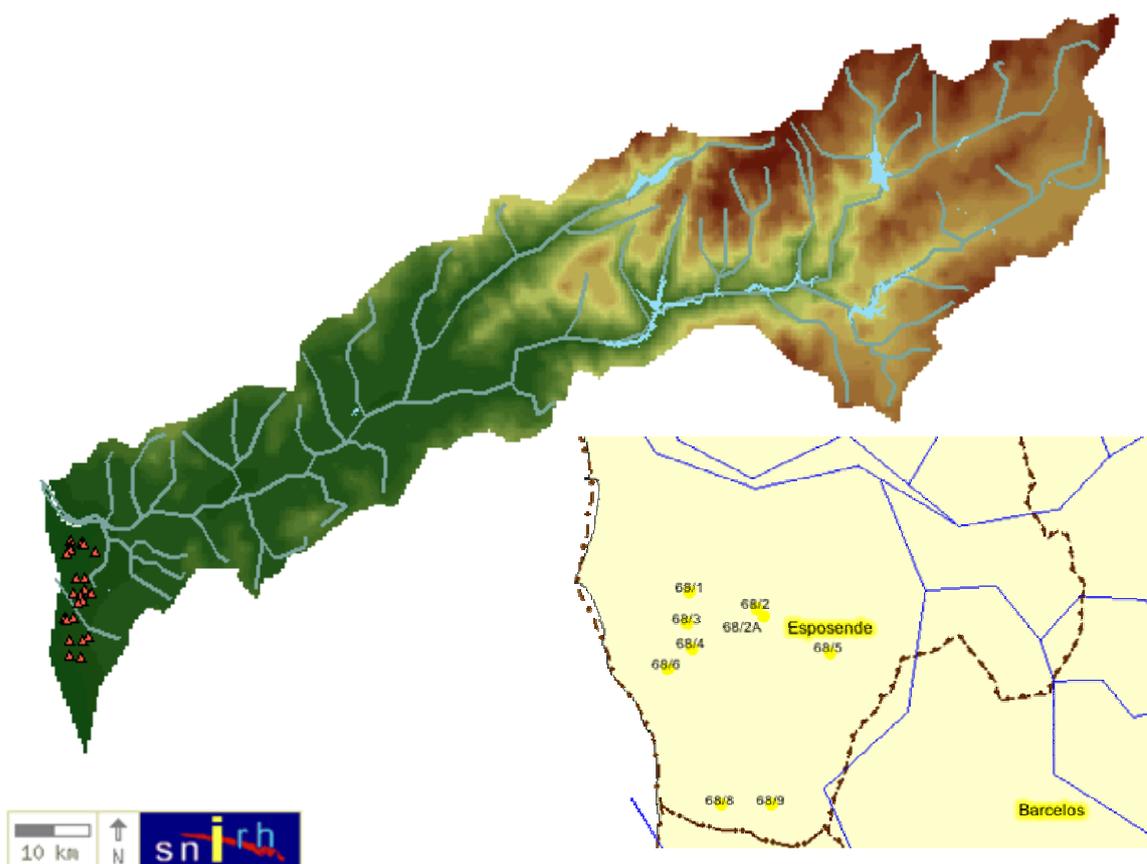


Figura 4.1 – Rede de monitorização da qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Rio Cávado (SNIRH, 2006).

Quadro 4.1 – Listagem dos pontos de água monitorizados no concelho de Esposende (SNIRH, 2006).

Inventário	Freguesia	Lugar	Tipo
68/1	Fão	Fão	Poço
68/2	Apúlia	Adabarca	Poço
68/2A	Apúlia	Adabarca	Poço
68/3	Apúlia	Apúlia	Poço
68/4	Apúlia	Agra	Poço
68/5	Fonte Boa	Fonte Boa	Poço
68/6	Apúlia	Apúlia	Poço
68/8	Apúlia	Apúlia	Poço
68/9	Apúlia	Agra pequena	Poço

Apresentam-se em seguida os gráficos obtidos para cada estação de monitorização, tendo em consideração os valores recomendados nos anexos I e XVI do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e no anexo I do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 05 de Setembro de 2001. Isto é, para a qualidade da água para consumo humano o VMR é igual a 25 mg/l e o VMA igual a 50 mg/l, para a qualidade da água de rega o VMR é igual a 50 mg/l. Para a discussão dos resultados teve-se ainda em consideração a DQA, a Lei da Água. Inicialmente, apresentam-se os gráficos de cada estação de monitorização para o período de Verão tendo em consideração o ponto crítico de cada ano.

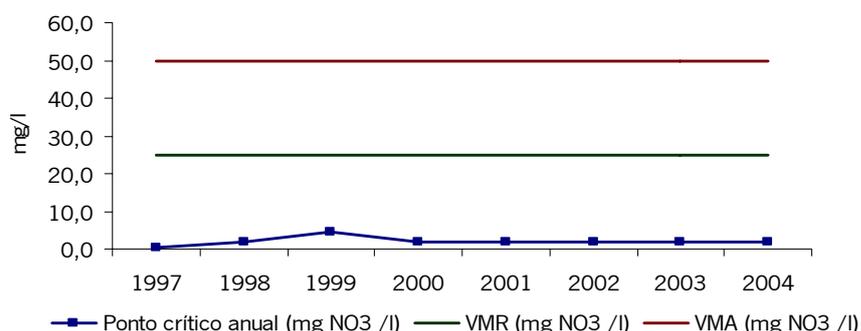


Figura 4.2 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/1, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

⁴ Ter em consideração que o VMR e o VMA do parâmetro analisado está de acordo com o anexo I do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto para águas do tipo A1. Além disso, salienta-se que o VMA (água de consumo) = VMR (água de rega – anexo XVI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto) = 50 mg NO₃/l.

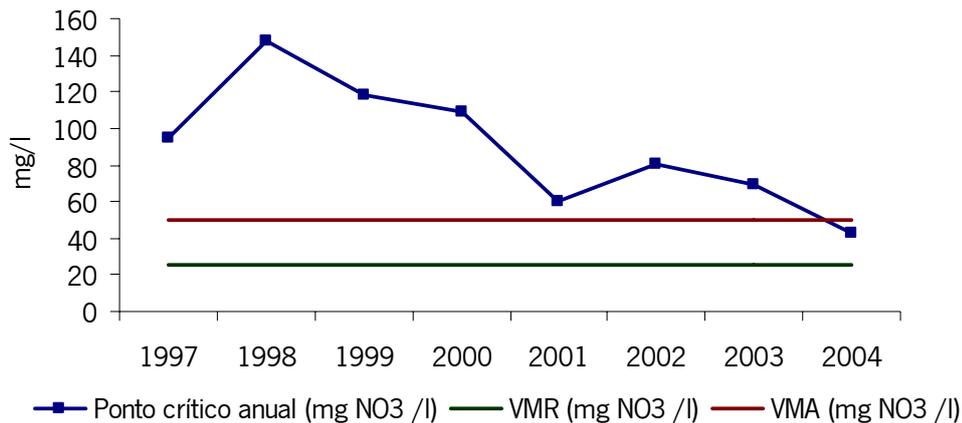


Figura 4.3 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/2, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

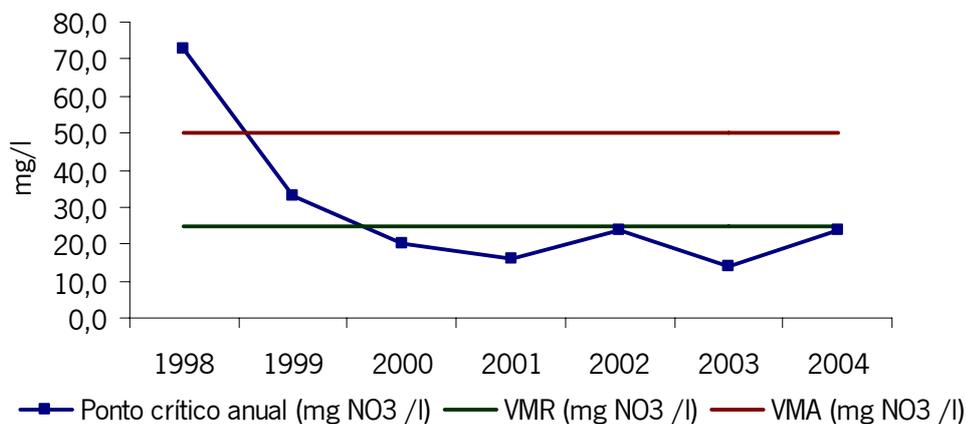


Figura 4.4 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1998 e 2004 na estação 68/2A, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

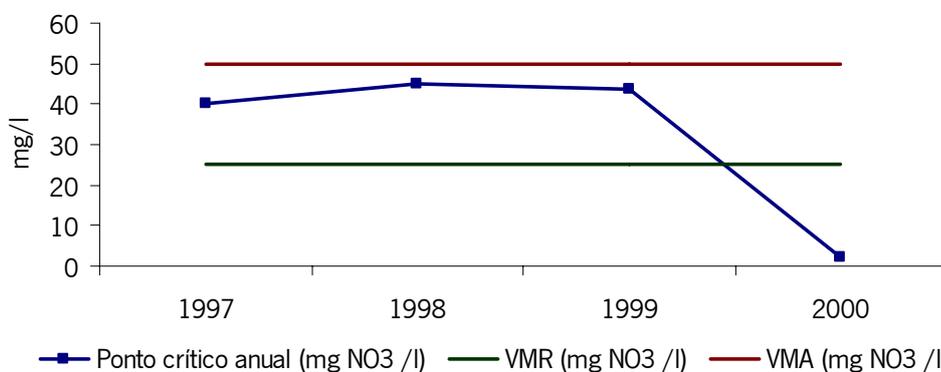


Figura 4.5 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2000 na estação 68/3, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

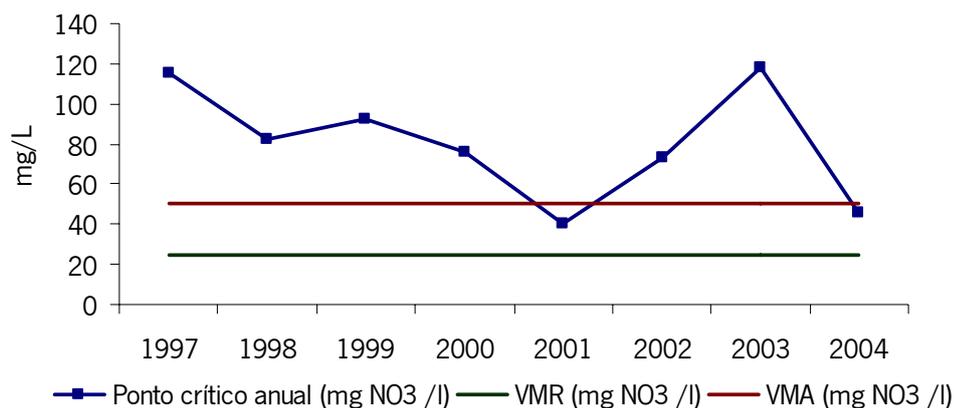


Figura 4.6 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/4, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

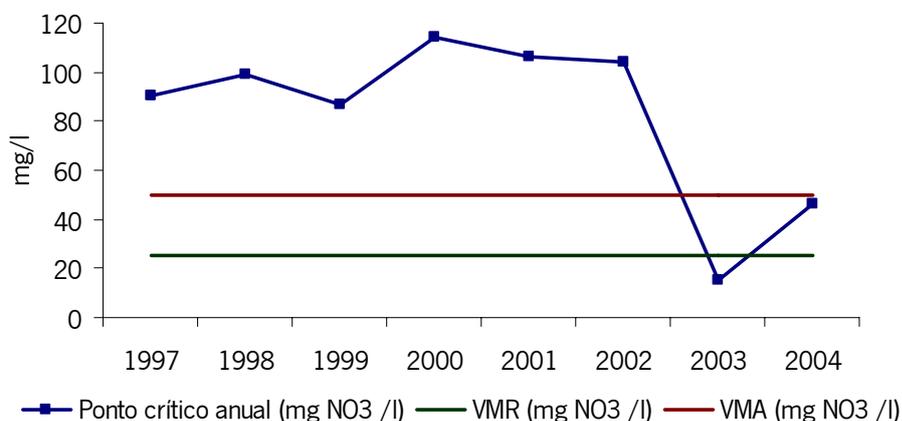


Figura 4.7 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/5, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

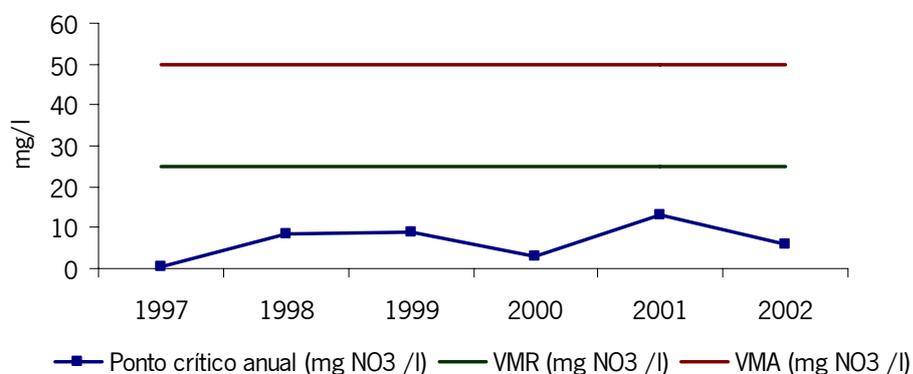


Figura 4.8 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/6, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

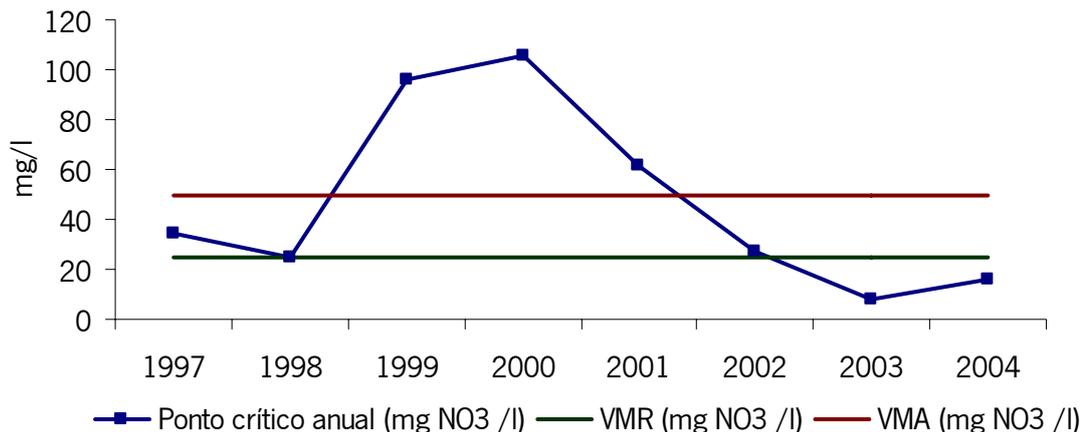


Figura 4.9 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/8, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

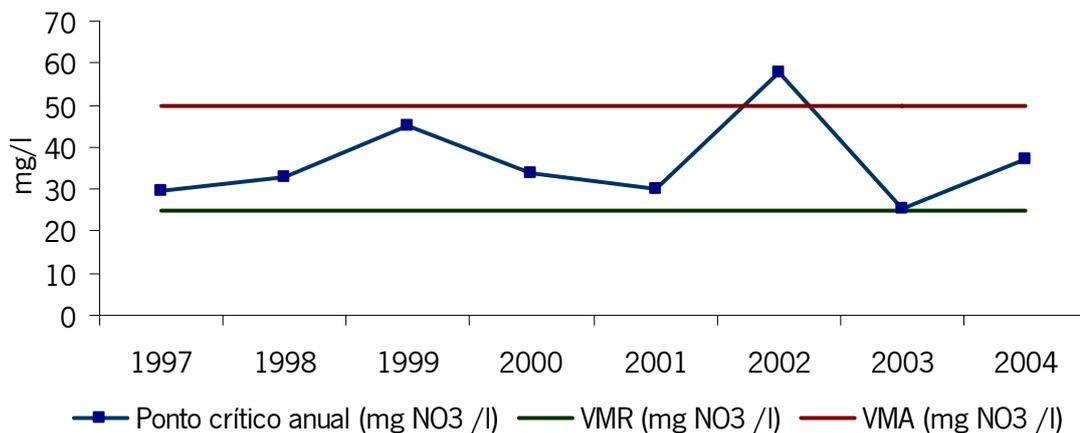


Figura 4.10 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/9, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁴

Como se pode observar nas figuras acima representadas, as séries de dados obtidas através das estações de monitorização do INAG iniciam-se em 1997, exceptuando na estação 68/2A (1998). Além disso, na estação de monitorização 68/3 só existiam dados até ao ano 2000, enquanto que nas restantes estações existiam até ao ano 2004.

Deste modo, comparando as estações de monitorização com resultados de 1997 a 2004, verifica-se que em três estações, respectivamente, nas estações 68/2, 68/4 e 68/5, os valores encontravam-se, na sua maioria, acima do VMA perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano (DL n.º 243/2001 de 5 de Setembro) e acima do VMR, perante a avaliação de uma água destinada à rega (DL n.º 236/98 de 1 de Agosto). Verificou-se, então, que todas as

amostras foram colhidas em finais de Abril e durante o mês de Maio. Sabendo que, uma das culturas representativas da área em estudo é a cultura do milho e que a sua sementeira é realizada durante os meses de Abril e Maio, as possíveis causas para que existam elevadas concentrações de nitratos na água subterrânea no período de Verão podem dever-se às más fertilizações efectuadas pelos agricultores, através da utilização abusiva de fertilizantes químicos e da má gestão dos efluentes pecuários (chorumes e estrumes).

Nas estações 68/1 e 68/6, constata-se uma boa qualidade de água subterrânea a nível de nitratos, uma vez que os valores de concentração de nitratos nunca ultrapassaram o VMR, sendo o valor mais elevado igual a 4,6 mg NO₃/l na estação 68/1, e 13,3 mg NO₃/l na estação 68/6. Os resultados da estação 68/1 poderão dever-se à localização da estação, uma vez que esta está situada na freguesia de Fão e, por conseguinte, a baixa concentração de nitratos poderá estar interligada com a diminuição da área agrícola e da área florestal constatada nesta freguesia no período 1990-2002, em favor de um aumento significativo da área urbana, de infraestruturas e dos incultos (ver Anexo A8). Relativamente, à estação 68/6 esta provavelmente, não estará sujeita a grandes focos de poluição e daí a concentração de nitratos ser baixa.

Na estação 68/2A, em 1998, a concentração de nitratos era igual a 73 mg NO₃/l, muito acima do VMA perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano (DL n.º 243/2001 de 5 de Setembro) e acima do VMR, perante a avaliação de uma água destinada à rega (DL 236/98 de 1 de Agosto). No entanto, nos anos seguintes o teor de nitratos foi diminuindo verificando-se até uma certa estabilidade.

No poço monitorizado pela estação 68/3 os valores obtidos nos primeiros três anos em estudo situavam-se entre o VMR e o VMA, verificando-se no último ano uma descida acentuada do teor de nitratos. Isto é, no ano 1999 o valor era igual a 43,7 mg NO₃/l, no ano seguinte o valor era igual a 2,0 mg NO₃/l. Como não existem para esta estação dados posteriores ao ano 2000, não há possibilidade de tirar conclusões mais concretas para explicar esta diminuição tão abrupta do teor de nitratos.

Quanto à estação 68/8 verificaram-se variações significativas nos pontos críticos anuais obtidos. Inicialmente, em 1997 o valor obtido encontrava-se acima do VMR (34,5 mg NO₃/l). No ano seguinte, a concentração de nitratos diminuiu ligeiramente (25 mg NO₃/l) para voltar a aumentar acentuadamente nos anos posteriores, constatando-se até, um valor igual a 106 mg NO₃/l no ano 2000. No entanto, posteriormente, voltou a diminuir bastante sendo em 2003 a concentração de nitratos igual a 8,2 mg NO₃/l.

A estação 68/9 possui valores entre o VMR e o VMA, tal como nos primeiros anos da estação 68/3, existindo um pico acima do VMA no ano 2002 (58 mg NO₃/l).

Apesar de as estações de monitorização se situarem muito próximas é notória a disparidade dos valores de concentração de nitratos. Daí demonstra que o tipo de contaminação em causa provém de uma poluição difusa dependente da variabilidade climática, das práticas agrícolas utilizadas e do tipo de solo.

Apresenta-se, agora, os gráficos de cada estação de monitorização para o período de Inverno tendo em consideração o ponto crítico de cada ano.

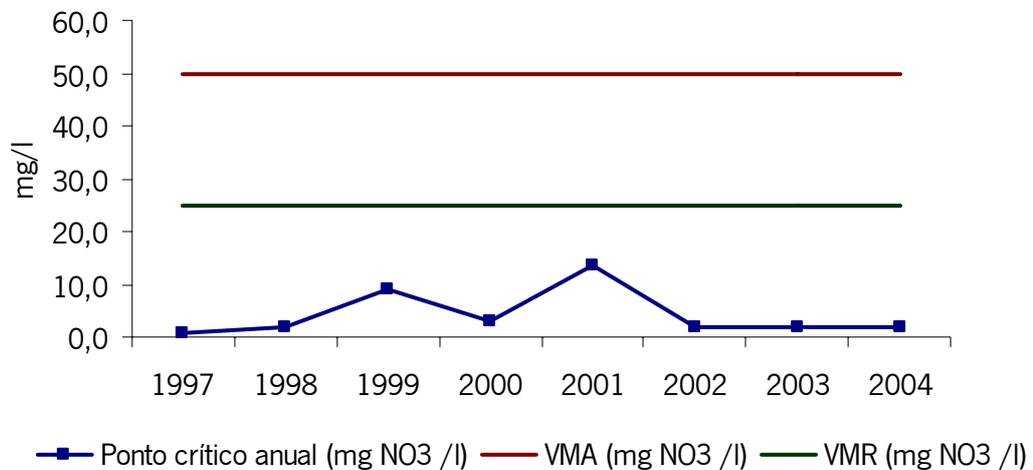


Figura 4.11 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/1, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

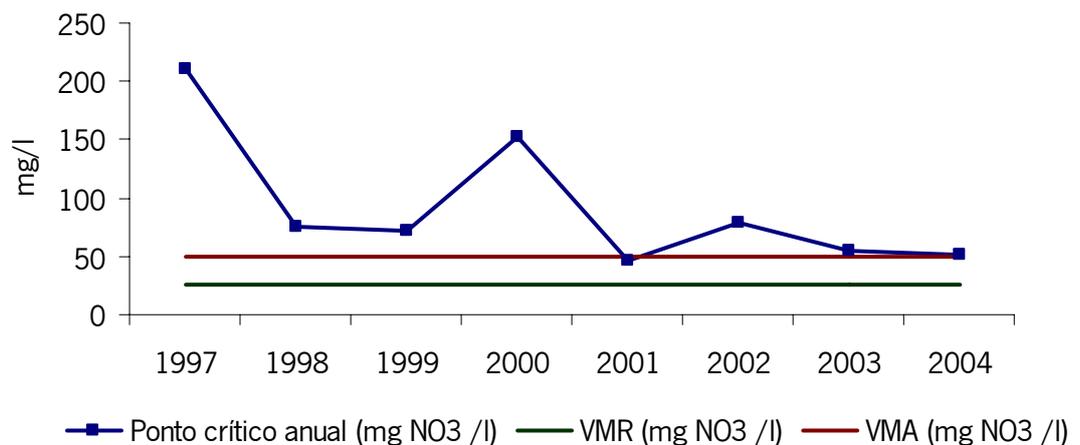


Figura 4.12 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/2, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

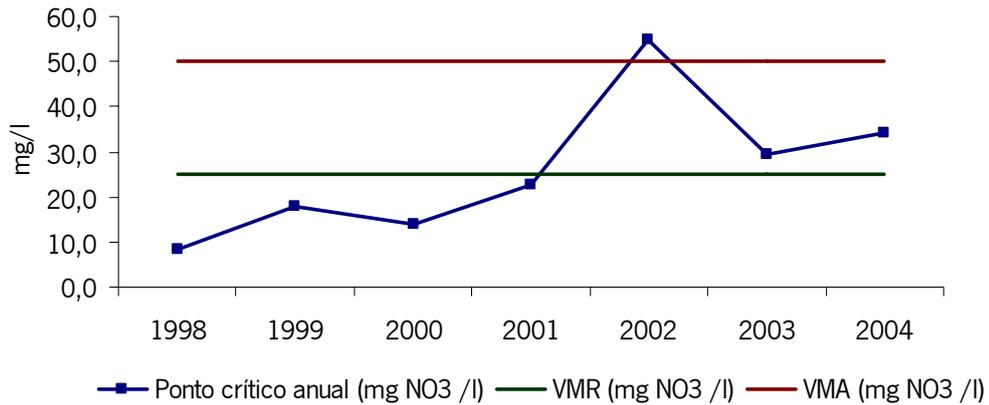


Figura 4.13 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1998 e 2004 na estação 68/2A, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

