

## **Nitratos nas Águas de Consumo no Distrito de Beja – da aplicação de um modelo regional integrado de avaliação ambiental ao estabelecimento de um sistema de vigilância epidemiológica**

Maria Luísa Gouveia  
Mestre em Engenharia Sanitária, Docente da Escola Nacional de Saúde Pública – UNL  
Av. Padre Cruz, 1600-560 Lisboa, tel. 351.21.7512100  
Email: [mlgouveia@sapo.pt](mailto:mlgouveia@sapo.pt)

Eduardo António Paralta  
Geólogo. Bolseiro de Doutoramento da FCT. Departamento de Hidrogeologia do INETInovação  
Estrada da Portela, Apartado 7586, 2720-866 Alfragide, tel. 351.21.4705400  
Email: [eduardo.parlata@ineti.pt](mailto:eduardo.parlata@ineti.pt)

### **RESUMO**

Apresenta-se uma perspectiva geral da problemática da presença de nitratos nas águas de consumo do Distrito de Beja e as linhas de acção para uma abordagem multidisciplinar e integrada do problema ambiental e de saúde pública, absolutamente necessária para resolução de uma situação preocupante nalguns concelhos do distrito.

Com base num modelo regional de avaliação ambiental que permite identificar não só, as áreas mais sensíveis à poluição dos recursos hídricos pelos nitratos mas, igualmente, os prováveis sectores e factores mais relevantes envolvidos na problemática, propõe-se a criação de um Sistema de Vigilância Epidemiológica Ambiental.

Deste modo, cruzando informação de cariz ambiental com dados da potencial população em risco e dos grupos mais vulneráveis envolvidos, nomeadamente quando ocorram situações de metahemoglobinémia em lactentes e grávidas ou potenciais efeitos cancerígenos em adultos, será possível desenvolver acções de prevenção do risco e de promoção da saúde das populações.

**Palavras-chave:** nitratos, avaliação ambiental, epidemiologia, população em risco, saúde pública.

## 1. Introdução

A poluição dos recursos hídricos, designadamente os de origem subterrânea por NITRATOS  $NO_3^{-2}$  em zonas rurais encontra a sua causa major na utilização excessiva de fertilizantes azotados, cujo caso mais paradigmático em Portugal é a região do Alentejo.

É reconhecido que, em muitas circunstâncias, as actividades agrícolas actuam como factores de *poluição difusa*, em que baixas concentrações ou emissões de fertilizantes azotados para as origens de água ocorrem em grandes áreas agrícolas. Contudo, casos há em que elas podem constituir *mini-fontes pontuais*, quando elevadas perdas ocorrem em áreas relativamente restritas.

É, ainda, de realçar que, em contraposição, a maioria dos efluentes industriais e domésticos, cuja quota-parte de responsabilidade para a ocorrência da problemática poderá não ser discipiente, é considerada como *fonte pontual*. Na proximidade de instalações pecuárias e afins, em áreas com deficiente saneamento básico ou a partir de fossas sépticas mal implantadas ou com deficiente manutenção, pode ocorrer poluição das origens de água por nitratos, cuja gravidade se acentua quando posteriormente o seu destino é o consumo humano

Os valores normativos definidos na legislação das águas para consumo humano, correspondem a 25 mg  $NO_3 L^{-1}$  para o Valor Máximo Recomendado (VMR) e 50 mg  $NO_3 L^{-1}$  para o Valor Máximo Admissível (VMA), segundo o Dec. Lei 236/98 de 1 de Agosto, revogado pelo Dec. Lei 243/2001 de 5 de Setembro.

Os problemas ecológicos e de saúde pública decorrentes da presença de nitratos nas reservas de água destinadas ao abastecimento público, constituem uma preocupação crescente para os diferentes sectores com responsabilidades na área do ambiente, nomeadamente para as autoridades sanitárias mas, igualmente, para os cidadãos em geral.

Em Portugal são conhecidas situações de contaminação por nitratos de origem agrícola dos recursos hídricos subterrâneos no Algarve (Almeida & Silva, 1987), Alentejo, em especial na região de Beja (Gouveia *et al.*, 1994; Gouveia, 1995; Paralta, 2001; ERHSA, 2003) e na região Norte do país (Heitor, 1999). Na região do Ribatejo, investigadores do Instituto Superior de Agronomia efectuaram estudos sobre contaminação agrícola das águas subterrâneas e verificaram a ocorrência frequente de alguns pesticidas e nitratos nas captações de água para rega e abastecimento público (Cerejeira *et al.*, 1995).

Ao nível europeu, o problema da poluição dos recursos hídricos por nitratos tem sido considerado preocupante e objecto de directivas e programas de acção específicos com a finalidade de proteger a qualidade das águas (Directiva dos Nitratos 91/676/CEE, Directiva Quadro da Água 2000/60/CE, etc.).

Apesar de estarem identificadas as regiões mais sensíveis à ocorrência de elevados teores de nitratos em Portugal, o estado da arte relativamente a estudos epidemiológicos das populações em risco nas áreas afectadas é inexistente. De facto, não existem estudos específicos sobre o consumo de água e os potenciais efeitos na saúde humana – cancerígeno das nitrosaminas em adultos (cancro do estômago, esófago, rins, pâncreas, entre outros); metahemoglobinémia em lactentes (elevados índices de metahemoglobina, cianose, malformações à nascença, etc.); manifestações comportamentais e clínicas de índole variada em crianças de grupos etários mais elevados (alterações do sistema nervoso central, irritabilidade, aproveitamento escolar, entre outras).

