

Análise da Quantidade de Azoto em Excesso em Solos Agrícolas na Zona Vulnerável nº1

Pedro F.S. Silva

Naim Haie

*Universidade do Minho, Escola de Engenharia
Azurém, P – 4800-058 Guimarães, naim@civil.uminho.pt*

RESUMO

O conceito de Zona Vulnerável com vista a proteger as águas contra a poluição difusa causada por nitratos de origem agrícola, foi definido na Directiva 91/676/CEE, publicada no Jornal Oficial das Comunidades de 31 de Dezembro de 1997, a qual foi transposta para a ordem jurídica interna pelo Dec-Lei 235/97 de 3 de Setembro. Os objectivos deste diploma são: a redução da poluição das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, bem como impedir a propagação desta poluição (artº 2).

Com o presente trabalho pretende-se elaborar um modelo que permita quantificar a produção de chorume bovino que é um dos principais factores influentes na concentração de nitratos na Zona Vulnerável nº 1 Esposende – Vila do Conde.

Palavras-chave: Azoto, Zona Vulnerável, Solos Agrícolas, Chorume, Esposende

1. INTRODUÇÃO

O acréscimo de concentração em nitratos nas águas subterrâneas é consequência, na maioria dos casos de fontes difusas ligadas à utilização intensiva e não raro irracional de fertilizantes nas actividades agrícolas.

A aplicação de estrumes contribui para o aumento de nitratos, devido à nitrificação do amónio resultante da fermentação de compostos orgânicos azotados, e outros compostos inorgânicos, além de provocar contaminação microbiológica.

O chorume 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.

Este tipo de resíduo orgânico apresenta valor fertilizante pela sua riqueza em nutrientes, permitindo a redução dos adubos químicos, contudo, pode ser altamente poluente das águas superficiais, subterrâneas e da atmosfera, quando aplicado de forma exagerada, fora do período de aproveitamento máximo por parte das plantas e em condições climatéricas desfavoráveis.

O cálculo do volume de efluentes pecuários bovinos realizou-se recorrendo a um programa de cálculo automático desenvolvido neste estudo. A recolha de dados das explorações bovinas, foi efectuada com base em dados pertencentes à Direcção Geral de Veterinária que possui o registo de existências e deslocações de bovinos de cada exploração.

Neste projecto, pretende-se criar um modelo que permita quantificar a produção de chorume bovino que é um dos principais factores influentes na concentração de nitratos na Zona Vulnerável nº 1 Esposende – Vila do Conde.

Foi criada e utilizada uma aplicação de cálculo automático que permite calcular o volume de efluente, neste caso de chorume, produzido por cada animal durante a sua permanência em determinada exploração.

2. DESCRIÇÃO DA ZONA VULNERÁVEL Nº1 DE ESPOSENDE – VILA DO CONDE

2.1. Breve Descrição

O conceito de Zona Vulnerável com vista a proteger as águas contra a poluição difusa causada por nitratos de origem agrícola, foi definido na Directiva 91/676/CEE, publicada no Jornal Oficial das Comunidades de 31 de Dezembro de 1997, a qual foi transposta para a ordem jurídica interna pelo Dec-Lei 235/97 de 3 de Setembro. Os objectivos deste diploma são: a redução da poluição das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, bem como impedir a propagação desta poluição (artº 2).

Através da Portaria n.º 1100/2004, de 3 de Setembro, foi aprovada a lista e as cartas onde se identificam seis zonas Vulneráveis no Continente 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.

Em Portugal identificaram-se com base nos dados disponíveis, determinados sistemas aquíferos e formações sedimentares como estando poluídos, e seis zonas vulneráveis no Continente.