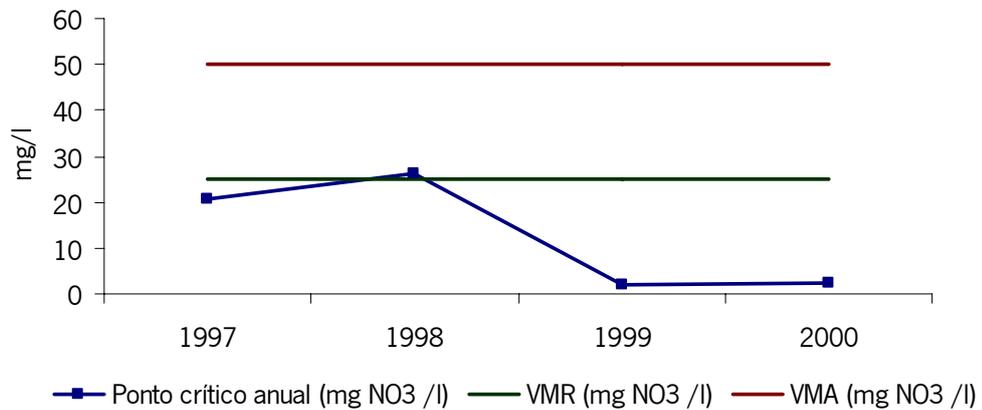


Figura 4.14 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2000 na estação 68/3, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

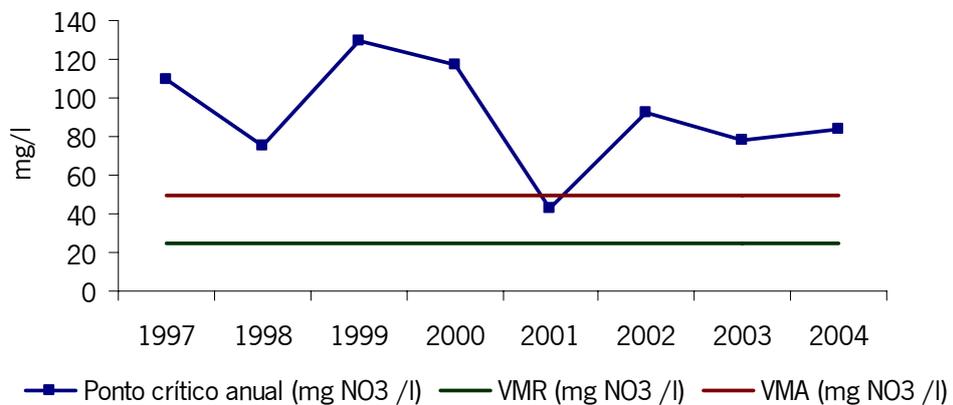


Figura 4.15 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/4, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

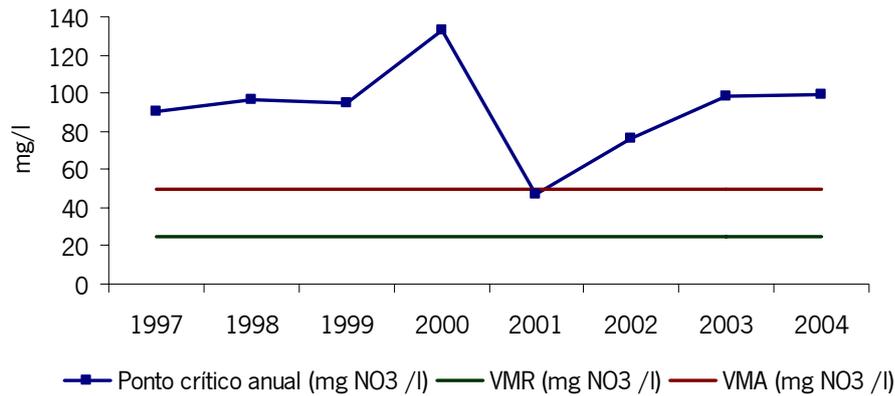


Figura 4.16 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/5, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

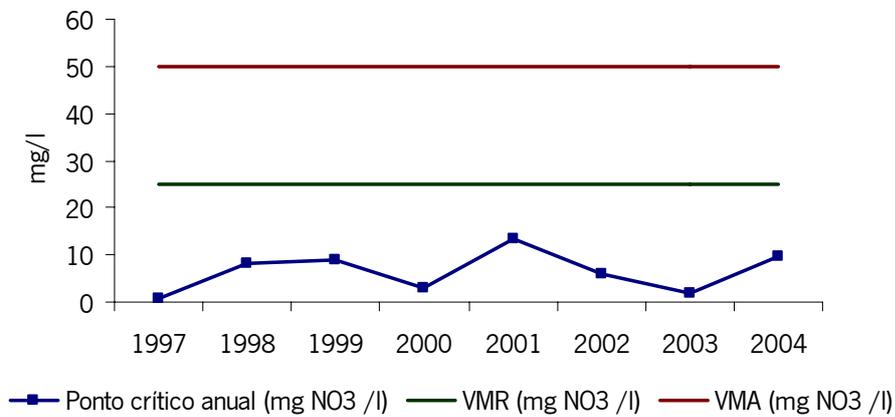


Figura 4.17 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/6, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

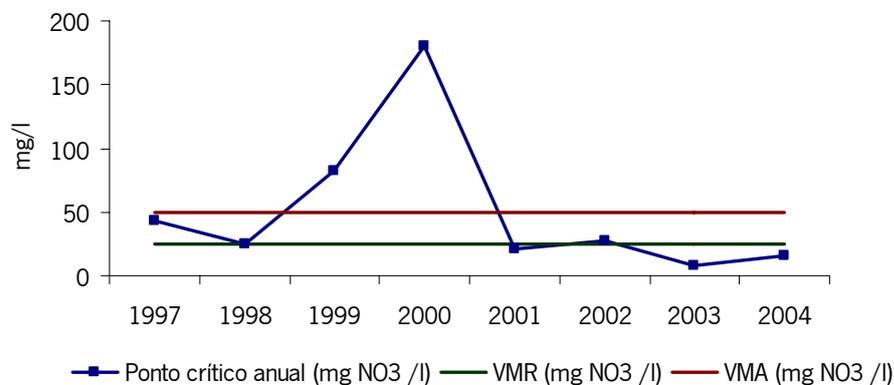


Figura 4.18 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/8, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

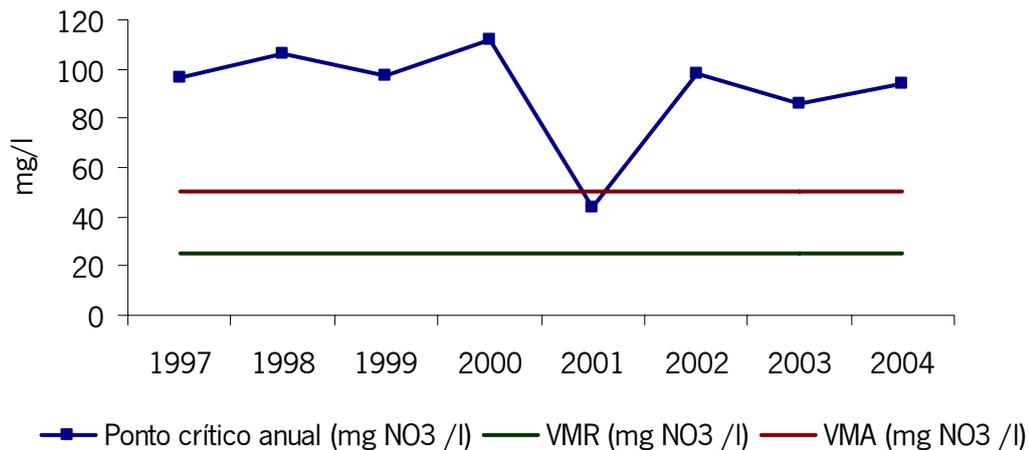


Figura 4.19 – Variação da qualidade da água subterrânea entre os anos de 1997 e 2004 na estação 68/9, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁴

Tal como acontecia no período de Verão os valores das estações 68/2, 68/4 e 68/5 encontravam-se, na sua maioria, acima do VMA perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano (DL n.º 243/2001 de 5 de Setembro) e acima do VMR, perante a avaliação de uma água destinada à rega (DL n.º 236/98 de 1 de Agosto). À semelhança destas estações pode-se incluir a estação 68/9. Se para o período de Verão a presença de elevadas concentrações de nitratos na água subterrânea se deve às más fertilizações efectuadas pelos agricultores, através da utilização abusiva de fertilizantes químicos e da má gestão dos efluentes pecuários (chorumes e estrumes), o mesmo se pode dizer para o período de Inverno. No entanto, além destas possíveis causas pode-se incluir a maior probabilidade de ocorrência de precipitações que, em consequência, aumenta a lixiviação de nitratos para os aquíferos.

As estações 68/1 e 68/6 revelam também no período de Inverno uma boa qualidade de água subterrânea, todos os valores se encontravam muito abaixo do VMR (25 mg NO₃ /l). Não ocorreram variações significativas nas duas estações durante o intervalo de anos em estudo, ocorrendo apenas em 2001 o valor mais elevado de concentração de nitratos.

Relativamente à estação 68/2A, observa-se que a qualidade de água subterrânea é pior no período de Inverno do que no período de Verão, verificando-se anualmente um aumento da concentração de nitratos. No entanto, só em 2001 é que ultrapassou o VMR. Em 2002, verificou-se um aumento de concentração de nitratos bastante acentuada ultrapassando o valor de 50 mg NO₃ /l. Posteriormente, a concentração de nitratos voltou a diminuir mas nunca inferior a 25 mg NO₃ /l, como ocorria nos primeiros anos de monitorização. Constata-se, então, que algum foco de poluição

poderá ter surgido neste período como, por exemplo, o uso excessivo de fertilizantes químicos ou a utilização desregrada de chorumes.

Quanto à estação 68/3, os valores obtidos nos primeiros três anos foram bastante diferentes aos valores obtidos para o período de Verão. O único valor semelhante nos dois períodos ocorreu no ano 2000, respectivamente, 2,0 mg NO₃/l no Verão e 2,5 mg NO₃/l no Inverno.

Na estação 68/8, verificaram-se variações significativas nos pontos críticos anuais obtidos. Inicialmente, em 1997 o valor obtido encontrava-se bastante acima do VMR (42,6 mg NO₃/l). No ano seguinte, a concentração de nitratos diminuiu significativamente (24,8 mg NO₃/l) para voltar a aumentar acentuadamente nos anos posteriores. Constatando-se até, um valor igual a 180 mg NO₃/l no ano 2000. No entanto, em 2001 a concentração de nitratos diminuiu abruptamente para 20,4 mg NO₃/l não ocorrendo nos anos seguintes grandes oscilações nos valores obtidos. Comparativamente, aos resultados no período de Verão as diferenças não são significativas.

Tal como já ser referiu é notória a disparidade dos valores de concentração de nitratos entre as estações de monitorização. No entanto, verifica-se um ponto comum em algumas estações nomeadamente, nas estações 68/2, 68/4, 68/5 e 68/9. Este ponto comum refere-se à presença de um valor mais baixo num determinado ano, respectivamente, no ano 2001. Comparando com os valores das outras estações em 2001 (68/1, 68/2A e 68/6) constata-se que apesar de não ser o ponto crítico anual mais baixo verifica-se sempre que o resultado obtido é sempre inferior ao VMR não existindo, portanto, elevadas concentrações de nitratos. Isto poderá dever-se à baixa ocorrência de precipitação naquele ano e no mês em que foram colhidas as amostras. Todas as amostras analisadas foram colhidas em Dezembro de 2001 e consultando os registos de precipitação para o ano em questão pode-se verificar que, a precipitação total mensal ocorrida no mês de Dezembro é muito inferior à precipitação média mensal para o período 1961-1990 (período de 30 anos). Respectivamente, o total de precipitação do mês de Dezembro de 2001 foi apenas de 9 mm enquanto que a precipitação média mensal é igual a 166 mm. Salienta-se que, no ano seguinte (2002), a precipitação média mensal já foi igual a 292 mm, logo, muito superior à média (IM, 2006). Então, pode-se dizer que como existiu uma menor ocorrência de precipitação houve uma menor lixiviação de nitratos melhorando, subtilmente, a qualidade das águas subterrâneas.

Globalmente, verifica-se que a qualidade da água subterrânea na zona de monitorização está prejudicialmente contaminada por nitratos, podendo originar problemas diversos, incluindo o excessivo vigor vegetativo e os atrasos de maturação das culturas provocados pelo excesso de azoto na água de rega, e, por outro lado, afectar seriamente a saúde pública quando o uso da água se

destina para consumo humano. Portanto, é cada vez mais evidente a importância da água para a vida, e enquanto componente do ecossistema global. A água disponível para o consumo humano representa menos de 1% dos recursos hídricos do Planeta, e na Europa, 65% da água destinada ao consumo humano provém das águas subterrâneas (CE, 2002).

A DQA pretende aplicar medidas de protecção da água a todas as águas e define como objectivos claros que deverá alcançar-se o “bom estado” de todas as águas europeias até 2015 e assegurar-se a utilização sustentável da água em toda a Europa. Por “bom estado das águas subterrâneas” entende-se o estado em que se encontra uma massa de águas subterrâneas quando os seus estados quantitativo e químico são considerados, pelo menos, bons (CE, 2000).

A Lei da Água, transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva-quadro da água, e define “bom estado químico das águas subterrâneas” o estado químico alcançado por um meio hídrico subterrâneo em que a composição química é tal que as concentrações de poluentes (Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro):

1. Não apresentem efeitos significativos de intrusões salinas ou outras;
2. Cumpram as normas de qualidade ambiental que foram fixadas em legislação específica;
3. Não impeçam que sejam alcançados os objectivos ambientais específicos estabelecidos para as águas superficiais associadas nem reduzam significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas;
4. Não provoquem danos significativos nos ecossistemas terrestres directamente dependentes das massas de águas subterrâneas.

Deste modo, pode-se comprovar que a qualidade da água subterrânea nas freguesias de Fão, Apúlia e Fonte Boa está longe do que se pode considerar um “bom estado químico das águas subterrâneas” principalmente, no que se refere aos pontos 2 e 4.

Como este presente estudo incide em outras freguesias do concelho de Esposende recorreu-se a um trabalho experimental intitulado “Caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do concelho de Esposende”. Este trabalho incidiu nas mesmas freguesias deste estudo e uma das principais conclusões obtida foi que o parâmetro nitratos contribuiu em grande escala para a poluição das águas subterrâneas de todo o território, como já foi referido anteriormente. As análises deste trabalho foram realizadas no período de Verão nomeadamente, nos meses de Maio, Junho e Julho. Os pontos de amostragem foram seleccionados tendo em consideração as explorações pecuárias com maior número de animais, a localização das linhas de

água, o relevo, a localização dos poços de rega e dos ribeiros e sua proximidade ao mar. Para as águas subterrâneas foram seleccionados vinte e dois pontos de amostragem (Figura 4.20), sendo realizadas três repetições de cada (Fernandes, 2004).

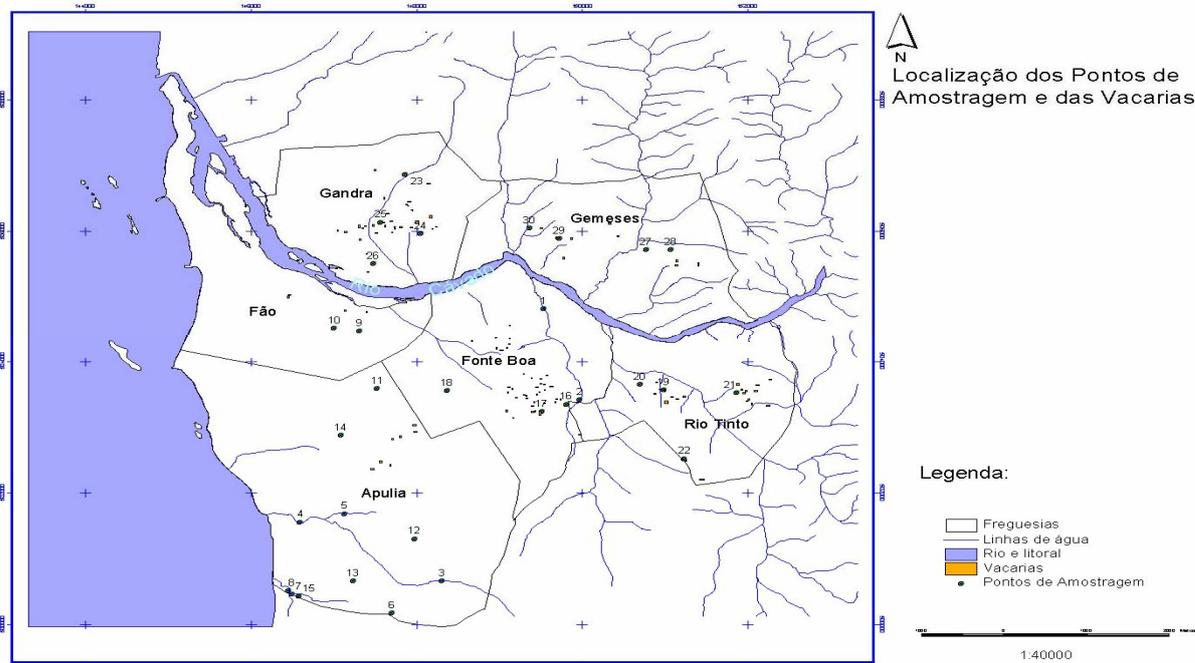


Figura 4.20 – Localização dos pontos de amostragem e das vacarias (Fernandes, 2004).

Para a selecção do ponto crítico de cada ponto de amostragem considerou-se o valor mais elevado de concentração de nitratos, obtido nas três repetições durante o período em que decorreu o trabalho. Como este trabalho foi realizado unicamente em 2003, o ponto crítico anual refere-se somente a este ano específico.

Assim, ilustra-se no Quadro 4.2 os pontos críticos observados nos pontos de amostragem no ano 2003 nas freguesias em estudo para o período de Verão.

Quadro 4.2 – Pontos críticos observados nos pontos de amostragem no ano 2003 nas freguesias de Apúlia, Fão, Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto para o período de Verão.

Ponto de Amostragem	Freguesia	Tipo	Ponto Crítico - 2003 (mg NO ₃ / l)
Fão9	Fão	Poço	53,8
Fão10	Fão	Poço	22,4
AP11	Apúlia	Poço	99,5

Ponto de Amostragem	Freguesia	Tipo	Ponto Crítico - 2003 (mg NO ₃ / l)
AP12	Apúlia	Poço	168,0
AP13	Apúlia	Poço	0,2
AP14	Apúlia	Poço	100,0
AP15	Apúlia	Poço	23,7
FB16	Fonte Boa	Poço	119,5
FB17	Fonte Boa	Poço	99,9
FB18	Fonte Boa	Poço	39,6
RT19	Rio Tinto	Poço	80,6
RT20	Rio Tinto	Poço	91,3
RT21	Rio Tinto	Poço	82,5
RT22	Rio Tinto	Poço	71,5
GD23	Gandra	Poço	16,1
GD24	Gandra	Poço	46,8
GD25	Gandra	Poço	37,4
GD26	Gandra	Poço	20,8
GM27	Gemeses	Poço	55,2
GM28	Gemeses	Poço	39,8
GM29	Gemeses	Poço	108,5
GM30	Gemeses	Poço	27,7

Observando o quadro acima representado pode-se apurar que perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano, doze pontos de amostragem apresentaram valores acima do VMA (50 mg NO₃/l) e cinco pontos apresentaram acima do VMR (25 mg NO₃/ l). Relativamente, à avaliação de uma água destinada à rega verifica-se que, doze dos vinte dois pontos de amostragem também apresentaram valores acima do VMR respectivamente, acima do valor 50 mg NO₃/ l (DL n.º 236/98 de 1 de Agosto).

A explicação destes teores de nitratos, no caso das águas subterrâneas, pode ser dividida de acordo com a actividade predominante nas freguesias, isto é, em Apúlia e Fão predomina a actividade hortícola, enquanto que, em Fonte Boa, Gandra, Gemeses e Rio Tinto predomina a actividade pecuária.

Como se pode verificar pela análise da Figura 4.20, os pontos FB16, FB17, RT20, RT21, RT22 e GM29 encontravam-se perto de vacarias enquanto que os pontos AP12 e AP14 encontravam-se em terrenos cultivados com as culturas batata e milho, respectivamente. Assim, o uso excessivo de fertilizantes quer de adubos azotados quer correctivos orgânicos poderá ser uma explicação para estes resultados. O conjunto de transformações a que os compostos azotados estão sujeitos num solo normal conduz à formação de nitratos, altamente solúveis e sem capacidade para serem retidos no complexo de adsorção do solo e, por isso são facilmente arrastados nas águas de percolação, perdendo-se assim, para a produção agrícola e, pior que isso, contribuindo para a poluição das águas subterrâneas. A aplicação dos efluentes das explorações pecuárias quando não são aplicados nas épocas devidas e sem qualquer tipo de tratamento também são fonte de contaminação (Fernandes, 2004).

Os pontos FB17, RT19, RT20, RT22 e GM29 localizavam-se no interior das vacarias podendo dever-se a concentração de nitratos essencialmente, a escorrências de efluentes provenientes das águas de lavagens das salas de ordenha, de estrumes e de chorumes, que acabam por infiltrar-se nos lençóis de água e, posteriormente, nas águas subterrâneas. Relativamente ao ponto FB16, este além de se localizar perto de estábulos, estava localizado num terreno cultivado, em que a cultura inicial em produção era a batata mas, posteriormente, foi alterado para a cultura do feijão. Quando existe sucessão de culturas, a formação de nitratos no solo é contínua. Assim, quando ocorrem chuvadas e os nitratos encontram-se em excesso no solo, devido à sua fácil mobilidade e à dificuldade da planta de os absorver, o seu destino será o arrastamento em profundidade pelas águas de percolação, contaminando as águas subterrâneas (Fernandes, 2004).

Quanto aos pontos RT19 e GM27, os teores de nitratos verificados poderão ter origem na aplicação de fertilizantes, estrumes e/ou chorumes ou na contaminação por descargas de águas residuais sem tratamento. Para obter resultados mais conclusivos seria necessário efectuar análises às outras formas químicas do azoto (Fernandes, 2004).

Assim, comprova-se novamente que a qualidade das águas subterrâneas das freguesias Fão, Fonte Boa e Apúlia estão longe do que a Lei da Água considera como um “bom estado químico das águas subterrâneas”. Apesar de não existirem estações de monitorização nas freguesias de Rio Tinto, Gandra e Gemeses, constituintes da rede de qualidade das águas subterrâneas do INAG, através deste trabalho experimental pôde-se verificar que a qualidade da água subterrânea nestas freguesias encontra-se igualmente afectada pela contaminação por nitratos, permitindo apontar como principais focos de poluição o uso abusivo de adubos azotados e a aplicação de estrumes e

chorumes sem qualquer tratamento prévio devido ao sistema de produção actual, tal como já foi referido. Além disso, salienta-se novamente que a proximidade do nível freático na zona radicular das culturas, a elevada permeabilidade dos solos e a utilização intensiva de adubos induz a uma forte lixiviação dos nutrientes no solo e, conseqüentemente, à contaminação das águas subterrâneas.

4.2 Nitratos em águas superficiais

O INAG dispõe de várias estações de monitorização na bacia hidrográfica do Rio Cávado, constituintes da rede de qualidade das águas superficiais. No entanto, para este estudo interessava apenas as estações de monitorização da qualidade da água superficial com localização à entrada e à saída do concelho de Esposende, isto é, de montante para jusante em direcção à foz do Rio Cávado. Assim, considerou-se os dados de seis estações. Na Figura 4.21 pode-se observar a localização espacial das estações de monitorização da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do Rio Cávado e no Quadro 4.3 expõe-se os códigos das estações situadas no concelho de Esposende.

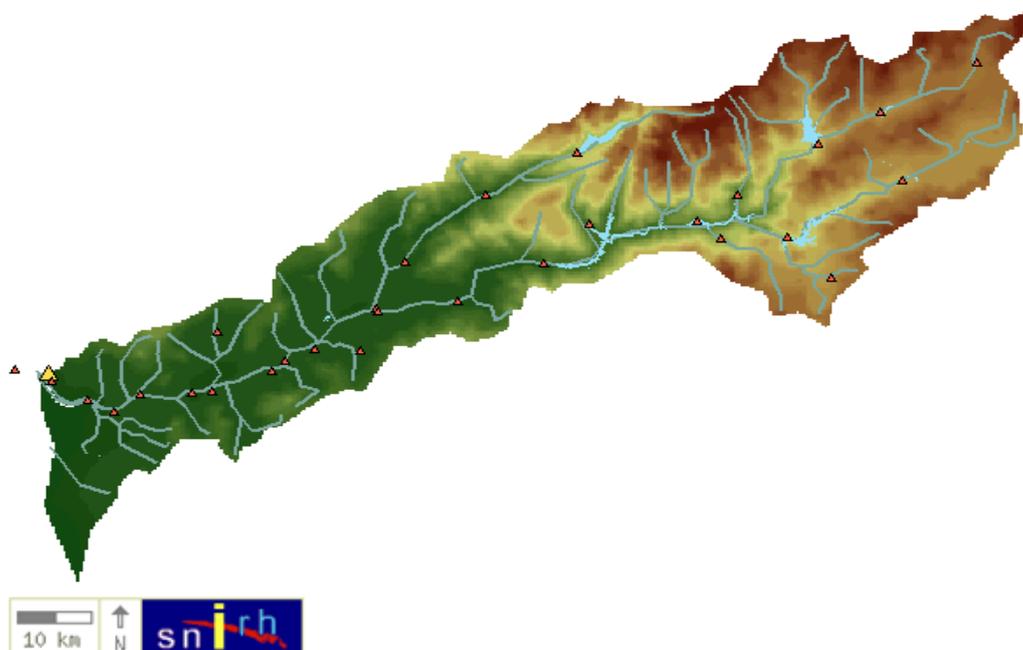


Figura 4.21 – Rede de monitorização da qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do Rio Cávado (SNIRH, 2006).

