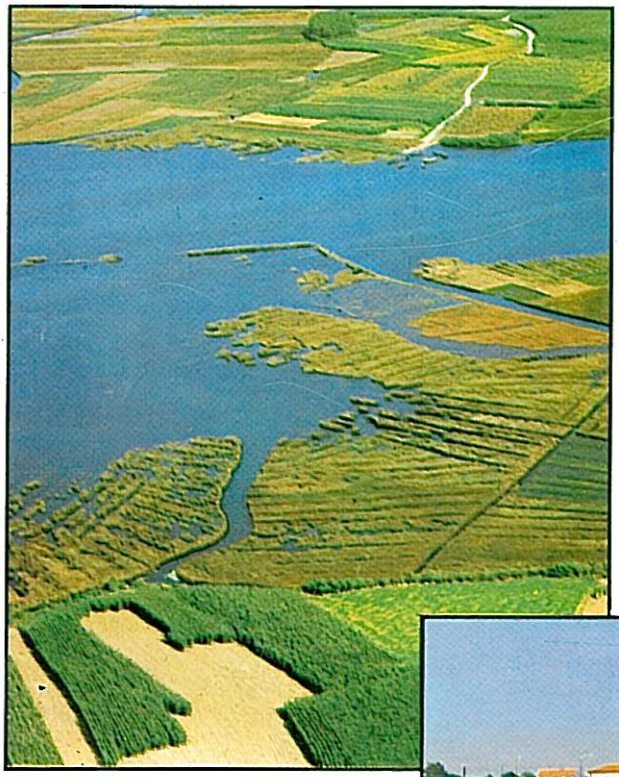
S. R.

MINISTÉRIO DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO
COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DA REGIÃO CENTRO

RIA DE AVEIRO: Que futuro?



Organização de:
Carlos Borrego, Marcos Ré, Mª Manuel Cruz, Mª Rafaela Matos, Mª del Cielo Adrian

Portugal
1991

RIA DE AVEIRO: Que futuro?

Painel realizado no
IV ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
(Universidade de Aveiro, 25 a 28 de Junho de 1990)

ISBN: 972-569-017-6
Depósito Legal nº: 49 838/91

Ficha técnica:

Responsável pela edição: António José Cardoso

Secção de offset:
Fotografia: Adelino Bandeira
Paginação e Montagem: Adelino Bandeira
Transporte: Henrique Taborda
Impressão: Joaquim Felício

Nota explicativa:

Esta publicação contem as comunicações apresentadas no painel "RIA DE AVEIRO: Que futuro?", que integrou o IV ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO, que decorreu na Universidade de Aveiro, de 25 a 28 de Junho de 1990.

Edição da:

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DA REGIÃO CENTRO
(CCRC)
R. Bernardim Ribeiro, 80 3000 Coimbra
Telefone: (039) 404044/59/71 Telex: 52185 Fax: (039) 723757

RIA DE AVEIRO: Que futuro?

Painel realizado no
IV ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
(Universidade de Aveiro, 25 a 28 de Junho de 1990)

REALIZAÇÃO

Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico (APESB)

ORGANIZAÇÃO

Gabinete da Ria de Aveiro/Universidade de Aveiro (GRIA/UA)

ENTIDADES PATROCINADORAS
DO IV ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Comissão de Coordenação da Região Centro (CCRC)
Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente (DGQA)
Direcção-Geral dos Recursos Naturais (DGRN)
Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC)
Fundação Calouste Gulbenkian (FCG)
Banco Comercial Português (BCP)

Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha
Câmara Municipal de Aveiro
Câmara Municipal de Estarreja
Câmara Municipal de Ílhavo
Câmara Municipal de Murtosa
Câmara Municipal de Ovar
Câmara Municipal de Vagos

PREÂMBULO

Assume o risco de incorrer no pecadilho de sublinhar a afirmação de lugares comuns, quem se proponha assinalar as naturezas interdisciplinares e intersectorial de que se revestem as problemáticas do desenvolvimento de uma área territorial.

Pensamos, contudo, ser relevante assinalar a impossibilidade de abordar essa temática, sem considerar de forma marcante as vertentes associadas à promoção de equilíbrio das soluções em termos ambientais e de ordenamento do território.

Tratando-se de uma atitude já inequivocamente assimilada pela opinião pública, não deixa de ser claro que a sua tradução em eficácia envolve carências de afectação de recursos e meios e que importa estar atento.

Vêm estas reflexões a propósito de procurarmos explicitar o peso que atribuímos ao IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, realizado pela Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico (APESB) e organizado pelo Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA) e pela Universidade de Aveiro, que corresponde à edição de 1990 de acções similares efectuadas nos anos anteriores e de que publicamos hoje as actas do painel "Ria de Aveiro: Que futuro?".

São múltiplas as motivações que nos animaram a fazê-lo e que nos suscitaram aquelas considerações preambulares.

Sendo insofismável o relevo marcante da Ria na caracterização e na estruturação da sua área envolvente, em termos das actividades desenvolvidas, da organização espacial e da própria identidade histórico--cultural das populações e das comunidades, é também um facto que constitui um exemplo paradigmático de um sistema em que surge com particular acuidade a necessidade de promover a integração sobre que discorremos.

Inserida em áreas onde se situam centros de grande dinamismo económico, a Ria sofre os efeitos inerentes a esse enquadramento geográfico, em termos dos impactos gerados pelo volume e pela índole dos efluentes urbanos e industriais que daí decorrem.

E se a complexidade da procura de soluções é associada aos níveis de tecnicidade exigidos, advém também do pressuposto adquirido de que esse processo só poderá ser bem sucedido se passar pelo estabelecimento de adequados laços de articulação e motivação generalizada, aos níveis das instituições da Administração e das entidades privadas, singulares e colectivas, compatibilizando-as sempre que possível com os objectivos económicos, sociais, ou lúdicos assumidos por esses actores e beneficiários do desenvolvimento.

Pela importância determinante que a Ria de Aveiro assume na Região Centro, pelos efeitos colhidos de abordar estes problemas perante um auditório tão qualificado nas temáticas do âmbito dos recursos hídricos e em particular do saneamento básico, pelo facto de na sua origem se encontrarem entidades tão conhecedoras do meio e dos seus problemas como o são a Universidade de Aveiro e o Gabinete da Ria de Aveiro, afigura-se-nos oportuno e do maior interesse publicar a presente documentação.

Ao redigir este preâmbulo, não quereria deixar de anotar o contributo determinante em todas as actividades de arranque e consolidação do GRIA e também nos trabalhos conducentes à elaboração da documentação agora publicada, do Senhor Professor Engenheiro Carlos Borrego, entretanto chamado à titularidade do Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais.

Fazêmo-lo por nos ser muito grata a afirmação pública do reconhecimento pela forma como conduziu a prossecução de objectivos cuja complexidade já assinalámos, mas também com o intuito de realçar a expectativa de confiança e solidariedade que nos suscita a equipa que formou e que, estamos certos, continuará, agora sob a liderança do Senhor Engenheiro Marcos Ré, a concretizar as acções necessárias à promoção do desenvolvimento equilibrado da Ria de Aveiro.

O Presidente da CCRC

(Engº Carlos Almeida Loureiro)

INTRODUÇÃO

Sendo verdade que não pode haver uma correcta política de ambiente sem progresso económico e social, também é verdade que este não pode existir ou permanecer durável, se os problemas de ambiente não forem tomados em consideração e encarados como um elemento essencial do desenvolvimento económico e social.

A integração dos problemas de ambiente na política industrial deve ser encarada num contexto mais vasto do que a fórmula redutora da prevenção ou do controlo da poluição e da avaliação das incidências sobre o ambiente. O mesmo se aplica à óptica dos problemas ambientais causados pelo crescimento urbano.

A análise do processo de desenvolvimento da zona da Ria de Aveiro, laguna enquadrada por uma das mais importantes e peculiares zonas húmidas de Portugal, sugere a existência de um conjunto de áreas em conflito com o ecossistema lagunar. Presentemente na região é manifesta a necessidade de conciliar as exigências do desenvolvimento com a preservação e a melhoria da qualidade de vida (em que a qualidade do ambiente é parte integrante), tendo-se caminhado a passos firmes e seguros para uma acção integrada.

Mas, se o conhecimento adquirido pelo Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA) do estado do ambiente na área em questão permitiu finalmente formular alguma propostas de solução, entendeu-se que seria fundamental a discussão alargada dessas opções, de modo a obter, após debate profundo, uma orientação consensualmente assumida.

Aproveitando a ocasião da organização do IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, com o Painel "RIA DE AVEIRO: Que futuro?", cujas comunicações aqui se reúnem, prepararam-se os documentos de discussão cinco anos após a realização das Jornadas da Ria de Aveiro, primeiro grande *forum* dedicado a estes problemas.

Espera-se que, estando os problemas detectados, a situação caracterizada e as soluções delineadas, se possibilite a recuperação da Ria de Aveiro e a sua gestão racional, permitindo um desenvolvimento sustentado das actividades económicas, o aproveitamento racional dos recursos naturais e a manutenção do necessário equilíbrio entre o meio natural e a actividade humana.

Esta foi, é e será a razão de ser do GRIA.

Aveiro, Abril de 1991

Carlos Borrego

Coordenador do Gabinete da Ria de Aveiro

ÍNDICE

PAINEL

RIA DE AVEIRO: QUE FUTURO ?

1 - Qualidade do Ar na Zona da Ria de Aveiro - Ponto da Situação..... 9
PIO, Casimiro A.; BORREGO, Carlos

2 - A Importância da Dimensão Estratégica das Políticas de Desenvolvimento para a Região da Ria de Aveiro..... 21
PINHO, Paulo

3 - A Ria, as Câmaras e os Planos - O P.D.M. de Aveiro..... 29
SÁ, M. Fernandes; SILVA, P.M. Ribeiro da

4 - A Agricultura e o Meio Ambiente: O Exemplo do Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga..... 37
RAMOS, F. Mendes; MAIA, C.M. Ferreira da

5 - Perspectivação da Gestão dos Residuos Sólidos na Região de Aveiro..... 47
PEREIRA, F.J.

6 - Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água da Ria de Aveiro..... 59
ALCÂNTARA, F.; ALMEIDA, M.A.; NICOLAU, F.; QUINTANEIRO, M.I.; RUA, J.

7 - Macrozoobentos da Ria de Aveiro: Importância Ecológica e Económica..... 85
MOREIRA, M. Helena

8 - Associação de Municípios do Carvoeiro..... 99
MARQUES, Rui

9 - O Plano de Desenvolvimento do Porto de Aveiro; Perspectivas e Sua Evolução Futura..... 105
MARQUES, L.A. Ferreira

10 - Contribuição para a Caracterização da Componente Poluitiva no Aquífero Superficial de Estarreja..... 117
SILVA, E. Ferreira da; BARRADAS, J.; FONSECA, E. Cardoso

11 - Modelação Matemática da Ria de Aveiro. Elaboração de um Sistema de Modelos Matemáticos para Apoio da Sua Gestão Integrada..... 131
TELES, Mário; NEGRO, Manuela del; RODRIGUES Daniel

12 - Uma Solução Integrada para a Resolução dos Problemas de Poluição dos Recursos Hídricos no Baixo Vouga e da Ria de Aveiro..... 145
AMBROSIO, Amilcar; SOUSA, A. Ambrósio de

13 - Os Recursos Hídricos e a Sua Gestão como Factor Estruturante da Região da Bacia do Vouga.... 159
MENDES, A.J. de Jesus

14 - Reintegração de Águas Usadas. Sugestões para o Caso da Ria de Aveiro..... 179
COSTA, P. Celestino da

15 - Cargas Poluentes de Origem Doméstica e Industrial; Estimativa na Área de Intervenção do GRIA..... 187
RÉ, M.; RUA, J.; QUINTANEIRO, I.; CRUZ, M.; BORREGO, C.

16 - Ria de Aveiro. Que Futuro ? O Contributo dos Fundos Comunitários..... 204
AFONSO, A.B. Silva

17 - A Gestão Integrada da Ria de Aveiro: Soluções para os Problemas de Poluição e as Alterações Institucionais Necessárias..... 219
BORREGO, C.; RUA, J.; QUINTANEIRO, I.; RÉ, M.; CRUZ, M.

CONCLUSÕES 237

QUALIDADE DO AR NA ZONA DA RIA DE AVEIRO - PONTO DA SITUAÇÃO

AIR QUALITY IN THE RIA DE AVEIRO REGION - THE STATE OF THE ART

Casimiro A. Pio* e Carlos Borrego*

---

* Prof. Associado, Dept. Ambiente e Ordenamento, Univ. Aveiro

RESUMO

É dada uma perspectiva dos níveis de poluição atmosférica e respectivas fontes emissoras na zona da ria de Aveiro, enunciando os principais estudos efectuados sobre o assunto na região. Conclui-se que o efeito da poluição industrial poderá diminuir, se forem aplicadas medidas restritivas, prevendo-se no entanto um agravamento devido ao aumento do transporte automóvel na região.

Palavras-chave: Poluição atmosférica; ria de Aveiro; emissões; concentrações; transporte.

ABSTRACT

A view is given in relation to the levels of air pollution and the emission sources responsible for atmospheric pollutants in the Ria de Aveiro atmosphere, describing the main studies about the subject taken during the last years in the region. It could be concluded that the air pollution level from industries should decrease, if restrictions will be applied, however a worsening is expected due to the traffic increase in the region.

Key-words: Atmospheric pollution; Aveiro lagoon; emissions; concentrations; traffic.

1. INTRODUÇÃO

A região de Aveiro é uma zona com características próprias, identificada por um relativo desenvolvimento económico, onde se situam um número elevado de pequenas indústrias acompanhadas por algumas indústrias de elevada dimensão. Tem ainda um parque automóvel relativamente elevado, embora o trânsito não se encontre concentrado devido à inexistência de grandes zonas urbanas. Apresenta uma agricultura intensiva virada para a produção de leguminosas e lacticínios.

Em termos climatológicos predominam, durante a maior parte do ano, ventos relativamente fortes, quer relacionados com o transporte de massas de ar através de zonas frontais do Oceano Atlântico durante os períodos de inverno e primavera, quer devido à existência de brisas marítimas (nortadas) associadas ao aparecimento de diferenças térmicas entre o Oceano e a zona continental e que se manifestam até aproximadamente 20 km da costa.

É este conjunto de factores que influencia a qualidade do Ar na zona da ria de Aveiro. Assim, as piores condições de poluição surgem junto a unidades industriais de maior dimensão, as quais, devido às quantidades de poluentes produzidos, têm emissões que afectam não somente a qualidade do ar junto às instalações como também a maiores distâncias. Entre estas fontes, as que mais se fazem notar são a indústria de pasta de papel na zona de Cacia e as diversas unidades do Complexo Industrial de Estarreja em toda a zona envolvente.

Para além destas unidades existem ainda outras de menores dimensões que, pelas suas características, podem afectar a qualidade do ar a nível local, originando problemas de vizinhança. Estes casos, que englobam unidades tais como indústrias de curtumes ou empresas agro-industriais, estão frequentamente relacionados com o lançamento de efluentes líquidos a céu aberto, os quais por decomposição anaeróbia exalam cheiros pestilentos resultantes da produção de gás sulfídrico e outros compostos de enxofre reduzido. Contribuem também para este tipo de poluição os esgotos domésticos não tratados lançados nos cursos de água, e cujas consequências se notam mais em períodos de temperatura elevada quando a velocidade das reacções é mais intensa e a solubilidade do oxigénio atmosférico na água é menor.

2. PONTO DA SITUAÇÃO

Portugal faz parte da Europa Ocidental onde os problemas de poluição atmosférica se põem com alguma agudeza. Contudo, situando-se no extremo ocidental do continente, o País e a região de Aveiro encontram-se usualmente livres do transporte transfronteiras, já que a predominância dos ventos dá origem à importação de massas de ar relativamente limpas do Atlântico. Essas condições podem verificar-se através dos valores médios de acidez na água das chuvas colhidas em Aveiro que apresenta valores que se podem considerar naturais (Quadro I). No entanto, em certas situações, quando o transporte se faz do Continente

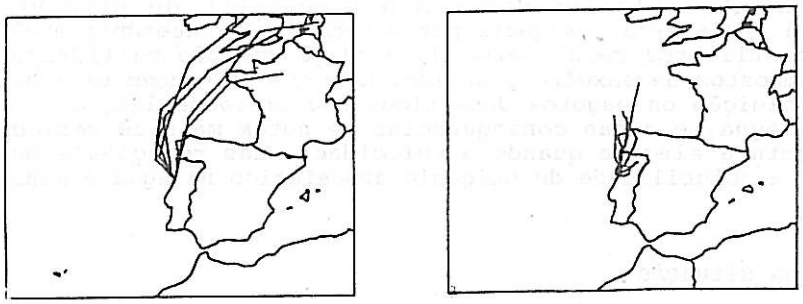
Europeu sobre os oceanos (Figura 1), condições em que não existe amonia para neutralizar os poluentes acídicos, os valores de acidez podem atingir níveis 100 vezes mais elevados que os valores normais.

Quadro I: Deposição húmida anual iónica ($mg.m^{-2}.ano^{-1}$) e valores máximos, mínimos e médios da condutividade ($\mu S.cm^{-1}$) para os anos de 1986 e 1987 (Pio e Anacleto, 1988a).

	1986				1987			
	MAXIMO	MINIMO	MEDIA	DEPOS	MAXIMO	MINIMO	MEDIA	DEPOS
COND	490.00	0.13	21.30	---	370.00	5.30	23.80	---
pH	7.80	3.95	5.22	---	7.04	4.07	5.38	---
NH4	4.94	0.04	0.42	375	3.88	0.01	0.39	318
SO4	8.33	0.00	1.76	1560	12.10	0.51	1.90	1570
NO3	16.00	0.05	0.53	467	6.27	0.15	0.45	374
Cl	78.00	0.50	6.85	6050	19.40	0.00	4.76	3930

* - Os símbolos iónicos são apresentados aqui e ao longo do texto sem o respectivo sinal.

A influência do transporte continental também se pode observar na medicão dos constituintes dos aerossóis que, em condições de alta pressão com vento de leste, atingem valores semelhantes aos encontrados noutras regiões mais poluídas do Continente Europeu (Quadro II).



a b

Figura 1: Trajectórias de 24h para massas de ar que originaram episódios de poluição com pH aproximadamente igual a 4; a) Período de 29/1 a 5/2/86; b) Período de 7 a 14/4/86 (Pio e Anacleto, 1988a).

No entanto, em condições normais e usuais são as fontes locais que têm um maior impacto na qualidade do ar na zona da ria de Aveiro. O maior aglomerado de indústrias poluentes do ar ambiente

encontra-se situado no Complexo Industrial de Estarreja. O Governo Português considerou Estarreja, juntamente com Sines, Barreiro-Seixal, Lisboa e Porto como zonas prioritárias no

Quadro II: Deposição média por unidade de área ($mg.m^{-2}.mês^{-1}$) para o período Maio-Dezembro de 1988 observada em coroas circulares com centro no Complexo Industrial de Estarreja e valores de deposição total ($Kg.mês^{-1}$) em círculos com o mesmo centro (Pio et al, 1990c).

	1 Km	1-2 Km	2-3 Km	3-4 Km	4-5 Km	1 Km	2 Km	3 Km	4 Km	5 Km
pH	5.15	5.28	5.60	5.51	5.77	---	---	---	---	---
COND*	205	178	96	78	103	---	---	---	---	---
SI	1700	974	1668	1066	1765	5338	14513	40698	64118	113985
Cl	229	144	135	121	113	719	2075	4201	6863	10047
NO3	273	80	108	46	55	856	1609	3300	4319	5860
SO4	1464	481	391	297	258	4605	9132	15265	21800	29080
NH4	481	126	84	78	57	1509	2696	4008	5722	7340
Ca	154	72	98	48	54	484	1163	2709	3759	5281
K	63	25	36	17	20	197	434	1001	1380	1934
Mg	20	13	17	12	14	63	183	450	705	1097
Na	128	113	107	112	85	402	1469	3146	5616	8031
Fe	90	40	50	30	61	282	659	1445	2105	3823
Zn	23.2	6.3	5.3	3.7	3.7	73	132	216	298	403
Pb	4.5	1.5	1.3	1.0	1.5	14	29	49	71	113
Cu	2.0	0.9	0.7	0.4	0.5	6	14	25	35	48
Mn	0.85	0.58	0.99	0.54	0.94	3	8	24	35	62
Be#	1.87	1.14	2.02	1.58	2.88	0.01	0.02	0.05	0.08	0.16
Cd	0.10	0.05	0.05	0.04	0.06	0.3	0.8	1.7	2.5	4.1
Cr	0.22	0.08	0.10	0.09	0.10	0.7	1.5	3.0	4.9	7.8
Mo	0.12	0.05	0.02	0.01	0.01	0.4	0.8	1.0	1.3	1.7
Ni	1.66	0.23	0.15	0.11	0.11	5	7	10	12	15
[illegible]	3.18	0.55	0.33	0.25	0.21	10	15	20	26	32

* - ($\mu S.cm^{-1}$) # - ($\mu g.m^{-2}.mês^{-1}$)

combate à poluição atmosférica, tendo constituído a denominada Comissão de Gestão do Ar de Estarreja (CGAE) que, com todas as limitações de pessoal e capital sobejamente conhecidas, têm procurado resolver os problemas de poluição. Contudo o papel da CGAE tem sido até ao presente mais no sentido de caracterizar os níveis de poluição, do que de encontrar soluções para a sua resolução. Para isso foi montada uma rede de monitorização que tem procurado caracterizar os níveis de concentração dos poluentes clássicos, para os quais existe legislação em Portugal e na CEE. Estes níveis não são, em média, superiores aos limites impostos pela legislação, ultrapassando-os somente em alguns casos no que diz respeito aos valores de pico (Quadro III) como seria de esperar com fontes emissoras pontuais.

O Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro (DAOUA) tem levado a cabo um conjunto de medições de poluentes atmosféricos nesta zona tanto no que diz respeito a poluentes gasosos (ácido clorídrico, ácido nítrico, cloro, amónia e mercúrio) (Pio et al., 1990b; Pio et al., 1986) como partículas em suspensão e partículas sedimentáveis e seus constituintes (Pio e Anacleto, 1988a; Pio et al., 1989b) que revelam em alguns casos valores com ordens de grandeza superiores aos de fundo. Parece

contudo que a influência do complexo se faz sentir unicamente num raio de poucos quilómetros em redor das instalações industriais. Por exemplo, a deposição de partículas e metais pesados faz-se predominantemente num raio de 500 m a 1 km das instalações (Pio et al., 1990c).

Quadro III: Normas de qualidade do ar e valores de concentração na zona Industrial de Estarreja (Pio et al, 1989a). Concentrações em $\mu g.m^{-3}$.

		SO2		NO2		PARTICULAS	
POSTO	ANO	P50	P98	P50	P98	MEDIA	P95
1	1985	18	57	15	44	140	311
	1986	16	61	18	43	123	228
	1987	8	51	29	1658	126	230
	1988	21	128	15	99	97	187
2	1985	--	--	--	--	106	228
	1986	8	49	13	49	89	154
	1987	13	60	13	28	61	111
	1988	14	69	18	64	106	69
3	1988	14	53	--	--	13	53
LIM MAC (ANUAL)		100	250	--	200	150	300

O mesmo tipo de efeito parece notar-se junto a outras unidades industriais de grandes dimensões como a Portucel/Cacia, onde os níveis médios de poluição estão abaixo das normas legislativas, com excepção de locais muito próximos da fábrica (Pio et al., 1989c). Isto não quer dizer que o odor característico não possa ser sentido a dezenas de quilómetros da fonte em condições de má dispersão, devido à sensibilidade elevada do olfacto humano para este tipo de poluentes.

A caracterização da poluição local resultante dos efluentes de pequenas unidades industriais ainda está para se fazer nesta região e no País. Para além das indústrias atrás referidas, a zona de Aveiro conta ainda com um grande número de pequenas indústrias, tais como cerâmicas que, a nível local, podem contaminar o ambiente com poluentes como chumbo e fluor (Pio et al., 1988b). Estes materiais podem afectar o homem e a vegetação nas redondezas. É possível verificar visualmente em vinhas junto a algumas indústrias do barro vermelho os efeitos das emissões de fluor sobre o desenvolvimento da vegetação.

Uma das classes de fontes emissoras com maior expansão nesta região é o transporte automóvel. As emissões dos veículos automóveis lançam para a atmosfera quantidades importantes de monóxido de carbono, fumos, hidrocarbonetos não queimados e óxidos de azoto que afectam a atmosfera ambiente. Devido às boas condições de dispersão não se notam ainda na zona as características do "smog" fotoquímico com formação de ozono e outros oxidantes, embora poucos ou nenhuns estudos tenham sido

efectuados sobre o assunto nesta região. Assim, os principais problemas de poluição põem-se nas ruas apertadas das zonas urbanas ou junto a estradas de grande densidade de tráfego onde, devido à intensidade das emissões e fracas condições de dipersão, as concentrações sobem para valores elevados.

A contribuição da poluição pelos transportes para os níveis de poluição atmosférica na região já é contudo considerável tanto em zonas urbanas, como Aveiro (Pio et al., 1990a), ou mesmo em zonas industriais como Estarreja, onde a percentagem das emissões automóveis para os níveis de poluição particulada na atmosfera pode atingir valores da ordem dos 20% (Pio et al., 1989b).

3. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

A caracterização da poluição atmosférica pode efectuar-se não somente através de estudos da qualidade do ar com medições dos níveis de poluição em diversos locais na região, como também utilizando outras técnicas que englobam a determinação das fontes emissoras e seus fluxos e os mecanismos de transporte, transformação e deposição. A determinação das fontes emissoras é essencial tanto como ponto de partida para o estabelecimento de estratégias de intervenção, como para o desenvolvimento de modelos de dispersão e penalização dos agentes responsáveis pela poluição.

A determinação das emissões pode efectuar-se quer por processos directos de medições nas chaminés quer através de inventários de emissão usando factores de emissão ou balanços de material. A região de Aveiro ainda só muito parcialmente se encontra caracterizada em relação às emissões para a atmosfera. A Comissão de Gestão do Ar de Estarreja levou a cabo um inventário das emissões industriais e automóveis para o concelho de Estarreja (Pio et al, 1987). Medições nas chaminés com carácter regular têm sido efectuadas unicamente na Portucel/Cacia. A Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente está também a levar a cabo uma campanha de medição nas chaminés para todo o país, que engloba algumas indústrias na região de Aveiro.

Os mecanismos de transporte e deposição são avaliados através do recurso a modelos de dispersão. A modelização da dispersão de poluentes na atmosfera tem como finalidade o cálculo do campo de concentrações, $C(x,y,z)$, provocado pela emissão de poluentes na atmosfera. Um modelo de dispersão ou modelo de qualidade do ar (MQA) é, assim, um meio pelo qual as emissões de poluentes podem ser associadas a concentrações na atmosfera, permitindo fazer a ligação entre alterações nas emissões e as alterações que se esperam nos níveis de concentrações de poluentes atmosféricos.

Como se pode imaginar, são variadas as aplicações dos MQA, nomeadamente: no estabelecimento de legislação de controlo de emissões; na avaliação de técnicas e estratégias de controlo propostas; na previsão e controlo de episódios de poluição atmosférica; na atribuição de responsabilidades para níveis de poluição existentes; no planeamento da instalação de futuras fontes de poluição; etc..

Os numerosos MQA actualmente existentes podem dividir-se em várias categorias. Por um lado, o tipo de modelo e o seu grau de complexidade dependem do modo como são tratados os processos que afectam a dispersão de poluentes. Por outro lado, é importante atender à finalidade do modelo. Podem assim encontrar-se modelos com diferentes resoluções temporais, isto é, estimam concentrações médias para períodos de tempo variáveis, que podem ir de alguns minutos a um ano; e modelos com diferentes resoluções espaciais, isto é, estimam concentrações médias para áreas de dimensões variáveis, desde a escala local (alguns metros a poucas dezenas de quilómetros) à escala regional e mesmo continental (da ordem de milhares de quilómetros).

De um modo geral os MQA necessitam de duas classes de dados:

i) dados de fonte (condições da emissão, caudal de poluente, etc.);

ii) dados meteorológicos (velocidade e direcção do vento, estabilidade atmosférica, etc.).

Dependendo do modelo, podem eventualmente ser necessários outros dados, por exemplo, dados de topografia, utilização do terreno, caracterização dos poluentes do ponto de vista do comportamento físico/químico, etc..

Para que se possam utilizar realisticamente os MQA, ou seja, para que os resultados obtidos da aplicação dos modelos tenham algum significado prático - dentro dos limites da própria simulação (Borrego et al., 1990) - é essencial dispor das bases de dados apropriadas e processos de estimativa dos parâmetros que normalmente não se encontram disponíveis.

Na zona da ria de Aveiro uma adequada utilização de MQA poderá ser uma ajuda preciosa na correcta gestão do recurso ar. A inexistência de bases de dados apropriadas tem constituído uma barreira ao avanço de estudos neste campo. No entanto, este problema tenderá a ser ultrapassado com a entrada em funcionamento pleno das torres meteorológicas que acabam de ser, ou serão a muito curto prazo, instaladas na região. Com os dados meteorológicos aquisicionados nas torres de Estarreja (100m), Portucel/Cacia (30m) e Caima/Albergaria (30m), conjugados com os que se continuam a obter nas estações de S. Jacinto, Maceda e Universidade de Aveiro, será possível uma boa caracterização da região em termos meteorológicos. Com o estabelecimento de uma adequada base de dados de emissões, será possível, no futuro, utilizar com alguma segurança as capacidades dos MQA aplicáveis à zona, e já desenvolvidos ou em vias de desenvolvimento no DAOUA, nomeadamente:

i) Modelo Gaussiano para fontes pontuais: permite avaliar o impacto atmosférico causado por uma única ou um conjunto de fontes pontuais elevadas. A chaminé de uma fábrica é um exemplo deste tipo de fontes.

ii) Modelo para fontes em área: aplicável ao estudo da dispersão do conjunto de poluentes emitidos, por exemplo, num complexo industrial como o de Estarreja ou um aglomerado populacional.

iii) Modelo de fontes em linha: o impacto na qualidade do ar provocado pelos poluentes emitidos pelo tráfego automóvel poderá ser avaliado com modelos deste tipo. A fonte é tratada como uma linha ao longo da qual os poluentes são emitidos uniformemente.

iv) Modelo inter-regional: como o nome indica é o modelo mais indicado para a gestão da qualidade do ar, a nível global, na zona da ria de Aveiro. Poderão testar-se, por exemplo, diferentes cenários possíveis de desenvolvimento para a região e seleccionar os mais vantajosos em termos de preservação da qualidade do recurso ar.

Embora em extensão muito pequena, essencialmente devido às limitações das bases de dados até agora existentes, foram já modelizadas situações concretas de poluição, com vista, por exemplo, ao esclarecimento da ocorrência de prejuízos causados na agricultura e atribuídos a indústrias específicas (Rua e Borrego, 1989). Este caso, resultante da queixa apresentada sobre uma hipotética emissão gasosa do Complexo Industrial de Estarreja, envolveu a aplicação do modelo Mesoport, desenvolvido para avaliar a dispersão atmosférica de um poluente cuja emissão tivesse origem naquele complexo. Concluiu-se (Figura 2) que a zona abrangida pelo penacho não coincidia com a zona onde as plantas foram afectadas.

4. CONCLUSÕES

A região de Aveiro parece apresentar ainda níveis de qualidade do ar aceitáveis, com excepção de áreas pouco extensas junto a certas unidades industriais. Apesar de ser uma das regiões do país onde existe maior quantidade de estudos, devido à presença da Universidade de Aveiro, muito ainda é desconhecido tanto no que diz respeito às fontes emissoras como aos níveis de poluição no ambiente e aos processos de transporte e deposição. Apesar de afastada das zonas mais industrializadas da Europa, os efeitos do transporte transfronteiras podem ser notados quando as massas de ar provêm destas regiões. A nível regional parecem ser os veículos automóveis os principais responsáveis pela poluição atmosférica nesta zona.

Qual o futuro previsível para a qualidade do ar na ria de Aveiro? Por um lado é previsível que a poluição se agrave devido ao aumento de industrialização e do transporte automóvel. Por outro lado, se forem postas em prática medidas restritivas como as que estão a ser aplicadas à indústria da celulose, é possível contrabalançar este efeito e até diminuir os níveis de poluição junto às instalações industriais mais poluentes. O problema de mais difícil solução no futuro parece relacionar-se com a crescente urbanização e o aumento do transporte automóvel. A imposição da gasolina sem chumbo, o uso de catalizadores e o controlo apertado da afinação dos motores diesel poderão impedir, contudo, um crescimento incontrolado dos níveis de poluição automóvel.

Para que qualquer destas soluções tenha eficácia, é fundamental que exista um quadro legislativo claro e capacidade técnica para o implementar. Assim, a CGAE terá que dispôr de meios

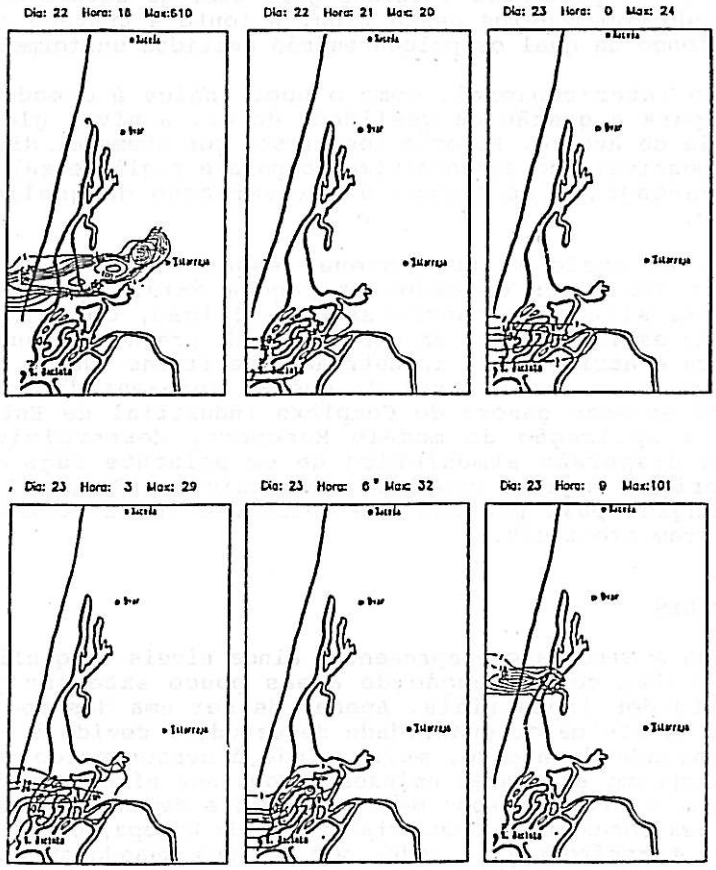


Figura 2: Isolinhas das concentrações tri-horárias (das 18 horas do dia 22 às 9 horas do dia 23).

financeiros e humanos para cumprir os seus objectivos. Além disso, os grandes poluidores industriais não incluídos na CGAE terão que instalar as respectivas redes de amostragem. A legislação deverá contemplar as medições na emissão e não apenas na atmosfera, como actualmente. Só assim será possível esperar que a qualidade do ar na ria de Aveiro não se venha a degradar no futuro.

Referências

BORREGO C., COSTA M. J., CONCEIÇÃO M., COUTINHO M. MIRANDA A. I., MARTINS J. M., BARROS N. e LEITÃO P. (1990): Utilização de modelos de qualidade do ar em Estudos de Impacto Ambiental. in 2ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Vol 2, pag. G39-G50, 4-6 Abril, Universidade Nova de Lisboa.

PIO C. A., COSTA M. J. e BORREGO C. A. (1986): Atmospheric mercury in an industrialized region. in Chemicals in the Environment ed. por Lester J.N., Perry R e Sterrite R.M., pag. 123-128, Selper Ltd, Londres.

PIO C. A., VIANA M. S., MATOS M. F. B. e BARROSA M. L. (1987): Inventário das emissões atmosféricas no Concelho de Estarreja. Comissão de Gestão do Ar de Estarreja.

PIO C. A. e ANACLETO M. T. (1988a): Deposição atmosférica na zona industrial de Estarreja. in 1ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, ed. por Borrego C. A., Fernandes I., Rosa Pires A. e Samagaio A., Vol 2, pag. 574-588, Universidade de Aveiro.

PIO C. A., COSTA M. J., SALGUEIRO M. L., NUNES T. V. e BORREGO C. A. (1988a): Wet deposition in the western coast of the Iberian Peninsula. Em Field Measurements and their intrepertation ed. por Beilke S., Morelli J. e Angeletti G., pag. 125-157, Air Pollut. Res. Rep. 14, EUR 1169. Commision of the European Commnities.

PIO C. A., PEREIRA F. A. e LUCAS D. B. (1988b): Problemas ambientais na Indústria Cerâmica. Rev. Port. Ceram. Vidro, 6, 17-24.

PIO C. A., BARROS L. C. e VIANA M. S. (1989a): Emissões e qualidade do ar na zona industrial de Estarreja. 1ªs Jornadas sobre Indústria e Ambiente, LNETI-DGQA, 6-7 Junho, Lisboa.

PIO C. A., NUNES T. V., BORREGO C. S. e MARTINS J. G. (1989b). Assessment of air pollution sources in an industrial atmosphere using principal component and multilinear regression analysis. Sci. Total Environ., 8, 279-292.

PIO C. A., BORREGO C. A., LEAL R. M., MATOS M. F., RAMOS M. E. e NORDESTE J. N. (1989c): Impacto atmosférico do Centro Fabril da Portucel em Cacia. in 1ªs Jornadas sobre Indústria e Ambiente, LNETI-DGQA, 6-7 Junho, Lisboa.

PIO C. A., SANTOS I. M., ANACLETO T.D., NUNES T. V. e LEAL R. M. (1990a): Particulate and gaseous air pollutant levels at the Portuguese West coast. Aceite para publicação no Atmospheric Environment.

PIO C. A., NUNES T. V. e LEAL R. M. (1990b): Desenvolvimento e aplicação a meios industriais e urbanos de uma técnica para medição de ácido clorídrico no ar ambiente. in 2ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente ed. por Santana F., Santos M. C. R., Costa M. H. e Pereira R., Vol 1, pag. F23-F36, Universidade Nova de Lisboa.

PIO C. A., ANACLETO T. N. e SANTOS I. M. (1990c): Composição química das partículas sedimentáveis depositadas na zona industrial de Estarreja. in 2ª Conf. Nacional sobre a Qualidade do Ambiente ed. por Santana F., Santos M. C. R., Costa M. H. e Pereira P., Vol 1, pag. F1-F10, Universidade Nova de Lisboa.

RUA, J. e BORREGO C. (1989): Prejuízos causados na agricultura do concelho de Ovar: contribuição para o esclarecimento da ocorrência. Gabinete da ria de Aveiro, GRIA-NT-(8)/89.

A IMPORTÂNCIA DA DIMENSÃO ESTRATÉGICA DAS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO PARA A REGIÃO DA RIA DE AVEIRO

The importance of strategic development planning for the Ria de Aveiro Region

Paulo Pinho (*)

(*) Prof. Aux. do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Resumo

Após uma breve referência à natureza da problemática da qualidade do ambiente e dos recursos naturais na Ria de Aveiro, são abordadas sucessivamente para as décadas de 60, 70 e 80 as especificidades do processo de desenvolvimento social e económico da Região e a forma, intensidade e incidência espacial dos resultantes conflitos ambientais. Alterações recentes da dinâmica de desenvolvimento local justificam, para os anos 90, a adopção de novas políticas de desenvolvimento. Estas políticas deverão assentar numa intervenção estratégica ao nível do ordenamento do território e na promoção activa de investimento em sectores que dependem intrinsecamente da manutenção ou melhoria da qualidade do ambiente da região.

Abstract

An initial reference is made to the particular nature of the main environmental quality management issues of the Ria de Aveiro Region. The evolution of the social and economic development processes occurred throughout the 1960s, 1970s and 1980s is then presented. This analysis is complemented with a description of the local dimension and spatial pattern of the corresponding environmental conflicts. It is argued that recent changes in the dynamics of the local development process require the adoption of new development control policies. The strategic dimension of planning policies should, in particular, be emphasised. In addition, the active role of planning should be geared towards the promotion and attraction of investments in sectors which are intrinsicly dependent upon the maintenance or enhancement of the environmental quality of the region.

1. INTRODUÇÃO. A PROBLEMÁTICA DA QUALIDADE DO AMBIENTE NA REGIÃO DA RIA DE AVEIRO.

A especificidade das questões da qualidade do ambiente e do processo de desenvolvimento económico e social da região envolvente à Ria de Aveiro tem sido alvo de diversos estudos interdisciplinares realizados, em particular, ao longo dos anos 80 (ver p.ex. Hall e Duarte, 1982; CMA, 1985; GRIA, 1988; Pinho, 1988; Pinho e Andresen, 1988; Borrego et al 1988, GRIA 1989; Pinho e Rosa Pires 1989).

Sem pretendermos ser exaustivos no relato das conclusões destes estudos, iremos nos próximos parágrafos destacar apenas alguns aspectos que nos servirão de base à construção do nosso argumento principal, numa perspectiva voltada para os anos 90, e que se prende com uma nova filosofia de intervenção nos domínios do Ordenamento do Território e da Gestão da Qualidade do Ambiente.

Sendo a Ria de Aveiro um acidente geográfico de formação relativamente recente, a história do processo de desenvolvimento social e económico da sua área envolvente tem evidenciado tradicionalmente uma estreita dependência das características de qualidade ambiental associadas com aquela laguna costeira.

A partir de meados da década de 40, o desenvolvimento industrial da região envolvente da Ria de Aveiro intensificou-se progressivamente dando origem ao desenvolvimento de um conjunto de áreas de conflito com o seu suporte biofísico.

Estas áreas de conflito apresentam actualmente um padrão de distribuição espacial bem definido e consistente, resultando de actividades económicas e ocupações do solo que permanecem directa ou indirectamente dependentes da qualidade ambiental dos recursos naturais da região e mais especificamente das águas da Ria de Aveiro (Pinho, 1988).

Como é sabido, em termos genéricos, os sistemas lagunares costeiros são caracterizados por excepcionais níveis de produtividade conseguidos, contudo, à custa de uma diversidade relativamente baixa das suas fauna e flora, estando estas, por sua vez, em estreita dependência dos gradientes de salinidade observados.

Por outro lado, e mesmo na ausência de qualquer intervenção humana, os ecossistemas lagunares estão sujeitos a complexos e instáveis fenómenos de eutrofização e sedimentação progressiva que poderão resultar na sua completa destruição. Impõe-se assim, na generalidade dos casos, uma intervenção coordenada no sentido de estabilizar, ou melhor dizendo, no sentido de gerir a instabilidade natural do próprio ecossistema lagunar (Pinho e Andersen, 1988).

Deste modo podemos observar que a fisiografia actual da Ria não é mais do que o resultado da regularização hidráulica da barra e dos canais adjacentes conduzida entre 1947 e 1958, bem assim como dos mais recentes trabalhos no âmbito das obras de expansão do porto de Aveiro.

Assim sendo, a intervenção administrativa sobre as actividades económicas que se constituem como factores/ agentes responsáveis pela aceleração da degradação do ecossistema lagunar não pode definir, no seu conjunto e como objectivos de actuação, a simples restituição dos níveis de qualidade ambiental prévios à interferência humana.

Como dissemos, factores naturais são também responsáveis por alterações, nomeadamente fisiográficas, que poderão ser negativas de um ponto de vista de interesse público, diversificado e alargado ao conjunto dos municípios ribeirinhos.

Assim a intervenção dos organismos competentes terá necessariamente que assumir um papel activo, explicitando objectivos de intervenção, mas também de compromisso no sentido de viabilizar o equilíbrio ecológico global e, no âmbito municipal, a potencialização dos respectivos recursos naturais. De facto, está em jogo um conjunto importante e diversificado de interesses económicos e socio-culturais, cuja parcial materialização está já, em nosso entender, a condicionar de forma altamente lesiva o futuro desenvolvimento da região.

Importa assim salientar que, nesta problemática da Ria de Aveiro, estamos perante vários cenários possíveis de jestabilização ecológica, não existindo qualquer organismo com jurisdição sobre a Ria que possa invocar, isoladamente e em nome da qualidade do ambiente, o controle sobre a forma da sua preservação (Pinho e Andersen, 1988).

Estando definidos os principais pressupostos que orientam a nossa percepção da natureza dos problemas da Ria e da sua zona envolvente, convem agora analisar os contornos da evolução desta problemática ao longo das últimas décadas.

2. AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO AO LONGO DOS ANOS 60 E 70.

Com raizes na década anterior, o desenvolvimento económico ao longo dos anos 60 acentua-se na Região quer em termos absolutos quer, sobretudo, em termos comparativos com o resto do Continente. O investimento orienta-se para os sectores capital intensivo da indústria transformadora, começando a desenharem-se claramente padrões de localização industrial e de especialização sectorial. O sector secundário começa, claramente, a impôr-se em termos de

volume de emprego e produto aos outros sectores e, em particular, ao sector primário onde se começam a notar tendências de forte contracção.

A evolução favorável da economia da região sustenta um crescimento demográfico acentuado, com elevadas taxas de crescimento natural, mas padrões de povoamento disperso. A intervenção do Estado situa-se indirectamente no sector produtivo transformador, não se registando ao nível das infraestruturas e serviços públicos, investimentos significativos, quer de dimensão estratégica e estrutural, quer de dimensão estritamente municipal.

Os problemas da qualidade do ambiente, nomeadamente no que respeita à qualidade das águas lagunares e à qualidade do ar, começam a fazer-se sentir, no entanto, num contexto de pouca ou nenhuma sensibilidade das populações locais ou das entidades oficiais. Como reforço destas atitudes devemos salientar que as actividades económicas do sector primário, ligadas à agricultura, à extracção do sal ou à pesca artesanal, começam directamente a ser lesadas por um desenvolvimento industrial fortemente gerador de poluição, mas numa posição negocial de partida desfavorável e, pior ainda, com tendências de enfraquecimento dada a progressiva mas acentuada retracção económica daqueles sectores tradicionais (Pinho, 1988).

Assente na simples exploração dos recursos naturais da região, com particular destaque para os seus recursos hídricos, o processo de industrialização da região, que se acentua e diversifica ao longo dos anos 70, vem fazer diminuir claramente a tradicional importância económica da qualidade ambiental da Ria de Aveiro.

Na década de 70, assiste-se a uma progressiva consolidação da economia da região, que é tanto mais saliente quanto se verifica num contexto nacional de recessão e que, deste modo, comprova a existência de uma estrutura produtiva dinâmica contando, para além disso, com factores endógenos de produção comparativamente favoráveis.

O papel do Estado, no que toca a uma intervenção directa sobre a problemática da Ria não se altera significativamente, acentuando-se pelo contrário as suas ligações e responsabilidades sobre o sector produtivo industrial local, particularmente o de maior escala e também mais poluente. Por outro lado, o emergente poder autárquico, é naturalmente absorvido para a satisfação das necessidades e carências mais imediatas de âmbito municipal, não se registando, neste periodo, significativos avanços com intervenções intermunicipais de carácter estrutural e estratégico.

Deste modo, reforçam-se progressivamente e de forma espontânea, factores de localização industrial, padrões de

uso do solo e a consequente incidência espacial dos conflitos ambientais. A diversidade das características de qualidade do ambiente da Ria acentua-se, começando a elegerem-se claramente zonas com potenciais turísticos, de desporto náutico, de lazer e de conservação da natureza por um lado, e zonas condenadas a funções de depuração de efluentes industriais, caso do Largo do Laranjo, ou de protecção paisagística contra intrusões visuais mais salientes, caso das cortinas florestais, por outro.

3. O IMPACTE DOS ANOS 80.

Embora, naturalmente, ao espartilharmos a nossa análise por décadas, estejamos a incorrer em erros porventura grosseiros em favor de uma apresentação eventualmente mais atraente, parece-nos claro o contraste entre os vários aspectos focados anteriormente e as suas correspondentes manifestações em anos mais recentes.

Assim, ao longo da década de 80, podemos assistir ao continuado reforço da economia da região, embora hajam algumas indicações que o ininterrupto crescimento do sector transformador esteja, em termos de volume de emprego, com tendências para estabilizar, o mesmo sucedendo ao sector primário. Neste sector, a importância da agricultura a tempo parcial parece obstinadamente agarrar as populações às suas propriedades rústicas, não sendo de desprezar, por outro lado, o significativo valor económico das produções assim obtidas (ver Pinho e Rosa Pires, 1989).

Pelo contrário, parecem-se registar transformações internas importantes no sector terciário, com o reforço dos serviços especializados, nomeadamente de apoio ao sector produtivo transformador, e a diminuição dos serviços básicos e domésticos. A este respeito é notória a importância acrescida da cidade de Aveiro, como pólo de serviços da região, em profunda transformação de funções no sentido de uma especialização em níveis hierárquicamente superiores, induzidos pelo tecido empresarial envolvente e suportados, em parte, pela própria expansão da Universidade. Ainda a respeito do sector terciário deverá ser mencionada a criação de estruturas de apoio e fomento do turismo regional, pese embora a importância económica deste subsector ser ainda pouco relevante.

Ao nível da intervenção do Estado, contrastando com décadas anteriores, tem-se verificado investimentos vultuosos sobretudo em infraestruturas que consideramos estruturais, como a expansão do porto de Aveiro ou a remodelação completa da rede viária fundamental que, por si só, poderão ser responsáveis por importantes alterações dos factores de localização industrial (ver Pinho, 1988).

Em resposta a uma crescente sensibilização das populações para as questões da qualidade do ambiente, a intervenção municipal e dos organismos públicos com responsabilidades locais no qualidade dos meios naturais, tem-se vindo a acentuar embora enfatizando ainda os aspectos mais restritos de controle do desenvolvimento.

Mesmo assim são de registar importantes iniciativas, como a criação da Associação dos Municípios da Ria e a criação do Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA). Este último, com funções de estudo e coordenação, pretende fazer face à bem conhecida complexidade, fragmentação e ineficiência do suporte institucional e legislativo para o controle da qualidade do ambiente e exploração dos recursos naturais da Ria de Aveiro.

4. PERSPECTIVAS PARA OS ANOS 90. IMPORTÂNCIA DA DIMENSÃO ESTRATÉGICA DAS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO. CONCLUSÕES.

Perspectivar o futuro com vista à definição de uma filosofia de intervenção eficaz pressupõe naturalmente compreender a natureza das mudanças recentemente operadas. Em primeiro lugar a tendência para uma mutação espacial das dinâmicas de desenvolvimento irá, pela primeira vez, por em causa uma das características mais interessantes desta região, que se prendia com uma notável constância espacial da incidência dos conflitos ambientais.

Como resultado, a atitude passiva, embora crescentemente eficaz, de um ordenamento do território baseado na dimensão municipal e na aplicação de controles restritivos sobre os novos investimentos, terá que evoluir rapidamente para uma dimensão antecipativa e verdadeiramente estratégica. De facto, sem esta postura, a dinâmica desencadeada pelos novos factores de localização das actividades económicas irá ameaçar zonas da Ria e da sua área envolvente, actualmente desfrutando ainda de uma razoável qualidade ambiental com graves repercussões para o desenvolvimento futuro da região.

Finalmente, este primado do ordenamento do território com base intermunicipal e natureza estratégica, pressupõe um forte apoio político local devendo assentar nas novas formas de coordenação intermunicipal criadas recentemente. Como bases de política de ordenamento deixamos à discussão as seguintes linhas de orientação:

i) condicionar a expansão de antigas e a instalação de novas actividades e usos do solo cuja rentabilidade e nível de operação não dependem da qualidade do ambiente nem da manutenção dos recursos naturais específicos à Região da Ria de Aveiro, mas antes e apenas da sua exploração no sentido estrito da palavra;

ii) privilegiar a atracção, desenvolvimento e diversificação das actividades económicas, como o turismo, o desporto náutico e o recreio, que genuinamente dependem da manutenção ou melhoria da qualidade ambiental da faixa costeira e envolvente lagunar.

Deste modo, isto é, pela via da progressiva valorização económica dos recursos endógenos e da constituição e fortalecimento dos grupos de interesses a eles associados, se pode garantir, a médio e longo prazo, a adopção voluntária de uma estratégia consensual e participada de conservação da natureza.

REFERÊNCIAS

Borrego C, Fernandes I, Rosa Pires A, Samagaio A (Eds)(1988) '1ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente' Vol 1, 2, 3, Universidade de Aveiro, Aveiro

CMA (Ed) (1985) 'Jornadas da Ria de Aveiro' Vol 1, 2, 3, Câmara Municipal de Aveiro, Aveiro

GRIA (1988) 'Relatório de Actividades', Gabinete da Ria de Aveiro, SEARN, Aveiro

GRIA (1989) 'Relatório de Actividades', Gabinete da Ria de Aveiro, SEARN, Aveiro

Hall A, Duarte A (1982) 'Drinking water quality in the Ria de Aveiro Area. Implications in the medium term planning', Comunicação ao Seminário das Nações Unidas 'Drinking water supply and effluent disposal systems', Lisboa.

Pinho P (1988) 'Influência do desenvolvimento de novos padrões de localização industrial sobre a Ria de Aveiro' em Borrego et al op. cit.

Pinho P, Andresen, M T (1988) 'A Problemática dos recursos hídricos e da Ria de Aveiro na área do Concelho da Murtosa', AMB-PA-5/88, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

Pinho P, Rosa Pires A (1989) 'Estudo de Impacte Ambiental e Socio-Económico do Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Baixo Vouga Lagunar', vol 1, 2, 3, AMB-PA-1/89, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro.

A RIA, AS CÂMARAS E OS PLANOS:
- O P.D.M. DE AVEIRO

THE LAGOON, THE AUTARCHY, THE PLAN's

Arqº Manuel Fernandes de Sá
Pedro Manuel Ribeiro da Silva

- A Ria de Aveiro, sua diversidade implica actuações específicas;
- As Autarquias. Atitudes concertadas. A Associação de Municípios. Outros agentes;
- As propostas. Os planos. O processo negocial;
- O salgado de Aveiro.

- The Lagoon of Aveiro. His diversity involves specific actuations;
- The Autarchies. The need of global philosophy. The autarcchies association;
- The proposals. The plans. The negocial process;
- The salines of Aveiro.

A laguna de Aveiro vulgarmente chamada Ria de Aveiro sofre influência, das águas do mar e dos rios que constituem a sua bacia hidrográfica, de forma diferenciada:

- a amplitude e corrente da maré diminui para montante;
- a maré prolonga-se com atraso variável de local para local;
- a inversão das correntes de maré ocorre com atraso relativamente aos pontos extremos da sua curva:
- a salinidade diminui da Barra para os extremos;

esta situação tem uma clara incidência na diversidade das actividades e na forma como elas são concretizadas.

De igual forma e por consequência, os problemas da Ria têm também a sua diversidade a que corresponderão formas especificas de actuar, na verdade:

- os problemas de assoreamento dos canais do salgado de Aveiro têm um tratamento diferenciado dos de Mira ou Ovar;
- a aquicultura está dependente dos niveis de poluição, mas também a provoca, o que coloca problemas de equilíbrios delicados;
- é diferente a relevância do papel social das actividades que se desenvolvem na Ria;
- as intervenções na sua margem têm provocado igualmente diferentes impactos no ecossistema;
- etc.

A Ria constitui um elemento preponderante no desenvolvimento económico da área em que se insere. No entanto, a apanha do moliço, a salicultura, e a pesca artesanal, actividades outrora de grande impacto económico, entraram em decadência. Os efluentes urbanos e industriais afectam negativamente a sua qualidade ambiental e paisagística.

Surgem entretanto novas actividades, como a aquicultura, que estão a provocar uma nova dinâmica de utilização da laguna. Por outro lado o desenvolvimento da actividade portuária, contribui decisivamente para a transformação e redinamização da Ria.

Detectadas estas situações há que ponderar medidas tendentes:

i - á reabilitação das actividades tradicionais que sejam viáveis no plano económico e que apresentam grande utilidade na preservação do equilíbrio da laguna;

ii - ao incremento de actividades que constituam alternativa real, atendendo ao binómio desenvolvimento-ambiente, de que se destaca a aquicultura;

iii - á abordagem dos factores exteriores à Ria que a afectam, nomeadamente as actividades urbanas e industriais;

De entre os inúmeros agentes que intervêm, as autarquias podem ter um papel preponderante. No entanto a inclusão de estudos de ordenamento da Ria, nomeadamente nos Planos Directores Municipais depara com dificuldades decorrentes da ausência de uma filosofia global de intervenção que, pela escala da Ria, ultrapassa o âmbito municipal. A recente criação da Associação de Munícipios da Ria abre novas perspectivas de planificação, intervenção e negociação com outras instâncias de poder.

Apesar da capacidade real de intervenção da Câmara Municipal, numa área sob jurisdição do domínio público marítimo, ser limitada, o papel que os municípios deverão desempenhar é fundamental nomeadamente, quanto:

- á coordenação entre a Administração Pública e os agentes ligados às diversas actividades;
- á afectação dos meios de investimento disponíveis tendo em consideração a sua rentabilização através da coordenação com outras actividades;
- ao incremento de acções indutoras do desenvolvimento da Ria nomeadamente, em infraestruturas, acessos, etc;
- á gestão urbanística da zona envolvente da Ria e o licenciamente de explorações situadas na laguna.

Importa assim, dotar o município dos elementos necessários a uma intervenção pela positiva, numa realidade em permanente e rápida mutação, para que se possa empenhar no debate de objectivos e propôr estratégias que compatibilizem o aproveitamento da área com opções globais do planeamento.

Assim, considera-se essencial,.a inclusão de estudos sobre a Ria nos P.D.M.s no intuito de garantir a adequação de uma política global às especificidades locais. Por outro lado, num sistema dinâmico como o da Ria, a inactividade humana perante o meio está associada à sua decadência, pelo que, não actuar significa agir pela negativa. Assim, é necessário que as autarquias se responsabilizem pelo cumprimento de uma estratégia de conservação dinâmica da Ria, e de desenvolvimento do seu potêncial económico.

Neste sentido, importa compreender não só os efeitos provocados pelas acções de transformação que afectam a Ria, mas e sobretudo, os comportamentos e motivações dos agentes responsáveis por essas acções por forma a possibilitar uma correcta atribuição dé responsabilidades.

É pois necessário saber claramente quem são os agentes, quais os seus objectivos e que eventuais alternativas pretendem. Enfim, dotar o processo de uma base negocial forte baseado em propostas exequíveis.

A dispersão e diversidade dos organismos que actuam na Ria, muitos dos quais sectorizados com lógicas próprias e estratégias descoordenadas, impõem aos técnicos e aos planos tempos de ponderação adequados e sobretudo acções coordenadas e compatibilizadas entre si.

No concelho de Aveiro a área da Ria é marcada pela presença das marinhas do salgado que, pelas intrinsecas potencialidades que possuem, tornam muito importante a definição de critérios clarificadores da dinâmica que se pretende implementar de forma a:

- desenvolver económicamente uma área em degradação, promovendo novos investimentos com recurso às tecnologias necessárias
- proteger e gerir estruturas existentes que de alguma forma se podem adequar a novas e rentáveis produções, promovendo paralelamente o desenvolvimento de investigação especifica.

O estudo das marinhas do Salgado não abrange apenas os concelhos de Aveiro e Ílhavo, mas sim um vasto ecossistema, donde resurge a necessidade de responsabilização de todos os municípios confinantes com a Ria relativamente à sua atitude de intervenção.