- 1- Aquífero livre entre Esposende e Vila de Conde
- 2- Aquífero Quaternário de Aveiro
- 3- Aquífero Miocénico e Jurássico da Campina de Faro.
- 4- Aquífero Quaternário de Aveiro - Mira
- 5- Aquífero dos Aluviões do Tejo
- 6- Aquífero Gabros de Beja



Figura 1 – Enquadramento Geográfico da região de estudo

A metodologia proposta para a delimitação de novas zonas vulneráveis teve em conta não só o estado da qualidade de água subterrânea actual, em termos de concentração de nitratos como igualmente os graus de vulnerabilidade de cada formação hidrogeológica analisadas.

2.2. Actividades da Zona Vulnerável e Não Vulnerável

No âmbito deste trabalho fizeram parte seis freguesias, duas da zona Vulnerável nº1 (Apúlia e Fão), e 4 freguesias de uma Zona Não Vulnerável (Rio Tinto, Gemeses, Gandra e Fonte Boa), que representa uma zona de influência que circunda a zona Vulnerável e que se achou importante estudar.

| Freguesia | Área total (Km2) | Área agrícola (ha) |
|-----------|------------------|--------------------|
| Apúlia | 10,51 | 582,5 |
| Fão | 6,04 | 81,8 |
| Fonte Boa | 5,74 | 364,6 |
| Gandra | 5,55 | 242,6 |
| Gemeses | 5,51 | 229,3 |
| Rio Tinto | 4,41 | 202,4 |

Quadro 1. Descrição da Área Total e Agrícola das Freguesias em Estudo

A abundância em água e as características morfológicas contribuem para que a região apresente elevada percentagem de solos vocacionados para a agricultura (PDAR, 1992). O maior número de agricultores concentra-se principalmente nas freguesias de Fonte Boa, Gandra e Apúlia como se pode verificar na Figura 2.

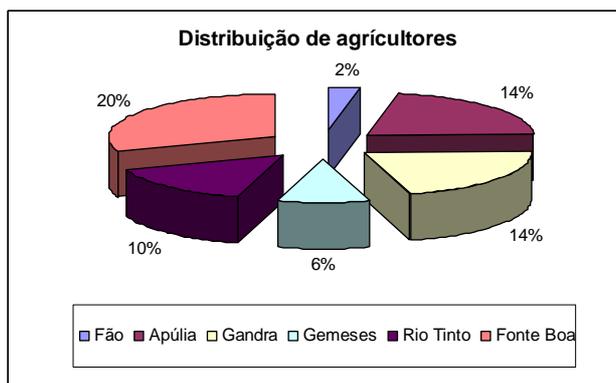


Figura 2. Descrição da Área Total e Agrícola das Freguesias em Estudo

Entre as explorações da Zona Não Vulnerável existe grande homogeneidade, uma vez que a maior parte das explorações pecuárias investem na produção de leite, em detrimento da produção de carne. No quadro 2 é apresentado o número de cabeças de animais para produção de leite nesta zona. Deve-se referir que apenas estão representadas as explorações com um número de cabeças superior a 10.

| Freguesias | Total | |
|------------|-------------------|---------------|
| | Nº de Explorações | Nº de Cabeças |
| Fonte Boa | 42 | 1759 |
| Gandra | 28 | 1177 |
| Gemeses | 11 | 385 |
| Rio Tinto | 22 | 1165 |

Fonte:CAE,2003

Quadro 2. Número de Animais para Produção de Leite nas Freguesias em Estudo

3. DIRECTIVA-QUADRO DA ÁGUA, E O PROBLEMA DOS NITRATOS

3.1 Enquadramento

A Directiva-Quadro da Água, da UE, que entrou em vigor em finais do ano 2000, mudará de forma substancial a forma como a água é monitorizada, avaliada e gerida em muitos países europeus. Dois dos conceitos-chave que a mesma introduz na legislação são o estado ecológico e a gestão da água a nível da bacia hidrográfica.

O estado ecológico exprime a qualidade da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Na Directiva-Quadro da Água, identificam-se três grupos de elementos de qualidade (biológica, hidromorfológica e físico-química) considerados necessários para classificar o estado ecológico de uma determinada massa de água. É exigido aos Estados-Membros que atinjam, até 2015, estados classificados como 'bons', tanto nas águas superficiais como nas subterrâneas. Para as águas superficiais, tal significa que os seus estados ecológicos e químico têm de obter pelo menos uma classificação de ' bom '. Para as águas subterrâneas, a qualidade química e o estado quantitativo deverão ser bons. As taxas de captação dos nossos recursos hídricos terão de ser sustentáveis a longo prazo.