Quadro 4.3 – Listagem dos pontos de água superficial monitorizados no concelho de Esposende (SNIRH, 2006).

Inventário	Freguesia	Lugar	Tipo	Área drenada (km ²)	Distância à foz (km)
04E/03	Rio Tinto	Marachão	Superficial	1501	11
04E/23	Gemeses	Barca do Lago	Superficial	-	-
04E/22	Esposende	CV2A	Superficial	-	-
04E/21	Esposende	Farol de Esposende	Superficial	-	-
04E/20F	Esposende	Saída do Estuário	Superficial	-	-
04E/20S	Esposende	Saída do Estuário	Superficial	-	-

Apresenta-se, em seguida, os gráficos obtidos para cada estação de monitorização, tendo em consideração os valores recomendados nos anexos I e XVI do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto e no anexo I do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 05 de Setembro. Teve-se, ainda, em consideração a DQA, a Lei da Água e o quadro de classificação dos cursos de águas superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos, adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cávado (PBHRC) com base em dados do INAG (Quadro 3.3 e 3.4). Apresenta-se, em seguida, o gráfico da estação de monitorização 04E/03 para o período de Verão, tendo em consideração o ponto crítico de cada ano.

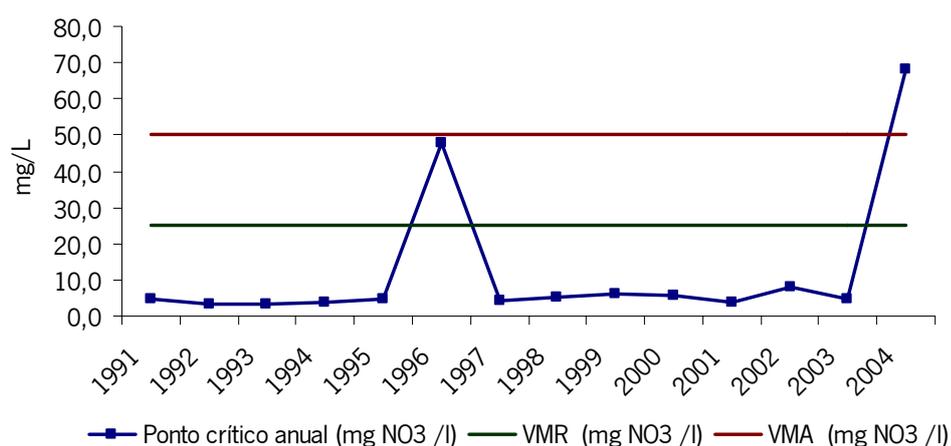


Figura 4.22 – Variação da qualidade da água superficial entre os anos de 1991 e 2004 na estação 04E/03, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Verão.⁵

⁵ Ter em consideração que o VMA (água de consumo) = VMR (água de rega) = 50 mg NO₃ / l – anexos I e XVI do Decreto-Lei 236/98 de 1 de Agosto.

Os pontos críticos anuais no período de Verão das outras estações de monitorização podem ser consultados no Quadro 4.4, uma vez que a série de dados existente em cada estação corresponde a um intervalo de anos muito pequeno.

Quadro 4.4 – Pontos críticos anuais do parâmetro nitratos nas estações de monitorização 04E/23, 04E/22, 04E/21, 04E/20F e 04E/20S no período de Verão.

Ano	Estação de monitorização				
	04E/23 (Barca do Lago)	04E/22 (CV2A)	04E/21 (Farol de Esposende)	04E/20F (Saída do Estuário)	04E/20S (Saída do Estuário)
	Ponto crítico anual (mg NO ₃ / l)				
2002	0,61	-	0,35	0,084	0.072
2003	-	0,29	0,13	0,044	0.058
2004	-	0,59	0,47	0,034	0.007

Como se pode observar, apenas na estação de monitorização 04E/03 os valores de concentração de nitratos ultrapassaram o VMR e o VMA, perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano, e o VMR, perante a avaliação de uma água destinada à rega. No entanto, estes valores de concentração superiores ao VMR e ao VMA ocorreram em dois anos específicos nomeadamente, em 1996 e 2004, o que indica que existiu algum foco de poluição pontual que contribuiu para esta subida do teor de nitratos no curso de água. É importante salientar que esta estação de monitorização da qualidade de água superficial localiza-se à entrada do concelho de Esposende, ou seja, a que se situa mais próxima do concelho de Barcelos. Relativamente, às outras estações de monitorização todos os valores de concentração de nitratos são extremamente baixos não existindo variações significativas.

Apresenta-se, em seguida, o gráfico da estação de monitorização 04E/03 para o período de Inverno, tendo em consideração o ponto crítico de cada ano.

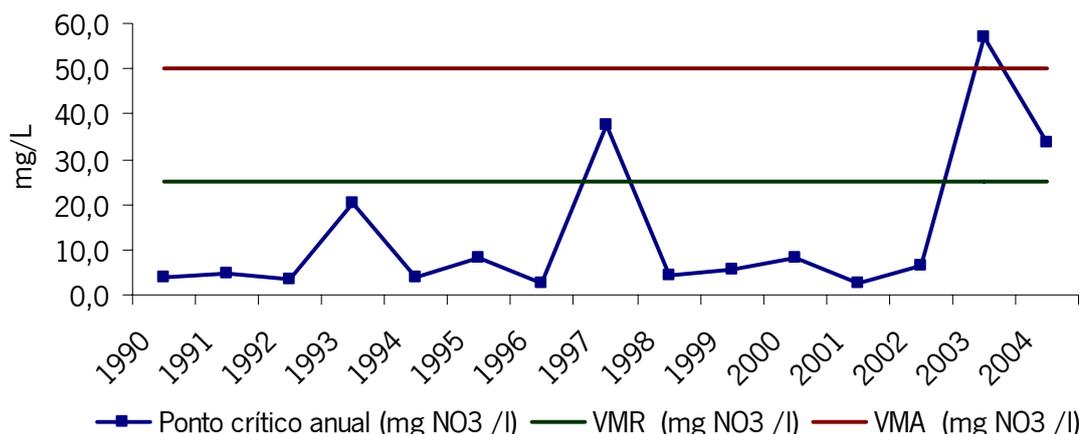


Figura 4.23 – Variação da qualidade da água superficial entre os anos de 1991 e 2004 na estação 04E/03, tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos no período de Inverno.⁵

Tal como para o período de Verão, os pontos críticos anuais no período de Inverno das outras estações de monitorização vão ser apresentados através de um quadro (Quadro 4.5).

Quadro 4.5 – Pontos críticos anuais do parâmetro nitratos nas estações de monitorização 04E/23, 04E/22, 04E/21, 04E/20F e 04E/20S no período de Inverno.

Ano	Estação de monitorização				
	04E/23 (Barca do Lago)	04E/22 (CV2A)	04E/21 (Farol de Esposende)	04E/20F (Saída do Estuário)	04E/20S (Saída do Estuário)
	Ponto crítico anual (mg NO ₃ / l)				
2002	1,15	0,95	0,62	0,091	0,071
2003	-	-	0,91	0,048	0,2
2004	-	-	-	-	-

Comparando com o período de Verão, os valores de concentração de nitratos no período de Inverno da estação de monitorização 04E/03 são mais instáveis, evidenciando-se três picos ao longo da série de dados. No entanto, apenas em 1997 o teor de nitratos ultrapassou o VMR, perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano, e em 2003 ultrapassou o valor de 50 mg NO₃/ l. Relativamente, às outras estações de monitorização todos os valores de concentração de nitratos continuaram baixos.

Como já foi referido, a estação 04E/03 localiza-se à entrada do concelho de Esposende especificamente, na freguesia de Rio Tinto que faz fronteira com o concelho de Barcelos. Deste

modo, é importante que exista entre os concelhos fronteiriços uma coordenação e uma solidariedade relativamente à protecção das linhas de água, neste caso, da bacia hidrográfica do Rio Cávado.

A DQA visa evitar a poluição na origem e fixar mecanismos de controlo para garantir uma gestão sustentável de todas as fontes de poluição. Até Dezembro de 2006 deverão estar operacionais os programas de monitorização, enquanto base para a gestão das águas e até Dezembro de 2008 deverá haver uma apresentação pública dos planos de gestão das bacias hidrográficas (CE, 2002).

O novo enquadramento institucional para o sector da água em Portugal assegurado pela Lei da Água é harmonizado com o princípio da Região Hidrográfica como unidade principal de planeamento e gestão, tal como imposto pela Directiva. São, assim, criadas Administrações de Região Hidrográfica (ARH), cujas sedes coincidem com as das actuais Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), e o INAG passa a desempenhar funções reguladoras e coordenadoras, enquanto Autoridade Nacional da Água (MAOTDR, 2005).

A Lei da Água refere, ainda, que por “bom estado das águas superficiais” entende-se o estado global em que se encontra uma massa de águas superficiais quando os seus estados ecológico e químico são considerados, pelo menos “bons”.

Relativamente, ao “bom estado ecológico” os dados que se possui não permitem saber se a água superficial na zona de estudo tem ou não tem um “bom estado”, além do que sairia do âmbito deste estudo. Por isso, só se irá comentar sobre o “bom estado químico das águas superficiais” da zona de estudo que facilmente, se depreenderá é o estado químico alcançado por uma massa de águas superficiais em que as concentrações de poluentes cumprem as normas de qualidade ambiental definidas em legislação específica.

Como este estudo incide apenas no parâmetro nitratos, segundo o conceito de “bom estado químico das águas superficiais” e o anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março que complementa a transposição da DQA, a qualidade da água superficial na zona de estudo pode ser considerada excelente para este parâmetro uma vez que a maioria dos pontos críticos anuais encontrados permanecem dentro dos valores normalmente associados às condições não perturbadas.

Quando à classificação estipulada pelo INAG, que classifica as massas de água em cinco classes (A, B, C, D e E), observando os Quadros 3.3 e 3.4 pode-se dizer que, os valores na estação de monitorização 04E/03, na sua maioria, oscilam entre as classes A (sem poluição) e B

(fracamente poluído), quer no período de Verão quer no período de Inverno. No entanto, no período de Verão a classe C (poluído) é atingida em 1996 e a classe D (muito poluído) em 2004. No período de Inverno, a classe C é atingida em 1997 e 2004 e a classe D é atingida em 2003. Provavelmente, estes focos de poluição pontuais, que contribuíram para que a classe C e D fossem alcançadas, podem estar associados a descargas de efluentes domésticos não tratados na rede hidrográfica, fossas sépticas e lixeiras ou, ainda, descargas de efluentes pecuários. Relativamente, às outras estações todos os valores encontram-se dentro da classe A, quer no período de Verão quer no período de Inverno.

Uma vez que estas estações de monitorização, constituintes da rede da qualidade da água superficial do INAG, só monitorizavam o curso de água superficial principal designadamente, o Rio Cávado recorreu-se, novamente, ao trabalho experimental “Caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do concelho de Esposende” para complementar este indicador. Neste trabalho foram seleccionados oito pontos de amostragem de três ribeiros situados nas freguesias de Fonte Boa e Apúlia (Figura 4.20). As amostras foram recolhidas mensalmente, durante os meses de Abril a Junho, sendo realizadas três repetições de cada (Fernandes, 2004). Considera-se que as amostras foram recolhidas no período de Verão.

Para a selecção do ponto crítico de cada ponto de amostragem considerou-se o valor mais elevado de concentração de nitratos, obtido nas três repetições durante o período em que decorreu o trabalho, tal como se fez para o indicador anterior.

Assim, ilustra-se no Quadro 4.6 os pontos críticos do parâmetro nitratos no ano 2003 nas freguesias em estudo para o período de Verão.

Quadro 4.6 – Pontos críticos observados nos pontos de amostragem no ano 2003 nas freguesias de Apúlia e Fonte Boa para o período de Verão.

Ponto de Amostragem	Freguesia	Localização	Ponto Crítico - 2003 (mg NO ₃ / l)
FB1	Fonte Boa	Ribeiro do Matelinho	60,8
FB2	Fonte Boa	Ribeiro do Matelinho	5,2
AP3	Apúlia	Ribeiro da N. Sr. ^a da Fonte	79,9

Ponto de Amostragem	Freguesia	Localização	Ponto Crítico - 2003 (mg NO ₃ / l)
AP4	Apúlia	Ribeiro da N. Sr. ^a da Fonte	61,6
AP5	Apúlia	Ribeiro da N. Sr. ^a da Fonte	62,4
AP6	Apúlia	Ribeiro da Ramalha	12,1
AP7	Apúlia	Ribeiro da Ramalha	14,1
AP8	Apúlia	Ribeiro da Ramalha	33,3

Observando o quadro acima representado pode-se apurar que perante a avaliação de uma água destinada ao consumo humano, quatro pontos de amostragem apresentaram valores acima do VMA (50 mg NO₃/l) e um acima do VMR (25 mg NO₃/l). Relativamente, à avaliação de uma água destinada à rega verifica-se que, quatro pontos de amostragem apresentaram valores acima do VMR (50 mg NO₃/l). A amostra AP3 foi aquele que obteve o resultado mais elevado logo não é aconselhável retirar deste ponto água para rega. Além deste ponto, os pontos que apresentaram valores mais altos de concentração de nitratos foram o FB1, o AP4 e o AP5. Assim, a utilização destas águas para a rega deve ser feita com precaução, e idealmente precedida por análises à sua qualidade.

De acordo com os resultados analíticos obtidos para o ponto FB2, seria de esperar que o teor de nitratos neste ponto fosse elevado, na medida em que a sua zona envolvente é agrícola, sendo a utilização de fertilizantes provável. Por isso, é importante salientar que neste trabalho experimental apenas foi analisado o azoto na forma nítrica (nitratos), sendo possível que este elemento se encontre noutras formas químicas como nitritos, amónia ou na forma orgânica. Neste caso, a mobilidade do azoto é menor diminuindo a sua lixiviação e, conseqüentemente, a contaminação dos recursos hídricos (Fernandes, 2004).

Analisando o Quadro 3.4, verifica-se que os pontos críticos encontrados demonstram que as amostras de água revelam uma má qualidade, podendo a maioria ser classificadas como classe D (muito poluído).

No trabalho de Fernandes (2004) refere que as elevadas concentrações de nitratos verificadas já eram esperadas uma vez que os pontos de amostragem foram escolhidos estrategicamente, tendo em consideração todos os factores que poderiam favorecer a contaminação

por nitratos. A proximidade do nível freático da zona radicular das culturas, a elevada permeabilidade dos solos e a utilização intensiva de adubos induz a uma forte lixiviação dos nutrientes no solo e, conseqüentemente, à contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Outro factor que poderá contribuir para a contaminação dos lençóis freáticos é a fertilização utilizada na rotação das culturas. Por exemplo, na rotação cultural milho-forragem x azevém, a fertilização está associada à incorporação de resíduos orgânicos, como os estrumes e os chorumes. Estes resíduos, na fase inicial não possuem quantidades significativas de nitratos, no entanto, à medida que se vão degradando a concentração destes aumenta. Por outro lado, através das águas das chuvas podem ocorrer escorrências para os ribeiros, uma vez que este composto é muito solúvel.

Assim, de acordo com os resultados analíticos que se possui e comparando com os resultados das estações de monitorização do INAG, verifica-se que os cursos de água superficial secundários da área de estudo encontram-se potencialmente mais poluídos que o curso de água principal, o Rio Cávado. Este facto pode estar associado à menor dimensão destes cursos de água, bem como à sua menor área de drenagem e caudal. Deste modo, estes cursos de água secundários com carácter permanente, tem uma menor capacidade de diluírem os agentes poluidores favorecendo a sua concentração, estando assim, mais susceptíveis e vulneráveis à contaminação.

Então, estes ribeiros estão longe do que a Lei da Água pode considerar um “bom estado químico das águas superficiais”, o que não sucedia para o Rio Cávado.

4.3 Nitratos em água potável

A Esposende Ambiente, EM é a empresa municipal que importa e abastece água captada no Rio Cávado e tratada pela empresa intermunicipal Águas do Cávado, S. A., de que o Município de Esposende é accionista. Aquando da entrada em funcionamento das Águas do Cávado, S. A., foram desactivadas as captações do Município, mantendo-se no entanto a sua operacionalidade (EM, 2005).

A complexa Estação de Tratamento de Água da Águas do Cávado, S. A. fica situada em Areias de Vilar, concelho de Barcelos, a jusante da albufeira de aproveitamento hidroeléctrico de Penide, de onde parte um sistema adutor (de transporte) até aos reservatórios dos municípios que fazem parte deste Sistema Multimunicipal. Depois de captada e tratada em Areias de Vilar (Barcelos) a

água entra num vasto sistema de distribuição em baixa pressão da Esposende Ambiente, EM, que através dos seus 400 km de rede, e com o apoio de 5 conjuntos de reservatórios, um dos quais situado na área de estudo, nomeadamente, o reservatório do Marachão situado na freguesia de Rio Tinto, abastece a totalidade da população concelhia. Além disso, o reservatório do Marachão é um dos reservatórios que maiores volumes distribui, respectivamente, 38% da água que entra no sistema (EM, 2005).

Apresenta-se, em seguida, os gráficos da qualidade da água relativamente ao parâmetro nitratos à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar para o período de Verão e de Inverno, tendo em consideração o ponto crítico de cada ano.

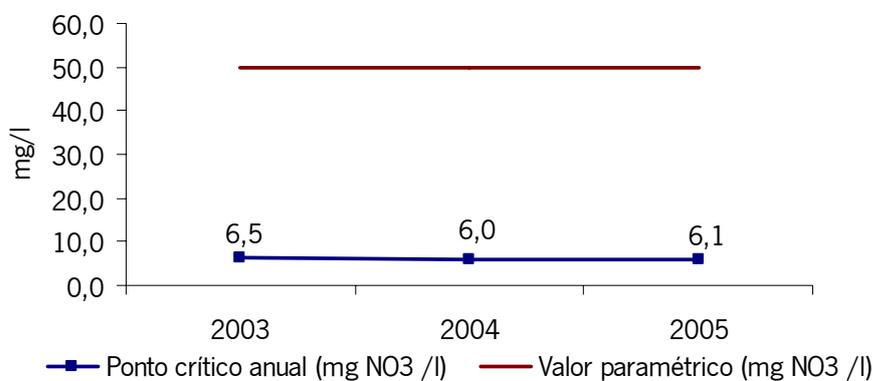


Figura 4.24 – Qualidade da água à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar para o período de Verão tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos.⁶

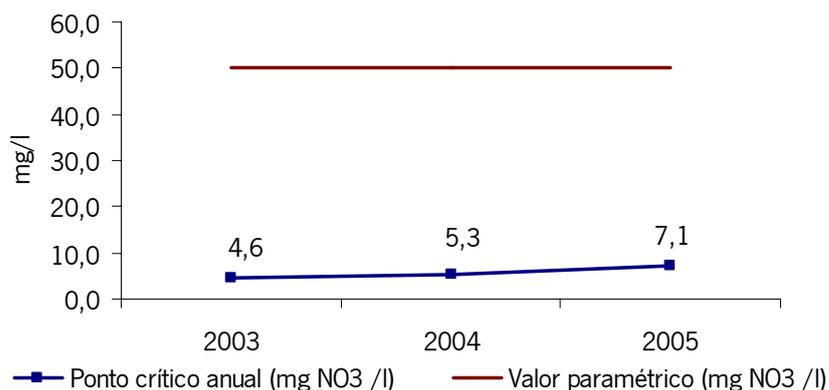


Figura 4.25 – Qualidade da água à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar para o período de Verão tendo em consideração os pontos críticos anuais do parâmetro nitratos.⁶

⁶ Para a elaboração da recta do Valor paramétrico recorreu-se ao anexo I do Decreto-Lei n.º 243/2001 de 5 de Setembro. Por valor paramétrico entende-se o valor especificado ou uma concentração máxima ou mínima para uma propriedade, elemento, organismo ou substância listada na segunda coluna da tabela do anexo I do Decreto-Lei mencionado.

Como se pode observar os valores de concentração de nitratos na água de abastecimento à saída da estação de tratamento de água de Areias de Vilar é bastante inferior ao valor paramétrico estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 243/2001 de 5 de Setembro quer para o período de Verão quer para o período de Inverno, não pondo em risco, assim, a saúde pública e, por outro lado, não contribuindo para o aparecimento de doenças relacionadas com a ingestão de nitratos como a meta-hemoglobinémia e possivelmente a neoplasia gástrica (WHO, 2004). Salienda-se que, na área de estudo a rede pública de abastecimento de água não abastece toda a população dado que existe um elevado número de pessoas que ainda não aderiu à rede, o que significa que estas pessoas consomem água do poço, por tal motivo, desconhecem o perigo e os riscos que estão a correr ao consumirem água contaminada por nitratos (Vale, 2005).

4.4 Consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais

A utilização indiscriminada de fertilizantes pode constituir uma importante fonte de poluição agrícola, induz problemas de natureza ecológica, como o empobrecimento dos solos, problemas de saúde humana e animal mas com especial impacto na qualidade dos recursos hídricos. O azoto é o nutriente mais absorvido pelas plantas, sendo considerado o principal macronutriente, na medida em que, na maioria dos casos, é o principal elemento limitante das produções vegetais, sendo, por isso, a sua aplicação exagerada designadamente, em culturas arvenses e hortícolas, uma vez que o azoto contribui para um maior vigor da vegetação (Santos, 1996).

Para este indicador recorreu-se aos dados de venda de fertilizantes da CAE no período de 2000 a 2004, entidade que fornece fertilizantes aos agricultores da área de estudo. Após a análise de dados e ter-se procedido ao seu tratamento estatístico, pode-se observar nas Figuras 4.26 e 4.27 a evolução do consumo/utilização de fertilizantes azotados no período de 2000 a 2004 e o respectivo consumo mensal.

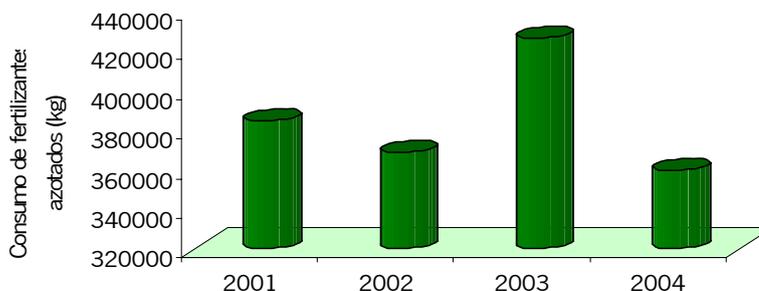


Figura 4.26 – Consumo de fertilizantes azotados na zona de estudo no período de 2001 a 2004 (Fonte: CAE).

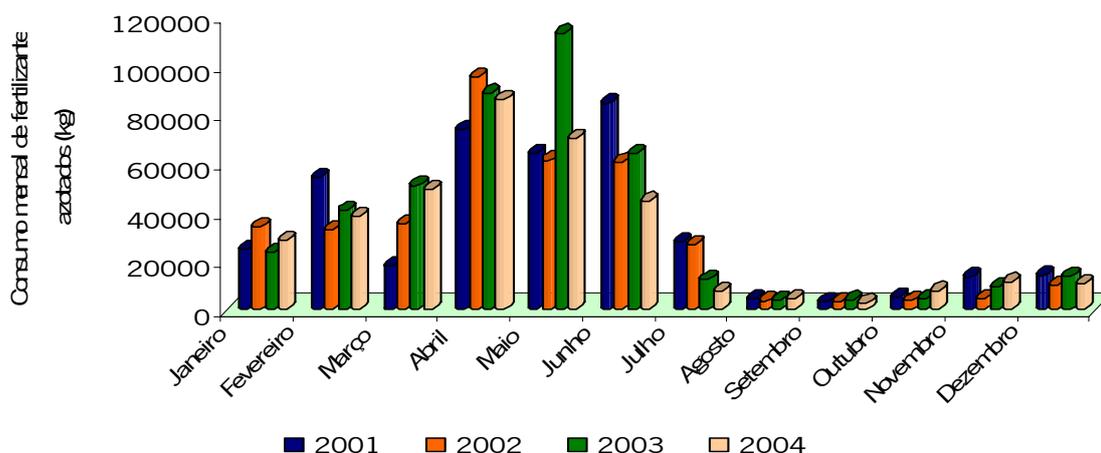


Figura 4.27 – Consumo mensal de fertilizantes azotados na zona de estudo (Fonte: CAE).