## **2. Incidência Sanitária e Ambiental da Poluição das Águas por Nitratos**

Será inquietante a presença excessiva de nitratos nos recursos hídricos sob o ponto de vista sanitário e ambiental? Na verdade, na essência desta complexidade, encontra-se uma combinação de múltiplos factores que, actuando de forma sinérgica, podem conduzir a efeitos negativos não só em termos ambientais como de saúde pública.

Se Saúde Pública no seu conceito hodierno se encara como a ciência e a arte de promover a saúde através de uma abordagem ecológica e social que tenha presente como modelo o ecossistema humano, então ela deverá ser "...multisectorial no âmbito, ecológica na perspectiva e colaboradora na estratégia" (Ilona Kirckbush, OMS).

Na realidade, qualquer política sustentada de ambiente tem que forçosamente passar por objectivos de Saúde Pública. Falar em desenvolvimento sustentável exige o desenvolvimento de políticas saudáveis que vão no sentido abrangente e holístico da ecologia global, que se preocupem com os impactes na saúde e tomem em consideração as envolventes biofísica e psicossocial do Homem. A saúde não se pode traduzir como um custo financeiro para uma sociedade, ela é antes uma riqueza e um investimento – a doença custa duas vezes mais a uma comunidade do que o desenvolvimento de políticas de promoção da saúde e de prevenção da doença.

A medida ou avaliação do estado de saúde de uma população é uma das propostas de investigação mais interessantes que hoje se colocam à investigação em saúde. Dificuldades metodológicas na abordagem dos problemas, o número de variáveis envolvidas e a sua ponderação relativa, a influência das características individuais, o tipo de comunidades envolvidas e as realidades locais, são certamente uma fracção dos problemas com que nos deparamos.

Grande número de substâncias químicas rejeitadas no meio ambiente, em resultado das múltiplas actividades humanas, comprometem o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e a utilização da água para diversos fins. A necessidade de reforçar as medidas de prevenção e controlo do lançamento de substâncias perigosas no meio aquático e minimizar a deterioração resultante na qualidade dos recursos hídricos associada a tais substâncias mas, igualmente, ao lançamento de nutrientes em excesso e ao de outros poluentes ditos clássicos, tem levado numerosos países a adoptar estratégias de gestão de recursos hídricos assentes em critérios e objectivos de qualidade de acordo com as exigências específicas das várias utilizações no contexto das respectivas bacias hidrográficas.

Sob o ponto de vista ambiental tem-se constatado que os recursos hídricos, nomeadamente os subterrâneos se tem vindo a deteriorar, relativamente ao parâmetro nitratos. Se a poluição das águas superficiais está associada ao efeito perverso do tratamento biológico das águas residuais urbanas, agro-alimentares e agro-pecuárias, ou à sua ausência e, em certa medida, também às práticas agrícolas, por via do escoamento superficial, a poluição das águas subterrâneas encontra-se particularmente associada a outra forma de poluição – a poluição difusa – nomeadamente a decorrente de práticas agrícolas inadequadas, embora o contributo das fontes pontuais de origem urbana ou industrial tenha, igualmente, que ser motivo de ponderação no cômputo geral desta avaliação.

O problema específico da presença de azoto nos recursos hídricos tem sido objecto de múltiplos estudos e numerosas publicações. Entre os diversos compostos minerais de azoto presentes nos sistemas aquosos oxigenados, os NITRATOS ( $NO_3^-$ ) constituem a sua forma termoestável.

Por detrás desta simples denominação esconde-se uma complexidade química – nitratos, nitritos e compostos N-nitroso – mas, também, bioquímica, toxicológica e epidemiológica relativamente importante.

## 2.1. Avaliação dos Riscos e dos Impactes Sanitários

A relação entre elevados índices de metahemoglobina infantil e a ingestão de água com altos teores de nitratos está comprovada, podendo, em casos extremos conduzir à morte dos lactentes até 6 meses de idade (Walton, 1951; Dourson *et al.*, 1991; Mirvish, 1991).

Embora os nitratos sejam um factor, entre outros, que por si só ou em interacção, podem originar metahemoglobinémia infantil (MHeI), o valor-limite proposto de  $50 \text{ mg NO}_3 \text{ L}^{-1}$  como VMA para o seu teor nas águas destinadas ao consumo humano tem mais de 50 anos. Todavia, este valor tem sido repetidamente retomado pelos peritos aquando da revisão dos normativos quer da OMS, quer da UE e, ainda, de muitos outros países, nomeadamente dos EUA (*Environmental Protection Agency* – EPA), conquanto haja alguns autores que argumentem que os riscos têm sido exageradamente sobreavaliados. De qualquer modo, é consensual para a grande maioria dos especialistas de todos os países, que o valor fixado é o apropriado para garantir uma margem de segurança aceitável.