As concentrações médias de nitratos em aquíferos subterrâneos na Europa estão acima do valor desejável (< 10 mg/l de NO₃), mas não devem exceder 50 mg/l de NO₃ ou seja um valor máximo admissível (VMA)

| Parâmetro | Expressão dos resultados | VMR | VMA |
|-----------------|--------------------------|------|-----|
| Nitratos | mg/l NO-3 | 25 | 50 |
| Nitritos | mg/l NO-2 | - | 0,1 |
| Azoto Amoniacal | mg/l NH4 | 0,05 | 0,5 |
| Azoto Kjeldahl | mg/l N | - | 1 |

Quadro 3. Parâmetros Relativos a Substâncias de Compostos Azotados e seus Valores Limites Segundo a Legislação Europeia

Devido a um nível muito baixo de concentrações médias do nitratos (< 2 mg/l de NO₃) existente nos países nórdicos, a concentração média europeia de nitratos acaba por não representar a situação real, que é mais preocupante do que parece.

Verifica-se uma discrepância significativa entre os requisitos da Directiva-Quadro da Água, em termos de monitorização e classificação do estado ecológico, e as medidas actualmente tomadas pelos diversos países.

3.2 A Qualidade da Água no Concelho de Esposende e a sua Contaminação por Nitratos

Com o objectivo de caracterizar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Concelho de Esposende, o Laboratório da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima elaborou um estudo que conduzia à análise da água e de vários parâmetros de natureza físico-química e microbiológica em pontos que foram criteriosamente escolhidos. Depois de recolhidas as amostras das águas efectuaram-se as seguintes análises: pH, cloretos, fosfatos, nitratos, sulfatos, condutividade, coliformes totais e coliformes fecais

No caso deste relatório interessa verificar qual foi a concentração média de nitratos existente na Zona Vulnerável, e Não Vulnerável .