De acordo com as figuras é visível que o consumo de fertilizantes azotados foi superior no ano 2003. Respectivamente, consumiram-se cerca de 430 toneladas no ano 2003 registando-se depois um decréscimo no ano seguinte (cerca de 360 toneladas). No entanto, comparando com o consumo nos anos 2001 e 2002, o ano 2003 foi um ano excepcional.

Relativamente ao consumo mensal de fertilizantes azotados verifica-se que existe uma maior utilização de fertilizantes nos primeiros meses do ano particularmente, no segundo trimestre do ano. Este facto está relacionado com as rotações culturais típicas da região e com o maior rendimento e produtividade das culturas nesta época, em consequência das condições naturais favoráveis.

Ao nível do consumo de fertilizantes por unidade de área, verifica-se que anualmente podem consumir-se entre 530 a 630 kg/ ha, tal como se pode observar na Figura 4.28. Estes valores elevados e propícios para a ocorrência do fenómeno de lixiviação no período das primeiras chuvas de Outono, encontram-se, muitas vezes, associados à intensificação da produção, pela acumulação de ciclos, sem que as exportações correspondam às quantidades aplicadas.

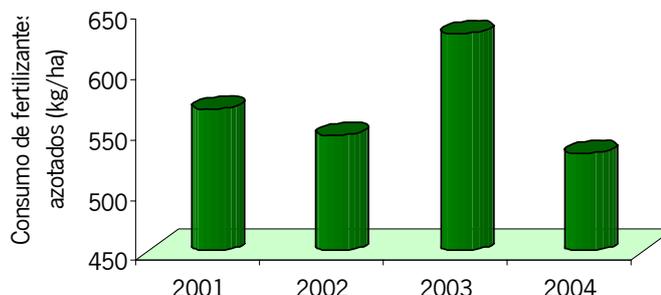


Figura 4.28 – Consumo anual de fertilizantes azotados por ha de Superfície Agrícola na zona de estudo (Fonte: CAE).

Para melhor compreensão, achou-se pertinente destacar as adubações que são vulgarmente praticadas pelos agricultores da zona de estudo, particularmente, nas culturas mais representativas. Entre as culturas arvenses, o milho e o azevém, e entre as culturas hortícolas, a alface e a couve-repolho.

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de Primavera-Verão, anual e herbácea. Entre meados de Abril e meados de Maio procede-se à sua sementeira, decorrendo a sua colheita no mês de Setembro para dar lugar à cultura do azevém. Extrai do solo grandes quantidades de macronutrientes (sobretudo de azoto, fósforo e potássio). Quando estes macronutrientes estão em deficiência os principais sintomas que se visualizam na cultura são a falta de vigor, o crescimento reduzido, os caules estiolados e o enrolamento das margens das folhas, entre outros (Brito, 2002). Por tal motivo, os agricultores têm tendência para aplicarem em excesso os fertilizantes azotados, com o principal objectivo de evitar o aparecimento destes problemas, no entanto, o exagero da sua aplicação induz a problemas ecológicos, já referidos neste trabalho. É de salientar que a adubação típica e tradicional do milho-forragem para a zona de estudo situa-se entre 160-200 kg N/ ano para uma produção média de 40-60 ton /ha⁷. Refere-se que, segundo o programa de acção elaborado para a ZV1 a dose máxima de azoto que se pode aplicar para o milho-forragem é apenas de 180 kg N/ha (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho), o que significa que esta cultura não origina graves problemas de lixiviação.

O azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) é uma cultura outono-invernal, sendo utilizado, principalmente, na alimentação de bovinos. Ao contrário do milho-forragem, a prática tradicional de incorporação de chorume de bovino, antes da sua instalação, no Outono, dá origem à lixiviação de azoto uma vez que a extracção do azoto na fase inicial da cultura é muito reduzida, como já foi referido neste trabalho. Esta cultura aproveita os nutrientes da cultura precedente (milho-forragem) contribuindo para a limitação da adubação de cobertura. A adubação típica e tradicional para esta cultura na zona de estudo é cerca de 120 kg N/ ano para uma produção média de 30 ton /ha⁷. Segundo o programa de acção elaborado para a ZV1 a dose máxima de azoto que se pode aplicar para o azevém é de 120 kg N/ha (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho), o que significa que existe um excesso de 20 kg N/ha.

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família das compostas e pode ser cultivada todo o ano, ao ar livre e em estufa. É uma cultura de crescimento rápido e, por tal motivo, é de destacar que

⁷ Estes dados foram obtidos através dos Registos de Fertilização para a ZV1 dos associados da CAE.

esta cultura pode ser realizada, na zona de estudo, em sucessões de 2 a 4 ciclos ao ar livre, e em sucessões de 5 a 7 ciclos em estufa em regime de monocultura. A adubação tradicional para esta cultura na zona de estudo é cerca de 150 kg N/ ano para uma produção média de 50 ton /ha, ao ar livre, e 125 kg N/ ano para uma produção média de 25 ton /ha, em estufa⁷. O programa de acção elaborado para a ZV1 refere que a dose máxima de azoto que se pode aplicar à alface ao ar livre, em que a produção atinja 50 ton/ha é igual a 120 kg N/ha, quando cultivada em estufa o limite máximo é de 75 kg/ ha (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho).

A couve-repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) pertence à família das crucíferas. A falta de azoto conduz ao crescimento reduzido, caules estiolados, à maturação antecipada, entre outros sinais (Gardê, 1988). A adubação típica e tradicional para esta cultura na zona de estudo é cerca de 240 kg N/ ano para uma produção média de 60 ton /ha⁷. Segundo o programa de acção elaborado para a ZV1 a dose máxima de azoto que se pode aplicar para a couve-repolho é igual a 180 kg N/ha (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho), o que significa que existe um excesso de 60 kg N/ha.

Deste modo, verifica-se que as adubações tradicionais, em culturas hortícolas, realizadas pelos agricultores da zona de estudo excedem, normalmente, as quantidades máximas de azoto impostas pelo programa de acção.

4.5 Uso do solo

É no solo que se situam os aquíferos que abastecem a maioria das populações com água potável. Por tudo isto, o solo pode ser visto como “organismo vivo” onde a actividade biológica determina o seu potencial.

O solo é o interface entre a agricultura e o ambiente, ao mesmo tempo que é o substrato para todas as actividades agrícolas. Não existem dúvidas que a agricultura é o maior utilizador dos solos e o mais importante fornecedor de alimentos, dependendo fortemente de ecossistemas equilibrados que funcionem adequada e eficientemente. A relação entre agricultura e ambiente é muito particular. Se por um lado, certos sistemas agrícolas exercem pressões prejudiciais sobre o ambiente e sobre a qualidade dos produtos alimentares, como por exemplo, a acumulação de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos no solo e na água, a erosão do solo ou o uso excessivo de água para rega, por outro lado, uma grande parte do ambiente rural é o fruto do trabalho dos

agricultores que dependem de sistemas agrícolas próprios e, que contribuem para a preservação das paisagens e dos habitats, processos benéficos ao ambiente (MADRP, 2004).

Os problemas da degradação e destruição do solo são devidos às diferentes utilizações. É importante desenvolver uma nova aproximação quanto à utilização sustentável dos solos. Neste contexto, a utilização e protecção sustentável dos solos define-se como a harmonização no tempo e no espaço das principais utilizações do solo, reduzindo ao máximo aquelas utilizações que têm efeitos irreversíveis.

Este indicador pretende dar uma panorâmica geral do uso do solo, no domínio agrícola e no domínio florestal. Nas figuras seguintes pode-se observar o peso dos usos do solo de cada freguesia da zona de estudo, em 2000.

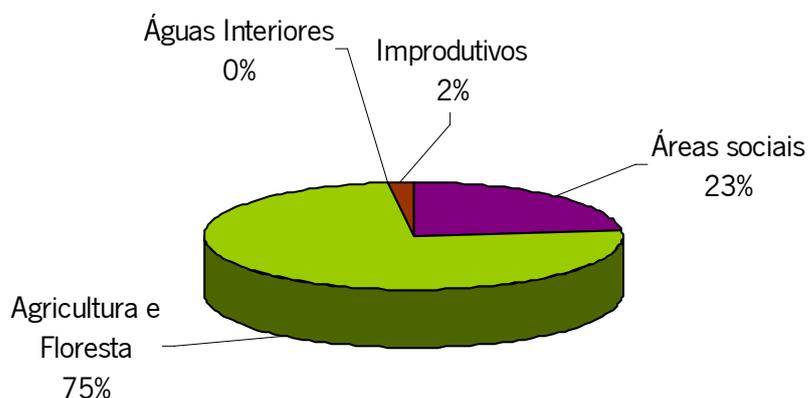


Figura 4.29 – Peso dos usos do solo na freguesia de Apúlia (Fonte: ESAPL).

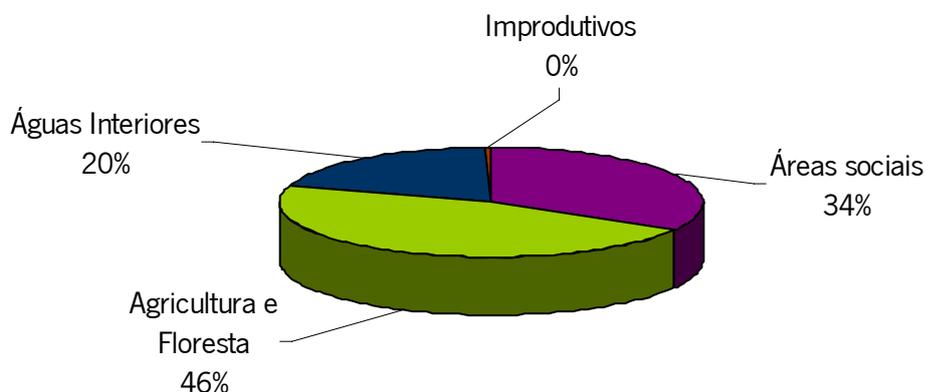


Figura 4.30 – Peso dos usos do solo na freguesia de Fão (Fonte: ESAPL).



Figura 4.31 – Peso dos usos do solo na freguesia de Fonte Boa (Fonte: ESAPL).

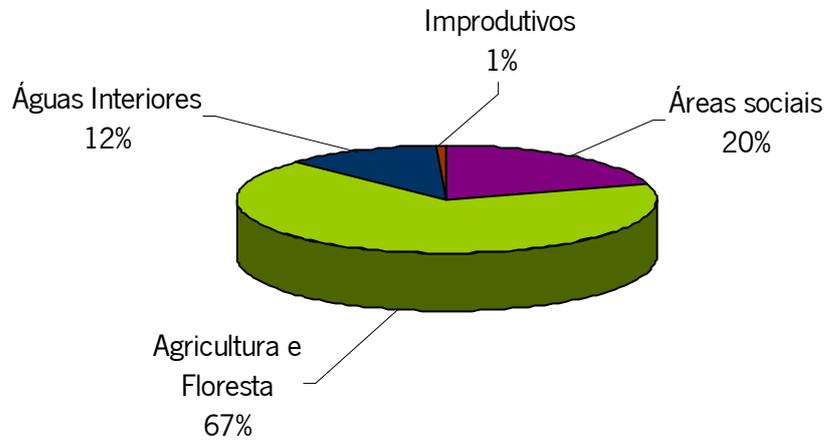


Figura 4.32 – Peso dos usos do solo na freguesia de Gandra (Fonte: ESAPL).

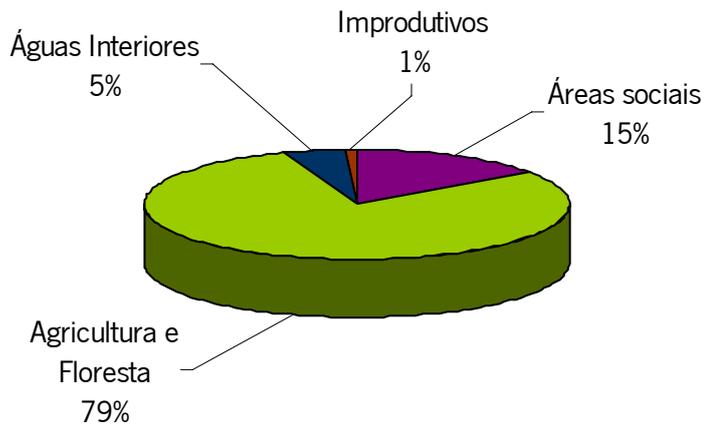


Figura 4.33 – Peso dos usos do solo na freguesia de Gemeses (Fonte: ESAPL).



Figura 4.34 – Peso dos usos do solo na freguesia de Rio Tinto (Fonte: ESAPL).

Verifica-se que o principal uso do solo nas seis freguesias em estudo é ocupado pela agricultura e floresta, destacando-se a freguesia de Fonte Boa com 81%. Relativamente, à área social a freguesia de Fão destaca-se com 34%.

Salienta-se, no entanto, que se pode visualizar as diferenças de uso de solo entre as freguesias na carta de ocupação de solo, que se encontra em anexo (Anexo A6).

O Quadro 4.7 mostra a área ocupada pela SAU em 2000 que, neste caso em particular, inclui as culturas em terra arável limpa e as culturas permanentes. Depois nos quadros seguintes (Quadros 4.8 e 4.9) ilustra-se: a área dos povoamentos florestais por grupo de espécies de árvores e por espécie de árvore dominante, também no ano de 2000.

Quadro 4.7 – Superfície agrícola utilizada nas freguesias da zona de estudo.

Uso	Superfície (ha)					
	Apúlia	Fão	Fonte Boa	Gandra	Gemeses	Rio Tinto
Terras aráveis						
Culturas anuais	582,5	81,8	364,6	242,6	229,3	202,4
Culturas Permanentes						
Pomar	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0
Vinha	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	2,1
Total da SAU	582,5	81,8	364,6	244,8	230,5	204,5

Quadro 4.8 – Área dos povoamentos florestais por grupos de espécies de árvores nas freguesias da zona de estudo.

Área dos Povoamentos Florestais por grupo de espécies de árvores	Superfície (ha)					
	Apúlia	Fão	Fonte Boa	Gandra	Gemeses	Rio Tinto
Povoamentos						
Resinosas	197,4	148,5	34,2	68,9	90,4	120,8
Folhosas	8,2	37,1	95,6	24,8	122,5	20,1
Total	205,6	185,6	129,8	93,7	212,9	140,9

Quadro 4.9 – Área dos povoamentos florestais por espécie de árvore dominante nas freguesias da zona de estudo.

Área dos Povoamentos Florestais por espécie de árvore dominante	Superfície (ha)					
	Apúlia	Fão	Fonte Boa	Gandra	Gemeses	Rio Tinto
Pinheiro-bravo	197,4	148,5	34,2	68,9	90,4	120,8
Eucalipto	0,0	19,2	86,7	24,2	112,5	16,0
Outras folhosas	8,2	17,9	8,9	0,6	10,0	4,1

Segundo o Quadro 4.7, as freguesias de Apúlia e Fonte Boa são aquelas que apresentam maior SAU, predominando as terras aráveis. No entanto, é notório que a zona de estudo é maioritariamente agrícola, representado 45,8% da superfície da zona de estudo. O uso florestal representa 25,8% da superfície total, sendo a espécie pinheiro-bravo a espécie predominante (Quadros 4.8 e 4.9).

É de realçar, que os improdutivos e as superfícies com água não foram considerados para esta classificação.

4.6 Variação do uso agrícola do solo

Podendo os diferentes usos do solo serem geradores de pressão sobre o mesmo, é pois de considerar que esta variável seja analisada. Com este indicador pretendeu-se avaliar como variaram alguns dos usos do solo em dois momentos específicos nomeadamente, no momento censitário de 1999 (RGA, 1999) e em 2000 através da carta de ocupação do solo (Anexo A6).

Nas terras aráveis incluem-se os cereais para grão, as leguminosas secas para grão, prados temporários e culturas forrageiras, batata, culturas horticolas extensivas, culturas horticolas intensivas, outras culturas temporárias e horta familiar. Nas culturas permanentes, neste caso específico, incluem-se o pomar e a vinha.

Quadro 4.10 – Variação dos usos agrícolas do solo nas freguesias da zona de estudo no período 1999-2000.

Freguesia	Terra arável (em cultura principal)		Culturas permanentes			
	Variação 1999-2000 (ha)	Variação 1999-2000 (%)	Pomar		Vinha	
			Variação 1999-2000 (ha)	Variação 1999-2000 (%)	Variação 1999-2000 (ha)	Variação 1999-2000 (%)
Apúlia	122,5	11,0	0,0	0,0	-7,0	-0,7
Fão	-23,2	-4,2	0,0	0,0	-2,0	-0,3
Fonte Boa	-322,4	-52,9	0,0	0,0	-19,0	-3,3
Gandra	-285,4	-51,7	2,2	0,4	-4,0	-0,7
Gemeses	-124,7	-24,0	-2,0	-0,4	-5,8	-1,1
Rio Tinto	-133,6	-32,3	0,0	0,0	-8,9	-2,0

Observando o quadro acima representado, registou-se um decréscimo das terras aráveis em quase todas as freguesias à excepção da freguesia da Apúlia que tem um crescimento considerável quando se compara o ano de 2000 com o de 1999. Esta situação pode estar associada à expansão actual da actividade horticola, que por sua vez, está ligada ao aumento da representatividade dos jovens agricultores que recorreram a apoios financeiros ao investimento.

4.7 Efectivo bovino

O efectivo bovino existente na região em estudo constitui um factor de pressão sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, entre outras diversas componentes ambientais como o solo e o ar. Apresenta-se, em seguida, no Quadro 4.11 a variação do efectivo no período 1999-2004, em cada freguesia.

Quadro 4.11 – Variação do efectivo bovino nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2004.

Freguesia	Bovinos	
	Variação 1999-2004 (n.º de animais)	Variação 1999-2004 (%)
Apúlia	-282,0	-48,6
Fão	-49,0	-28,3
Fonte Boa	-76,0	-4,8
Gandra	-249,0	-17,5
Gemeses	-117,0	-16,9
Rio Tinto	-128,0	-12,8

O número de bovinos registou um decréscimo em todas as freguesias quando se compara o ano de 1999 com o ano de 2004. As freguesias onde este decréscimo foi bastante acentuado foram Apúlia e Fão.

No Quadro 4.12 mostra o número de cabeças naturais em cada freguesia no ano 2004.

Quadro 4.12 – Número de bovinos (cabeças naturais) nas freguesias da zona de estudo em 2004.

Freguesia	N.º de Bovinos (cabeças naturais) em 2004
Apúlia	298
Fão	124
Fonte Boa	1522
Gandra	1173
Gemeses	577
Rio Tinto	871
Zona de Estudo	4565

Como se pode verificar as freguesias de Fonte Boa, Gandra e Rio Tinto são as que contabilizam um maior número de cabeças naturais, o que mostra que estas freguesias estão orientadas exclusivamente para a actividade pecuária, particularmente, para a produção de leite.

4.8 Variação do efectivo bovino na superfície agrícola utilizada

Para além do estudo da evolução dos efectivos na zona de estudo, achou-se pertinente calcular o número de cabeças naturais por hectare de SAU, de forma a identificar as zonas que poderiam a estar a sofrer uma maior pressão, tal como já se referiu no sub-capítulo 3.8.

Apresenta-se, em seguida, no Quadro 4.11 a variação do efectivo no período 1999-2004, em cada freguesia.

Quadro 4.13 – Número de cabeças naturais por hectare de SAU nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2004.

Freguesia	N.º de Cabeças Naturais / ha SAU					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Apúlia	1,0	0,9	0,7	0,4	0,6	0,5
Fão	2,1	2,0	1,8	1,9	1,2	1,5
Fonte Boa	4,4	4,4	4,5	4,1	3,9	4,2
Gandra	5,8	4,1	4,0	5,5	4,7	4,8
Gemeses	3,0	2,6	2,4	2,7	2,3	2,5
Rio Tinto	4,9	5,2	5,0	4,1	4,3	4,3
Zona de Estudo	3,2	2,9	2,8	2,7	2,6	2,7

Ao observar o Quadro 4.13 constata-se que houve um decréscimo no número de cabeças naturais por hectare de SAU. Em 1999, existia 3,2 cabeças naturais na zona de estudo, enquanto que no ano de 2004 o número de cabeças naturais era igual a 2,7. As freguesias onde este decréscimo foi bastante acentuado foram Apúlia e Gandra, quando se compara o ano de 1999 com o ano de 2004.

À semelhança do indicador anterior, Apúlia e Fão, continuam a ser as freguesias com menor número de efectivo bovino e, conseqüentemente, com o menor número de cabeças naturais por

hectare de SAU, o que se constata que este facto está interligado com a principal actividade agrícola, a horticultura.

No entanto, é visível que as freguesias de Fonte Boa, Gandra e Gemeses têm um maior número de cabeças naturais por hectare de SAU, o que demonstra que estas freguesias são mais susceptíveis a pressões sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

4.9 Encabeçamento bovino

Através do encabeçamento consegue-se visualizar as freguesias que ultrapassam o valor máximo de cabeças normais por hectare e, conseqüentemente, tal como no indicador anterior, verificar quais as que estão a sofrer mais pressão.

Apresenta-se, em seguida, no Quadro 4.14 a variação do encabeçamento bovino no período 1999-2005, em cada freguesia, e no Quadro 4.15 o número de cabeças normais por hectare de SAU no ano 2005.

Quadro 4.14 – Variação do encabeçamento bovino nas freguesias da zona de estudo no período de 1999-2005.

Freguesia	Bovinos	
	Variação 1999-2005 (n.º de CN)	Variação 1999-2005 (%)
Apúlia	0,3	100,1
Fão	0,02	1,7
Fonte Boa	2,0	80,9
Gandra	1,3	35,7
Gemeses	4,4	410,5
Rio Tinto	0,5	22,7

Quadro 4.15 – Número de cabeças normais por hectare de SAU em 2005 em cada freguesia da zona de estudo.

Freguesia	N.º de Cabeças Normais/ ha SAU
Apúlia	0,6
Fão	1,02
Fonte Boa	4,4
Gandra	4,9
Gemeses	5,5
Rio Tinto	2,9
Zona de Estudo	3,0

É evidente o aumento de encabeçamento na zona de estudo. Apesar de o número de bovinos (cabeças naturais) ter diminuído em todas as freguesias, a superfície agrícola utilizada também sofreu um significativo decréscimo, como já foi comprovado em indicadores anteriores, o que induz ao aumento do número de CN por hectare de SAU. Em consequência, aumenta a intensidade da actividade pecuária, reflectida pelas elevadas densidades animais em áreas reduzidas e por uma produção de grandes quantidades de efluentes. Por outro lado, tal como já foi referido neste trabalho, o valor máximo de CN que se pode ter por hectare de SAU é igual a 2,8 CN/ ha (DRAEDM, 2005). Assim, ao observar o Quadro 4.15, verifica-se que o encabeçamento da zona de estudo é superior, bem como em algumas freguesias. Para melhor visualização deste facto, ilustra-se a Figura 4.35, onde estão representados os dois momentos estudados (1999 e 2005).

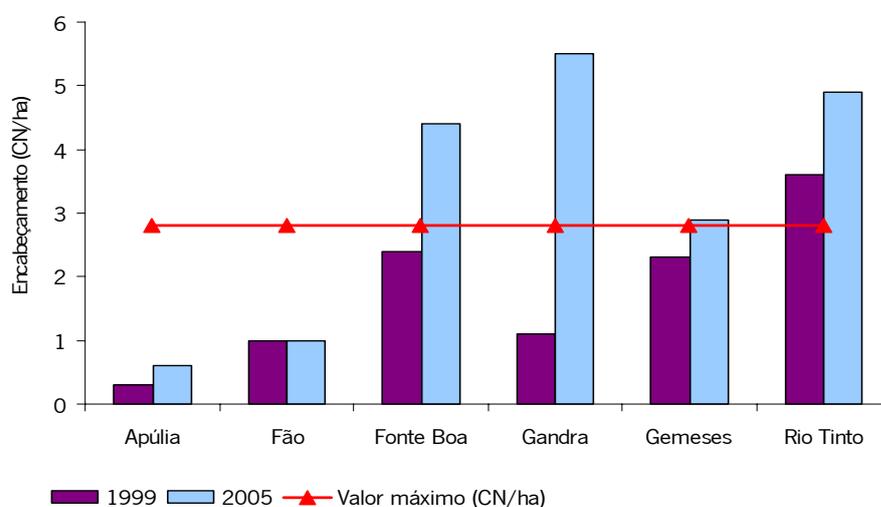


Figura 4.35 – Encabeçamento bovino das freguesias em estudo em 1999 e 2005.

A recta a vermelho representada na figura acima indica o valor máximo de CN por hectare de SAU em zonas vulneráveis (2,8 CN /ha). Verifica-se, então, que em 1999 apenas a freguesia de Rio Tinto ultrapassava este valor. Em 2005, o cenário é bastante diferente, além de Rio Tinto as freguesias Fonte Boa, Gandra e Gemeses também ultrapassam.

Tal como já se referiu, isto dever-se-á à diminuição da área agrícola utilizada, contribuindo assim para a existência de um maior número de animais por hectare, estando estas freguesias, deste modo, mais vulneráveis à poluição do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas.

4.10 Concentração bovina

Na zona de estudo a actividade pecuária, na sua maioria assente na criação e exploração de bovinos de leite, é predominante nas freguesias de Fonte Boa, Gandra e Rio Tinto, tal como se pode ver no mapa que se encontra no Anexo A7. Além disso, neste mesmo mapa pode-se verificar que a localização geográfica das explorações bovinas da zona de estudo está associada ao número de animais.