A questão fundamental das marinhas passa essencialmente por saber quais os usos que se pretendem. A perda de importância do Salgado é hoje um facto incontestável, mas não é, no entanto, pacífica a sua discussão. Existem marinhas cuja localização em termos de abastecimento de água, ventos e acessibilidade, se apresentam favoráveis à continuidade da actividade salícola. Por outro lado, a aquacultura tem-se apresentado como alternativa viável, devendo no entanto, ser correctamente definida em termos de localização, espécies a produzir, capacidade de absorção e perspectivas futuras.

A gestão da área apenas será possível se existir, de facto, um ordenamento das marinhas que torne as diversas actividades compatíveis no espaço, em função das suas necessidades, designadamente de água e infraestruturas.

Assim, e salvo novos dados que com o decorrer do trabalho surjam, estão implícitos dois níveis distintos de intervenção:

- O das marinhas propriamente dito;
- O dos vários factores que se interligam com as marinhas ou de alguma forma afectam o seu uso.

De igual modo há que compatibilizar as intervenções humanas e os fenómenos naturais, visando a preservação do ambiente e a da optimização da exploração económica.

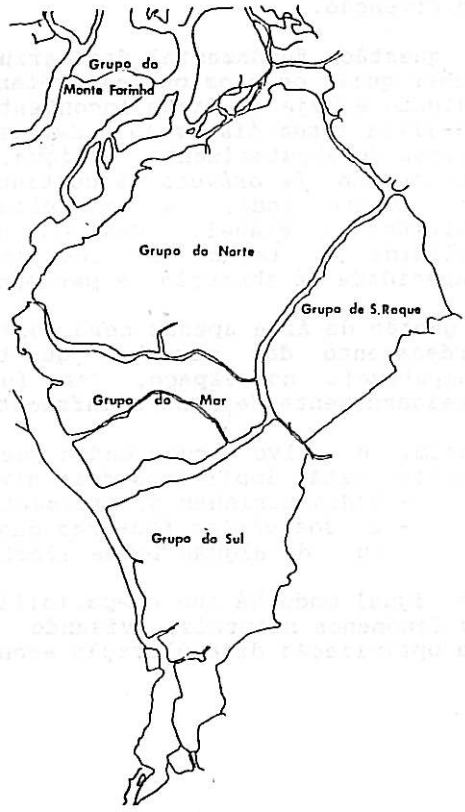
O abandono de algumas marinhas é de tal ordem que põe em causa o investimento que é necessário realizar na sua recuperação. No entanto, esse investimento afigura-se imprescindível, dado que manter as marinhas deterioradas provoca um efeito de destruíção em cadeia em consequência dos rombos de muros e comportas.

Torna-se assim urgente cuidar daquelas ainda em actividade e recuperar no mais curto prazo possível as abandonadas em relativo bom estado, estudando perspectivas de rentabilidade económica, nomeadamente através de apoios financeiros dos fundos estruturais da CEE.

Analisando a situação actual verifica-se que a outrora importante produção de sal hoje não ocupa mais de 38% do total das marinhas como resultado de uma progressiva decadência cujas causas são já conhecidas. A aquicultura pratica-se actualmente num pequeno número de marinhas, prevendo-se no entanto que este venha a aumentar significativamente nos próximos anos.

Uma análise sumária da distribuição das actividades por grupos - o Salgado está dividido em grupos do Mar, Norte, Sul, S. Roque e Monte Farinha - permite verificar que, independentemente das aptidões e condições de exploração de diversas marinhas, a acessibilidade constitui o factor marcante da sua viabilização económica.

As marinhas licenciadas para uso piscícola desde 1987 apresentam a particularidade de se situarem junto de canais ou esteiros, onde existe uma maior facilidade de renovação das águas. No entanto o pequeno número de marinhas licenciadas ou com pedido de licenciamento, para a actividade piscícola ainda não permite uma análise conclusiva em termos de tendências de localização.



Com o zonamento das actividades pretende-se essencialmente a apresentação, não de um mero instrumento de planeamento da área, mas de um documento que possua a adequada operacionalidade que um sistema complexo exige. Terá assim de ser entendido como uma organização racional do espaço, com o objectivo fundamental de regularizar e disciplinar a intervenção na zona indicando diversas intenções para a área, por forma a dinamizar a fixação de acções nos espaços pretendidos.

De todas as considerações efectuadas ressaltam os elementos essenciais para à definição do zonamento na área das marinhas. A proposta de zonamento terá de ser devidamente fundamentada em aspectos ligados às aptidões e tendências de localização e suficientemente discutida com os agentes principais que operam nesta área.

Há no entanto que ter em conta as alterações que novas actividades poderão introduzir. A aquicultura introduz um novo dado no regime de exploração pois ao contrário da salícultura, o seu tempo de trabalho não é sazonal.

Por outro lado há ainda que atender a novas exigências como a rede viária. Para uma melhor caracterização das necessidades e formas de intervenção ao nível viário podem-se dividir os grupos de marinhas em duas unidades distintas:

- unidades com ligação directa à margem: constituídas pelos grupos Sul e S. Roque. Estas unidades estão apenas separadas por esteiros regra geral não muito largos;
- unidades no interior da área lagunar: constituída pelos grupos Norte, Mar e Monte Farinha que apenas se consegue atingir por água uma vez que estas unidades estão separadas de terra pelos canais mais largos e fundos - as cales.

Os acessos deverão ser equacionados tendo em conta o tipo de utilização predominante, para o qual cada grupo de marinhas possui vocação. Estes serão assim definidos - na largura, altura, etc - consoante os parâmetros que se julguem úteis em termos de transporte e frequência de utilização.

Torna-se assim importante definir a estratégia de implementação dos acessos entre as marinhas, isto é, se deverão ser apenas equacionadas para serventia às mesmas, ou se terão em conta outros aproveitamentos, nomeadamente para fins turisticos. Esta definição deverá ser clara pois trará implicações pelo menos a dois níveis:

- na introdução de uma ou mais novas funções e consequentemente dos agentes que intervêm neste espaço;
- na dotação de infraestruturas de apoio a outras actividades que não as decorrentes das práticas actuais.

Após a enumeração, ainda que incompleta, dos vários problemas que afectam a área territorial da Ria de Aveiro, é fácil deduzir o papel fundamental que as autarquias locais desempenham, não só pela sua posição fiscalizadora, como também pelas actuações que podem ter, propondo alternativas de localização, definindo estratégias, promovendo a devida infraestruturação, apoiando projectos inovadores.

Assim, a elaboração dos diferentes planos que definem os critérios de ordenamento do território é essencial invertendo a tendência anárquica do seu uso, gerindo-o de acordo com as suas potencialidades e interligações com o ecossistema da Ria.

A actual situação da Ria é caracterizada pelo desenvolvimento e dinâmica de algumas actividades e pela decadência de outras. Para o conhecimento desta realidade é necessário que os municípios analisem os problemas existentes detectando a sua origem. De igual forma é necessário que investiguem as suas potencialidades por forma a fudamentar estratégias de desenvolvimento equilibradas que tenham subjacentes critérios de preservação ambiental.

Neste sentido torna-se importante recuperar e rentabilizar as actividades tradicionais através da modernização das suas estruturas e da sua integração com outras actividades mais rentáveis como por exemplo o turismo. Da mesma forma será importante apoiar os agentes de maior dinâmica havendo, no entanto, que corrigir situações anómalas nomeadamente na deficiência de infraestruturas e equipamentos, medidas eficazes de controlo de poluição, etc.

		ACTIVIDADES						
		SAL	AQUA-CULTURA	TURISMO	PESCA	DESPORTO	RECREIO	OBS.
ESTRANGULAMENTOS	Actividade em risco se não houver intervenção	▨						
	Destruição dos muros	▨	▨					
	Meios de produção artesanais	▨						
	Falta de acessos	▨	▨					
	Envelhecimento dos trabalhadores	▨						
	Assoreamento dos canais	▨	▨					
	Sazonalidade do emprego	▨		▨				
	Ausência de fiscalização		▨					
	Sistemas de cultura		▨					
	Poluição tecnológica das águas		▨	▨		▨		
	Formação profissional		▨	▨				
	Poluição Orgânica		▨					
	Regulamentação				▨			
	Actividades Complementares			▨				
	Arranjo das margens			▨			▨	
	Eutrofização							
	Outras intervenções humanas			▨				
	Necessidade de infraestruturas					▨	▨	

A AGRICULTURA E O MEIO AMBIENTE: O EXEMPLO DO PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DO VOUGA

THE AGRICULTURE AND ENVIRONMENT: THE VOUGA AGRICULTURAL DEVELOPMENT PROJECT

Firmino Mendes Ramos* e Carlos Manuel Ferreira da Maia+

---

* Eng. Agrónomo, Projecto Vouga
+ Director Regional, Direcção Regional Agricultura Beira Litoral

RESUMO

O Projecto do Vouga propõe-se beneficiar 12.000 ha do Baixo Vouga com problemas de enxugo, drenagem e salinização, a que se associam os decorrentes do minifúndio e das dificuldades de acesso. Os objectivos são: reacionalizar a rede de enxugo e invasão das águas salgadas e poluídas; melhorar a estrutura fundiária; recuperar os solos halomórficos nas zonas defendidas; estudar as potencialidades dos solos melhorados.

Para o bloco do Baixo Vouga lagunar, em 3.000 ha apresenta-se um esquema hidráulico.

Um campo experimental com cerca de 40 ha foi defendido por um dique de cintura e os planos de águas no seu interior são controlados por um sistema de valas a céu aberto, drenos subterrâneos, uma estação de drenagem automática e comportas de maré.

Palavras-chave: Baixo Vouga Lagunar; Projecto do Vouga; Solos aluvionares; Salinidade; Cheias; Drenagem; Rega; Emparcelamento; Campo experimental.

ABSTRACT

The Vouga Project put forward a plan for the improvement of an area of 12.000 ha which requires an efficient drainage system and is, in part, affected by salinization. Other problems are the parcelling situation and lack of good roads. Consequently, the aims of the project are: to improve the drainage net work; to protect the area against floods and salty or polluted waters; to implement a land consolidation scheme; to reclaim halomorphic soils inside protected zones; to assess the potentiality of the improved soils.

For the lagoonal lower Vouga, an area of about 3000 ha, was drawn a hydraulic scheme.

An experimental area of about 40 ha was chosen. This tract of land was totally embanked and the water-table inside is controlled by a system of open ditches, sub-surface drains, an auromatic drainage station and sluices.

Keywords: Lower Vouga; Vouga Project; Alluvial soils; Salinity; Floods; Drainage; Irrigation; Land consolidation; Experimental area.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 50, as obras desde então realizadas na Barra de Aveiro - 2ª fase, entre 1949 e 1958 e a última fase ainda em curso - viriam a modificar completamente as condições de armazenamento das águas na laguna estabelecida na área do antigo golfo marinho, determinando um acréscimo sensível na amplitude das marés.

Assim, aquele reservatório das marés, que é a Ria de Aveiro, armazenava, entre 1936 e 1955 (ano em que a barra se aprofundou substancialmente), cerca de 50 milhões de metros cúbicos, passando depois desta data a armazenar 100 milhões de metros cúbicos. Deste modo, em virtude das facilidades de saída que a Barra passou a oferecer na vazante, as águas doces que afluem à laguna em caudais reduzidos, durante o período de estiagem, são ali retidos durante pouco tempo, dada a rapidez com que se faz a escoante. Daí resulta um mais elevado teor salino das águas, junto dos campos de cultura situados nas margens da laguna e em toda a zona do Baixo Vouga Lagunar.

O deficiente estado de conservação das motas que defendiam os campos, a sua permeabilidade e reduzida cota de coroamento, não permitem assegurar, em toda esta vasta área de terrenos, uma protecção eficaz contra a invasão das águas salgadas, designadamente durante a praimar das marés vivas. Por outro lado, a falta de regularização dos leitos dos cursos de água que desaguam na Ria de Aveiro e o seu progressivo assoreamento, limitam o volume dos caudais na sua foz com agravamento dos problemas de defesa dos terrenos confinantes. Em resultado disso, computam-se já em algumas centenas de hectares os terrenos que vêm sendo abandonados ao cultivo por falta de protecção eficaz contra as águas salgadas. Esta área integra-se na vasta mancha de aluviões do Moderno e do Pliocénico que se estende ao longo do curso inferior do Vouga e das demais linhas de água que afluem à ria de Aveiro (Baixo Vouga Lagunar), cujo aproveitamento agrícola se encontra, desde sempre, condicionado por excesso de águas no solo que impede o seu cultivo, no período invernal e por deficientes condições de defesa contra a invasão das águas salgadas, no período estival. Trata-se de uma zona de terrenos fundos e férteis, de elevadas potencialidades forrageiras, como o comprovam a composição florística do seu coberto vegetal expontâneo e os encabeçamentos que permitem ao longo do período de exploração primaveril-estival, em que é utilizada para pastagem do gado bovino e produção de fenos. Esta superfície forrageira potencialmente disponível, que se computa em cerca de 3000 ha (o chamado Baixo Vouga Lagunar) encontra-se, como anteriormente referimos, sujeita a incidências desfavoráveis resultantes de sobrepascigo e excessivo encharcamento, a par da falta de adequada protecção contra as cheias e invasão das águas salgadas.

Face às limitações da área de solos com reconhecida capacidade de uso agrícola de que dispomos a nível do território nacional, a única alternativa que se nos oferece para reduzir a nossa presente dependência do estrangeiro em bens alimentares é potenciar o aproveitamento das formações férteis dos vales, através da sua intensificação cultural que passa necessariamento

pelo estabelecimento das infra-estruturas indispensáveis à sua defesa e drenagem, impedindo desta forma o abandono dos campos por parte dos agricultores, principais artífices e guardiões do meio ambiente e do equilíbrio da natureza.

Neste contexto a construção de uma obra fronteira que separe a zona "salgada" da "doce" por forma a estabelecer uma delimitação nítida entre a área susceptível de aproveitamento agrícola, e a área permanentemente invadida pelas águas salgadas e ocupada por sapais, surge como uma infra-estrutura indispensável ao restabelecimento do equilíbrio natural, posto em causa pelas obras ultimamente realizadas na Barra de Aveiro.

2. A AGRICULTURA E O AMBIENTE NO BAIXO VOUGA LAGUNAR

Na delimitação das zonas a beneficiar no Baixo Vouga pelo Plano de Desenvolvimento Hidrográfico, consideraram-se as terras baixas até à cota 10. Num total de cerca de 12.000 ha, esta área espalha-se por 10 blocos. Um desses blocos - o Baixo Vouga Lagunar tem uma área de cerca de 3.000 ha.

A maior parte desta área tem problemas de enxugo e drenagem, que limitam a agricultura e conduzem muitas vezes ao abandono.

A estrutura agrária minifundiária e a dificuldade de acessos, em que, quase sempre, os caminhos no Verão se transformam em valas no Inverno, são obstáculos à intensificação cultural.

Em zonas próximas da Ria de Aveiro, os solos influnciados pelas águas das marés apresentam níveis de salinidade que só toleram a vegetação de plantas halófitas. Estão neste caso antigos arrozais, que ficaram submersos com o aumento de caudais de entrada na Ria devido às obras do Porto de Aveiro. Os seres vivos destas zonas - flora e fauna, a paisagem, o sistema social e económico tiveram que adaptar-se ao novo meio físico.

A situação presente resulta da quebra de um equilíbrio provocado pelo Homem. Repôr a situação inicial tendo em vista um aumento de produção é uma opção económica; manter os sapais presentes como fontes naturais de combate à poluição é outra opção a dos ecologistas; recuperar alguns sapais de resultados económicos mais evidentes sem voltarmos à situação primitiva é opção da Equipa do Projecto do Vouga na sua prespectiva de "não agressão" gratuita da natureza.

Para uma visão objectiva que permita quantificar e localizar os efeitos da má drenagem foram elaboradas cartas semi-detalhadas de solos, de drenagem e de ocupação cultural.

A ocupação cultural dos terrenos, salvo uma intervenção muito viva do empresário, é a que é permitida pelo tipo de solo e drenagem, num condicionalismo muito apertado.

Para o bloco do Baixo Vouga Lagunar a distribuição cultural é apresentada no gráfico 1

- A Oeste e Sul do Bloco predominam os incultos que ocupam 32% da

área total. Os solos têm normalmente textura mediana homogénea ou tornam-se mais pesados com a profundidade ou são de textura pesada em todo o perfil. A situação da drenagem á caracterizada por um nível friático no Inverno acima dos 30 cm de profundidade e no Verão acima de 120 cm. A salinidade dos solos é normalmente elevada e a cobertura vegetal dominante é o caniço e o junco.

- Na parte Leste e Sul do Bloco predomina a cultura do milho, em rotação com o ferrejo ou pastagens semeadas a ocupar cerca de 34% da área do Bloco. Em bordadura aparecem povoamentos florestais, muitas vezes de salgueiros e amieiros, algumas vezes carvalhos roble. O nível da toalha freática dominante no Inverno situa-se entre os 30 cm e 120 cm de profundidade e no Verão abaixo de 120 cm.

- Na zona intermédia, a ocupar 22% da área aparece a pastagem natural de lezíria, expontânea, em que os "gramões predominam com tufos de juncos ou tábuas. Os solos são normalmente de textura mediana. O nível da toalha freática no Inverno encontra-se muitas vezes acima dos 30 cm de profundidade e no Verão, predominantemente, abaixo dos 120 cm. Sebes de salgueiros, amieiros e vinha em bordadura são frequentes.

- O arroz distribui-se por cerca de 40 ha de solos de textura mediana na Fidalga e em cerca de 180 ha no Norte do bloco-zona de Salreu.

Os objectivos do Projecto de Desenvolvimento Agrícola do Vouga, teriam que ser, logicamente:

- Racionalizar a rede de enxugo e drenage.
- Racionalizar a rede viária.
- Defender os campos de inundações frequentes e da invasão das águas salgadas e poluídas.
- Melhorar a estrutura fundiária.
- Recuperar os solos halomórficos das zonas defendidas.
- Estudar as potencialidades dos solos melhorados.

Para uma gestão adequada das águas no Baixo Vouga Lagunar apresentamos o esquema hidráulico baseado no trabalho de J. Campos (Mapa 1). Das obras a construir ressalta pela sua importância a edificação de um dique de defesa que limita o bloco a ocidente.

Com uma cota média de coroamento 2,5 m estendem-se desde a mota da Ilha Nova até às imediações de Estarreja. A primeira alternativa que se nos apresentou para o perfil longitudinal na travessia Norte Sul do Bloco era o da projectada estrada Aveiro--Murtosa (a tracejado no esquema gráfico). Entretanto soubemos que a Junta Autónoma de Estradas se desinteressara da construção dessa via. O estudo de impacte ambiental levado a cabo por um grupo de trabalho da Universidade de Aveiro aconselhava um pequeno desvio para Leste que sacrificava 145 ha de terra mas diminuia substancialmente os impactes halomórficos levados a cabo no Poldar Piloto iam no mesmo sentido por dificuldades manifestadas na recuperação dos tiossolos potenciais. Daí a nossa opção.

3. POLDER PILOTO

Para melhor esclarecimento da problemática do Baixo Vouga Lagunar foi escolhida uma zona muito representativa do bloco com cerca de 40 ha, na qual foi garantida a defesa contra a água salgada e poluída e contra inundações frequentes, com a construção de um dique de cintura. Para o controle dos planos de água no interior da área defendida, foi implantado um sistema de valas a céu aberto, drenos subterrâneos, uma estação de drenagem automática e comportas de maré (mapa 2).

No polder piloto estudaram-se ou estudam-se:

- Os prados naturais e semeados quanto às suas potencialidades para produção de carne.
- A dinâmica e a recuperação de solos salgados.
- A qualidade das águas de drenagem e a sua variação no tempo.

Procura-se:
- Sensibilizar os agricultores para a inovação.
- Apresentar aos agricultores novas formas de gestão adaptadas ao uso das terras propiciadas pelas obras.
- Tentar incutir-lhes a conveniência de operações de emparcelamento e associativismo.

Em resultado do emparcelamento houve uma alteração da estrutura agrária conforme consta no quadro I.

QUADRO I

ESTRUTURA AGRÁRIA NO POLDER PILOTO ANTES E DEPOIS DO EMPARCELAMENTO

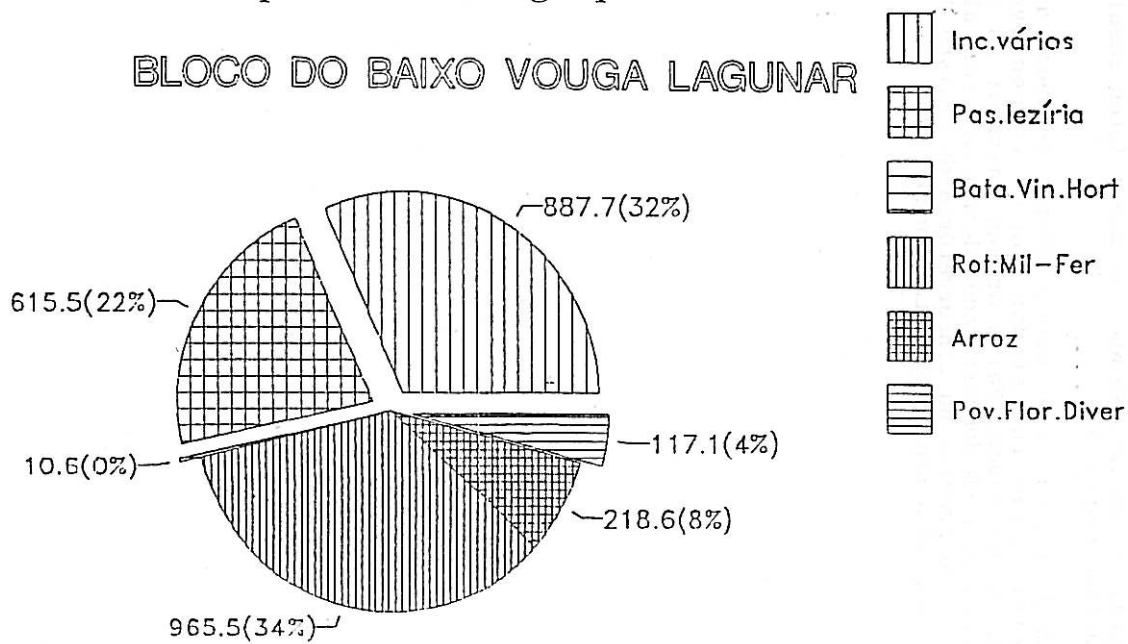
	ANTES	DEPOIS	DIFERENÇAS	
			+	-
ÁREA TOTAL (m^2)	394500	394500		
Nº DE PRÉDIOS	92	47		45 49,0%
Nº DE PROPRIETÁRIOS	71	46		25 35,2%
Nº DE PRÉDIOS POR PROPRIETÁRIO	1,31	1		0,32
ÁREA MÉDIA POR PROPRIETÁRIO (m^2)	5556,3	8576,1	3019,8 54,35%	
ÁREA MÉDIA POR PRÉDIO (m^2)	4196,8	8393,6	4196,8 100,0%	
Nº DE PRÉDIOS ENCRAVADOS	18	0		18

Houve a preocupação de colocar lado a lado parentes e amigos para permitir a formação de exploração com maiores dimensões, já que, mesmo depois do emparcelamento, os novos lotes resultantes ainda eram demasiado pequenos.

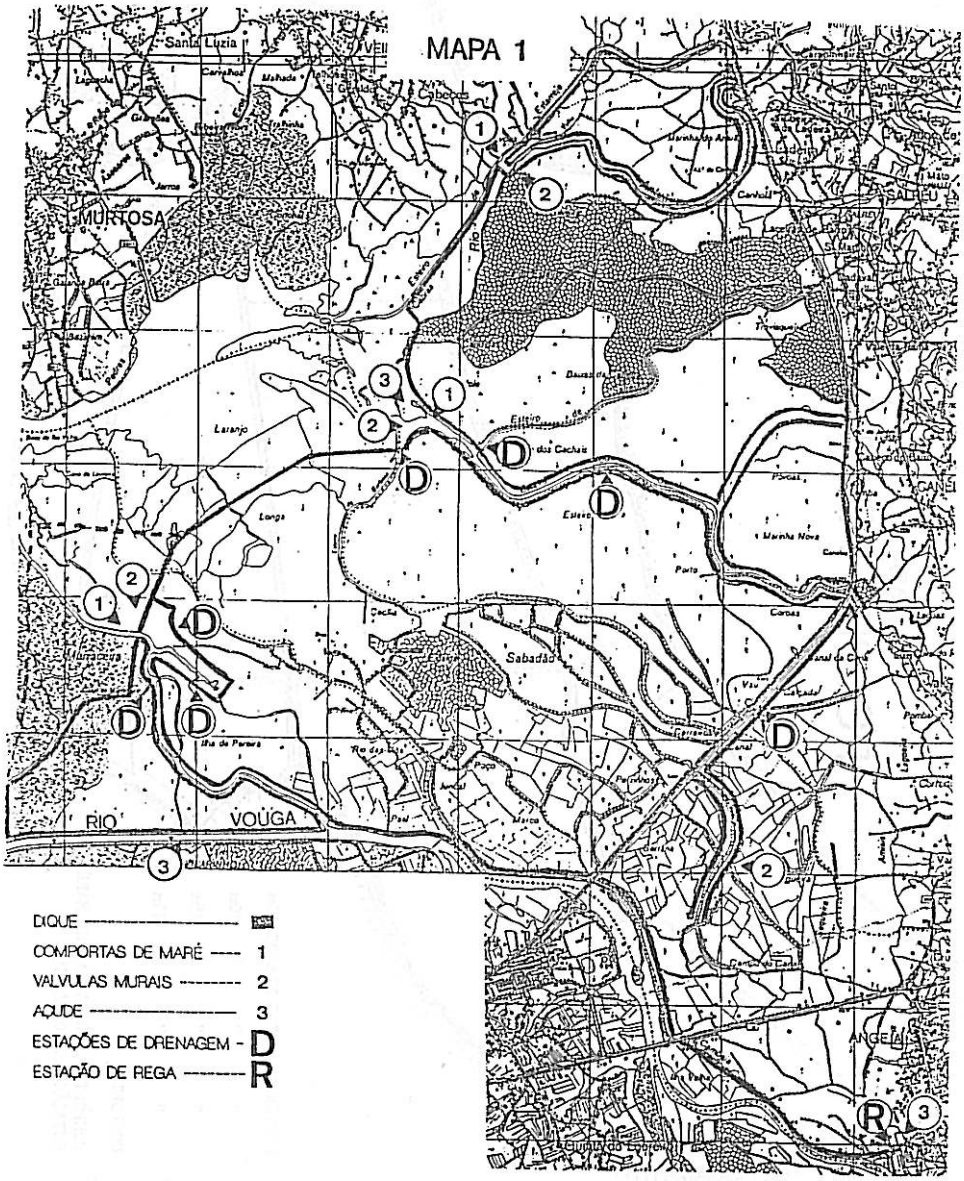
As terras do polder estão completamente semeados de prados, os novos lotes estão instalados com os respectivos marcos a assinalar as extremas. Falta apenas instalar as comportas de maré, reconstruir um descarregador destruído pelas últimas cheias e o registo de prédios na Conservatória do Registo Predial e nas Finanças. Contamos preencher estas lacunas este ano.

GRAFICO 1

Distribuição Percentual das Áreas
por Grandes Agrupamentos

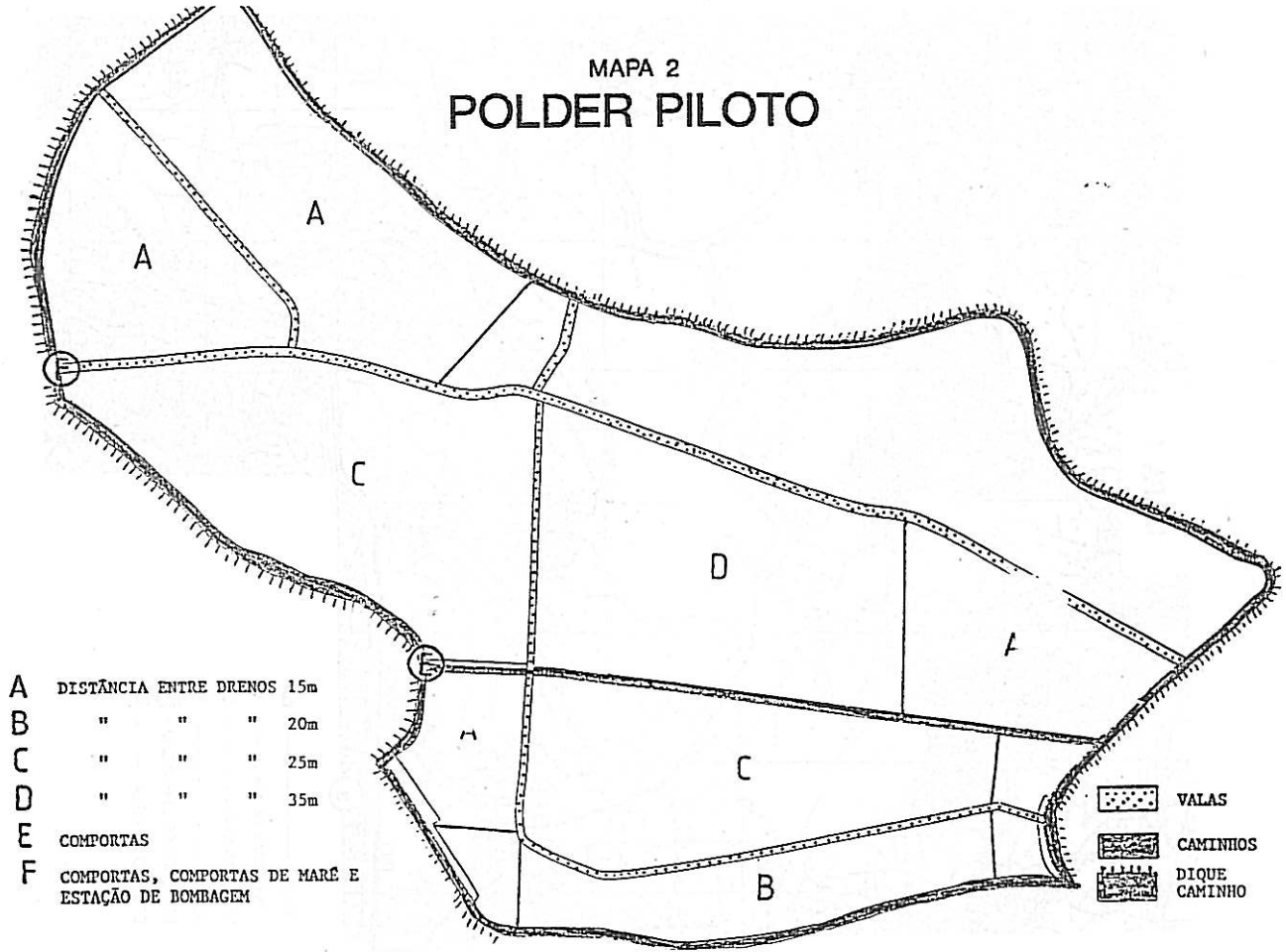


Fonte: A. Perdigão - CARTA DO USO DA TERRA
B.V.L.
1987


MAPA 1
MURTOSA
RIO
VOUGA
Sabadão
DIQUE
COMPORTAS DE MARÉ 1
VALVULAS MURAIS 2
AÇUDE 3
ESTAÇÕES DE DRENAGEM D
ESTAÇÃO DE REGA R

MAPA 2

POLDER PILOTO



PERSPECTIVAÇAO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO DE AVEIRO

Pereira, F.J.*

* Universidade de Aveiro, Departamento de Ambiente e Ordenamento, 3800 Aveiro.

SUMÁRIO

O problema da gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos tóxicos e perigosos (RTP) no distrito de Aveiro e em particular na zona GRIA é representativo do resto do País e reflecte um estádio de desenvolvimento incipiente face à prioridade dada no passado aos problemas mais elementares de saneamento básico.
Na presente análise faz-se um levantamento das quantidades de resíduos produzidas e recolhidas e propõem-se algumas estratégias de actuação futura.
Palavras-chave:resíduos sólidos urbanos, resíduos tóxicos e perigosos,estações de tratamento, análise económica.

SUMMARY

The management of municipal solid wastes and toxic wastes in the district of Aveiro particularly in the GRIA zone has the same problems as the rest of the country and reflects an incipient stage of development as a consequence of the priority given in the past to the much more basic needs in Public Health Engineering.
In the present work an assessment of the solid waste production and collection is made, and possible routes of action are established.
Key-words:municipal solid wastes, toxic wastes, treatment plants, economic analysis.

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

Os problemas com a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) e resíduos tóxicos e perigosos (RTP) têm no passado sido razoàvelmente identificados, analizados e divulgados (GRIA,1988;Fernandes, 1982,1983; Tecninveste/DGQA,1988) e prendem-se substancialmente com o desconhecimento exacto das quantidades produzidas, recolhidas e sua composição bem como da ausência de estudos de viabilidade técnica e económica relativos aos potenciais processos de tratamento e eliminação.Como consequência o processo usualmente praticado é o aterro(na maior parte dos casos operado em condições deficientes) perdendo-se assim um significativo potencial de reciclagem de produtos e de recuperação de energia.

A composição típica estimada para os RSU na região de Aveiro é a indicada no Quadro 1, e corresponde à que será de esperar encontrar em municípios tipo R1 (rurais de primeira).Os Quadros 2 e 3 contêm informação respeitante à produção e composição dos RSU e RTP no distrito de Aveiro e na zona GRIA. O Quadro 4 caracteriza os municípios da zona GRIA no que respeita à recolha de RSU (efectivamente verificada em 1989) e à produção estimada de RTP. A evolução previsível até ao ano 2000 tanto da produção como da recolha no distrito de Aveiro e da zona GRIA aparece sistematizada no Quadro 5 . Da comparação destes dados ressalta que a zona GRIA representa 46,1 % dos RSU do distrito e 99.4 % dos RTP do mesmo distrito. Notar ainda que os níveis de recolha actual, segundo informação fornecida pelos próprios municípios (Quadro 4) estão razoàvelmente de acordo com as estimativas (Quadro 5), e ainda que o nível de recolha que será de esperar encontrar no ano 2000 é sensívelmente igual àquele que se verifica actualmente na produção. Este tipo de informação é importante no processo de tomada de decisões na política de gestão.

TERAPÊUTICAS POSSÍVEIS

Os RSU são constituidos por fracções macroscópicamente bem identificáveis:

1. Papel e cartão
2. Vidro
3. Plástico
4. Metal
5. Têxteis
6. Putrescíveis

todas com potencial interesse económico. A sua separação física conduz a produtos individualmente recicláveis mas a moderna tendência é para um processamento físico-químico total ou parcial daquelas fracções de modo a obter produtos e (energia) de valor acrescentado. Isto é realizado em estações de tratamento por isso mesmo designadas integradas (ETI)

Quadro 1 **Composição dos RSU** (Fernandes, 1983)

Percentagem, %

Papel	Vidro	Plástico	Metais	Têxteis	Putrescíveis	Inertes
16-20	2-4	3-4	3-4	6-7	54-60	8-10
(18)	(3)	(3,5)	(3,5)	(6,5)	(57)	(8,5)

Obs: Entre ( ) os valores usados no estudo económico.
Municípios R 1.

Quadro 2 **RSU: produção** (Fernandes, 1983)

Ton/ano (1980)

	papel	vidro	plást.	metal	têxt.	putres.	inertes
Aveiro	23270	3995	4661	4661	8656	75905	11319
GRIA	11058	1842	2150	2150	3993	35016	5222

Total (Aveiro): 133167 ton/ano
Total (GRIA) : 61431 ton/ano (46,1 % do distrito)

Quadro 3 **RTP: produção e composição** (Tecninveste/DGQA, 1988)

(Distrito de Aveiro) Ton/ano

Liquidos		Lamas		Sólidos	
Inorg.	Org.	Inorg.	Org	Inorg.	Org.
14	427 (a)	15053	52166	59283	943

Total (Aveiro): 127900 ton/ano
(a) 71 % são óleos.

Quadro 4 **RSU e RTP: caracterização das quantidades por município da zona GRIA.**

Ton/ano

Munic.	Av.	Ilh.	Ovar	Estar.	Murt.	Vag.	Mi.	Ág.	A-Vel.	O-Bair.
RSU	17424	#	5071	414	2213	3200	#	12619	#	2329
RTP	30594	22	99	96284	#	#	#	13	30	8

RSU/ Recolha em 1989 : total = 47000 ton/ano (dados fornecidos pelas autarquias).
RTP/ Produção em 1987: total = 127171 ton/ano (representa 99,4 % do distrito).

Quadro 5 **RSU:evolução previsível da produção e recolha até 2000** (Fernandes, 1982, 1983)

i)Produção Ton/ano

	1980	1985	1990	1995	2000
Aveiro (distr.)	133167	151451	171382	192942	215805
GRIA	61431	69866	79060	89006	99553

ii)Recolha

Aveiro (distr.)	90801	109084	129015	150575	173438
GRIA	41887	50321	59516	69462	80008

A variedade de processos de tratamento é bastante grande visto que os vários componentes macroscópicos têm propriedades físicas e químicas distintas. Entre elas é importante referir duas: a combustibilidade e a fermentiscibilidade. A primeira está na base dos processos de tratamento termoquímicos e a segunda na dos processos bioquímicos; cada uma delas tem ainda variantes. Podemos assim sistematizar os blocos operacionais da gestão dos resíduos sólidos do seguinte modo:

Recolha	Tratamento		Eliminação
	Termoquímico	Bioquímico	
-Armezenagem -Colecta -Transferência	-Incineração -Pirólise -Gasificação	-Compostagem -Biometanização -Hidrólise	-Aterro sanitário

Reportando-nos de novo ao problema do tratamento é importante referir que os diferentes componentes dos RSU apresentam diferentes reactividades do ponto de vista termoquímico e bioquímico. Assim e por ordem decrescente de fermentiscibilidade temos:

Putresc. > Papel > Têxteis > Plástico

Contudo do ponto de vista de combustibilidade verifica-se precisamente a ordem inversa:

Plástico > Têxteis > Papel > Putrescíveis

Isto é, não existe um processo de tratamento singular," único ", que seja óptimo para tratar os RSU na sua globalidade. Antevê-se assim a necessidade de diversificar os processos para optimizar uma instalação de tratamento.

A solução "única" para o tratamento dos RSU constituiu no passado (e constitui ainda um pouco nos nossos dias) a via preferencial para a gestão dos RSU. É o caso típico da incineração (mass burning e do aterro sanitário.

A moderna tendência reconhece a escala de reactividades dos componentes dos RSU referida acima, e a necessidade de utilização de técnicas "integradas" em que na mesma unidade de tratamento (ETI-estação de tratamento integrado) se utilizem vários processos, cada um adaptado a uma dada fracção específica dos RSU.

Encontramos assim, hoje, como tendência para uma instalação típica europeia de média dimensão uma unidade de 300 ton/dia (cerca de 100000 ton/ano) que separa as fracções dos RSU e dá como produtos de reciclagem:

-RDF (Refuse Derived Fuel)
-Composto
-Metais ferrosos
-Vidro

em que o RDF concentra as fracções altamente energéticas (papel,plástico,têxteis) e o composto concentra a fracção de putrescíveis (após fermentada). Eventualmente o papel e os plásticos podem ainda ser reciclados separadamente. Notar que para além dos produtos inorgânicos recicláveis (metais, vidros) se originam dois produtos orgânicos com importância,um na produção de energia (o RDF de alto poder calorífico) e outro na agricultura (composto). A ideia subjacente a este tipo de instalação é afinal extremamente simples: ela traduz uma optimização dos destinos (tratamentos) a dar aos vários componentes dos RSU de acordo com as respectivas potencialidades.

Sem pretender excluir à partida outros processos de tratamento (incineração directa, biometanização e aterro, os quais constituem hoje já processos comercializados) parece-nos ser, do ponto de vista ecológico e de conservação de recursos, o conceito de ETI acima referido aquele que mais se poderá adaptar a pequenas instalações do litoral nacional. De facto para além dos inorgânicos recicláveis os outros dois produtos têm potencialmente interesse no mercado nacional: o composto para condicionamento dos solos de fraca aptidão agrícola (correcção da acidez e da matéria orgânica) e o RDF como combustível sólido de substituição em caldeiras.

Será útil fazer agora uma comparação das vantagens e desvantagens relativas das várias opções de tratamento.

Num estudo económico bastante exaustivo compararam-se os custos de capital e de operação de grande número de instalações de tratamento de RSU (Wilson, 1981); os resultados estão resumidos no Quadro 6.

Quadro 6 **Custos comparativos de estações de tratamento de resíduos sólidos**(Wilson, 1981).

Processo	Capital (£ M)	Custo (£/ton)
1.Aterro		
-Simples(8 Km)	0,5	3,8 ± 1,4
-E.T.(30 Km)	1,0	9 ± 3
2.RDF (papel)	2,5	11 ± 3
3.Incineração		
-Não recuper.	4,8	21 ± 6
-Electricid.	7,8	24 ± 10
-Modular	4,4	21 ± 5
4.Pirólise (Occ.)	6,0	27 ± 8
5.Compostagem	5,0	22 ± 6
6.Hidrólise	8,0	34 ± 11
7.Biometanização	8,0	39 ± 11

OBS: Valores normalizados para uma instalação de capacidade nominal de 100000 ton/ano (400 ton/dia ou 25 ton/hora); método D.C.F. de custos anualizados, taxa de retorno 10 %, 20 anos vida; lixo com P.C. de 10 GJ/ton, 25 % hum., todas as receitas incluidas. Os parâmetros de cálculo estão nos Quadros A e B do **Apêndice**.

Naturalmente que será discutível aplicar os valores absolutos noutro contexto geográfico diferente, mas os resultados têm pelo menos a virtude de permitirem fazer uma comparação relativa com um certo grau de generalidade.

Os valores do Quadro 6 resultam da análise dum número estatìsticamente significativo de instalações americanas e europeias; o custo calculado vem afectado pelos limites de 95 % de confiança, e tal com o custo de capital está referido, ou seja normalizado para aquela que consideraremos no presente trabalho, por razões que se verão mais adiante, como uma instalação com capacidade nominal adequada às realidades da zona de Aveiro.Será uma instalação de 100000 ton/ano (equivalente a 25 ton/hora, ou 400 ton/dia). A normalização dos custos de capital foi feita usando a conhecida "lei de potência":

$$\ln C = s * \ln W + \ln k \qquad ...(1)$$

em que s é o factor de escala (.8 a 1), e W a capacidade.

A análise deste quadro permite fazer as seguintes observações, tendo em atenção as estimativas de produção de resíduos na região de Aveiro referidas logo de início.

Se se optar por uma via única, e além disso de eliminação de resíduos (aterro) será quase inevitável a necessidade de implantação duma estação de transferência (ET) conduzindo a uma duplicação dos custos relativamente ao caso base (aterro simples); perde-se contudo o potencial de reciclagem. A incineração como via única conduz a um agravamento substancial dos custos: seria necessário servir-nos da economia de escala para baixar significativamente os custos unitários mas isso conduziria a instalações com uma capacidade desproporcionada em relação à região geográfica em estudo (>1500 ton/dia, ou 400000 ton/ano) ; a mesma conclusão é òbviamente válida para a pirólise, hidrólise, e biometanização com a agravante de que estes processos , no contexto dos RSU não oferecerem ainda fiabilidade técnica (constituem um exemplo de capital de alto risco). Notar ainda que contràriamente ao que seria de esperar intuitivamente, as três variantes de incineração conduzem a custos operacionais da mesma ordem de grandeza: ao maior custo de capital da incineração recuperativa com geração de energia eléctrica não corresponde necessàriamente uma maior economia de operação; mais surpreendente é a incineração modular não conduzir a custos mais favoráveis, apesar de constituir inegàvelmente a solução mais práctica do ponto de vista funcional quando se trata de escala de operação na gama baixa (50 a 100 ton/dia).

A exposição anterior canalizou a nossa atenção, reconhecidamente duma forma de certo modo tendenciosa para as ETI viradas para o RDF. Procurámos obter informação de custos de capital para este tipo de instalações. Para 17 instalações americanas descritas na

literatura (Wilson, 1981) correlacionámos os custos na forma da eq. 1 obtendo:

$$\ln C = 0.5234 * \ln W - 0.9101 \qquad ...(2)$$

com **W** (ton/dia) e **C** (M $ US). Com base numa inventariação mais recente, de instalações europeias (Barton, 1985) obtivémos a seguinte correlação:

$$\ln C = 0,397 * \ln W + 10,38 \qquad ...(3)$$

com **W** (ton/ano) e **C** (M £ UK). Aplicando as eq.s (1) e (2) a uma instalação típica de 100000 ton/ano obteríamos respectivamente os investimentos de US M $ 9,26 e UK M £ 3,1 ou seja, a preços actuais em escudos um valor da ordem de 780000 contos. Na continuação deste raciocínio vejamos agora qual a ordem de grandeza das receitas que seria de esperar daquela instalação por colocação no mercado dos produtos reciclados afim de fazer uma ideia (qualitativa) da rentabilidade daquele investimento. O Quadro 7 considera duas alternativas diferindo apenas no destino dado à fracção putrescível (biometanização ou compostagem); os restantes produtos são metais, vidro e RDF em ambas.

Na opção que contempla a biometanização a receita total estima-se em cerca de 750000 contos anuais, valor que se compara favorávelmente com o capital investido referido acima (na ausência de custos operatórios o investimento recuperar-se-ia em cerca de um ano); no caso da opção com a sub-unidade compostagem a receita anual seria cerca de 300000 contos, menos favorável portanto. Òbviamente trata-se de ordem de grandeza de valores com intuito meramente indicativo; não está no objectivo deste estudo uma análise económica detalhada que deve ser feita em face de situações e dados mais concretos.

CONCLUSÕES. ESTRATÉGIAS POSSÍVEIS

O estudo apresentado acima tomou como caso base uma instalação de tratamento de RSU de concepção integrada produzindo RDF (um combustível sólido peletizado de elevado poder calorífico), metais e vidros reciclados e biogás (ou em alternativa um adubo orgânico). Uma análise económica preliminar mostrou que tal instalação é potencialmente atractiva quando se considera uma capacidade nominal de 100000 ton/ano, que na nossa opinião representa um valor compatível com a situação prevalecente na região em estudo: zona GRIA do distrito de Aveiro e que virtualmente poderá corresponder a uma possível associação de municípios. De facto notar no Quadro 5 que este é o valor estimado para a produção de RSU num horizonte próximo (ano 2000) para essa zona, embora a recolha previsível seja um pouco inferior. No mesmo horizonte temporal, e a nível de todo o distrito a produção será o dobro necessitando portanto duma maior

Quadro 7 **Estação de tratamento integrada: estimativa das receitas de reciclagem (distrito de Aveiro)**

i) Opção **anaeróbia**

Base: 1 ano

Operação	Resíduos		Energia e/ou produtos		Receitas
	Compon. Nº	Quant. (ton)	Virtual (GJ)	Final	(1000 esc)
a. Vidro (recicl.)	2.	3995	-	3795 ton	24,7
b. Metais (recicl.)	4.	4661	-	4430 ton	22,2
c. Biometanização	6.	75905	417478 (9973 Tep)	**adubo:** 18976 ton	37,9
				ág. quente: 154467 GJ	239,5
				electric: 30 GWh(e)	165
d. RDF	1.+3.	28631	658513 (15730 Tep)	**electric:** 36,58 GWh(e)	201,2
TOTAIS:		113192	1075991 (25703 Tep)		744,5

ii) Opção **composto**

a. Vidro (recicl)	2.	3995	-	3795 ton	24.7
b. Metais (recicl)	4.	4661	-	4430 ton	22,2
c. Compostagem	6.	75905	-	**adubo:** 18976 ton	37,9
d. RDF	1.+3.	28631	658513	**electric:** 36,58 GWh(e)	201,2
TOTAIS:		113192	658513 (15730 tep)	-	286,0

1. Papel 2. Vidro 3. Plástico 4. Metal 5. Têxteis 6. Putrescíveis

capacidade de tratamento logo à partida, ou em alternativa, da construção duma segunda unidade com capacidade idêntica.

Deve referir-se contudo que uma melhoria da gestão dos RSU passa também por um conjunto de outras acções não menos importantes.

A **nível técnico e económico** são necessários estudos quantitativos da produção de resíduos (presente, futuro) no que respeita à composição e quantidades, de racionalização e compatibilização (de sistemas de colecta, do respectivo equipamento e da contabilização dos custos municipais), racionalização (optimização) dos circuitos de colecta; estas acções deverão permitir elaborar estudos preliminares de viabilidade técnico-económica de modo a permitir a associações de municípios concorrerem devidamente documentadas (e apoiadas pelo Governo) a fundos comunitários.

A **nível de formação de pessoal** torna-se necessária a óbvia formação de operadores de estações de tratamento e de aterro sanitário.

Finalmente a **nível educacional** é importante a divulgação pelos organismos centrais junto dos técnicos autárquicos, por meio de publicações técnicas periódicas de documentação referente aos processos de tratamento e eliminação de resíduos, provàvelmente com o auxílio da OMS.

BIBLIOGRAFIA

Barton,J.R. et al (1985)."**Waste sorting and RDF production in Europe**".Elsevier.

Fernandes,A.P.(1983)."**Resíduos sólidos urbanos do continente.Um guia para orientação das autarquias.**".MIE/LNETI.

Fernandes,A.P.(1982).**O sector dos resíduos sólidos urbanos**.DGE.

GRIA (1988).**I Relatório trimestral**.Gabinete da Ria.

Tecninveste/DGQA (1988).**Produção, tratamento e eliminação de resíduos perigosos.**

APÊNDICE

Quadro A - Rendimentos mássicos unitários dos produtos e conversões energéticas: valores usados no estudo económico

Composto	**Biogás** (cogeração)
0,25 ton/ton(RSU)	275 m3/ton(RSU) 20 MJ/m3 5,5 GJ/ton(RSU) Electric: 0,072 MWh/GJ(bio) Ág. quente: 0,37 GJ/GJ(bio)

Quadro B - Receitas unitárias: valores usados no estudo económico

Electricidade	Água quente	Metais	Vidro	Composto
5,5 (a)	1,9	5,0	6,5	2000
[M esc/GWh(e)]	(esc/MJ)	(esc/Kg)	(esc/Kg)	(esc/ton)

(a) Rendimento de conversão térmico-electrica=1 GWh(e)/18000GJ (20%).

QUALIDADE FÍSICO - QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA RIA DE AVEIRO

PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIAL QUALITY OF WATER IN THE RIA DE AVEIRO

F.Alcântara(*), M. A. Almeida(**), F.Nicolau(***), M.I.Quintaneiro(****) e J. Rua (****)

(*) Prof. Auxiliar, Dep. Biologia, Universidade de Aveiro
(**) Bolseira, Dep. Biologia, Universidade de Aveiro
(***) Prof. Associado, Dep. Matemática, Universidade de Aveiro
(****) Técnicos do Gabinete da Ria de Aveiro.

SUMÁRIO

No âmbito do programa de vigilância da qualidade da água da Ria de Aveiro, tentámos esclarecer, em função dos usos, o estado e a evolução dos parâmetros que a caracterizam. É analisada a agressão provocada por poluentes químicos, pelas escorrências de origem agrícola e pecuária, pelas descargas urbanas e industriais. Os resultados mostram fortes pressões de poluição orgânica e fecal nas zonas periféricas assim como no rio Vouga. As estações de influência marinha têm qualidade aceitável como águas conquícolas e de recreio mas há já indícios de níveis indesejáveis de poluição fecal. Os teores de metais pesados são compatíveis com o desenvolvimento da vida aquática marinha embora em alguns locais não se aproximem dos valores críticos.
Palavras-chave: estuário, metais pesados, nutrientes, poluição orgânica, eutrofização, poluição fecal.

SUMMARY

During the last few years, a water quality monitoring programme has taken place in the Ria de Aveiro in order to assess its state and tendency regarding chemical loading, organic pollution and sanitary condition. The results show strong pressure of fecal and organic discharges in the periphery of the lagoon as well as in the river Vouga. The area closer to the sea is of acceptable quality for shellfish culturing and for recreation. However, it approaches undesirable levels of fecal indicators. The general concentrations of heavy metals lie below critical levels for sea life but are already quite high in some areas.
Key-words: estuary, heavy metals, nutrients, organic pollution, eutrophication, fecal pollution.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos concelhos limítrofes da Ria de Aveiro tem vindo a impor pressões sobre esta massa de água cujos efeitos tiveram que ser quantificados e perspectivados em função da multiplicidade dos seus usos actuais e futuros. Os efluentes urbanos e industriais assim como as escorrências das zonas de exploração agrícola e pecuária redundam na deterioração da qualidade das águas receptoras tradicionalmente vocacionadas para a pesca, a exploração do sal, a aquicultura e o recreio.

A publicação do Decreto-Lei 74/90 permite agora actuar no sentido da preservação do equilibrio que se pretende entre as forças do desenvolvimento e os valores da conservação do património natural e cultural. É necessário caracte-rizar a capacidade de suporte da Ria em face aos vários tipos de descarga, avaliar os níveis de eutrofização atingidos e definir os riscos para a saúde pública em relação à poluição química e microbiana.

No programa de vigilância da qualidade das águas da Ria de Aveiro dois objectivos tivemos em vista no que respeita à sua qualidade microbiológica: 1) determinar padrões de variação espacial e flutuações temporais nos níveis de risco sanitário; 2) aferir, em relação ao estado de poluição orgânica geral, a capacidade explicativa de dois parâmetros bacterianos (Numero Total de Bactérias e Numero de Saprófitas Viáveis).

Relativamente à poluição física e química pretendeu-se não só conhecer o estado de referência mas também averiguar, para as diferentes áreas, a compatibilidade entre os graus de poluição e os seus usos tradicionais e potenciais.

2. AMOSTRAGEM E MÉTODOS DE ANÁLISE

O programa de vigilância em curso teve início em 1984, com execução a cargo do Instituto Hidrográfico, abrangendo 5 estações e incluindo apenas a caracterização física e química da água. A partir de 1988 o número de estações de amostragem foi aumentado para 11 e passou a dar-se maior ênfase à análise de metais pesados. Em 1989 teve início a caracterização microbiológica realizada pelo Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro em complemento ao trabalho do Instituto Hidrográfico. Actualmente, as campanhas de amostragem de água de superfície são realizadas a intervalos de 2 meses, em condições de preia-mar e próximo do estofo da maré.

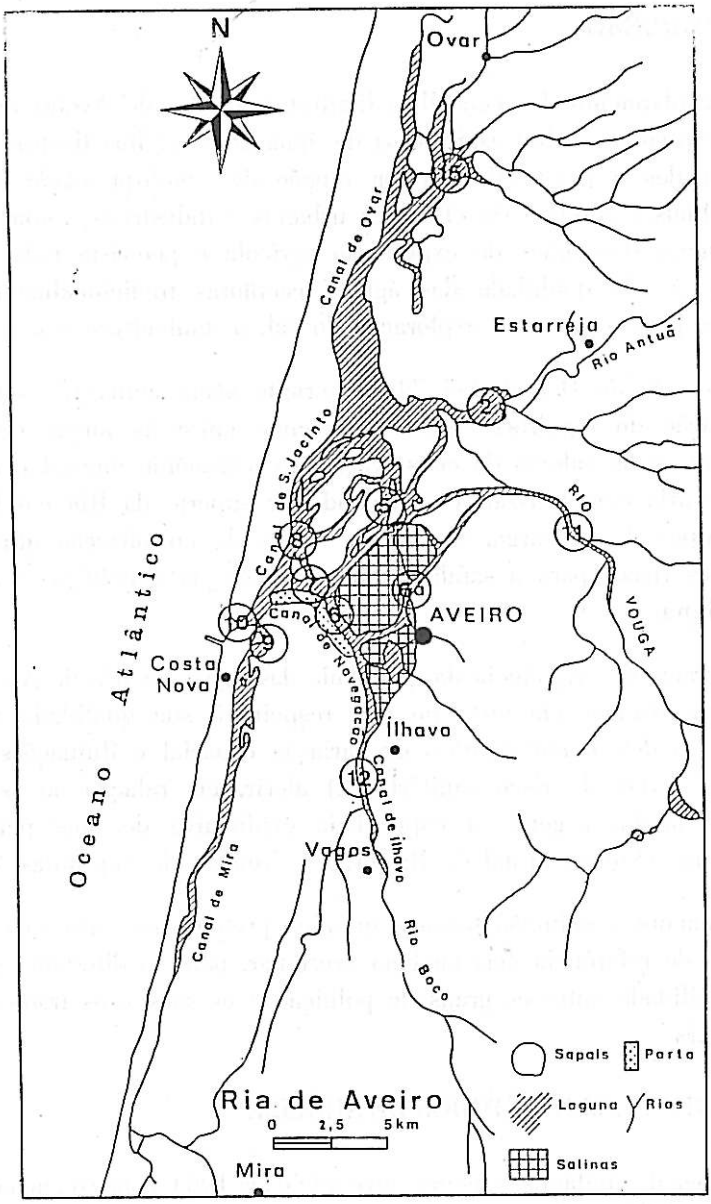


Figura 1 - Ria de Aveiro - Localização das estações de amostragem. 2-Laranjo; 5-Canal do Espinheiro; 6-Cais Bacalhoeiro; 6a-Clube dos Galitos; 7-Cais Industrial; 8-S. Jacinto; 9-Entrada do Canal de Mira; 10-Entrada da Barra; 11-Rio Vouga (Angeja); 12-Canal de Ilhavo (Vista Alegre); 15-Largo da Coroa.

As 11 estações estudadas estão assinaladas no mapa da Figura 1. A localização destas estações permite vigiar os canais principais da Ria e contrapor zonas de influência urbana, agrícola, industrial e portuária. As estações poderão também ser consideradas, segundo o grau de proximidade oceânica, como estações de

influência marinha e estações de influência terrestre. Inclui-se ainda uma estação fluvial na foz do rio Vouga, rio que contribui com 65% da água doce que dá entrada na Ria de Aveiro (Hall,1980) e 23% do volume total das águas desta laguna (Barrosa, 1985).

Os parâmetros microbiológicos estudados incluiram o número total de bactérias, volume celular médio (bacteriano), bactérias saprófitas, coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais. As características físicas e químicas foram avaliadas por determinação da temperatura, salinidade, oxigénio dissolvido, sólidos suspensos totais, proteina dos sólidos suspensos totais, carência bioquímica de oxigénio (CBO5), nitratos, nitritos, amónia, fosfatos, sílica, clorofilas (a,b,c), feopigmentos, mercúrio, cádmio, chumbo, cobre e zinco.

As técnicas de amostragem da água e os métodos de análise bacteriana e de determinação dos parâmetros físicos e químicos estão descritas em Alcântara e Almeida (1990) e Vinhas (1984-1985; 1986; 1987-1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Poluição Fecal

O nível de poluição fecal avaliado por contagem de Unidades Formadoras de Colónias (CFU/100 ml) de Coliformes Totais (CT), Coliformes Fecais (CF) e Estreptococos Fecais (SF) mostrou ser diferente nas estações de influência marinha e nas estações de influência terrestre.

3.1.1. Estações Estuarinas de Influência Marinha

Estas estações (10,9,8,7,5), sendo próximas da entrada da Barra, apresentam salinidade mais elevada. O grande caudal dos canais nestas estações confere-lhes maior estabilidade térmica, maior capacidade de diluição dos "inputs" terrestres e, eventualmente, efeitos menos acentuados da ressuspensão natural ou acidental dos sedimentos dos fundos.

Os teores de CF não mostraram aqui qualquer padrão reconhecível de variação temporal com excepção da estação 5, a mais interior deste conjunto, que

apresentou um pico em Maio. Estas estações caracterizaram-se pela maior abundância de SF no primeiro semestre do ano (colheitas de Janeiro a Maio). Em Julho, tanto os teores de CF como de SF foram mínimos na generalidade dos casos. Esta depressão dos indicadores fecais em Julho foi comum a todas as estações da laguna.