O valor originalmente proposto foi estimado não só pela aplicação de um *coeficiente de segurança* mas, igualmente, assumindo um consumo de água de 0,64L/dia para um lactente de 4kg (0,16L/kg/dia) – a partir deste valor poderão verificar-se os primeiros sintomas de cianose associada à formação de metahemoglobina. Na verdade, dada a insuficiente acidez do suco gástrico da criança, os nitratos ingeridos convertem-se em nitritos os quais, como forma instável do azoto que são, têm tendência a oxidar-se novamente em  $NO_3$ , com utilização do oxigénio transportado pelo sangue, retirando-o à hemoglobina e transformando-a em metahemoglobina

Na MHeI a capacidade do sangue transportar o oxigénio é reduzida. Se num sangue normal, em adultos cerca de 1% da hemoglobina ocorre sob a forma de metahemoglobina, nas crianças esse valor sobe a 2%. Os sintomas clínicos de intoxicação surgem quando se atingem 10% de metahemoglobina no sangue e a anoxia cerebral quando o valor ascende aos 20% (Mirvish, 1991)

No que concerne a indução de tumores malignos, embora a ingestão de água com nitratos aumente a possibilidade de formação de nitrosaminas, potencialmente cancerígenas para o ser humano, estas são, em parte, eliminadas pela urina (50 a 60 % da ingestão diária). As correlações entre a ingestão prolongada de água com elevados teores de nitratos e a ocorrência de determinados tipos de cancros (cancro do estômago, esófago, rins, pâncreas, etc.) não é linear, uma vez que intervêm múltiplos factores – biológicos, ambientais e comportamentais (como o tipo de dieta alimentar) – que dificultam a obtenção de resultados concludentes, embora não seja de excluir o efeito cumulativo que a ingestão de nitratos representa (Crespi & Ramazzotti, 1991; Forman, 1991; Moller & Forman, 1991). Deste modo, embora muitos compostos azotados sejam potencialmente cancerígenos, os resultados dos múltiplos estudos realizados até hoje permanecem, ainda, contraditórios e, portanto, inconclusivos.

Anualmente são publicados relatórios e múltiplos estudos preocupantes sobre estas duas realidades e os EUA há décadas que desenvolvem estudos epidemiológicos relacionados com a presença em larga escala de nitratos na água de consumo, com avaliação de diferentes tipos de relações causa-efeito na saúde das populações (Walton 1951; Weisenburger, 1991).

No entanto, alguns destes problemas podem ser contornados, reconhecendo, identificando, quantificando os diferentes tipos de risco e cartografando (se viável) as zonas de risco. A relevância de cada um dos factores para o estado de saúde da colectividade surgirá a partir da formulação de três grupos de questões:

- quais os factores que influenciam o estado de saúde da comunidade a estudar (ou eventualmente de determinados grupos-alvo particularmente vulneráveis);
- como medir tais factores;
- qual a influência relativa de cada um deles no cômputo global do estado de saúde da população?

As abordagens metodológicas dos efeitos adversos resultantes da ingestão de nitratos devem ter por base estudos epidemiológicos ou toxicológicos, cuja revisão tem sido realizada por inúmeras vezes, não só por parte do *Scientific Committee on Food* da União Europeia (UE, 1995), como mais recentemente pela OMS, nas futuras directrizes da Água destinada ao Consumo Humano (OMS, 2003), como do *Joint Expert Committee on Food Additives* da *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2002). Estes Comités aconselham que no caso dos nitratos, substância que naturalmente pode ocorrer nos alimentos, a *Acceptable Dose Intake* (ADI) deve variar entre 0 e 3,7 mg NO<sub>3</sub>/kg de peso corporal.

Como exercício metodológico estes Comités analisaram o caso de uma água de consumo em que concentração em nitratos é de 70 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, concluindo que a percentagem de indivíduos que excederá a ADI será superior à daqueles que ingerem água com teores de 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Além disso, o valor de 70 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> é superior ao desejável e restringe o *coeficiente ou margem de segurança*, embora a associação a riscos para a saúde humana não seja absolutamente procedente.

Está, igualmente, demonstrado que consumidores de águas com aproximadamente 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> ingerem o dobro da dose de nitratos do que aqueles que consomem água sem nitratos e se os teores atingem 100 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> esse valor triplica. Para valores superiores a 100 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, a água de consumo contribui com cerca de 80% para o total de nitratos ingeridos por via alimentar (Packer *et al.*, 1991).

No nosso País, não há casos reportados de MHel designadamente associados ao consumo de água, o que não significa que eles não possam ter ocorrido ou venham a ocorrer. Na verdade, sendo estas situações mais frequentes em zonas rurais, há probabilidade de tais casos não terem sido detectados, reconhecidos ou relatados, uma vez que não existe qualquer sistema de vigilância ou registo para a MHel. Outra explicação possível é a das autoridades responsáveis terem tomado decisões locais no sentido de distribuir água engarrafada com baixos teores em nitratos para ingestão por crianças, em particular lactentes, sem que tenha existido divulgação em sede mais central.

No entanto, quando ocorrem concentrações de nitratos nas águas destinadas a consumo humano entre 50 e 100 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, os responsáveis pela gestão do sistema de distribuição e as respectivas autoridades de saúde deveriam pelo menos, proceder a aviso público continuado nas zonas afectadas, no sentido de levar à suspensão da ingestão de água e proceder, ainda, à monitorização da metahemoglobina nos grupos mais vulneráveis.

## 2.2 Avaliação dos Efeitos Ambientais

O aumento lento e progressivo, mas irreversível, do teor em nitratos nos recursos hídricos surge como um desafio ambiental que requer uma resposta específica e integrada no âmbito do ordenamento do território.