| N.º de Amostra | Data de recolha | Localização | Determinação química | | | | | | Determinação Microb. | |
|----------------|-----------------|-------------|----------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|---------------|
| | | | pH | Condutividade | Fosfatos | Nitratos | Sulfatos | Cloretos | Colif. Fecais | Colif. Totais |
| 1 | 05-Mai | Fão | 6,93 | 554 | 0,073 | 53,76 | 42,8 | 69,04 | 2 | 25 |
| 2 | 05-Mai | Fão | 6,93 | 621 | <0,1 | 0,5 | 12,64 | 48,41 | <2 | 40 |
| 3 | 05-Mai | Apúlia | 6,11 | 370 | <0,1 | 99,51 | 36,33 | 38,09 | 22 | 900 |
| 4 | 05-Mai | Apúlia | 6,49 | 459 | <0,1 | 87,6 | 48,01 | 44,97 | <2 | >1600 |
| 5 | 05-Mai | Apúlia | 6,56 | 409 | 0,777 | 0,108 | 13,06 | 46,69 | <2 | <2 |
| 6 | 05-Mai | Apúlia | 6,8 | 499 | <0,1 | 86,5 | 43,63 | 41,53 | 8 | 7 |
| 7 | 05-Mai | Apúlia | 7,48 | 581 | 1,112 | 22,22 | 20,15 | 62,17 | <2 | 1600 |
| 8 | 05-Mai | Fonte Boa | 5,82 | 482 | 0,01 | 119,47 | 42,17 | 60,45 | 8 | 25 |
| 9 | 19-Mai | Fonte Boa | 5,9 | 435 | 0,059 | 99,87 | 54,25 | 41,53 | >1600 | 1600 |
| 10 | 19-Mai | Fonte Boa | 6,21 | 332 | 0,083 | 27,16 | 40,04 | 55,29 | 900 | 500 |
| 11 | 19-Mai | Rio Tinto | 5,41 | 297 | 0,068 | 80,64 | 9,604 | 50,13 | 70 | 70 |
| 12 | 19-Mai | Rio Tinto | 4,92 | 276 | <0,1 | 85,05 | 10,85 | 48,41 | 0 | 0 |
| 13 | 19-Mai | Rio Tinto | 4,88 | 286 | <0,1 | 79,18 | 41,29 | 38,09 | 240 | 40 |
| 14 | 19-Mai | Rio Tinto | 4,37 | 414 | <0,1 | 71,48 | 20,23 | 86,24 | 0 | 0 |
| 15 | 25-Mai | Gandra | 5,53 | 177 | 2,583 | 15,87 | 3,771 | 38,09 | 0 | 0 |
| 16 | 25-Mai | Gandra | 5,34 | 223 | <0,1 | 46,76 | 2,313 | 48,41 | 0 | 2 |
| 17 | 25-Mai | Gandra | 8,05 | 168 | <0,1 | 37,42 | 1,896 | 17,46 | 0 | 0 |
| 18 | 25-Mai | Gandra | 6,62 | 642 | <0,1 | 14,97 | 67,58 | 89,68 | 170 | 220 |
| 19 | 25-Mai | Gemeses | 4,78 | 194 | <0,1 | 55,18 | 16,9 | 29,5 | 0 | 130 |
| 20 | 25-Mai | Gemeses | 5,76 | 171 | <0,1 | 39,8 | 16,9 | 24,34 | 0 | 80 |
| 21 | 25-Mai | Gemeses | 5,84 | 552 | 0,4665 | 108,5 | 42,54 | 72,48 | 0 | 500 |
| 22 | 25-Mai | Gemeses | 5,51 | 180 | <0,1 | 25,7 | 14,81 | 34,66 | 17 | 50 |

Quadro 4. Valores Descritivos de Análises de Água Recolhida em Poços Pertencentes a Freguesias da Zona Vulnerável e Zona Não Vulnerável no Ano 2003

Como se pode verificar no quadro 2.2 as concentrações de nitratos obtidas em diversos poços das freguesias de Apúlia e Fão pertencentes à Zona Vulnerável e nas freguesias de Fonte Boa, Rio Tinto, Gandra, e Gemeses pertencentes à zona Não Vulnerável, ultrapassam o Valor Máximo Admissível permitido pela legislação 50 mg/l NO-3.

As elevadas concentrações de nitratos verificadas já eram esperadas uma vez que os locais de amostragem foram escolhidos estrategicamente, tendo em conta todos os factores que poderiam favorecer a contaminação por nitratos.

4. O QUE É O CHORUME?

O chorume 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.

O chorume é um efluente da actividade pecuária que é acumulado em nitreiras, o qual posteriormente é aplicado ao solo. Este tipo de resíduo orgânico apresenta valor fertilizante pela sua riqueza em nutrientes, permitindo a redução dos adubos químicos, contudo, pode ser altamente poluente das águas superficiais, subterrâneas e da atmosfera, quando aplicado de forma exagerada, fora do período de aproveitamento máximo por parte das plantas e em condições climatéricas desfavoráveis.

5. RECOLHA DE DADOS DAS EXPLORAÇÕES PECUÁRIAS

A Recolha de dados das explorações pecuárias, foi efectuada recorrendo à Direcção Geral de Veterinária que possui o registo de existências e deslocações de bovinos de cada exploração, já que este mesmo registo é obrigatório por lei, esta fonte de dados é assim a mais fidedigna que encontramos. Obtivemos assim cópia de todos os registos relativos a todas as explorações bovinas existentes nas seis freguesias em estudo.