Apresenta-se, no Quadro 4.16 a variação do número de explorações e do número de cabeças por exploração, por freguesia.

Quadro 4.16 – Variação do número de explorações e do número de cabeças por exploração, por freguesia no período de 1999-2004.

Freguesia	Bovinos			
	Variação 1999-2004			
	N.º de Explorações		N.º de cabeças por exploração	
	(número)	(%)	(número)	(%)
Apúlia	-89	-56,7	-1,6	-48,4
Fão	-3	-20,0	-2,9	-28,5
Fonte Boa	-31	-23,8	-0,6	-4,8
Gandra	-16	-18,6	-2,7	-17,7
Gemeses	-34	-33,3	-1,0	-16,4
Rio Tinto	-24	-35,8	-1,6	-12,5

Pela análise do quadro, constata-se um decréscimo generalizado do número de explorações e do número de cabeças por exploração. É de realçar, contudo, que a SAU também teve uma

evolução maioritariamente negativa, como já se verificou no indicador Variação do Uso Agrícola do Solo. Por tal motivo, regista-se uma grande concentração bovina em alguns pontos da zona de estudo como, por exemplo, em aglomerados urbanos onde se pode constatar a intensificação das explorações agro-pecuárias, que exercem uma forte pressão sobre o ambiente.

Por outro lado, analisando o Anexo A7 verifica-se que muitas das vacarias com o número superior de 10 vacas adultas encontram-se instaladas nos aglomerados populacionais, não cumprindo o que está disposto no PDM.

4.11 Produção de efluentes pecuários

Estabeleceu-se um indicador que permitiu quantificar, com uma margem de erro pouco significativa, a quantidade de chorume produzido na zona de estudo para um determinado período designadamente, para o período 1988 a 2004.

O software utilizado para o cálculo deste indicador, preencheu todos os objectivos traçados, calculando o volume anual de efluentes por animal numa determinada exploração, de acordo com a sua idade e o seu tempo de permanência na exploração respectiva, o que permitiu saber o volume de efluente anual por exploração e, em consequência, o volume de efluente produzido por freguesia.

Deste modo, este indicador foi calculado com base na quantificação dos resíduos produzidos na fonte. Nas figuras seguintes pode-se observar o volume anual de efluentes pecuários produzido e aplicado ao solo, por hectare e por freguesia, no período de 1988 a 2004, considerando o valor de 57000 litros como o valor máximo que se pode aplicar por hectare e por ano. É de realçar que este valor corresponde a 170 kg de azoto (Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho).

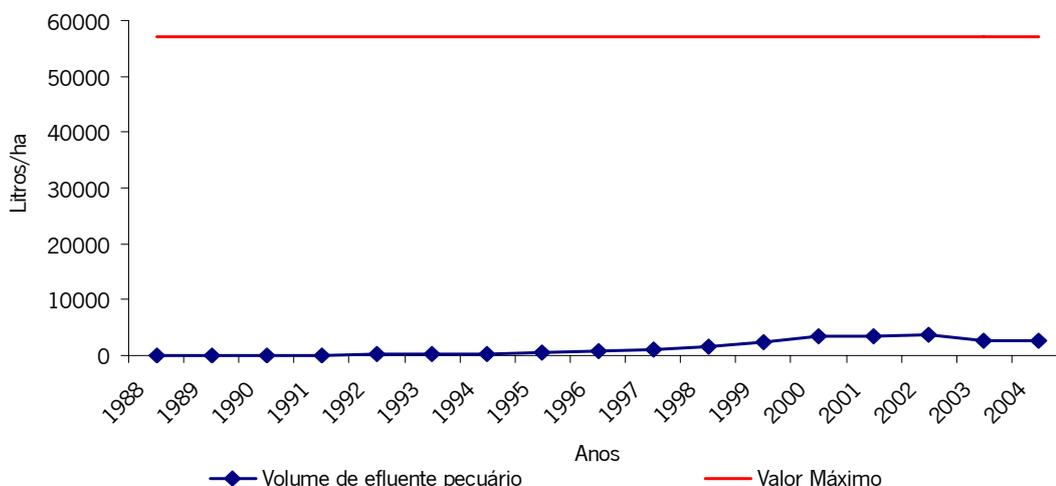


Figura 4.36 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Apúlia, no intervalo de 1988 a 2004.

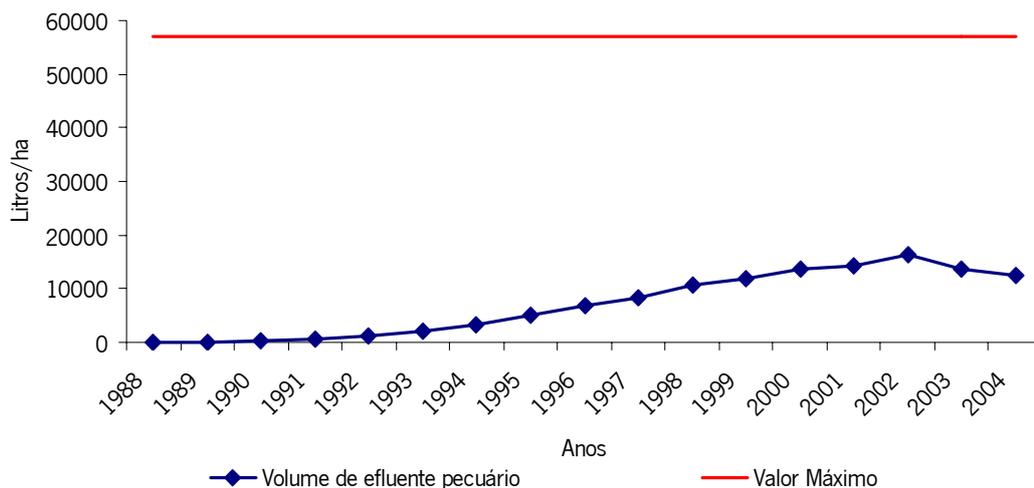


Figura 4.37 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Fão, no intervalo de 1988 a 2004.

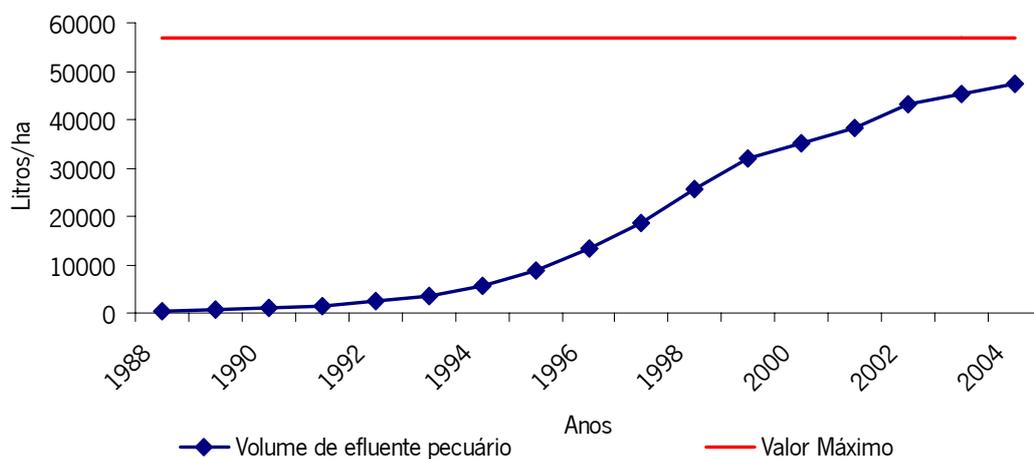


Figura 4.38 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Fonte Boa, no intervalo de 1988 a 2004.

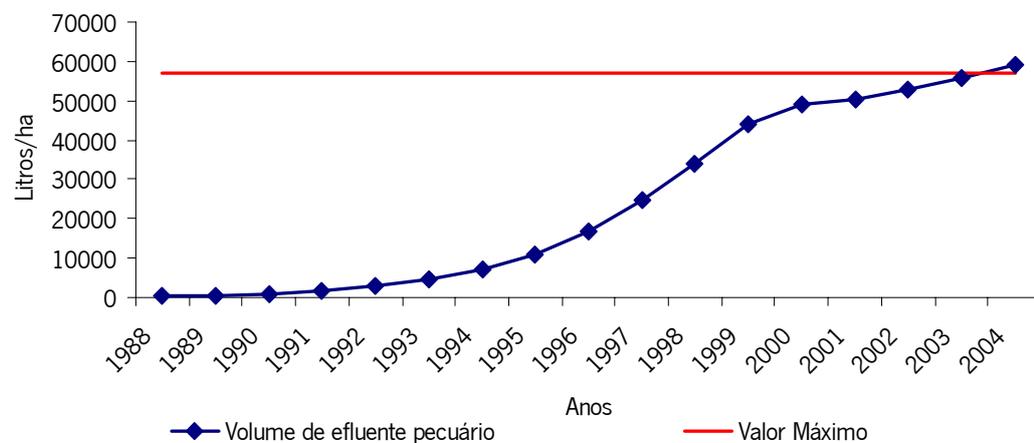


Figura 4.39 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Gandra, no intervalo de 1988 a 2004.

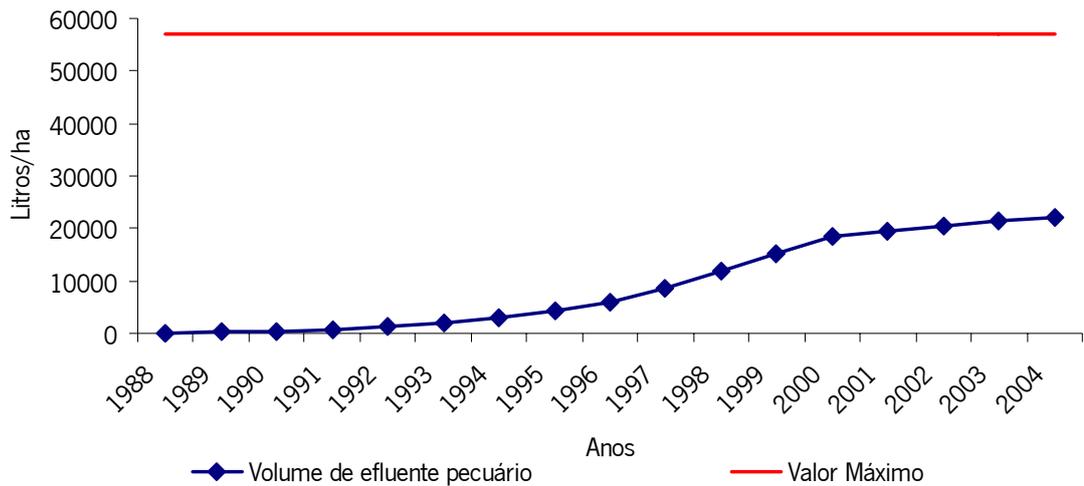


Figura 4.40 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Gemeses, no intervalo de 1988 a 2004.

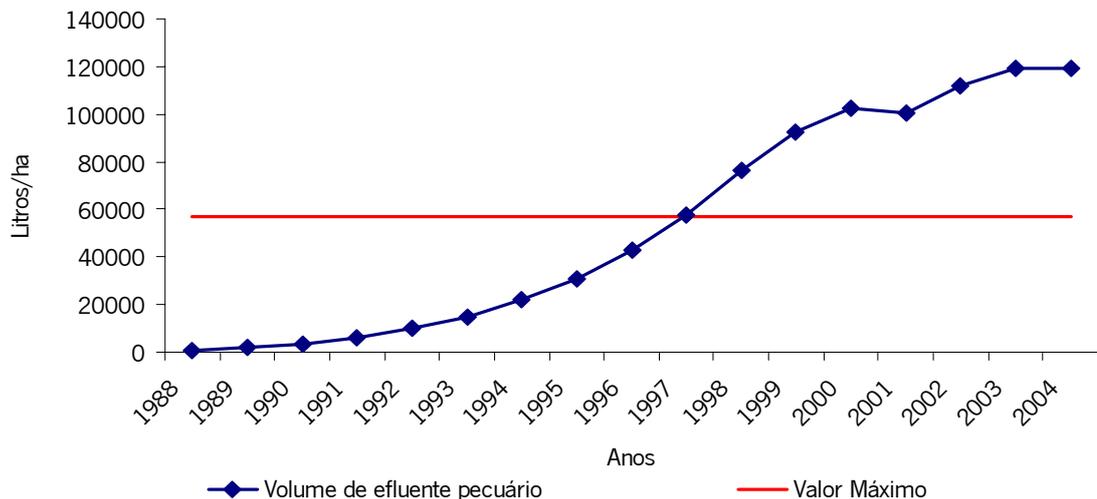


Figura 4.41 – Volume anual de efluente pecuário produzido e aplicado ao solo, por hectare, na freguesia de Rio Tinto, no intervalo de 1988 a 2004.

Observando as Figuras 4.36 e 4.37, é facilmente visível que Apúlia e Fão são duas freguesias plenamente orientadas para a horticultura, uma vez que a quantidade de efluente produzido e aplicado ao solo não é significativa para provocar qualquer pressão nos recursos naturais nomeadamente na água subterrânea, considerando a área disponível para o seu espalhamento.

Contudo, nas restantes freguesias verifica-se um aumento exponencial da quantidade de efluente produzido e aplicado ao solo a partir do início da década de 1990, o que demonstra que a entrada de Portugal na UE e a consequente implementação da PAC contribuiu significativamente para a intensificação das explorações agro-pecuárias, não tendo como base o contexto de sustentabilidade, contaminando enormemente águas e solos. Salienta-se, no entanto, que as

freguesias de Gandra e, principalmente, a freguesia de Rio Tinto ultrapassaram o valor limite de aplicação ao solo por hectare.

Assim, ao verificar-se que o valor limite foi ultrapassado o respectivo Programa de Acção para a ZV1 não está a ser devidamente respeitado e cumprido, sendo possível identificar zonas de maior pressão e mais susceptíveis à contaminação das águas subterrâneas como as freguesias de Rio Tinto e Gandra.

5. PROPOSTA DE UMA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO LOCAL

Face à situação problemática e preocupante que se faz sentir na zona de estudo, é prioritário que se implemente uma estratégia de desenvolvimento local no sector agrícola da região, consolidada na sustentabilidade a nível ambiental e económico. Deste modo, pretende-se neste capítulo apresentar uma proposta de uma Estratégia de Desenvolvimento Local baseada em documentos estratégicos, como por exemplo, os Planos Nacionais e/ou Estratégias que têm vindo a ser publicados.

A UE pretende adoptar, para o período de financiamento de 2007-2013, um novo sistema de apoio ao Desenvolvimento Rural, reforçado e simplificado, com base num único instrumento de financiamento denominado por Fundo Europeu de Desenvolvimento Rural (FEADER).

O Regulamento (CE) n.º 1698/2005 do Conselho, de 20 de Setembro, define, assim, o contexto estratégico da política de desenvolvimento rural, incluindo o método de definição das “orientações estratégicas comunitárias” para a política de desenvolvimento rural, bem como do plano estratégico nacional, internamente designado por Plano Nacional de Desenvolvimento Rural (PNDR). Neste contexto, o PNDR deve assegurar a coerência do apoio comunitário ao desenvolvimento rural com as orientações estratégicas comunitárias, bem como a coordenação de todas as prioridades comunitárias, nacionais e regionais. Constitui, deste modo, um instrumento de referência para a preparação da programação do FEADER, sendo executado através dos subsequentes Programas de Desenvolvimento Rural (PDR).

A Estratégia Nacional para a Agricultura e o Desenvolvimento Rural terá, assim, de assentar prioritariamente na afirmação da competitividade do sector, através de um conjunto de medidas de política diversificadas mas convergentes. Considerando, assim, a abrangência, a importância e o impacto que este Plano terá a nível nacional, regional e local é fundamental que a sua implementação no terreno seja totalmente eficiente (CE, 2005).

Deste modo, examinando os problemas que afectam a zona que foi alvo de estudo por este trabalho e, considerando, os eixos prioritários deste documento nacional propõe-se para esta região uma estratégia de desenvolvimento local, baseada nos objectivos fundamentais do Plano Nacional, e assente numa actividade agrícola economicamente competitiva, ambientalmente equilibrada e socialmente atractiva.

Para melhor compreensão destes conceitos, apresenta-se, em seguida, um diagrama denominado por “Análise SWOT” relativo aos pontos fortes e fracos existentes na zona de estudo,

bem como as possíveis oportunidades e ameaças que podem surgir e/ou advir num futuro próximo. Esta análise tem por objectivo permitir detectar os factores chave de sucesso. Por outro lado, a definição do perfil relativamente à situação actual da zona de estudo, simplifica a escolha da estratégia que melhor se adequa às características da região.

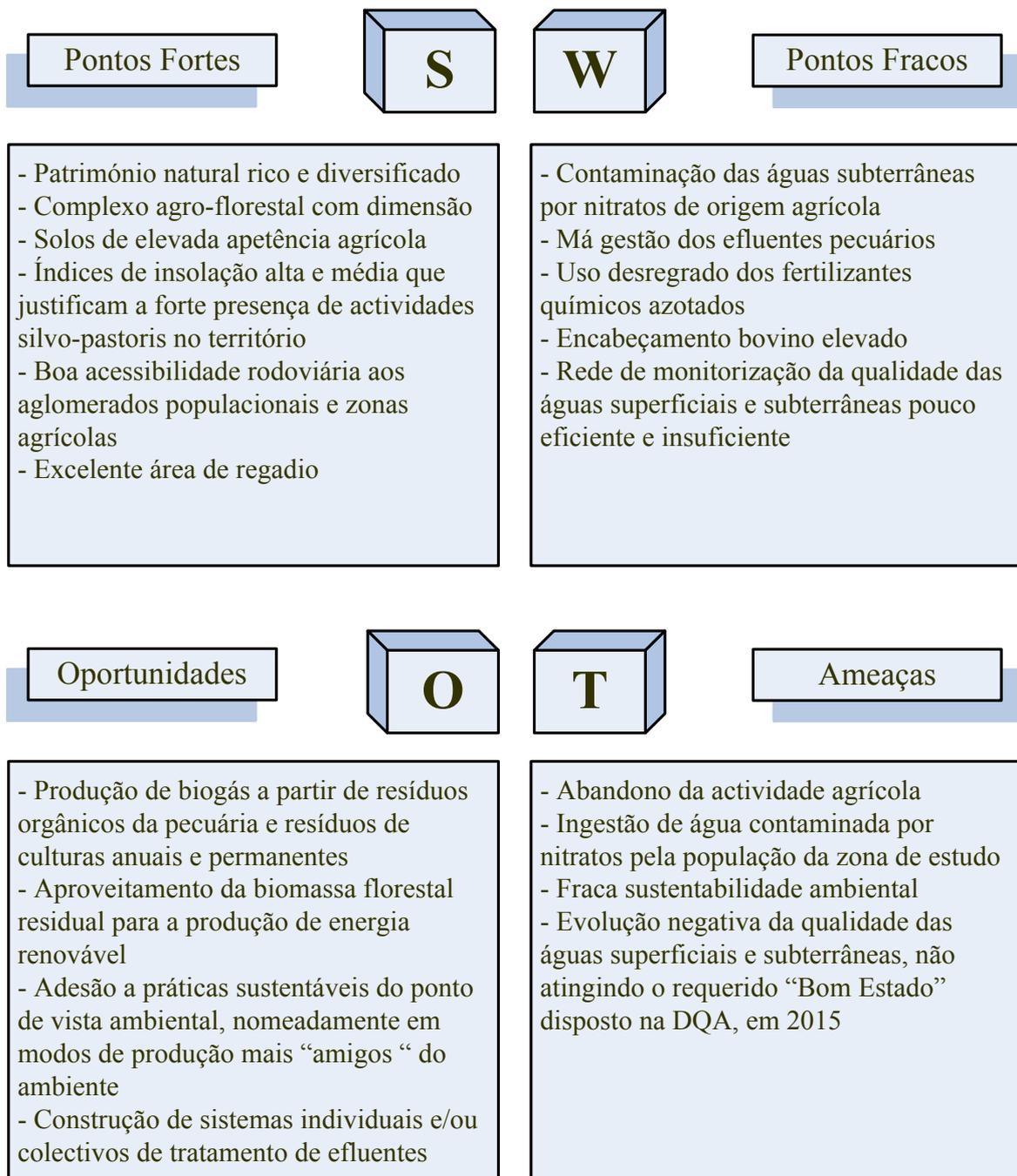


Figura 4.42 – Análise SWOT.

A concretização deste modelo para a zona de estudo aparece, então, associada a três objectivos prioritários, nomeadamente:

1. A Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado
2. Melhoria do Ambiente e da Paisagem Rural
3. Melhoria da Qualidade de Vida nas Zonas Rurais

Para cada objectivo, definem-se as prioridades estratégicas, os vectores estratégicos e as respectivas metas que se deverão alcançar, as quais, por sua vez, deverão indicar, em grandes traços, a direcção final da estratégia de desenvolvimento local.

5.1 A Competitividade do sector agrícola baseada num crescimento sustentado

A zona de estudo tem que proceder a uma profunda transformação da sua actual actividade agrícola e combinar actividades que exijam recursos humanos qualificados para retomar um crescimento sustentado.

Para responder a este objectivo apresentam-se as seguintes exigências:

- Utilizar de forma sustentável os recursos naturais, aproveitando o potencial endógeno local, incluindo as potencialidades no domínio agro-florestal, promovendo a eficiência energética e a dissociação do crescimento económico do consumo de recursos naturais e da degradação ambiental (CNEL, 2006).
- Imprimir um novo impulso à inovação, reforçando o investimento nas empresas agrícolas, privilegiando aquelas que adoptem sistemas com recursos à tecnologia de informação e comunicação (MADRP, 2006).

Como exemplo, tem-se a Agricultura de Precisão, a qual se encontra associada à utilização de equipamento de alta tecnologia para avaliar ou monitorizar as condições numa determinada parcela de terreno, aplicando depois os diversos factores de produção (sementes, fertilizantes, fitofármacos, reguladores de crescimento, água, etc.) em conformidade. Tanto a monitorização como a aplicação diferenciada, exigem a utilização de tecnologias recentes, como os sistemas de posicionamento a partir de satélites (GPS – *Global Position System*), os SIG ou os sensores electrónicos, associados quer a reguladores automáticos de débito nas máquinas de distribuição quer a medidores de fluxo nas máquinas de colheita (Neto *et al.*, 2005).

A Agricultura de Precisão aparece, geralmente, associada a dois objectivos genéricos: o aumento do rendimento dos agricultores; e, a redução do impacte ambiental resultante da actividade agrícola. O primeiro destes objectivos pode, por sua vez, ser alcançado por duas vias distintas mas complementares: a redução dos custos de produção; e, o aumento da produtividade (e, por vezes, também da qualidade) das culturas. O cumprimento do segundo daqueles objectivos está relacionado com o rigor do controlo da aplicação dos factores de produção (sobretudo, produtos químicos, atendendo às externalidades ambientais negativas que lhes estão normalmente associadas), que deverá ser feita tanto quanto possível, na justa medida das necessidades das plantas (Neto *et al.*, 2005).

Sabendo, por exemplo, que as necessidades de azoto em duas áreas distintas de uma mesma parcela de terreno não são iguais, em função das análises de terras para as duas situações, tem-se, do ponto de vista estritamente técnico e teórico, a vantagem em fazer variar a quantidade de adubo azotado em conformidade. Assim, não só se aumentaria a produção, aplicando mais adubo onde este é realmente necessário, como também se reduziria os custos e o impacte ambiental da actividade, não aplicando adubo em excesso e precavendo a provável lixiviação do azoto e a conseqüente contaminação das águas subterrâneas.

A agricultura de precisão pode, ainda, estar associada ao *m-Business*, que pode ser definido como o uso de tecnologias móveis para promover a troca de bens, serviços de informação e conhecimento. O *m-Business*, ao apostar na convergência da telefonia móvel com as tecnologias da Internet, tendo em vista suportar a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação em qualquer lugar e a qualquer momento, tem um elevado potencial de utilização para os sectores agrícola e agro-industrial (Neto *et al.*, 2005).

- Aumentar a criação de postos de trabalho, aumentando a produtividade do sector agrícola, uma vez que este se encontra em processo inevitável de perda de emprego, por forte competição internacional de economias com menor custo de mão-de-obra (CNEL, 2006).
- Fomentar a instalação de novos empresários agrícolas, através da captação de jovens, considerando que os jovens empresários são uma mais valia para o sector e podem ter um contributo importante para contrariar o abandono agrícola e rural,

assim como, são um excelente meio de promover a inovação no tecido empresarial agrícola (MADRP, 2006).

Tendo em conta as exigências acima referidas seleccionaram-se as seguintes prioridades estratégicas, considerando os documentos “Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (CNEL, 2006) e o “Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013” (MADRP, 2006).

Quadro 5.1 – Prioridades estratégicas para o objectivo *Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado*.