As actividades do sector agrícola constituem a causa *major* para o emergir de concentrações elevadas de nitratos nos recursos hídricos, tendo, em Portugal, particular relevância o caso das águas de origem subterrânea. É reconhecido que em muitas circunstâncias se trata de actividades que actuam como factores de *poluição difusa*, em que baixas concentrações ou emissões para as origens de água ocorrem em grandes áreas agrícolas. Contudo, casos há em que elas podem constituir *mini-fontes pontuais*, quando elevadas perdas ocorrem em áreas relativamente restritas. É, ainda de realçar, que em contraposição, a maioria dos efluentes industriais e domésticos são considerados *fontes pontuais*. Na proximidade de instalações pecuárias e afins, em áreas com deficiente saneamento básico ou a partir de fossas sépticas mal implementadas e com deficiente manutenção, pode ocorrer poluição das origens de água por nitratos, cuja gravidade se acentua se posteriormente elas se destinam ao consumo humano.

Por outro lado, se bem que o termo eutrofização signifique um estado do meio natural enriquecido em certo número de sais dissolvidos e, portanto, se trate de um fenómeno natural e benéfico em termos de produção primária, o termo é usado, em geral, como sinónimo de perturbação do equilíbrio bioquímico e biológico das águas doces, costeiras e marinhas litorais. As causas, mecanismos, características e cinética deste processo são complexas e, estão longe de estar completamente elucidadas. No entanto, há factores de iniciação e manutenção do processo que são conhecidos:

- o excesso, na água, de elementos nutritivos (nutrientes) de azoto e igualmente, de fósforo;
- o aumento da biomassa vegetal, quando existem condições favoráveis de temperatura e iluminação, com concentração de certas espécies (algas azuis), cuja rápida proliferação não pode ser controlada pelos organismos predadores.

Estas alterações de qualidade da água, com modificação das características físico-químicas e organolépticas, põem dificuldades no seu tratamento posterior, se ela se destina ao consumo humano, tornando os processos mais difíceis e dispendiosos.

A resolução de muitos destes problemas passa necessariamente pela prevenção, cujo realce tem vindo a ser dado em múltiplas directivas comunitárias no âmbito da água, mas, em particular desde a publicação da directiva 91/676/CEE que respeita à PROTECÇÃO DAS ÁGUAS CONTRA A POLUIÇÃO CAUSADA PELOS NITRATOS DE ORIGEM AGRÍCOLA, transposta para o direito interno pelo decreto-lei 235/97, de 3 de Setembro, embora esta seja unicamente uma das faces do problema. Mais recentemente, a Directiva-Quadro da Água 2000/60/CE, é outro dos instrumentos europeus que dá ênfase a este tipo de problema através de programas de acção específicos.

## 3. Caracterização Sumária do Caso de Estudo – Distrito de Beja

O distrito de Beja, agrupando 14 concelhos e 100 freguesias dispersas por uma área total de 10 266 km<sup>2</sup>, continua a evidenciar uma reduzida densidade populacional (cerca de 15,4 hab / km<sup>2</sup> - INE, 2001) e características predominantemente rurais, onde se pratica uma agricultura com base em cereais de sequeiro e recurso sistemático à utilização de fertilizantes azotados, na ordem dos 100 a 200 Kg N/ha/ano.

Em algumas áreas do distrito de Beja, as práticas agrícolas são responsáveis, desde há vários anos, por uma situação de poluição generalizada e persistente dos recursos hídricos subterrâneos por nitratos, degradando a qualidade da água destinada ao consumo humano e criando um problema agro-ambiental e de saúde pública com possíveis repercussões a longo prazo (Gouveia, 1995; Paralta, 2001).

Além disso, sendo por vezes a distribuição domiciliária de água irregular em algumas freguesias do distrito de Beja – em 4,8%, por cortes de abastecimento; em cerca de 6%, por falta de pressão; em 4,8% devido a falhas na qualidade da água e em 1,2 % por restrições a usos específicos – e, existindo uma situação crítica relativamente ao destino final de águas residuais não tratadas, num número importante de freguesias – em 63,6 %, o destino final dos efluentes brutos é a infiltração no solo; em 49,4%, o lançamento efectua-se para os cursos de água e em 2,4%, o destino são albufeiras e lagos (INE, 2002), os riscos sanitários e ambientais antevêm-se acrescidos.

Na realidade, existe um risco real para a saúde pública decorrente do recurso a águas para consumo humano provenientes de origens poluídas e, por vezes, não submetidas a vigilância sanitária. Por outro lado, a infiltração no solo de águas residuais sem qualquer tratamento vem aumentar o risco de poluição dos lençóis freáticos, alguns deles já de qualidade bastante duvidosa no que respeita os compostos azotados, em particular aos nitratos.

Por exemplo, a cidade de Beja, abastecida até 1985, exclusivamente por águas subterrâneas captadas principalmente em poços e furos é, actualmente, servida por origens mistas, com utilização isolada ou combinada de águas provenientes de furos, poços e da albufeira do Roxo. No entanto, em freguesias periféricas das zonas urbanas, as populações continuam a utilizar regularmente água subterrânea com teores de nitratos frequentemente elevados.

O primeiro estudo da ocorrência de nitratos nas águas de consumo humano, realizado de uma forma sistemática em Portugal, decorreu no Distrito de Beja, em 1985 e 1986 (Gouveia e *al.*, Laboratório de Química de Águas, INSA, 1985/87). Nesta avaliação, abrangendo uma população total residente de 176 803 habitantes, foram analisadas no que concerne o parâmetro NITRATO, 307 origens de abastecimento de água, maioritariamente furos, poços e nascentes, com colheitas sazonais de amostras, num total de 2 472 em 8 trimestres, distribuídas por 211 lugares (Quadro I e Figura 1).