| Seqüência Pecuária (1) | N.º de Identificação do bovino (2) | Data de nascimento do bovino (3) | Sexo (4) | Raça (5) | N.º de Identificação da mãe (6) | ENTRADAS | | | SAÍDAS | | | | Verificação do documento (15) | |
|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------|------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|--|
| | | | | | | Documento n.º data de entrada (7) | Marca de instalação de origem (8) | Data da entrada (9) | Documento n.º data de saída (10) | Marca inst de destino (11) | Data de saída (12) | Data de morte (13) | | |
| 0091 | PT0113050397 | 19-12-41 | F | Alentejana | 8792180 | 151968 | Alentejana | 05-1-25 | 151786 | Alentejana | 05-10-118 | | | |
| 0092 | AL356463512 | | | | | 09804 | Alentejana | 05-1-25 | | | | | | |
| 0093 | AL356463750 | | | | | 09804 | Alentejana | 05-1-25 | | | | | | |
| 0094 | PT613603571 | 20-01-30 | F | Franca | 3886920 | 120029 | Alentejana | 05-02-30 | 609149 | | 05-02-72 | | | |
| 0095 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0096 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0097 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0098 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0099 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0101 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0102 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0103 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0104 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0105 | | | | | | | | | | | | | | |

Assinatura do detetor: _____

Figura 3. Registo de Existências e Deslocações de Bovinos

O registo de existências e deslocações de bovinos é constituído por 15 campos: seqüência numérica, n.º de identificação do bovino, data nascimento do bovino, sexo, raça, n.º identificação da mãe, n.º documento relativo à entrada do bovino na exploração, marca da instalação de origem, data de entrada do bovino na exploração, n.º documento relativo à saída da exploração, marca da instalação de destino (matadouro), data saída da exploração, a data de morte do animal e por fim um campo destinado à rubrica do técnico de saúde.

De todos estes campos contidos no referido documento apenas usamos, os campos: data nascimento do bovino, data de entrada do bovino na exploração, data saída da exploração e data de morte do animal, ou seja os campos directamente ligados ao tempo de permanência de cada bovino em determinada exploração.

6. CÁLCULO DO VOLUME DE EFLUENTES PECUÁRIOS

O cálculo do volume de efluentes pecuários foi realizado baseado num documento elaborado pela Direcção Regional de Agricultura de Entre - Douro e Minho, denominado " Proposta de Normas Técnicas para a Valorização Agrícola dos Efluentes das Explorações Leiteiras como Fertilizante" que tem como objectivo promover a implementação de regras que promovam o equilíbrio do ambiente e a sustentabilidade da actividade agrária, nomeadamente do sector da produção bovina leiteira.

O referido documento propõem ainda a adequação de um Plano de Gestão de Estrumes e Chorumes, que deverá futuramente ser aplicado pelo Ministério da Agricultura através de um modelo .

| Tipo de Bovino | Cabeça Normal (C.N.) | Volume de Efluente Produzido por dia (em litros) | |
|----------------------------|----------------------|--|---------------|
| | | Fezes e Urina | Águas Brancas |
| Fêmea Leiteira em Produção | 1 | 45 | 5 |
| Fêmea Seca | 0.9 | 41 | |
| Bovino de 2 a 3 anos | 0.6 | 27 | |
| Bovino de 12 aos 24 meses | 0.4 | 18 | |
| Bovino de 6 aos 12 meses | 0.25 | 11 | |
| Bovino até 6 meses | 0.20 | 9 | |

Quadro 5. Valores Padrão do Volume de Efluente (chorume) Produzido por Dia de Acordo com o Sexo e Idade do Animal.

No que se refere à estimativa da produção anual de estrumes e chorumes, este documento aconselha a utilização de determinados valores padrão de volume de efluente (chorume) produzidos por dia de acordo com o sexo e idade do animal.

6.1. Desenvolvimento de Software para o Cálculo do Volume de Efluentes Pecuários

O cálculo do volume de efluentes pecuários bovinos tornou-se imprescindível recorrer ao cálculo automático, pois a quantidade de explorações nas freguesias em estudo é grande e por sua vez o número de cabeças de gado por exploração também o é. Assim o somatório de bovinos existentes em todas as explorações das freguesias em estudo anda na casa dos milhares, tornando-se moroso e impraticável o cálculo da quantidade de chorume produzida por animal sem recorrer ao cálculo automático.