A tabela 1 apresenta os valores médios anuais de CT, CF e SF em cada estação assim como a amplitude da sua variação (Máximo e Mínimo), indicando também a frequência com que os valores das amostras excederam o Valor Máximo Recomendado (VMR) no Decreto-Lei 74/90. Os teores de CT, geralmente altos, excederam os VMR para águas de recreio, variando os valores médios anuais de 300 a 2630 CFU / 100 ml. Os Valores Máximos Admissíveis (VMA) não foram, contudo, atingidos.

A figura 2 representa o padrão de variação temporal de indicadores fecais na estação 10 (entrada da Barra), tomada como exemplo da zona lagunar de influência marinha.

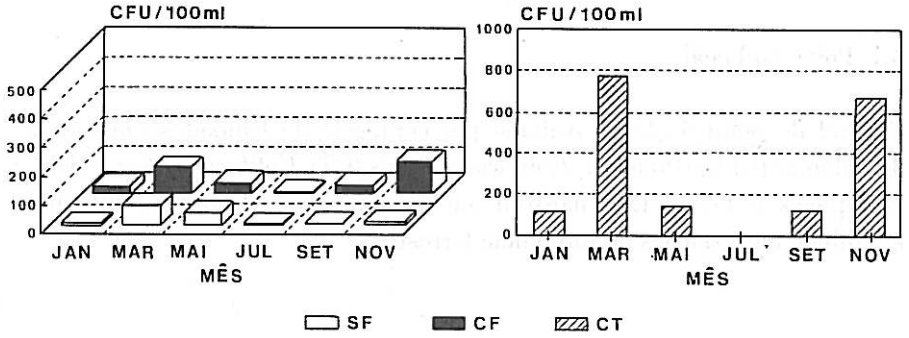


Figura 2 - Flutuação temporal dos teores de estreptococos fecais (SF), coliformes fecais (CF) e de coliformes totais (CT) na estação 10 (entrada da

Os VMR para CF em águas de recreio com contacto directo foram excedidos em 6-17 % das amostras deste grupo de estações, não sendo nunca ultrapassados os valores estabelecidos para águas conquícolas. A abundância de SF ultrapassou os valores de VMR para águas de recreio em 6-22 % das amostras, sendo a situação mais grave a da estação 5 (Tabela 1).

TABELA 1

RIA DE AVEIRO (1989) - Teores de indicadores bacterianos de poluição fecal e trequência dos resultados superiores aos VMR para águas de recreio e águas conquícolas

ESTAÇÕES	CT (CFU / 100 ml)				CF (CFU / 100 ml)					SF (CFU / 100 ml)			
	MAX	MIN	MED	% (1)	MAX	MIN	MED	% (2)	% (3)	MAX	MIN	MED	% (2)
A 5 (ESPINHEIRO)	15000	12	2630	22	77	1	37	6	0	466	0	112	22
7 (CAIS INDUSTRIAL)	7500	38	1453	28	96	6	56	12	0	57	0	25	0
8 (S.JACINTO)	7000	5	1444	39	120	3	56	6	0	46	0	21	0
9 (CANAL DE MIRA)	1600	53	696	44	100	38	63	17	0	110	5	42	11
10 (ENT. BARRA)	770	6	300	33	110	5	49	17	0	40	0	21	6
B 2 (LARANJO)	7530	0	1760	50	452	2	300	53	41	2820	3	516	39
6 (C. BACALHOEIRO)	15000	148	3440	67	419	42	220	86	2	280	7	150	50
6A (C. GALITOS)	10400	147	3010	78	628	120	390	100	67	340	17	100	28
12 (VISTA ALEGRE)	13700	3990	7920	100	4280	1200	2910	100	100	3280	40	790	83
15 (L. COROA)	26000	400	7200	83	3100	170	1000	94	72	11000	40	1920	44
C 11 (RIO VOUGA-ANGEJA)	2468800	23100	656100	100	198900	7800	62700	100	100	12800	50	3600	89

(1) % avaliada para o VMR de 500 CFU / 100 ml (águas de recreio); (2) % avaliada para o VMR de 100 CFU / 100 ml (águas de recreio); (3) % avaliada para o VMR de 300 CFU / 100 ml (águas conquícolas)

A - Zona de influência marinha; B - Zona de maior influência terrestre; C - Rio.

CT : Coliformes totais; CF : Coliformes fecais; ST : Estreptococos fecais.

3.1.2. Estações Estuarinas de Influência Terrestre

Este conjunto inclui estações periféricas de menor salinidade como as estações 2, 12 e 15 (Laranjo, Vista Alegre e L. Coroa) e também as zonas do Cais Bacalhoeiro (estação 6) e a do Clube dos Galitos (estação 6a) que, embora mais salinas, estão sujeitas a grande pressão de descargas terrestres. Todas elas se caracterizam por ter níveis de poluição fecal elevados quando comparados com as do grupo anterior.

As águas são impróprias para recreio (contacto directo) por qualquer dos parâmetros estudados (excederam os VMR em mais de 20% das amostras) e como eventuais águas conquícolas só a estação 6 apresentou teores aceitáveis pelas normas em vigor. A situação é particularmente grave na estação 12 (Vista Alegre) com 83% (SF) e 100% (CF) das análises acima dos VMR e na estação 15 (L.Coroa) com 44% (SF) e 94% (CF) dos resultados inaceitáveis (Tabela 1).

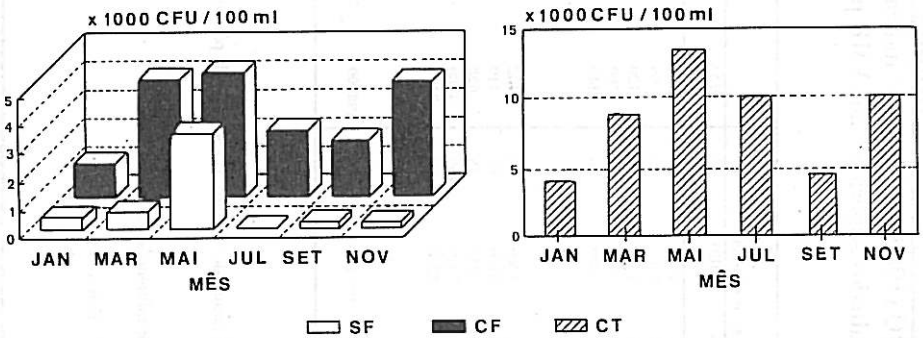


Figura 3 - Flutuação temporal dos teores de estreptococos fecais (SF), de coliformes fecais (CF) e de coliformes totais (CT) na estação 12 (Vista Alegre) durante o ano de 1989.

Estas estações mostraram um padrão de variação temporal tanto para CF como para SF (Figuras 3 e 4) caracterizado por um pico em Maio, podendo estender-se de Março a Maio. O mínimo nos dois indicadores ocorreu em Julho, tal como nas estações de influência marinha, ou em Julho e Setembro. A estação 15 teve, no conjunto destas cinco estações, valores muito elevados de CF e SF com o padrão de variação de CF menos regular e o pico desviado para o Outono e Inverno. No Cais Bacalhoeiro (estação 6), apesar de o nível de CF não ter sido particularmente elevado, foi ainda observável um acréscimo em Maio. O teor de CT foi, no entanto, muito elevado nesta estação.

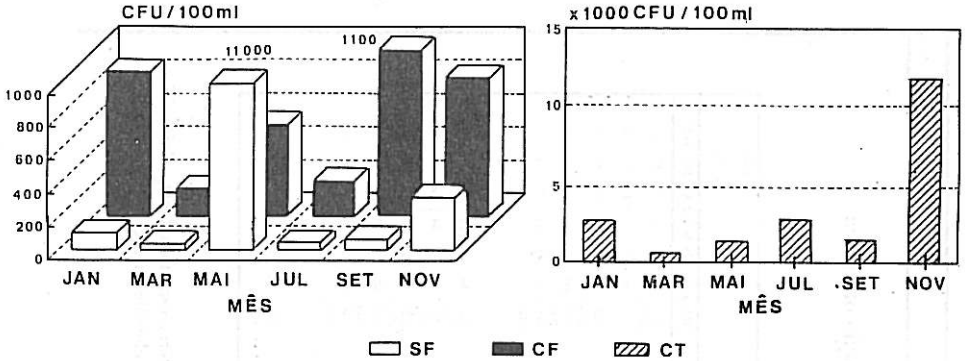


Figura 4 - Flutuação temporal dos teores de indicadores fecais (SF, CF e CT) na estação 15 (L. Coroa) durante o ano de 1989.

As figuras 3 e 4 mostram a flutuação temporal dos teores de CT, CF e SF nas estações 12 e 15, representativas do conjunto de estações estuarinas de maior influência terrestre.

3.1.3. Estação do Rio Vouga

A água da estação 11 (rio Vouga, junto à ponte de Angeja) mostrou ser imprópria do ponto de vista sanitário quando avaliada por qualquer um dos indicadores de poluição fecal. As amostras excederam em 89% dos casos os VMA para SF e em 100% dos casos os VMA para CT e CF (Tabela 1 e Fig 5).

Os picos de CF e SF foram aqui observados em Março antecipando-se um pouco aos picos dos mesmos parâmetros nas estações estuarinas. A depressão dos dois indicadores torna-se notória em Julho, tal como nas estações estuarinas.

3.2. Poluição Orgânica

A Tabela 2 resume a amplitude de variação e as médias anuais obtidas para cada estação em relação a vários parâmetros directamente ou indirectamente relacionados com o teor em matéria orgânica total (CBO5, O2 DIS-oxigénio dissolvido), com a matéria orgânica autóctone (PIG-pigmentos), com a matéria orgânica particulada (PROT-proteina dos sólidos suspensos totais). Inclui

TABELA 2

RIA DE AVEIRO (1989) - Parâmetros bacterianos, químicos e físicos de poluição orgânica

ESTAÇÕES	NTB ($x\ 10^6$ Cel/ml)			VCM (um^3)			SAP ($x10^3$CFU/ml)			CBO5 (mg/l)			PROT ($ug\ l^{-1}$)			S.S.T.(1) ($mg\ l^{-1}$)			PIGMENTOS (ug/l)			O_2 DIS(1) (mg/l e %)			SAL (1) ‰			TEMP. (1) (°C)		
	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX	MIN	MED
A 5 (ESPINHEIRO)	6.2	1.6	3.5	0.181	0.053	0.108	83	0.03	19	2.01	0.10	1.00	208	34	90	16	3	8	7.4	3.9	5.6	8.8 (107)	7.9 (99)	8.3 (103)	36	15	31	18	13	16
7 (CAIS INDUSTRIAL)	3.7	1.7	2.6	0.179	0.056	0.110	49	0.09	14	1.99	0.34	1.14	104	14	72	17	2	9	5.4	3.0	4.4	--- ---	--- ---	--- ---	36	34	35	17	14	16
8 (S.JACINTO)	5.7	1.8	3.0	0.180	0.054	0.103	40	0.02	13	1.85	0.43	1.04	110	20	76	31	4	18	9.6	3.7	6.9	9.2 (118)	8.5 (106)	8.9 (110)	36	34	35	17	14	16
9 (CANAL DE MIRA)	2.9	1.9	2.2	0.135	0.060	0.092	59	0.12	16	1.84	0.00	0.98	146	24	86	41	4	17	8.2	3.3	5.6	9.2 (118)	7.7 (99)	8.5 (106)	36	34	35	17	14	16
10 (ENT. BARRA)	3.5	1.4	2.3	0.191	0.057	0.105	56	0.14	14	1.94	0.22	1.09	598	16	162	62	4	20	8.6	4.0	5.7	10.3 (132)	8.4 (104)	9.1 (113)	36	34	35	17	14	16
B 2 (LARANJO)	10.1	3.7	7.3	0.167	0.056	0.089	37	1.37	20	3.11	1.06	1.78	406	38	160	176	5	40	21.9	4.5	12.0	8.8 (96)	5 (63)	7.1 (84)	36	16	28	25	10	17
6 (C. BACALHOEIRO)	4.2	2.1	3.5	0.157	0.057	0.100	66	0.78	28	2.73	0.00	1.09	130	60	88	9	4	7	11.6	3.2	6.7	8.7 (105)	6.3 (180)	7.7 (97)	36	34	34	19	14	16
6A (C. GALITOS)	6.4	2.3	4.2	0.169	0.071	0.107	37	0.68	17	2.16	0.10	1.27	176	32	98	9	3	6	6.6	3.8	5.1	8.0 (94)	6.7 (83)	7.2 (88)	36	28	33	21	12	17
12 (VISTA ALEGRE)	6.7	4.1	5.5	0.127	0.054	0.072	133	0.17	25	2.51	0.22	1.47	136	23	88	52	7	24	12.5	5.4	8.3	8.5 (89)	4.6 (58)	6.7 (80)	35	22	30	24	10	15
15 (L. COROA)	13.0	4.8	9.1	0.109	0.067	0.089	290	0.13	115	>7,21	1.98	>4,30	934	40	472	226	3	46	83.0	20.1	48.8	12.3 (129)	0.2 (3)	7.0 (90)	37	7	24	26	13	18
C 11 (r. VOUGA-ANGEJA)	10.6	2.5	4.8	0.180	0.076	0.093	376	0.10	85	10.50	1.57	6.72	412	64	330	22	4	12	23.1	3.9	12.1	7.5 (55)	1.0 (10)	3.8 (36)	<2	<2	<2	28	8	17

A - Zona de influência marinha; B - Zona de maior influência terrestre; C - Rio; NTB - Número total de bactérias; SAP - Bactérias saprófitas; CBO_5 - Carência biológica de oxigénio; PROT - Proteína nos sólidos suspensos totais; S.S.T. - Sólidos suspensos totais; PIGMENTOS - Total de clorofilas (a, b, c) e feopigmentos; O_2DIS - Oxigénio dissolvido; SAL - Salinidade; TEMP - Temperatura; (1) Dados fornecidos pelo Instituto Hidrográfico.

também as medias e amplitudes de variação dos sólidos suspensos totais (SST) e das características da comunidade bacteriana como a contagem directa do Numero Total de Bactérias (NTB), o Volume Celular Médio (VCM) e o teor em Bactérias Saprófitas Viáveis (SAP).

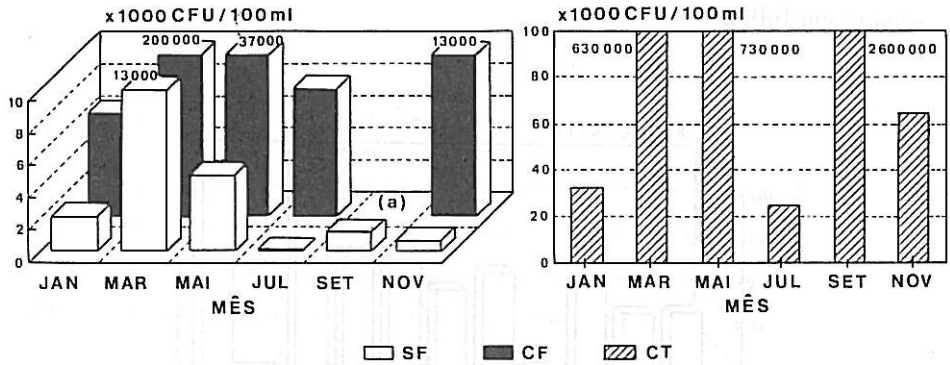


Figura 5 - Flutuação temporal dos teores de indicadores fecais (SF, CF e CT) na estação 11 (rio Vouga junto a Angeja) durante o ano de 1989.

A biomassa de fitoplancton foi máxima nas estações periféricas da Ria e no rio Vouga. Aí os teores médios de pigmentos foram de 12-49 ug/l em comparação com médias não superiores a 7 ug/l nas estações de influência marinha. Os picos de pigmentos ocorreram em diferentes datas nas várias estações (Janeiro na estação 15 e 12, Maio e Julho na estação 2 e Julho a Novembro na estação 11). Os dados referentes às diferentes clorofilas e aos feopigmentos estão publicados por Vinhas (1987-1989).

Os valores de CBO5 foram muito elevados no rio Vouga (estação 11) e no L. Coroa (estação 15), com médias anuais superiores a 4.3 mg/l de O2. Estes valores tornam as águas impróprias para piscicultura.

O O2 dissolvido atingiu os valores mais baixos nas estações de maior influência terrestre e em particular na estação 15 (média anual de 80% de saturação). O rio Vouga apresentou teores inaceitáveis de oxigénio dissolvido sendo o valor médio de 3.8 mg/l (média anual de 36% de saturação). Os teores mínimos ocorreram, em todas as estações, em Maio.

Os sólidos suspensos totais (SST) são mais abundantes no L.Coroa e no Laranjo (estações 15 e 2). O teor de proteina nestes sólidos é mais elevado na estação 15

(valor médio de Prot 472 ug/l) e também na estação 11 (valor médio de Prot 330 ug/l).

O teor médio de SAP variou nas estações estuarinas de 13 - 115x 10^3 CFU/ml sendo no rio Vouga de 85 x 10^3 CFU/ml. Os valores máximos foram atingidos em Setembro (estações 2,5,6,7,8,9,10,11,15) podendo também ocorrer em Maio (estações 2,6,6a,12,15) ou Março (estações 5 e 15). O valor mínimo ocorreu sempre em Julho.

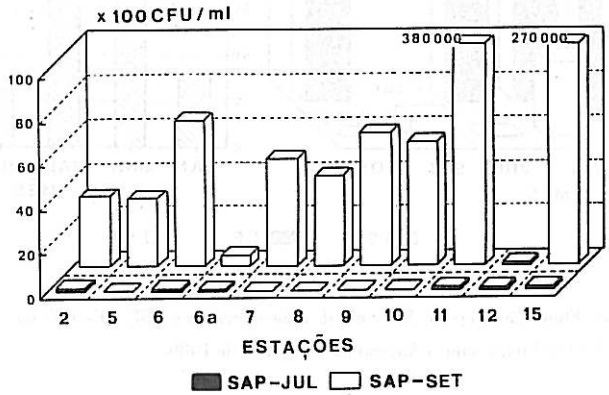


Figura 6 - Variação espacial do teor de bactérias saprófitas na Ria de Aveiro durante os meses de Julho e Setembro de 1989.

A figura 6 representa a variação espacial em Julho e Setembro, meses em que, na generalidade, ocorrem respectivamente os mínimos e máximos de CFUs. Os teores mais elevados de SAP ocorreram nas estações 11, 12 e 15 sendo as médias mais elevadas as destas mesmas estações e ainda as da estação 6 (Tabela 2). Estas bactérias são consideradas (Rheinheimer, 1977; Gocke e Rheinheimer, 1982;) como boas indicadoras de cargas de poluição orgânica nas massas de água num dado momento, dando resposta quase imediata ao acréscimo de produção primária e aos "inputs" terrestres.

O NTB, de que as bactérias saprófitas representam uma fracção de 1% ou menos, atingiu valores médios de 2 a 9 milhões de cel/ml. Os teores foram máximos em Janeiro nas estações de influência marinha (estações 10,9,8,7,5), entre Março e Maio nas estações estuarinas periféricas (estações 2,6,6a,12,15) e em Setembro no rio Vouga (estação 11). As médias mais elevadas deste parâmetro (7,3 milhões de cel/ml e 9,1 milhões de cel/ml) foram as da estação

2 e 15 na parte norte da Ria, onde, conjuntamente com a estação 11, foram também observados os valores máximos (10-13 milhões de cel/ml).

O VCM esteve sujeito a grande variação temporal sendo, na generalidade das estações, os seus valores 2 a 3 vezes mais elevados durante os meses mais frios. Os valores mínimos deste parâmetro foram 0,053 um3 a 0,076 um3 e os máximos 0,109 um3 a 0,191 um3. Os valores mais elevados de VCM ocorreram nas estações de influência marinha.

TABELA 3

Concentrações médias anuais (ug/l) de nitratos, nitritos, amónia e fosfatos referentes ao ano de 1989

ESTACAO	NO3	NO2	NH4	PO4
2	468.4	39.2	310.8	33.4
5	76.5	3.4	23.3	25.7
6	65.0	6.2	46.8	14.1
6a	113.8	8.6	87.0	26.6
7	16.2	2.9	19.6	5.7
8	32.7	3.8	20.7	7.9
9	27.8	3.8	25.2	7.7
10	22.2	3.4	12.3	7.0
11	281.0	6.8	114.2	23.5
12	133.8	13.3	152.5	33.3
15	671.3	29.4	373.8	123.7

Os resultados referentes aos teores de nitratos, nitritos, amónia e fosfatos, obtidos em 1989, são apresentados na Tabela 3. Como é possível verificar, destacam-se os valores da estação 15, representativos das concentrações de nutrientes mais elevadas na Ria de Aveiro. Relativamente aos nitritos, a maior concentração é revelada na estação 2, que também apresenta um elevado teor em amónia.

A série de dados obtidos por este programa desde 1984 (Vinhas, 1984-1985; 1986) permite concluir que as concentrações de nutrientes sofreram, recentemente, um decréscimo na maioria das estações. Exceptua-se o aumento significativo do teor de fosfatos na estação 15. Nas estações 9 e 10 verificou-se redução das médias anuais na maioria destes parâmetros. Apresenta-se na Figura 7 a evolução das concentrações de nitratos desde 1984, nas estações de amostragem existentes desde essa data. Nesta figura denota-se um progressivo

decréscimo da concentração de nitratos na estação 15, enquanto que nas restantes estações apenas decorreu uma diminuição sensível em 1989.

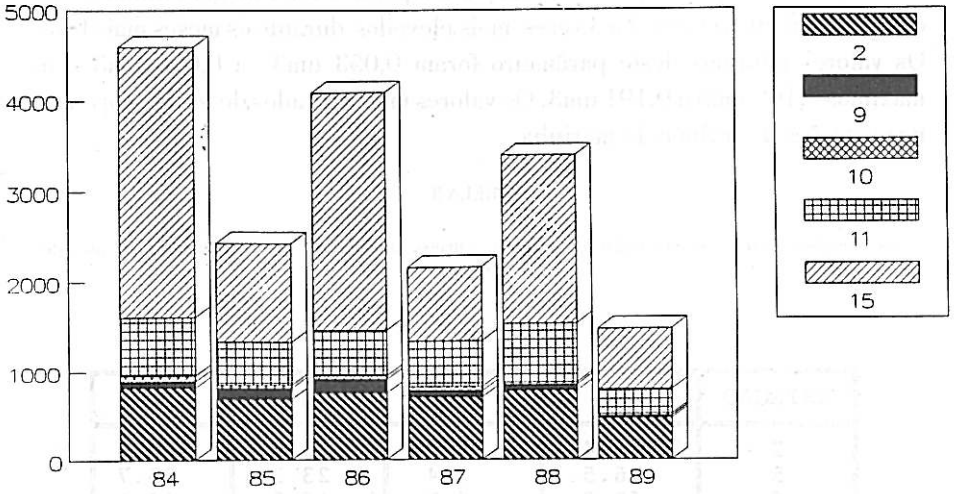


Figura 7 - Evolução das concentrações médias anuais de nitratos (ug/l)

Na Figura 8, é efectuada a análise comparativa do teor de fosfatos nas mesmas estações, observando-se o aumento geral deste teor, mais significativo nas estações 2 e 15, exceptuando o teor de fosfatos da estação 2 em 1989 que regressou aos níveis atingidos em anos anteriores.

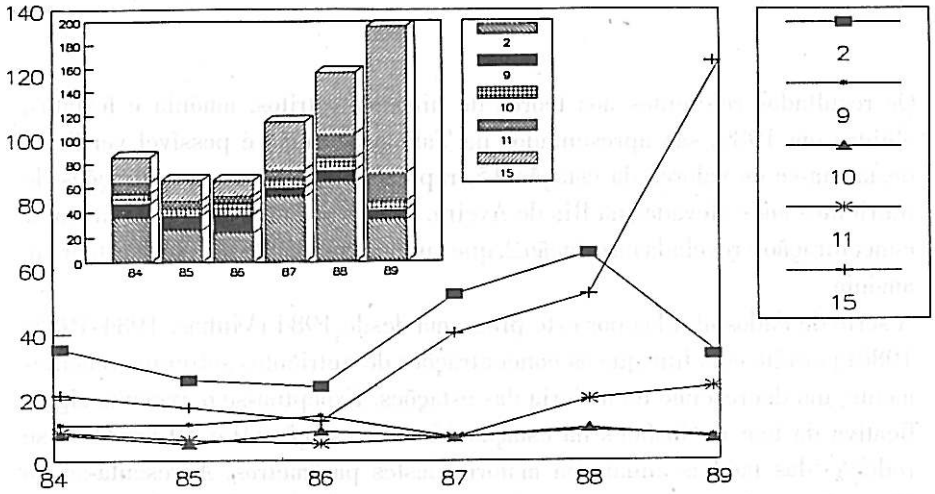


Figura 8 - Evolução das concentrações médias anuais de fosfatos (ug/l)

3.3. Poluição Química

Os teores de metais referentes ao ano de 1989, determinados em concentração total e em concentração das formas dissolvidas, são apresentados na Tabela 4.

A análise desta tabela permite conhecer os níveis existentes de metais e também a sua variação espacial. Pode, assim, observar-se que em 1989 os teores mais elevados de zinco e cobre ocorreram na estação 15, destacando-se dos obtidos nas restantes estações. De referir, que em 1988 e na mesma estação, a concentração média de zinco total foi quatro vezes superior, correspondendo a uma concentração média de zinco dissolvido de 726,7 ug/l (Vinhas, 1987-1989). A contrastar com estes níveis, verifica-se nas estações 9 e 10, relativo ao período 1987-89, uma gama de concentrações médias em zinco total da ordem de 5,2 a 15,3 ug/l (Vinhas, 1987-1989).

TABELA 4

Concentrações médias anuais (ug/l) de cádmio, cobre, mercúrio, chumbo e zinco referentes ao ano de 1989.

METAL	Cd		Cu		Hg		Pb		Zn	
ESTACAO	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss
2	0.9	0.8	2.7	2.6	0.65	0.09	1.4	0.9	22.7	13.2
5	1.2	1.1	2.0	2.0	0.04	0.03	0.9	0.9	7.3	6.6
6	1.3	1.0	2.8	2.0	0.03	0.02	1.3	0.9	10.0	9.2
6a	1.4	1.1	5.7	3.3	0.03	0.01	0.9	0.8	11.7	10.8
7	1.1	0.9	2.0	1.4	0.02	0.01	1.6	1.1	9.6	7.0
8	1.2	1.2	1.7	1.5	0.02	0.01	1.0	0.8	15.5	12.0
9	1.3	0.9	2.0	2.0	0.03	0.02	1.0	0.8	11.3	12.0
10	1.2	1.0	2.2	1.8	0.02	0.01	0.9	0.7	9.8	8.5
11	1.4	1.1	3.8	4.0	0.02	0.02	1.2	0.9	11.8	10.4
12	1.0	0.7	4.0	2.6	0.03	0.02	1.0	0.7	15.8	12.0
15	1.3	1.1	26.8	16.2	0.19	0.03	3.6	1.4	220.2	167.2

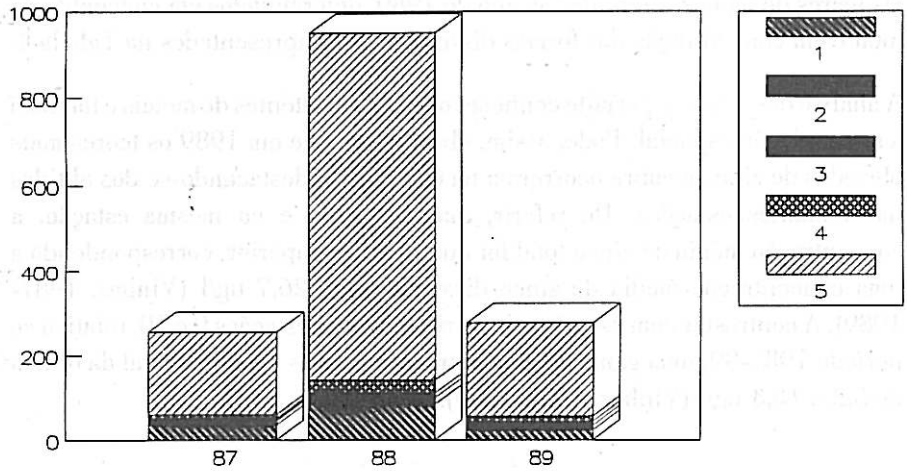


Figura 9 -Evolução das concentrações médias anuais de zinco total (ug/l)

A Figura 9 mostra as concentrações de zinco total nas cinco estações em que a análise evolutiva tem incidido nos últimos três anos.

Relativamente ao chumbo total, as concentrações médias nos diversos pontos da Ria, revelam valores entre 0,6 e 7,3 ug/l, considerados baixos comparativamente ao limite de 50 ug/l apontado pela Environmental Protection Agency (EPA, 1973), para a protecção da vida aquática marinha.

Dada a definição de objectivos de qualidade da água pela Comunidade Europeia no que concerne ao mercúrio e cádmio (Directivas 82/176/CEE e 83/513/CEE) apresenta-se nas Tabelas 5 e 6, as médias obtidas para os dois parâmetros, nas estações para as quais existem valores dos últimos anos.

Face a esta legislação, em que é preconizado o limite de 0,5 ug/l de mercúrio em solução em águas de estuários, constata-se que estes níveis são inferiores a esse limite, mesmo na estação 2 onde os valores de mercúrio total são consideravelmente superiores aos restantes. Acrescente-se que 94% das amostras da estação 2, recolhidas desde 1984, apresentam como valor máximo de mercúrio dissolvido 0,1 ug/l. Nesta estação, a variação da concentração de mercúrio total durante os ciclos de maré realizados recentemente (Vinhas e Valença, 1990) mostra que os seus níveis são preocupantes em situação de baixa-mar.

TABELA 5

Concentrações médias anuais (ug/l) de mercúrio total e dissolvido referentes aos anos de 1984 a 1989.

ESTACAO	2		9		10		11		15	
ANO	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss
84	0.19	0.09	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
85	0.16	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
86	0.27	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01
87	0.28	0.04	0.03	0.02	0.09	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02
88	0.26	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
89	0.65	0.09	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.19	0.03

No que concerne ao cádmio em solução, o valor limite recomendado pela legislação comunitária para águas estuarinas é de 1 ug/l. A Tabela 6 mostra que os valores obtidos para a água da Ria flutuam em torno do valor recomendado. Impõe-se, pois, que se atribua atenção especial a este parâmetro.

TABELA 6

Concentrações médias anuais (ug/l) de cádmio total e dissolvido referentes aos anos de 1987 a 1989.

ESTACAO	2		9		10		11		15	
ANO	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss	Total	Diss
87	2.4	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.9	0.7	1.8	1.0
88	2.7	1.4	3.1	1.8	2.2	0.8	0.9	0.6	4.6	2.2
89	0.9	0.8	1.3	0.9	1.2	1.0	1.4	1.1	1.3	1.1

3.4. Tratamento de Dados

A matriz dos dados bacterianos, físicos e químicos (excluindo nutrientes e metais pesados) que descrevem as 11 estações estudadas é constituida pelas médias dos valores obtidos nas 6 campanhas realizadas em 1989 (Tabela 2).

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de correlação destes dados a qual foi submetida ao teste de Student (t9) e ao teste de Fisher (Fisz, 1963) sendo os resultados dos dois testes praticamente coincidentes. Apresentam-se fortemente correlacionados (99,9% de confiança) os três indicadores fecais (CT,CF,SF) e os indicadores gerais de poluição (SAP com CBO5, PRO, PIG; CBO5, negativamente, com O2 DIS, SAL). É também notória a forte correlação (99,9% de confiança) entre indicadores gerais de poluição e indicadores fecais (CBO5 com CT,CF,SF; O2DIS e SAL, negativamente, com CT,CF,SF). NTB correlaciona-se a nível de 1% de significância com SAP,PRO,SST,PIG e a nível de 5% de significância com TEMP. A hipótese de trabalho de que os dados são normalmente distribuidos não foi testada. Admite-se, contudo, que tenham uma distribuição muito próxima da normal por se tratar de médias de um número elevado de réplicas (3 a 15 consoante os parâmetros) e de determinações temporalmente distribuidas (6 datas ao longo de um ano).

A matriz de dados foi submetida a Análise de Componentes Principais Reduzidas (ACPR) exploratória apesar de o número de linhas-observações ser inferior ao número total de variáveis (Nicolau, 1972; Benzécri,1972; Foucart,1987), o que se justifica pelo facto de cada observação representar uma média de valores como acima se indica.

A ACPR revelou (Alcântara et al, resultados para publicação) dois factores nítidos representando, respectivamente, 61% e 24% (total 85%) da variância total.

O primeiro factor, já esperado, é o nível de poluição geral opondo características como CBO5, PROT, PIG, TEMP, SAP, CT, CF, SF (com valor elevado sobretudo nas estações 11, 15, 2, 12) às características O2DIS e SAL (com valores altos nas estações de influência marinha). PIG, NTB e, pela negativa, VCM sobem de interesse na explicação do factor quando são excluidas as estações 11 e 15, diminuindo SAP e PROT.

O segundo factor representa a separação de dois tipos de poluição caracterizados, respectivamente, por SST, PIG, NTB (sendo as estações típicas as 15 e 2) e CT,CF (estação típica a 11). Estes dois tipos de poluição podem ser

TABELA 7

Matriz de correlações das características físicas, químicas e microbiológicas determinadas em onze estações da Ria de Aveiro

	SAP	CB5	PRO	SST	PIG	O2D	SAL	TEM	NTB	VCM	CT	CF	SF
SAP		0.87 ***	0.97 ***	0.48	0.86 ***			0.71 **	0.70 **		0.51	0.52	0.84 ***
CB5			0.86 ***	0.26	0.54 *			0.60 *	0.51		0.86 ***	0.86 ***	0.99 ***
PRO				0.60 *	0.87 ***			0.77 **	0.73 **		0.50	0.50	0.83 ***
SST					0.76 **			0.47	0.81 **				0.25
PIG								0.72 **	0.82 **		0.04	0.04	0.50
O2D	-0.63 *	-0.86 ***	-0.59 *	-0.06	-0.25		0.92 ***			0.42			
SAL	-0.72 **	-0.96 ***	-0.72 **	-0.13	-0.32					0.31			
TEM						-0.38	-0.46		0.65 *	0.07	0.26	0.25	0.51
NTB						-0.47	-0.41				0.08	0.09	0.51
VCM	-0.34	-0.28	-0.33	-0.58 *	-0.35				-0.57 *				
CT				-0.16		-0.84 ***	-0.93 ***			-0.13		1.00 ***	0.87 ***
CF				-0.16		-0.85 ***	-0.94 ***			-0.16			0.87 ***
SF						-0.89 ***	-0.97 ***			-0.40			

Teste sobre o coeficiente de correlação/t-Student com 9 graus de liberdade (* 95% de confiança; ** 99% de confiança; *** 99,9% de confiança).

SAP - Bactérias saprófitas; CB5 - Carência biológica de oxigénio; PRO - Proteína do SST; SST - Sólidos suspensos totais; PIG - Pigmentos (Clorofila a, b, c e feopigmentos); O2D - Oxigénio dissolvido (percentagem de saturação); SAL - Salinidade; TEM - Temperatura; NTB - Número total de bactérias; VCM - Volume celular médio; CT - Coliformes totais; CF - Coliformes fecais; SF - Estreptococos fecais.

interpretados, respectivamente, como poluição orgânica e poluição fecal. No conjunto de nove estações acima referidos e quanto a este factor, CT e CF opõem-se ao conjunto de características CBO5, PIG, SST, PROT, TEMP havendo a notar, em comparação com a situação das onze estações, a diminuição de importância de NTB e o aumento de interesse de CBO5, PROT, TEMP .

Nas estações 15 e 2, as mais eutrofizadas (Tabela 2 - PIG: 12-49 ug/l), NTB é máximo, duas a 3 vezes superior ao das restantes estações, parecendo pois definir o estado de poluição orgânica devido a eutrofização. Comparando, contudo, as estações menos eutrofizadas (PIG < 8 ug/l), incluindo as de influência marinha (10, 9, 8, 7, 6,) e as restantes de influência terrestre (5, 6a, 12), NTB aparece associado a descargas de efluentes domésticos ou porque estas descargas sejam ricas em matéria orgânica ou porque se sobreponham a rejeições de industrias alimentares. A estação 11 é excepcional pois os teores de pigmentos e de CBO5 fariam prever valores mais elevados de NTB, e, por outro lado, os teores fecais são extremamente altos. Sendo esta uma estação de elevada poluição, poderão estar aqui em jogo fenómenos inibitórios de uma grande fracção das populações bacterianas. O conjunto destas considerações pode justificar a observação do aumento de significado de NTB na definição do factor de poluição geral (fecal e orgânica não-fecal) quando as estações 11 e 15 são excluidas e, simultaneamente, a perda do seu valor separador de poluição orgânica e fecal. É de salientar, no entanto, a importância do nível de eutrofização neste parâmetro e a sua relação negativa com o volume celular médio, aspecto que será objecto de investigação independente.

4. CONCLUSÕES

A Ria de Aveiro, apesar da extensa troca de água com o mar (cerca de 60%), é contornada por uma faixa poluida em que avultam a eutrofização e as descargas bacterianas de efluentes domésticos com interesse sanitário e ecológico.

Tomando em consideração os principais parâmetros explicativos de poluição geral postos em destaque pela ACPR, as estações de maior poluição são , por ordem decrescente, as 11, 15, 2 e 12. No grupo das menos poluidas temos, também por ordem decrescente, as 6a, 6, 5, 9, 10, 8 e 7.

Considerando os parâmetros bacterianos estudados, NTB aparece associado ao estado geral de poluição, reflectindo o grau de eutrofização e/ou o nível de descargas orgânicas.

A forte correlação positiva de SAP com CBO5, PROT e, PIG, e o resultado da ACPR aplicada às 11 estações estudadas, levam a crer que este parâmetro pode funcionar como indicador do estado geral de poluição orgânica, tanto autóctone como alóctone. A perda de influência quando são excluidas as estações 11 e 15 resulta da sua falta de resposta aos aumentos de teores de matéria orgânica, revelados por PIG, CBO5 e PROT (Tabela 2), nas estações 2 e 12. Este facto pode ser atribuido ao efeito obscurecedor do "ruido" de fundo correspondente à rápida flutuação deste parâmetro em resposta a vários factores ambientais (Gocke e Rheinheimer, 1982). Esta característica de SAP restringi-lhe o papel indicador, nas condições da Ria e de outras massas de águas costeiras, a situações bem contrastantes de carga orgânica que ultrapassem o "ruido" médio de fundo .

Os três indicadores de poluição fecal, e em particular SF, aparecem associados às características explicativas do factor poluição geral (primeiro factor). Por seu lado, CT e CF surgem como características definidoras de poluição fecal em oposição a poluição orgânica (segundo factor). Os três indicadores estão, contudo, fortemente correlacionados e apontam para que a poluição por efluentes domésticos tem grande impacto na qualidade da água da Ria.

A análise da poluição de natureza fecal à luz das Normas do Decreto-Lei 74/90 torna inadequadas para águas de recreio com contacto directo o rio Vouga (estação 11), as estações estuarinas de influência terrestre e também o Canal do Espinheiro (estação 5) que escoa as águas do rio Vouga no interior da Ria. Em todas elas o teor de SF é superior a 100 CFU/100 ml em mais de 20 % das amostras (Tabela 1).

O VMR para CF é excedido em todas as estações de influência terrestre.

Em relação aos teores de CT todas as estações, incluindo as de influência marinha, excedem o VMR.

No entanto, pelos valores mais complacentes estipulados nestas normas, onde não são exigidos mais do que 80% de resultados abaixo dos VMA (CT- 10000 CFU/100 ml; CF- 2000 CFU/100 ml), apenas as estações 11, 12 e 15 são desqualificadas como águas de recreio com contacto directo.

A variação sazonal dos teores de indicadores fecais mostrou, como características salientes: i) o decréscimo de CF e SF, generalizado a toda a Ria e ao rio Vouga, no mês de Julho, prolongando-se para SF até Novembro; ii) o desenvolvimento, geralmente em Março-Maio (podendo reaparecer em Novembro), de um pico de CF e SF tanto nas estações estuarinas de influência terrestre

como no rio Vouga, pico que está mal representado nas estações de influência marinha.

A variação espacial dos teores de nutrientes revela a existência de problemas de eutrofização nas zonas periféricas da Ria, com maior incidência na estação 15. Estes problemas estão relacionados com a descarga de efluentes domésticos e industriais e ainda com as actividades agrícola e pecuária.

Os teores de nitritos, mercúrio e cádmio atingidos nas estações 2 e 15 podem ser prejudiciais à vida aquática.

Em resumo, são factos de relevo da caracterização da qualidade da água da Ria de Aveiro os seguintes:

Poluição Orgânica Geral

1. A foz do rio Vouga (Angeja) e o L. Coroa apresentam valores muito altos de poluição geral (orgânica e fecal) sendo seguidas pelo Laranjo e Canal de Ilhavo (Vista Alegre).

2. No grupo das estações menos poluidas apresentam-se, por ordem decrescente, as estações do C. dos Galitos (6a), C. Bacalhoeiro (6), C. Espinheiro (5), C. Mira (9), Barra (10), S. Jacinto (8) e C. Industrial (7).

3. O parâmetro bacteriano NTB caracteriza o nível de poluição orgânica geral sendo muito sensível à eutrofização.

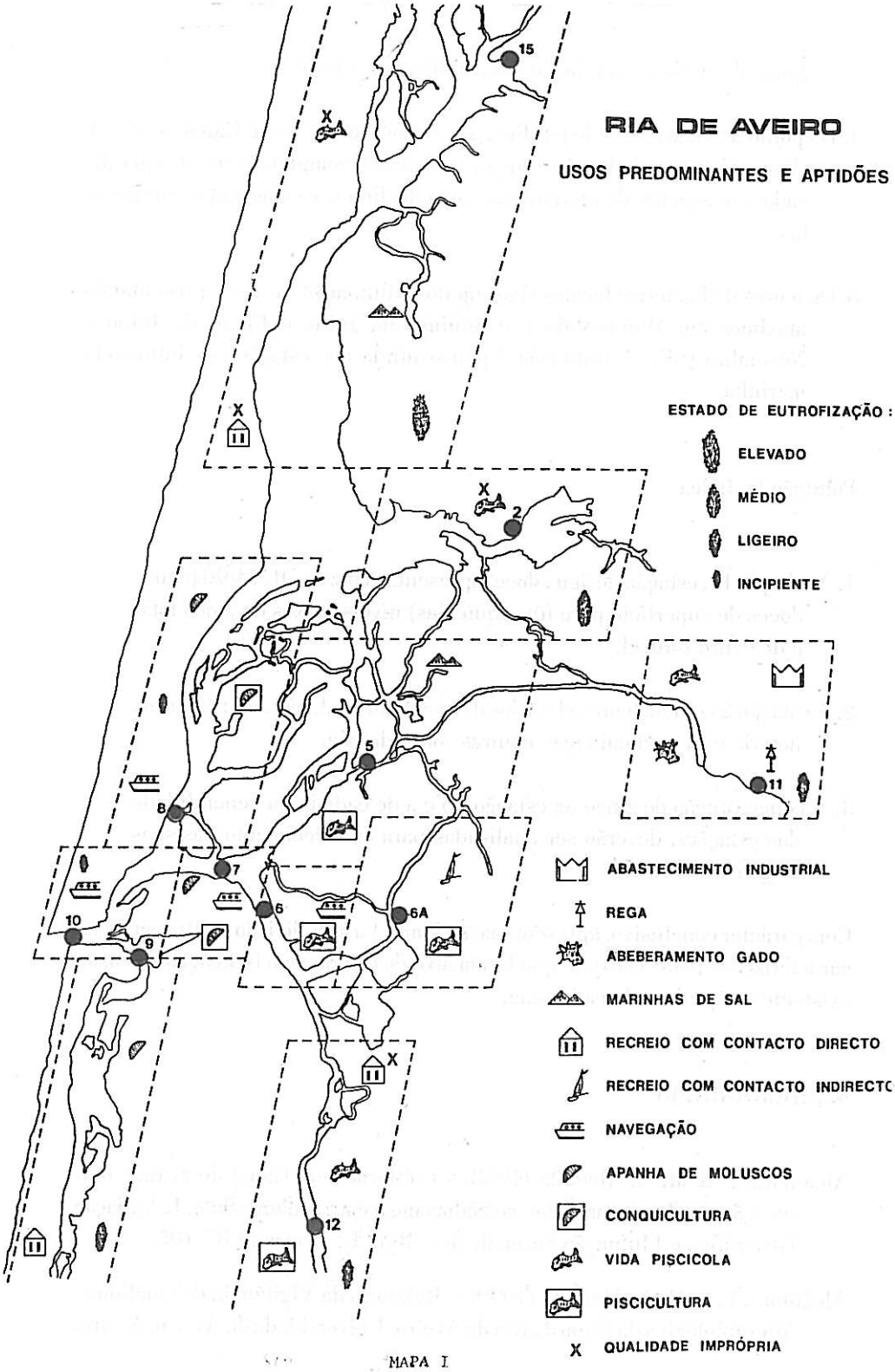
4. As bactérias saprófitas (SAP) apresentam um "ruido" de abundância que lhes restringe o papel indicador à caracterização de grandes diferenças nos teores médios de matéria orgânica.

Poluição Fecal

1. As águas da Ria vocacionadas para recreio (estações de influência marinha) estão no limite de aceitabilidade da qualidade sanitária da água havendo que ponderar desde já o impacto do acréscimo de efluentes domésticos.

2. As estações de influência marinha e a estação do Cais Bacalhoeiro são próprias, pelas Normas em vigor, como águas conquícolas embora seja questionável o critério adoptado.

3. Todas as estações de influência terrestre excedem os VMR (DL 74/90) para


RIA DE AVEIRO
USOS PREDOMINANTES E APTIDÕES
ESTADO DE EUTROFIZAÇÃO :
ELEVADO
MÉDIO
LIGEIRO
INCIPIENTE
ABASTECIMENTO INDUSTRIAL
REGA
ABEBERAMENTO GADO
MARINHAS DE SAL
RECREIO COM CONTACTO DIRECTO
RECREIO COM CONTACTO INDIRECTO
NAVEGAÇÃO
APANHA DE MOLUSCOS
CONQUICULTURA
VIDA PISCICOLA
PISCICULTURA
X QUALIDADE IMPRÓPRIA
15
2
1
5
11
8
7
6
6A
10
9
12
X

MAPA I

águas de recreio em relação aos 3 indicadores fecais.

4. Do ponto de vista da saúde pública, as estações do L. Coroa, Canal de Ilhavo (Vista Alegre) e da foz do Vouga (Angeja) são completamente desqualificadas como águas de recreio com contacto directo e como águas conquícolas.

5. Os teores de bactérias fecais estão sujeitos a flutuação sazonal apresentando máximos em Março-Maio e o mínimo em Julho (CF) ou de Julho a Novembro (SF). A flutuação é pouco nítida nas estações de influência marinha.

Poluição Química

1. A estação 11, estação de água doce, apresenta, à luz do DL 74/90 (águas doces de superfície para fins aquícolas) níveis baixos de zinco total e de cobre solúvel.

2. A estação 2 contem teores elevados de mercúrio total, não sendo, porém, notória esta contaminação noutras zonas da Ria.

3. A concentração de zinco na estação 15 e a de cádmio na generalidade das estações, deverão ser analisadas para esclarecimento das suas origens.

Com carácter conclusivo, apresenta-se no Mapa 1 a sub-divisão da Ria em áreas caracterizadas pelas estações que foram alvo de estudo,com indicação dos usos existentes e aptidões de cada zona.

4. BIBLIOGRAFIA

Alcântara, F & M. A. Almeida (1988) - Coliformes no Canal de Mira: Comparação dos Teores na Água, no Sedimento e em **Cardium edule, L.**Variação Geográfica e Flutuação Sazonal. Rev. Biol. U. Aveiro 2: 87-105.

Alcântara, F. & M. A. Almeida (1990) -. Relatório da Vigilância da Qualidade Microbiológica da Água da Ria de Aveiro. Universidade de Aveiro. Aveiro.

American Public Health Association (1971) - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater; 13 rd ed. Washington.

Barrosa, J. O. (1985). Breve caracterização da Ria de Aveiro. Jornadas da Ria de Aveiro (vol 2). Câmara Municipal de Aveiro.

Benzécri, T.P. & Collaborateurs (1972) - L'Analyse des Données, Tome 2; Dunod, Paris.

EPA (Environmental Protection Agency) (1973) - Guidelines for the protection of marine aquatic life - Environmental studies Board.

Fisz, M. (1963) - Probability Theory and Mathematical Statistics; John Wiley & Sons, N. York and London.

Foucart, (1987) - Analyse Factorielle; Masson, Paris.

Gocke, K. e G. Rheinheimer (1982) - Hydrografische Einflusse auf Bakterienverteilung und bakterielle Aktivitat in einer eutrophierten Ostseeforde; Bot. Mar. xxv, 7-17

Hall, A. (1980). Water Quality problems in Ria de Aveiro. **In** Actual Problems of Oceanography in Portugal; Seminário organizado por NATO e JNICT, 20-21 Nov, Lisboa.

Nicolau, F. (1972) - Publicação do Laboratoire de Statistique Mathematique (L.S.M.) do ISUP ; Paris VI.

Rheinheimer, G. (1977) - Regional and seasonal distribution of saprophytic and coliform bacteria. **In**: G. Rheinheimer (ed), Microbial ecology of a brackish water environment. Ecological Studies V. 25, 121-137. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Vinhas, T. (1984-1985) - Vigilância da Qualidade da Água da Ria de Aveiro. Instituto Hidrográfico. Lisboa.

Vinhas, T. (1986) - Vigilância da Qualidade da Água da Ria de Aveiro. Instituto Hidrográfico. Lisboa.

Vinhas, T. (1987-1989) - Vigilância da Qualidade da Água da Ria de Aveiro. Instituto Hidrográfico. Lisboa.

Vinhas, T. e M. Valença (1990) - Contaminantes - Ciclos de maré no Largo do Laranjo. Instituto Hidrográfico. Lisboa.

MACROZOOBENTOS DA RIA DE AVEIRO: IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÓMICA

MACROZOOBENTHOS OF RIA DE AVEIRO: ECOLOGICAL AND ECONOMICAL IMPORTANCE

Maria Helena Moreira*

* Professora Auxiliar, Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, 3800 AVEIRO.

SUMÁRIO

É apresentada uma síntese relativa à investigação das comunidades bênticas da Ria de Aveiro, com especial referência ao macrozoobentos. É feita uma breve descrição do meio físico e abordada a influência das grandes oscilações dos factores ambientais sobre a fauna e a flora. É descrita a composição do macrozoobentos e a sua variação ao longo de um gradiente de salinidade. São referidos alguns valores de diversidade específica e discutida a sua relação com o "stress" ambiental. É salientada a importância da fauna bêntica nas cadeias tróficas, em particular no que respeita às populações de aves limícolas. É referido o interesse sócio-económico de espécies bênticas cujas populações são exploradas na Ria de Aveiro, tais como o mexilhão, *Mytilus galloprovincialis*, o berbigão, *Cardium edule*, e o caranguejo, *Carcinus maenas*.

PALAVRAS-CHAVE: estuários, gradientes ambientais, fauna bêntica, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Carcinus maenas*.

SUMMARY

A synthesis relative to the research which is being carried out on the bottom communities of Ria de Aveiro is presented, with special reference to the macrozoobenthos. An account of the physical environment is provided, and the general effects of the large fluctuations of the environmental conditions upon the fauna and flora are described. The composition of the bottom macrofauna is referred to, and its variation along a salinity gradient is shown. Some diversity values are given and their relation to environmental stress is discussed. The importance of the bottom fauna on the estuarine food chain is outlined, with special emphasis on the wader populations. The social and economic significance of some benthic species, namely the mussel, *Mytilus galloprovincialis*, the cockle, *Cardium edule*, and the crab, *Carcinus maenas*, whose populations are exploited in Ria de Aveiro is emphasized.

KEY-WORDS: estuaries, environmental gradients, bottom fauna, *Mytilus galloprovincialis*, *Cardium edule*, *Carcinus maenas*.

INTRODUÇÃO

A Ria de Aveiro constitui um dos mais notáveis acidentes geográficos da nossa costa continental e é também uma das mais extensas zonas húmidas portuguesas. Não obstante a sua reconhecida importância económica, social e ambiental, os estudos no domínio da biologia e ecologia têm sido muito escassos, datando o trabalho mais integrado do início deste século (Nobre *et al.*, 1915). Apresenta-se nesta comunicação uma breve descrição das comunidades bênticas da Ria de Aveiro, com especial destaque para o macrozoobentos. Aborda-se a sua relação com o meio físico e a sua importância ecológica e sócio-económica, tendo por base a informação disponível em vários artigos de publicação recente e os trabalhos de investigação realizados e/ou em curso no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

O MEIO FÍSICO

A Ria de Aveiro (Fig. 1) é uma formação recente, que resultou da deposição de aluviões numa extensa baía que no século X se

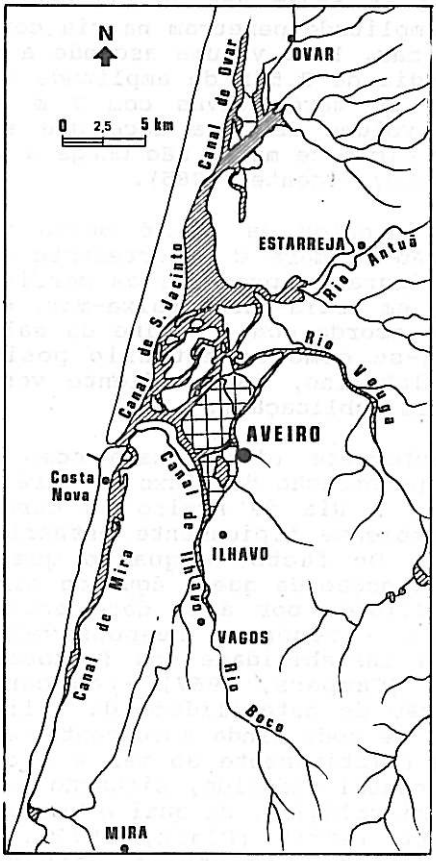


Fig. 1 - Mapa da Ria de Aveiro.

desenvolvia entre Espinho e o Cabo Mondego, e na qual se abria um largo estuário, onde desaguavam independentemente os rios Vouga, Águeda e Cértima. Barrosa (1980) descreve a origem e evolução da Ria de Aveiro, até à sua completa formação, por volta dos séculos XVII/XVIII, e relata as vicissitudes por que passaram as populações ribeirinhas, à medida que a deposição aluvionar ia dificultando, cada vez mais, a comunicação entre a ria e o mar. Tendo-se, então, atingido condições extremamente desfavoráveis, foram feitas diversas tentativas de estabilização da barra, que culminaram com a abertura, em 1808, da "barra nova" de Aveiro. Esta foi posteriormente melhorada com novas obras, realizadas já no presente século, que conferiram à ria a sua fisionomia actual.

A topografia da Ria de Aveiro é bastante complexa . Os três braços principais que irradiam da embocadura formam, com as suas bifurcações, esteiros, ilhas, bancos de lodo e sapais, um intrincado sistema da baías e canais.

Com um comprimento máximo de cerca de 45 Km e uma largura máxima de 10 Km, a ria ocupa, em pleno enchimento, uma área molhada de 47 Km^2, ficando esta reduzida a 43 Km^2, durante a baixa-mar. O volume de água acumulado na bacia, em preia-mar de águas vivas, é da ordem dos 70 milhões de m^3. Numa maré morta de 1 m de amplitude penetram na ria cerca de 25 milhões de m^3 de água do mar. Este volume ascende a 60 milhões de m^3 numa maré viva média de 2,5 m de amplitude e chega a atingir 90 milhões de m^3 em marés vivas com 3 m de amplitude. Em contrapartida, o volume de água doce que a ria recebe, em média, durante um ciclo de maré, não chega a atingir 2 milhões de m^3 (Barrosa, 1980; Vicente, 1985).

A salinidade no interior da ria é muito variável, já que depende da situação da maré e é fortemente condicionada pela precipitação. A figura 2 apresenta os perfis de salinididade no Canal de Mira, em preia-mar e baixa-mar, obtidos em quatro épocas do ano. De acordo com o regime da salinidade, o Canal de Mira comporta-se como um estuário positivo, sazonal e tidalmente poiquilohalino, com gradiente vertical negligível (Moreira *et al.*, em publicação).

Apesar de frequentemente identificada como constituindo uma laguna, a franca penetração do fluxo da maré através da barra artificial confere à Ria de Aveiro um carácter que mais a aproxima de um ambiente tipicamente estuarino do que de um ambiente lagunar. De facto, enquanto que ao conceito de estuário preside a noção de que a água do mar é significativa e continuamente diluída por água doce proveniente dos rios (Pritchard, 1967) - fenómeno responsável pela poiquilo-halinidade e pela instabilidade dos factores ambientais nos meios estuarinos (Caspers, 1967) - ao conceito de laguna corresponde a noção de estabilidade da salinidade (Caspers, *op. cit.*), à qual se pode ainda acrescentar a de confinamento da massa de água relativamente ao mar e a existência de uma escorrência continental reduzida, situação de que resulta uma fraca circulação hidrológica, da qual o vento é, muitas vezes, a principal força motriz (Clark, 1977). A definição de estuário de barreira ("bar-built estuary"), segundo a classificação de Pritchard (*op. cit.*), parece ser a que melhor se coaduna com as características funcionais da Ria de Aveiro.

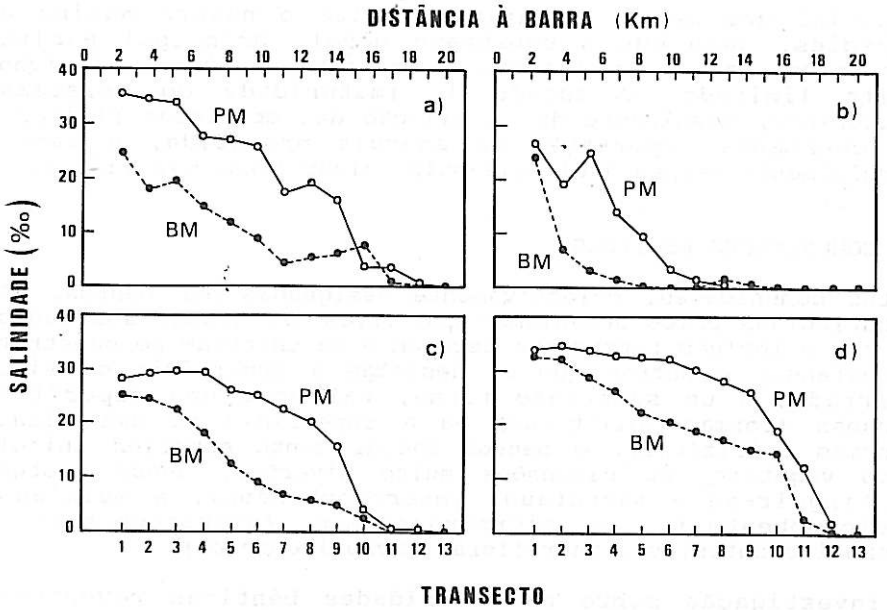


Fig. 2 - Perfis longitudinais de salinidade no Canal de Mira, na preia-mar (PM) e baixa-mar (BM): a) Dezembro/85, b) Março/86, c) Junho/86, d) Setembro/86.