#### Quadro I

Principais indicadores estatísticos do programa de monitorização trimestral de 1985 e 1986

	PRI 85	VER 85	85OUT	INV 85	PRI 86	VER 86	OUT 86	INV 86
<b>Amostra (n)</b>	307	307	305	305	304	302	301	301
<b>Mínimo</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>1º quartil</b>	0.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.9	0.0	0.4
<b>media</b>	22.6	25.0	23.3	25.7	16.5	27.5	21.0	20.6
<b>Mediana</b>	13.0	11.5	10.5	14.0	4.3	13.0	7.5	8.0
<b>3º quartil</b>	33.9	36.0	29.3	39.0	24.5	37.0	31.2	27.0
<b>Máximo</b>	182.5	193.8	235.0	247.5	167.5	194.8	135.0	177.5
<b>Variância</b>	806.9	1172.5	1257.7	1116.7	656.0	1418.0	838.1	878.0
<b>Desv. Padrão</b>	28.4	34.2	35.4	33.4	25.6	37.6	28.9	29.6

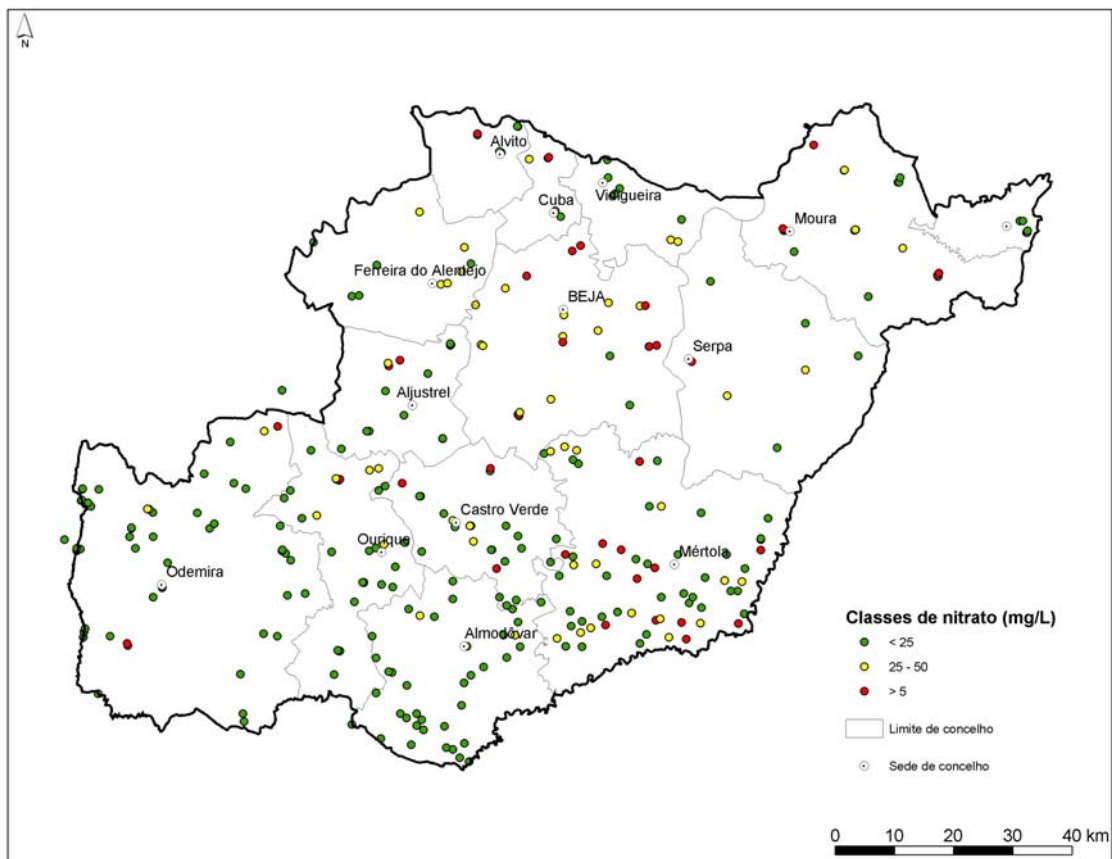


Figura 1 – Rede de monitorização trimestral de 1985 e 1986 no distrito de Beja (Verão de 1985).

Os resultados obtidos indicavam que cerca de 83 000 habitantes consumiam ocasionalmente água com teores em nitratos acima do VMA (50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>) e que aproximadamente 36 000 habitantes utilizava frequentemente água com teores acima do VMA (50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>). Um conjunto de cerca de 16 000 habitantes consumia, na maioria das vezes, águas com teores em nitratos acima de 100 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>. Os concelhos mais afectados eram os Beja, Serpa e Moura.

Após definição de quatro classes de risco, os resultados foram objecto de cartografia e análise espacial, dando origem a mapas de teores em nitratos, com definição de zonas de nulo, fraco, médio e máximo risco para a saúde pública e envolvendo diferentes grupos vulneráveis da população, que serão apresentadas no âmbito desta comunicação.

Actualmente, quase 20 anos passados sobre os primeiros levantamentos de campo e, de acordo com o último recenseamento geral da população (INE, 2001), no distrito de Beja, a população residente é de 158 436 habitantes. Em termos médios, as extracções de água subterrânea para abastecimento público representam cerca de 65% da água consumida (Planos de Bacia Hidrográfica do Sado, Mira e Guadiana, 2001).