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
Um novo impulso à inovação empresarial	<ul style="list-style-type: none"> (1) Apoio à criação de empresas agrícolas com potencial inovador. (2) Incentivar a adopção da agricultura de precisão. (3) Promover a eficiência das cooperativas e empresas agrícolas através do suporte à sua qualificação e sustentabilidade, na melhoria das condições de produção, na inovação e adaptação tecnológica e na certificação de processos. (4) Modernização das explorações agrícolas e a melhoria do seu desempenho económico, nomeadamente através da introdução de novas tecnologias. (5) Incentivar o aumento do valor acrescentado da produção agrícola e florestal.
Promoção do conhecimento e desenvolvimento de competências	<ul style="list-style-type: none"> (1) Promover acções de formação profissional e informação nos domínios técnico e económico. (2) Facilitar e incentivar a instalação de jovens agricultores e a adaptação estrutural das suas explorações e apoiar a reforma antecipada dos agricultores que decidam cessar a sua actividade para fins de transferência da exploração para outros agricultores. (3) Reforçar a educação para a cidadania, em particular através da educação para o desenvolvimento.

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
Promoção do conhecimento e desenvolvimento de competências (cont.)	(4) Promover serviços e capacidade de inovação, através da implementação de práticas de cooperação. (5) Promover a utilização de serviços de aconselhamento por parte dos agricultores e apoio à criação de serviços de aconselhamento, de ajuda à gestão de explorações agrícolas, com o objectivo de ajudar a avaliar e a melhorar o desempenho da exploração.
Utilização mais racional do recurso água	(1) Melhoria e desenvolvimento de infra-estruturas de regadio. (2) Promover uma gestão eficiente nos perímetros de rega.
Qualificação global das cooperativas e empresas agrícolas	(1) Incentivar a aplicação de regras e parâmetros de qualidade. (2) Promover o cumprimento de requisitos de natureza ambiental, de higiene e bem-estar.
Crescimento económico mais sustentável promovendo a eficiência energética sem impacto no ambiente, designadamente nas alterações climáticas	(1) Incentivar o aproveitamento da biomassa florestal. (2) Mobilidade mais sustentável contribuindo para a redução dos riscos de incêndios florestais. (3) Promover projectos de aproveitamento energético (biogás) de resíduos da pecuária.

Quadro 5.2 – Metas a atingir relativamente ao objectivo *Competitividade do Sector Agrícola baseada num Crescimento Sustentado*.

METAS
<ul style="list-style-type: none"> – Melhoria da qualificação dos recursos humanos até 2013, com o principal objectivo de reduzir o número de indivíduos sem nenhum nível de ensino para metade (atingir 6% da população local). – Aumentar a contribuição para o valor do Produto Agrícola Bruto (PAB) nos sectores de actividade vegetal (atingir 30% até 2013), animal (atingir 30% até 2013) e florestal (atingir 20% até 2013). – Atingir 100% da utilização de máquinas de combustão interna e externa, onde se incluem todo o tipo de tractores, máquinas e veículos de transporte pesados, com dispositivos tapa-

METAS

- chamas nos tubos de escape ou chaminés, até 2013.
- Reduzir 5% das emissões de metano provenientes da gestão inadequada dos resíduos pecuários, até 2013, contribuindo, por outro lado, para o aproveitamento de biogás para produção de calor e electricidade, para a indução de boas práticas agrícolas, através do aproveitamento de composto orgânico para aplicação na agricultura e para a despoluição das linhas de água, através do tratamento dos efluentes para rejeição em curso de água de acordo com o exigido na legislação.
- Aumentar o número de cooperativas e empresas agrícolas certificadas pelas normas de HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) (15% até 2013).
- Duplicar a instalação de jovens agricultores e a continuidade da actividade (até 2013), aumentando a criação de postos de trabalho.
- Utilizar sistemas de regadio que tenham uma maior eficiência de utilização de água (90%) até 2011.
- Proporcionar aos agricultores um aconselhamento técnico a tempo inteiro, através da criação de serviços de aconselhamento, (três técnicos para um universo de 180 agricultores) até 2013.
- Aumentar o número de empresas agrícolas com carácter inovador (pelo menos 20%) até 2013.
- Implementar sistemas de tratamento individuais ou colectivos de tratamento de efluentes com aproveitamento de biogás (atingir 100 unidades de produção) até 2013.

5.2 Melhoria do ambiente e da paisagem rural

Neste objectivo são visados os seguintes domínios essenciais para o desenvolvimento sustentável, em particular na sua dimensão ambiental:

- Promover a gestão integrada da água no quadro das bacias hidrográficas, atendendo às interdependências das diferentes massas de água, interiores de superfície e subterrâneas, estuarinas e costeiras e às respectivas margens e áreas adjacentes, bem como às condições bi-geográficas naturais, às pressões e impactes das actividades humanas e das alterações climáticas. É objectivo a não deterioração do

estado dessas massas de água e a sua protecção, valorização e recuperação para alcançar o bom estado das águas e dos ecossistemas aquáticos (CNEL, 2006).

- Promover uma política de conservação da natureza e da biodiversidade que vise sustentar a redução e fragmentação dos habitats, a protecção de espécies ameaçadas e a valorização das paisagens. Os recursos genéticos de uma região constituem um património cultural e biológico único e fazem parte integrante da sua riqueza.

Numa altura em que a actividade agrícola intensiva contribui cada vez mais para a degradação ambiental (isto é, contaminação de recursos hídricos, aquecimento global do clima), é um tremendo contra-senso continuar-se a produzir uma quantidade largamente excedentária de produtos agrícolas (vegetais e animais) (Pereira *et al.*, 2005).

Entre as condições que levaram a uma adaptação bem sucedida dos sistemas de produção tradicionais às condições ecológicas locais, conta-se o desenvolvimento, ao longo do tempo, de determinadas variedades de plantas e raças de animais que, embora menos produtivas do que aquelas que resultam do melhoramento genético, são mais capazes de tirar partido das condições ecológicas locais na ausência de elevados consumos de inputs externos (adubos, pesticidas, alimentos compostos) desempenhando, por outro lado, um papel importante na gestão dos recursos naturais.

- Promover uma política de protecção dos solos, designadamente no que se refere à erosão, empobrecimento em matéria orgânica, salinização, perda de biodiversidade, contaminação, compactação e impermeabilização (CNEL, 2006).

Como exemplo, tem-se a Agricultura de Conservação, a qual consiste num conjunto de práticas que permitem o maneio do solo agrícola com a menor alteração possível da sua composição, estrutura e biodiversidade natural, defendendo-o dos processos de degradação (erosão do solo e compactação). De um modo geral, inclui qualquer prática que reduza, mude ou elimine a mobilização do solo, e que evite a queima de resíduos, de forma a manter ao longo do ano resíduos de culturas à superfície do solo. A Agricultura de Conservação permite importantes benefícios económicos para o agricultor, através da redução dos custos, como permite importantes benefícios ambientais para a sociedade em geral, devido à sua contribuição para a conservação do solo e da água, no qual pode diminuir em cerca de oito vezes a redução das

perdas de solo por erosão e reduzir a taxa de mineralização da matéria orgânica, o que leva a um aumento do potencial produtivo e da sua estabilidade a médio prazo, levando simultaneamente a uma menor poluição das águas superficiais e a uma menor quantidade de água a utilizar pelo produtor (Trigueiros *et al.*, 2005).

- Responder ao desafio principal de redução dos riscos de incêndios florestais.
- Promover uma política de adopção de práticas agrícolas mais sustentáveis, visando a protecção da qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas nomeadamente o modo de produção biológico que além de garantir a qualidade alimentar dos produtos, é uma alternativa viável à agricultura tradicional (MADRP, 2006). É um método de produção holístico, que promove e melhora a saúde do ecossistema agrícola, que fomenta a biodiversidade, os ciclos biológicos e a actividade biológica do solo. Privilegia, ainda, o uso de boas práticas de gestão da exploração agrícola, em lugar do recurso a factores de produção externos, tendo em conta que os sistemas de produção devem ser adaptados às condições regionais (Barbosa, 2006). Além disso, o modo de produção integrado é um sistema a considerar nesta estratégia, uma vez que privilegia a melhoria da fertilidade do solo, a biodiversidade e a redução de factores poluentes.
- Promover o tratamento dos efluentes pecuários, através de tecnologias que permitam a melhoria do ambiente e o seu eventual aproveitamento como fertilizante. Esta prioridade é necessária e deverá considerar medidas que levem à criação de mecanismos de resposta a situações específicas de pressão sobre recursos fundamentais, destacando-se a água no contexto das zonas vulneráveis de nitratos, a gestão de efluentes pecuários, agrícolas ou agro-industriais e a redução de emissões de gases com efeito de estufa (MADRP, 2006).
- Promover uma política integrada de gestão de resíduos que fomente a redução na fonte e estimule a reutilização e reciclagem, bem como a sua valorização e deposição final em condições seguras (CNEL, 2006).
- Implementação das técnicas preconizadas pelo Projecto AGRO 35 - “Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde”, as quais indicam, claramente, que têm potencial de redução na poluição com nitratos. A técnica baseada nas “Equações de fertilização azotada”, adaptadas aos sistemas culturais dominantes da

ZV1 e onde as necessidades de azoto das culturas são satisfeitas em função de “curvas de extracção”, permitiram obter produções consideradas aceitáveis e reduzir, significativamente, as quantidades de azoto quando comparadas com os níveis tradicionais e os limites máximos impostos pelo Programa de Acção. Do mesmo modo, as técnicas de condução da rega, adaptados aos sistemas culturais da ZV1, permitiram reduzir muito os volumes de rega quando comparados com os níveis tradicionais aplicados pelos agricultores (Agostinho *et al.*, 2005).

Tendo em conta as exigências acima referidas seleccionaram-se as seguintes prioridades estratégicas, considerando, tal como para o primeiro objectivo, os documentos “Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (CNEL, 2006) e o “Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013” (MADRP, 2006):

Quadro 5.3 – Prioridades estratégicas para o objectivo *Melhoria do Ambiente e Paisagem Rural*.

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
<p>Gestão integrada da água e seu aproveitamento eficiente</p>	<p>(1) Promovendo a coordenação e a colaboração de todas as entidades responsáveis pela protecção da Bacia Hidrográfica do Rio Cávado de forma a alcançar um bom estado das massas de água e um uso eficiente da mesma.</p> <p>(2) Promover o investimento em sistemas de monitorização e informação, estudo e investigação aplicada aos sistemas hídricos, como condição fundamental para a sua melhor gestão estratégica.</p> <p>(3) Promover a criação de infraestruturas para prevenir a poluição e proteger e recuperar massas de água de superfície e subterrâneas, com prioridade para o aquífero livre da ZV1, que constitui uma importante reserva de água da região.</p> <p>(4) Levantamento exaustivo das principais pressões e impactes sobre as águas, designadamente as descargas de efluentes pecuários.</p>

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
<p>Os recursos genéticos e o desenvolvimento sustentável</p>	<p>(1) Promover o uso das raças e variedades locais (recursos genéticos endógenos) nos sistemas de produção agrícola.</p> <p>(2) Incentivar a criação de mais-valia de médio longo prazo para os agricultores.</p> <p>(3) Promover a preservação dos atributos paisagísticos característicos da região dotados de um elevado valor cultural.</p>
<p>Gestão dos espaços agrícolas e florestais numa base sustentável, compatibilizada com a conservação da natureza e a valorização da paisagem vs modos de produção sustentáveis</p>	<p>(1) Promover a protecção e a conservação dos solos com maior potencialidade agrícola. Uma das formas é a adopção da agricultura de conservação.</p> <p>(2) Promover a gestão sustentável dos recursos florestais e a sua protecção adequada.</p> <p>(3) Promover a gestão activa dos povoamentos, a recuperação dos espaços degradados ou com problemas de erosão, e a promoção de arborizações com espécies mais resistentes e/ou de maior valor económico ou ambiental.</p> <p>(4) Apoio à diversificação das actividades em espaço florestal.</p> <p>(5) Promover a divulgação de técnicas e modelos de silvicultura adequados e criar condições para a protecção de áreas florestais.</p> <p>(6) Em articulação com a prioridade estratégica “Crescimento económico mais sustentável promovendo a eficiência energética sem impacto no ambiente, designadamente nas alterações climáticas” do objecto 1, apoiar o aproveitamento da biomassa florestal para produção de energia renovável.</p> <p>(7) Promover o tratamento dos efluentes pecuários no interior das explorações, assente na separação mecânica de sólidos, e a sua valorização energética de forma a promover a ecoeficiência e a redução da população.</p> <p>(8) Equacionar a construção de uma estação colectiva de</p>

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
<p>Gestão dos espaços agrícolas e florestais numa base sustentável, compatibilizada com a conservação da natureza e a valorização da paisagem vs modos de produção sustentáveis (cont.)</p>	<p>tratamento dos efluentes pecuários.</p> <p>(9) Promover a exportação do efluente pecuário excedentário para outras regiões onde seja deficitária</p> <p>(10) Adopção de sistemas de produção integrada (Modo de Produção Integrado).</p> <p>(11) Conversão para sistemas de produção e atitudes “alternativas”, como é o caso da agricultura biológica (Modo de Produção Biológico).</p> <p>(12) Promover a certificação de qualidade dos produtos.</p> <p>(13) Promover formas de exploração das terras agrícolas, florestais e agro-florestais compatíveis com a protecção e a melhoria dos recursos naturais, da paisagem e das suas características, podendo os produtos certificados gerar mais-valias económicas.</p> <p>(14) Aplicar as técnicas de fertilização azotada e de condução da rega preconizadas pelo Projecto AGRO 35.</p>
<p>Gestão integrada de resíduos</p>	<p>(1) Criar centros de recolha para plásticos banais agrícolas e produtos fitofarmacêuticos em pontos estratégicos da região.</p> <p>(2) Promover a recolha e a concentração de pneus e óleos.</p>

Quadro 5.4 – Metas a atingir relativamente ao objectivo *Melhoria do Ambiente e Paisagem Rural*.

METAS
<ul style="list-style-type: none"> – Prevenir a deterioração do estado e assegurar a protecção, melhoramento e recuperação das massas de água com vista a alcançar o bom estado até 2015. – Assegurar o cumprimento das normas de qualidade da água estipuladas na legislação pertinente. – Prevenir a deterioração e assegurar a protecção, melhoramento e recuperação dos solos, especialmente dos solos com maior produtividade agrícola, através do controlo da erosão,

METAS

da recuperação dos solos contaminados por más práticas agrícolas, do condicionamento das áreas de expansão urbana e das áreas para a implantação de infra-estruturas viárias e de serviços.

- Promover o desenvolvimento sustentável da floresta na perspectiva do uso múltiplo, privilegiando as actividades com maior valor acrescentado, tendo em atenção a conservação da natureza e da biodiversidade e a redução da vulnerabilidade a incêndios florestais (eliminar incêndios com áreas superiores a 500 ha até 2012); 960 ha de áreas com certificação de gestão florestal).
- Aumentar a SAU afecta ao Modo de Produção Biológico (20% até 2013), ao Modo de Produção Integrado (40% até 2013).
- Sustentar o declínio da biodiversidade e da erosão da diversidade genética até 2010.
- Aumentar em 10% dos sistemas agro-florestais com elevado interesse ambiental até 2015.
- Garantir o equilíbrio dos ciclos da água e dos nutrientes e a existência de corredores ecológicos, uma vez que estes beneficiam a biodiversidade, permitindo o acesso de plantas e animais a mais recursos.
- Promover a utilização de equipamentos mecânicos para separação da fase sólida da fase líquida dos efluentes pecuários (40 unidades de produção até 2013).
- Recolha e concentração dos materiais plásticos relativos ao processo produtivo agrícola, produtos fitofarmacêuticos, pneus e óleos (80% das unidades de produção até 2013).
- Promover as pastagens com a presença de plantas da família das Leguminosas como uma das soluções para a diminuição da contaminação dos recursos hídricos por nitratos. A importância das leguminosas nas pastagens e, também, nas forragens, relaciona-se com a sua capacidade para estabelecerem relações de simbiose com bactérias fixadoras de azoto do género rizóbio, visíveis nos nódulos das suas raízes (500 ha até 2013).
- Promover novas estratégias alimentares alternativas ou complementares para a redução dos impactos ambientais negativos da produção animal. A produção animal contribui para a acumulação de azoto no solo e na água, uma vez que muito do azoto consumido, sob a forma de proteína dos alimentos, é excretado pelos animais. Torna-se, assim, importante que aja uma adequada gestão da alimentação dos animais, para que o azoto presente nos alimentos seja utilizado de uma forma eficaz, minimizando as perdas para o exterior.

METAS
<ul style="list-style-type: none"> – Assegurar apoio aos agricultores no âmbito das técnicas preconizadas pelo Projecto AGRO 35, no que diz respeito à fertilização azotada e à condução de rega (400 agricultores até 2013), bem como promover acções de formação para técnicos e agricultores que visem estas técnicas.

5.3 Melhoria da qualidade de vida nas zonas rurais

A zona de estudo apresenta uma frágil sustentabilidade económica e social. No entanto, à semelhança do território nacional é uma região de oportunidades que pode e deve continuar a ser a base para a fixação de actividades económicas portadoras de riqueza, quer pelo seu atractivo como local para viver e trabalhar, quer, ainda, pelo papel que têm na preservação dos recursos naturais e paisagens de grande valor (MADRP, 2006).

Para responder a este objectivo seleccionou-se a seguinte prioridade estratégica (MADRP, 2006):

Quadro 5.5 – Prioridades estratégicas para o objectivo *Melhoria da Qualidade de Vida nas Zonas Rurais*.

PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	VECTORES ESTRATÉGICOS
Melhoria da atractividade das zonas rurais	<ul style="list-style-type: none"> (1) Promover a melhoria das condições de vida das populações rurais. (2) Promover a diversificação da economia rural e da criação de oportunidades de emprego. (3) Promover a conservação, modernização e a valorização do património rural e natural. (4) Promover a implementação de serviços básicos para a população rural. (5) Apoiar a criação e o desenvolvimento de micro-empresas, bem como apoiar as actividades turísticas, de modo a contribuir para um desenvolvimento sustentável.

Quadro 5.6 – Metas a atingir relativamente ao objectivo *Melhoria da Qualidade de Vida nas Zonas Rurais*.

METAS
<ul style="list-style-type: none">– Recuperar valores patrimoniais tradicionais materiais e imateriais que possam beneficiar a população rural pelo uso directo ou pelo valor de atractividade que possam gerar no exterior.– Promover a criação e o desenvolvimento de micro-empresas até 2013.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final deste trabalho salientam-se alguns aspectos importantes como a presença de contaminação por nitratos na zona de monitorização da qualidade da água subterrânea, o que pode induzir ao aparecimento de vários problemas, incluindo o excessivo vigor vegetativo e os atrasos de maturação das culturas provocados pelo excesso de azoto na água de rega, bem como a presença de contaminação de nitratos em três cursos de água superficial secundários da zona de estudo. Salienta-se, no entanto, que o facto destes cursos de água secundários encontrarem-se potencialmente mais poluídos que o curso de água principal, o Rio Cávado, pode estar associado à sua menor dimensão bem como à sua menor área de drenagem e caudal. Em consequência, estes cursos de água secundários de carácter permanente, têm uma menor capacidade de diluição favorecendo a concentração dos agentes poluidores, estando assim, mais vulneráveis à contaminação por nitratos.

Assim, a qualidade das águas subterrâneas da zona de estudo está longe do que a Lei da Água considera como um “bom estado químico das águas subterrâneas”, permitindo apontar como principais focos de poluição: o uso abusivo de adubos azotados e a aplicação de estrumes e chorumes sem qualquer tratamento prévio devido ao sistema de produção actual. Além disso, a proximidade do nível freático à zona radicular, a elevada permeabilidade dos solos e a utilização intensiva de adubos constituem factores de grande vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas, com nitratos de origem agrícola. Quanto à qualidade das águas superficiais verificou-se, com os dados disponíveis para a realização deste estudo, que o Rio Cávado apresentava, segundo o conceito de “bom estado químico das águas superficiais” e o anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março que complementa a transposição da DQA, uma qualidade excelente para o parâmetro nitratos, uma vez que a maioria dos pontos críticos anuais encontrados encontravam-se dentro dos valores normalmente associados às condições não perturbadas. O mesmo já não se pode referir para os cursos de água superficial secundários, uma vez que estes estão longe do que a Lei da água pode considerar um “bom estado químico das águas superficiais”.

Considerando, então, que os principais focos de poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola são o uso abusivo de adubos azotados e a aplicação de estrumes e chorumes sem qualquer tratamento prévio, através dos indicadores consumo/utilização de fertilizantes azotados comerciais, encabeçamento bovino e produção de efluentes pecuários demonstrou-se para a zona de estudo que, em termos quantitativos,

consomem-se anualmente entre 530 a 630 kg/ha de fertilizantes azotados, o encabeçamento bovino é superior a 2,8 CN/ha em quatro das seis freguesias da zona de estudo e, que se verifica um aumento exponencial a partir de 1994/1995 relativamente à produção de efluentes bem como a sua aplicação no solo. Estes problemas encontram-se, associados à intensificação da produção hortícola e forrageira, pela acumulação de ciclos, sem que as exportações correspondam às quantidades aplicadas, à diminuição da área agrícola utilizada, contribuindo para o aumento do número de animais por hectare de superfície e à implementação da PAC na década de 90, que influenciou a intensificação da agricultura não tendo como base a condição sustentabilidade, o que conduziu ao aparecimento de factores de pressão sobre as zonas rurais contribuindo, deste modo, à sua vulnerabilidade à poluição do solo, do ar e, principalmente, das águas superficiais e subterrâneas.

Verifica-se, notoriamente, que as freguesias de Fão e Apúlia são orientadas para o sector de actividade hortícola e que as freguesias Fonte Boa, Gandra, Rio Tinto e Gemeses para o sector de actividade pecuário, demonstrado por vários indicadores nomeadamente, pelos indicadores efectivo bovino e concentração bovina.

Face a esta realidade é prioritário que se implemente uma estratégia de desenvolvimento local no sector agrícola da zona de estudo, consolidada na sustentabilidade a nível ambiental e económico, baseada em documentos estratégicos como o PNDR.

Assim, tendo em consideração os problemas existentes, como a má gestão dos efluentes pecuários, o uso abusivo dos fertilizantes azotados, o elevado encabeçamento bovino e a contaminação das águas subterrâneas por nitratos de origem agrícola pretende-se com esta estratégia beneficiar os empresários locais através de apoios à implantação de boas práticas, à adopção de modos de produção sustentáveis nomeadamente, o modo de produção biológico e modo de produção integrado, bem como utilizar técnicas da agricultura de conservação e de precisão, ao aproveitamento da biomassa florestal, na óptica da defesa da floresta contra incêndios, e dos resíduos da pecuária, tendo como principal vantagem a produção de energia, a criação e a aquisição de infra-estruturas que permitam uma melhor eficiência de água.

Salienta-se, no entanto, que esta estratégia de desenvolvimento local não tem como base apenas o conceito ambiental, pois este não pode estar dissociado dos factores socio-económico. Deste modo, pretende-se com esta estratégia que os jovens agricultores invistam na inovação, criando projectos de carácter inovador, que sejam competitivos, proporcionando-lhes apoio à sua

formação profissional, à sua instalação como jovens agricultores e criando condições e serviços básicos para a sua fixação na região.

Conclui-se, então, que só conciliando os factores económico, social e ambiental se conseguirá caminhar para uma agricultura mais sustentável e que preserve e proteja os seus recursos rurais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AC, 2006. Águas do Cavado. Grupo Águas de Portugal. Site disponível: AC, URL: <http://www.aguas-cavado.pt/>. Consultado em 08 de Ago. 2006.
- AEA, 1994. *O Relatório Dobris - Síntese*. Site disponível: AEA, URL: <http://reports.pt.eea.eu.int/92-827-5122-8/pt/page001.html>. Consultado em 12 Mar. 2006.
- AEA, 1998. *O Ambiente na Europa: Segunda Avaliação*. Site disponível: AEA, URL: http://reports.pt.eea.eu.int/92-828-3351-8/pt/2ndassmnt_pt.pdf. Consultado em 12 Mar. 2006.
- AEA, 1998. *O Ambiente na Europa: Segunda Avaliação – Breve síntese*. Site disponível: AEA, URL: <http://reports.pt.eea.eu.int/92-9167-087-1/pt/page001.html>. Consultado em 12 Mar. 2006.
- AEA, 2000. *Recursos hídricos na Europa: uma utilização sustentável? – Situação, perspectivas e questões*. Site disponível: AEA, URL: http://reports.pt.eea.eu.int/water_assmnt07/pt/water_assmnt07_pt.pdf. Consultado em 18 Mar. 2006.
- AEA, 2003. *Recursos hídricos na Europa: uma avaliação baseada em indicadores - Síntese*. Site disponível: AEA, URL: http://reports.pt.eea.eu.int/report_2003_0617_150910/pt/PT_WIR_WWW.pdf. Consultado em 01 Abr. 2006.
- AEA, 2003. *Europe's water: An indicator-based assessment*. Site disponível: AEA, URL: http://reports.eea.eu.int/topic_report_2003_1/en/Topic_12003_web.pdf. Consultado em 03 Mar. 2005.
- AEA, 2004. *Sinais Ambientais 2004*. Site disponível: AEA, URL: http://reports.pt.eea.eu.int/signals-2004/pt/PT_Signals_web.pdf. Consultado em 04 Abr. 2006.
- Addiscott, T. M., Whitmore, A. P. and Powlson, D. S., 1991. *Farming. Fertilizers and the Nitrate Problem*. CAB International, Oxon, UK, 31-43.