A FAUNA E A FLORA: CARACTERÍSTICAS GERAIS

A distinção entre sistemas estuarinos e sistemas lagunares não constitui uma mera questão de semântica. De facto, as condições de instabilidade dos meios estuarinos determinam as suas principais características biológicas. Enquanto que os sistemas lagunares costeiros, com salinidade relativamente estável, podem apresentar um espectro rico de espécies, adaptadas a salinidades reduzidas, a instabilidade ambiental dos estuários limita a colonização a um número reduzido de organismos possuidores de uma larga gama de adaptações ecológicas (Caspers, *op. cit.*).

Na Ria de Aveiro, tal como na generalidade dos sistemas estuarinos, a fauna e a flora são pobres em espécies, ainda que ricas em indivíduos. Esta característica dos estuários resulta, segundo Barnes (1974), da combinação de diversos factores. É, em parte, consequência da incapacidade de muitas espécies de águas doces tolerarem salinidades um pouco mais elevadas e da maioria das espécies marinhas não conseguirem sobreviver em águas diluídas. É devida, ainda, à própria exiguidade da fauna típica de águas salobras, a qual não substitui eficazmente as componentes marinha e dulçaquícola, fenómeno geralmente explicado pelos rigores do meio físico estuarino. Tem também sido salientado que o carácter efémero dos estuários não proporciona tempo suficiente para que ocorram a adaptação e a especiação, razão pela qual a fauna estuarina seria essencialmente constituída por espécies oportunistas. Ainda segundo o mesmo autor, a baixa diversidade

espacial dos meios estuarinos limita o número máximo de espécies, dado que o substrato móvel, principal habitat disponível para a colonização, representa um número de nichos muito limitado. O estado de imaturidade dos sistemas estuarinos, resultante da oscilação das condições físicas e da constante exportação da energia produzida, é também parcialmente responsável pela baixa diversidade específica.

AS COMUNIDADES BÊNTICAS

Estas comunidades, colectivamente designadas por bentos, são constituídas pelos organismos que vivem associados aos fundos da ria e incluem formas que escavam e se enterram no substrato (endofauna) e outras que se deslocam à superfície ou vivem agarradas a um substrato firme, tal como uma superfície rochosa (formas epilíticas) ou a superfície de uma planta (formas epifíticas). O bentos inclui tanto espécies animais como vegetais, de dimensões muito diversas, sendo costume distinguir-se a macrofauna (macrozoobentos), a meiofauna (meiozoobentos), os microorganismos (microzoobentos e microfitobentos) e a macroflora (macrofitobentos).

A investigação sobre as comunidades bênticas reveste-se actualmente de grande importância, em relação com estudos de produtividade, com a investigação pesqueira, e, em particular nas últimas décadas, com a poluição. Neste domínio, estudos a longo prazo das comunidades bênticas e a pesquisa de eventuais espécies indicadoras constitui uma área promissora.

Na Ria de Aveiro tem sido feita alguma investigação sobre a macrofauna e a macroflora. Não existem, contudo, estudos relativos às componentes de menores dimensões, à excepção de trabalhos preliminares sobre a bacterioflora dos sedimentos do Canal de Mira (F. Alcântara, com. pess.).

MACROZOOBENTOS

Caracterização das comunidades e relação com o meio físico

O macrozoobentos da Ria de Aveiro é essencialmente constituído por poliquetas, moluscos (bivalves e gasterópodes) e crustáceos (especialmente isópodes e anfípodes, mas também alguns cirrípedes, misidáceos e decápodes). Inclui ainda representantes de outros grupos, como cnidários, planárias, oligoquetas e hirudíneos, nemertíneos, briozoários, insectos, equinodermes e ascídeas.

Num dos primeiros estudos realizados sobre o macrozoobentos da Ria de Aveiro, Moreira (1988) descreve as comunidades num banco de lodo intertidal na zona da Costa Nova, onde foi encontrada uma comunidade de *Macoma* fortemente reduzida, na qual *Macoma balthica* é substituída por *Scrobicularia plana*. Comunidades reduzidas de *Macoma* têm sido referidas por outros autores para a Europa meridional, onde não parece ocorrer, na sua forma mais pura, a comunidade descrita por Petersen (*in* Thorson, 1957) para as águas dinamarquesas, a qual se encontra largamente distribuída nos meios estuarinos da Europa

setentrional. No litoral inferior assiste-se à transição para a comunidade de *Syndosmia* (= *Abra*) *alba*.

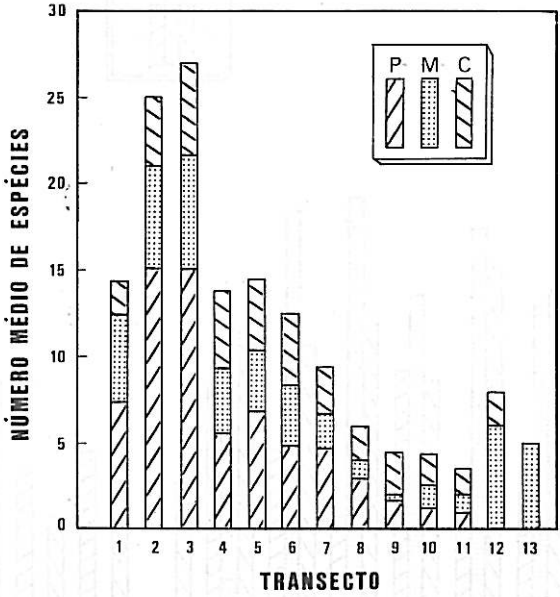


Fig. 3 - Número médio de espécies de poliquetas (P), moluscos (M) e crustáceos (C) colhidos por estação de amostragem, em cada transecto no Canal de Mira, em Dezembro de 1985.

As figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, o número médio de espécies e o número médio de indivíduos, de poliquetas, moluscos e crustáceos, colhidos por estação de amostragem (área de amostragem = 3 x 0,05 m^2), em 13 transectos distribuídos ao longo do Canal de Mira, numa extensão de cerca de 20 Km, durante uma campanha realizada em Dezembro de 1985. O incremento inicial no número médio de espécies pode ser explicado pela diminuição da instabilidade do substrato, submetido à acção de fortes correntes na parte inicial do Canal de Mira. O abrupto declínio observado a partir do transecto 4 deve ser imputado à contínua redução do valor médio da salinidade para montante, associada às importantes oscilações deste parâmetro, na parte média do canal. O número médio de espécies volta a aumentar nos últimos transectos, em consequência do aparecimento da componente dulçaquícola. A abundância dos organismos permanece elevada até ao transecto 7. A menor abundância na zona compreendida entre os transectos 8 e 10 poderá estar relacionada com as grandes flutuações sazonais da salinidade que se verificam neste troço do canal (ver Fig. 2). O grande aumento da abundância nos últimos transectos resulta da colonização por espécies de água doce. Estes resultados reflectem fundamentalmente o efeito do gradiente longitudinal de salinidade no Canal de Mira. Contudo, nos meios estuarinos outros gradientes influenciam a distribuição das espécies bênticas. Moreira *et al* (em publicação) discutem a influência dos gradientes relacionados com a distância à embocadura, tais como a salinidade e a

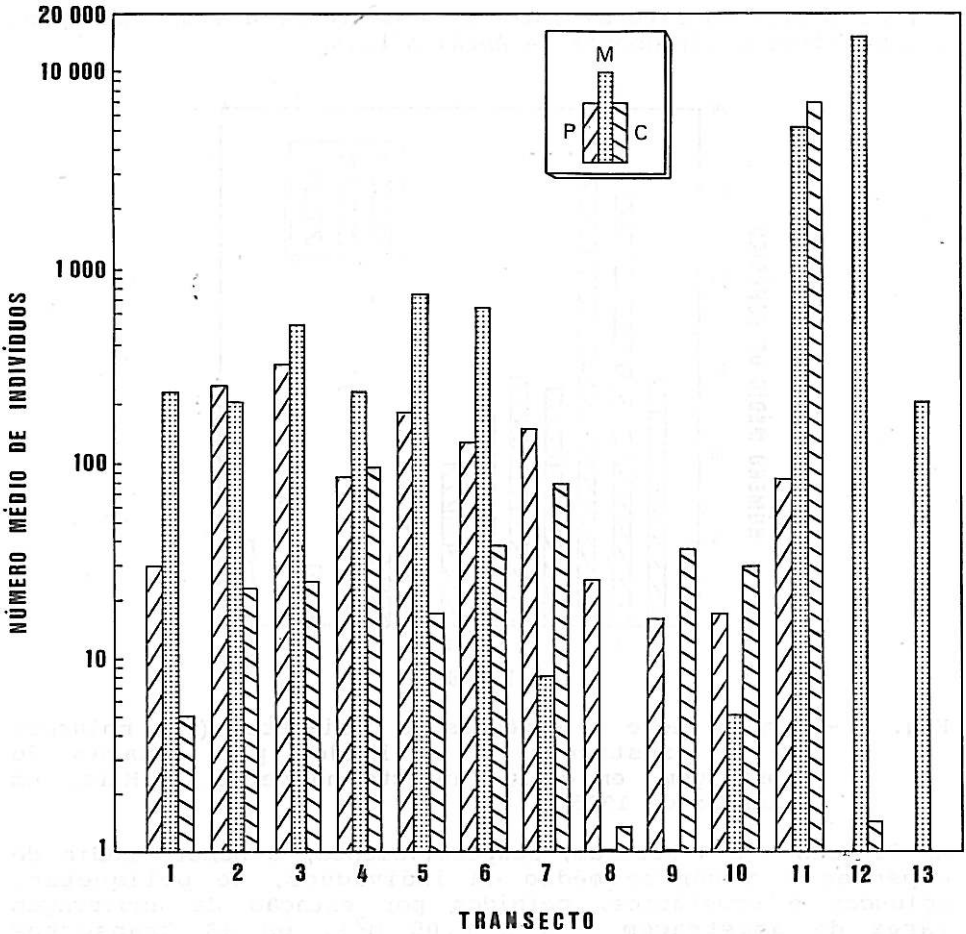


Fig. 4 - Número médio de indivíduos de poliquetas (P), moluscos (M) e crustáceos (C) colhidos por estação de amostragem, em cada transecto no Canal de Mira, em Dezembro de 1985.

temperatura, e dos gradientes relacionados com padrões locais de níveis de energia, tais como a profundidade e a composição do sedimento, na distribuição da macrofauna bêntica no Canal de Mira. Queiroga (1990) analisa o efeito da salinidade e da granulometria do sedimento na distribuição do anfípode *Corophium multisetosum*, espécie cuja população da Ria de Aveiro parece ser a mais importante até agora encontrada.

Vieira & Fontoura (1985) e Moreira (1988) abordam o problema da diversidade específica da macrofauna bêntica da Ria de Aveiro, em relação com a poluição e outras formas de "stress" ecológico. Vieira & Fontoura (*op. cit.*) encontraram em duas salinas, uma das quais abandonada, valores de diversidade, calculados segundo a expressão de Shannon - Wiener (H'), entre um valor mínimo de 0,54 e um valor máximo de 1,84, e concluiram que os valores mais baixos poderiam estar relacionados com a poluição e os mais elevados com a

utilização das salinas para a produção de sal. Moreira (*op. cit.*) encontrou, num banco de lodo intertidal na zona da Costa Nova, valores de riqueza específica (S) entre 3 e 14, de diversidade específica (H') entre 0,35 e 2,67 e de regularidade (J') entre 0,15 e 0,86, e concluiu que os valores encontrados são da mesma ordem de grandeza dos citados por diversos autores para outros sistemas estuarinos. Tendo-se verificado um declínio nos valores de S ao longo da época de captura do berbigão, atribuiu esse declínio à actividade da apanha a pé deste bivalve, a qual poderia constituir uma origem adicional de "stress" para as comunidades bênticas. Os dados acima referidos, sendo meramente pontuais, não podem reflectir as várias origens de "stress" susceptíveis de afectarem a globalidade das comunidades bênticas na Ria de Aveiro, pelo que não permitem extrair conclusões relativas ao estado da qualidade da água neste vasto ecossistema. Para esse efeito, torna-se imprescindível desenvolver um esforço continuado de investigação das comunidades bênticas, incluindo não só as zonas mais limpas como as afectadas pela poluição.

Importância nas cadeias tróficas

Do ponto de vista da circulação da energia nas cadeias tróficas, a fauna de macroinvertebrados bênticos, na sua maioria constituída por organismos detritívoros, desempenha um papel crucial na conversão em energia disponível para os carnívoros, dos detritos e microorganismos associados que se depositam nos sedimentos. Deste modo, a grande biomassa de detritívoros sustenta um grande número de carnívoros, entre os quais se incluem alguns invertebrados, a maioria dos peixes e as aves que se alimentam nos bancos de lodo e nas salinas. Entre estas, é de salientar, pela sua importância ecológica, as aves limícolas.

Luís *et al.* (1988) e Luís (1989) descrevem a dinâmica anual das populações de limícolas da Ria de Aveiro e discutem a importância desta zona húmida nos contextos nacional e internacional. Importante como área de passagem e invernada, a ria regista os efectivos mais elevados (máximo observado cerca de 15000 aves) no período compreendido entre o fim do Verão e o início da Primavera. Constitui, além disso, local de nidificação para três espécies, uma das quais nidifica exclusivamente nas salinas. As limícolas, que nos períodos de maré baixa se alimentam nos bancos de lodo intertidais, buscam, durante a maré alta, zonas mais elevadas, ao abrigo da maré, onde se concentram. Estas áreas que constituem os refúgios de maré alta são fundamentalmente as ilhas e as salinas. Luís (*op. cit.*) verificou que, no caso de Aveiro, as maiores concentrações se observam nas salinas, factor susceptível de aumentar a vulnerabilidade das populações destas aves, face ao continuado processo de abandono das salinas ou à sua reconversão para a piscicultura. A Ria de Aveiro, com 15% dos invernantes em Portugal, ocupa a terceira posição a nível nacional, sendo a primeira ocupada pelo estuário do Tejo e a segunda pela Ria de Faro. Também assume importância internacional, dado que alberga mais de 1% dos efectivos invernantes na Europa de quatro espécies de limícolas, pelo que deveria encontrar-se ao abrigo da convenção de Ramsar.

Espécies com interesse económico

Diversas espécies de macroinvertebrados bênticos da Ria de Aveiro revestem-se de interesse económico, razão pela qual têm merecido uma atenção especial por parte dos investigadores. Entre estas, podemos mencionar o mexilhão, o berbigão e o caranguejo.

O mexilhão, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., é uma espécie autóctone, sujeita a exploração nos bancos naturais da ria, e com interesse potencial para a aquacultura. Machado (1984; 1987) estudou o crescimento linear desta espécie num povoamento mediolitoral na barra da Ria de Aveiro. Constatou que a intensidade de crescimento é máxima no Verão e mínima no Inverno e que o crescimento anual pode ser descrito através da curva de crescimento de von Bertalanffy, o que possibilita a estimativa da idade dos indivíduos, além de permitir previsões sobre o tempo necessário à obtenção de tamanhos comerciais. Concluiu, ainda, que as condições ambientais são favoráveis ao crescimento do mexilhão, o qual, numa estrutura populacional jovem, mediolitoral, alcança um tamanho comercial em cerca de ano e meio. Numa situação de cultivo, em que os animais se encontram, regra geral, sempre imersos, o crescimento deveria ser ainda mais rápido. Moreira & Machado (1987) observaram, na mesma população, uma importante variação sazonal da condição do mexilhão, intimamente relacionada com o ciclo sexual e com a variação sazonal das condições ambientais, e apontam, como época mais propícia para a apanha deste bivalve, os meses de Setembro a Novembro, período correspondente à constituição de reservas. Discutem, ainda, as dificuldades encontradas na descrição matemática do crescimento ponderal deste bivalve, resultantes das grandes variações que se verificam, de ano para ano, nas condições ambientais e no próprio ciclo reprodutivo da espécie.

Na Ria de Aveiro ocorrem duas espécies de berbigão, *Cardium edule* (L.) e *C. glaucum* (Poiret). Contudo, só tem sido conferido valor comercial a *C. edule*. A distinção entre estas duas espécies a nível morfológico apresenta dificuldades, de tal modo que, até há relativamente pouco tempo, muitos autores consideravam estes dois *taxa* como formas de uma única espécie. As duas espécies têm, contudo, exigências ecológicas distintas e podem ser devidamente identificadas, com recurso a técnicas de electroforese. Os mariscadores da Ria de Aveiro não confundem ambas as espécies e designam *C. edule* por berbigão fêmea e *C. glaucum* por berbigão macho. Os padrões electroforéticos das isoenzimas da desidrogenase do malato (MDH) permitiram a identificação segura de espécimes provenientes de populações de *C.edule* e *C. glaucum* da Ria de Aveiro e os resultados concordam, na generalidade, com a distribuição definida para cada uma das espécies, com base na informação fornecida por pescadores (M. Machado, com. pess.). A espécie *C. edule* constitui um dos recursos halieuticos mais importantes da Ria de Aveiro, com capturas que, embora muito flutuantes, atingiram 1400 toneladas em 1989 (Bastos & Bela, 1989). Moreira (1988) descreve o crescimento, a mortalidade, as flutuações da biomassa e a produção deste bivalve, num banco de lodo intertidal na zona da Costa Nova, onde a espécie atingiu um comprimento médio da concha de 13,5 mm no primeiro Inverno e de 22,3 mm no segundo, e a mortalidade foi de 82,6 %

durante o primeiro ano de vida e atingiu 97,8 % cerca de 16 meses após o recrutamento. A *ratio* produção/biomassa média foi inferior à unidade (P/B=0,4), situação provavelmente relacionada com a exploração excessiva e eventualmente prematura a que a população foi submetida. Bastos & Bela (*op. cit.*) fazem um levantamento dos métodos de captura desta espécie e da sua importância socio-económica. Apresentam a cartografia da distribuição dos bancos de *C. edule* e a descrição de diversos parâmetros populacionais, tendo concluído que o berbigão atinge o tamanho comercial (25 mm) no segundo Inverno. Constataram, na generalidade, o elevado impacto da intensa exploração na estrutura etária e na mortalidade das populações. Salientam, ainda, que as tradicionais "sementeiras" praticadas na Ria de Aveiro aumentam significativamente a produção.

O caranguejo verde, *Carcinus maenas* (L.), é uma espécie vágil, omnívora e com grande capacidade de osmorregulação, características que lhe permitem suportar as grandes variações de salinidade e evitar situações extremas de "stress", mediante a realização de migrações diárias e sazonais, e, além disso, penetrar profundamente nos sistemas estuarinos, beneficiando da abundância de alimento disponível. Este crustáceo decápode constitui uma importante população na Ria de Aveiro, que sustenta uma actividade de pesca regular. No passado, as capturas destinavam-se principalmente à adubação dos campos nas margens da ria, mas presentemente destinam-se quase exclusivamente à exportação, para consumo humano. Sobral (1985) estima um total desembarcado entre as 300 e as 850 toneladas anuais, entre 1980 e 1984, com um valor máximo registado em 1982, observando-se, a partir dessa data, alguns indícios de sobrepesca. O mesmo autor analisa a situação da pescaria desta espécie na Ria de Aveiro, nos aspectos relacionados com os métodos de captura e com as estatísticas comerciais, e sugere a adopção de diversas medidas conducentes a uma exploração mais racional deste recurso. Apresenta alguns dados biométricos e informação relativa à maturação da gónada feminina, e descreve o padrão de migração sazonal da espécie na Ria de Aveiro. Este envolve a dispersão da população por todos os braços da ria, na Primavera e no Verão, e a concentração, no Inverno, de grande parte da população, principalmente das fêmeas, nas proximidades da barra, fenómeno relacionado com o processo da reprodução. Queiroga (1987; 1989) faz uma revisão da biologia de *C. maenas* em condições estuarinas e descreve os principais eventos do ciclo de vida da espécie na Ria de Aveiro. Na sequência da emissão larvar, com intensidade máxima observada em Janeiro, o recrutamento pós-larvar verifica-se em duas vagas, com intervalo de dois meses, ocorrendo o primeiro pico no fim de Abril e o segundo no fim de Junho. A análise da estrutura populacional indica a existência, para ambos os sexos, de 4 classes de muda mais os juvenis. Os machos atingiriam a maturidade com a idade de um ano e 33 mm de largura média da carapaça e cresceriam, em média, até aos 41, 49 e 55 mm, durante o segundo, o terceiro e o quarto anos. As fêmeas, crescendo igualmente até aos 33 mm no primeiro ano, atingiriam 44, 49 e 53 mm nos anos subsequentes. O mesmo autor salienta que as condições ecológicas da Ria de Aveiro afectam a cronologia de vários aspectos do ciclo de vida deste crustáceo, nomeadamente a muda e o recrutamento pós-larvar, relativamente a outras populações

mais setentrionais e, ainda, que a espécie encontra na Ria de Aveiro excelentes condições para o crescimento dos juvenis, relacionadas com a longa época de crescimento, a temperatura e o alimento.

Outras espécies bênticas da Ria de Aveiro, presentemente com interesse económico mais reduzido, mereceriam contudo ser devidamente estudadas, não só por razões de ordem científica, mas pelo potencial que representam, por exemplo, para a aquacultura. É o caso do poliqueta *Hediste (= Nereis) diversicolor* (O. F. Müller), conhecido localmente por serradela e utilizado como isco para a pesca, o qual é hoje encarado como excelente fonte de alimento vivo, no cultivo de espécies de elevado valor comercial.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece a colaboração prestada pelos Lic.ºs Maria Margarida Machado, Henrique Queiroga e Maria Marina Cunha e pelos alunos finalistas da Licenciatura em Biologia que participaram no levantamento da fauna bêntica do Canal de Mira. A investigação sobre o ecossistema da Ria de Aveiro, em curso no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, tem sido parcialmente financiada pelo Instituto Nacional de Investigação Científica, pela Direcção Geral da Qualidade do Ambiente e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica. O Serviço Nacional de Parques Reservas e Conservação da Natureza colaborou no estudo das aves limícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNES, R. S. K. (1974). *Estuarine biology*. The Institute of Biolology's. Studies in Biology nº 49. London: Edward Arnold, iv+77 pp.

BARROSA, J. O. (1980). A Ria de Aveiro e a sua influência na economia da região. *Recursos Hídricos*, 1 (3): 83-96.

BASTOS, A. C. S. & BELA, J. D. T. (1989). Contribuição para o estudo do berbigão (*Cerastoderma edule* L.) na Ria de Aveiro. *In: Actas do Simpósio sobre Conservação dos Recursos Vivos Marinhos*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação das Pescas (em impressão).

CASPERS, H. (1967). Estuaries: Analysis of definitions and biological considerations. *In: Estuaries*. (ed. Lauff, G. H.). Washington: American Association for the Advancement of Science, Publication nº 83, pp. 6-8.

CLARK, J. (1977). *Coastal ecosystem management. A technical manual for the conservation of coastal zone resources*. New York: John Wiley & Sons, xii+928 pp.

LUÍS, A. (1989). *Limícolas na Ria de Aveiro*. Trabalho de Síntese. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Aveiro, v+69 pp.

LUÍS, A., ARAÚJO, A., NEVES, R. & RUFINO, R. (1988). Limícolas na Ria de Aveiro. *In: 1º Conferência Nacional sobre a Qualidade de Ambiente*. Vol. 1. (eds. Borrego, C., Fernandes, I., Rosa Pires, A. & Samagaio, A.). Aveiro: Universidade de Aveiro, pp. 179-186.

MACHADO, M. M. (1984). *Estudo do crescimento de* Mytilus galloprovincialis *Lmk., numa população mediolitoral da Ria de Aveiro*. Trabalho de Síntese. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Aveiro, vii+52 pp+2 apêndices.

MACHADO, M. M. (1987). Estudo do crescimento linear do mexilhão, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., numa população mediolitoral da Ria de Aveiro. *In: III Seminário sobre Aquacultura*, Porto, 9-11 de Abril, 1987 (em impressão).

MOREIRA , M. H. (1988). Estudo da comunidade bêntica num banco de lodo intertidal da Ria de Aveiro, com especial incidência no crescimento, biomassa e produção do berbigão, *Cardium edule* (L.). *Ciência Biológica, Ecology and Systematics*, **8**(1\2): 47-75.

MOREIRA, M. H. & MACHADO, M. M. (1987). Estudo da variação sazonal da condição e do crescimento ponderal do mexilhão, *Mytilus galloprovincialis* Lmk., numa população mediolitoral da Ria de Aveiro. *In: III Seminário sobre Aquacultura*, Porto, 9-11 de Abril, 1987 (em impressão).

MOREIRA, M. H., QUEIROGA, H. & MACHADO, M. M. (em publicação). Environmental gradients in a southern Europe estuarine system: Ria de Aveiro, Portugal. Implications for soft bottom macrofauna colonization.

NOBRE, A., AFREIXO, J. & MACEDO, J. (1915). *A Ria de Aveiro. Relatório oficial do regulamento da Ria, de 28 de Dezembro de 1912*. Lisboa: Imprensa Nacional, 195 pp.

PRITCHARD, D. W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint. *In: Estuaries*. (ed. Lauff, G. H.). Washington: American Association for the Advancement of Science, Publication nº 83, pp. 3-5.

QUEIROGA, H. (1987). *A biologia de* Carcinus maenas *(L.) em condições estuarinas. Estudo de uma população da Ria de Aveiro*. Trabalho de Síntese. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade de Aveiro, vi+93 pp+14 anexos.

QUEIROGA, H. (1989). An analysis of the size structure of *Carcinus maenas* (L.) in Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal) using the probability paper method. *Bios* (em impressão).

QUEIROGA, H. (1990). *Corophium multisetosum* (Amphipoda: Corophiidae) in Canal de Mira, Portugal: some factors that affect its distribution. *Marine Biology*, **104**, 397-402.

SOBRAL, M. (1985). Alguns aspectos relativos à pescaria do caranguejo na Ria de Aveiro. *In: Jornadas da Ria de Aveiro. Vol II. Recursos da Ria de Aveiro*. Aveiro: Câmara Municipal de Aveiro, pp. 119-153.

THORSON, G. (1957). Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). *Geological Society of America, Memoir 67*, 1: 461-534.

VICENTE, C. M. (1985). Caracterização hidráulica e aluvionar da Ria de Aveiro. Utilização de modelos hidráulicos no estudo de problemas da Ria. *In: Jornadas da Ria de Aveiro. Vol III. Ordenamento da Ria de Aveiro*. Aveiro: Câmara Municipal de Aveiro, pp. 41-58.

VIEIRA, N. & FONTOURA, P. (1985). Influência da qualidade da água e da exploração do sal nas comunidades bentónicas das Salinas de Aveiro. *In: Jornadas da Ria de Aveiro. Vol I. Poluição da Ria de Aveiro*. Aveiro: Câmara Municipal de Aveiro, pp. 87-100.

ASSOCIAÇÃO DE MUNICÍPIOS DO CARVOEIRO

I. NECESSIDADE DE ÁGUA DOS CONCELHOS DE ALBERGARIA-A-VELHA, ÁGUEDA, AVEIRO, ESTARREJA, ÍLHAVO E MURTOSA - SITUAÇÃO ACTUAL

Se é certo que são muitos os casos em que uma mesma preocupação ou problema é comum a vários municípios, também é verdade que as experiências inter-municipalistas em Portugal, são ainda escassas.

Não estando, portanto, entre nós, implantada esta tradição, a Associação de Municípios do Carvoeiro (AMC), constitui um desafio duplamente aliciante, porque se por um lado são relevantes os seus objectivos, por outro, a sua atitude pode dizer-se pioneira nesta área de intervenção.

A dificuldade comum aos municípios associados (Albergaria-a--Velha, Águeda, Aveiro, Estarreja, Ílhavo e Murtosa), como se sabe, é a falta de água, nalguns casos em quantidade, noutros com qualidade para distribuir às respectivas comunidades; e o seu objectivo num primeiro tempo: a sua captação no Rio Vouga, o seu tratamento e a sua distribuição "em alta" aos municípios - - O Sistema Regional do Carvoeiro.

II. CARACTERIZAÇÃO

Para um melhor conhecimento do Sistema, cujas obras entretanto já se iniciaram, é oportuno apresentar alguns dados referentes à sua caracterização:

- O nome da Associação - Carvoeiro - deriva da povoação onde ficarão instaladas as principais captações - um pequeno aglomerado situado na margem direita do Rio Vouga, um pouco a montante da confluência do poluído Rio Caima;

- População a abastecer: 200 000 habitantes;
- Volume de água a captar no Vouga sem reforço: 250 l/sg;
- Volume de água a captar após reforço: 500 l/sg (?);

- Tipo de Estação de Tratamento prevista: desinfecção e correcção de agressividade;

- Três sistemas elevatórios com extensão de 16 500 metros;

- Extensão de condutas adutoras gravíticas: 74 800 metros;

- 15 depósitos do Sistema Regional do Carvoeiro: RPA - 7 500 m^3; R1, R5, R8, R10 - 400 m^3; R2 - 800 m^3; R3, R4 - 1 200 m^3; R9, R11 - 1 000 m^3; R6 - 3 500 m^3; R7 - 4 200 m^3; R12, R13, R14 - 500 + 200 m^3; R15 - 1 500 + + 300 m^3.

III. ESQUEMA DE FINANCIAMENTO

O custo estimado de todo o Sistema, é de, aproximadamente, 2 500 000 contos. Só por si, a AMC não tinha capacidade financeira para suportar tais custos. Assim apresentou candidatura ao FEDER, cuja aprovação resultou numa comparticipação financeira de 50% por parte das estruturas comunitárias.

Também a DGRN, na sequência de contrato-programa assinado com a AMC, apoia financeiramente a execução desta obra em 35%.

IV. SITUAÇÃO ACTUAL DA OBRA

Situação actual do desenvolvimento da obra:

- Obra já feita: Elevatória RPA - R4 - 20 234 contos;

- Obra em curso: R3 - 20 754 contos; R4 - 20 875 contos; R5 - - 11 920 contos; R7 - 27 693 contos;

- Obra adjudicada: R8 e R10 - 25 219 contos;

- Obra em concurso: adutora Estarreja - Torreira - Troço N-T - - preço base: 171 436 contos.

V. DIFICULDADES

Pese embora a enorme importância que este projecto representa

para esta região de Aveiro, nem sempre tem sido fácil sensibilizar algumas instituições, obrigatoriamente intervenientes no processo, por forma a que as suas acções se desenvolvam em tempo útil.

É assim que, ainda hoje, nos deparamos com dificuldades de vária ordem, que poderão vir a impedir-nos de cumprir os prazos estabelecidos no contrato-programa.

Atente-se nalguns casos mais evidentes.

Projectos:

- A nova realidade viária, permite para as condutas adutoras, traçados muito diferentes dos previstos no projecto, há anos, elaborado sob a responsabilidade da ex-Direcção-Geral do Saneamento Básico.

Parecia-nos correcto que a DGRN assumisse a responsabilidade da sa revisão, no entanto, face à urgência em se proceder à execução da obra, a AMC viu-se obrigada a substituir aquela Entidade.

- Não estão previstos em projecto alguns reservatórios que urge construir.

- O estudo do reforço de caudal, a cargo da DGRN, está ainda em curso.

- Dependente do estudo referido anteriormente está a definição do local de implantação da Estação de Tratamento de Águas, e ainda

- A definição do sistema elevatório.

Caracterização da água do Rio Vouga, Rio Mau e Ribeira de Alombada:

Segundo sabemos suspeita-se da existência de metais pesados na água do Rio Mau, proveniente das antigas minas do Braçal.

A confirmar-se esta hipótese há necessidade de se reformular o projecto da Estação de Tratamento de Águas.

Falta de garantia de fiscalização efectiva relativamente a todos os efluentes lançados na bacia hidrográfica do Vouga, a montante das captações

Incerteza quanto à implantação de uma "área de serviço" com abastecimento de combustíveis junto aos principais poços de captação

VI. GESTÃO E ADMINISTRAÇÃO

Uma vez executada a obra e estando todo o sistema em condições de funcionar, levanta-se-nos o problema da sua gestão e administração.

Entre nós, face à legislação em vigor a opção habitual dos municípios no que concerne à gestão das redes de distribuição de água é a administração directa. Dessa maneira têm um melhor controle sobre o tarifário, mas com os "preços sociais" que habitualmente se praticam, dificilmente se cumpre a orientação expressa na Lei das Finanças Locais, designadamente o nº 2 do artº 12º: "As tarifas a fixar pelos municípios, bem como os preços a praticar nos serviços referidos na alínea i) do nº 1 do artº 4º no âmbito dos serviços municipais e municipalizados, não devem ser inferiores aos respectivos encargos previsionais de exploração e de administração, acrescidos do montante necessário à reintegração do equipamento".

Tendo como assente que a AMC venderá água "em alta" a cada um dos municípios associados e aceitando como correcto o princípio orientador expresso na Lei das Finanças Locais, pensamos preferível uma gestão do tipo empresarial.

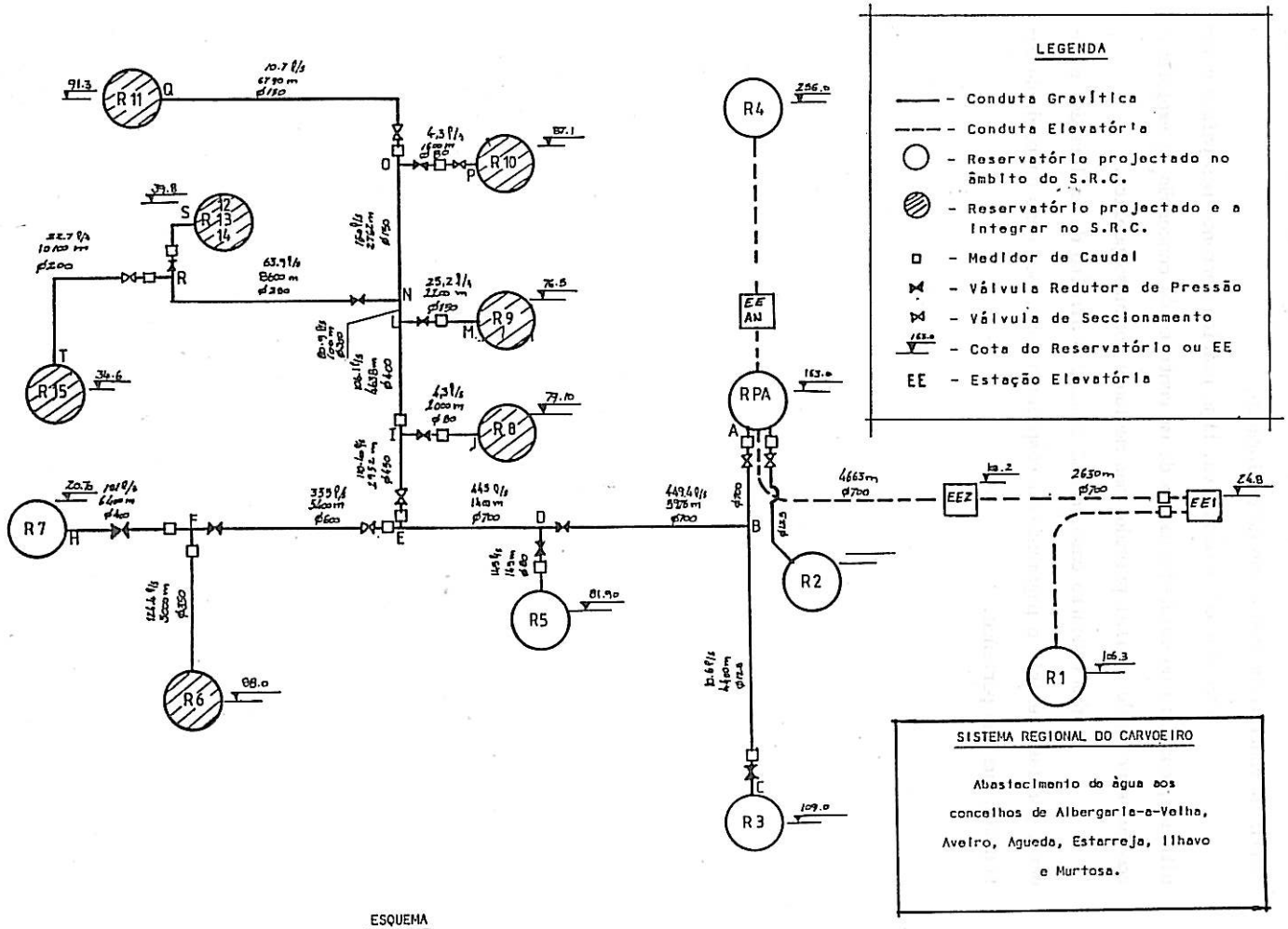
Para o figurino empresarial surge um quadro alargado de hipóteses a estudar, no entanto, numa primeira abordagem e que apenas referimos como mero elemento de trabalho, duas há, que nos têm parecido mais apropriadas à AMC.

Uma primeira consistiria na constituição de uma empresa criada expressamente para o efeito, que para além de capital dos municípios, poderia

eventualmente vir a englobar capital privado. A AMC estabeleceria com esta entidade um contrato de concessão de exploração.

Uma segunda alternativa, hoje prática corrente nos países comunitários, consiste no estabelecimento de um contrato de concessão de exploração com uma empresa de capital privado, mas mediante concurso público.

Num e noutro caso, a AMC concede o direito de exploração, e poderá, por isso, exigir o pagamento da respectiva taxa, bem como da renda do património que lhe pertence.


LEGENDA
- Conduta Gravítica
- Conduta Elevatória
- Reservatório projectado no âmbito do S.R.C.
- Reservatório projectado e a integrar no S.R.C.
- Medidor de Caudal
- Válvula Redutora de Pressão
- Válvula de Seccionamento
- Cota do Reservatório ou EE
EE - Estação Elevatória
SISTEMA REGIONAL DO CARVOEIRO
Abastecimento de água aos concelhos de Albergaria-a-Velha, Aveiro, Agueda, Estarreja, Ilhavo e Murtosa.
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R15
RPA
EE AN
EE1
EE2
91.3
87.1
76.5
79.10
81.90
88.0
109.0
256.0
163.0
24.8
106.3
4663m
2630m
Q
O
P
N
L
M
I
J
E
D
F
H
A
B
C
R
S
T

ESQUEMA

O PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO PORTO DE AVEIRO
PERSPECTIVAS E SUA EVOLUÇÃO FUTURA

DEVELOPMENT PLAN FOR THE PORTO OF AVEIRO
PERSPECTIVES AND FUTURE EVOLUTION

Lauro A. Ferreira Marques (*)

(*) - Engenheiro-Director do Porto de Aveiro e Admin. Delegado da Junta

SUMÁRIO

O Porto de Aveiro constitui uma importante infraestrutura na área dos transportes, especialmente vocacionada para apoiar o desenvolvimento regional. A presente comunicação procura mostrar os aspectos mais relevantes da situação actual e das transformações que tiveram lugar no Porto de Aveiro no passado recente. Para uma mais clara definição do papel que lhe caberá, são apresentadas sinteticamente as perspectivas de desenvolvimento que se apontam para o porto, a curto e médio prazo, com especial relevo para a movimentação de contentores.

Seguidamente é abordada a problemática da integração do porto na Ria de Aveiro, fazendo-se referência aos estudos já desenvolvidos ou em curso, nomeadamente aos estudos em modelo reduzido, à modelação matemática da Ria e aos estudos de segurança e poluição. Finalmente é apresentado de forma esquemática o ordenamento proposto para a área portuária e a correspondente rede de acessos viários.

PALAVRAS-CHAVE:

Carga Geral
Contentores
Granéis Sólidos/Líquidos
Pesca Costeira
Pesca Longínqua
Estaleiro Naval
Recreio Náutico
Arranjo Geral
Plano Director
Molhe
Cais
Rede Rodo/Ferroviária
Previsões de Tráfego
Modelos Físicos/Matemáticos
Segurança

SUMMARY

The Port of Aveiro is an important infrastructure within the area of transports and it is particularly directed to support the regional development. The present statement aims at showing the most relevant features of the present situation and of the changes that took place in the Port of Aveiro in the recent past. In order to clearly define the role it will assume, a summary is presented of the development prospects contemplated for the port at short and medium term with special emphasis on container handling.

Then an approach is made to the problem concerning the integration of the port in Ria de Aveiro by referring to the studies which were already developed or which are presently in course, namely to physical model studies, to the mathematical modelling of the Estuary and to pollution and safety studies. Finally the arrangement proposed for the port area and the corresponding road access network is schematically presented.

KEYWORDS:

General Cargo
Containers
Dry/Liquid Bulk
Coastal Fishing
Deep Sea Fishing
Shipyards
Pleasure Navigation
Layout
Master Plan
Breakwater
Berth
Road/Rail Network
Traffic Forecasts
Physical/Mathematical Models
Safety

1 - O PORTO DE AVEIRO - SITUAÇÃO ACTUAL E TRANSFORMAÇÕES NO PASSADO RECENTE

1.1 - Actividades desenvolvidas no porto

O Porto de Aveiro é uma entidade prestadora de serviços. Serve de elo de ligação entre a via marítima e as vias terrestres para actividades ligadas ao comércio, à construção e reparação naval, à pesca e ao recreio náutico. Serve também de abrigo à navegação que dele carece, por mau tempo ou avaria. Para poder exercer a sua função, o porto tem de estar adequadamente apoiado em infraestruturas marítimas e terrestres e devidamente apetrechado com instalações, equipamento e pessoal.

1.2 - Movimento do sector comercial

A Fig.1 mostra a variação do movimento de mercadorias no Porto de Aveiro, por tipos de tráfego, de 1976 a 1989. Embora o movimento tenha revelado uma tendência marcadamente crescente, aquela figura mostra, no entanto, dois períodos com dinamismo distinto: de 1976 a 1983 e de 1983 a 1989. No primeiro destes períodos, o movimento total no porto cresceu, em média, 7% por ano; a seguir a 1983, ele cresceu a um ritmo muito mais elevado - cerca de 18%, em média, por ano. Este incremento da procura do Porto de Aveiro tem, sem dúvida, a ver com o abrandamento da crise económica do início da década, mas deve-se também certamente à confiança no futuro desenvolvimento do porto criada nos importadores, exportadores e agentes transitários, após o início, em 1981, dos trabalhos de construção do novo sector comercial e da melhoria dos acessos marítimo e terrestre.

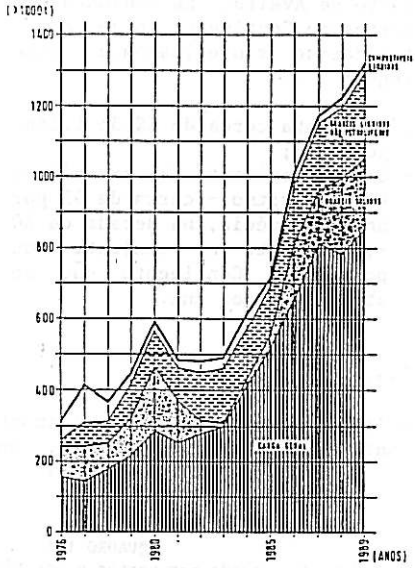


Fig.1-Porto de Aveiro - Evolução do tráfego de mercadorias(1976-89)

Em 1976, o Porto de Aveiro movimentava 306 mil toneladas de mercadoria; em 1989, ultrapassou já 1,3 milhões de toneladas.

1.3 - Movimento das pescas

No Porto de Aveiro movimentam-se dois tipos de pesca, que operam em zonas distintas no porto; a pesca longínqua, no Porto de Pesca Longínqua ou Porto Bacalhoeiro e a pesca costeira e local, no Porto de Pesca Costeira.

QUADRO I
Porto de Aveiro
Movimento de pescado (1986-88)
(1000 t)

TIPO DE PESCA		Anos		
		1986	1987	1988
Pesca longínqua	Bacalhau	13,3	6,4	12,2
	Outras espécies	36,9	49,4	35,6
	TOTAL	50,2	55,8	47,8
Pesca costeira	Arrasto	3,2	4,0	4,5
	Cerco	0,6	0,8	0,5
	Polivalente	0,7	0,5	0,4
	TOTAL	4,5	5,3	5,4
TOTAL GLOBAL		54,7	61,1	53,2

O Quadro I mostra o movimento de pescado em Aveiro, nos anos de 1986 a 1988. A actividade dominante é claramente a pesca longínqua (cerca de 90% do pescado total descarregado).

Verifica-se pois que os armadores da pesca longínqua compensaram perfeitamente a quebra de movimento de bacalhau (por dificuldade de acesso aos pesqueiros) pelo incremento do movimento de peixe congelado.

1.4 - Posição actual do Porto de Aveiro no sistema portuário nacional

1.4.1 - Portos comerciais

O sistema portuário nacional é constituído pelos portos do Continente e pelos das Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores. Em 1988, as quantidades de carga manifestada movimentada pelos portos foram:

	Continente	Madeira	Açores
Combustíveis líquidos	25 164	139	246
Outras mercadorias	19 464	599	1 027
TOTAL	44 628	738	1 273 (1000 t)

O movimento de mercadorias manifestadas nos portos do Continente evoluiu de 23 milhões de toneladas, em 1977, para 45 milhões, em 1988, tendo-se distribuído pelos portos da forma que o Quadro II ilustra. A posição do Porto de Aveiro, no conjunto dos portos do Continente, pode caracterizar-se sinteticamente como segue:

- movimenta cerca de 6% do tráfego total;
- o seu movimento tem crescido a elevado ritmo - cerca de 9% por ano, em média, na década de 80 -, enquanto no conjunto dos portos do Continente não se atingiu 3% por ano.

QUADRO II
Movimento de mercadorias nos portos do Continente (1977-88)

ANOS	PORTOS							TOTAIS
	Lisboa	Setúbal	Sines	Leixões Douro	Aveiro	Viana F.Foz	Algarve	
MOVIMENTO GLOBAL								(1 000 t)
1977	11 284	1 197	-	10 065	269	333	187	23 335
1980	13 865	1 939	12 416	7 893	596	230	164	37 103
1987	12 729	2 055	15 640	8 796	1 169	897	830	42 116
1988	12 862	2 009	17 416	9 980	1 223	950	188	44 628
MOVIMENTO TOTAL (excluídos os combustíveis líquidos)								(1 000 t)
1977	6 663	1 196	-	3 727	269	333	49	12 237
1980	8 653	1 649	-	4 527	567	229	75	15 700
1987	9 132	1 882	2 009	4 710	1 097	897	644	20 371
1988	9 178	1 579	1 782	4 656	1 133	950	186	19 464

1.4.2 - Portos de pesca

O pescado descarregado por embarcações nacionais nos diversos portos do Continente atingiu, em 1988, um total de cerca de 270 mil toneladas, das quais cerca de 58 mil toneladas provenientes da pesca longínqua. No Quadro III apresentam-se os quantitativos do pescado descarregado nesse ano, por portos e por tipos de pesca.

QUADRO III
Movimento de pescado por portos e por tipos de pesca (1988)
(1 000 t)

PORTOS	PESCA LONGÍNQUA			PESCA COSTEIRA				TOTAL GLOBAL
	Bacalhau	Outras espécies	Total	Arrasto	Cerco	Fole valente	Total	
CONTINENTE	13,4	44,2	57,6	36,2	114,8	62,2	213,2	270,8
Zona Norte	13,4	39,6	53,0	20,2	52,2	14,6	87,0	140,0
Viana do Castelo	1,0	3,6	4,6	0,3	-	3,0	3,3	7,9
Póvoa do Varzim	-	-	-	-	6,2	2,7	8,9	8,9
Leixões	-	-	-	12,0	33,3	6,8	52,1	52,1
AVEIRO	12,2	35,6	47,8	4,5	0,5	0,4	5,4	53,2
Figueira da Foz	0,2	-	0,2	3,2	12,1	0,7	16,0	16,2
Outros portos	-	0,4	0,4	-	-	1,0	1,0	1,4
Zona Centro	-	2,5	2,5	8,7	38,3	32,7	79,7	82,2
Nazaré	-	-	-	3,4	1,1	2,1	6,6	6,6
Peniche	-	0,5	0,5	0,8	28,0	7,1	35,9	36,4
Lisboa	-	0,8	0,8	2,5	-	1,5	4,0	4,8
Sesimbra	-	1,1	1,1	-	2,7	10,5	13,2	14,3
Setúbal	-	-	-	1,6	3,0	3,5	8,1	8,1
Sines	-	-	-	-	3,3	3,7	7,0	7,0
Outros portos	-	-	-	0,2	-	4,0	4,2	4,2
Zona Sul	-	2,0	2,0	7,3	24,3	14,8	46,4	48,4
Sagres	-	-	-	-	0,3	1,6	1,9	1,9
Lagos	-	-	-	-	0,6	1,3	1,9	1,9
Portimão	-	0,4	0,4	3,0	9,4	2,0	14,4	14,8
Olhão	-	1,6	1,6	-	12,4	3,7	16,1	17,7
Vila Real St.ºAnt.	-	-	-	4,0	0,8	-	4,8	4,8
Outros portos	-	0,1	0,1	-	0,7	6,1	6,8	6,9

Verifica-se que o Porto de Aveiro tem como principal vocação a pesca longínqua, cabendo-lhe cerca de 83% do total das descargas deste tipo de pesca nos portos do Continente. Quanto à pesca costeira, o Porto de Aveiro tem uma posição mais modesta no confronto com os outros portos pesqueiros do Continente, destacando-se, no entanto, no que respeita ao arrasto costeiro, ocupando nesta arte a segunda posição, logo a seguir ao porto de Leixões.

1.5 - Situação actual do porto após a mais recente fase de obras

Os estudos de planeamento do novo Porto de Aveiro tiveram uma primeira fase designada por "Plano Director de Desenvolvimento e Valorização do Porto e Ria de Aveiro" [1], terminada em 1974. No estudo das perspectivas de valorização da Ria foi feita uma análise do seu enquadramento regional, do qual resultou um esquema de localização preferencial de actividades e a hierarquisição das vias de acesso ao porto e de ligação ao seu "hinterland".

Em 1979, foi elaborado um "Plano Parcial das Obras Prioritárias" [2], o qual serviu de base à definição de uma "1ª Etapa do Plano Geral de Desenvolvimento do Porto de Aveiro", que se encontra actualmente em fase final de construção e que consta, fundamentalmente, das obras seguintes:

- prolongamento do molhe Norte numa extensão de 500 m;
- construção de diques, retenções, dragagens e outras obras de correcção hidráulica;
- arranque de um novo Porto Comercial próximo da embocadura da Ria, na Ilha da Mó do Meio, com a construção de 500 m de cais a (-10,50m ZH), dragagem de uma bacia de manobra e criação de terraplenos;
- instalações terrestres administrativas e de exploração do porto;
- acessos terrestres de ligação às redes nacionais rodoviária e ferroviária.

Na Fig.2, apresenta-se uma planta esquemática representativa da situação actual do porto.

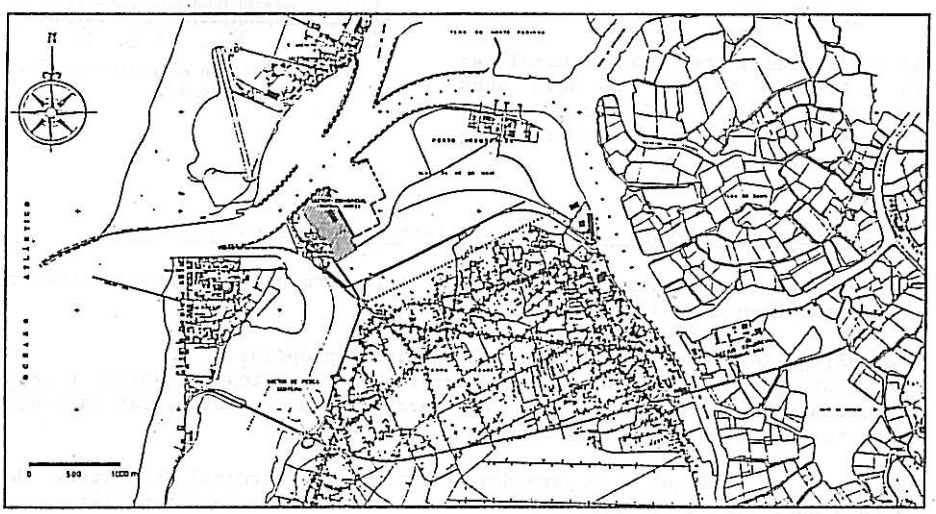


Fig.2-Porto de Aveiro-Situação actual

2 - AS PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO DO PORTO DE AVEIRO

2.1 - Previsões de tráfego a curto e médio prazo

O tráfego portuário é gerado fundamentalmente pelo abastecimento da população nos bens de que necessita e pelo aprovisionamento das actividades produtivas e escoamento dos bens por elas produzidos. O crescimento das trocas de mercadorias com o exterior está por isso ligado ao crescimento da economia, já que com este aumenta o consumo da população e o movimento gerado pelas actividades produtivas.

O mais adequado indicador do crescimento da economia é o índice de crescimento do Produto Interno Bruto. Por isso, o cálculo das previsões de tráfego é feito com base na relação entre os índices de crescimento do tráfego marítimo e do PIB. Por outro lado, o crescimento económico das diferentes regiões do país e, em particular, o seu crescimento industrial, anda estreitamente ligado à ocupação e expansão demográfica, numa relação mista de causa e efeito.

O modelo que foi utilizado na projecção do tráfego marítimo de mercadorias teve em conta os seguintes pressupostos:

a) - Dois cenários de crescimento económico do País:
  A - Crescimento médio do P.I.B. de 4,5% por ano;
  B - Crescimento médio do P.I.B. de 3,5% por ano.

b) - Equilíbrio potencial no horizonte 2005 da geração do tráfego marítimo de geração generalizada entre os "hinterland", dos portos do Norte e o dos restantes portos. Considera-se para o efeito o tráfego de mercadorias, outras que combustíveis líquidos, carvão, cereais e oleaginosas, a granel.

As projecções do tráfego potencial para o Porto de Aveiro, nos dois anos horizonte, 1995 e 2000 e para os dois cenários de crescimento económico do País, apresentam-se na Fig. 3.

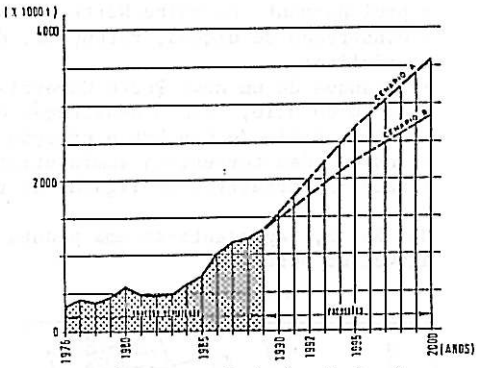


Fig.3-Porto de Aveiro-Projecções de tráfego

2.2 - Potencialidades do tráfego de contentores no Porto de Aveiro

O movimento de contentores a prever no futuro terminal do Porto de Aveiro terá naturalmente duas origens principais:

- o tráfego gerado no seu "hinterland" nacional próprio;
- o tráfego gerado no "hinterland" dos restantes portos do Norte (Viana, Leixões e Figueira da Foz), derivado para o Porto de Aveiro, por saturação dos terminais instalados em Leixões.

Estes são os tráfegos base para desenvolvimento do terminal de Aveiro. Mas há mais duas fontes de tráfego a ter em conta como mercado potencial:

- extensão do "hinterland" para Espanha, servida pela estrada e via férrea Aveiro - Vilar Formoso - Salamanca - Valladolid - Irun;
- captação pela via marítima de tráfego de mercadorias agora transportadas em camião TIR.

O movimento de contentores em Aveiro situar-se-à previsivelmente nos níveis que se apresentam no Quadro IV, admitindo taxas de

QUADRO IV
Porto de Aveiro-Tráfego potencial de contentores

ORIGEM DO TRÁFEGO	TRÁFEGO DE CONTENTORES (1000 t)			
	1995		2000	
	Cenário A	Cenário B	Cenário A	Cenário B
"Hinterland" nacional próprio de Aveiro	880	735	1 645	1 300
Derivado do "hinterland" dos outros portos do Norte	360	-	2 115	960
TOTAIS (1000 t)	1 240	735	3 760	2 260
TOTAIS (1000 TEU)(1)	130	77	396	238

(1) 1 TEU = 9,5 t

contentorização crescendo de 50%, em 1995, para 70%, em 2000, e considerando apenas o tráfego potencial de base

3 - A INTEGRAÇÃO DO PORTO NA RIA DE AVEIRO

3.1 - Principais exigências portuárias

Constituindo um elo da cadeia integrada de transportes, ao porto deverá caber papel preponderante no interface do sistema internacional rodo-ferroviário. Daqui decorre a necessidade de dispor de amplas áreas, não só para a movimentação própria das mercadorias entre os navios e os terraplenos e seu parqueamento e armazenagem, quando em trânsito ou em estadias mais prolongadas, mas também para a criação de centros intermodais de transportes, junto à área portuária, nomeadamente no que respeita ao movimento de contentores.

Por outro lado, o porto deverá oferecer condições seguras e permanentes para a navegação que o demanda, quer na entrada do porto, quer nos canais de navegação e nas bacias de manobra junto aos cais. Estas condições exigem profundidades e grau de tranquilidade convenientes, traçado e rasto dos canais adequados aos navios que o utilizam e bacias de manobra onde se possam inscrever os circulos de rotação necessários às manobras dos navios.

Na 1ª Fase de desenvolvimento do Porto de Aveiro foi fixada a cota de (-8,00 m) ZH para o acesso e bacia de manobra, prevendo-se que nas fases subsequentes venha a dispor da profundidade de (-10,00 m) ZH.

Um outro aspecto que concorre decisivamente para alcançar as metas da eficiência desejável, é a disponibilidade de cais e equipamento de movimentação vertical e horizontal das mercadorias. O sistema de organização e controlo das operações portuárias e o apetrechamento em meios humanos e materiais de apoio, constituem ainda factores decisivos para o bom funcionamento do porto e para aumentar a sua atractividade face à concorrência dos outros portos.

3.2 - Estudos e ensaios em moldelo reduzido para a calibração dos canais de navegação

O LNEC colaborou, utilizando um modelo físico global da Ria de Aveiro [3], no estudo de obras que interessavam ao Porto de Aveiro, das quais se citam as principais:

- Calibração dos canais de acesso, o que implicou o ensaio das alterações de implantação dos trechos de jusante dos canais de S.Jacinto e da Cidade e da regularização da sua confluência. Visava-se a obtenção de um acesso ao porto com melhores condições de regularidade de correntes, maiores profundidades e larguras e mais facil manutenção.

- Pesquisa e escolha de um faseamento de construção dos diques e execução das dragagens de primeiro estabelecimento, favorável à realização da calibração referida e com condicionamentos mínimos à utilização do porto durante a realização das obras.

- Estudo das melhores implantação, forma e dimensões da abertura da Doca do Sector Comercial, atendendo aos aspectos de correntes e sedimentologia.

- Estudo do posicionamento e comprimento da abertura deixada no dique da margem direita do Canal de S. Jacinto, na zona da Base Aérea.

- Estudo das correcções marginais, docas, dragagens de primeiro estabelecimento e optimização da manutenção de dragagens do Sector de Pesca Costeira

do Canal de Mira. Previsão dos efeitos dessas obras sobre a propagação de marés e equilíbrio aluvionar do conjunto do Canal de Mira.

Estes estudos, por implicarem, para além dos aspectos hidrodinâmicos, a análise de equilíbrio e movimentação das areias dos fundos, foram realizados através de ensaios de fundo móvel. O modelo do LNEC abrangia toda a área lagunar e era dotado de equipamento capaz de reproduzir a variação dos níveis de maré e, por consequência, dos campos de correntes. Foi calibrado de forma a reproduzir a propagação da maré em toda a laguna e a movimentação aluvionar nas áreas mais restritas em que se realizaram os diferentes estudos.