Os resultados recentes obtidos no Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA, 2003) confirmam vastas áreas com ocorrência de águas com excesso de nitratos, nomeadamente a Leste do concelho de Ferreira do Alentejo, em Beja e Serpa, pondo em risco um total de aproximadamente 50 000 habitantes – cerca de 30% da população residente no distrito (INE, 2001). Aliás, esta região havia sido já referenciada no Plano Nacional da Água (2001) como sendo vulnerável à poluição por nitratos de origem agrícola.

Dado que o problema da ocorrência de inúmeras origens de abastecimento público, semi-público e particular sem qualidade se mantém e tende a agravar, é fundamental realizar uma avaliação da exposição de alguns grupos de risco à ingestão prolongada de água com elevados teores de nitratos, numa perspectiva epidemiológica e de saúde pública, inédita em Portugal.

Como factores limitantes desta abordagem há a considerar, todavia:

- ☐ as baixas taxas de natalidade;
- ☐ a não identificação das causas de morte na maioria dos óbitos infantis, com particular relevo dos que se verificam até aos 6 meses de idade (fetal tardia, perinatal, neo-natal, infantil) e com o grau de desagregação estatística desejável;
- ☐ o facto de em muitas das classes de desagregação utilizadas, o número de óbitos ser muito pequeno, o que torna o cálculo das taxas nessas classes fortemente sensível às pequenas variações aleatórias;
- ☐ as estatísticas de morbilidade serem praticamente inexistentes. Apesar de ser possível desde 1993 conhecer os episódios de internamento hospitalar, por local de residência das mães, os diagnósticos são muito gerais pois assentam nos grandes grupos da Classificação Internacional de Doenças – CID 9;
- ☐ e os custos financeiros envolvidos neste tipo de estudos.

#### **4. Avaliação Ambiental e estabelecimento de um Sistema de Vigilância Epidemiológica**

Com base no historial de conhecimentos adquiridos acerca da situação efectiva do abastecimento de água do distrito de Beja e suportados pelo estado da arte internacional sobre o efeito dos nitratos na saúde pública, apresenta-se uma proposta de um Sistema de Vigilância Epidemiológica com base num modelo regional integrado de avaliação ambiental que identifica as áreas mais sensíveis à poluição dos recursos hídricos pelos nitratos, procurando cruzar essa informação com a ocorrência de endemismos e as populações ou grupos de risco.

##### **4.1 Modelos Operativos de Avaliação Ambiental**

Tratando-se de um problema ambiental complexo e dinâmico, que envolve o domínio hídrico e com implicações relevantes na saúde pública, exige uma abordagem multidisciplinar e integrada envolvendo diferentes sectores da economia e múltiplos domínios científicos:

- Ambiente – engenharia sanitária e ambiental;
- Saúde – saúde pública, medicina interna, pediatria, obstetrícia, bioestatística, demografia, epidemiologia;
- Hidrologia e Hidrogeologia;
- Sistemas de Informação Geográfica;
- Agricultura – agronomia, ocupação do solo;
- Câmaras Municipais e Serviços Municipalizados – água de consumo, águas residuais, resíduos sólidos;
- Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional – poluição doméstica e industrial, pontual e difusa, sistemas de informação;
- Meteorologia – pluviometria e climatologia.

Foi desenvolvido um modelo operativo apropriado – Modelo Regional Integrado de Avaliação de Nitratos (MORIAN) – que teve em consideração a grande diversidade de factores intervenientes na problemática, e pese embora a carência de dados em alguns sectores e as muitas dificuldades e restrições operacionais, foi possível constituir uma importante base de dados para o distrito, envolvendo todos os sectores relevantes para a problemática regional, que permitiu otimizar as metodologias a utilizar futuramente na avaliação desta problemática, não só na recolha de informação e seu tratamento, como na da sua validação.

Deste modo, na Base de Dados (BD) foram introduzidas todas as variáveis ambientais, sociológicas e de saúde pública do distrito de Beja, nomeadamente:

- O inventário das origens de água destinadas ao abastecimento, com relevância daquelas em que é manifesta a poluição por nitratos (furos, poços, nascentes ou outras) e caracterização do tipo de sistema de distribuição, protecção da captação e tipo de tratamento existente;
- As cartas de medianas, médias e máximos de nitratos, distribuídas por 4 classes de risco;
- As cartas de pluviosidade nos períodos estudados;
- A caracterização do sistema hidrológico, hidrogeológico e agrário e os mapas de vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas;
- A representação cartográfica e caracterização das fontes poluentes pontuais e difusas, no que respeita a carga em azoto e a carga orgânica;
- A representação cartográfica da ocupação do solo com base no Corine Lancover;
- A carga poluente azotada, por concelho, atribuída aos diferentes sistemas agrícolas e aos efectivos pecuários existentes;
- A carga poluente azotada, por freguesia, nos concelhos cujas origens de água foram consideradas de máximo risco

A informatização e exploração da base de dados, permitiu criar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o distrito de Beja e o recurso à avaliação geoestatística possibilitou a validação dos resultados e realização da síntese cartográfica regional, com elaboração de cartas de classes de nitratos, nos períodos 1985/87 e 1997/2000 – identificam-se zonas críticas e vulneráveis, definem-se classes de risco e são estimadas as populações em risco e os grupos mais vulneráveis potencialmente expostos. São igualmente georreferenciadas as fontes poluentes pontuais e difusas e as zonas agrícolas mais sensíveis

Esta sinopse regional, em articulação com os diferentes sectores responsáveis, vai permitir equacionar acções interventivas, definir prioridades e elaborar planos e programas regionais no sentido de travar o agravamento da situação ambiental, elaborar uma rede de vigilância de qualidade relativamente a este indicador (inserida eventualmente na rede geral de monitorização da qualidade da água a nível da Região Alentejo) mas, igualmente implementar um sistema de vigilância sanitária das populações em risco.