Baseado nos registos de existências e deslocações de bovinos da Direcção Geral de Veterinária, e através dos campos, data nascimento do bovino, data de entrada do bovino na exploração, data saída da exploração e data de morte do animal, ou seja os campos directamente ligados ao tempo de permanência de cada bovino em determinada exploração obtemos:

- Idade entrada: corresponde a idade do animal no preciso momento que entra na exploração bovina.
- Idade saída: corresponde à idade do animal no preciso momento em que este deixa a exploração, seja por venda para outra exploração, ou morte natural ou em matadouro.

6.2. Descrição do Software de Cálculo

O processo de cálculo do software pode ser descrito de uma forma simples através de um pequeno fluxograma.

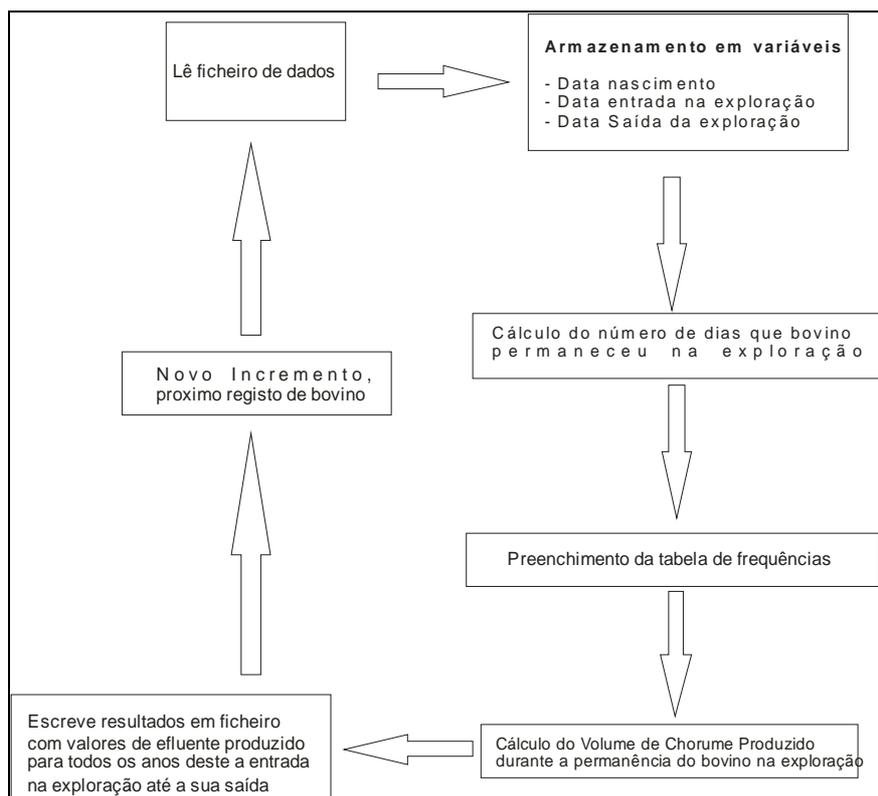


Figura 4. – Fluxograma Descritivo do Funcionamento do Algoritmo

6.3. Processamento da Informação

O processamento da informação foi realizado exploração a exploração, sendo que para cada registo teve de ser introduzido manualmente, depois de rectificadas as respectivas incoerências do registo de existências e deslocações de bovinos da Direcção Geral de Veterinária, para um ficheiro em formato de texto, que será lido pelo software como parâmetro de entrada. Após o processamento efectuado obtêm-se um ficheiro de resultados, onde estão indicados os valores calculados, ou seja o volume de efluente, neste caso de chorume, produzido por cada animal em determinada exploração.

Seguidamente os dados do ficheiro de resultados foram transportados para o formato Excel, tornando assim a informação mais organizada, estruturada e disponível para posteriormente sofrer um tratamento estatístico.