3.3 - A modelação matemática da Ria de Aveiro para apoio da sua gestão integrada

Com vista a poder dispor-se de um instrumento de apoio à gestão integrada da Ria, está actualmente em curso a preparação de um sistema de Modelos para a Ria [4]. Esses modelos destinam-se à caracterização hidrodinâmica e da qualidade da água na Ria e aos estudos do transporte litoral de areias nas proximidades da Barra.

Foram elaborados dois modelos matemáticos da hidrodinâmica da Ria: um modelo quase-geral da Ria e um modelo do Canal de Mira. O modelo do Canal de Mira simula com bastante rigor a hidrodinâmica desse Canal. Pode ser desde já aplicado ao estudo do impacto sobre o campo das correntes e sobre a propagação da maré, de alterações na geometria limite do Canal de Mira.

O sistema de modelos de transporte litoral envolve o desenvolvimento de dois sistemas de modelos matemáticos para abranger duas escalas espaciais: a escala regional e a escala local.

O sistema de modelos na escala regional aplica-se a toda a extensão do troço litoral que vai desde Espinho ao Cabo Mondego, devido à carência de dados de campo. O sistema de modelos na escala local compreende essencialmente quatro modelos bidimensionais para o estudo da propagação da ondulação, para o cálculo das correntes associadas às tensões de radiação, para o estudo da propagação da onda de maré e para o balanço sedimentar e cálculo das modificações do fundo resultantes, entrando simultâneamente com as correntes de maré e da ondulação.

3.4 - As condições de segurança no porto

A segurança nas áreas portuárias constitui uma necessidade actual face aos riscos potenciais de acidentes (incêndio/explosão e poluição), quer devidos à navegação quer provenientes das instalações portuárias, em particular no que se refere a determinados tipos de armazenagens (cargas no âmbito do código IMDG em armazéns ou cargas perigosas a granel). Para além das situações que podem originar acidentes e poluição acidental, há ainda que ter em conta as consequências que podem resultar do combate a incêndios de produtos perigosos (introdução no meio marinho desses produtos e dos agentes de extinção por eles contaminados).

Considerando que o Porto de Aveiro comporta sérios riscos de acidente, com especial incidência no sector industrial, onde se considera ser elevada a probabilidade da sua ocorrência, face às quantidades e tipos de produtos manuseados/armazenados, e atendendo às deficientes condições de segurança actuais, decidiu a Junta Autónoma do Porto de Aveiro encomendar a elaboração de um Estudo de Segurança do porto [5], tendo em vista a melhoria da actual situação, quer nos aspectos de prevenção quer nas capacidades de intervenção em caso de acidentes, através da implementação de um Plano de Emergência.

No Estudo de Segurança, já concluído, foram considerados dois aspectos fundamentais: segurança do porto em exploração e a situação de emergência.

O Plano de Emergência, a ser desenvolvido com base no Estudo de Segurança já elaborado, tem por objectivo dar uma resposta rápida e eficaz a uma situação de acidente (incêndio/explosão ou derrame) por forma a garantir a segurança do pessoal e das instalações, bem como das populações, instalações vizinhas e meio ambiente.

Uma vez que o Plano de Emergência deve ser activado sem qualquer demora ou hesitação, o Estudo de Segurança define quais as situações e modos como poderá ser activado, estando prevista a criação de um Centro de Coordenação de Operações, cuja composição, apetrechamento, atribuições e responsabilidades dos seus orgãos foram definidos no Estudo. Este Plano de Emergência será por sua vez integrado num Plano de Emergência Externo, no âmbito do Serviço Nacional de Protecção Civil.

4 - O ORDENAMENTO DA ÁREA PORTUÁRIA

4.1 - Principais áreas de interesse portuário na Ria de Aveiro

As principais áreas de interesse portuário situam-se ao longo da margem esquerda do Canal Principal de Navegação, e nas duas margens do Canal de Mira, no seu troço terminal, a juzante da Ponte da Barra. Como principal área portuária destaca-se a Ilha da Mó do Meio, onde se localiza o novo Sector Comercial e o Porto Industrial.

Na Fig. 4 apresenta-se em mancha esquemática a área considerada de interesse portuário. A figura mostra o peso relativamente pequeno da área de interesse portuário quando comparado com a totalidade da área ocupada pela Ria.

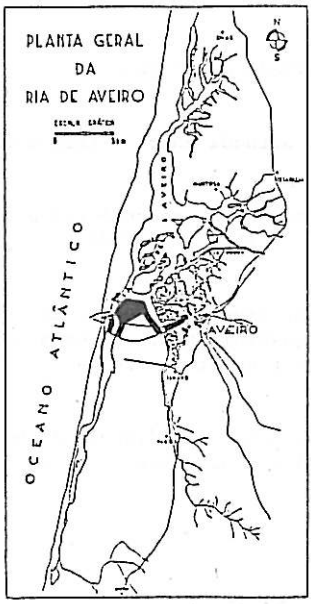


Fig.4-Ria de Aveiro - Área de interesse portuário

Em termos de zonamento, assinala-se a transferência do Porto de Pesca Costeira, para a margem direita do Canal de Mira, a juzante da Ponte da Barra e a localização na margem oposta de um Porto de Recreio Náutico, junto à povoação da Barra.

Como já atrás se referiu, o Sector Comercial passará a dispor de novas instalações na Ilha da Mó do Meio, (Terminal Norte), mantendo-se em actividade o antigo porto comercial, situado junto à confluência do Canal da Cidade com o Canal de Ilhavo (Terminal Sul). A faixa da margem esquerda do Canal da Cidade, que se estende desde o antigo porto comercial até ao Canal das Pirâmides, ficará reservada para instalação de centros intermodais com ligação ao porto e às redes rodo-ferroviárias. Os restantes sectores portuários, Sector Industrial, Pesca Longínqua e Estaleiros Navais, mantêm as localizações que já ocupavam antes da elaboração do Plano Director do porto.

4.2 - Arranjo geral do novo sector comercial

O novo sector comercial do porto - Terminal Norte - ocupa toda a área da Ilha da Mó do Meio situada a Norte da Gafanha da Nazaré e desenvolve-se em redor de uma doca interior dividida em duas darsenas perpendiculares, que se unem numa bacia de manobra, situada junto à entrada desta doca. Toda a extensão do contorno interior da doca é constituído por cais, servidos por amplas faixas de terraplenos (Fig. 5).

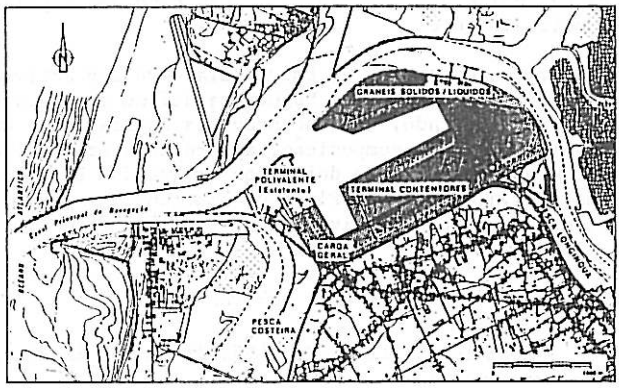


Fig.5-Porto de Aveiro-Arranjo Geral do novo Sector Comercial

A 1ª Fase de obras incluiu apenas a construção do contorno exterior e das obras definidoras da entrada da doca, a dragagem da bacia de manobra e a construção de 500 m de cais na face sudoeste da doca, junto à entrada, com uma faixa de terrapleno de apoio com largura de 300 m. Este cais foi concebido para funcionar como um Terminal Polivalente, dispondo de uma instalação para tráfego "roll on - roll off".

No arranjo geral do Sector Comercial, foram definidas 4 grandes zonas, onde a médio ou longo prazo se deverão desenvolver as principais actividades deste sector:

- Carga Geral Convencional, em toda a faixa situada na continuidade do terminal polivalente da 1ª Fase;

- Terminal de Contentores, em toda a faixa situada ao longo da face sul da darsena perpendicular à entrada;

- Granéis Sólidos, na faixa oposta à anterior, situada entre a face norte da darsena e o canal de navegação;

- Granéis Líquidos, na zona que já actualmente ocupam, podendo vir a dispor de uma nova frente acostável no topo da darsena atrás referida.

Este esquema de zonamento tem em vista fundamentalmente conferir uma grande elasticidade e independência ao processo de desenvolvimento de cada uma das actividades, privilegiando os contentores, quer quanto à frente acostável quer quanto à área de terraplenos de apoio.

Na fase de pleno desenvolvimento, este Sector Comercial disporá de uma extensão de 4 300 m de cais e de uma área global de terraplenos da ordem dos 200 hectares.

4.3 - Acessos rodo-ferroviários

A existência de ligações viárias francas é fundamental para que o porto possa desempenhar a sua função dinamizadora do desenvolvimento regional, quer nas ligações entre as zonas portuárias e as zonas urbanas e industriais por

elas servidas, quer entre o porto e os centros geradores de tráfego marítimo, situados no seu "hinterland".

Os acessos rodoviários ao Porto de Aveiro ficarão estruturados da forma seguinte:

- A EN109-7, como prolongamento do IP5, constituirá a espinha dorsal do acesso ao porto;

- Será criada uma via de cintura portuária, que servirá a zona de Pesca Longínqua, o Sector Comercial, o Porto Industrial e o futuro Porto de Pesca Costeira, ligando à EN109-7 em dois nós - Nó da Barra e Nó da Gafanha;

- Para sul do nó da Gafanha, será criada uma via paralela à EN590 para ligação à zona industrial em desenvolvimento na península das Gafanhas;

- Criação, para sul do nó da Barra, de uma via alternativa que ligue por poente à zona industrial e a Ilhavo.

A ligação ferroviária ao Porto de Aveiro está prevista através de um ramal ferroviário a inserir na linha do Norte, com um traçado que acompanhará o da EN109-7, até ao Canal de Ilhavo; a travessia deste canal far-se-á com uma nova ponte em curva, seguindo depois o traçado do arruamento que margina o Porto de Pesca Longínqua, até ao Sector Comercial, onde será construído um feixe ferroviário de apoio e as respectivas ligações aos terraplenos e aos cais.

AGRADECIMENTOS

Queremos expressar os nossos agradecimentos a todas as entidades que têm estado envolvidas em estudos sobre o Porto e Ria de Aveiro e que se prontificaram a facultar todas as informações disponíveis e, em particular, ao Engº Luís Carvalho Peixeiro, director da empresa CONSULMAR, pela colaboração activa que prestou na preparação desta Comunicação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] - OC, Organização de Consultores (1974) - "Plano Director de Desenvolvimento e Valorização do Porto e Ria de Aveiro"

[2] - CONSULMAR / OC (1979-81) - "Porto e Ria de Aveiro - Plano Parcial e Anteprojecto das Obras da 1ª Fase".

(1984-87) - "Porto de Aveiro - Plano Geral e Projectos das Instalações Terrestres".

[3] - LNEC (/-1985) - "Ensaios em modelo físico global da Ria de Aveiro".

[4] - HIDROPROJECTO (1989 - em curso) - "Modelação Matemática da Ria de Aveiro - Sistema de Modelos para Apoio da sua Gestão Integrada".

[5] - TECNALIS (1988-em curso) - "Estudo de Segurança do Porto de Aveiro".

CONTRIBUIÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA COMPONENTE POLUÍTIVA NO AQUÍFERO SUPERFICIAL DE ESTARREJA

QUELQUES DONNÉES SUR LA POLLUTION DANS LA NAPPE PHRÉATIQUE AUX ENVIRONS DE ESTARREJA

FERREIRA DA SILVA, E* ; BARRADAS, J.* e CARDOSO FONSECA, E.*

* Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, 3800 Aveiro

RESUMO - Com a finalidade de estudar aspectos da componente poluítiva do aquífero superficial de Estarreja, os autores tiveram em conta a natureza e conhecimento do aquífero superficial, definiram a rede de fluxo local e analisaram em sessenta poços várias espécies iónicas e elementos.

Tendo em àtenção os teores excessivamente elevados de Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Cd detectados no aquífero, os autores consideram que esses teores traduzem uma componente poluítiva em elementos metálicos .

Constata-se a existência de teores elevados de Cl^-, SO_4^{2-}, Na e Mg nas águas superficiais próximas do Esteiro de Estarreja.

O posicionamento preferêncial de certas espécies iónicas e elementos vestígiais em zonas localizadas perto do Esteiro de Estarreja e na zona de influência perto do Parque de Cinzas localizado perto do Complexo Químico, é justificado pela acção conjunta do fluxo subterrâneo e de valas e condutas de drenagem dos efluentes líquidos do Complexo.

Palavras Chave: componente poluítiva; aquífero superficial; fluxo subterrâneo; efluentes líquidos

RESUME- Dans de but d'étudier la pollution dans la nappe phréatique aux environs de Estarreja, les auteurs ont étudié le comportement du Cl^-, SO_4^{2-}, Na, Mg, Cu, Pb, Zn, Co, Ni et Cd dans les eaux prélevées dans 60 puits situés aux environs da la ville de Estarreja.

Les teneurs élevées de Cu, Pb, Zn, Co, Ni et Cd detectées dans les eaux traduisent l'ápport de la pollution du "Complexo Químico de Estarreja".

Ces teneurs sont expliquées par l'action conjointe du flux souterrain et des effluents liquides transportés dans les canaux d'ecoulement.

Mots-clés: pollution; nappe phreátique, flux souterrain; effluents liquides.

1. INTRODUÇÃO

Com uma densidade populacional superior a 200 habitantes / Km^2, o concelho de Estarreja tem sido, nos últimos anos, objecto dum acentuado desenvolvimento industrial e agrícola.

O desenvolvimento na área industrial efectuou-se com a implantação do Complexo Químico de Estarreja (CQE) situado a 1 Km do perímetro urbano da Vila de Estarreja. A actividade agrícola encontra-se em regressão, tendo ainda alguma predominância no quotidiano da população, permitindo ao concelho ser auto suficiente em produtos agrícolas.

O surto de desenvolvimento local colocou em primeiro plano a problemática da água, um dos recursos naturais que condiciona o desenvolvimento económico e social da região, na vertente abastecimento público versus poluição.

Com a finalidade de contribuir para a caracterização do problema poluitivo do aquífero superficial de Estarreja, teve-se em conta a natureza e o conhecimento do aquífero superficial, a definição da rede de fluxo local, a amostragem e análise de espécies iónicas, elementos maiores e vestigiais em 60 poços localizados na zona envolvente do Complexo Químico.

2. ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO E GEOLÓGICO

2. 1 - Aspectos Geomorfológicos

Morfológicamente, a zona que se estende para Oeste de Estarreja, apresenta um aspecto aplanado com cotas entre os 0 e 20 metros onde é possível detectar uma disposição em degraus, correspondentes a níveis de antigas praias quaternárias (Teixeira, 1946), contemporâneas do último período interglaciário. Estas formações assentam sobre formações detríticas do Cretácico, ou directamente sobre o xisto do antigo soco.

A Este, a zona é limitada por formações metamórficas, com características de um rejuvenescimento recente, encontrando-se profundamente escavadas pelas linhas de água, orientadas geralmente E-W (Zbyszewsky et al., 1948). Esta série de terraços antigos, vão sendo sucessivamente mais baixos e modernos à medida que nos dirigimos para poente e estão por vezes recobertos por areias eólicas (Teixeira et al, 1980). Na área em estudo, a drenagem superficial é praticamente inexistente.

2. 2 - Aspectos Geológicos

2. 2. 1 - Geologia de Superfície

As formações aflorantes na zona apresentam idades que vão desde o Complexo Xisto Grauváquico ante-Ordjvícico até ao Quaternário (Teixeira, 1962). O Quaternário é constituído por areias de dunas e aluviões actuais (depósitos modernos) e antigas praias (Plio-Plistocénico). O Cretácico aflora na zona de Estarreja junto à estação dos Caminhos de Ferro e mais a Sul nas encostas de Salreu, Canelas, Fermelã e Angeja.

O Complexo Xisto-Grauváquico aflora a Este e é representado pelos xistos de Arada (Souza Brandão, 1914). São xistos quartzo-sericíticos, quartzo-sericítico-moscovíticos, clorito-sericito-moscovíticos, mais ou menos ondulados com xistosidade vertical orientada a Norte 30° W.

2. 2. 2 - Geologia de Sub-Superfície

Moitinho de Almeida et al. (1948, 1949), apresentaram uma importante compilação da informação litológica obtida a partir de sondagens efectuadas com a finalidade de pesquizar água subterrânea.

A fim de completar a informação fornecida pelos autores procedeu-se à inventeriação de 60 sondagens realizadas na área de Estarreja até Veiros e consultou-se a informação disponível nos Serviços Hidráulicos do Mondego.

A figura 1 sintetiza a distribuição e geometria dos depósitos observáveis a partir da correlação dos "logs "das sondagens. Os resultados revelam não só, a partição dos vários ambientes, mas também a arquitectura sequencial dos mesmos. É possível individualizar duas sequências similares que materializam outras tantas "gerações de canais". Estes mostram uma direcção preferencial, praticamente N-S, os quais poderão estar relacionados com a existência de um antigo vale fluvial (Moitinho de Almeida et al., 1949).

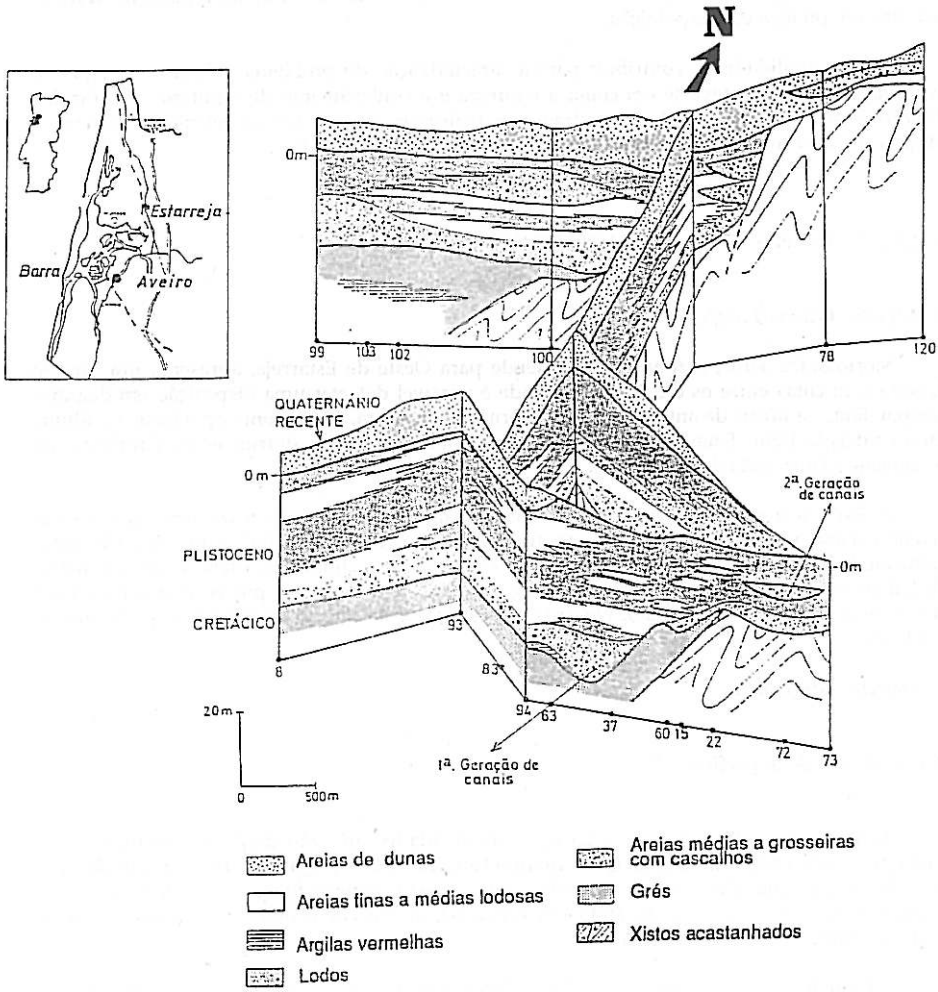


Fig.1 - Painel de correlação ilustrando a distribuição e geometria dos depósitos produzidos pela evolução de um estuário

3. AMOSTRAGEM E MÉTODOS DE ANÁLISE QUÍMICA

Para a caracterização hidroquímica do aquífero superficial de Estarreja amostraram-se 60 poços. A totalidade da zona não foi amostrada de maneira regular dada a existência de algumas áreas com cobertura florestal.

3. 1 - Amostragem e Conservação das Amostras

A amostragem foi efectuada em frascos de polietileno (capacidade de 1 l) lavados previamente com detergente alcalino, em seguida com ácido nítrico 4N e finalmente com água bidestilada e desmineralizada.

O amostrador utilizado durante a colheita das amostras foi descrito por Serrano (1979).A colheita das amostras foi realizada, sempre que possível, no centro dos poços e a uma profundidade de 1.5 m para evitar o arrastamento de partículas que geralmente se acumulam nas paredes. No decorrer da colheita, realizou-se uma lavagem prévia com água a amostrar a fim de evitar possíveis contaminações.

Em cada local de amostragem colheram-se duas amostras distintas, a primeira preservada por acidificação para determinação de catiões maiores e elementos vestígiais, a segunda não acidificada para determinação dos restantes elementos.

Tendo como finalidade retardar as acções biológicas, a hidrólise de compostos químicos, os efeitos de adsorção e reduzir a volatilidade de alguns constituíntes, tomaram-se medidas adicionais de preservação das amostras de acordo com as normas propostas pela ASTM e EPA, assim como a sua conservação a uma temperatura de 4° C.

3. 2 - Análise Química das Amostras

Além da análise laboratorial realizamos, quando da colheita das amostras, determinações de alguns parâmetros (temperatura, pH, condutividade) e também a análise das espécies carbonatadas (ASTM D513/82-Método C).

Antes de se efectuar qualquer determinação, as amostras foram filtradas utilizando filtros Sartorius de poro 0.22 µm para análise dos aniões por cromatografia iónica e empregando filtros Millipore 0.45 Mm para as restantes análises. A determinação dos elementos, com excepção dos vestígiais foi realizada logo após a colheita das amostras, não ultrapassando um intervalo de tempo superior a 24 horas.

Os elementos vestígiais foram determinados após liofilização das amostras. Hall et al., (1980), admitem recuperações de 100% para o Fe, Cu, Mn e Ni e de cerca de 90% para o Cd quando da utilização do processo de liofilização.O Quadro I refere as técnicas analíticas empregues quando da análise das espécies iónicas, elementos maiores e vestígiais.

Quadro I - Técnicas analíticas empregues na análise das espécies iónicas e elementos

ESPECIES IÓNICAS E/OU ELEMENTOS ANALISADOS	TÉCNICA ANALÍTICA	REFERÊNCIAS
Espécies Carbonatadas	Potenciometria	ASTM D513/82-C
F^-; Cl^-; NO_3^-; HPO_4^{2-}; SO_4^{2-}	Cromatografia Iónica	Amado et al, 1989
Nitritos	Espectrofotometria	EPA 354-1 (1984)
Sílica	Espectrofotometria	Ferreira Magalhães (1989)
Azoto Total	Kjeldhall/Gunning	EPA (1984)
Na e K	Espectr. de emissão por chama	ASTM (1982)
Mg e Ca	Espectr. de emissão por chama	Nicolli et al, 1989
Fe; Cu; Pb; Zn; Mn; Cd; Co, Ni; Sr	Espectr. de Absorção Atómica	Hall et al, 1980

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4. 1 - Definição da Rede de Fluxo Local

A figura 2 mostra os resultados obtidos em duas campanhas de medição efectuadas com a finalidade de se estabelecer a evolução da rede de fluxo local.Da observação da figura infere-se que:

- o nível freático acompanha fundamentalmente a topografia,

- o fluxo local apresenta na área em estudo uma abertura em leque. No entanto, é possível assinalar a Norte, perto do CQE um fluxo direccional E-W drenando toda a área até à zona das Águas Lisas, e que na zona compreendida entre a Póvoa de Cima e Veiros, o fluxo apresenta uma direcção preferêncial NE/SW.

- o conjunto das duas campanhas não apresenta variações significativas na direcção do fluxo local.

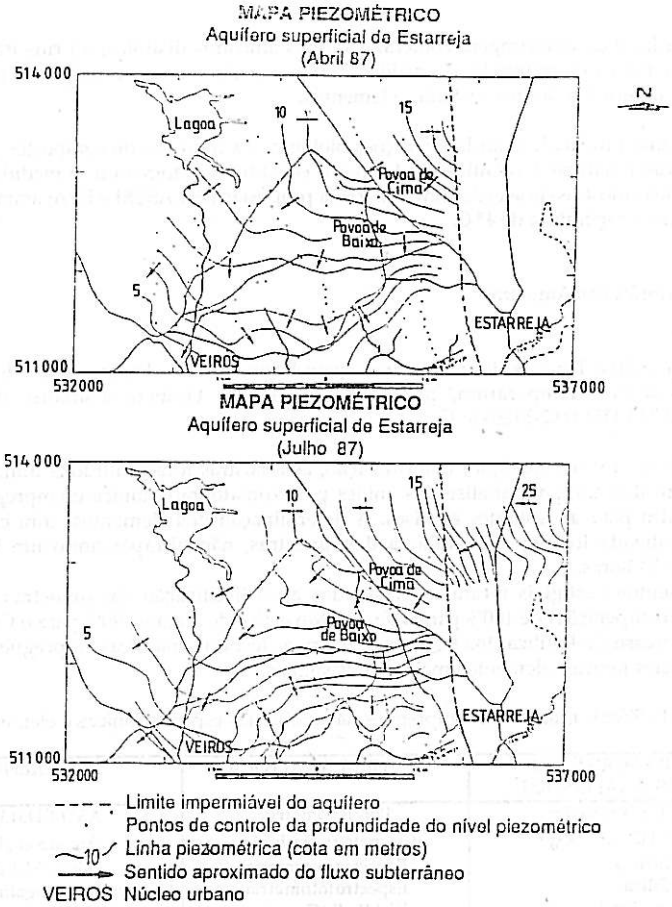


Fig.2 - Rede de fluxo local.

Dado o carácter direccional do fluxo local, a existência de um ou mais focos poluítivos afectará uma larga área do aquífero superficial com eventuais consequências nefastas quando da utilização da água para consumo humano e agrícola.

4. 2 - Análise Estatística dos Resultados

Os dados obtidos quando da análise química das amostras foram submetidos a um estudo da análise de distribuição de frequências .

Não obstante Snyder et al., (1974), Kane (1979) e Helsel (1987), advogarem a lognormalidade da distribuição dos elementos vestigiais em amostras de água testamos a normalidade ou lognormalidade das distribuições a partir da utilização do teste do ^{2} de Pearson.

Verificou-se que para as espécies iónicas e elementos maiores e vestígiais estudados, à excepção do HPO_4^{2-}, Cd e Ni, a aplicação do teste de ^{2} de Pearson permitiu concluir sobre a lognormalidade da distribuição.Para o HPO_4^{2-}, Cd e Ni, dada a impossibilidade de calcular o teste do ^{2}, aplicou-se a teste de Ahrens (1954b) que permitiu concluir sobre a lognormalidade da distribuição.

Uma vez testado o tipo de distribuição, procedeu-se à elaboração das rectas de frequências cumuladas utilizando-se o método proposto por Lepeltier (Lepeltier, 1969). O Quadro II resume os resultados obtidos para as espécies iónicas, elementos maiores e vestígiais analisados.

Uma vez que para o HPO_4^{2-}, Cd e Ni não foi possível estabelecer um número representativo de classes que permitisse elaborar as rectas de frequências cumuladas, optou-se pelo cálculo da média geométrica e desvios padrões, já que a aplicação do teste de Ahrens permitiu concluir sobre a lognormalidade da distribuição. O Quadro III resume os valores obtidos para o HPO_4^{2-}, Cd e Ni.

4. 3 - Cartografia Pontual de Teores

Na maioria dos casos, o tratamento estatístico não tem em conta, nem a organização nem a localização espacial dos valores. Este aspecto, importante para a visualização dos dados, é resolvido quando da elaboração de mapas, para o qual se utiliza como teor de partida o patamar de anomalia definido estatísticamente pelo valor b+2s da população (Lepeltier, 1969; Sinclair, 1976).

A utilização deste valor característico conduz, por vezes, à obtenção de pontos isolados que não permitem definir uma imagem anómala. Pode-se, assim, recorrer a um valor de partida que não o do patamar de anomalia, caso se tenha em atenção certos pressupostos como, por exemplo, o estudo comparativo entre o teor médio global dum elemento num dado meio amostral e o valor obtido na zona de trabalho.

Para todos os elementos estudados, à excepção do zinco, utilizou-se como limite anómalo o valor b+s das populações, após a realização dum estudo comparativo entre os teores médios globais dos elementos estudados nas águas subterrâneas (Rose et al., 1979) e os valores por nós obtidos na zona de trabalho.Quanto ao zinco, em virtude do caracter bimodal das distribuições, escolheu-se o valor de fundo da população B como limite de partida para traçar as imagens anómalas.

Das espécies iónicas, elementos maiores e vestígiais analisados só foi possível obter imagens anómalas para os Cl^-, SO_4^{2-}, Na, Mg, Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Cd.

Quadro II - Parâmetros estatísticos e valores característicos das espécies iónicas, elementos maiores e vestígiais analisados.

Elemento e/ou espécie iónica	Tipo de população	Valores característicos b	b+s	b+2s	Variação de teores
F^- (ppm)	Lognormal bimodal	A I 0.13	0.18	0.26	0.05 - 2.5
		B I 0.60	0.95	1.50	
Cl^- (ppm)	Lognormal com excesso de fortes teores	68	100	150	17 - 273
NO_3^- (ppm)	Lognormal com excesso de fracos teores	72	95	130	0.5 - 140
SO_4^{2-} (ppm)	Lognormal unimodal	70	129	210	10 - 297
HCO_3^- (ppm)	Lognormal com excesso de fracos teores	72	150	280	1 - 366
NO_2(ppb)	Lognormal com excesso de fortes teores	20	62	190	6.5 - 411
N tot (ppm)	Lognormal com excesso de fortes teores	2.7	6.2	14.5	0.1 - 45.2
Na (ppm)	Lognormal unimodal	50	110	230	8 - 146
K (ppm)	Lognormal unimodal	10	19	35	0.6 - 111
Mg (ppm)	Lognormal com excesso de fortes teores	7.4	12	18	1.4 - 76.6
Ca (ppm)	Lognormal com excesso de fortes teores	28	44	56	2.9 - 95
SiO_2 (ppm)	Lognormal unimodal	12	17.5	25	1 - 41
Fe (ppb)	Lognormal com excesso de fortes teores	210	320	480	65 - 11000
Cu(ppb)	Lognormal com excesso de fortes teores	17	25	36	5 - 834
Pb (ppb)	Lognormal unimodal	62	83	115	27 - 111
Zn (ppb)	Lognormal bimodal	A I 26	40	60	12 - 4000
		B I 130	250	440	
Mn (ppb)	Lognormal bimodal	A I 30	75	180	6 - 710
		B I 290	400	540	
Co (ppb)	Lognormal com excesso de fracos teores	52	75	100	10 -142
Sr (ppb)	Lognormal unimodal	76	120	190	25 - 255

Quadro III - Parâmetros estatísticos e valores característicos para HPO_4^{2-}, Cd e Ni.

Elemento e/ou espécie iónica	Xg	Xg+s	Xg+2s	Variação de teores
HPO_4^{2-} (ppm)	0.33	1.20	4.60	0.0 - 10.4
Cd (ppb)	4.00	7.00	14.00	0.5 - 21.0
Ni (ppb)	9.00	22.00	53.00	5.0 - 228.0

4. 3. 1 - Cl^-, SO_4^{2-}, Na e Mg : imagens anómalas

A figura 3 mostra as imagens anómalas obtidas para os cloretos, sulfatos, sódio e magnésio.

Da observação da figura podemos constatar a definição duma anomalia conjunta no canto inferior direito junto ao Esteiro de Estarreja Os outros pontos anómalos não estão agrupados, mas na maioria dos casos os valores anómalos em cloretos, sulfatos, sódio e magnésio são coincidentes.

4. 3. 2 - Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Cd : imagens anómalas

As figuras 4 e 5 mostram as imagens anómalas obtidas para o cobre, chumbo, zinco, cobalto, níquel e cádmio. Da observação das figuras infere-se que:

-as imagens anómalas obtidas para o cobre, cobalto, níquel e cádmio são coincidentes junto ao Esteiro de Estarreja. Junto ao CQE, as imagens de cobre e cobalto são coincidentes, verificando-se pontualmente coincidência com teores de níquel e cádmio.

- a imagem anómala do chumbo é caracterizada por um alinhamento de pontos anómalos com direcção NE-SW.

- a imagem anómala do zinco desenvolve-se a Norte da zona sob influência conjunta do CQE e do Parque de Lamas.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5. 1 - Imagens anómalas de Cl^-, SO_4^{2-}, Na e Mg : síntese interpretativa

A figura 3 mostra a existência de uma zona anómala junto ao Esteiro de Estarreja caracterizada por altos teores em cloretos, sulfatos, sódio e magnésio. Nesta zona os valores de condutividade são elevados.

As amostras anómalas foram colhidas em poços localizados na proximidade de valas e condutas de drenagem estando a base dos poços amostrados, sob a influência da camada lodosa com características marinhas.

Pelaez Albero (informação oral) evidenciou uma composição semelhante entre as águas intersticiais dos lodos de Estarreja e dos lodos do Delta de Llobergat. Estas águas seriam ricas nos iões cloretos e sulfatos (Pelaez Albero, 1983).

Por outro lado não é de excluir a influência de valas e condutas de drenagem dos efluentes líquidos das indústrias do CQE nos teores das espécies iónicas estudadas. Com efeito, parece verificar-se junto ao Esteiro de Estarreja uma rotura de uma das condutas de drenagem. A acção conjunta da rotura e do fluxo subterrâneo poderá também estar na origem dos teores encontrados no Esteiro de Estarreja.

Se bem que estas duas hipóteses explicativas sejam as mais prováveis (não se podendo definir no estádio actual dos conhecimentos o grau da sua importância), poder-se-á admitir a influência marinha como causa do aparecimento desta zona anómala. Só que, a direcção do fluxo subterrâneo e a não existência da recarga do aquífero pela acção das águas do Esteiro de Estarreja, inviabiliza esta hipótese.

Sob a influência directa do CQE, situam-se pontos anómalos de cloretos, sulfatos, sódio e magnésio. A determinação no Parque de Lamas situado a nordeste da zona de carnalite e halite, a sua redissolução conjugada com o transporte das espécies iónicas e elementos nas valas e condutas, e a acção do fluxo subterrâneo poderão ser o suporte dos teores anómalos detectados nas amostras.

Refira-se que nos efluentes líquidos do CQE são detectados amónia, arsénio, mercúrio, cloretos, sódio e ácido sulfúrico (Barrosa, 1985).

Note-se que a classificação da qualidade química das águas para fins agrícolas atribui às águas próximas da Esteiro de Estarreja, características que implicam a sua não utilização corrente para fins agrícolas.

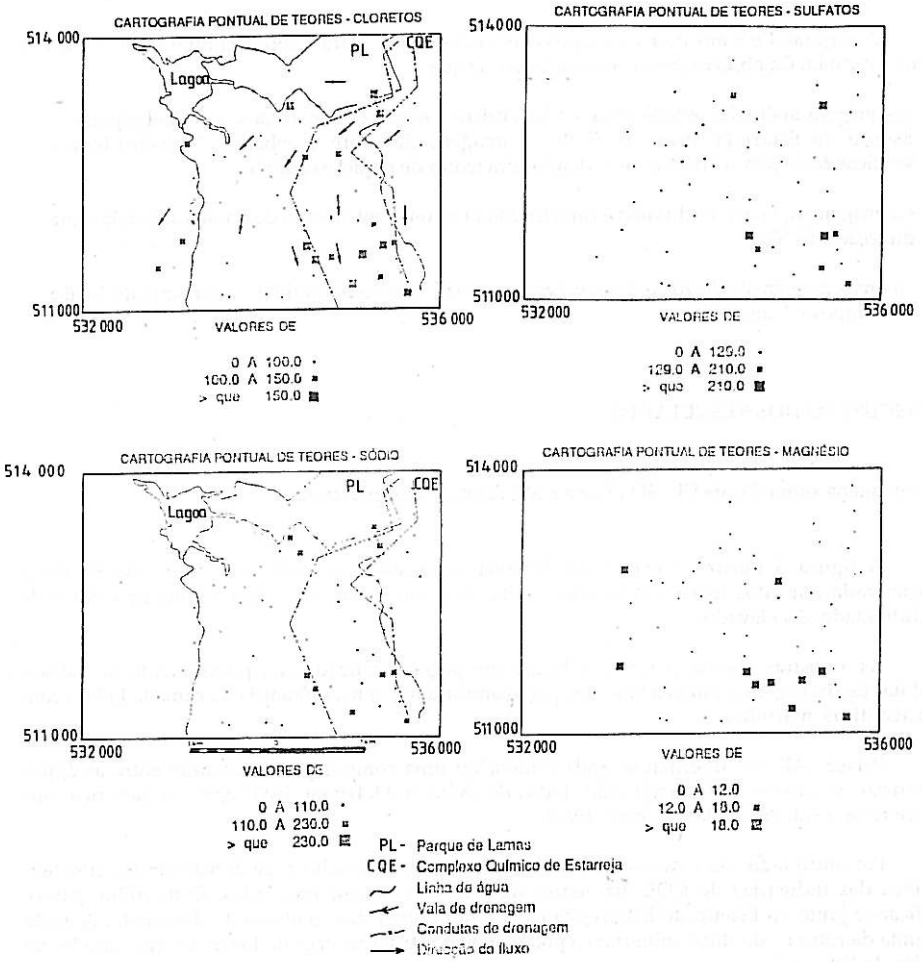


Fig. 3 - Cl^-, SO_4^{2-}, Na e Mg : imagens anómalas

5. 2 - Imagens anómalas de Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Cd : síntese interpretativa.

Nas figuras 4 e 5 pode-se constatar a existência a NE da zona, na vizinhança do CQE, duma sobreposição das imagens do Zn, Cu e Co e pontualmente do Ni e Cd. Esta zona sofre a influência de um parque de cinzas proveniente da ustulação das pirites. Realce-se que as cinzas provenientes da ustulação das pirites portuguesas e espanholas apresentam na sua composição teores médios variando entre 1 a 4% de Zn, 0.7 a 3% de Cu, 0.02 a 0.2% de Pb, 50 a 2000 g/ton. de Co, 10 a 1000 g/ton. de Ni e 30 a 200 gr/ton. de Cd.

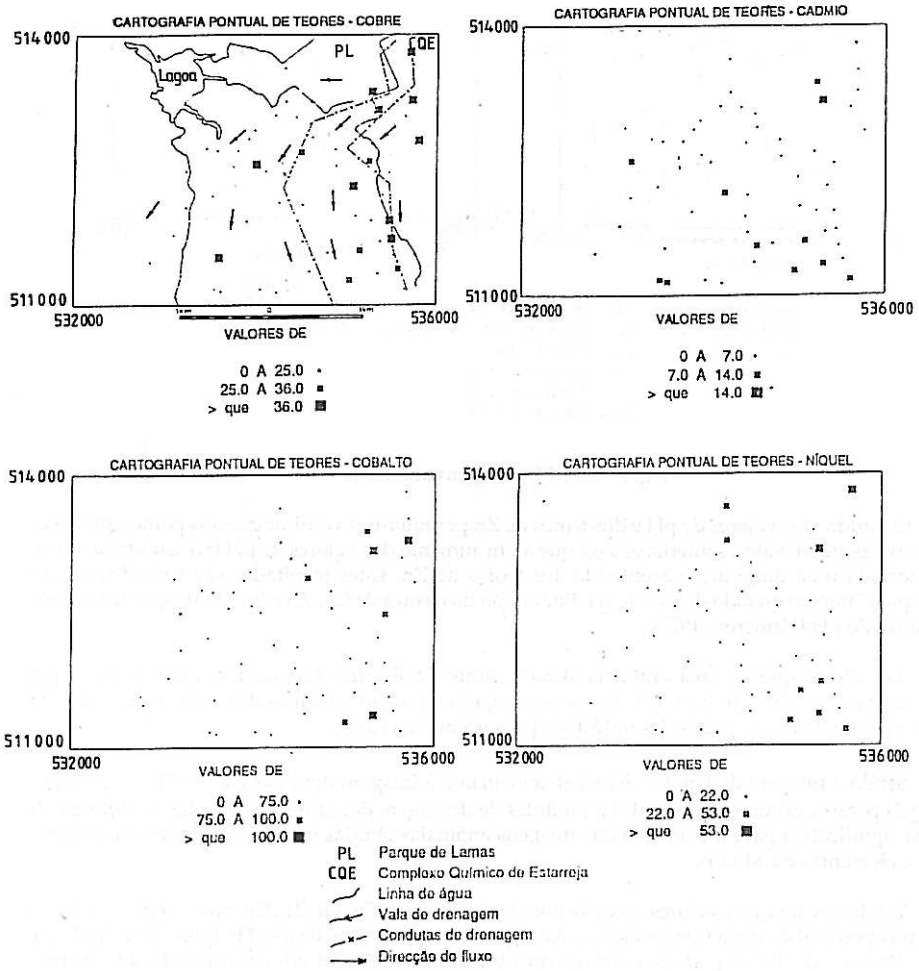


Fig. 4 - Cu,, Co, Ni e Cd : imagens anómalas

Por outro lado refira-se a existência de atacamite nas crostas de evaporação existentes nos terrenos contíguos ao Parque de Lamas situados a W do Parque de Cinzas. Não é demais salientar que os pontos anómalos estão localizados junto de valas e condutas de drenagem e que a sua acção, conjugada com o fluxo subterrâneo, poderá estar na origem dos valores anómalos encontrados.

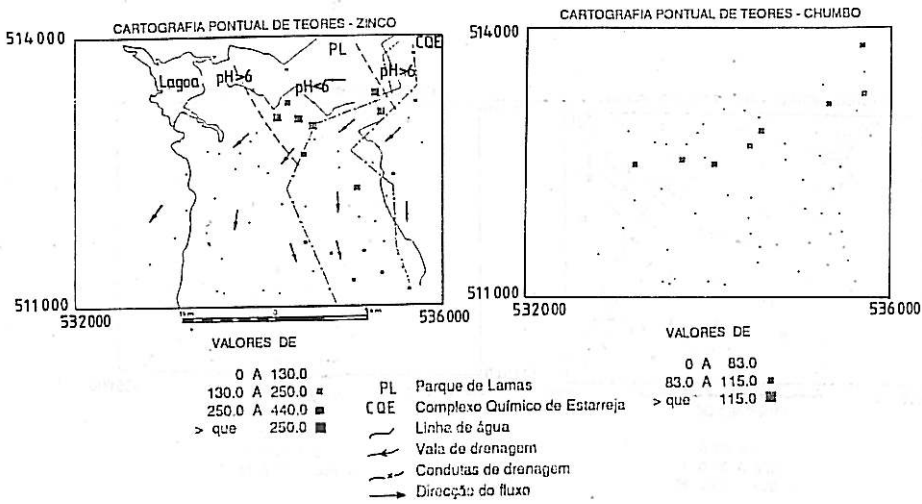


Fig. 5 - Zn e Pb : imagens anómalas

O estudo dos valores de pH e dos teores de Zn permitiu-nos verificar que aos pontos anómalos de Zn correspondem valores inferiores a 6 e que a um aumento dos valores de pH (no sentido do fluxo) está associada uma diminuição acentuada dos teores de Zn. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Cameron quando do estudo da diminuição dos teores de Cu, Zn e Pb em função da variação dos valores de pH (Cameron, 1977).

Saliente-se que a área anómala situada junto ao Esteiro de Estarreja caracterizada por teores elevados de Cu, Co, Ni e Cd, tem a sua origem na acção conjunta das valas e condutas de drenagem dos efluentes líquidos das indústrias pertencentes ao CQE.

Sendo a imagem do Cu, Co, Ni e Cd semelhante à imagem definida para o Cl^-, SO_4^{2-}, Na e Mg (Fig.3) pode-se admitir que as valas e condutas de drenagem dos efluentes líquidos contribuem de maneira significativa para a definição das imagens anómalas obtidas nos dois conjuntos de espécies iónicas e elementos estudados.

Tendo em atenção os teores excessivamente elevados de Cu, Pb, Zn, Co, Ni e Cd detectados no aquífero superficial da zona (teores médios nas águas: Cu-3 ppb; Zn-20 ppb; Pb-3ppb; Co-0.1ppb; Ni-1.5ppb; Rose et al., 1979), podemos considerar que os teores encontrados na zona traduzem uma componente poluítiva em elementos metálicos.

6. CONCLUSÕES

O estudo do impacto ambiental num aquífero superficial implica a sua caracterização em termos geológicos, o conhecimento da sua hidrodinâmica e a detecção das zonas eventualmente contaminadas.

1- A natureza geológica dos terrenos inferida da análise da carta geológica e complementada pelo estudo dos logs de 60 sondagens permitiu concluir sobre a partição dos vários ambientes e seu desenvolvimento e também sobre a arquitectura sequêncial dos mesmos.

2- Quando da definição e evolução da rede de fluxo verificou-se que o nível freático acompanha fundamentalmente a topografia, que a base impermeável é praticamente horizontal, que o fluxo local apresenta uma abertura em leque e que no conjunto das duas campanhas efectuadas não existem variações significativas da direcção do fluxo.

3- O posicionamento preferencial de certas espécies iónicas e elementos vestígiais em zonas localizadas, quer Junto ao Esteiro de Estarreja, quer na zona de influência do Parque de Cinzas localizado perto do CQE, é explicado pela acção conjunta do fluxo subterrâneo e de valas e condutas de drenagem dos efluentes líquidos do Complexo.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Departamentos de Geociências e de Química da Universidade de Aveiro, as facilidades concedidas quando da execução do presente trabalho.

8. BIBLIOGRAFIA

AHRENS, L. H. (1954 b) - The lognormal distribution of the elements 2. Geochimica et Cosmochimica Acta Vol. 6 : 121 - 131.

AMADO, F. ; FERREIRA DA SILVA, E.; COSTA DUARTE, A. e CARDOSO FONSECA, E. (1989) - Aplicação da cromatografia iónica no controle de qualidade de águas. Geociências, Rev. Univ. de Aveiro, Vol. 4 Fasc. 1 : 87 - 95.

ASTM (1982) - American Society for Testing and Materials, Annual Book of ASTM Standarts. Water Environmental Technology, Vol. 11.01.

BARROSA, L. (1985) - Principais fontes poluentes da Ria de Aveiro com origem na zona de Estarreja.*Jornadas da Ria, Câmara Municipal de Aveiro*, Vol. 1: 73 - 86

CAMERON, E. M. (1977) - Geochemical dispersion in lake waters and sediments from massive sulfide mineralization, Agricola Lake area, Nortwest Territories. J. Geochem. Explor. 7: 327 - 348.

EPA - Environmental Protection Agency (1984) - Methods for chemical analysis of water and wastes. Environmental Monitoring and Support Laboratory.

FERREIRA MAGALHÃES, M.C. (1989) - Química de formação dos minerais secundários contendo Arsenatos e Fosfatos (Tese de Doutouramento). Universidae de Aveiro: 353 pp .

HALL, A. e CASIMIRO GODINHO, M. (1980) - Concentration of trace metals from natural waters by freeze-drying prior to flame atomic absorption spectrometry. Analytica Chimica Acta, 113; 369 - 373 pp

HELSEL, D. R. (1987) - Advantages of non parametric procedures for analysis of water quality data. Hidrological Sciences - Journal des Sciences Hydrologiques 32 (2.6): 179 - 190.

KANE, V. E. (1979) - Fitting a three- parameter lognormal distribution with applications to hydrogeochemical data from the NURE program. DOE Rept GJBX - 175 (79): 52 pp.

LEPELTIER, C. (1969) - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Econ. Geology, Vol. 64 : 538 - 550 pp.

MOITINHO de ALMEIDA, F. e ZBYSZESVSKI, G. (1948) - Contribuição para o conhecimento dos terrenos quaternários de Estarreja. Comun.Serv. Geol. de Portugal,.Tomo XVIII ; 104 pp

MOITINHO de ALMEIDA, F. e ZBYSZESVSKI, G. (1949) - Contribuição para o conhecimento dos terrenos quaternários de Estarreja. Comun. Serv. Geol. de Portugal, Tomo XXIV ; 120 pp

NICOLLI, H. B.; SURIANO, J. M.; GOMES PERAL, M. A.; FERPOZZI, L. H. and BALEANI, O. A. (1989) - Groundwater contamination with Arsenic and other Trace Elements in a Area of the Pampa, Province of Córdoba, Argentina.Environ. Geol. Water Sci., Vol. 14, Nº1: 3- 16 pp.

PELAEZ ALBERO, M. D. (1983) - Hidrodinamica en formaciones semipermeables a partir de la composition quimica e radioisotopica del agua intersticial: aplication a los limos intermédios del delta de Llobergat. Tese de Doutouramento, Barcelona: 336 pp.

SERRANO, L. (1979) - A carga em suspensão transportada pelo rio Cértima. Primeira abordagem. Bol. do Mus. e Lab. Min. e Geol. da Faculdade de Ciências, Vol. 16 (1) : 285 - 295.

SINCLAIR, A. J. (1976) - Applications of probability graphs in Mineral Exploration. Association of Exploration Geochemists Special Volume nº4 : 95 pp.

SNYDER, W. M. and WALLACE, J. R. (1974) - Fitting a three-parametrs lognormal distribution by least squares. Nordic Hydrology, 5(3): 129 - 145.

SOUZA BRANDÃO, V. (1914) - A faixa ocidental das phyllites porphyroblásticas do Precâmbrico do Distrito de Aveiro. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal , Tomo X : 78 - 143 pp.

TEIXEIRA, C. (1946) - Essai sur la paleogeographie du littoral portugais au nord du Vouga. Petrus Nomius, Vol . VI , fasc . 3-4 : 6 - 27.

TEIXEIRA, C. (1962) - Carta Geológica de Portugal 1 / 50.000. Notícia Explicativa da Folha 13-C (OVAR).Serviços Geológicos de Portugal : 18 pp.

TEIXEIRA, C. e GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à geologia de Portugal. INIC, Lisboa: 475 pp.

ZBYZSESVSKY G. (1958) - Le Quaternaire du Portugal. Bol.Soc. Geol. de Portugal, Vol. XIII, Fasc. I e II , Porto.

IV ENCONTRO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

MODELAÇÃO MATEMÁTICA DA RIA DE AVEIRO

ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA APOIO DA SUA GESTÃO INTEGRADA

Mário Teles (1), Manuela Del Negro (2)
e Daniel Rodrigues (3)

---

(1) - Mário Teles, Engenheiro Hidrógrafo pela ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE DE TECNIQUES AVANCÉES (ENSTA, Paris).

(2) - Manuela Del Negro, Licenciada em Ciências Físico-Químicas.

(3) - Daniel Rodrigues, Doutor em Física pela Faculdade de Ciências de Lisboa (FCL).

Correspondências para: HIDROPROJECTO, Consultores de Hidráulica e Salubridade, S.A., Avenida Marechal Craveiro Lopes, Nº 6, 1700 Lisboa.

SUMÁRIO

Neste Trabalho expõe-se: o tratamento que se efectuou com a informação topo-hidrográfica disponível da Ria de Aveiro, com o objectivo de determinar as tendências de evolução dos fundos da Ria e de construir malhas bidimensionais; e expõe-se a metodologia para a aplicação de um sistema de modelos matemáticos para apoio da gestão integrada na Ria.

No tratamento da informação topo-hidrográfica recorreu-se a métodos objectivos de tratamento da informação e organizou-se um sistema de reprodução gráfica assente em CAD.

Relativamente à modelação matemática da Ria, apresenta-se os resultados da calibração de um modelo matemático cujo domínio de cálculo se estende à quase totalidade da Ria e de um modelo matemático do troço do Canal de Mira compreendido entre a Barra e a Vagueira.

Este Trabalho constitui uma síntese do Relatório de Progressão sobre o mesmo tema elaborado em Dezembro de 1989 para a Junta Autónoma do Porto de Aveiro (JAPA).

Palavras-Chave: Modelação Matemática

1. ALTERAÇÕES HIDROGRÁFICAS NA RIA DE AVEIRO

1.1 - Métodos utilizados na Avaliação das Alterações Hidrográficas

A avaliação da evolução batimétrica da Ria assentou na comparação dos levantamentos hidrográficos gerais efectuados em 1952-53 e 1987-88.

O levantamento de 1952-53 foi realizado pela Direcção dos Serviços Marítimos (DSM). Está representado em 76 pranchetas de sondagem, elaboradas na escala de 1/5000. Procedeu-se à digitalização de todas as sondas da parte molhada da Ria, e dos pontos cotados até ao nível de 4.0 metros acima do Zero Hidrográfico, totalizando cerca de 70 000 pontos coordenados.

O levantamento de 1987-88 foi realizado pelo Instituto Hidrográfico (I.H). A informação relativa à zona molhada foi cedida em suporte magnético (disquetes), sob a forma de ficheiros XYZ, que totalizam cerca de 85 000 pontos sondados. O esquema de cobertura hidrográfica deste levantamento é compatível com uma representação na escala 1/5000.

A comparação dos levantamentos hidrográficos referidos foi feita recorrendo ao método de Monte Carlo e recorrendo a um Modelo Triangular de Terreno.

O método de Monte Carlo, Referência |4|, para o cálculo de integrais múltiplos tem sido aplicado na HIDROPROJECTO para o processamento da informação contida nas pranchetas de sondagem dos levantamentos hidrográficos. De facto, a elaboração de um modelo numérico bidimensional ou tridimensional de um estuário ou de uma região costeira requer que o domínio de cálculo seja representado numa grade, com malha uniforme ou não. A cada elemento da grade é atribuído um valor de profundidade. O processamento da digitalização da topografia do fundo deve conduzir à determinação de um valor da profundidade para cada elemento da grade, que satisfaça à propriedade de manter invariante o volume do domínio de cálculo em relação ao protótipo.

O Modelo Triangular é um Modelo Digital de Terreno, DTM, que foi desenvolvido pela GWN Systema Inc., Referência |5|. Trata-se de um modelo triangular aplicável em princípio a qualquer tipo de terreno. O sistema contém um conjunto de módulos que permite, com flexibilidade, a exploração do modelo entretanto elaborado, tendo em vista a análise pormenorizada de alterações topográficas naturais ou planeadas. Tem a vantagem de poder ser acoplado ao CAD e de proporcionar, por conseguinte, extenso apoio gráfico.

1.2 - Alterações Hidrográficas Gerais

Pode afirmar-se que nas zonas mais espraiadas da Ria de Aveiro onde não houve dragagens, se verificou, no período de 1952-53 a 1987-88 uma tendência geral para o assoreamento. Nos troços da Ria onde existe um canal bem marcado verificou-se em geral a manutenção e, em alguns casos, um aprofundamento do mesmo. Esta conclusão assenta na análise comparativa dos levantamentos hidrográficos gerais da Ria, já referidos anos de 1952-53 e de 1987-88.

Neste período de 35 anos, estimou-se um aprofundamento médio do fundo da Ria de 0,4 metros. A este aprofundamento corresponde um volume de 3.42×10^7 m^3. Estes valores são o resultado de uma erosão média de 1.3 m numa área de 4.47×10^7 m^2, ao qual se contrapõe um assoreamento médio de 0.6 m numa área de 3.47×10^7 m^2 e um balanço nulo numa área de 5.18×10^6 m^2. A área total da Ria foi estimada em 8.46×10^7 m^2. Deve notar-se que a designação de erosão compreende o efeito das dragagens e só este facto poderá justificar os resultados obtidos.

A Figura 1 mostra as zonas da Ria que sofreram erosão e sedimentação no período de 1953 a 1988. Esta figura representa a diferença entre as profundidades médias das malhas calculadas para aquelas datas, referidas a uma malha regular de 100 x 100 metros. Para a determinação do valor médio da profundidade em cada célula da malha aplicou-se o método de "Monte Carlo" de cálculo de integrais múltiplos, referido anteriormente.

A Figura 1, foi elaborada para o valor de 0,1 metros da tolerância associada ao cálculo da diferença entre as sondas médias das malhas de um e outro levantamento. Assim, nesta figura só foram representadas como células de erosão e assoreamento as células onde a diferença entre as sondas médias calculadas é, em valor absoluto, superior a 0.1 metros.

Além da aplicação do método de "Monte Carlo", ensaiou-se a análise comparativa dos levantamentos de 1952-53 e 1987-88, em secções transversais da Ria, com base no método "GWN-DTM - Digital Terrain Model", (Modelo Digital de Terreno). As Figuras 2, e 3 exemplificam os resultados obtidos. Existe concordância entre os resultados obtidos com o método de Monte Carlo e com o método DTM. Tornou-se assim possível fornecer à JAPA e ao GRIA uma descrição pormenorizada das alterações hidrográficas em cada canal da Ria de Aveiro.

2. MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA

2.1 - Metodologia para a elaboração de um Sistema de Modelos para a Ria

A elaboração de modelos parciais da Ria - que posam ser operados em micro-computador - designadamente na parte central da rede de canais, implica a sua concepção como sub-modelos de um modelo aplicável à totalidade ou à quase totalidade da laguna. Através da elaboração de um modelo geral da Ria, torna-se possível gerar condições de fronteira em secções transversais no interior do domínio, onde a direcção das correntes seja sensivelmente perpendicular à respectiva secção.

No caso do Canal de Mira, pode considerar-se, com grande aproximação, que o seu funcionamento hidrodinâmico é independente do da restante rede de canais. De facto, obtiveram-se bons resultados na calibração de um modelo do Canal de Mira, no qual foram especificadas como condições de fronteira, para uma secção do Canal situada a montante da extremidade Oeste do Triângulo das Correntes, as alturas de água relativas ao marégrafo da Barra.

Os modelos que se elaboraram são modelos bidimensionais no plano horizontal, de diferenças finitas (Leendertse, 1978, Referências |1| e |2|). Foram introduzidas algumas modificações no algorítmo original por forma a poder-se formular os modelos e sub-modelos da Ria, se necessário, numa malha com DELTAX - DELTAY, podendo estes parâmetros ser, além disso, variáveis.

Nos domínios em que as hipóteses de aplicação são verificadas, o modelo de Leendertse tem demonstrado constituir uma aplicação muito potente na determinação estrutural da circulação e do transporte de substâncias dissolvidas. Além deste aspecto, o modelo de Leendertse trata muito rigorosamente o problema dos espraiados de maré, através da inclusão de sub-rotinas em que são efectuados permanentemente ao longo do cálculo testes de alagamento e secagem das células de cálculo. A Ria de Aveiro é uma região lagunar onde as profundidades são pequenas, e em que a geometria varia consideravelmente ao longo do período de propagação da maré. Trata-se, por conseguinte, de um domínio apropriado à aplicação de um modelo deste tipo.

2.2 - Formulação do Modelo Principal da Ria

No Modelo Principal da Ria adoptou-se uma malha de cálculo com DELTAX = 100 metros e DELTAY = 200 metros. A dimensão desta malha é de 150 x 100 células. A direcção N-S da malha faz um ângulo de 15 graus com o Norte geográfico. Esta orientação corresponde sensivelmente à orientação geral da Ria na direcção da sua máxima extensão e à orientação geral dos seus principais canais. Esta orientação da malha é a mais favorável para aplicação do modelo de Leendertse a um domínio recortado como o da Ria de Aveiro, devido ao esquema numérico nele adoptado. A malha de cálculo foi construída recorrendo ao método de Monte Carlo.