#### **4.2 Sistema de Vigilância Epidemiológica**

Uma vez que são inexistentes estudos específicos sobre os efeitos na saúde da população portuguesa resultantes da ingestão de águas com teores elevados em nitratos, o desenvolvimento de investigação no âmbito da vigilância epidemiológica da população residente, nomeadamente de grupos de particular vulnerabilidade, submetida a este tipo de pressão

ambiental numa área definida geograficamente – o distrito de Beja – vem dar resposta aos princípios anteriormente explicitados para a moderna Saúde Pública, em sentido lato mas, igualmente, para a Saúde Ambiental, em sentido mais restrito.

Os diferentes tipos de efeitos na saúde dos nitratos manifestam-se a distintas escalas temporais, o que por si é suficiente para justificar os dois tipos de estudos epidemiológicos que se propõem – a curto e a mais longo prazo – consoante se trate de avaliar efeitos de metahemoglobinemia ou cancerígenos.

O alvo de um estudo epidemiológico é sem dúvida a população humana, sendo a sua realização essencial à identificação de métodos de prevenção da doença e, conseqüentemente, de melhoria da saúde das comunidades envolvidas pela problemática.

Nesse sentido pretende-se implementar um sistema de vigilância epidemiológica numa população base – a do distrito de Beja – para avaliar os impactos na saúde resultantes da ingestão de águas de consumo com teores excessivos em nitratos. Nesse sentido, foram considerados 4 grupos de risco, nomeadamente:

- grávidas - restrição ao crescimento intra-uterino, parto prematuro, hipoxia intra-uterina e asfixia à nascença, entre outros sintomas clínicos ou sub-clínicos;
- recém-nascidos e lactentes com menos de 6 meses de idade – malformações à nascença, anoxia, taxa de metahemoglobina, cianose, morte súbita, entre outros sinais ou sintomas;
- crianças em idade escolar – taxa de metemoglobina superior ao normal, alterações do sistema nervoso central, irritabilidade, falta de aproveitamento escolar, entre outros;
- população adulta em geral – formação de compostos N-nitroso, potencialmente cancerígenos (cancro do estômago, esófago, rins, pâncreas, etc.).

A abordagem metodológica terá por referência o estado da arte internacional sobre a problemática. Partindo da definição do universo da população e da amostra de estudo para seguimento epidemiológico (grupos de risco), será realizado o desenho do estudo e elaborados os inquéritos epidemiológicos a aplicar.

Constituirão elementos de avaliação a ingestão por via alimentar – água de consumo e alimentos – a avaliação da população residente, por sexo e grupo etário, os dados de saúde disponíveis (morbilidade, mortalidade, entre outros), a identificação e georreferenciação das origens de abastecimento de água e os respectivos teores em nitratos, bem com a sua evolução temporal e espacial, avaliações clínicas, sub-clínicas e analíticas, inquéritos alimentares e outros necessários à caracterização dos grupos em estudo,

#### **4. Conclusões.**

A tomada de consciência da progressiva poluição dos recursos hídricos por nitratos tem já mais de duas décadas mas, os sistemas de alerta e as campanhas periódicas de avaliação e monitorização que alguns países têm vindo a empreender, para além de confirmarem o fenómeno da degradação crescente, têm contribuído de forma escassa para a resolução do problema – tratando-se de um poluente extremamente estável, o seu tempo de permanência nos recursos hídricos é extraordinariamente longo e as tecnologias de remoção existentes não dão, ainda, resposta adequada, dados os custos envolvidos.

No que concerne o distrito de Beja, o problema agro-ambiental da presença de nitratos nas águas de consumo, quer ao nível das reservas superficiais quer ao nível das águas subterrâneas é incontornável, com ficou explicitado nesta comunicação.

O facto de se tratar de uma temática ambiental com implicações na saúde pública exige uma abordagem multidisciplinar e integrada de um conjunto de sectores económicos e de diferentes áreas da sociedade, no sentido da criação de um Sistema de Vigilância Epidemiológica com base num modelo regional de avaliação ambiental e num modelo de saúde pública, que permita detectar a ocorrência de endemismos e populações ou grupos de risco.

A avaliação epidemiológica dos impactos na saúde resultantes da ingestão de águas de consumo com elevados teores em nitratos e a identificação dos grupos mais vulneráveis é, pois, fundamental para determinar a exposição ao risco das populações envolvidas e para empreender políticas locais sustentadas de prevenção e limitação desse mesmo risco, bem como de promoção da saúde da comunidade.

Tais avaliações irão permitir desenvolver planos e programas ambientais e de saúde pública, a partir da definição de estratégias, metas e objectivos organizacionais, inseridos num modelo de gestão integrada que leve primeiro ao controlo e identificação da situação, para de seguida proceder à mudança numa perspectiva de prevenção sustentada dos riscos para a Saúde Pública.