- Aguiar, A. *et al.*, 2005. *Produção Integrada. Agricultura e Ambiente* Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 104 pp.
- Agostinho, J., 2002. Minimização dos Riscos de Poluição com Nitratos no Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde. *O Minho, a Terra e o Homem*, 46, 4-6.
- Agostinho, J. *et al.*, 2005. *Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde*. Relatório Final do Projecto AGRO 35, Parte I, 151 pp.
- Agostinho, J. *et al.*, 2005. *Aplicação de Práticas Agrícolas para Redução da Lixiviação de Nitratos na Zona Vulnerável do Aquífero Livre de Esposende e Vila de Conde*. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima. Relatório Final do Projecto AGRO 35, Parte IIa, 285 pp.
- Barbosa, B., 2006. *Boa Gestão da Agricultura Convencional e a Agricultura Biológica como soluções para os Nitratos*. Relatório de Projecto Individual, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 62 pp.
- Brito, L. M., 2002. Sintomas de deficiências de nutrientes. *Introdução à Nutrição Vegetal*. ESAPL, pp 30.
- CAE, 2005. *Registo de vendas de fertilizantes*. Cooperativa Agrícola de Esposende.
- Calouro, F., 2005. *Actividades Agrícolas e Ambiente*. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 96 pp.
- CE, 1991. Directiva do Conselho de 12 de Dezembro de 1991 relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (91/676/CE). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* vol. 34, n.º L375/3.
- CE, 1996. Proposta de Decisão do Parlamento Europeu e do Conselho relativa a um programa de acção para a protecção e a gestão integrada das águas subterrâneas (96/C355/01). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, n.º 355.
- CE, 1998. Resolução sobre o relatório da Comissão relativo à aplicação da Directiva do Conselho 91/676/CEE relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola e sobre as medidas tomadas nos termos da Directiva do Conselho 91/676/CEE relativa à protecção das águas contra a poluição causada por

- nitratos de origem agrícola – Síntese dos relatórios enviados pelos Estados-membros à Comissão. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, n.º C341/35.
- CE, 2000. Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água (2000/60/CE). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, n.º L327/1.
- CE, 2002. *A água é vida. Directiva-quadro da Água*. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias.
- CE, 2003. *Aplicação da Directiva 91/676/CEE do Conselho relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola*. Site disponível: UE, URL: http://europe.eu.int/comm/environment/water/water-nitrates/91_676_eec_pt.pdf. Consultado em 14 Mar. 2006.
- CE, 2003. *Agricultura e Ambiente*. Direcção Geral da Agricultura. Editor Eugene Leguen de Lacroix, 12 pp.
- CE, 2005. Regulamento do Conselho de 20 de Setembro de 2005, relativo ao apoio ao desenvolvimento rural pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) (1698/2005). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, n.º L277/1.
- CEE, 1980. Directiva do Conselho de 15 de Julho de 1980 relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (80/778/CEE). *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* vol. 23, n.º L229/11-29 (30.8.80).
- Chilvers, C. Inskip, H., and Caygill, C., 1984. A survey of dietary nitrate in well-water users. *International Journal of Epidemiology*, 13, 324-331.
- CNEL, 2006. *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável*. Site disponível: ENDS, URL: <http://www.desenvolvimentosustentavel.pt/>. Consultado em 06 Set. 2006
- CONFAGRI, 2004. *Contaminação das Águas e Solos por Nitratos*. Site disponível: CONFAGRI, URL: <http://www.confagri.pt/>. Consultado em 12 Mar. 2006.
- Cunha, A., 1996. O alargamento da união e o futuro da PAC. *A Agricultura Europeia na Encruzilhada*. Asa Editores II, 89-108.
- Cunha, M. J. et al., 2005. *Tecnologias Limpas em Agro-Pecuária*. *Agricultura e Ambiente* Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 104 pp.

- Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro. Protecção das águas contra a poluição causado por nitratos de origem agrícola. *Diário da República* n.º 203, I série-A, de 3 de Setembro de 1997, 4640-4644.
- Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto. Normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. *Diário da República* n.º 176, I série-A, de 1 de Agosto de 1998, 3676-3722.
- Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de Março. Protecção das águas contra a poluição causado por nitratos de origem agrícola. *Diário da República* n.º 59, I série-A, de 11 de Março de 1999, 1372-1373.
- Decreto-Lei n.º 243/2001, de 05 de Setembro. Normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano. *Diário da República* n.º 206, I série-A, de 05 de Setembro de 2001, 5754-5765.
- Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de Março. Complementa a transposição da Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água, em desenvolvimento do regime fixado na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro. *Diário da República* n.º 64, I série-A, de 30 de Março de 2006, 2331-2354.
- DGA, 2000. *Proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Amadora. Direcção Geral do Ambiente, 224 pp.
- DGF, 2001. *Inventário Florestal Nacional, Portugal Continental. 3.ª Revisão, 1995-1998. Relatório Final*. Direcção Geral das Florestas, Lisboa.
- DGV, 1999. *Registo de Existências e Deslocações de Bovinos*. Direcção Geral de Veterinária, Lisboa.
- Díaz, R. M. J. e Espinosa, J. L., 1998. *Agricultura Sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, 616 pp.
- DIGIDELTA, 2006. *Programa Informático de Saúde Animal - Versão 2.0.4*. Digidelta Leiria – Análise e Programação, Lda.

- DRAEDM, 1999. *Código das boas práticas agrícolas para a protecção da água*. Braga. Edição do autor, 70 pp.
- DRAEDM, 2005. *Proposta de Regulamentação. Normas técnicas para a valorização agrícola de efluentes das explorações leiteiras*. Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho, 8 pp.
- ECAF, 2001. *Agricultura de Conservação na Europa: Aspectos Ambientais, Económicos e Políticos da EU*. Évora. Federação Europeia de Agricultura de Conservação, 16 pp.
- EM, 2005. *Rede de Água*. Site disponível: Esposende Ambiente, EM, URL: <http://www.esposendeambiente.pt/>. Consultado em 16 Ago. 2006.
- ESAPL, 2005. Carta de ocupação do solo. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.
- Fernandes, C. P. S., 2004. *Caracterização da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do concelho de Esposende*. Relatório Final de Curso, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Portugal, 142 pp.
- Fraser, P., Chilvers, C., 1981. Health aspects of nitrate in drinking water. *Sci. Total Environ*, 28, 103-116.
- Gardê, A. e Gardê, N., 1988. *Culturas Hortícolas*. 4.^a Ed., Clássica Editora, 469 pp.
- IA, 2003. *Programa Nacional para as Alterações Climáticas. Medidas Adicionais – Sector da Agricultura e Pecuária para Discussão Pública*. Site disponível: IA, URL: <http://www.iambiente.pt/>. Consultado a 10 Set. 2006.
- IDRHa, 2005. *Mapa da Zona Vulnerável n.º 1 do Aquífero Livre entre Esposende e Vila de Conde*. Lisboa. Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica.
- IDRHa, 2006. *Identificação de sistemas aquíferos*. Site disponível: IDRHa, URL: <http://www.idrha.min-agricultura.pt/hidrologia/aquiferos/index.htm>. Consultado em 08 Abr. 2006.
- IM, 2006. *Climatologia. Variabilidade da precipitação em Portugal Continental*. Site disponível: IM, URL: http://web.meteo.pt/pt/clima/clima_varclim2.html. Consultado em 29 Mai. 2006.

- Inácio, M. A., Leandro, E., Maia, J. M. A. e Teixeira, J. J., 2002. Zonas Vulneráveis. *O Minho, a Terra e o Homem*, 46, 1-3.
- INAG, 2000. *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Cavado – 1.ª Fase*. Vol. III. Lisboa. Instituto da Água, 77 pp.
- INAG, 2001. *Plano Nacional da Água*. Vol. I. Lisboa. Instituto da Água, 542 pp.
- INE, 2002. *Recenseamento Geral da População. Censos 2001*. Site disponível: INE, URL: http://www.ine.pt/prodserv/censos/index_censos.htm. Consultado em 16 Set. 2006.
- INE, 2003. *Recenseamento Geral de Agricultura 1999*. Site disponível: INE, URL: http://www.ine.pt/prodserv/Rga/index_rga.asp. Consultado em 15 Abr. 2006.
- INE, 2005. *Retratos territoriais por freguesias do concelho de Esposende*. Site disponível: INE (Última actualização: 23 de Julho de 2004), URL: <http://www.ine.pt>. Consultado em 20 Abr. 2006.
- Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro. Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. *Diário da República* n.º 249, I série-A, de 29 de Dezembro de 2005, 7280-7310.
- MADRP, 1997. *Código de Boas Práticas Agrícolas – Para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola*. Lisboa. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 99 pp.
- MADRP, 2004. *Relações Agricultura/Floresta e Ambiente. Indicadores. Plano de Acção 2000 - 2002*. Lisboa. Gabinete de Planeamento e Política Agro-Alimentar. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 185 pp.
- MADRP, 2006. *Plano Estratégico Nacional. Desenvolvimento Rural 2007-2013*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 57 pp.
- MADRP/MCOTA, 2002. *Acção 3.A.1.33 – Ordenamento e Gestão das Instalações pecuárias. Grupo de Trabalho Agro-Ambiental*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento

- Rural e das Pescas/ Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 170 pp.
- MAOTDR, 2005. *Lei da Água*. Site disponível: MAOTDR (Última actualização: 29 Set. 2005), URL: <http://www.maotdr.gov.pt/MAOTDR/INICIATIVAS/INICIATIVA1.htm>. Consultado em 13 Ago. 2006.
- MAOT/MADRP, 2000. *Poluição provocada por nitratos de origem agrícola – Directiva 91/676/CEE – Relatório 1996-1999*. Lisboa. Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território/ Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 48 pp.
- Moreira, N., 2000. Métodos de Agricultura alternativos mais “amigos” do ambiente. *Jornadas “Código das Boas Práticas Agrícolas” - Comunicações*. Auditório IDITE Minho, 2 a 5 e de 8 a 9 de Maio.
- Neto, M. C. et al., 2005. *Tecnologias de Informação e Comunicação e a Agricultura. Valorização das explorações agrícolas*. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 104 pp.
- OCDE, 2001. *Indicateurs Environnementaux pour l’Agriculture. Méthodes et Résultats*. Volume 3. Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económicos.
- O’ Riordan, T. and Bentham, G., 1993. *The politics of nitrate in the UK*. In *Nitrate: Processes, Patterns and Management*. T. P. Burt, A. L., Heathwaite and S. T. Trudgill (eds.), John Wiley and Sons, Chichester, UK, 403-416.
- Pereira, A. B. e Almeida, N. F., 2005. *Genética, Biotecnologia e Agricultura. Valorização das explorações agrícolas*. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 96 pp.
- Portaria n.º 1037/97, de 1 de Outubro. Identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola, das águas susceptíveis de o virem a ser e das áreas que drenam para aquelas águas, designadas por «zonas vulneráveis». *Diário da República* n.º 227, I série-B, de 1 de Outubro de 1997, 5380-5381.
- Portaria n.º 546/98 de 18 de Agosto. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 1, constituída pelo aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde. *Diário da República* n.º 189, I série-B, de 18 de Agosto de 1998, 4080-4082.

Portaria n.º 1092/2000, 16 de Novembro. Aprovação do Regulamento de Aplicação da Acção 8.1: Desenvolvimento Experimental e Demonstração da medida n.º 8 do Programa Operacional de Agricultura e Desenvolvimento Rural. *Diário da República* n.º 265, I série-B, de 16 de Novembro de 2000, 6532-6534.

Portaria n.º 704/2001, de 11 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 3, constituída pelo área de protecção do aquífero miocénico e jurássico da campina de Faro. *Diário da República* n.º 159, I série-B, de 11 de Julho de 2001, 4183-4186.

Portaria n.º 705/2001, de 11 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 2, constituída pela área de protecção do aquífero quaternário de Aveiro. *Diário da República* n.º 159, I série-B, de 11 de Julho de 2001, 4189-4190.

Portaria n.º 706/2001, de 11 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 1, constituída pelo aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde. *Diário da República* n.º 159, I série-B, de 11 de Julho de 2001, 4190-4193.

Portaria n.º 258/2003, de 19 de Março. Identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola, das águas susceptíveis de o virem a ser e das áreas que drenam para aquelas águas, designadas por «zonas vulneráveis». *Diário da República* n.º 66, I série-B, de 19 de Março de 2003, 1866-1868.

Portaria n.º 556/2003 de 12 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 1, constituída pelo aquífero livre entre Esposende e Vila do Conde. *Diário da República* n.º 159, I série-B, de 12 de Julho de 2003, 3998-4001.

Portaria n.º 557/2003 de 14 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 2, constituída pela área de protecção do aquífero quaternário de Aveiro. *Diário da República* n.º 160, I série-B, de 14 de Julho de 2003, 4004-4007.

Portaria n.º 591/2003 de 18 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 3, Zona Vulnerável de Faro. *Diário da República* n.º 164, I série-B, de 18 de Julho de 2003, 4190-4195.

Portaria n.º 617/2003 de 22 de Julho. Programa de acção para a zona vulnerável n.º 4, Zona Vulnerável de Mira. *Diário da República* n.º 167, I série-B, de 22 de Julho de 2003, 4293-4297.

Portaria n.º 1100/2004, de 3 de Setembro. Identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola, das águas susceptíveis de o virem a ser e das áreas que drenam para aquelas águas, designadas por «zonas vulneráveis». *Diário da República* n.º 208, I série-B, de 3 de Setembro de 2004, 5909-5911.

Portaria n.º 833/2005, de 16 de Setembro. Identificação das águas poluídas por nitratos de origem agrícola, das águas susceptíveis de o virem a ser e das áreas que drenam para aquelas águas, designadas por «zonas vulneráveis». *Diário da República* n.º 179, I série-B, de 16 de Setembro de 2005, 5589-5590.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de Agosto. Aprova o Programa Nacional para as Alterações Climáticas de 2006 (PNAC 2006) e revoga a Resolução do Conselho de Ministros n.º 119/2004, de 31 de Julho. *Diário da República* n.º 162, I série, de 23 de Agosto de 2006, 6042-6056.

RGA, 1999. Recenseamento Geral da Agricultura. Site disponível: INE, URL: www.ine.pt. Consultado em 15 de Agos 2006.

Santos, J. Q., 1995. *Fertilização e Poluição*. 2ª Ed., Publicações Europa-América, 192 pp.

Santos, J. Q., 1996. *Fertilização – Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos*. 2ª Ed., Publicações Europa-América, 441 pp.

Sequeira, E. M., 1997. *O Ambiente e a Agricultura*. Site disponível: STE (Última actualização: 12 Jun. 1997), URL: <http://www.ste.pt/a970704.html>. Consultado em 15 Out. 2002.

Silva, P. F. S., 2005. *Análise da Quantidade de Azoto em Excesso em Solos Agrícolas na Zona Vulnerável n.º 1 e na Zona Não Vulnerável*. Relatório de Projecto Individual, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 54 pp.

SNIRH, 2006. *Sistemas aquíferos*. Site disponível: SNIRH, URL: <http://snirh.inag.pt/>. Consultado em 19 Mai. 2006

Soveral-Dias, J.C., 1999. *A gestão do azoto nos ecossistemas agrícolas. Contribuição para o seu estudo*. Lisboa. Instituto Nacional de Investigação Agrária.

Stigter, T. Y., 2005. *Integrated Analysis of Hydrogeochemistry and Assessment of Groundwater Contamination Induced by Agricultural Practices*. Tese de

Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Portugal, 195 pp.

Trigueiros, J. J. *et al.*, 2005. *Conceitos e Práticas em Modernas Explorações Agrícolas. Valorização das explorações agrícolas*. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto, 92 pp.

Vale, B. C., 2005. *Efeitos Prejudiciais na Saúde Humana Derivados por Ingestão de Nitratos na Zona Vulnerável n.º 1 (Freguesias: Apúlia, Fão) e na Zona Não Vulnerável (Freguesias: Fonte Boa, Gandra, Gemeses, Rio Tinto)*. Relatório de Projecto Individual, Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 68 pp.

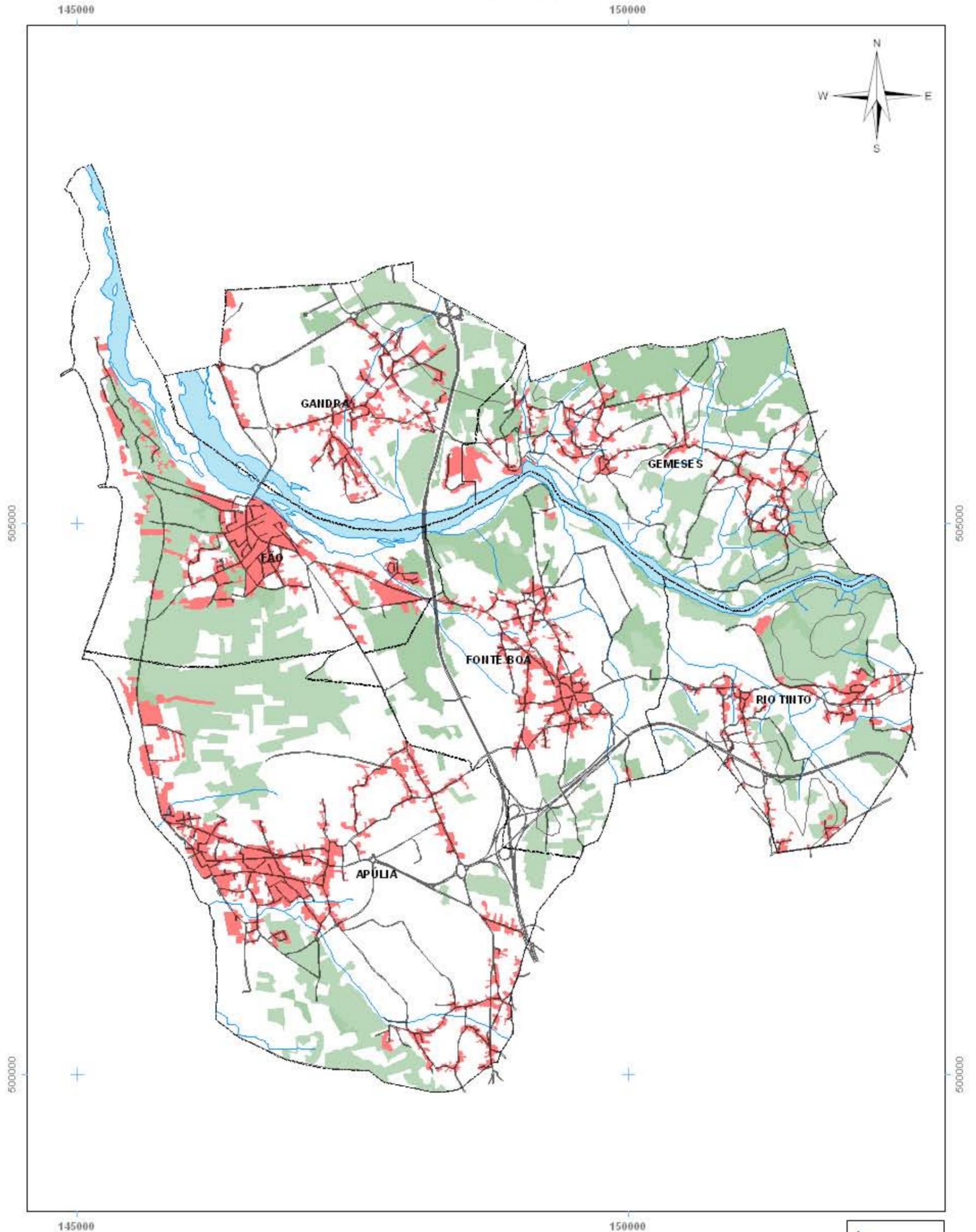
Vasconcelos, L. M. P., 2005. *Caracterização e valorização dos efluentes das explorações bovinas do concelho de Esposende*. Relatório Final de Curso, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Portugal, 47 pp.

WHO, 2004. *Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality, Nitrates and nitrites in drinking water, Draft for review and comments*. Site disponível: WHO, URL: www.who.int/water_sanitation_health/dwg/chemicals/rnitrates/en/. Consultado em 15 Abr. 2006.

ANEXOS

Anexo A1 – Carta Topográfica da Zona de Estudo

Carta Topográfica



Legenda:

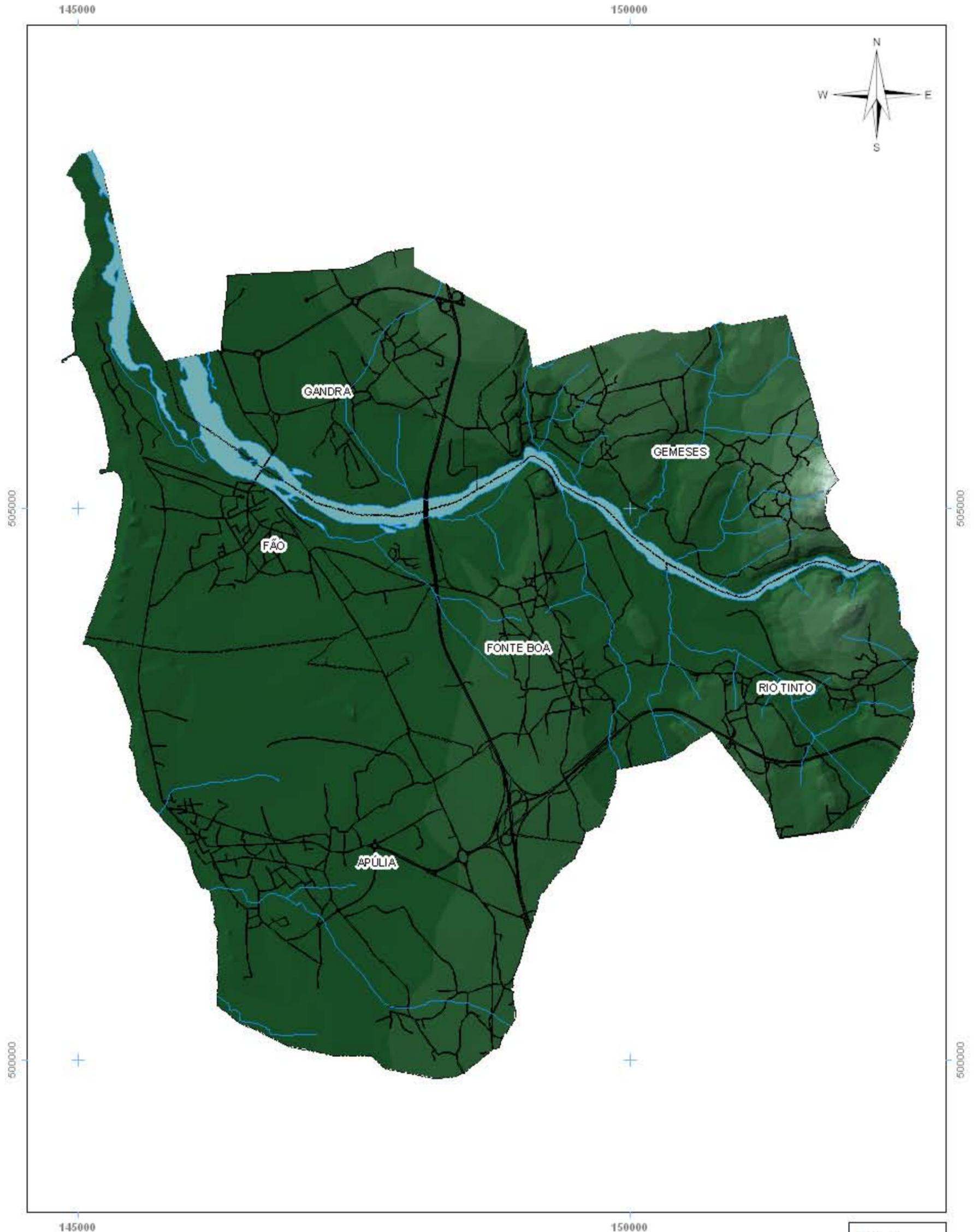
- | | |
|---|--|
|  Rede viária |  Área Florestal |
|  Limites de Freguesias |  Área Urbana |
|  Linhas de Água | |
|  Rio Cávado | |

Anexo:
A1
Fonte: própria

1:35000
0 1.000 2.000 4.000 Metros
Projeção Gauss - Elipsoide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A2 – Carta Altimétrica da Zona de Estudo

Carta Altimétrica



Legenda:

- Rede viária
- Limites de Freguesias
- Linhas de Água
- Rio Cávado

Modelo Digital de Elevação

Elevação (m)

Anexo:

A2

Fonte: própria

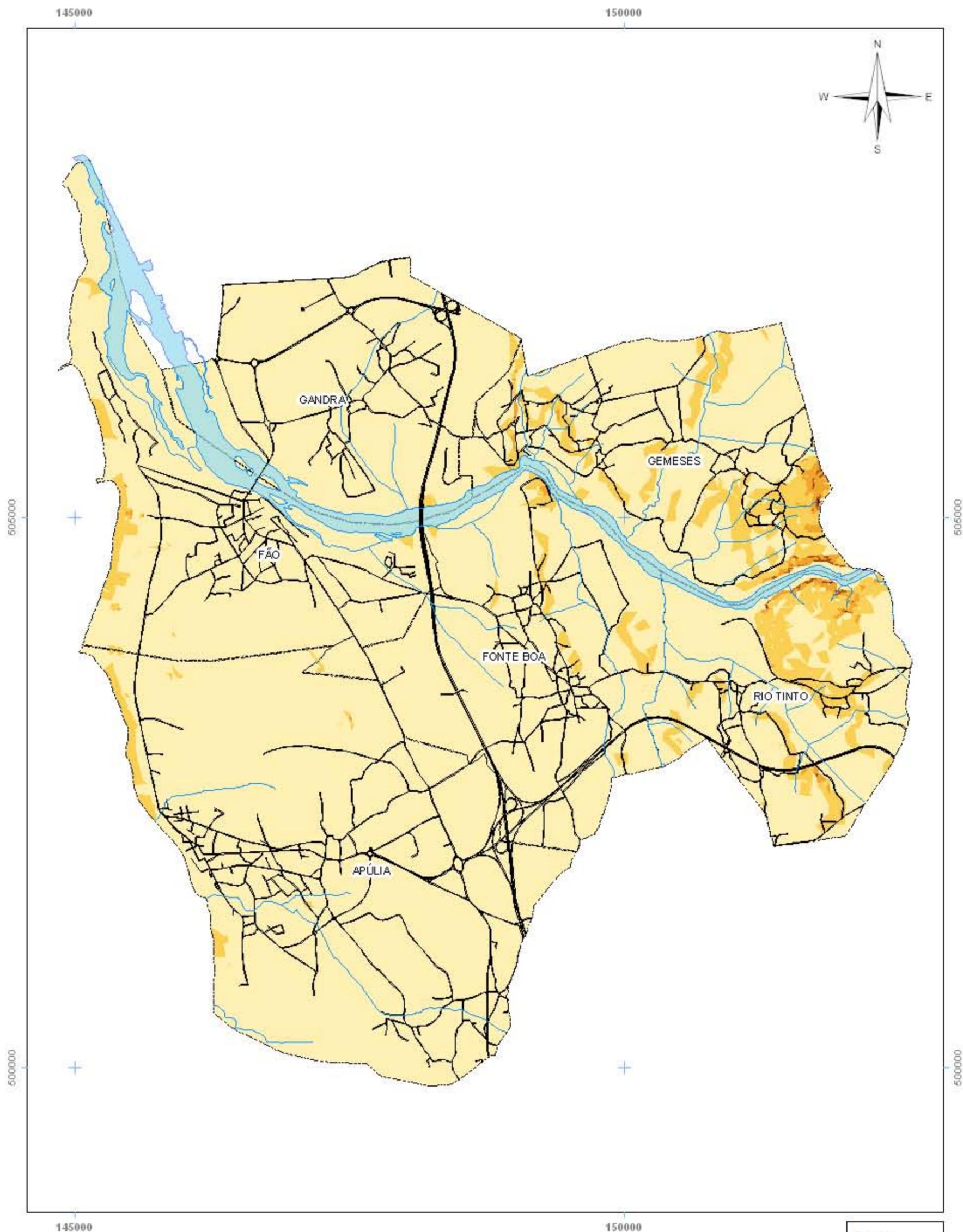
1:35000

0 1.000 2.000 4.000 Metros

Projeção Gauss - Elipsóide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A3 – Carta de Declives da Zona de Estudo

Carta de Declives



Legenda:

-  Rede viária
-  Limites de Freguesias
-  Linhas de Água
-  Rio Cávado

Classes de Declives

-  Plano
-  0 - 5 %
-  5 - 15 %
-  15 - 25 %
-  25 - 40 %
-  > 40 %

Anexo:

A3

Fonte: própria

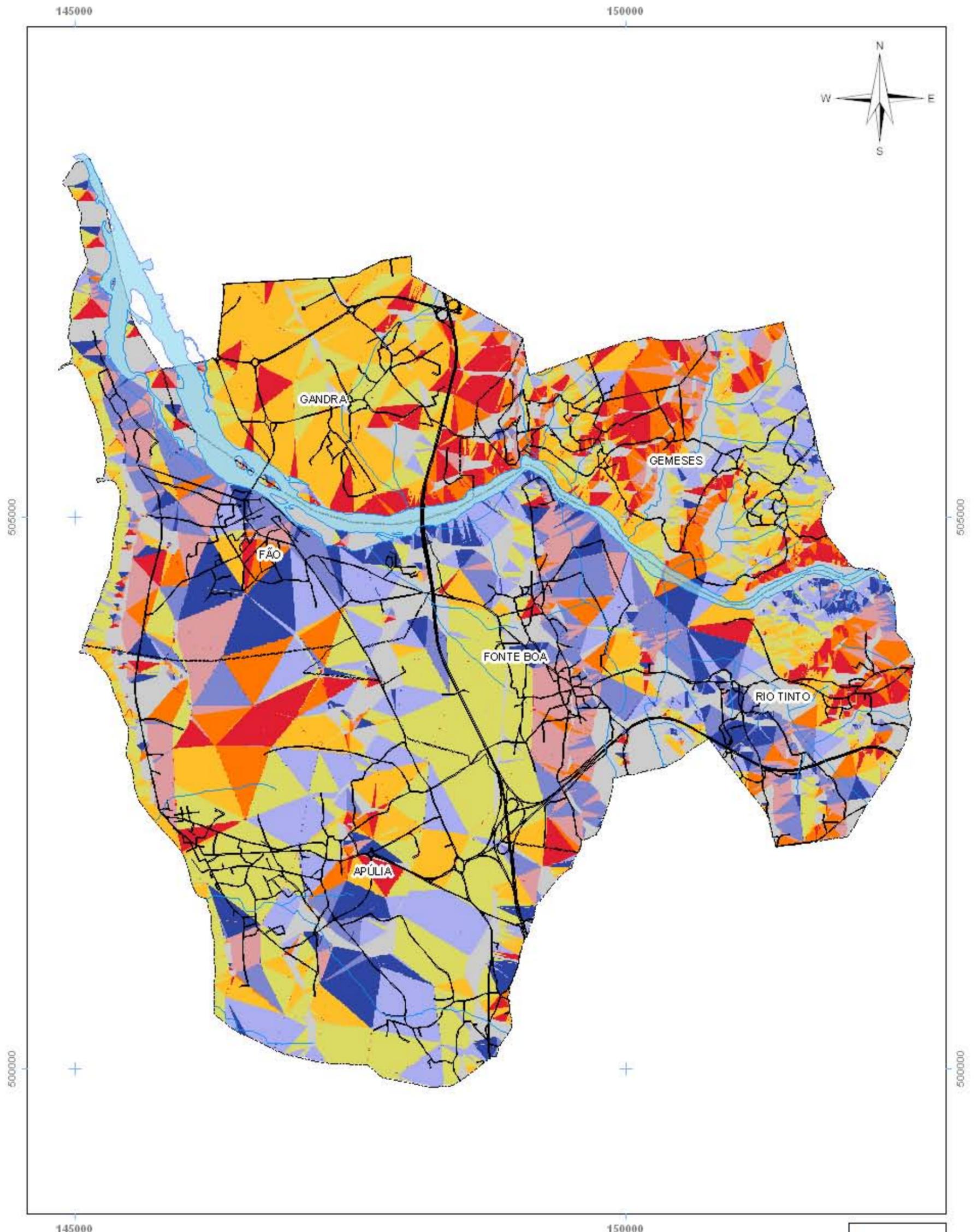
1:35000

0 1.000 2.000 4.000 Metros

Projeção Gauss - Elipsóide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A4 – Carta de Exposições Solares da Zona de Estudo

Carta de Exposições Solares



Legenda:

- Rede viária
- Limites de Freguesias
- Linhas de Água
- Rio Cávado

Exposições solares

- | | |
|----------|----------|
| Plano | Sul |
| Norte | Sudoeste |
| Nordeste | Oeste |
| Este | Noroeste |
| Sudeste | |

Anexo:
A4
Fonte: própria

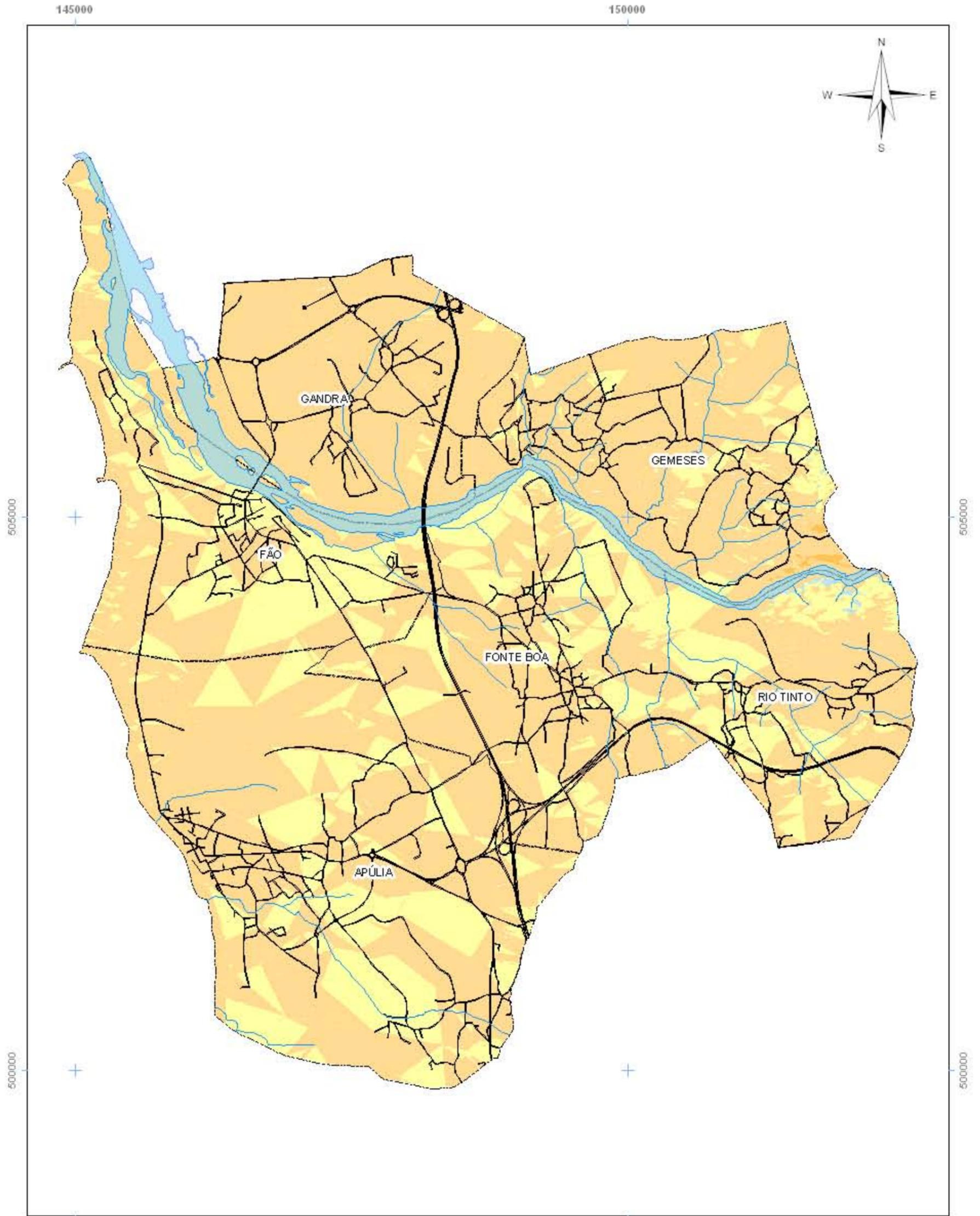
1:35000

0 1.000 2.000 4.000 Metros

Projeção Gauss - Elipsóide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A5 – Carta de Insolação da Zona de Estudo

Carta de Insolação



Legenda:

- Rede viária
- Limites de Freguesias
- Linhas de Água
- Rio Cávado

Índice de Insolação

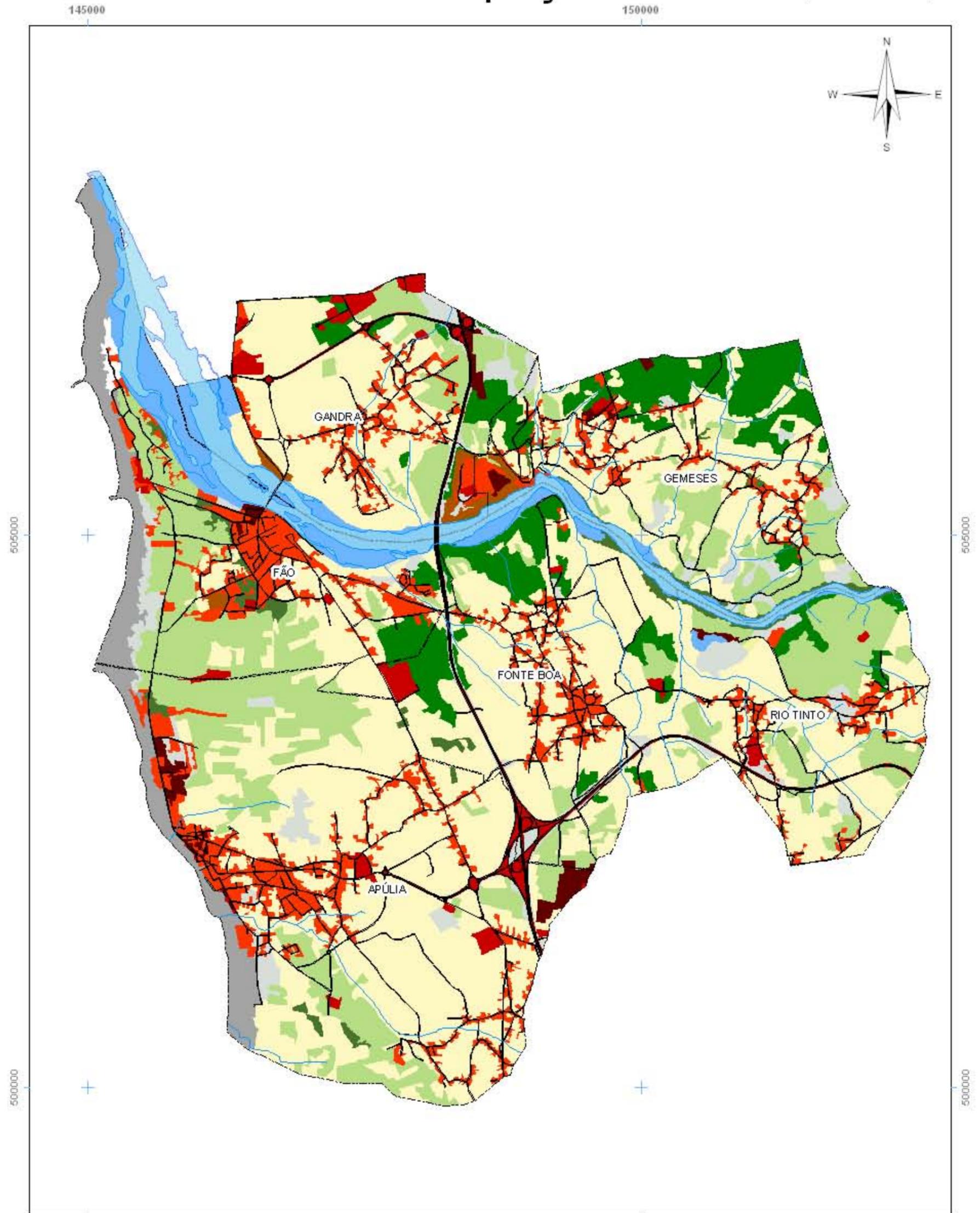
- muito alta
- alta
- média
- baixa
- muito baixa

Anexo:
A5
Fonte: própria

1:35000
0 1.000 2.000 4.000 Metros
Projeção Gauss - Elipsóide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A6 – Carta de Ocupação do Solo da Zona de Estudo (Ano 2000)

Carta de Ocupação do Solo (Ano 2000)



Legenda:

-  Rede viária
-  Limites de Freguesias
-  Linhas de Água
-  Rio Cávado

- | | |
|---|--|
| ÁREAS AGRÍCOLAS | SUPERFÍCIES COM ÁGUA |
|  Pomar |  Zonas de água |
|  Culturas anuais | MEIOS SEMI-NATURAIS |
|  Vinha |  Ocupação arbustiva e herbácea |
| ÁREAS FLORESTAIS |  Espaços sem ou com pouca vegetação |
|  Folhosas | ÁREAS URBANAS |
|  Eucalipto |  Espaço urbano |
|  Outras folhosas |  Infraestruturas e equipamentos |
|  Resinosas |  Improdutivos |
|  Pinheiro bravo |  Espaços verdes artificiais |

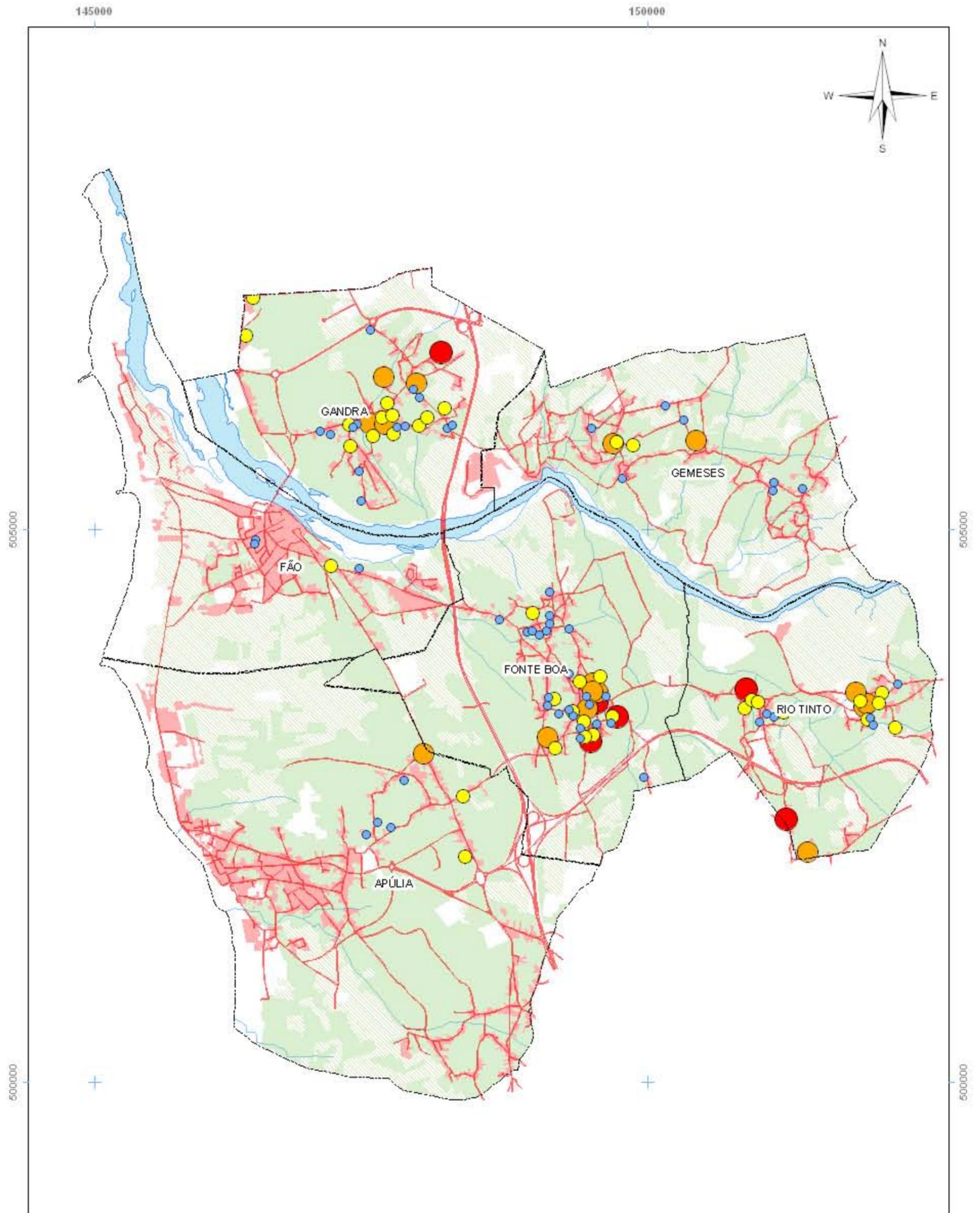
Anexo:
A6
Fonte: ESAPL

1:35000

0 750 1.500 3.000 Metros
Projeção Gauss - Elipsóide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

Anexo A7 – Localização das Explorações Bovinas Leiteiras na Zona de Estudo

Localização das Explorações Bovinas Leiteiras



Legenda:

- Limites de Freguesias
- Linhas de Água
- Rio Cávado
- Áreas agrícolas
- Áreas urbanas
- Áreas florestais

N.º de animais por exploração

- 15 - 30 animais
- 31 - 60 animais
- 61 - 100 animais
- > 100 animais

Anexo:
A7
Fonte: própria

1:35000

0 1.000 2.000 4.000 Metros

Projeção Gauss - Elipsoide Internacional - Datum Lisboa
Coordenadas Militares

**Anexo A8 – Evolução da Ocupação do Solo na Freguesia de Fão, entre os períodos
1990 e 2002**

ANEXO A8

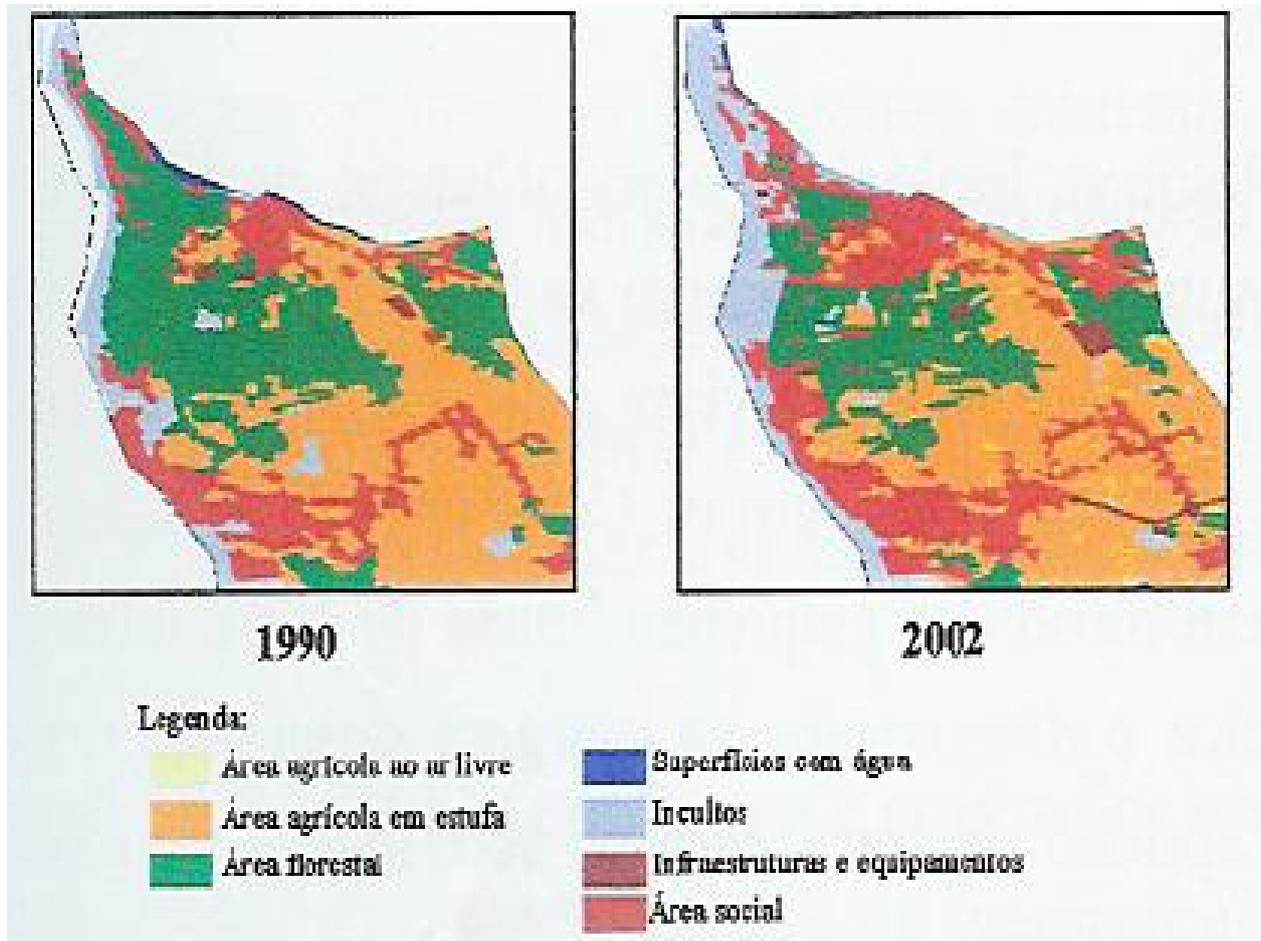


Figura 8.1 – Detalhes de evolução da ocupação do solo na freguesia de Fão, entre os períodos 1990 e 2002 (Agostinho, 2005).