Foram especificadas alturas de água na fronteira Oeste do Modelo. Fez-se coincidir a fronteira com uma secção do canal da barra localizada perto do extremo do molhe da Meia-Laranja, no local onde está instalado o marégrafo principal do Porto de Aveiro. Recorreu-se às constantes harmónicas calculadas pelo I.H. para este marégrafo e aos valores das componentes de longo período da onda de maré (designados geralmente por FF's e UU's) para efectuar a síntese harmónica da maré na secção da fronteira nos períodos com interesse para as simulações. As séries temporais de alturas de água que constituem as condições de fronteira do Modelo foram calculadas em intervalos de 6 minutos.

2.3 - Ensaios de Calibração do Modelo Principal da Ria

A calibração do modelo assentou na comparação, em diversos locais da Ria, entre os resultados do cálculo das alturas de água e os resultados da síntese maregráfica. Para efeito de calibração do Modelo Principal da Ria, recorreu-se à síntese maregráfica nos seguintes postos da Rede Principal: Costa Nova, Vagueira, Ponte Cais, Parrachil e Varela.

Para além da parametrização do atrito, o processo de calibração envolveu testes de sensibilidade aos valores das profundidades e à influência das sub-rotinas do modelo que efectuam o tratamento dos espraiados de maré. Fica em aberto, nesta fase, o estudo da necessidade de impôr condições de vento à superfície, - o que o modelo permite - prevendo-se que se possa obter com isso um refinamento dos resultados.

Existe um bom acordo entre os valores calculados e os valores sintetizados nos marégrafos da Costa Nova e da Vagueira - Figuras 4 e 5 - quer no que se refere às amplitudes, quer no que se refere às fases. Pode verificar-se que a onda de maré chega bastante deformada à Vagueira, devido a uma forte interferência na sua propagação dos factores de atrito e da geometria do Canal. Contudo, o Modelo reproduz com bastante fidelidade essa deformação.

A Figura 6 mostra a comparação efectuada no marégrafo da Ponte-Cais, situado na Zona Portuária, no canal que dá acesso, para montante, ao Canal da Cidade e ao Canal de Ilhavo. Verifica-se que contínua a existir um bom acordo de fase e de amplitude entre os valores do Modelo e os valores da síntese maregráfica. Nota-se, no entanto, um desvio ligeiro da curva de maré calculada nas proximidades dos Preia-Mares.

Na Figura 7 representa-se a comparação entre os valores calculados e sintetizados no marégrafo da Varela. No primeiro preia-mar do período de 24 horas que foi simulado, verifica-se um desvio significativo dos valores calculados em relação aos valores da síntese. No entanto, na continuação do cálculo, produz-se o ajustamento da solução, podendo considerar-se bom o acordo obtido a partir da 12ª hora de simulação, designadamente no segundo Preia-Mar.

A Varela situa-se já a uma distância considerável da barra. O desfasamento da maré na Varela em relação à maré da barra é apreciável. Nestas condições, torna-se necessário desenvolver um método que permita estabelecer condições iniciais mais apropriadas, por forma a não se tornar necessário um prolongamento excessivo do tempo de cálculo. As condições iniciais que se utilizarem nestes ensaios de calibração consistiram basicamente em atribuir uma altura de água igual em todo o domínio de cálculo.

Nas Figuras 8 e 9 estão representados os campos da velocidade correspondentes a duas fases da maré do período de 24 horas do ensaio de calibração. A indicação da fase da maré que consta nas legendas refere-se ao marégrafo da Barra. A estrutura da circulação nos principais canais da Ria está de acordo com os dados de correntes recolhidos pelo IH, e publicados nos Relatórios da Referência |6|.

3. MODELO BIDIMENSIONAL DO CANAL DE MIRA

3.1 - Formulação do Modelo do Canal de Mira

A formulação de um modelo para o Canal de Mira assentou na hipótese de um comportamento hidrodinâmico independente deste Canal em relação aos restantes canais da Ria.

Parece existir, de facto, uma acentuada separação dos fluxos provocada pelo Triângulo das Correntes. O Canal que liga o Forte da Barra ao Canal de S. Jacinto, que é utilizado pelas lanchas da carreira de S. Jacinto, apenas parece ter uma influência local no acoplamento do canal de S. Jacinto com o Canal de Mira. Durante uma observação expedita que se efectuou junto ao Forte, estimaram-se períodos de oscilação de correntes alternativas de cerca de 1 minuto, numa fase de meia maré. Este facto mostra que através daquele canal se produz um ajustamento muito rápido dos níveis de água dos dois principais canais da Ria naquela zona. Por isso, a série de alturas residuais relativas aos dois canais pode ser considerada uma série temporal de ruído não significativa no que respeita à propagação da maré na Ria.

A malha de cálculo do canal de Mira constitui uma sub-região da malha utilizada no processo determinação das alterações hidrográficas da Ria pelo Método de Monte Carlo. Trata-se, de uma malha em que DELTAX = DELTAY = 100 metros. O domínio de cálculo foi estendido até ao Areão, sendo as suas dimensões de 154 x 21 células. A montante da Vagueira, considera-se, porém, que a simulação bidimensional perde algum significado e por conseguinte não se representaram os resultados. O Modelo do Canal de Mira foi excitado através da especificação de alturas de água numa secção transversal situada na desembocadura do Canal, a montante do extremo Oeste do Triângulo das Correntes.

3.2 - Resultados do Modelo do Canal de Mira

A comparação entre as curvas de maré calculadas e sintetizadas nos marégrafos da Costa Nova e da Vagueira é semelhante à que se obteve na calibração do Modelo Principal da Ria. O acordo que se obtém entre os dois tipos de valores é bom, quer em fase, quer em amplitude.

A Figura 10 representa dois campos da velocidade no troço do Canal de Mira compreendido entre a Barra e a Vagueira. Este modelo representa os aspectos mais significativos da circulação no troço. O seu pormenor é suficiente para se poder vir a simular alterações significativas da geometria limite neste canal.

4. CONCLUSÕES

4.1 - Sobre o Tratamento da Informação Topo-Hidrográfica da Ria

O tratamento da informação topo-hidrográfica da Ria visou determinar as tendências de evolução dos fundos da Ria nas últimas décadas. As comparações que se efectuaram entre os levantamentos hidrográficos gerais da Ria de 1987-88 (IH) e de 1952-53 (DSM), apontam para o assoreamento das zonas de espraiado e para a manutenção ou aprofundamento das zonas de canal.

No processamento dessa informação, recorreu-se extensivamente ao sistema de CAD. Os ficheiros que se construiram, podem constituir o essencial de uma base de dados topo-hidrográficos da Ria, para utilização da JAPA e de outros organismos, designadamente do Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA).

4.2 - Sobre a Elaboração de Modelos Matemáticos da Ria

Foram elaborados dois modelos matemáticos da hidrodinâmica da Ria: um modelo quase-geral da Ria e um modelo do Canal de Mira.

A elaboração do primeiro modelo, que se designou por Modelo Principal da Ria, visa principalmente a determinação posterior de condições de fronteira para a elaboração de sub-modelos em sub-regiões da Ria. O modelo do Canal de Mira simula com bastante rigor a hidrodinâmica desse Canal. Pode ser desde já aplicado ao estudo do impacto sobre o campo das correntes e sobre a propagação da maré, de alterações na geometria limite do Canal de Mira.

Os trabalhos subsequentes de modelação matemática consistirão no refinamento da calibração do Modelo Principal da Ria, na elaboração de sub-modelos de hidrodinâmica e de qualidade da água, e na sua adaptação para utilização na óptica do utilizador.

BIBLIOGRAFIA

|1| - LEENDERTSE, J.J. - Aspects of a Computational Model for Long-Period Water-Wave Propagation, RM-5294-PR, Maio de 1967, The Rand Corporation, Santa Monica, California.

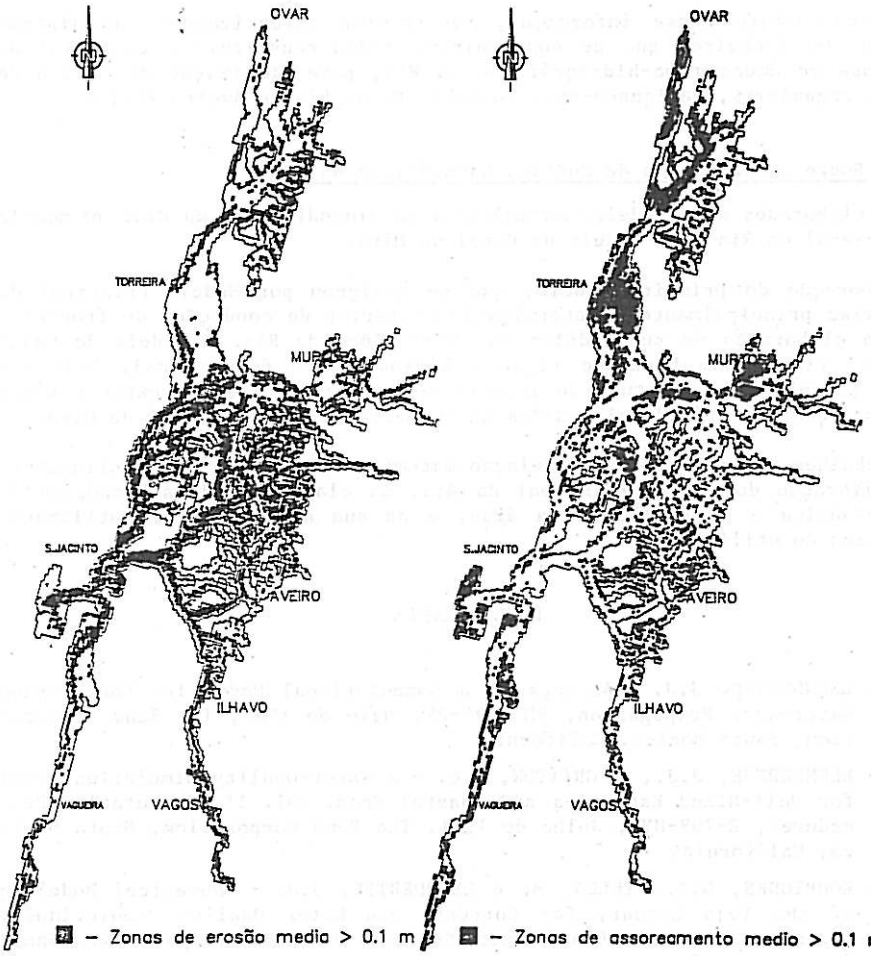
|2| - LEENDERTSE, J.J., e GRITTON, E.C. - A Water-Quality Simulation Model for Well-Mixed Estuaries and Coastal Seas: Vol. II, Computation Procedures, R-708-NYC, Julho de 1971, The Rand Corporation, Santa Monica, California.

|3| - RODRIGUES, D.A., TELES, M. e LEENDERTSE, J.J. - "Numerical Modeling of the Tejo Estuary for Currents and Water Quality Predictions", Dezembro de 1982, Rand Paper Series, The Rand Corporation, Santa Monica, California.

|4| - DEMIDOVICH, B.P., e MARON, I.A. - Computational Mathematics, 1973, MIR Publishers, Moscovo.

|5| - GWN SYSTEMS INC - Digital Terrain Model.

|6| - INSTITUTO HIDROGRÁFICO - Recolha e Processamento de Dados de Marés, Correntes, Temperaturas e Salinidades na Ria de Aveiro.

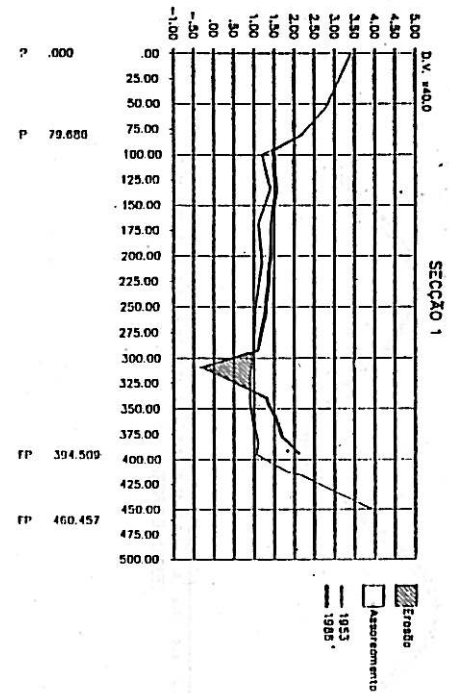


■ – Zonas de erosão media > 0.1 m ■ – Zonas de assoreamento medio > 0.1 m

•Escala 1:200.000

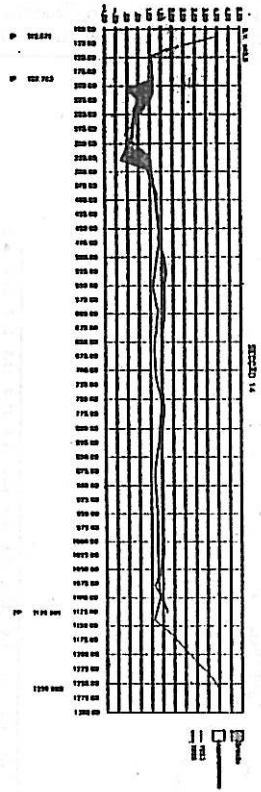
Método de "Monte Carlo". Malha: $\Delta X = \Delta Y = 100$ m

COMPARAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS HIDROGRÀFICOS DE 1952/3 E 1987/8	FIG. 1



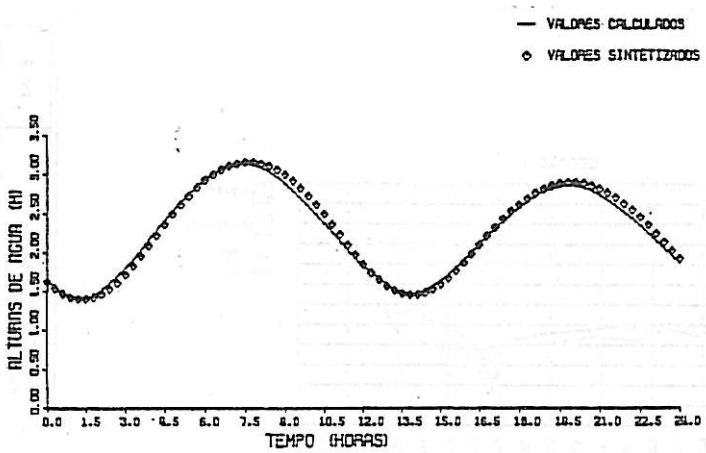
SECÇÃO TRANSVERSAL No.1
CANAL DO CARNEGAL

FIG. 2



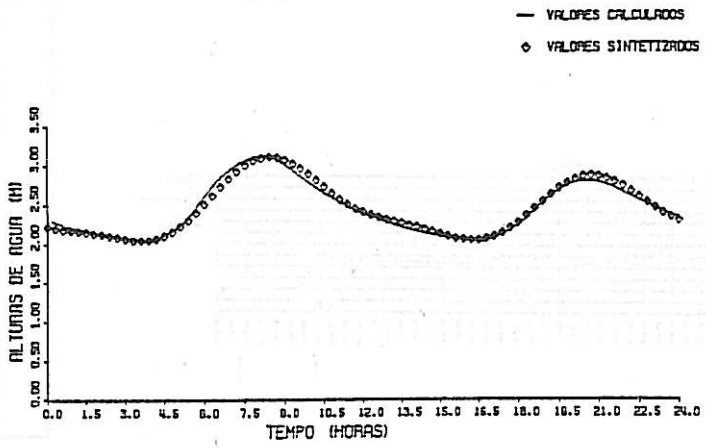
SECÇÃO TRANSVERSAL No.14
CANAL DE MIRA

FIG. 3



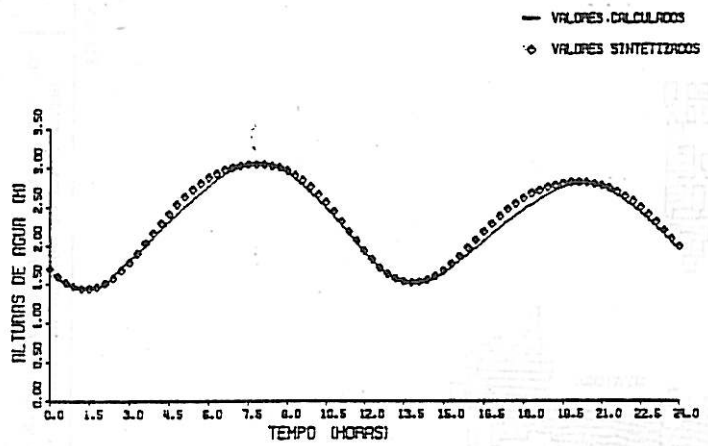
MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CALIBRAÇÃO – ALTURAS DE ÁGUA NA COSTA NOVA

FIG. 4



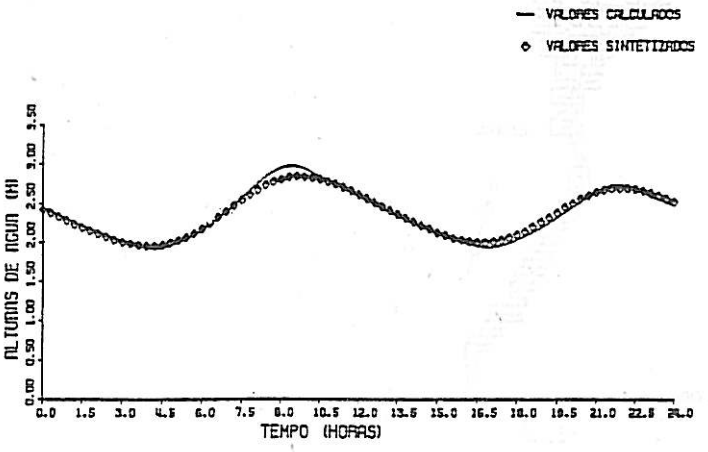
MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CALIBRAÇÃO – ALTURAS DE ÁGUA NA VAGUEIRA

FIG 5



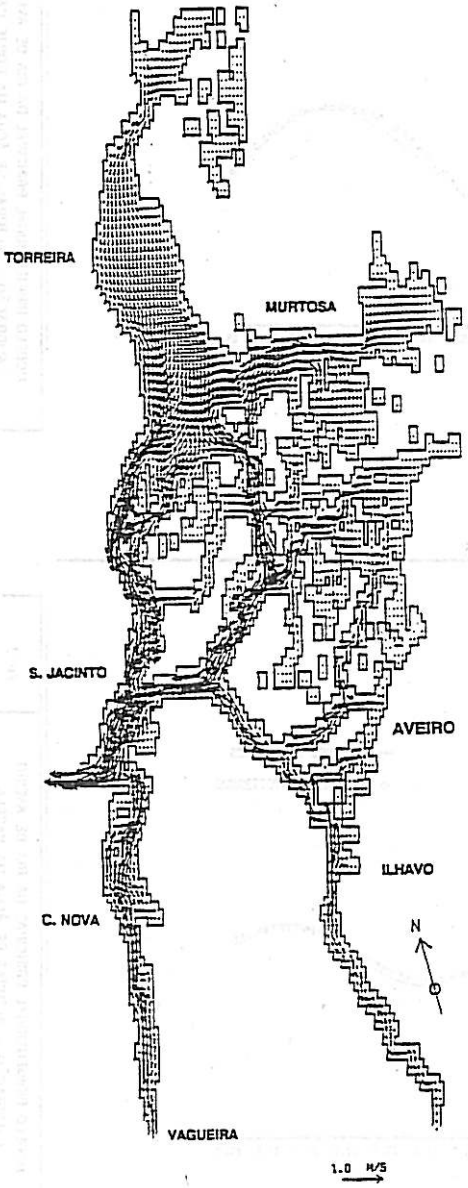
MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CALIBRAÇÃO - ALTURAS DE ÁGUA NA PONTE CAIS

FIG.6



MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CALIBRAÇÃO - ALTURAS DE ÁGUA NA VARELA

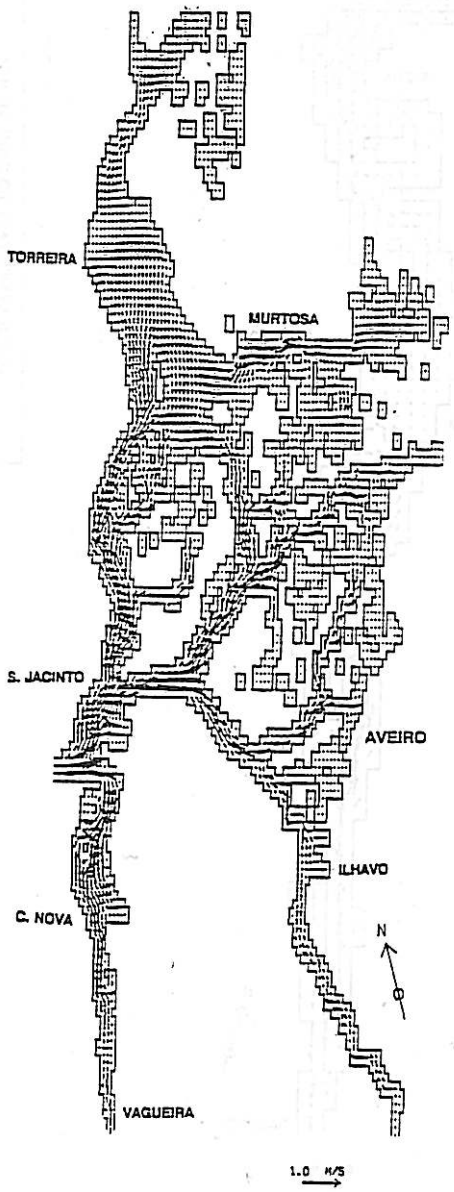
FIG.7



ESCALA 1/100 000

MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CAMPO DA VELOCIDADE (m/s) – FASE DA MARÉ: BM – 2.0h

FIG 8



ESCALA 1/100 000

MODELO BIDIMENSIONAL PRINCIPAL DA RIA DE AVEIRO
CAMPO DA VELOCIDADE (m/s) - FASE DA MARÉ: PM - 3.0h

FIG.9

FASE DA MARÉ: PM - 3.0h

FASE DA MARÉ: BM + 2.0h

ESCALA 1/30 00

MODELO BIDIMENSIONAL DO CANAL DE MIRA
CAMPOS DE VELOCIDADE (m/s)

FIG.10

UMA SOLUÇAO INTEGRADA PARA A RESOLUÇAO DOS PROBLEMAS DE POLUIÇAO DOS RECURSOS HIDRICOS NO BAIXO VOUGA E DA RIA DE AVEIRO

AN INTEGRATED APPROACH TO THE POLLUTION PROBLEMS ON AVEIRO REGION

AMBROSIO, Amílcar(1)
AMBROSIO DE SOUSA, Ana(2)

---

(1) - Professor Convidado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente).
Consultor Técnico da AMBIO, Consultores de Engenharia e Tecnologia do Ambiente, Lda.

(2) - Assistente Convidado do Instituto Superior Técnico (Departamento de Engenharia Civil).
Consultor Técnico da AMBIO, Consultores de Engenharia e Tecnologia do Ambiente, Lda.

SUMÁRIO

Propõe-se uma solução global radical, que se revela não só competitiva em termos de custos como, sobretudo, em termos funcionais e operacionais: um só emissário submarino, a enraizar a sul da Barra, com uma estação de tratamento associada, e um sistema de 95 km de interceptores dele tributários, para atender a cerca de 60% dos habitantes-equivalentes previsíveis em 2010 em toda a bacia do Vouga e nas outras que são também tributárias da Ria de Aveiro, em cerca de 1000 km^2 de superfície atendida, então com uma densidade de 1700 hab-eq./km^2 (em termos de caudal) e de 3800 hab-eq./km^2 (em termos de carga orgânica).

Palavras Chave: Soluções integradas; emissários submarinos; tratamento conjunto de efluentes municipais e industriais

ABSTRACTS

In this paper is proposed a very unusual solution in this country, regarding the drainage, treatment and final disposal of industrial and municipal wastewaters through a system including 95 km of interceptors, one big wastewater treatment plant and one sole submarine outfall desserving about 1000 km^2 and 3.8×10^6 population equivalent, on Aveiro Region.

Key Words: Integrated solutions; submarine outfalls; combined wastewater treatment.

CONSIDERAÇÕES PREVIAS

1. Está em curso, em fase terminal, a elaboração de um estudo de caracterização da situação actual e de análise da problemática do aproveitamento e da gestão dos recursos hídricos na Bacia do Vouga que foi, pela DGRN, cometido à COBA - Consultores para Obras, Barragens e Planeamento, SA, e que teve em vista a futura instalação da administração dos recursos hídricos do Centro. Esta empresa subcontratou, para os temas da "qualidade da água" e do "saneamento básico", a colaboração da equipa na qual se integram os autores desta comunicação. Um dos objectivos daquele estudo pertinentes aos temas indicados é o da definição das grandes linhas da solução global do controlo das cargas poluentes e do tratamento de efluentes, com a caracterização das situações críticas exigindo acções prioritárias - concomitantemente com (1) o desenvolvimento de soluções concretas, ao nível de estudo prévio sumário e (2) a definição de programas de estudos complementares.

2. A data da redacção desta comunicação as propostas de soluções global e concretas para a despoluição do Baixo Vouga (designadamente a jusante da confluência do Caima) e das outras linhas de água que confluem na Ria de Aveiro, preparadas no âmbito do estudo referido, não foram ainda formalmente apresentadas à DGRN, e, por isso, elas responsabilizam apenas os seus autores. Dado, no entanto, a realização deste novo Encontro Nacional de Saneamento Básico, exactamente em plena região do estudo, e contemplando um painel subordinado ao título Ria de Aveiro: que futuro?, julgaram os autores poder, assim, fomentar, de modo oportuno e com pertinência, um debate sobre uma solução inteiramente radical de uma das mais paradigmáticas situações de degradação do meio ambiente no nosso País.

3. Sofremos, ainda, naquilo que é a dimensão das soluções para os problemas da poluição dos recursos hídricos, de uma visão limitada que leva a equacionar, no limite e por absurdo, numa dispersão de infraestruturas e de investimentos, cada fábrica e cada aglomerado populacional (por mais pequenos que uma e outro sejam), como um caso isolado a ser atendido com inteira independência dos restantes situados a uma escala territorial mais vasta. Esta limitação reflecte uma desfasagem e uma insensibilização para a natureza e implicações dos problemas que estão em jogo. Há, no entanto, exemplos, embora ainda muito poucos, de concepções rasgadas, de escala regional multi-concelhia, entre os quais o sistema de saneamento da Costa do Estoril, em curso de execução, e o da despoluição do Médio Ave |AMBROSIO et all (1988)|, cujo processo de preparação e lançamento de concursos para obras está em fase adiantada.

4. E-se sensível, e está-se preparado, mesmo nas instâncias políticas de decisão, para se ir captar água lá onde ela exista, na quantidade e qualidade desejadas - as implicações, na saúde pública, da água para consumo humano apresentando-se de forma cada vez menos questionável, motivam adesões às soluções que sejam, comprovadamente, tecnicamente mais correctas e com os custos que lhe forem inerentes. Captar água no Zêzere para abastecer Lisboa, ou equacionar um sistema regional de abastecimento no Algarve ou, ainda, a solução do Carvoeiro para o Baixo Vouga - são apenas alguns exemplos de visões rasgadas no âmbito dos recursos hídricos. Ao invés, a drenagem, tratamento e destino final das águas residuais comunitárias ou industriais são questões entendidas como "domésticas", "privadas" - e daí os números de ETARs por km^2 em soluções previstas para certas zonas do País.

5. Não se tem, por vezes, em conta que despoluir não implica apenas tratar águas residuais: de há muito que pressupõe tratamento e destino final (das fases líquida e sólida) e, mais recentemente, passou também a implicar,

a montante do tratamento, medidas de contenção de gastos e recuperações onde e sempre que economicamente justificáveis. A correcta consideração de cada uma das vertentes da despoluição, em particular no que respeita às do tratamento e destino final, pode, em certas situações, levar a ampliar a dimensão de uma solução (eventualmente a regionalizá-la): se o meio receptor mais próximo não tiver capacidade de recepção para os efluentes tratados até um certo grau de depuração e se os custos associados ao aumento desse grau passarem a ser exorbitantes, então ou, num extremo, se anula a fonte poluidora (em claro: encerra-se a fábrica) ou, noutro extremo, se procura outro meio receptor com maior capacidade de recepção.

(Naturalmente que toda uma série de medidas intermédias deverão ser equacionadas entre as quais, se aplicáveis, reduções nas cargas poluidoras por alteração nos processos produtivos, e substituições de matérias primas e de produtos químicos associados ao fabrico. Tudo optimizado pode ainda, no entanto, ser-se colocado perante aqueles dois extremos).

O Centro de Produção da Portucel em Viana do Castelo (originalmente, antes das nacionalizações, Celnorte), localizado a cerca de 12 km da costa, descarrega os seus efluentes no mar, através de um emissário submarino (que foi, aliás, o primeiro construído em Portugal), porque então o caudal de descarga era da mesma ordem de grandeza do caudal de estiagem do Lima, que assim não oferecia capacidade de recepção dos efluentes senão com um muito elevado grau de depuração.

6. Nas propostas a apresentar formalmente para a despoluição do Baixo Vouga e das outras linhas de água confluentes na Ria de Aveiro estão subjacentes a própria vivência dos autores da comunicação, de situações que foram permitindo a elaboração de um quadro orientador de concepção e planeamento de pertinentes infraestruturas em cada novo caso, e as reflexões que a realidade nacional vai proporcionando sobre a problemática geral da despoluição dos nossos recursos hídricos.

ESTADO ACTUAL DA QUALIDADE DOS RECURSOS HIDRICOS NO BAIXO VOUGA

7. A informação recolhida permitiu identificar as fontes poluidoras pontuais mais significativas na Bacia do Vouga. A poluição industrial actual é da ordem de 3,5 x 10^6 hab-eq. (em termos de carga orgânica a 54 g CBO_5 a 20ºC/hab.dia), advindo parte considerável dessa poluição de reduzido número de unidades industriais, entre as quais a fábrica de pasta de papel do Caima (831 000 hab-eq.), a fábrica de pasta de papel de Cacia (301 000 hab-eq.), a Quimigal (Estarreja) (307 000 hab-eq.) e a Uniteca (Estarreja) (136 000 hab-eq.), que serão responsáveis por 45% da poluição industrial e cerca de 35% do total da poluição pontual. A esmagadora maioria das cargas poluidoras industriais (e de igual modo as de origem doméstica) são descarregadas em bruto na rede hidrográfica. O nível de atendimento das populações por sistemas públicos de drenagem de águas residuais é ainda muito baixo em toda a região. Tem, por estas razões, inteiro entendimento o grau de degradação actual da qualidade da água na rede hidrográfica.

E quanto à Ria todas as conclusões que resultam de estudos sobre ela feitos quanto aos impactos das descargas poluidoras são francamente preocupantes, em particular no que respeita à contaminação orgânica e por produtos químico-industriais (mercúrio entre outros), à eutrofização e à contaminação microbiológica. Problemas, mesmo que localizados, relacionados com a presença de elevadas concentrações de metais pesados, tóxicos e bioacumuláveis, afectando as cadeias tróficas e pondo em perigo a saúde das populações, a presença de "marés vermelhas" provocadas por "blooms"de dinoflagelados que libertam toxinas, sintomáticas de desequilíbrios mais ou menos profundos no ecossistema da Laguna e a presença de problemas de eutrofização provocada

pelos efeitos cumulativos do excesso de matéria orgânica proveniente das águas residuais e pela poluição difusa - são factores negativos que permitem afirmar não só que a Ria de Aveiro está (continua) poluída mas que as actividades que dela dependem estão (continuam) em perigo.

QUADRO REGULADOR DAS DESCARGAS E DA QUALIDADE DA AGUA NOS MEIOS RECEPTORES

8. O recentemente publicado Decreto-Lei Nº 74/90 estabelece o quadro legal da qualidade da água nos meios receptores e das descargas de águas residuais. No que respeita ao mar, para além de nele serem aplicáveis as normas relativas a águas conquícolas e as pertinentes à qualidade das águas para recreio com e sem contacto directo e nenhuma disposição expressa sua permite excluir a aplicabilidade das normas de descarga ao mar, o Decreto-Lei Nº 74/90 limita-se a consignar, no Nº 5 do Artº 44º, que:

"O licenciamento de qualquer descarga no mar através de emissário submarino só será admitido quando devidamente justificado, após pareceres vinculativos dos organismos competentes dos ministérios responsáveis pelas áreas de defesa, do ambiente, da agricultura, pescas e alimentação e da saúde".

9. Quanto ao mar, no entanto, legislação estrangeira, em particular dos Estados Unidos da América, e Convenções Internacionais, designadamente de Paris e de Londres, bem como certas Directivas da CEE (76/464/CEE, 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE e 88/347/CEE, pelo menos)permitem estabelecer um quadro orientador dos condicionamentos das descargas que nele sejam feitas.

10. A recente Proposta de Directiva da CEE relativa ao "Tratamento das Aguas Residuais Municipais", a ser aprovada, virá a diminuir, significativamente, os graus de liberdade na escolha de soluções de despoluição conformes.

CARGAS DE POLUIÇAO AFLUENTES, AUTO-DEPURAÇAO E CUMPRIMENTO DO QUADRO LEGAL DE QUALIDADE

11. Para determinação das cargas de poluição previsivelmente originadas na região no ano 2010, quer industriais quer comunitárias, foi realizado um levantamento com base nos dados disponiveis que conduziram aos valores totais de, respectivamente, $5,6 \times 10^6$ hab-eq. e $0,6 \times 10^6$ hab, o que põe em evidência o peso da componente industrial.

12. A metodologia utilizada para repartir os caudais e as cargas poluentes, naquele ano, pela rede hidrográfica baseou-se nos seguintes critérios: (1) divisão da bacia hidrográfica nas várias sub-bacias respeitantes aos rios Vouga, Caima, Cértima, Agueda, Antuã, Boco, Vala Velha e Ribeira de Nossa Senhora da Graça; (2) divisão do perfil de cada rio em diferentes secções onde todos os efluentes que drenam para essa secção se consideram concentrados numa única descarga pontual, imediatamente a montante da respectiva secção; (3) as águas residuais domésticas foram consideradas com os caudais respeitantes a cada freguesia, da área geográfica que drena para cada secção, e com as cargas orgânicas respectivas; (4) os efluentes industriais, à parte excepções respeitantes a grandes indústrias de localização bem conhecida, foram considerados concentrados junto à sede de cada freguesia.

13. Obtida a caracterização qualitativa e quantitativa da poluição lançada no Rio Vouga e seus principais afluentes e no Rio Antuã, a qual se supôs sem qualquer tratamento prévio, e ainda com base no apuramento dos caudais dos rios, quer no período de estiagem quer em condições médias anuais, disponiveis nos registos dos escoamentos mensais ao longo dos vários anos

em várias estações localizadas na bacia do Vouga e publicadas pela DGRAH, fez-se a avaliação do correspondente estado de qualidade da água através do estudo da capacidade de auto-depuração.

As equações matemáticas utilizadas para cálculo da capacidade de auto-depuração foram as de Streeter-Phelps e os parâmetros em análise, por razões de simplicidade, apenas a carência bioquímica de oxigénio (CBO) e o oxigénio dissolvido (OD), não obstante ter-se consciência de, pelo menos, os nutrientes e os metais pesados constituirem factores condicionantes.

Não se dispondo de dados concretos sobre a velocidade de escoamento em cada um dos rios, da sua capacidade de arejamento e de oxidação da matéria orgânica, configuraram-se várias hipóteses alternativas de molde a englobar a situação real.

Foram então os seguintes os pressupostos assumidos: (1) as cargas de poluição devidas quer à descarga de águas residuais domésticas quer industriais consideraram-se pontuais e concentradas a montante da área onde são geradas, correspondendo-lhe, então, uma situação mais desfavorável; (2) em termos quantitativos, foram analisadas as situações de estiagem e de médias anuais; (3) em cada um dos períodos foi analisada a qualidade da água para velocidades mínima de 0,15 m/s e máxima de 0,4 m/s (respectivamente mínima e máxima características dum rio lento); (4) tomou-se a temperatura média da água igual a 18°C em condições médias anuais e 20°C na estiagem; (5) para a constante de decaimento, K', a 20°C, assumiu-se o valor 0,30 dia^{-1}, valor este que, sendo característico de esgoto doméstico, se supõe aplicável, e por simplificação, a todas as descargas em jogo; (6) para a constante de rearejamento, K_2, assumiram-se, alternativamente, os valores 0,46 e 1,15 dia^{-1}, característicos, respectivamente, de rios lentos e de rios rápidos, esta segunda alternativa considerada por absurdo; (7) nos trechos da rede hidrográfica a montante de descargas poluidoras, assumiram-se a carência bioquímica de oxigénio a 20°C e a 5 dias de 3 mg/l e o oxigénio dissolvido correspondente a 90% da saturação, à temperatura referida à época em análise.

Na Figura 1 apresentam-se, para as condições médias anuais (na estiagem são obviamente piores), os valores de CBO e OD nas secções identificadas, para os valores mais desfavoráveis da velocidade de escoamento (mais elevada) e constante de arejamento (mais baixa), da análise dos quais se podem retirar as seguintes conclusões: (1) a capacidade de auto-depuração dos rios não é suficiente, mesmo para as condições médias anuais a que correspondem temperaturas mais baixas e maiores caudais de diluição; (2) na maior parte da extensão da rede hidrográfica, nomeadamente no Rio Vouga, a concentração em CBO_5 a 20°C não satisfaz a qualidade mínima (ecológica) prevista nas normas de qualidade agora publicadas.

14. E seguramente necessária a redução de cargas de poluição através de tratamento, essa redução dependendo dos usos fixados para a água nos meios receptores. Estudaram-se então várias alternativas de graus de tratamento e localizações de estações que se sintetizam seguidamente.

Os níveis de tratamento considerados foram: (1) eficiência de remoção de carga orgânica de 85%, correspondente a um nível de tratamento secundário; (2) eficiência tal que o valor máximo de carga orgânica efluente seja de 15 mg/l, correspondente a um nível mais avançado de tratamento.

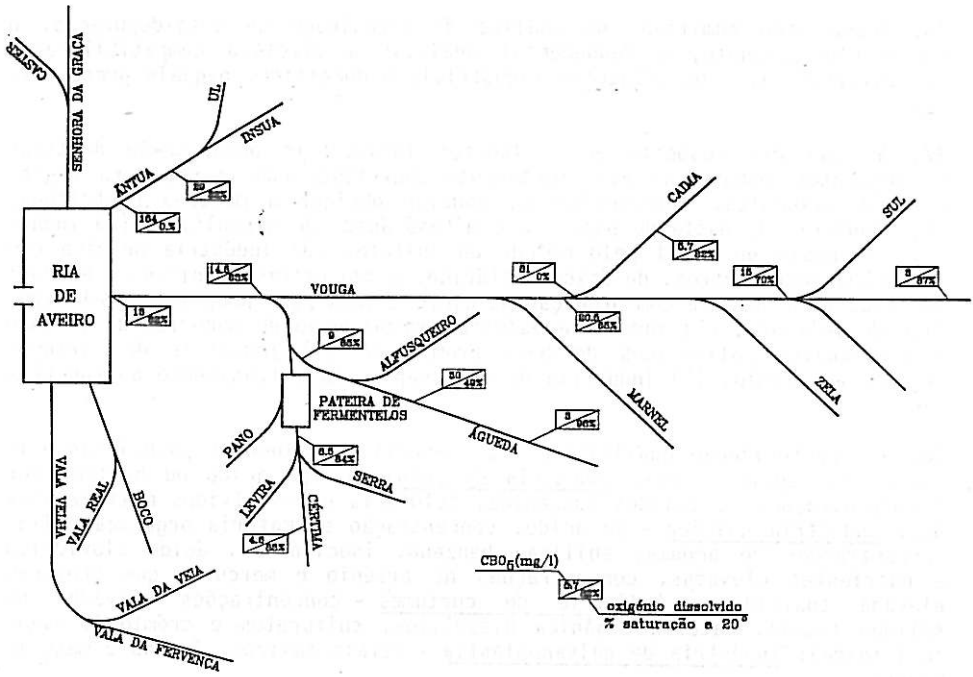


Figura 1 - Concentrações em CBO_5 a 20°C e oxigénio dissolvido nas bacias do Vouga e do Antuã, calculadas para 2010 em condições médias anuais, velocidade de escoamento de 0,40 m/s e constante de rearejamento de 0,46 dia^{-1}, e na hipótese de descargas sem qualquer tratamento prévio

Quanto ao número e localização de estações de tratamento admitiram-se as seguintes alternativas: (1) uma por cada secção de descarga a que atrás se fez referência em (2) do Nº 12; (2) uma por cada secção de descarga a montante da confluência do Caima, e todo o restante efluente canalizado e conduzido a uma ETAR final ligada a emissário submarino; (3) uma por cada secção de descarga a montante da confluência do Caima, sendo as descargas a jusante recolhidas em interceptores, dos quais os das zonas do Águeda e do Cértima são afluentes de uma ETAR própria e os restantes são tributários de uma outra ETAR ligada a emissário submarino; (4) uma por cada secção de descarga a montante da confluência do Caima com todas as descargas para jusante canalizadas, sendo as da bacia do Caima, por um lado, e as das bacias do Águeda e Cértima, por outro, conduzidas para duas ETARs próprias e o restante para uma terceira ETAR ligada a emissário submarino.

15. Reanalisadas as capacidades de auto-depuração para cada uma das alternativas anteriores, concluiu-se que para qualquer delas, ao longo de toda a bacia hidrográfica, nas condições assumidas, serão asseguradas as exigências de qualidade mínima (ecológicas) das normas em vigor com o tratamento secundário no que respeita ao CBO e ao OD (isto, naturalmente, desde que não se atenda nem a outros parâmetros daquela qualidade mínima nem às exigências das normas gerais de descarga também em vigor, as quais poderão implicar tratamentos mais avançados que os secundários convencionais para o CBO e outras substâncias).

COMPATIBILIDADE DO TRATAMENTO CONJUNTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS DA REGIÃO

16. Tendo sido admitido, na análise da capacidade de auto-depuração, o tratamento conjunto, é fundamental analisar a efectiva compatibilização dos diversos tipos de efluentes industriais e domésticos naquele pressuposto.

17. No que diz respeito aos efluentes industriais poder-se-ão destacar os seguintes grupos que mais fortemente contribuem com poluição na região e cujos efluentes, adicionalmente, poderão obrigar a maiores restrições: (1) indústria de pasta de papel pelo método ácido de bissulfito; (2) indústria de pasta de papel pelo método do sulfato; (3) indústria química com produção, entre outros, de ácido sulfúrico, ácido nitrico, anilina e adubos; (4) indústria química com produção de cloro e soda pelo processo de electrólise de salmoura; (5) indústria química com produção de monóxido de carbono e isocianatos poliméricos de base aromática; (6) indústria de curtumes vegetal ao crómio; (7) indústria de galvonaplastia e tratamento de superfície.

18. A caracterização qualitativa dos respectivos efluentes poderá sintetizar-se do seguinte modo: indústria de celulose - pH ácido ou básico, cor e concentrações de sólidos suspensos, coloidais e dissolvidos muito elevadas; indústria química - pH ácido, concentração em matéria orgânica baixa, concentrações de amónia, anilina, benzeno, isocianatos, ácido clorídrico e nutrientes elevadas, concentrações de arsénio e mercúrio que provocam elevada toxicidade; indústria de curtumes - concentrações elevadas de sólidos totais, matéria orgânica dissolvida, sulfuretos e crómio (elevada toxicidade); indústria de galvanoplastia - metais tóxicos, ácidos e matéria mineral.

19. O tratamento biológico conjunto deste tipo de efluentes industriais com águas residuais domésticas deverá ter em conta: (1) os efluentes com o pH ácido ou básico, necessitarão dum pré-tratamento incluindo homogeneização de características; (2) os efluentes com concentrações elevadas em sólidos e matéria orgânica dissolvida poderão ser tratados sem qualquer restrição, havendo apenas que ter em conta as elevadas cargas orgânicas na definição da capacidade da ETAR; (3) os efluentes com elementos tóxicos poderão também ser levados a tratamento biológico sem restrições, dependendo da concentração em que aparecerem, sem exibirem efeitos inibidores do metabolismo biológico, não sendo assimilados biologicamente (exceptua-se o arsénio), e apenas sejam removidos da fase líquida numa determinada percentagem por transferência para a fase sólida (lamas). Nessa situação justificar-se-á um pré-tratamento na própria unidade industrial, do tipo físico-químico, que reduza os seus níveis de concentração aos valores adequados para serem lançados no meio receptor; (4) segundo alguns autores (e contrariamente às normas de descargas em vigor) os efluentes que veicularem concentração de crómio superior a 50 μg/l poderão apresentar acções de inibição tornando-os incompatíveis com o tratamento conjunto se não houver um pré-tratamento físico-químico. Em resumo, nalgumas situações verifica-se compatibilidade com restrições as quais são ultrapassadas por definição adequada de condições de lançamento no sistema de interceptores e estabelecimento de pré-tratamento adequado.

GRANDES LINHAS DA SOLUÇÃO GLOBAL PROPOSTA

20. Conhecido o estado actual da qualidade dos recursos hídricos do Baixo Vouga e, em particular, da Ria de Aveiro e das outras linhas de água que nela confluem, definido o quadro regulador e orientador da qualidade da água a preservar ou a atingir nos meios receptores, estimadas as cargas de poluição que virão a ser geradas no futuro e analisada a compatibilidade

de tratamento conjunto das águas residuais industriais e comunitárias da região - passa a dispôr-se do fundamental dos dados básicos do problema para ser possível equacionar alternativas e seleccionar soluções de engenharia.

21. No seguimento do que DUARTE e HALL (1989) sugeriram, não oferece dúvidas que o mar será um adequado meio receptor para águas residuais geradas na região, tendo até aqueles autores proposto a instalação de dois emissários submarinos (ressalvando, no entanto, que nenhuma decisão deveria ser tomada quanto à sua localização exacta sem estudos adequados): um destinado a colectar os efluentes produzidos a norte do Rio Vouga e que, eventualmente, seria instalado a partir das proximidades do Furadouro (que recolheria os efluentes domésticos, tratados ou não, das povoações, os efluentes pré-tratados de fábricas isoladas e o efluente combinado, após destoxificação e compatibilização, do parque industrial de Estarreja); outro destinado a recolher os efluentes produzidos entre Cacia e Mira e que, eventualmente, seria instalado a partir das proximidades da Barra (que recolheria, em particular, os efluentes domésticos dos concelhos de Aveiro, Ilhavo e Vagos e dos seus parques industriais e o efluente de Cacia). Efectivamente a ressalva feita por aqueles autores é importante; mas não são menos importantes estas outras questões: (1) qual o número necessário de emissários submarinos (questão fundamental de ponderação, que mais não seja para nos impedir que passemos de uma "estratégia" de pulverização de ETARs por km^2 de superfície, para uma outra, equivalente, de múltiplos emissários submarinos por km de costa, de que já temos exemplos entre nós); (2) qual a área servida pelos emissários submarinos (que o mesmo é dizer: quais as fontes de poluição pontuais que no Baixo Vouga não seriam tributárias de tais emissários, e porquê).

22. Por razões associadas ao sentido e direcção das correntes e à máxima protecção da Ria de Aveiro, são preferíveis as localizações de emissários submarinos a sul da Barra (ou a norte mas dela francamente afastados). Por isso e, também, por razões adicionais de custos envolvidos, a solução global proposta pelos autores desta comunicação inclui, apenas, um só emissário submarino, a enraizar na Vagueira, e do qual seria subsidiário um longo interceptor com origem na área de Ovar. Este emissário submarino (com a sua estação de tratamento) e aquele interceptor serviriam as áreas (com os aglomerados populacionais e unidades industriais respectivos) referidas por DUARTE e HALL (1989), com excepção da zona de Espinho para a qual se poderá equacionar uma solução também integrada mas em sistema separado que poderá dispensar o recurso a emissário submarino.

23. A questão fundamental, no entanto, é aquela de se saber qual a área de influência de um tal emissário submarino. Apenas com o interceptor proveniente de Ovar (ver Figura 2), todas as afluências de poluição pontuais do Caima, do Águeda, do Cértima e do Levira, bem como do Vouga entre a confluência do Caima até jusante da confluência do Águeda, teriam como meios receptores as águas interiores, entre as quais, por um lado, a Pateira de Fermentelos e, por outro, a Ria de Aveiro. Ora, para além da problemática dos nutrientes colocada, com toda a pertinência, por DUARTE e HALL (1989), na eutrofização da Ria (e, também, da Pateira), fica patente que significativas fontes poluidoras industriais, em particular a fábrica de pasta de papel do Caima, teriam que equacionar as águas interiores como destino final das suas águas residuais após tratamento. No entanto, e por exemplo, quanto àquela fábrica, que tratamento e a que custos? Com um investimento previsível de 400 000 contos na digestão anaeróbica dos condensados, a redução da carga orgânica poluidora será da ordem dos 40%; os remanescentes 60% (ou a quota-parte que permita assegurar no Rio Caima, mesmo em condições de estiagem, uma qualidade mínima ecológica) exigirão não menos do que 600 000 contos adicionais. Ou seja: será provavelmente insuficiente um

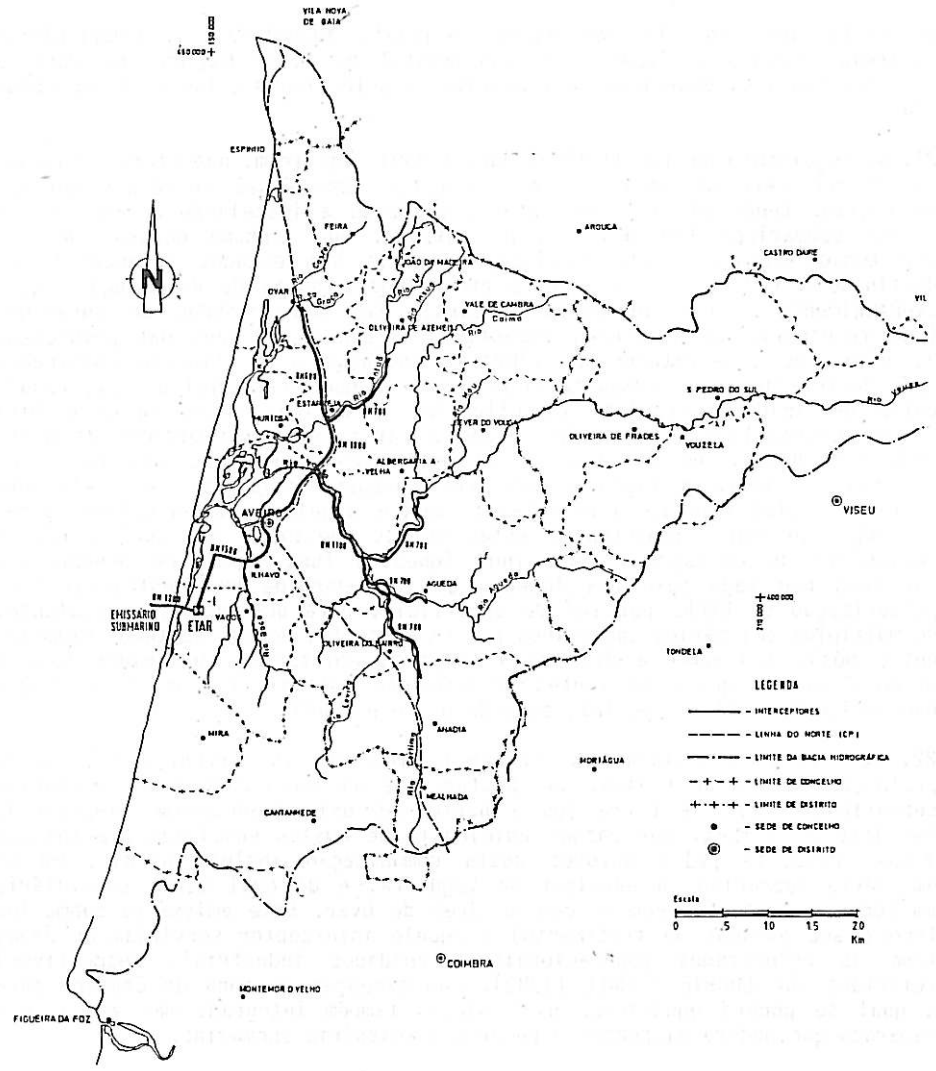


Figura 2 - Esquema da solução global

investimento em capital fixo de 1 x 10^6 contos para que a fábrica de pasta de papel da Caima possa vir a cumprir os objectivos mínimos ecológicos de qualidade no rio. E será, naturalmente, um puro desperdício de dinheiro realizar investimentos em soluções que se venham a revelar insuficientes. Como no caso da Celnorte referido anteriormente no Nº 5, à falta de meio receptor próximo com capacidade de recepção para os efluentes tratados a custos razoáveis, a solução radical não será, necessariamente, encerrar a fábrica nem deixar correr as coisas como estão, mas equacionar uma alternativa de meio receptor. Essa alternativa é o mar.

24. Polarizados pelo problema paradigmático da Caima, tentando descortinar que alternativas viáveis se poderiam equacionar para a sua resolução, foi-se esboçando, ao mesmo tempo que se ia tornando mais nítida, a solução que na Figura 2 se apresenta e está sendo objecto de análises detalhadas: para além do interceptor originário da zona de Ovar, tributário do único

emissário submarino e da correspondente estação de tratamento, existirão outros interceptores, associados àquele, e todo este sistema de drenagem, tratamento e destino final atenderá, previsivelmente, no ano horizonte de 2010, cerca de 3,8 x 10^6 hab-eq., em termos de carga orgânica, equivalentes a cerca de 1,7 x 10^6 hab-eq. em termos de caudal (com 135 l/hab-eq.dia). Aqueles outros interceptores considerados são: (1) um origionário da confluência do Caima até à ligação com o interceptor de Ovar (extensão total de 20 km); (2) um originário da zona de Águeda, ao longo do rio até à junção com aquele (extensão total de 10 km); (3) um ao longo do Cértima, rodeando a Pateira de Fermentelos, e confluindo no anterior (15 km de extensão); (4) um originário de Oliveira de Azeméis, ao longo do Rio Antuã (extensão aproximadà de 12 km). O interceptor originário da zona de Ovar teria, até ao conjunto da estação de tratamento e emissário submarino, uma extensão de cerca de 40 km.

25. As extensões e dimensões indicadas para os vários trechos não se encontram, ainda, optimizadas, mas permitem formular uma estimativa dos correspondentes investimentos em capital fixo. Amontam a 6,75 x 10^6 contos (com 20% para sistemas elevatórios e outras obras complementares), ou seja, uma média de cerca de 70 contos por cada metro dos cerca de 95 km de interceptores. A estação de tratamento, para cerca de 2,7 m^3/s, exigiria um investimento em capital fixo de 2 x 10^6 contos, aproximadamente. Ao emissário submarino, com DN 1200 mm e não menos de 2 km de comprimento, corresponderia um investimento em capital fixo da ordem de 0,75 x 10^6 contos. O montante total estimado para drenagem, tratamento e destino final nas infraestruturas referidas atinge, assim, cerca de 9,5 x 10^6 contos. O investimento global por hab-eq. (em termos de caudal) seria, de 5,6 contos, ou de cerca de 2,5 contos por hab-eq. (em termos de carga orgânica).

26. Para se aferir a competitividade da solução global proposta, meramente em termos de investimentos em capital fixo, atente-se ao facto de a uma multiplicação e disseminação de estações de tratamento (e concomitante drástica redução de extensões de interceptores) não deverem corresponder menos de 5 contos/hab-eq. (em termos de caudal) e no pressuposto, não necessariamente aplicável, de serem suficientes tratamentos secundários convencionais. Como, com efeito, em muitas delas deveriam considerar-se estádios mais avançados de depuração e de afinação, é com segurança bastante que se pode afirmar que a solução global proposta envolverá investimentos (de capital fixo e de exploração) quanto muito da mesma ordem de grandeza dos de qualquer alternativa de múltiplos sistemas não integrados. Para além desta competitividade, mais facilmente quantificável, da solução global proposta, acrescem outros factores positivos em seu favor entre os quais: (1) o radical corte na afluência de cargas poluidoras pontuais originárias das áreas mais penalizadas por águas residuais industriais, e a concomitante possibilidade de uma mais palpável recuperação dos ecossistemas associados às redes hidrográficas e às formações lagunares; (2) a simplificação da exploração de um único sistema integrado relativamente ao desdobramento de actuações que múltiplos sistemas autónomos imporiam, incluindo todas as actividades pertinentes ao controlo e vigilância; (3) a racionalização (e um ordenamento) que uma solução integrada de base regional potencia no conjunto de todas as entidades envolvidas (autarquias e indústrias, em particular); isto é: fica-se inequivocamente com um quadro geral orientador (com objectivos e com metas) que não tem existido e continua a não existir na região.

DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO GLOBAL PROPOSTA

27. Como referido anteriormente a solução global proposta está em fase de detalhamento, tendo em vista precisar, entre outras questões: (1) a

extensão da área a servir; (2) o desenvolvimento, traçado e dimensões dos interceptores numa perspectiva de optimização de investimentos em capital fixo e de gastos de exploração, em particular os inerentes a energia; (3) as obras complementares nas infraestruturas de intercepção, em particular sistemas elevatórios e ligações a redes municipais de colectores e a unidades industriais autónomas; (4) as condições de ligação das águas residuais industriais ao sistema integrado, quer quanto a caudais de ponta quer aos limites de qualidade aceitáveis; (5) o esquema processual e o grau de depuração da estação de tratamento associada ao emissário submarino; (6) comprimento e alternativas de localização do emissário submarino; (7) o faseamento das obras.

28. Virão, todavia, a ser necessários estudos complementares daqueles que estão em curso, para aprofundamento e detalhamento de problemas específicos associados àquelas questões. No entanto, uma etapa intermédia fundamental no processo de desenvolvimento da solução global proposta reside na sua análise e discussão, em sede própria, isto é, na DGRN (entidade que contratou os estudos) com a intervenção da Comissão de Acompanhamento que está constituída.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

29. A engenharia da concepção e projecto de soluções de despoluição dos recursos hídricos é, ainda, apesar de assinaláveis excepções, uma parente pobre da engenharia nacional de infraestruturas básicas para a modernização e progresso do País (dos aproveitamentos hidráulicos, das obras portuárias, das vias de comunicação, das pontes, dos aeroportos, das telecomunicações, etc.). Boas decisões políticas na execução de infraestruturas presumem sempre boas propostas técnicas. Se o País carece de boas soluções e de bons projectos de despoluição dos recursos hídricos poderá suceder que uma quota-parte não dispicienda desse facto resulte da falta de boas propostas técnicas. Não querendo ser juízes em causa própria, limitam-se, a propósito, os autores desta comunicação a declarar que foi este o objectivo a que a equipa onde se integram se propôs.

FONTES BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSIO, A.; AMBROSIO DE SOUSA, A.; GONÇALVES HENRIQUES, A. - "Uma Solução Regionalizada para a Despoluição da Zona mais Poluída do Vale do Ave", in Encontro Nacional de Saneamento Básico, Lisboa, 21-24 Novembro 1988
- DUARTE, A.C.; HALL, A. - "Emissário Submarino: Uma Solução Integrada para o Tratamento de Efluentes na Região de Aveiro, Portugal", in Simpósio Internacional Sobre Soluções Integradas para Problemas de Poluição da Água, SISSIPA 89, Lisboa, 19-23 Junho 1989

ADITAMENTO

30. Entre a data de elaboração do texto desta comunicação para apresentação no IV Encontro Nacional de Saneamento Básico e a data limite para o envio de originais para a publicação contendo as comunicações apresentadas no Painel Ria de Aveiro, concluiu-se o estudo a que se faz referência no Nº 1 desta comunicação.