## Bibliografia

- Almeida, C. & Silva, M. L. (1987) – *Incidence of agriculture on water quality at Campina de Faro (south Portugal)*. IV Simposio de Hidrogeología de la Asociación Española de Hidrología Subterránea, Palma de Mallorca, 5 a 9 de Octubre de 1987.
- Beaglehole, R., Bonita, R., Kjellström, T. (2003) – *Epidemiologia Básica*, ENSP/WHO, 1ª ed. Port., Lisboa
- Cardoso, S. M. (1991) – *The Nitrate Content in Drinking Water in Portugal*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 49-54.
- Cerejeira, M.J., Silva-Fernandes, A., Viana, P. & Bacci, E. (1995) - *Atrazine and nitrates levels in the ground water of irrigation wells in the agricultural area of Chamusca (Portugal)*, *Toxicol. Environ. Chem.*, 49, 1995, pp. 123-128.
- Crespi, M. & Ramazzotti, V. (1991) – *Evidence that N-Nitroso Compounds Contribute to the Causation of Certain Human Cancers*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 233-252
- Decreto-Lei 236/98 – DR nº 176/98, Série I-A de 1 de Agosto. *Legislação sobre Qualidade das Águas para Diferentes Usos*. pp. 3676 – 3722.
- Decreto-Lei 243/2001 – DR nº 206, Série I-A de 5 de Setembro de 2001. *Transposição da Directiva 98/83/CE do Conselho de 3 de Novembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano*.
- Directiva 91/676/CEE – *Directiva do Conselho de 12 de Dezembro de 1991 relativa à Protecção das Águas Contra a Poluição Causada Por Nitratos de Origem Agrícola*. *Jornal Oficial das Comunidades nº L 375*, Comissão Europeia, Bruxelas, 31 de Dezembro de 1999.
- Directiva 2000/60/EC – *Directiva Quadro da Água*, *Jornal Oficial das Comunidades*, Comissão Europeia, Bruxelas, 22 de Dezembro de 2000.
- DRAOT – Alentejo (2002) – *Anuário de Recursos Hídricos do Alentejo-Ano Hidrológico de 2000/2001*, MAOT/DRAOT Alentejo
- Dourson, M., Stern, B., Griffin, S. & Bailey, K. (1991) – *Impact of Risk-Related Concerns on U.S. Environmental Protection Agency Programs*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 477-486.

- Forman, D. (1991) – *Nitrate Exposure and Human Cancer*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 281-288.
- Fried J. J. (1991) – *Nitrates and their Control in the EEC Aquatic Environment*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 3-11.
- ERHSA (2003) – Relatório do Projecto de Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo. Relatórios/CD e Atlas. CCDR Alentejo, Évora, 2003.
- Gouveia, M.L., Martins, I. & Sousa, A. (1994) – *A Poluição das águas de Consumo pelos Nitratos – um programa de acção necessário*, in Anais 2º Congresso Nacional da Água, vol.2: 287-296, APRH, Lisboa
- Gouveia, M.L. (1995) - *Modélisation d'une Stratégie Sanitaire pour l'Évaluation, la Prévention et la Lutte contre la Pollution des Eaux de Consommation par les Nitrates*, J. Européen d'Hydrologie, 26, 1:9-22, Paris.
- Gouveia, M.L. (2004) – *Modelo de estratégia para Avaliação, Prevenção e Vigilância das Águas de Consumo por Nitratos – diagnóstico e prioridades em Portugal*. Tese de Doutoramento. Universidade Nova de Lisboa. *In press*.
- Heitor, A. M. (1999) – *Estudo dos efeitos da fertilização na qualidade da água*, in Seminário sobre Águas Subterrâneas. LNEC, Lisboa, 1999.
- INE (1981) – Estatísticas Demográficas – XII Recenseamento Geral da População
- INE (1981) – II Recenseamento Geral da Habitação
- INE (1991) – Estatísticas Demográficas – XIII Recenseamento Geral da População
- INE (1991) – III Recenseamento Geral da Habitação
- INE (2001) – Estatísticas Demográficas – XIV Recenseamento Geral da População
- INE (2001) – IV Recenseamento Geral da Habitação
- INAG (2002) – Poluição e Qualidade da Água, MAOT/INAG
- Mirvish, S. S. (1991) – *The Significance for Human Health of Nitrate, Nitrite and N-Nitroso Compounds*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 253-266.
- Moller, H. & Forman, D. (1991) – *Epidemiological Studies of the Endogeneous Formation of N-Nitroso Compounds*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 267-279.
- Packer, P. J. Randell, P. R., Duncan, S. N., Van Acker, B., Reed, P. I., Thompson, M. H., Hill, M. J. & Leach, S. A. (1991) – *Development of a Reliable Measure for Determining Nitrate Exposure for Use in Epidemiological Studies*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 289-296.
- Paralta, E. (2001) – *Hidrogeologia e Modelação Estocástica da Contaminação por Nitratos do Aquífero Gabro-diorítico da Região de Beja*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Georrecursos. IST/Centro de Geo-Sistemas, Lisboa, 2001, 157 pp.
- Plano Nacional da Água (2001) – INAG, 2001.
- Walton, G. (1951) – *Survey of Literature Relating to Infant Methemoglobinemia due to Nitrate Contaminated Water*. American Journal of Public Health, 41: 988-996.
- Weisenburger (1991) – *Potential Health Consequences of Ground-water Contamination by Nitrates in Nebraska*. NATO ASI Series, Vol G 30 – Nitrate Contamination, Exposure, Consequence and Control. Bogárdi & Kuzelka Editors, Springer-Verlag, Berlin, 1991, pp. 309-315.