Optou-se por construir um método de organização em Excel, em que cada linha representa um registo de um animal, contendo o seu número de sequência, datas de nascimento, entrada na exploração e saída, e o somatório de cada coluna representa a quantidade de chorume produzida na exploração num determinado ano. A envolvente a cor vermelha indica que o animal não esteve na

exploração nesses anos. A coluna mais à direita representa a produção total de chorume produzida por determinado bovino durante a sua permanência na exploração.

6.4. Selecção das Explorações para Cálculo dos Efluentes com Base no n.º de Animais

Um dos entraves à realização deste estudo foi o factor tempo, verificou-se que o processo de passagem da informação dos registos de existências e deslocações de bovinos da Direcção Geral de Veterinária, para suporte informático é bastante demorado, e necessitará de maior recursos humanos em termos quantitativos.

| Apúlia | Nº de registos de Processados |
|---|-------------------------------|
| Adelino de Barros Rosas | 77 |
| Emília Barros Torres | 184 |
| Carlos Miguel Lopes Tomé | 90 |
| Manuel Herdeiro de Almeida Eiras | 152 |
| Manuel Herdeiro de Almeida Eiras (2) * | 272 |
| * Proprietário de 2 explorações bovinas | |

Quadro 6. - Identificação das Explorações Processadas e seus Registos na Freguesia de Apúlia

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a realização deste estudo foi criado um modelo que permite quantificar com uma pequena margem de erro a quantidade de chorume produzido numa determinada região, permitindo assim obter uma análise quantitativa da produção. Mais do que criar um programa de cálculo, a mais valia deste estudo baseia-se na forma como foi abordado o problema dos nitratos na região em causa, a ligação com uma das suas principais fontes, os efluentes bovinos, e todo o processo de pesquisa e recolha de informação, tratamento, filtração dessa informação e por fim o seu processamento resultando em informação específica não disponível até a data que servirá de ferramenta a futuros estudos.

Os resultados obtidos foram o cálculo do chorume produzido anualmente e sua variação em todas as explorações seleccionadas pelos critérios referidos no decurso deste estudo.

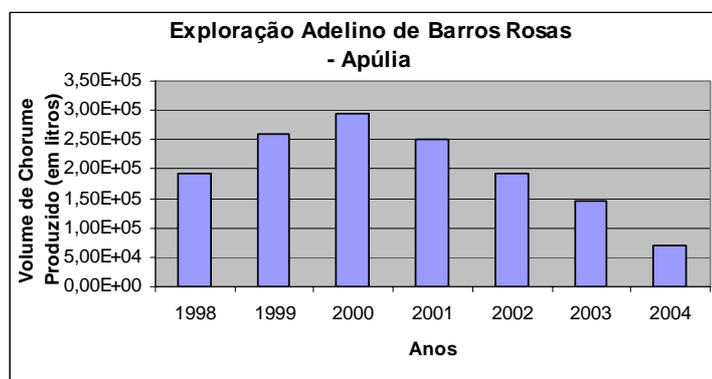


Figura 5. Volume de Chorume Produzido numa Exploração na Freguesia da Zona Vulnerável (Apúlia) entre 1999 e 2004.

O espaço temporal analisado situou-se entre 1998 e 2004, devido ao facto de ser este o intervalo onde se verificou haver maior produção de chorume, ou seja o intervalo mais representativo. No processamento dos dados observou-se em determinados registos produção de chorume desde ano de 1986, ou seja fora do intervalo escolhido.