A análise mais detalhada dos condicionamentos subjacentes à solução que ficou descrita, permitiu concluir que a área a servir poderia ainda ser maior (designadamente pela integração de Vila da Feira e de Oliveira de Azeméis), atingindo-se, presumivelmente, $4,2 \times 10^6$ hab-eq em 2010, com $3,9\ m^3/s$ na

secção final junto à única ETAR. Adicionalmente, e em alternativa à descarga no mar por emissário submarino, foi analisada a alternativa de infiltração dos efluentes tratados nas formações dunares da zona, com posterior recuperação da água na rega e usos compatíveis em unidades industriais. O sistema de interceptores em vez de 97 km atingiria 125 km e o investimento em capital fixo total ascenderia a cerca de 15 x 10^6 contos (a que correspondem 3,5 contos/hab-eq em termos de CBO e 45 contos/m^3.dia).

OS RECURSOS HÍDRICOS E SUA GESTÃO COMO FACTOR ESTRUTURANTE DA REGIÃO DA BACIA DO VOUGA

Les Resources en eau et sa gestion comme facteur struturant de la region du basin du Vouga

Autor: Adérito José de Jesus Mendes*

* Engº Director de Serviços de Recursos Hídricos da DGRN

Sumário: Analisadas as potencialidades/disponibilidades da bacia da região do Vouga e confrontadas com as suas necessidades actuais e futuras, quer em quantidade quer em qualidade, aborda-se a problemática da gestão interna dos recursos hídricos da região bem como a sua dependência ou independência das regiões adjacentes com realce para o papel estruturante da água na região.

Palavras-chave: Potencialidades/disponibilidades/quantidade/qualidade/ /recursos hídricos/gestão/estruturante

Sommaire: Les potencialités/disponibilités sont analisées pour la region du Vouga et confrontées avec les necessitées actuelles et futures, soit en concerne a la quantité soit en concerne a la qualité. Il sera abordé la problematique de la gestion des ressources en eau de dans la region aussi que sa dépendence ou indépendence des region contigues avec relief pour le role struturant de l'eau dans la region.

Palavras-chave: Potencialités/disponibilités/quantité/qualité/ressources en eau/gestion/struturant

1 - INTRODUÇÃO

Nas regiões que apresentam taxas de crescimento elevadas e onde o desenvolvimento não é equilibrado, a água é um factor que, mais tarde ou mais cedo, acaba por se tornar o centro das atenções, como é o caso da bacia do rio Vouga, considerando esta compreendida entre as bacias do Douro e Mondego e ocupando uma área de cerca de 4.100 km^2, sendo 3.600 km^2 a área total das bacias hidrográficas que drenam para a Ria e 90 km^2 da bacia hidrográfica da Barrinha de Esmoriz.

Actualmente, em qualquer dos principais domínios dependentes da água as características dos recursos hídricos da região são encaradas com alguma preocupação. Neles se incluem o saneamento básico no que se refere ao abastecimento urbano, a drenagem e tratamento de esgotos e resíduos sólidos, a agricultura com as preocupações da adução de água, a drenagem, a poluição difusa por fertilizantes e pesticidas, o controlo da erosão e da salinização dos solos, a indústria com o problema da incerteza de garantia de caudais, da drenagem e tratamento de esgotos e a sua localização perto da água, dos transportes e dos recursos humanos, e também o recreio e turismo com a angústia da alteração das riquezas naturais como o são a qualidade das águas, a fauna e a flora dela dependentes.
A degradação da qualidade e da quantidade da água pode limitar o aproveitamento das potencialidades da região, e consequentemente o seu desenvolvimento. Os recursos hídricos da região apresentam já problemas de poluição naquelas zonas que inviabilizam toda e qualquer utilização da água, comprometendo essas disponibilidades e as actividades económicas dela dependentes.

É assim necessário, por um lado, saber o estado actual e como evoluirão os sectores anteriormente referidos para que o "sector água" possa responder cabalmente no espaço e, no tempo e por outro lado, saber se a região da bacia do Vouga garante naturalmente água suficiente no espaço e no tempo para o seu estado de desenvolvimento actual e futuro.

É pois, preocupação do organismo responsável pelos recursos hídricos, ou seja a Direcção-Geral dos Recursos Naturais, recuperar e manter as disponibilidades hídricas em quantidade e qualidade para todas as necessidades presentes e futuras, tomando as medidas técnicas e administrativas consideradas necessárias, tendo presente que a água pode ser um factor condicionante ou promotor do desenvolvimento e ordenamento da região, conforme a gestão que se faça dos recursos hídricos.

Esta gestão terá necessariamente como estrutura natural de suporte a rede hidrográfica e respectivas infraestruturas que, de certo modo, através das suas características permite avaliar o estado geral dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

São algumas destas questões que abordaremos nos pontos seguintes.

2 - OS RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO DA BACIA DO VOUGA

Os recursos hídricos podem considerar-se a "seiva de região". Estamos convictos que podemos avaliar o "estado de saúde" da região através do estado dos recursos hídricos ou seja da sua quantidade e qualidade.

A região em termos morfológicos pode subdividir-se em duas grandes zonas, uma a ponte da linha N-S que passa por S. João da Madeira e Águeda caracteristicamente plana, o litoral e Baixo Vouga e outra, a nascente da mesma linha, tipicamente acidentada, o Médio-Alto Vouga, conforme se pode observar na figura nº 1 onde se apresenta a rede hidrográfica e hipsometria mais significativas.

No entanto em termos de precipitação podemos constatar (figura nº 2) que há três zonas distintas, concentrando-se na zona central os maiores valores da precipitação, directamente influenciada pelo relevo. Na figura nº 3 podemos observar a distribuição ao longo do ano das afluências médias em ano médio, em ano seco e em ano húmido em algumas secções significativas.

Em termos gerais os valores da precipitação total na região em ano médio, seco e húmido, são aproximadamente duplos dos correspondentes valores do escoamento, conforme se pode observar no quadro nº 1, ou seja que cerca de metade da água não aflue ao troço final das linhas de água.

Quadro nº 1

	RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS		
ANOS	PRECIPITAÇÃO x 10^9 m^3	ESCOAMENTO x 10^9 m^3	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO
SECO	4,1	1,7	0,41
MÉDIO	5,2	2,7	0,52
HÚMIDO	6,5	4,1	0,63

Fig.n.º 1

Hidrografia e Hipsometria

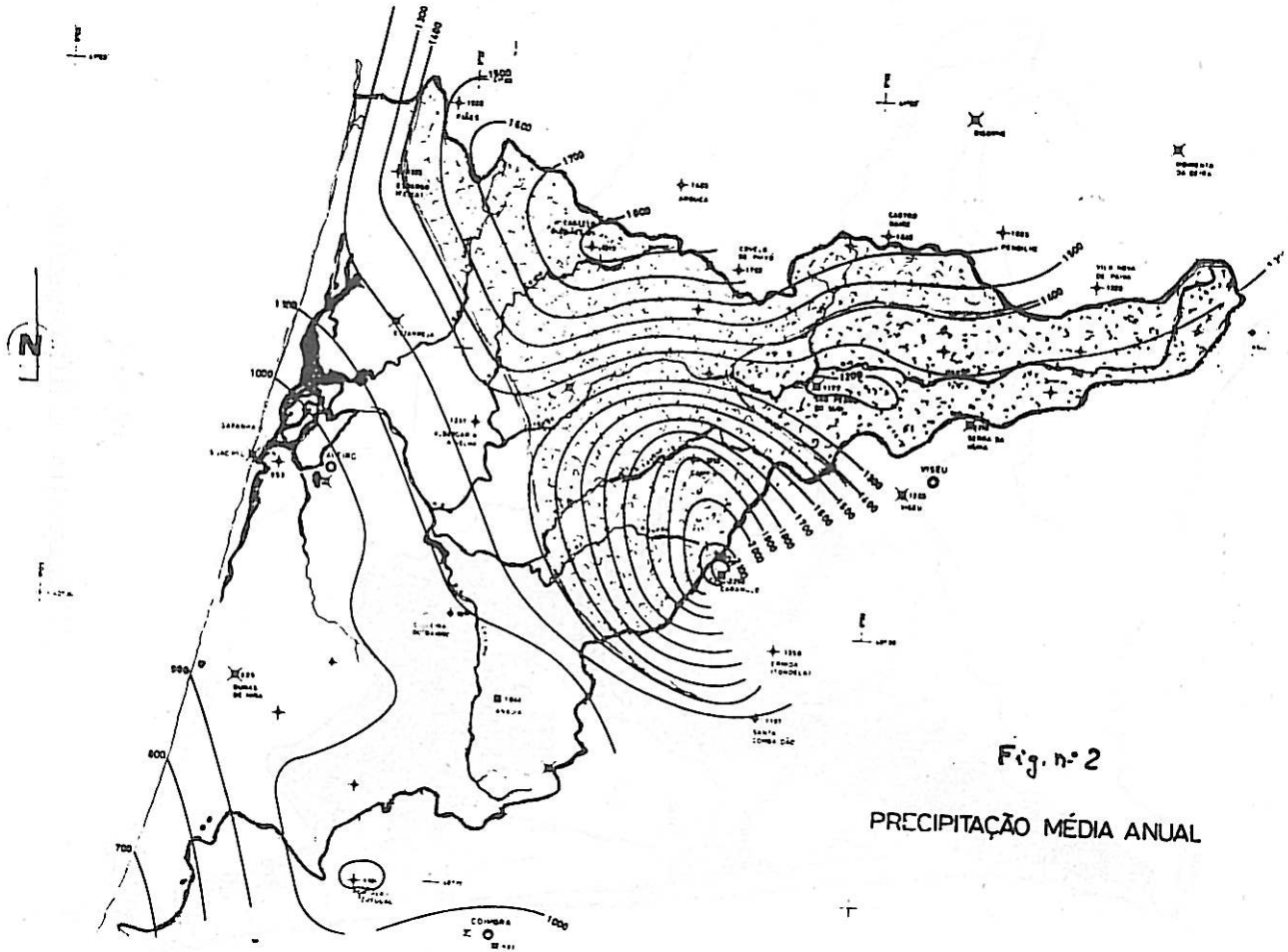


Fig. nº 2

PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL

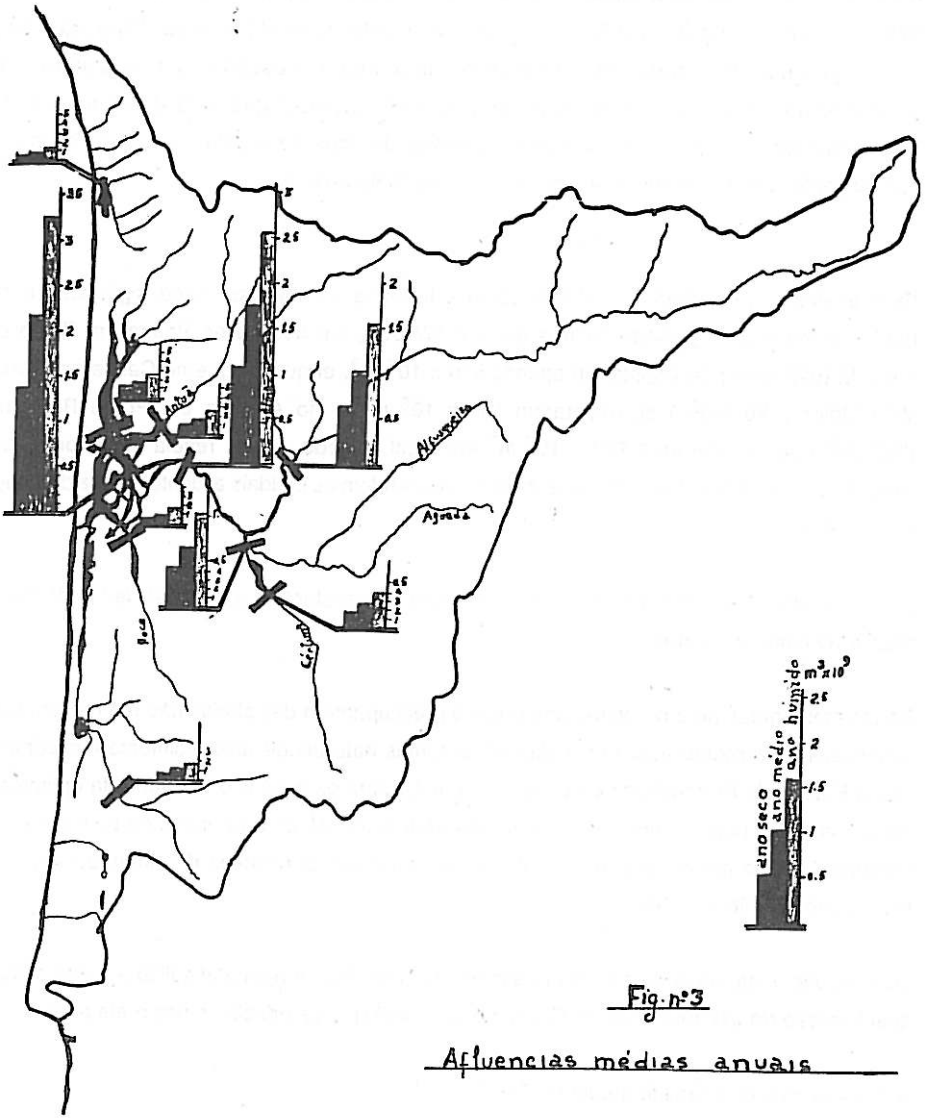


Fig. nº3

Afluencias médias anuais

Como é natural os coeficientes de escoamentos são inferiores nos anos secos e superiores nos anos húmidos.

Como característica geral da região é de notar a variação regular da distribuição das afluências ao longo do ano, conforme se pode observar na figura nº 4, com cerca de 90% das afluências distribuídas em 7 meses (Novembro a Maio) e valores muito reduzidos nos restantes 5 meses, havendo mesmo anos em que o caudal se anule no rio Vouga.
Este facto, característico de todo o país e que se acentua de norte para sul, impõe que para haver garantia de caudal em metade do ano são necessárias infraestruturas de regularização anual. No entanto não nos podemos esquecer que esta distribuição é em termos médios, o que, em face de uma sequência de anos abaixo da média, implica que a regularização anual é insuficiente, como veremos mais adiante.

Para avaliar este aspecto tomemos como referência um período seco siginificativo na região, como o foi o período de três anos 1947/1950, em que no rio Vouga em Ponte de Vouzela (649 km^2) se registaram apenas 526 x 10^6 m^3, enquanto que no Caima em Ponte Vale Maior (188 km^2) se registaram 186 x 10^6 m^3 e no Águeda em Ponte Requeixo (967km^2) se registaram 1.723 x 10^6 m^3 em igual período, o que revela maior produção específica destes afluentes e que será deles que dependem os caudais afluentes à Foz do Vouga em estiagem.

É pois um dos desafios a ter em conta a garantia de satisfação das necessidades de forma regular ao longo do tempo.

De um modo geral, se o problema das secas é preocupante o das cheias não o é menos. Mas neste aspecto a região está fornecida com sistemas naturais de amortecimento tais como a Ria, a Pateira de Fermentelos e outros sistemas Lagunares no Baixo Vouga. Este optimismo seria ligítimo se podessemos contar com uma rede hidrográfica não obstruída com obras ou arborização, que nestas circunstâncias são responsáveis por muitas das inundações, com todos os seus efeitos conhecidos.

Outro aspecto interessante associado aos recursos hídricos é o caudal sólido e neste caso a quantificação do assoriamento da Ria tendo em conta que os principais rios a ela afluem.

A Ria terá uma capacidade média de 70 x 10^6 m^3.

A avaliação do caudal sólido feita para a secção de Ponte de Angeja (2.348 km^2) dá valores da ordem 900 x 10^3 ton/ano ou seja 383 ton/km^2.ano. Obteriamos assim, para toda a área

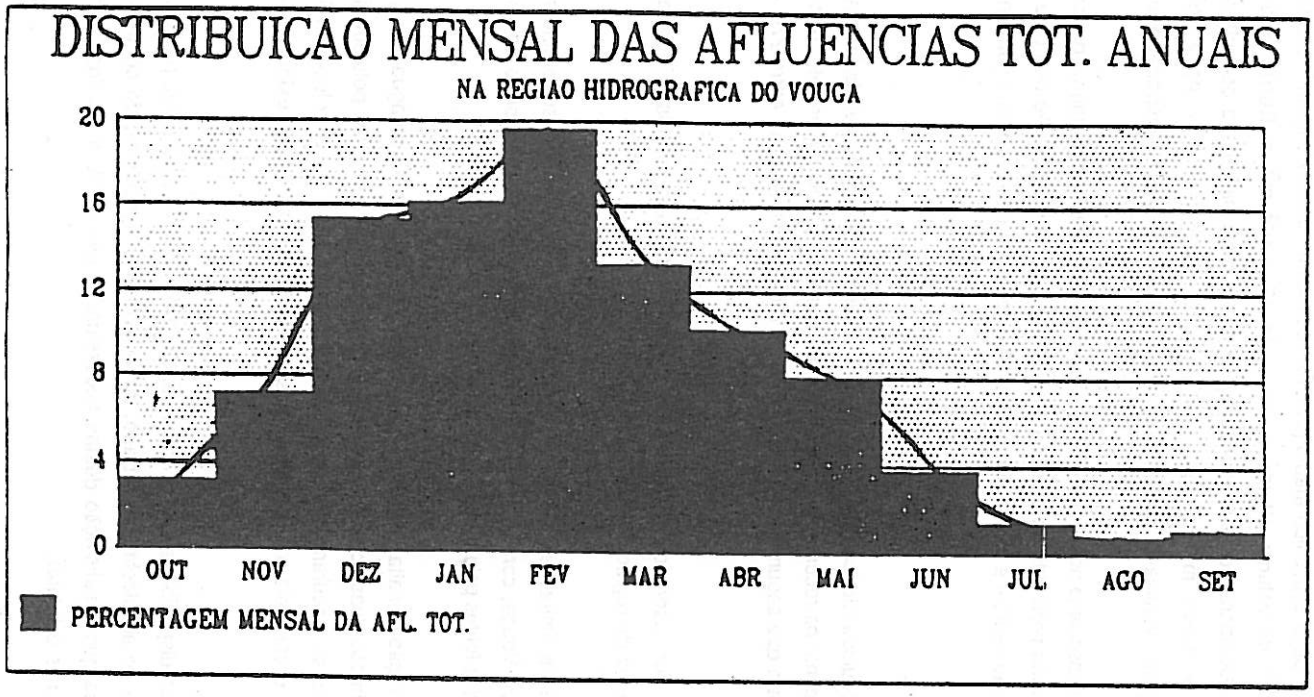

DISTRIBUICAO MENSAL DAS AFLUENCIAS TOT. ANUAIS
NA REGIAO HIDROGRAFICA DO VOUGA
20
16
12
8
4
0
OUT
NOV
DEZ
JAN
FEV
MAR
ABR
MAI
JUN
JUL
AGO
SET
PERCENTAGEM MENSAL DA AFL. TOT.

Fig. n:4

drenante para a Ria 3.600 x 383 = 1,4 x 10^6 ton/ano e para a Barrinha de Esmoriz, 90 x 383 = 34 x 10^3 ton/ano.
Admitindo um pèso específico médio para os sedimentos de 2.000 kg/m^3 teremos cerca de 0,7 x 10^6 m^3 de volume afluido à Ria e de 17 x 10^3 m^3 à Burrinha de Esmoriz anualmente. Comparando com os valores obtidos a partir da erosão específica média 20 ton/ha.ano = 1.000 m^3/km^2.ano, ou seja 3,6 x 10^6 m^3/ano e 90 x 10^3 m^3/ano respectivamente, verifica-se que muito do material sólido não é transportado pelos rios.

Este aspecto associado aos recursos hídricos está estreitamente dependente da forma como o solo se encontra protegido da erosão bem como de forma da utilização que dele se faz, tais como o coberto vegetal e a prática agrícola, o que se pode observar nas figuras nº 5 e 6.

Além dos recursos hídricos de superfície, na avaliação das disponibilidades da região, há que ter em conta os recursos subterrâneos que assumem papel importante na zona litoral e Baixo Vouga e que segundo as avaliações mais recentes se situarão entre 270 x 10^6 e 300 x 10^6 m^3.

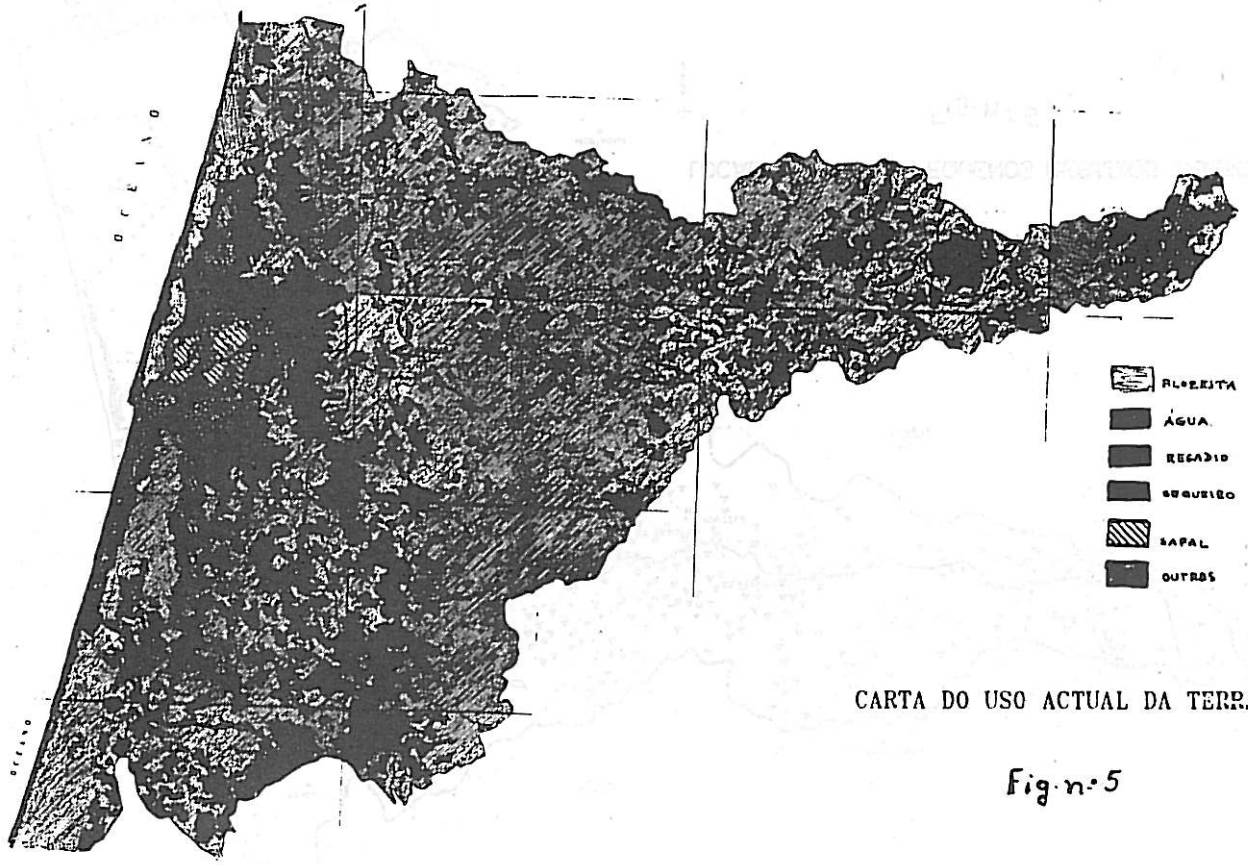
Para além dos aspectos quantitativos interessa também analisar a qualidade das disponibilidades da região.

Existem graves limitações à utilização dos recursos hídricos de superfície na zona do litoral e Baixo Vouga, conforme se observa nas figuras nº 7 e nº 8 onde se apresentam a localização das fontes poluidoras e a carta da qualidade das águas

Desta observação ressalta ser na zona onde se faz maior utilização da água que a qualidade é pior, o que impõe duas soluções possíveis. Ou se eliminam as fontes poluidoras através de tratamento ou se procuram novas origens fora dessas zonas. Estas soluções não são, nem devem ser, exclusíveis mutuamente, mas em qualquer dos casos exigem investimentos elevados.

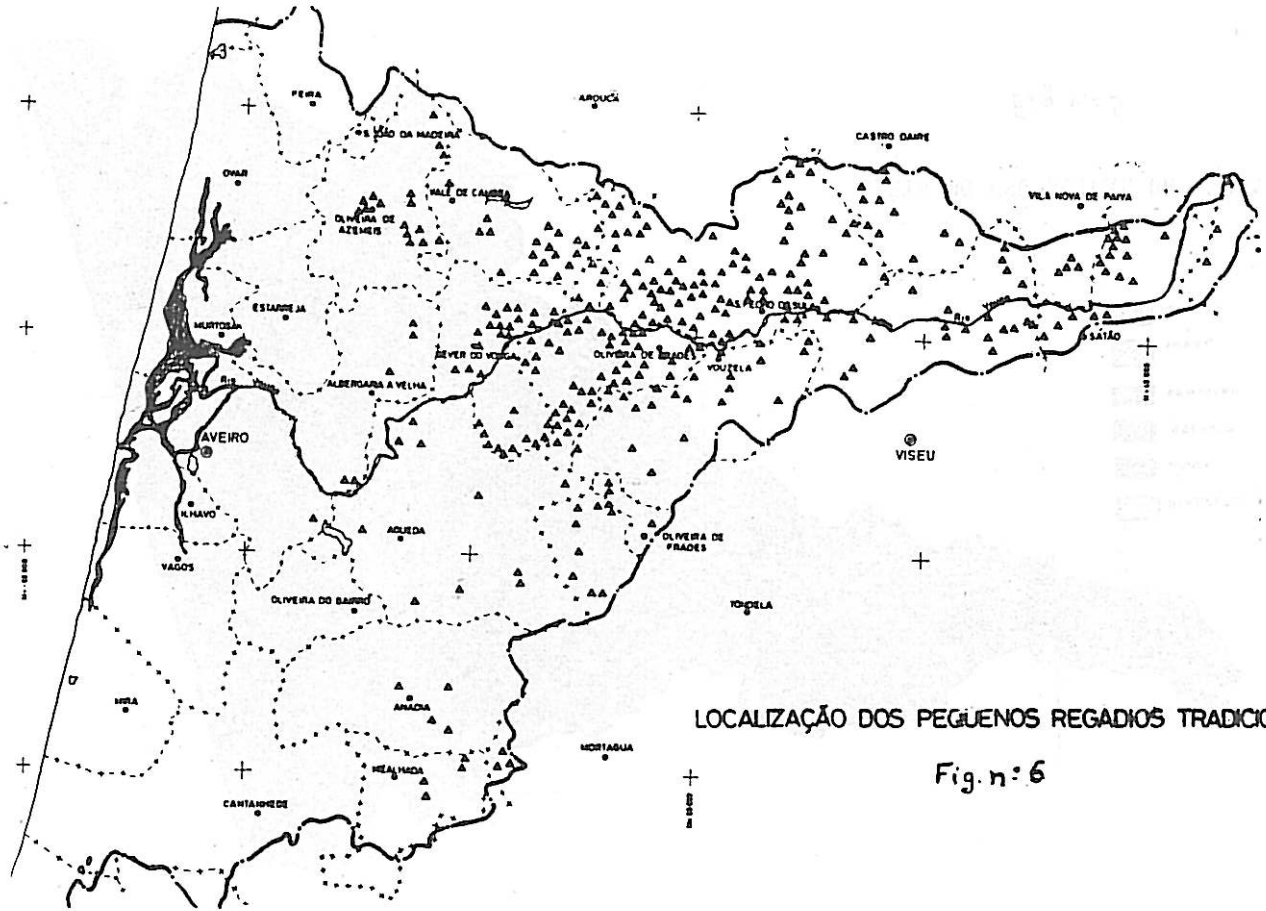
Analisadas as disponibilidades, interessa agora avaliar as necessidades, particularmente no que respeita ao abastecimento urbano, da indústria, da agricultura, do comércio e turismo e os reflexos que a satisfação destas necessidades tem sobre a qualidade dos recursos hídricos actuais e futuros.

Assim, para o abastecimento urbano, no qual se inclui o comércio e o turismo, para o ano de 1985 foram avaliadas as necessidades tendo em vista satisfazer os aglomerados



CARTA DO USO ACTUAL DA TERRA

Fig. n.º 5



LOCALIZAÇÃO DOS PEQUENOS REGADIOS TRADICIONAIS

Fig. n: 6

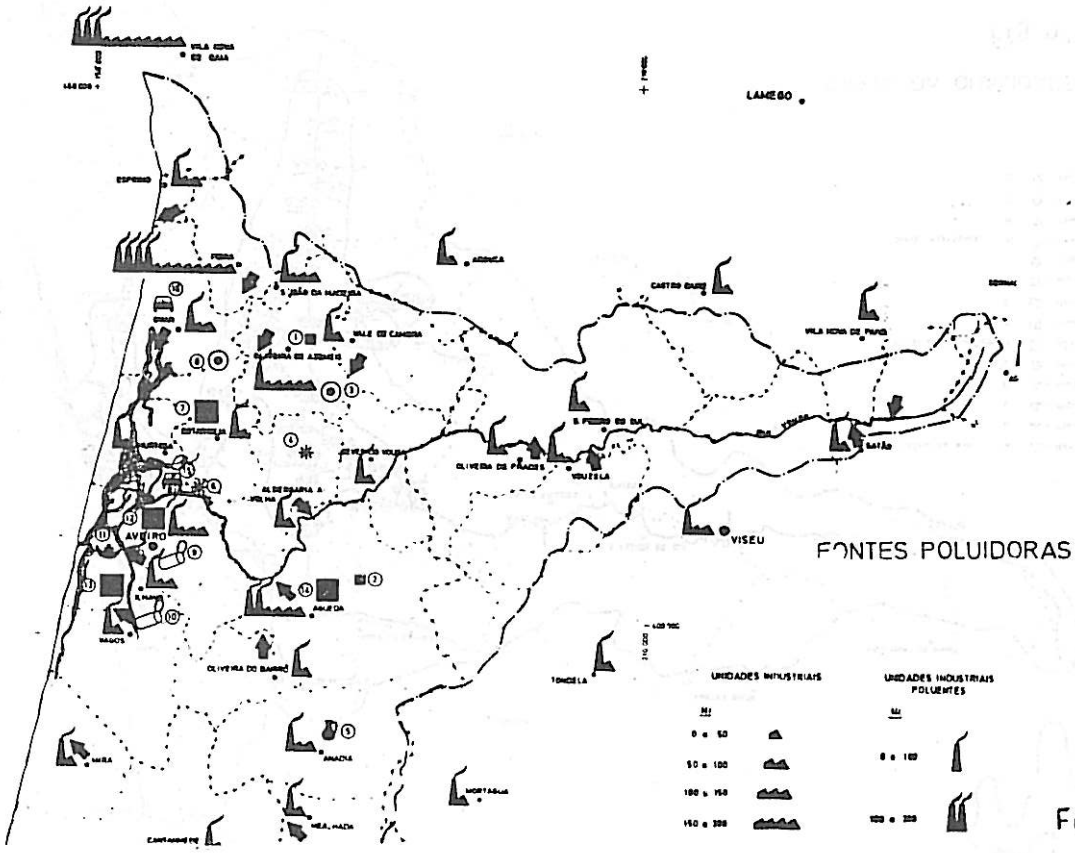
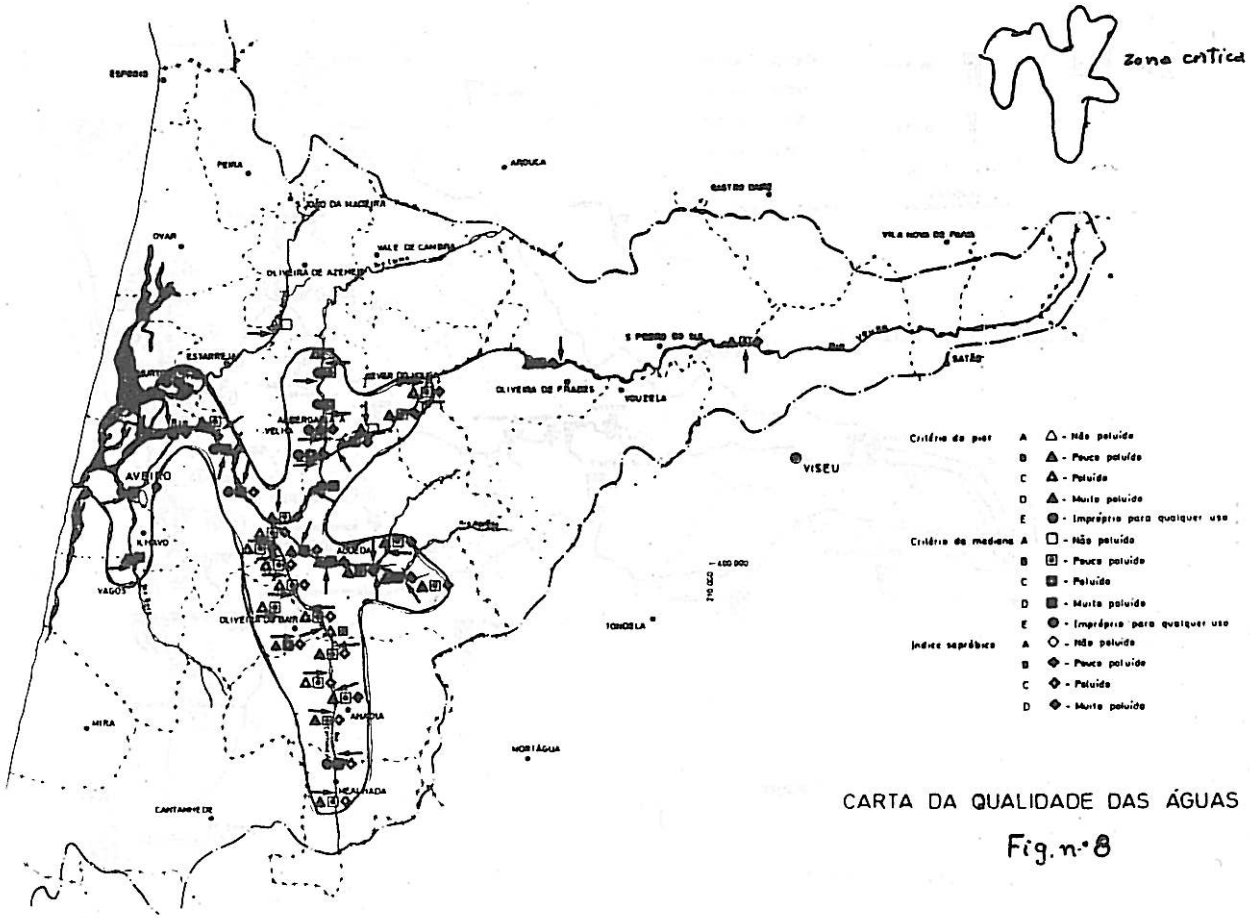

LAMEGO
AVEIRO
VISEU
FONTES POLUIDORAS
UNIDADES INDUSTRIAIS
UNIDADES INDUSTRIAIS POLUENTES

Fig n.º 7



CARTA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Fig. n.º 8

populacionais com mais de 500 habitantes, com distribuição ao domicílio, e com menos de 500, com distribuição por fontanários. O valor obtido cifra-se em 26 x 10^6 m^3/ano correpondendo a 54,6% da população servida com água ao domicilio dos 840.000 habitantes de toda a região.

Para o ano de 2010, com base no mesmo critério, foi obtido o valor 67 x 10^6 m^3/ano correspondendo a 57,1% da população servida com água ao domicilio dos 1.000.000 habitantes previstos para a região.
A estes valores correspondem respectivamente 17 x 10^6 m^3/ano e 41 x 10^6 m^3/ano de efluentes para tratar.
Apesar do critério ser aceitável para uma abordagem estatística, somos de opinião que os aglomerados com menos de 500 habitantes localizados perto de outros com mais de 500 habitantes deverão ser considerados no abastecimento ao domícilio, uma vez que é a dipersão dos pequenos aglomerados que implica investimentos per capita incompatíveis.

Assim, consideramos que a percentagem da população servida com base apenas no seu número por povoação não é aceitável, como critério absoluto, e por isso, estamos convictos de que será fácil subir a percentagem da população servida com água ao domicílio no ano de 2010 para os 75% e assim as necessidades atingirão os 75 x 10^6 m^3/ano. Para este valor de água distribuída os efluentes a tratar atingirão os 46 x 10^6 m^3/ano.

Quanto à indústria, foram encontrados valores de necessidades e consumos para o ano de 1980 de 79 x 10^6 m^3/ano e 10 x 10^6 m^3/ano respectivamente, a que correspondem 59 x 10^6 m^3/ano de efluentes a tratar. Estes valores foram obtidos a partir da produção das várias industrias com base em valores estatísticos.
Admitindo que até ao ano 2010 poderão ocorrer dois cenários de evolução da produtividade, ou seja, manutenção da taxa de crescimento de 2% ao ano registada na década transacta, cenário moderado, ou considerar uma taxa de aumento de produtividade de 4,5% ao ano, correspondente a um cenário de crescimento acelerado, obtem-se para necessidades e consumo de água os valores de 143 x 10^6 m^3/ano, 232 x 10^6 m^3/ano, 18 x 10^6 m^3/ano e 30 x 10^6 m^3/ano respectivamente.

A estes valores correspondem 107 x 10^6 m^3/ano e 174 x 10^6 m^3/ano de efluentes a tratar, respectivamente

No sector agricultura sabemos que dos 410.000 ha da região apenas 216.000 ha são incluíveis no domínio agrícola, dos quais 121.000 ha estão dedicados à silvicultura e os restantes 95.000 ha a culturas várias.

Com base no RAC-79 podemos admitir que dos 95.000 ha serão ocupados com actividades agrícolas anuais 68.000 ha, situando-se cerca de 50.000 ha abaixo da cota (70,0) e dos quais 46.000 ha com aptidão ao regadio.
Não dispondo de melhor informação, poder-se-á admitir que em toda a região da bacia do Vouga haverá cerca de 55.000 ha com aptidão ao regadio que obrigam a dispor de água para rega, que, tomando como dotações totais para rega por gravidade e por aspersão os valores 9.900 m^3/ha.ano e 7.600 m^3/ha.ano, nos conduzem a 544 x 10^6 m^3/ano e 418 x 10^6 m^3/ano de necessidades de água para rega se se quiserem aproveitar todas as potencialidades agrícolas da região com recurso ao regadio.

Após esta análise geral ficam por quantificar, por não se dispor de informação adequada, as necessidades de água doce que é necessário para o controle da salinidade na Ria e para a diluição e autodepuração dos efluentes tratados e não tratados e mesmo da poluição difusa de origem agrícola provocada pelos adubos, pertilizantes e pesticidas.

Em resumo, e para efeitos de visualização de conjunto, apresenta-se o quadro nº 2.

Quadro nº 2

Necessidades Totais da região

ABASTECIMENTO X 10^6 m^3/ANO			EFLUENTES A TRATAR X 10^6 m^3/ANO			OUTRAS X 10^6 m^3/ANO		
URBANO COMÉRCIO TURISMO	INDUSTRIAL	AGRICULTURA	URBANO COMÉRCIO TURISMO	INDUSTRIAL	AGRICULTURA	URBANO COMÉRCIO TURISMO	INDUSTRIAL	AGRICULTURA
26 (1985)	79 (1980)	—	17 (1985)	59 (1980)	—	—	—	—
75 (2010)	143 cenário moderado (2010)	418 aspersão	41 (2010)	107 cenário moderado (2010)	— aspersão	—	—	—
	232 cenário acelerado (2010)	544 gravidade		174 cenário acelerado (2010)	— gravidade			

Em termos globais poder-se-ia afirmar que as disponibilidades globais em água da região da bacia do Vouga, em condições climáticas médias, são suficientes para satisfazer as necessidades. Já o mesmo se não poderá afirmar se considerarmos que é necessário garantir um nível de satisfação bem definido em situações climáticas adversas, ou seja, em período de seca prolongado que, poderá atingir sete anos, sendo bastante frequente ocorrerem períodos de seca de 3 anos.

Assim teremos de pensar num factor de regularização interanual, que para o caso poderá atingir o valor 2,5.
Aplicando este factor às necessidades globais anuais verificamos que para um período de 3 anos de caudais reduzidos teriamos de ter uma capacidade de armazenamento compreendida entre $1,6 \times 10^9$ e $2,1 \times 10^9$ m^3.
Isto pressupõe disponibilidades nos anos anteriores capazes de satisfazer as necessidades acrescidas do armazenamento necessário para os anos seguintes.
Mesmo considerando que a acumulação se reparte por igual período, ou seja 3 anos, teriamos de ter disponibilidades anuais compreendidas entre $1,2 \times 10^9$ e $1,4 \times 10^9$ m^3, não considerando outras necessidades para além do abastecimento urbano, comércio, turismo, indústria e agricultura, isto é, não considerando os caudais mínimos de diluição de efluentes tratados e não tratados, etc..
Mas mais limitativo da utilização das disponibilidades, mesmo considerando o problema da poluição resolvido, é a capacidade de armazenamento dessas mesmas disponibilidades com fins regularizadores.
Tendo presente os estudos disponíveis ao momento chegamos ao valor de armazenamento máximo, em condições técnicas e económicas aceitáveis, aproximado de $1,4 \times 10^9$ m^3.
Esta é uma das razões para pensarmos que a bacia hidrográfica do rio Vouga não pode ser encarada isoladamente.
Assim somos obrigados a olhar para as bacias hidrográficas confinantes como eventuais origens de regularização de caudais não necessários a essas regiões.

Note-se que os valores das disponibilidades são de ordem geral e determinados considerando toda a área da região como contribuindo para o efeito, ou seja, considerando 3.900 km^2 onde a precipitação produz escoamento.
Na verdade o aproveitamento dos recursos na zona do Baixo Vouga só pode ser feito com regularização através dos aquíferos subterrâneos e sem regularização pela captação directa nas linhas de água. Assim, subtraindo da área acima referida da área abaixo da cota (100,0) acima da qual poderá haver capacidade de regularização, restam apenas 1.950 km^2, dos quais 460 km^2 pertencem à bacia de Águeda. Aplicando os valores dos escoamentos médios do Caima, Águeda e Vouga para os anos respectivos obteremos valores para as disponibilidades superficiais da ordem de $0,98 \times 10^9$, $1,55 \times 10^9$ e $2,32 \times 10^9$ m^3, respectivamente em ano seco, médio e húmido.

As disponibilidades totais da região podem, em síntese, cifrar-se nos valores do quadro nº 3.

Quadro nº 3

Disponibilidades totais da região

x 10^6 m^3

ANO	ÁGUAS SUPERFICIAIS		ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
	TOTAL	ACIMA DA COTA (100)	
SECO	1.700	980	——
MÉDIO	2.700	1.550	270 a 350
HÚMIDO	4.100	2.320	——

Estamos, assim confrontados com as questões da gestão dos recursos hídricos dentro e fora da região, o que será abordado no ponto seguinte.

3 - A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO DA BACIA DO VOUGA

Quando se aborda a questão da gestão dos recursos hídricos numa região não é só a gestão da água que está em causa.

Apesar disso é nela que se deve centrar a abordagem e pensar que na natureza a água tem regras próprias, podendo por vezes considerar-se caprichosa. Existe no espaço e no tempo de forma natural com regras ancestrais bem conhecidas.

Por isso dizemos que o desenvolvimento dependente da água e ajustado às suas leis naturais só pode "ocorrer naturalmente" onde a água existe e por ela modelado no espaço e no tempo.

Assim, segundo este modelo, o país e a sociedade são estruturados em estreita dependência da variabilidade da água no espaço e no tempo, precipitando-se este desenvolvimento, mais tarde ou mais cedo, em ambientes de conflito e invertendo esse mesmo desenvolvimento a partir de determinado estadio.

Com base em tal filosofia, a estruturação do país e da sociedade caracterizar-se-ão pelo desequilíbrio em termos regionais. Para evitar esta situação podemos utilizar a água como factor estruturante se impusermos regras na sua disponibilização e utilização no espaço e no tempo, adaptando o desenvolvimento dos diferentes sectores utilizadores a essas regras, dentro de um quadro de equilíbrio económico, podendo mesmo conduzir ao deslocamento dos utilizadores para as áreas mais propícias.

Nesta questão o "sector" água tem dois posicionamento possíveis. Ou manter-se estático, respondendo às solicitações dos sectores utilizadores onde quer que se instalem, ou intervem de forma actuante e dinâmica promovendo e/ou limitando essa utilização em zonas onde é mais económico e seu uso.

Por isso dizemos que em qualquer dos casos a água é sempre um factor estruturante, tendo

no primeiro caso um papel passivo e no segundo um papel realizador. É este último a vocação do organismo com a responsabilidade sobre os recursos hídricos.
Para o caso da região do Vouga tem-se assistido até agora a uma intervenção do primeiro tipo, sendo de esperar a aplicação no futuro da filosofia do segundo tipo.

Onde pode haver reflexos notórios da aplicação de uma intervenção deste tipo em estreita cooperação com as autoridades locais é na promoção do bom estado da rede hidrográfica. Esta promoção é da responsabilidade da DGRN mas a execução das medidas fundamentais compete aos proprietários confinantes. É bom que se diga que as autoridades locais e o cidadão em geral esquece habitualmente esta questão.
Poder-se-á afirmar que a legislação nesta área está antiquada e que para alterar a situação há que alterar a legislação.
Mas está provado que a legislação pode ser a melhor que se as pessoas o não forem nada melhora, tudo se agrava.
É no campo da mudança de mentalidades onde se regista maior necessidade de intervenção e esse papel está reservado às regiões e às forças vivas locais.

Já vimos que os recursos hídricos da região são suficientes para cobrir as necessidades até ao ano de 2010 para um desenvolvimento mesmo acelerado dos sectores utilizadores.
Dizendo isto parece que podemos ficar descansados, mas tal não é verdade uma vez que onde os recursos existem, ou seja, no Baixo Vouga, não é possível o seu aproveitamento por falta de condições naturais, de ocupação humana e seus efeitos sobre os mesmos.

No caso da região do Vouga, já se referiu que é possível o aproveitamento por meio de albufeiras apenas de $1,4 \times 10^9$ m^3, distribuídos por mais de uma vintena, pelo que se torna numa solução muito dispendiosa, sobretudo em sistema de transporte, sendo, no entanto, maior a sua flexibilidade. Além disso é necessário uma capacidade de armazenamento para fins regularizadores compreendida entre $1,6 \times 10^9$ e $2,1 \times 10^9$ m^3.
Por isso, e tendo presente que a região está favoravelmente enquadrada por duas bacias hidrográficas com disponibilidades, como o são o Paiva e o Mondego, deverá ser equacionado a alternativa de obtenção de caudais a partir destas origens, se economicamente mais favorável.
Para se equacionar o problema do transporte de caudais regularizados, e pensando em termos do Paiva, a distância em túnel entre cotas 200 é apenas de 12 km e entre cotas 100 e 150, 22 km e 19 km respectivamente, via rio Teixeira. Quanto à transferência a partir do Mondego estas distâncias assumem os valores de 16 km, 14 km e 13,5 km a partir da Aguieira via rio Cértima, sendo possíveis idênticas soluções via rio Águeda.

A interferência com bacias hidrográficas adjacentes levanta a questão da gestão dos recursos hídricos para além da gestão interna dos recursos da região.
Nesta conformidade somos levados a colocar a questão da gestão dos recursos hídricos assente numa base regional.

A gestão mais corrente dos recursos hídricos assumem o tipo nacional, como a actualmente praticada em Portugal, e o tipo regional assente na bacia hidrográfica.
Qualquer tipo de gestão deve respeitar as características globais do país e Portugal é um país naturalmente desequilibrado em termos de recursos hídricos, e por isso todas as intervenções parciais devem ter presente este facto e concorrerem para minimizar tal situação.
Por isso dizemos que em Portugal é necessário começar por definir os objectivos em termos nacionais e encarar a implantação no terreno de sistemas de gestão regionalizados para atingir esses objectivos. Isto é, há que estabelecer à "ideia nacional" sobre os recursos hídricos e implantar, em consequência, no terreno o sistema para o efeito, tendo presente a dinâmica dos objectivos e a sua alteração no espaço e no tempo. Para isso dizemos que teremos que ter uma "regionalização a prazo", ou seja, definir um tempo mínimo de duração da orgânica regional de gestão dos recursos hídricos ao fim do qual será mantida ou alterada consoante os resultados alcançados em resultado da consequência dos sectores utilizadores.
O caso da região da bacia do Vouga é paradigmático e julgamos que o sucesso da gestão dos recursos hídricos da região depende duma intervenção deste tipo.

Em síntese podemos afirmar que presentemente na região do Vouga o desenvolvimento está condicionado pelas disponiblidades dos recursos hídricos e que o futuro da região depende em muito do uso que se fizer destes recursos.
As disponibilidades actuais são suficientes mas a qualidade assume já níveis preocupantes exigindo medidas urgentes, não estando no entanto assegurada a satisfação das necessidades em períodos críticos de seca.
No futuro haverá que ter em conta que a garantia da satisfação das necessidades poderá ter de passar pelo recurso a bacias hidrográficas adjacentes pelo que a gestão dos recursos hídricos não pode confinar-se apenas à região da bacia do Vouga.

Em conclusão, crescimento não quer dizer desenvolvimento e os recursos hídricos desempenharão sempre para a região um papel estruturante.

REINTEGRAÇÃO DE ÁGUAS USADAS. SUGESTÕES PARA O CASO DA RIA DE AVEIRO

REINTEGRATION OF USED WATERS. SUGGESTIONS FOR THE CASE OF THE RIA DE AVEIRO

P. Celestino da Costa*

* Engenheiro Civil. Director da DRENA. Presidente da APESB. «Fellow» e «Life Member» da ASCE

SUMÁRIO

A Ria de Aveiro é um dos quatro principais acidentes geográficos da nossa costa onde se dá a quietação e mistura de águas oceânicas em águas doces. É de admitir que a capacidade de renovação das suas águas não seja a mesma em toda a muito extensa área molhada da Ria. Estudos experimentais de dispersão de poluentes permitirão definir o seu estado actual de poluição.Para o abate desta, dispõe-se de uma grande variedade de soluções possíveis para se fazer a reintegração de águas usadas na cidade e na indústria quer na própria Ria, quer no oceano quer no solo. Sugerem-se soluções de infiltração rápida com reuso de efluentes para fins industriais e agrícolas.

Palavras-chave: Ria de Aveiro, estuários, áreas de dispersão, águas usadas, meios receptores, poluição aquática, reintegração de águas usadas.

ABSTRACT

The Ria de Aveiro is one of the four main geographical accidents in the portuguese coast where the ocean waters quiet and mix with fresh waters. The flushing capacity of the estuarine waters possibly are not the same in all the vast areas of the Ria. Experimental data of dispersion of pollutants may define the actual situation of the aquatic pollution. This one may be abated by a large variety of technical solutions to enable the reintegration of the used waters in the Ria itself, in the ocean or in the soil. Sugestions are made on the use os rapid-infiltration methods with reuse for industry an agriculture.

Key words: Ria de Aveiro, estuaries, areas of dispersion, receiving waters, aquatic pollution, reintegration of used waters.

1 - INTRODUÇÃO

Ao convite que nos foi dirigido para colaborar em tão atraente tema, respondemos com sugestões e chamadas de atenção para o problema da poluição aquática. A Ria de Aveiro é, juntamente com os estuários do Tejo e Sado e Ria Formosa, um precioso acidente geográfico que permite importante quietação e mistura de águas marinhas e doces, vocacionando esses corpos de água para a actividade portuária e portanto também a urbana, a industrial e recreativa e oferecendo muito especiais condições de reprodução e desenvolvimento de ricas e variadas espécies animais e vegetais.

As muito especiais e únicas condições naturais são, porém, susceptíveis de conflitos de interesses e usos que podemos resumir do seguinte modo: a) substituição de áreas naturais como praias, salinas, zonas húmidas, espelhos de água, por áreas artificiais como terraplenos, muros-cais, edificações; b) alteração da qualidade do ambiente (ar, solo, água) por poluições.

Os impactos da alínea a) são geralmente irreversíveis. Trata-se de escolher entre uma coisa ou outra. Não é possível construir terraplenos de portos sem destruir a área estuarina correspondente. Mas os estuários, entregues a si próprios, sem intervenção humana, tendem entropicamente, ao longo de milénios, para o progressivo enchimento ou assoreamento. Assim, a intervenção humana pode destruir algo, mas constrói condições de utilização humana e pode preservar ou atrasar a sedimentação.

O futuro da Ria de Aveiro, deve, assim, ao que nos parece, ser, antes de mais, equacionado neste sentido de pesar inconvenientes e benefícios das alterações físicas que vão sendo introduzidas no ambiente natural.

O problema põe-se de modo diferente, no que respeita às alterações de qualidade do meio por virtude de poluições devidas a resíduos líquidos, sólidos ou gasosos. Estas, muitas vezes, nem serão perceptíveis e são, em princípio, evitáveis.

2 - OS RESÍDUOS LÍQUIDOS (ÁGUAS USADAS)

As águas residuais da actividade urbana e industrial são águas captadas na natureza, por poços, furos, minas, albufeiras, e que depois de usadas na habitação, comércio ou indústria, têm que ser reintegradas na natureza, geralmente em corpos de água (rio, lago, estuário, oceano) ou, eventualmente, no solo.

Os meios técnicos disponíveis para se fazer essa reintegração são essencialmente três:

1 - escolha do local ou locais de lançamento final e construção da rede de colectores terminais em conformidade.
2 - passagem das águas residuais por estação de tratamento, para retirar os poluentes nocivos ao meio receptor escolhido.

3 · lançamento ou dispersão final tirando o máximo partido da capacidade assimilativa do meio receptor.

Assim, esquemas típicos de fazer a reintegração de águas usadas incluem geralmente:

- colectores-interceptores para recolha e condução das águas ao seu destino final.
- estações de tratamento, que podem ir do grau preliminar ao terciário ou maior.
- dispositivos de lançamento final, como: descarga directa; emissários sub-fluviais ou submarinos; drenos ou poços de infiltração; redes de rega e outros.

No interior dos continentes, os graus de liberdade para a aplicação destes três meios de reintegração são menores ou muito menores dos que se podem ter à beira dos oceanos ou de grandes corpos de água.

Em cidades do interior, situadas à beira de rios, não há geralmente grandes possibilidades de escolha. O esquema clássico é o de conduzir as águas usadas para jusante da cidade e ai tratá-las tanto mais intensamente quanto maior é a desproporção entre caudais de esgoto e caudais de rio ou quanto maiores são as implicações com os usos a jusante.

Mas à beira de grandes corpos de água ou do oceano, o grau da liberdade de escolha é muito maior. Como é também geralmente maior a possibilidade de tirar o máximo partido da capacidade de assimilação do ambiente. Basta-nos este caso da Ria de Aveiro para o exemplificar.

3 - O CASO DA RIA DE AVEIRO

3.1 · Várias alternativas

É possível encarar várias alternativas para o destino final dos efluentes:

a) dentro da própria ria, após tratamento satisfazendo recentes normas de descarga, por exemplo (RUA, J. e outros, 1990)
b) fora da ria, no oceano, por emissários submarinos, por exemplo (DUARTE, A.C.; HALL, 1989)
c) por infiltração-rápida em areias de duna e reutilização para indústria e agricultura, como adiante concretizamos.

Mas a Ria é tão grande que, em princípio, estas três possíveis alternativas não se excluem umas às outras, podendo cada uma delas ser a mais adequada para determinadas condições locais. O primeiro factor a ter em consideração é exactamente a grande dimensão da ria e a consequente previsão de que estarão longe de ser homogéneas, não só as condições naturais de mistura de águas doces com águas sal-

gadas como a localização e características das águas residuais rejeitadas, actuais e futuras, e também a localização e características de usos aquáticos. A Ria de Aveiro não é um problema são vários problemas.

3.2 · As condições naturais

Se não houvesse qualquer entrada de água doce para a Ria, esta comportava-se como simples braço de mar e o volume de águas oceânicas entradas em cada enchente podia ser o mesmo que havia sido na maré vazante anterior, tudo dependendo da eventual renovação dessas águas devida a correntes litorais. A principal renovação das águas da Ria deve ser devida às entradas de água doce dos rios Vouga e Antuã. Conhecendo as salinidades na Ria e os caudais desses rios, esses caudais de renovação podem ser calculados. São os caudais do rio Tejo e do Sado que permitem aos respectivos estuários um tão elevado grau de renovação das suas águas e, portanto, a capacidade de escoarem gradualmente para o mar poluentes persistentes. É de supor que existirá muito maior renovação das águas no trajecto Rio Vouga · Espinheira · Foz do que no braço norte, chamado canal de Ovar. Mas é nesse trajecto curto Rio Vouga · Foz que se situam a maior parte das áreas baixas ou húmidas deste estuário, em princípio as de maior sensibilidade ecológica. Lançamento de efluentes, mesmo sujeitos a tratamento convencional, podem ou não afectar aquela sensibilidade, tudo dependendo das proporções de caudais dos efluentes/caudais de renovação e dos locais de descarga e subsequente dispersão de poluentes biodegradáveis e persistentes. Estudos experimentais já realizados para a dispersão de mercúrio e azoto nas águas da Ria (VINHAS, T. e outros, 1989) são exemplo do que deve ser feito em maior escala para determinação de áreas de dispersão em águas estuarinas da Ria, nas condições actuais. O uso de normas de qualidade de águas naturais como as já definidas pela CEE, face aos usos dessas águas, permitirá averiguar a medida em que os lançamentos actuais se poderão considerar ou não nocivos, e as áreas em que tal sucede.

3.3 · As condições em terra

A ocupação urbana e industrial, actual e futura, e a necessidade dos seus resíduos líquidos serem tratados e adequadamente reintegrados, constitui naturalmente o problema crucial de evitar poluições nocivas para as águas estuarinas. Pode-se jogar, como já se disse, com vários meios técnicos para atingir esse objectivo:

Lançamento final fora da Ria, para o mar, permite, por abstracção, a radical ausência de poluição na Ria, mas esta alternativa deve estar, na ocorrência, muito condicionada por razões construtivas. Efectivamente, margens de areias de duna são geralmente suficientemente instáveis para se prever a localização de emissários submarinos na zona de rebentação. Por outro lado, colectores e interceptores de grande extensão não serão economicamente competitivos para o transporte de caudais relativamente pequenos.

Lançamento no interior da Ria, após tratamento convencional (secundário), pode ser em vários locais, uma solução conveniente, se se mostrar que os poluentes residuais, após o tratamento, não constituem carga excessiva para o meio receptor local. Esgotos fortes, como são os nossos (CBO_5 de 400 mg/l e mais), mesmo após

tratamento ainda contêm alto grau de poluição que pode ser excessiva, quer em poluentes biodegradáveis quer em nutrientes, por exemplo.