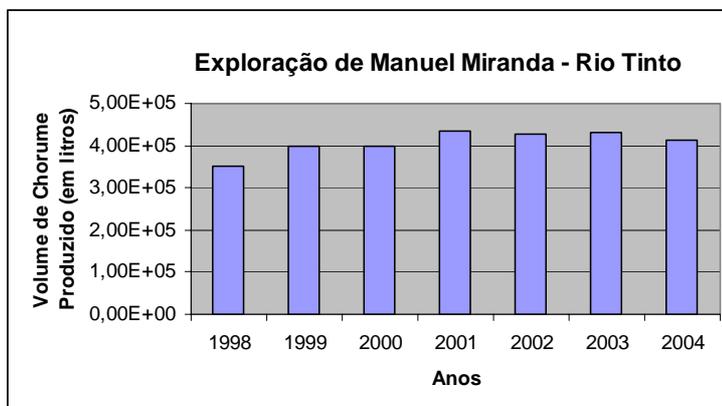


Figura 6. Volume de Chorume Produzido numa Exploração na Freguesia Zona Não Vulnerável (RioTinto) entre 1998 e 2004.

8. CONCLUSÃO

Com a realização do estudo constatou-se que a poluição das águas superficiais e subterrâneas está presente em todas as freguesias, havendo indícios, pelo tipo de parâmetros pesquisados e pelos locais de amostragem.

Sabendo que a agricultura é considerada na União Europeia a principal fonte de poluição por perdas de azoto, contribuindo com mais de 60% das perdas de NO_3^- para as águas subterrâneas. Conclui-se que um dos principais motivos do aparecimento de elevadas concentrações de nitratos nas águas da região se deve precisamente à elevada concentração de explorações bovinas existente, que geram concentrações massivas de efluente rico em azoto, que ao ser aplicado incorrectamente pelos agricultores, devido à falta de boas práticas agrícolas, gera um efeito de sobre dosagem, criando assim uma forma de poluição.

Chegou-se à conclusão que este estudo, para ter objectivos mais ambiciosos necessitava de maiores e diversificados recursos, abrangendo organizações de diversas valias técnicas, para também assim se obter resultados mais exactos e diversificados.

No entanto todos os objectivos propostos no início deste estudo foram alcançados.

9. AGRADECIMENTOS

Câmara Municipal de Esposende
Eng^a Raquel Leite

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

INAG (1997) - Definição, Caracterização e Cartografia dos Sistemas Aquíferos de Portugal Continental, 236p.

INAG (2001) - Plano Nacional da Água – Introdução, Caracterização e Diagnóstico da Situação Actual dos Recursos Hídricos, vol.1.

LNEC (1994) – Tratamento Aeróbio de Efluentes de Suinicultura : Aspectos Teóricos e Resultados Experimentais.

Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Cávado, 2000. INAG, 1ª fase, Volume III, pp. C-13/6
MADRP (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas), 1997. Código das Boas Práticas Agrícolas – Para a protecção da água contra a poluição com nitratos de origem agrícola, Lisboa. Edição do autor, pp. 5, 16-17, 21-22, 28-33, 38-41.

Leite, R., 2002. Caracterização da actividade agrícola no concelho de Esposende, Relatório de Final de Curso, Escola Superior Agrária de Ponte de Lima.

Clesceri, L.S., Greenberg, A. E., Eaton, A.D., 2000. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 20th Edition.

Metcalf & Eddy, 1991. Wastewater engineering – treatment, disposal and reuse. 3ª Edição, Civil Engineering Series, McGraw-Hill, Inc., USA.

Martins, M. I. B. A, 1995. Remoção de Nitratos de uma água natural por osmose inversa, Departamento de Engenharia Biológica, Outubro, pp. 21-29.

Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Cávado, 2000. INAG, 1ª fase, Volume III.

Portaria nº 556/2003 de 12 de Julho. Diário da Republica, I Série B Nº 159, pp 3998-4001.

DRAEDM (2002) – Proposta de Regulamentação Normas Técnicas para a Valorização Agrícola de Efluentes das Explorações Leiteiras.

Portaria nº 1037/97 de 1 de Outubro. Diário da República, I Série B Nº 227, pp 5380-5381 .

Portaria nº 706/2001 de 11 de Julho. Diário da República, I Série B Nº 159, pp 4190-4193.

Portaria nº 556/2003 de 12 de Julho. Diário da Republica, I Série B Nº 159, pp 3998-4001.