A solução do tratamento e lançamento final pelo terreno parece oferecer, na ocorrência, um grande interesse e é possível que possa ser aplicável em várias áreas da região. As novas tecnologias para o efeito, foram desenvolvidas nos EUA, face à chamada crise do ambiente e são um dos meios de se conseguir cargas nulas de poluentes nos cursos de água. No caso de Aveiro, a modalidade «infiltração rápida» é a que se afigura adequada aos solos da região. É necessário dispor de 3 a 4 metros de terreno granuloso seco (acima do nível freático) para que a depuração se processe e, então, em alto nível: efluentes de nível terciário, com drástica redução de carga orgânica, nutrientes, metais pesados, e outros. Estas águas podem ser facilmente re-captadas e utilizadas para vários usos industriais e agrícolas o que é de marcado interesse para a região

Deve notar-se que boa parte das populações actuais não estão ligadas a redes de colectores, dispondo de dispositivos autónomos ou individuais, como fossas sépticas. O estabelecimento de rede de colectores e estações depuradoras convencionais (não retirando quantidades significativas de carga orgânica, nutrientes e patogéneos) pode corresponder não a um «progresso» mas um acentuado «retrocesso», introduzindo em várias partes do estuário cargas excessivas, gerando a degradação das águas. Presentemente, e desde que às fossas sépticas se sigam adequados dispositivos de infiltração em zonas de terreno arenoso seco (acima do nível freático) as condições sanitárias serão mais satisfatórias do que as resultantes do panorama anterior (instalação de redes e ETAR's). É natural que em muitos sítios não se realizem aquelas condições ideais de infiltração e consequente depuração pelo terreno, e estas serão as zonas prioritárias (que convém definir por averiguações experimentais) a serem dotadas de redes de colectores. Uma vez estabelecidas as redes, em zonas como Gafanhas e outras, o tratamento e disposição final no terreno, pelo moderno sistema de infiltração rápida (ou infiltração-percolação) é praticamente certo ser a solução mais apropriada. Mas em outras zonas, como Murtosa e Estarreja, não devia deixar de se estudar seriamente a viabilidade de soluções deste tipo, aqui com marcado interesse pela reutilização das águas para fins industriais.

As considerações que temos vindo a desenvolver devem ser entendidas como simples sugestões ou pistas para se encontrarem as soluções mais apropriadas a cada situação; serão simples pontos de partida para os estudos necessários, mas só depois destes se poderão concretizar, em definitivo, as soluções efectivamente a adoptar.

Podemos, no entanto, desde já, concretizar alguns procedimentos que, em nossa opinião, não devem ser seguidas.

4 - O QUE NÃO DEVE SER FEITO

4.1 - Não repetir Lisboa

A justificada tendência para o uso de modelos matemáticos na previsão das condições de poluição actuais e futuras, deve ser encarada com a maior cautela. Só modelos matemáticos seriamente validados por suficientes observações experimentais serão dignos de crédito.

Nos estudos sobre o estuário do Tejo e dispersão dos esgotos de Lisboa, adoptaram-se modelos com interesse para simular a dinâmica das correntes, mas totalmente inapropriados para simulação de poluições. O concurso para os esgotos de Lisboa, baseou-se num desses modelos que indicava para as águas marginais da cidade índices de contaminação baixíssimos, quando são altíssimos. Além disso, insistiu-se em desenvolver modelo matemático unidimensional para um estuário que tem cerca de 300 km^2 de superfície e largura que chega a atingir 15 km. O estuário foi dividido em secções transversais supostamente homogéneas. O que sucede é a dispersão se fazer predominantemente no sentido longitudinal do estuário e não transversalmente (como dados experimentais mostraram).

4.2 - Não repetir Veneza

A laguna de Veneza, como foi exposto no Congreso da IAWPRC do Rio de Janeiro (1987) foi sujeita a instalações supostamente despoluidoras das águas residuais, (tratamento secundário), mas «paradoxalmente» as condições de poluição pioraram com graves surtos de eutrofização.

Em nossa opinião e de outros técnicos por nós consultados, a maior nitrificação conseguida com o tratamento secundário, originou condições de fertilização que se revelou excessiva face à muito fraca renovação das águas da laguna.

São inteiramente previsíveis situações deste género, com a introdução de tratamento secundário descarregando em áreas da Ria de fraca ou muito fraca renovação das águas.

5 - CONCLUSÕES

A poluição da Ria de Aveiro por águas residuais domésticas ou industriais não constitui um mas vários problemas.

Em nosso entender, há que estudar experimentalmente várias regiões da Ria, determinando áreas de dispersão de vários poluentes actuais, anotando onde se excedem os índices de qualidade das águas conforme os usos (CEE). Assim se poderá definir, com critérios objectivos e relativamente precisos, o estado actual da polui-

ção das águas da Ria. Este o ponto de partida para a definição das soluções a adoptar, no presente e no futuro, face aos variados meios técnicos disponíveis para o efeito. Entre outros, deve merecer especial atenção a moderna tecnologia de lançamento e tratamento pelo terreno, designado por infiltração rápida e que, bem vistas as coisas, nem sequer constitui grande novidade face às condições de drenagem actuais em vários locais da região.

E não se deve repetir Lisboa (modelos matemáticos fantasiosos) nem Veneza (efluentes secundários lançados em áreas de fraca renovação das águas).

BIBLIOGRAFIA

DUARTE, A.C.; Aristides HALL. Emissão Submarina: Uma solução integrada para o tratamento de efluentes na Ria de Aveiro. Simpósio Internacional sobre Soluções Integradas para os Problemas da Poluição da Água. 19-23 de Junho 1989, Lisboa.

RUA, J.; BORREGO, C.; QUINTANEIRO, I.; CRUZ, M. e RÉ, M. - Ria de Aveiro, Estudar o Presente: Procedimentos, meios e aplicações. 2ª Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Vol. 2. 4-6 Abril 1990.

VINHAS, Teresa; Mário REIS; Isabel LOBO - Mercúrio e Azoto nas Águas da Ria de Aveiro. Simpósio Internacional sobre Soluções Integradas para o Problema da Poluição da Água. 19-23 de Junho 1989, Lisboa.

P.S. Face às comunicações e dados apresentados, no decorrer deste Painel, julgamos possível pormenorizar, agora, alguns aspectos essenciais. Assim:

1 - No trajecto, referido em 3.2, rio Vouga - Espinheira - foz, deve, de facto, ser possível aceitar descargas de efluentes secundários, dada a muito alta capacidade de renovação das águas estuarinas, nesse troço.

2 - A ideia de completa abstracção de efluentes em toda a área da Ria, exposta no decorrer do Painel, não parece ter completa justificação. De facto, os problemas postos pelos municípios de defesa de qualidade das águas balneares, não se aplicam a áreas situadas dentro do trajecto referido anteriormente, mas fora dele, em áreas de fraca renovação das águas estuarinas. Nestas áreas a justificada abstracção de efluentes será apropriadamente feita pelo por nós proposto tratamento pelo terreno pelo sistema de infiltração-percolação.

3 - A moderna tecnologia de infiltração rápida (ou infiltração-percolação) obedece a requisitos muito apertados entre os quais dispor-se pelo menos de 4 m de material granuloso seco (acima do nível freático). Isto pode exigir, nas condições da Ria de Aveiro e terrenos envolventes, a construção artificial dos respectivos leitos de infiltração.

4 - As modernas tecnologias de tratamento pelo terreno conseguem fazer simultaneamente o tratamento e a disposição final. Efluentes deste processo, eventualmente captados para posterior utilização, são de nível terciário, com drástica redução dos poluentes mais significativos (CBO, concentração bacteriana, nutrientes, metais pesados).

5 - Em nossa opinião, o objectivo primordial a atingir, no caso da Ria de Aveiro, é uma adequada disposição final dos efluentes, podendo ou não fazer-se posteriormente a reutilização.

9.11.90

CARGAS POLUENTES DE ORIGEM DOMÉSTICA E INDUSTRIAL: ESTIMATIVA NA ÁREA DE INTERVENÇÃO DO GRIA

DOMESTIC AND INDUSTRIAL POLLUTED CHARGES: A THEORETICAL EVALUATION IN THE GRIA INTERVENTION AREA

M. Ré*, J. Rua**, I. Quintaneiro+, M. Cruz** e C. Borrego++

* Eng. Civil, ** Engºs Ambiente, + Eng. Química, ++ Professor da Universidade de Aveiro, Coordenador. Técnicos do GRIA - Gabinete da Ria de Aveiro, R. José Rabumba, nº 3, 1º - 3800 Aveiro

RESUMO

A quantificação e caracterização dos efluentes domésticos e industriais consta do programa de acções em curso no Gabinete da ria de Aveiro, passando a constituir um suporte de informação fundamental de análise das propostas alternativas para os problemas de poluição da ria. Neste trabalho são quantificadas as cargas poluentes de origem doméstica, com base numa estimativa teórica, e as de origem industrial a partir de dados experimentais. Realçam-se ainda as possíveis implicações no meio receptor, perspectiva-se a situação futura e abordam-se finalmente questões fundamentais para as tomadas de decisão no processo de gestão de recurso natural "Ria de Aveiro".

Palavras-chave: águas residuais domésticas e industriais, poluição, qualidade do meio, bacia hidrográfica, Ria de Aveiro, recurso natural.

ABSTRACT

The domestic and industrial wastewater quantification and characterization is included in the GRIA Project programme to establish a fundamental data base, necessary to analyse the proposals to tackle the most critical pollution problems affecting the Ria de Aveiro region. In this work, the domestic polluted charges are quantified, based in theoretical studies, and the industrial polluted charges were based on experimental data. Emphasis is given to the possible implications in the receiving medium, the future situation is put in perspective in order to contribute for future decisions in the process of management of the natural resource "Ria de Aveiro".

Keywords: domestic and industrial wastewater, pollution, water quality, hydrografic basin, lagoon of Aveiro, natural resource.

1. INTRODUÇÃO

Muitas vezes, a falta de dados exprimentais para a abordagem de um problema que urge resolver, obriga a que a sua definição e caracterização seja aproximada, assumindo como base de cálculo e discussão dados que são estimados, e por isso teóricos, em vez de medidos. É esta a situação real relativamente aos efluentes domésticos, pelo que, na quantificação das cargas afluentes à ria de Aveiro, quer directa quer indirectamente, se deparou com alguns problemas que, pela sua pertinência, se referem:

i) valores medidos para as capitações em Portugal;

ii) factores de èmissão (g/hab.dia) que tenham sido obtidos com base em medições e análises feitas em Portugal;

iii) trabalhos acerca das eficiências da maior parte dos tipos de tratamento, na remoção de certos poluentes (ex. nutrientes);

iv) trabalhos que quantifiquem a influência sobre os cursos de água, das descargas de efluentes no solo (onde acabam por afluir).

O trabalho foi elaborado usando por isso valores bibliográficos no que respeita aos efluentes domésticos, com os devidos ajustes que a experiência dos técnicos do GRIA neste campo permite realizar.

O sector industrial englobado na área de intervenção do GRIA, embora bastante diversificado, é basicamente constituído por PME repartidas maioritariamente pelas actividades referidas no Quadro I, que de modo geral, laboram em condições médias ou deficientes,

QUADRO I: Sectores industriais predominantes na área de intervenção do GRIA e sua localização.

INDÚSTRIA	LOCALIZAÇÃO
ALIMENTAR	Principalmente nos concelhos com grande actividade agrícola: Murtosa, Mira, Vagos, Ílhavo e Estarreja
TÊXTEIS	Ovar e Águeda
MADEIRAS	Concelhos com grandes áreas florestais: Mira, Vagos e Albergaria-a-Velha
PAPEL	Aveiro e Albergaria-a-Velha
QUÍMICA E PLÁSTICAS	Principalmente em Estarreja (complexo industrial) e Ovar
CERÂMICAS	Em toda a área de intervenção. Principalmente em Oliveira do Bairro, Águeda, Ílhavo e Aveiro
METALURGIA DE BASE	Principalmente nos concelhos de Albergaria-a-Velha, Aveiro, Águeda, Ovar e Oliveira do Bairro
METALOMECÂNICAS	Águeda, Aveiro, Ovar e Oliveira do Bairro

o que se traduz na fraca sensibilização ou completo alheamento em relação aos problemas de poluição e à sua resolução. Constata-se que igualmente não existem medições dos caudais consumidos e rejeitados, desconhece-se a composição dos seus efluentes e

resíduos, sendo praticamente inexistentes os sistemas de tratamento. Estes aspectos são agravados quer pelos custos que lhe estão associados, quer pela falta de suporte financeiro em face da sua pequena dimensão. Excepção a esta "regra", constitui o estudo ou a iniciativa levada a cabo na zona de Águeda para o sector dos tratamentos de superfície (GMIE, 1988).

Por esse motivo, a intervenção directa do GRIA tem incidido nas 10 principais indústrias da região que, pelas suas dimensões e produção, têm características próprias: i) possuem uma dinâmica de grandes empresas; ii) têm elevados consumos de água; iii) possuem mecanismos ou meios através dos quais é possível proporcionar uma caracterização dos seus efluentes; iv) representam, em termos de poluição industrial, 80% da gerada na área de intervenção do GRIA; v) na maioria delas está em curso um projecto de caracterização dos efluentes líquidos. Estas estão repartidas pelos sectores de pasta de papel (2), químico (5), metalomecânico (2) e alimentar (1).

Verifica-se que os efluentes líquidos destas empresas são rejeitados directamente na ria ou nos rios afluentes, constituindo a matéria orgânica, os sólidos em suspensão, os nutrientes e as substâncias tóxicas, os principais poluentes que afectam a qualidade da água na bacia. Prevê-se que, num futuro próximo, a sua emissão tenha de ser substancialmente reduzida.

No entanto, os dados existentes em relação aos efluentes líquidos e que são fornecidos pelas próprias empresas, apresentam alguns problemas quando aplicados na caracterização e quantificação global destas emissões. Salienta-se a sua disparidade, seja no que respeita aos parâmetros analisados, seja relativamente à periodicidade de amostragem e métodos utilizados. A fim de tentar resolver este problema, foi posto em execução o projecto de caracterização dos efluentes líquidos, cujos resultados foram utilizados no cálculo das cargas poluentes em causa.

2. IMPORTÂNCIA QUALITATIVA DAS DESCARGAS E A QUALIDADE DA ÁGUA

2.1: A bacia hidrográfica como unidade básica na gestão da qualidade do meio hídrico

Designa-se por bacia hidrográfica de um curso de água, relativa a uma determinada secção, a parcela da superfície terrestre que contribui com as suas águas de escoamento ou superficial, para alimentar o caudal do curso de água na secção considerada (Manzanares, 1948). Desta definição ressalta de imediato a necessidade em se considerar como unidade geográfica básica, no planeamento e gestão dos recursos hídricos, a própria bacia hidrográfica. Podem-se assim, enunciar vários princípios decorrentes da aplicação deste conceito:

- As águas superficiais e subterrâneas, dentro da bacia hidrográfica, são ocorrências de um mesmo recurso.
- Todas as escorrências de água devem ser consideradas património público.
- A preservação da qualidade da água só poderá ser convenientemente efectuada, desde que exista legislação

eficaz no que respeita à captação e rejeição de águas. Neste caso, o poluidor deve assumir a responsabilidade dos efeitos a que dá origem no meio hídrico receptor, ou seja, o custo das medidas de despoluição devem ser suportadas pelo próprio poluidor.

Sub-bacia, conforme adiante se refere (Fig. 1) não é mais do que a parcela de uma determinada bacia hidrográfica, passível de ser englobada na área de intervenção de um ou mais municípios, e à qual se aplicam os mesmos princípios atrás enunciados.

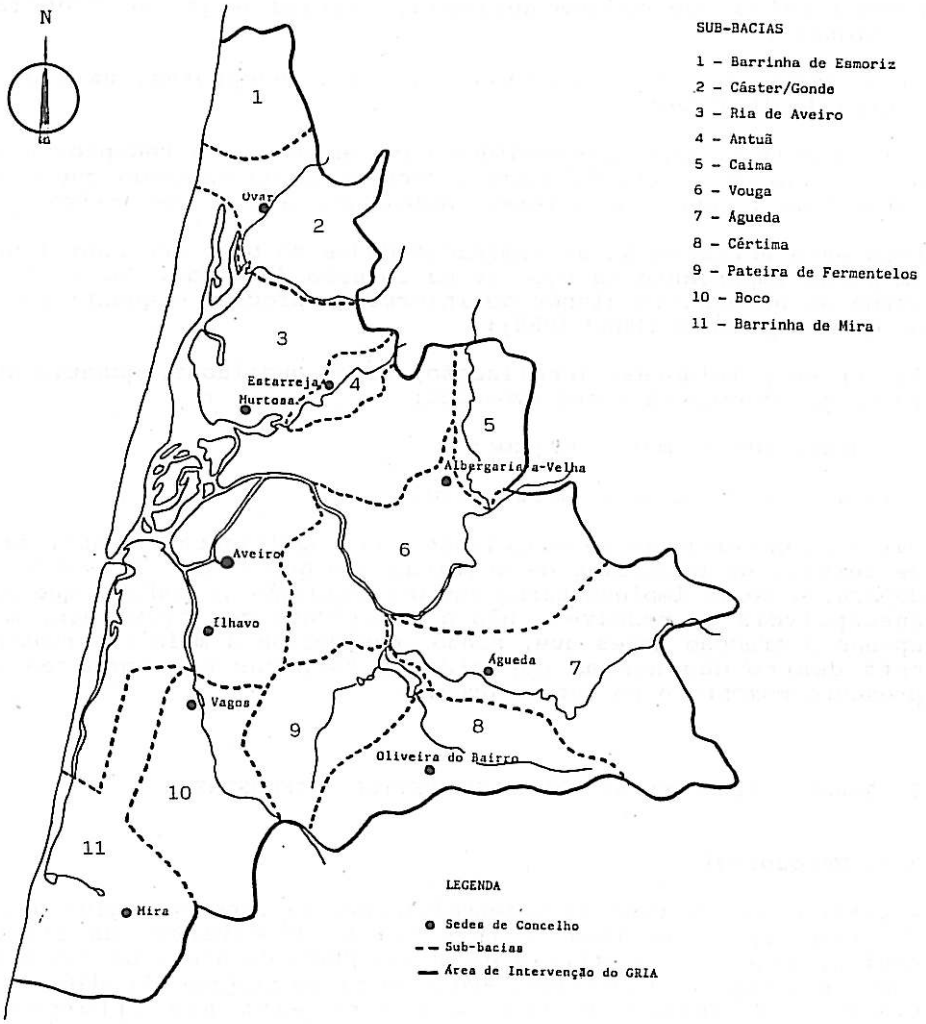


Figura 1: Sub-bacias consideradas na Área de Intervenção do GRIA

2.2: O controlo das cargas poluentes afluentes à ria de Aveiro.

Constitui a poluição hídrica um dos problemas críticos da zona da ria de Aveiro. No entanto, qualquer que seja a solução que vier a ser encontrada, esta implica necessariamente que se actue de modo a (DGRN, 1988):

i) controlar as descargas poluentes pontuais ou concentradas, afluentes aos diversos meios receptores, de origem doméstica, industrial ou mista;

ii) controlar as descargas poluentes difusas, afluentes aos mesmos meios, de origem agrícola, pluvial e de escorrências ocasionais;

iii) impôr, nas diversas linhas de água receptoras, um caudal mínimo de diluição;

iv) definir os usos pretendidos para esses meios receptores e, neste caso em especial, para o recurso (considerando que este termo é mais nobre que o termo "meio") que é a ria de Aveiro.

Para esta actuação há determinados dados de base que constituem um passo importante na procura da solução desejada. Com efeito, torna-se necessário dispôr de informação precisa e quantificada no que respeita a (DGRN 1988):

i) fontes poluidoras: localização, tipo, qualidade, quantidade, forma de ocorrência e sua evolução;

ii) qualidade do meio receptor;

iii) usos actuais desse mesmo meio.

Daí a necessidade de se equacionarem com suficiente probabilidade de certeza os problemas de poluição com que a Ria de Aveiro se depara, e de se implementarem com determinação as medidas que são susceptíveis de resolver, não a totalidade dos problemas, mas apenas a fracção deles que, sendo considerada a mais importante, está dentro das nossas capacidades técnicas e económicas no presente momento e no futuro próximo.

3. GARGAS POLUENTES DE ORIGEM DOMÉSTICA E INDUSTRIAL

3.1: Metodologia

A análise do processo de desenvolvimento da zona abrangida pelos dez municípios da área de intervenção do Gabinete da ria de Aveiro, sugere a existência de um conjunto de áreas de conflito com o seu suporte biofísico, áreas essas em progressivo desenvolvimento. A origem desses conflitos está nas diferentes actividades económicas implantadas na região, da sua dependência em maior ou menor grau, da qualidade do ambiente da região e dos problemas que a afectam, ou mais especificamente, da poluição na ria de Aveiro.

As cargas de poluentes afluentes à área de intervenção do GRIA foram calculadas para dois casos distintos:

i) Tendo em atenção as estações de tratamento existentes, industriais e municipais e para a restante população não abrangida por ETARs, considerando a existência de fossas sépticas de poços sumidouros. A carga assim considerada denominou-se carga efectiva.

ii) Considerando os sistemas de tratamento previstos para um futuro próximo (projectados ou em execução) e a remodelação de alguns existentes. A carga definida deste modo é designada como carga prevista.

3.2: Quantificação das cargas poluentes industriais

As cargas industriais rejeitadas, para fácil comparação com as de origem doméstica, são definidas em termos de: CBO_5; SST; CQO; Gorduras; Ntotal; Ptotal e Metais.

Os resultados gerais obtidos para as cargas efectivas rejeitadas na área de intervenção do Gabinete são apresentados na figura 2 e no Quadro II é feita a sua comparação com as cargas poluentes de origem doméstica por sub-bacia considerada.

Quadro II: Comparação das cargas poluentes efectivas de origem doméstica e industrial

SUB-BACIA	POP (hab eq)		CAUDAL (m3/d)		CBO5 (kg/d)		SST (kg/d)		GORD (kg/d)		N TOT (kg/d)		P TOT (kg/d)		METAIS (kg/d)	CQO (kg/d)
	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	IND	IND
RIA	89263	387185	11003	74362	2728	20908	2742	6713	985	660	955	1986	223	9	5	59387
RIO AGUEDA	22524		2580	1216	730		710		232		243		57		360	
RIO CAIMA	3722	271444	298	21000	121	14658	117	1953	27		40		9			46410
TOTAL	115509	658629	13881	96578	3579	35566	3569	8666	1244	660	1238	1986	289	9	365	105797

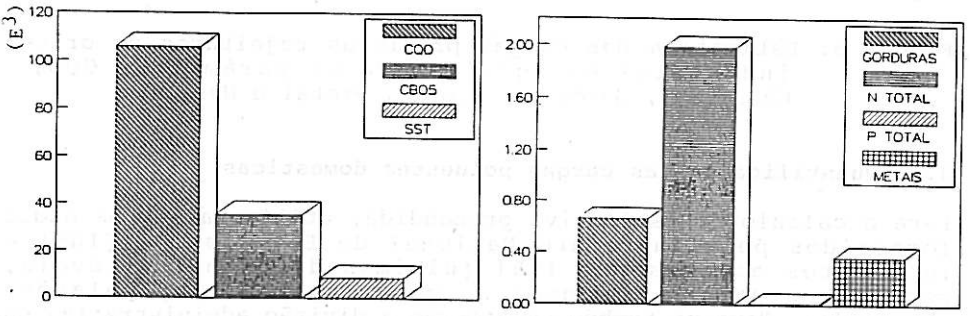


Figura 2: Estimativa das cargas efectivas rejeitadas de origem industrial em Kg/dia para os parâmetros CQO, CBO_5, SST, Gorduras, Ntotal, Ptotal e Metais.

Para o cálculo das cargas industriais previstas, foi considerada a situação de cumprimento do contrato-programa em vigor para as empresas de celulose, das normas gerais de descarga de águas residuais incluídas no Dec.-Lei nº 74/90, para as restantes empresas, bem como as acções previstas na zona industrial de Águeda (GMIE, 1988). Os resultados são apresentados na figura 3, bem como no Quadro III a sua comparação com estimativa análoga referente às cargas poluentes de origem doméstica, geradas nas diversas sub-bacias onde a concentração industrial atrás referida é mais evidente.

Quadro III: Comparação das cargas poluentes previstas de origem doméstica e industrial

SUB-BACIA	POP (hab eq)		CAUDAL (m3/d)		CBO5 (kg/d)		SST (kg/d)		GORD (kg/d)		N TOT (kg/d)		P TOT (kg/d)		METAIS (kg/d)	CQO (kg/d)
	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	CONC	IND	IND	IND
RIA	82455	94222	11176	74362	445	5088	742	6121	782	37	693	69	162	9	2	27725
RIO AGUEDA	12000	-	1680	2580	65	-	108	-	118	-	101	-	24	-	144	-
RIO CAIMA	-	116667	-	21000	-	6300	-	1758	-	-	-	-	-	-	-	16800
TOTAL	94455	210889	12856	97942	510	11388	850	7879	900	37	794	69	186	9	146	44525

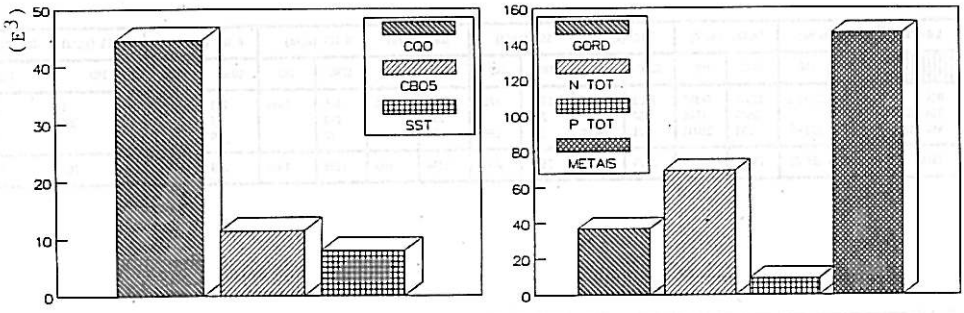


Figura 3: Estimativa das cargas previstas rejeitadas de origem industrial em Kg/dia para os parâmetros CQO, CBO_5, SST, Gorduras, Ntotal, Ptotal e Metais.

3.3: Quantificação das cargas poluentes domésticas

Para o cálculo da estimativa pretendida, utilizaram-se os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e referentes ao censo de 1981 (últimos dados mais fiáveis, conhecidos até ao momento) no que respeita às populações abrangidas. Teve-se também em atenção a divisão administrativa da zona de intervenção do GRIA, a sua topografia (que determina geograficamente cada bacia hidrográfica), as características urbanas dos concelhos considerados (em termos da concentração urbanística de cada aglomerado, logo com efeitos directos na qualidade-quantidade do efluente produzido).

Com base nos elementos atrás descritos, no conhecimento do meio e na bibliografia existente, estimaram-se e atribuiram-se capitações aos diversos aglomerados populacionais (Quadro IV), bem como os factores de emissão atribuíveis ao esgoto doméstico (Quadro V).

Quadro IV: Capitações atribuídas de acordo com o número de habitantes

Habitantes	litros de água/hab.dia	litros de esgoto/hab.dia
<1000	75	60
1000-2000	100	80
>2000	125	100

Quadro V: Factores de emissão

Parâmetro	Factor de emissão (g/hab.dia)
CBO_5	54 (1)
SST	90 (1)
Gorduras	100 (2) (a)
N. Total	12 (3)
P. Total	2.8 (3) (b)
Coliformes fecais	5E10 (4) (c)
Estreptococos fecais	1E9 (4) (c)

(1) DGSBásico (1978)
(2) METCALF, EDDY (1978)
(3) SNPRCN (1988)
(4) LNEC (1983)

(a) O factor de emissão para as gorduras não é referido em g/hab.dia mas em mg/litro de efluente.

(b) O factor de emissão do fósforo total é composto pelo somatório de duas parcelas, uma de 1,5 g/hab.dia devido aos excreta e outra de 1,3 g/hab.dia devido ao uso de detergentes.

(c) O factor de emissão é referido em número de microorganismos/hab e dia.

Para o cálculo da carga efectiva considerou-se que toda a população, não abrangida por estações de tratamento, trata os respectivos esgotos através de fossa séptica e infiltração no terreno.

Considerou-se ainda que as estações de tratamento existentes não estão a funcionar devidamente, atribuindo-se-lhes as eficiências que constam do Quadro VI.

Quadro VI: Eficiências dos sistemas de tratamento considerados (%)

Sistema	CBO_5	SST	Gord	NT	PT	CF	EF
F. Séptica	40	65	10	10	10	40	40
Outros	55	70	15	15	15	50	50

As estações de tratamento em funcionamento normal e a população abrangida constam do Quadro VII.

Quadro VII: Estações em funcionamento normal e população abrangida em termos de habitantes equivalentes

Concelho	População (hab. eq.)
Aveiro	18600
Estarreja	2100
Ovar	11341

Os valores encontrados estão representados na figura 4 encontrando-se no Quadro VIII os referentes a cada sub-bacia definida.

Quadro VIII: Carga efectiva afluente ao meio (solo e água).

Sub-bacia	População (hab.eq.)	Caudal (m3/d)	CBO5 (Kg/d)	SST (Kg/d)	Gord (Kg/d)	NT (Kg/d)	PT (Kg/d)	CF E 10	EF E 10
Bar. Mira	13299	1064	429	419	96	144	34	40216	830
Boco	16297	1729	531	517	156	177	41	49519	1000
Ria	89263	11003	2728	2742	985	955	223	260712	5203
Pateira	3988	360	129	126	32	43	10	12010	244
Levira	13529	1323	438	426	119	146	34	40263	815
Certima	9258	855	300	292	77	100	23	27859	564
Agueda	22254	2580	730	710	232	243	57	67889	1356
Vouga	55447	5721	1729	1747	515	599	140	161785	3232
Caima	3722	298	121	117	27	40	9	11255	232
Antua	14223	1362	444	439	122	152	36	41619	832
Caster/Go	26949	3446	781	798	303	284	66	75177	1504
Bar. Esmo	18429	1843	597	581	166	199	46	55287	1106
TOTAL	287026	31583	9025	8911	2830	3083	719	843951	16918

O cálculo da carga prevista envolveu outro tipo de hipóteses. Assim, considerou-se por um lado que as populações abrangidas por sistemas de águas residuais domésticas (Quadro IX) são igualmente abrangidas por estações da tratamento, e por outro que estas funcionarão de modo optimizado quanto ao rendimento: remoção de 90% de CBO_5 e 90% de SST; 30% de óleos e gorduras; 30% de N total e 30% de P total (Marecos, 1984); 90% de C. Fecais e 90% de E. Fecais (DGSBásico, 1978).

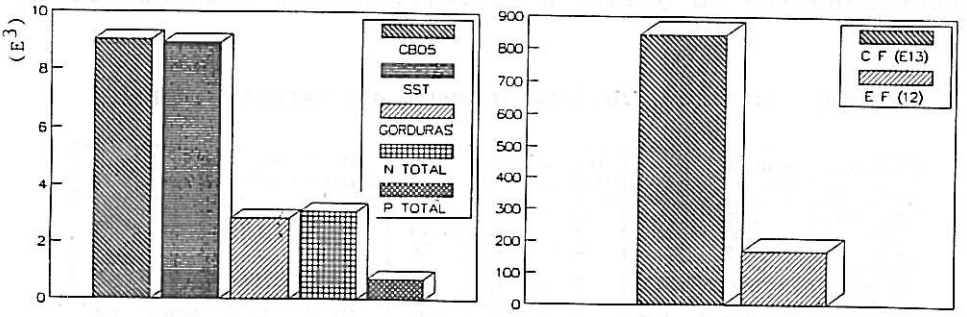


Figura 4: Estimativa das cargas efectivas rejeitadas de origem doméstica Kg/dia para os parâmetros CQO, CBO_5, SST, Gorduras, Ntotal, Ptotal e Metais.

Considerou-se ainda que os efluentes das estações de tratamento serão lançados directamente nos cursos de água das sub-bacias a que pertencem.

Ao contrário da carga efectiva (que foi calculada a nível de sub-bacia hidrográfica), a carga prevista contempla apenas as descargas directas nos cursos de água, pelo que se desprezaram as contribuições dos efluentes que são tratados por fossa séptica e se consideraram apenas os efluentes provenientes das estações de tratamento.

Quadro IX: Estações de tratamento previstas e populações abrangidas

Concelho	Localização	Habitantes a servir
Aveiro	Aveiro	28455
	Cacia	4500
	Esgueira	30000
	Azurva	1000
Águeda	Águeda	12000
	Fermentelos	4500
Albergaria	Albergaria	7300
Estarreja	Estarreja	6100
Ílhavo	Barra/Costa Nova	7000+2000 *
	Ílhavo	6500
Mira	Mira	8000
	Praia de Mira	32500+7500 *
Murtosa	Torreira	7000+1500 *
Ovar	Esmoriz/Cortegaça	13000+7000 *
O. Bairro	O. do Bairro	5000
Vagos	Vagos	5000

* O primeiro valor refere-se à população flutuante e o segundo valor à população residente.

Os valores encontrados estão representados na figura 5, encontrando-se no Quadro X os referentes a cada sub-bacia definida.

Quadro X: Carga prevista afluente aos cursos de água

Sub-bacia	População (hab.eq.)	Caudal (m3/d)	CBO_5 (Kg/d)	SST (Kg/d)	Gord (Kg/d)	NT (Kg/d)	PT (Kg/d)	CF E 10	EF E 10
Bar. Mira	48000	5940	259	432	416	403	94	24000	480
Boco	5000	700	27	45	49	42	10	2500	50
Ria	82455	11176	445	742	782	693	162	41228	825
Pateira	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Levira	5000	500	27	45	35	42	1	24000	480
Certima	4500	450	24	41	32	38	9	2250	45
Agueda	12000	1680	65	108	118	101	24	6000	120
Vouga	12800	1280	69	115	90	108	25	6400	128
Caima	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antua	6100	610	33	55	43	51	12	3050	61
Caster/Go	11341	1588	61	102	111	95	22	5671	113
Bar. Esmo	20000	2520	108	180	176	168	39	10000	200
TOTAL	207196	26443	1119	1865	1852	1741	398	125099	2502

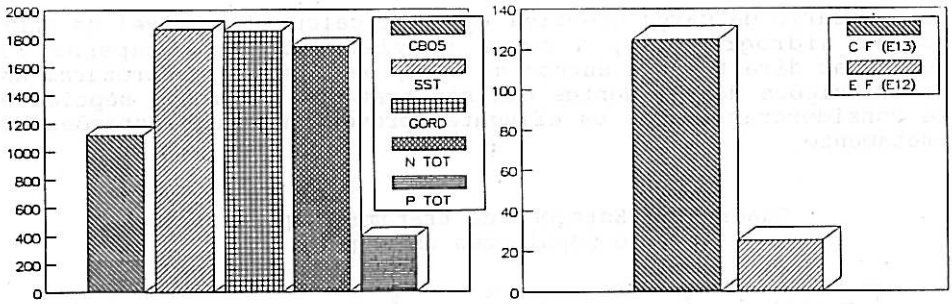


Figura 5: Estimativa das cargas previstas rejeitadas de origem doméstica Kg/dia para os parâmetros CQO, CBO_5, SST, Gorduras, Ntotal, Ptotal e Metais.

4. TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Os resultados foram tratados considerando como base geográfica as sub-bacias para a carga total efectiva, e os cursos de água para a carga total prevista, comparando-se nos Quadros II e III as cargas de origem doméstica e as de origem industrial.

Apesar da existência de ETARs em funcionamento normal nas sedes dos concelhos de Aveiro, Ovar e Estarreja, de ETARs industriais conforme se refere nos Quadros XIa) e b), e de fossas sépticas individuais ou colectivas, seguidas de infiltração no terreno dos efluentes delas provenientes em todos os concelhos (refere-se que a influência dessa infiltração na qualidade das águas subterrâneas não é conhecida), verifica-se contudo que continua a

Quadro XI: Relação das estações de tratamento de águas residuais domésticas e industriais na área de intervenção do GRIA

CONCELHO	TIPO DE ETAR	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÕES
AVEIRO (cidade) AVEIRO (Esgueira) AVEIRO (Azurva) AVEIRO (Cacia) AVEIRO (S. Jacinto)	LP de baixa carga Em estudo Lagunagem com arejamento Em estudo Em estudo	Ampliação e remodelação Projecto em execução Espera parecer da DGQA Projecto em execução Projecto em execução	Prestes a funcionar
ILHAVO (Barra/Costa Nova)	Lamas Activadas	Com projecto em fase de apreciação	Proposta a financiamento do FEDER
OVAR (cidade e praia do Furadouro) Ovar (Esmoriz)	LP (baixa carga) Lagunagem	Construída Em construção	
ESTARREJA (vila e zonas limitrofes)	LP (alta carga)	Construída	
MURTOSA	-----	-----	
ÁGUEDA (cidade zonas limitrofes) FERMENTELOS (vila) BARRÔ	LA (arejamento convencional) LA (arejamento convencional)	Em fase de concurso Em construção Com projecto	Proposta ao FEDER
ALBERGARIA-A-VELHA (vila e zonas limi)	Lagunagem com arejamento	Em funcionamento exprimental	Financiada pela DGQA (ETAR piloto)
OLIVEIRA DO BAIRRO (vila e zonas limi)	LP (alta carga)	Em funcionamento exprimental	
VAGOS (vila e zonas limi)	LP (alta carga)	Em construção	Financiada pelo FEDER
MIRA (vila e zonas limi) PRAIA DE MIRA	LA (arejamento convencional) Lagunagem e infiltração do efluente final	Construída Em construção	Financiada pelo FEDER Financiada pelo FEDER

LA - Lamas Activadas LP - Leitos Percoladores

EMPRESA	TIPO DE TRATAMENTO	OBSERVAÇÕES
QUIMIGAL	Correcção do pH	Os efluentes de MNB e anilina são incinerados
UNITECA	Decantação	Tratamento electro-químico em fase de arranque
CIRES	Físico-químico	-----
ISOPOR	Lamas activadas	-----
NESTLÉ	Lamas activadas	-----
CEL. CAIMA	Físico-químico	-----
PORTUCEL	Físico-químico	Tratamento secundário em fase de projecto
FUNFRAP	Físico-químico	O efluente doméstico é tratado por lamas activadas
RENAULT	Lamas activadas	-----
BRESFOR	Físico-químico	Prevista a remodelação da estação

ser à denominada "sub-bacia da Ria" que afluem as maiores cargas poluentes: 85365 m^3/dia dos quais 87% representam caudais de águas residuais industriais, 23636 kg de CBO_5/dia e 9455 kg/dia de SST dos quais 88% e 71% respectivamente provêm da indústria,

1645 kg de óleos e gorduras/dia sendo responsáveis neste os efluentes domésticos com cerca de 60% do total gerado.

Já no que respeita aos nutrientes estima-se que em relação ao azoto total sejam lançados diariamente 2941 kg com um valor estimado para a indústria sensivelmente igual a 68%, enquanto que relativamente ao fósforo e como facilmente se depreende, os efluentes domésticos são responsáveis por 96% da carga total rejeitada, que é estimada em 232 kg/dia.

Do mesmo modo se estimaram as cargas poluentes correspondentes aos parâmetros microbiológicos que são impostos nas diversas directivas comunitárias relativas a determinados usos da água, estimando-se assim uma afluência diária de 260712 E10 C.Fecais/dia e 5203 E10 E.Fecais/dia. A acrescentar a estes factos, outro deveras preocupante se refere também. E essa preocupação realça a necessidade em se considerar a bacia hidrográfica da ria como um todo, à qual aflui não só a poluição acima referida, mas também toda aquela que é transportada nas diversas linhas de água, afluentes à ria. Por este motivo considera-se de referir a sub-bacia do Caima, nela se destacando as quantidades estimadas de CBO_5 com 14799 kg/dia e para os SST com 2070 kg/dia, valores aos quais correspondem 275166 hab equivalentes, dos quais apenas 1,4% representam a contribuição urbano-doméstica na sub-bacia assim considerada.

Os valores em causa permitem referir que porventura as reduções manifestadas nas cargas poluentes, não são ainda suficientes para garantir que as descargas efectuadas estejam dentro dos previsíveis valores limites, nem possivelmente são compatíveis com as características qualitativas da água do meio receptor nem com os actuais e potenciais usos desse mesmo meio. Considerando somente os efeitos das cargas poluentes de origem doméstica em especial para os parâmetros $CBO_5(20)$ e SST conforme prevê o projecto de Portaria previsto anexar ao Decreto Lei das Normas de Descarga de Águas Residuais (DL 74/90) (Quadro XII) poder-se-á verificar desse modo o que se refere anteriormente.

Quadro XII: Normas de Descarga das Águas Residuais Urbanas Valores limites para a sub-bacia da ria de Aveiro (DGQA, 1988)

Pop. servida (nº hab.eq.)	Carga em CBO_5 (g CBO5(20)/hab.eq.dia)	Carga em SST (g SST/hab.eq.dia)
N < 200	30,0	50,0
200 < N < 5000	12,0	20,0
N < 5000	6,0	10,0
N≈89000 (b)(d)	31,0	31,0
N≈82000 (c)(d)	5,4	9,1

(a) Valores que não contemplam a especificidade do meio.
(b) População actual e efectivamente servida com sistemas de tratamento, independentemente da descarga efectuada ser para o meio solo ou para o meio hídrico.
(c) População prevista ser servida com sistemas de tratamento drenando directamente para a ria.
(d) Incluem população flutuante.

Não será de menosprezar igualmente a afluência de nutrientes às denominadas sub-bacias "Barrinha de Mira" de 144 kg N/dia e 34 kg P/dia; "Barrinha de Esmoriz" de 199 kg N/dia e 46 kg P/dia e "Rio Cértima - Pateira de Fermentelos" de 143 kg N/dia e 33 kg P/dia que, a par do que acontece no Rio Águeda, 243 kg N/dia e 57 kg P/dia (estes provenientes essencialmente da própria cidade), constituem factores preocupantes pelo facto de serem já perceptíveis indíces de estados eutróficos nesses meios. Igualmente neste último caso se refere a afluência dos metais pesados à bacia hidrográfica deste rio e estimados em 360 kg/dia.

Do mesmo modo e atendendo à previsível implementação e/ou remodelação a médio prazo dos sistemas de recolha e tratamento de águas residuais constante dos Quadros XI a) e b), verifica-se um aumento das cargas afluentes aos diversos meios hidrícos receptores e definidores das diversas sub-bacias consideradas, ocasionado pelo correspondente aumento de caudal das águas residuais urbanas (essencialmente) entretanto colectado pelos sistemas previstos. A não ser que medidas impeditivas venham a ser tomadas, verifica-se a continuação da denominada sub-bacia "Ria" como o grande receptáculo de efluentes cujas cargas afluentes poderão ser as seguintes: 85538 m^3/dia dos quais 87% correspondem ainda à parte industrial, 5538 kg de CBO_5/dia correspondendo 92% deste valor às unidades industriais, 6863 kg de SST/dia sendo de 89% a contribuição estimada para as unidades industriais e 819 kg de óleos e gorduras/dia dos quais 91% continuam a ser afectos aos efluentes domésticos. No que respeita aos nutrientes já o que se passa com o azoto total e do mesmo modo com o fósforo total é a parte doméstica a responsável pela maior parte da carga: 762 kg/dia de Ntotal e 171 kg de P/dia, respectivamente 91% e 95% dos valores totais afluentes diariamente. Do mesmo modo, em termos dos parâmetros microbiológicos estima-se uma afluência de 41228 E10 C.Fecais/dia e 825 E10 E.Fecais/dia.

Os valores apresentados, correspondem em face das cargas afluentes, a reduções que se situam na ordem dos 77% para o CBO_5, 27% para os SST, 50% para os óleos e gorduras, 74% e 26% respectivamente para o N e Ptotais, e 84% e 91% respectivamente para C.Fecais e E.Fecais, considerados ainda manifestamente insuficientes em relação aos passíveis de permitir a qualidade desejável para o meio receptor considerado.

Em relação ainda à sub-bacia do Caima, verifica-se que continua a parte industrial a ter um peso significativo na afluência de cargas poluentes, isto independentemente das acções ou dos investimentos previstos. As reduções estimadas permitem ainda referir que a carga prevista afluir seja a correspondente em termos de CBO_5 a 116000 hab/eq., apresentando desse modo uma redução de 57%, o que se considera manifestamente insuficiente em face da possível capacidade de autodepuração do meio. Do mesmo modo se nota uma fraca redução nos sólidos suspensos totais, cerca de 10%, traduzindo-se este facto em mais uma preocupação a ter em atenção.

Resta acrescentar por último a considerável redução, cerca de 60% em termos de metais pesados afluentes através da bacia do rio Águeda, redução essa ligada às medidas internas preconizadas e algumas já tomadas pelas empresas da zona (GMIE, 1988).

Finalmente e no que respeita às sub-bacias Barrinha de Mira, Rio Cértima, Rios Cáster/Gonde e Barrinha de Esmoriz, continua-se a verificar uma grande afluência aos cursos de água respectivos de cargas poluentes de origem doméstica, cujos efeitos poderão ser graves pelo facto das linhas de água em causa terem caudal de estiagem geralmente nulo; desse modo, na maioria dos casos não haverá possibilidade de satisfatoriamente se realizar a diluição necessária não sendo possível o recurso à capacidade de autodepuração dos meios hídricos receptores.

5. CONCLUSÕES

São genericamente conhecidas as origens da poluição na ria de Aveiro. É à ria que de facto afluem ou poderão afluir no futuro as maiores cargas poluentes de origem doméstica, já que é nas suas margens que se desenvolvem os núcleos urbanos mais importantes de toda esta região, apesar de para estes se preverem a breve trecho sistemas de recolha e tratamento das águas residuais domésticas. A carga afluente total previsível estima-se, em termos de $CBO_5(20)$, em 5533 kg/dia e de SST em 6863 kg/dia, sem esquecer no entanto a contribuição dada pelos núcleos urbanos em termos de poluição microbiológica (41228 E10 C.Fecais/dia, 825 E10 E.Fecais/dia) e de nutrientes (762 kg de Ntotal/dia e 17 kg de Ptotal/dia). Esta poluição, tão importante na qualidade do meio, tem como agravante o poder tornar-se factor de imensa perturbação na qualidade da água da laguna, atendendo aos constrangimentos hidráulicos nela verificados.

Torna-se no entanto necessário um conhecimento mais profundo sobre a qualidade do meio receptor, o que se pretende atingir com o projecto "PolAveiro", bem como com a selecção dos usos pretendidos para as águas da ria, que conduzirão a uma definição de critérios de qualidade da água para os quais a extensão, o tipo de ocupação e ordenamento urbano são entre outros, factores de extrema importância.

A par desta definição outra deverá surgir e que consiste na necessidade de se conhecerem os caudais de diluição e o estado actual da qualidade da água referente aos cursos de água definidores das sub-bacias consideradas ao longo deste trabalho. Por fim, independentemente das acções previstas devem-se promover medidas que evitem comprometer os actuais e potenciais usos do meio e ao mesmo tempo permitam uma verdadeira gestão integrada, de modo a optimizar-se este recurso regional que é a Ria de Aveiro.

6. BIBLIOGRAFIA

MANZANARES, A. A. (1948): "Hidráulica Agrícola e Urbana", Ed. da A.E.I.S.T. Lisboa.

DIRECÇÃO GERAL DOS RECURSOS NATURAIS (1988): "Estudo de Caracterização, Perspectivas de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia do Vouga". Relatório nº 1. COBA, Lisboa.

GRIA-R-(1)/88 (1988): 1º Relatório Trimestral do Gabinete da ria de Aveiro. Rua José Rabumba, nº 3 - 1º, 3800 AVEIRO.

DIRECÇÃO GERAL DO SANEAMENTO BÁSICO (1978): "Tratamento de Águas Residuais". Módulo 4. Centro Tecnológico da DGSB, Lisboa.

METCALF & EDDY, (1979): "Wastewater Engineering Treatment Disposal e Reuse". McGraw-Hill, New York.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1983): " Sistemas de Abastecimento de Água e Evacuação de Excreta em Zonas Rurais e Pequenas Comunidades", ICT S 300, LNEC, Lisboa.

SERVIÇO NACIONAL DE PARQUES RESERVAS E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA - - SNPRCN (1988): "Estudo para o ordenamento da área envolvente da Pateira de Fermentelos" - Anexo V: "Eutrofização. Qualidade do meio ambiente". Departamente de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, Aveiro.

MARECOS, MARIA H. (1984): "A Rega e a Gestão dos Recursos Hídricos. Reutilizações de Águas Residuais em Irrigação" in Recursos Hídricos, vol 5 nº 2. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, Lisboa.

DGQA (1988): "Projectos de Portaria das Normas de Descarga de Águas Residuais" - "Projecto de Portaria sobre Normas de Descarga de Águas Residuais Urbanas". SAG. 1ª versão. Lisboa..op

GMIE (1988): "A poluição dos tratamentos de superfície no concelho de Águeda - Diagnóstico e proposta de soluções", Águeda.

RIA DE AVEIRO. QUE FUTURO?
O CONTRIBUTO DOS FUNDOS COMUNITÁRIOS

RIA DE AVEIRO. WHAT FUTURE?
THE CONTRIBUTIONS OF COMMUNITY FUNDS

Armando B. Silva Afonso(*)

(*) Engº Civil. Professor Convidado do I.S.P.C.. Vice-Presidente da CCRC.

SUMÁRIO

Descrevem-se as principais formas de apoio comunitário incluídas no Quadro Comunitário de Apoio ao PDR (1989/1993), analisando a forma como cada uma dessas intervenções poderá suportar acções a desenvolver em diversos sectores na área da Ria de Aveiro.

Quadro Comunitário de Apoio. Programa de Desenvolvimento Regional. Programa Operacional. Região Centro. Baixo Vouga. FEDER.

ABSTRACT

The author describes the main ways of community support comprised in the Community Framework of support to the PDR (1989/1993), analysing the way how each one of those interventions will be developped in several fields of action in the Ria de Aveiro area.

Community Framework of support. Regional Development Program. Operating Program. Centre Region. Baixo Vouga. FEDER.

1. A REGIÃO CENTRO. BREVE CARACTERIZAÇÃO

Com uma superfície de cerca de 23.300 km, aproximadamente 25% do território nacional, a Região Centro possui uma população total próxima de 1,800 milhões de habitantes (17% do total do País), dos quais 0,600 milhões (1/3) se podem considerar população urbana. Mais de 50% da população da Região distribui-se por pequenos aglomerados, com menos de 2000 habitantes.

A densidade média é de 78 hab/km^2, inferior à média nacional (110 hab/km^2) e comunitária (143 hab/km^2), observando-se todavia significativas variações através da Região, com uma densidade no interior de 49 hab/km^2 e no litoral de 160 hab/km^2.

A Região Centro, no seu conjunto, constitui uma NUT (Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins Estatísticos - Dec. Lei 36/89) de nível II, subdividida em 10 unidades de nível III, uma das quais, o Baixo Vouga, corresponde aproximadamente ao conjunto dos municípios que marginam a Ria de Aveiro (Fig. 1).

Fig. 1 - Unidades Territoriais de nível III na Região Centro

2. A REGIÃO CENTRO E OS APOIOS COMUNITÁRIOS

Com base no chamado Plano de Desenvolvimento Regional, preparado por Portugal para o período 1989/1993, e concebido como um instrumento estratégico de política de desenvolvimento regional no contexto comunitário, foi negociado um Quadro Comunitário de Apoio para Portugal, para o período atrás referido, através do qual a Comunidade suportará o esforço de desenvolvimento português, no espírito da Coesão Económica e Social.

Os financiamentos comunitários têm origem em três tipos de fundos estruturais (FEDER, FSE e FEOGA-Orientação), totalizando o total das subvenções o montante de 7368 milhões de ECU.

Pode afirmar-se que os apoios comunitários serão distribuídos segundo duas lógicas, a sectorial e a regional, correspondendo a cada uma delas um conjunto de acções de intervenção. No âmbito da presente comunicação, analisam-se com particular destaque os programas de âmbito regional, incluídos no chamado Eixo 6 (Desenvolvimento das Potencialidades de Crescimento das Regiões e Desenvolvimento Local), cuja gestão é da responsabilidade directa da Comissão de Coordenação da Região Centro, não se devendo todavia esquecer que a Ria de Aveiro, como sub-região, poderá ainda beneficiar da quase totalidade dos programas de abordagem sectorial, entre os quais se podem destacar os seguintes:

EIXO 1
<u>Criação de infra-estruturas económicas com impacto directo sobre o crescimento económico equilibrado</u>

A - Comunicações e Telecomunicações

- Programa de Desenvolvimento das Acessibilidades - PRODAC
  - Engloba diversos tipos de infra-estruturas, nomeadamente estradas, ligando os grandes centros do País, caminhos-de-ferro e portos.
- Programa Comunitário de Serviços Avançados de Telecomunicações - STAR
  - Já em implementação, enquadra as infra-estruturas de telecomunicações e a ajuda aos agentes económicos que utilizam ou produzem equipamentos ou serviços modernos de telecomunicações.

B - Energia

- Programa Comunitário de Valorização do Potencial Energético Endógeno - VALOREN
  - Já em implementação, enquadra investimentos em infra-estruturas públicas destinadas à valorização do potencial endógeno.

C - Ciência e Tecnologia

- Programa Ciência
  - Programa Operacional Integrado orientado para a valorização dos recursos humanos no domínio C&T e a construção de infra-estruturas.

D - Sector Terciário

- Programa Operacional de Infra-estruturas Turísticas
  - Procurando a construção de infra-estruturas turísticas com vista ao aumento da eficácia do investimento turístico privado.

EIXO2

Apoio ao investimento produtivo e às infra-estruturas directamente ligadas a este investimento

- Programa Específico de Desenvolvimento da Indústria Portuguesa - PEDIP
  - Já em curso até 1992, tem como linha direccional criar condições que permitam à indústria portuguesa a adaptação às novas condições do grande mercado europeu.
- Regime de Ajudas à Modernização do Comércio
  - Visando a correcção das assimetrias regionais no sector, a modernização da sua estrutura técnica e de gestão e a dinamização dos circuitos de distribuição.

EIXO 3

Desenvolvimento dos Recursos Humanos

A - Educação

- Programa de Desenvolvimento da Educação em Portugal - PRODEP
  - Tem por objectivo generalizar o acesso à educação, com redução da taxa de analfabetismo, bem como a modernização das infra-estruturas educativas - criação de novos centros escolares e introdução de equipamentos informáticos nas escolas.

B - Melhoria das estruturas de formação

- Programa Operacional Integrado para a Melhoria das Estruturas
  - Tem por objectivo melhorar globalmente o nível do sistema de formação profissional e de promoção do emprego, nomeadamente através da utilização de tecnologias modernas nos centros de formação e emprego.

C - Aprendizagem

- Programa Operacional de Aprendizagem
  - Contemplará basicamente a componente teórica da formação.

D - Acções de formação multi-sectoriais, multi-axiais e multi--regionais

- Programa Operacional de Formação Horizontal
  - Dirigido para a formação dos activos não-qualificados, semi-qualificados e qualificados, quadros intermédios e superiores.
- Programa Operacional de Formação em Tecnologias da Informação
  - Tem um carácter horizontal e objectivos de inovação no que respeita à adequação da mão-de-obra às novas tecnologias da informação.

E - Acções em formação directamente ligadas aos eixos de desenvolvimento

Constituem acções de formação complementares às acções de desenvolvimento inseridas nos vários eixos.

EIXO 4
Promoção da competitividade da agricultura e desenvolvimento rural

- PEDAP - Programa Específico de Desenvolvimento da Agricultura Portuguesa
  - Já em implementação.
- Programa Operacional de Desenvolvimento Rural

3. INTERVENÇÕES DE CARÁCTER REGIONAL

3.1. Generalidades

No caso particular da Região Centro, estão previstas três intervenções regionalizadas, designadas por Programa Operacional da Raia, Programa Operacional do Pinhal e Programa Operacional do Centro (Fig. 2).

O Programa Operacional do Centro abrangerá as NUT III do Pinhal Litoral, Baixo Mondego, Dão-Lafões, Serra da Estrela e Baixo Vouga, sendo pois o instrumento de apoio regional que cobrirá a sub-região da Ria de Aveiro.

Recorde-se que, de acordo com o Quadro Comunitário de Apoio ao PDR 89/93, este Programa Operacional (P.O.) terá em vista, nomeadamente, "a melhoria da qualidade e do nível de vida das regiões, através da valorização das potencialidades de desenvolvimento existentes.

O P.O. compreenderá 4 sub-programas principais, designados por "infraestruturas", "serviços de apoio à actividade produtiva e ao desenvolvimento local", "formação profissional" e "desenvolvimento rural", que se repartirão pelas seguintes medidas:

1. Infraestruturas
   1.A. Infraestruturas de Transporte
   1.B. Saneamento Básico
   1.C. Inf. de Apoio à Actividade Industrial
   1.D. Turismo, cultura, Desporto e T. Livres
   1.E. Hospital Distrital de Leiria
   1.F. Recursos Hídricos
   1.G. Estudos de Ordenamento e Ambiente

2. Serviços de apoio à actividade produtiva e ao desenvolvimento local
   2.A. Serviços de Apoio à Actividade Produtiva
   2.B. Serviços Apoio Desenvolvimento Local

3. Formação Profissional
   3.A. Formação para o Desenvolvimento Local

REGIÃO CENTRO:
PROGRAMAS OPERACIONAIS

Fig. 2

4. Desenvolvimento Rural
   4.A. Acções rurais piloto
   4.B. Valorização produtos agrícolas
   4.C. Caminhos rurais em áreas estuarinas e lagunares

3.2. Sub-programa de infraestruturas

O sub-programa de infraestruturas corresponderá a uma participação comunitária (FEDER) de 77 milhões de ECU, com uma taxa média de comparticipação de 56%, ou seja, a uma despesa total de cerca de 138 milhões de ECU entre 1990 e 1993.

No âmbito da medida de infraestruturas de Transporte e Acessibilidades (1.A.), procurar-se-á designadamente ultrapassar as dificuldades de congestionamento existentes no litoral e reforçar as ligações entre os vários centros e destes à rede nacional.

As entidades beneficiárias poderão ser as autarquias locais, isoladamente, associadas entre si, ou associadas a outras entidades. A participação comunitária para esta medida será de 17 milhões de ECU.

No âmbito da medida de saneamento básico (1.B.) procurar-se-á incrementar a taxa de atendimento em termos de abastecimento de água, drenagem e tratamento de esgotos de origem industrial e doméstica e tratamento de lixos. O crescimento urbano e industrial recente exige, em algumas situações, a remodelação e expansão dos sistemas instalados.

As entidades beneficiárias poderão ser, tal como na medida 1.A., as autarquias locais, isoladamente, associadas entre si ou associadas a outras entidades, sendo a participação comunitária de 26 milhões de ECU.

A dinâmica industrial verificada na área de intervenção do P.O. do Centro implica uma medida de infraestruturas de apoio (1.C.) com vista a fomentar a implantação de unidades industriais em áreas devidamente infraestruturadas. Simultâneamente, pretende-se criar condições para facilitar a fixação de quadros médios e superiores, pelo que se torna fundamental a implantação dos equipamentos de apoio. Estes equipamentos, recreativos, desportivos e culturais, poderão concorrer também para complementar os atractivos turísticos da área.

As entidades beneficiárias das medidas 1.C. e 1.D. poderão ser as autarquias locais, isoladamente ou associadas, e ainda, no caso da medida 1.C., instituições privadas de utilidade pública e Comissões Regionais de Turismo. A participação comunitária será de 8,9 milhões de ECU para a medida 1.C. e 7,8 milhões de ECU para a medida 1.D..

As medidas 1.E. e 1.F. não englobam investimentos na Sub-região do Baixo Vouga.

A medida 1.G. visa a elaboração de estudos no âmbito do ordenamento do território, do ambiente e dos recursos naturais, no sentido de procurar tornar mais eficazes as infraestruturas deste sub-programa.

Na verdade, a atenuação dos desequilíbrios inter e intra-regionais que se verificam na distribuição espacial de população e actividades, implica uma estratégia de reforço da rede dos centros urbanos de pequena e média dimensão que passa pela modernização das respectivas estruturas.

Por outro lado, o crescimento da actividade sócio-económica tem gerado situações críticas em matéria de ambiente, estando aceite o princípio de que o desenvolvimento deverá assentar numa gestão racional e eficiente dos recursos naturais e na sua compatibilização com o ambiente.

Esta medida visa assim apoiar a realização de estudos no âmbito do ordenamento do território, do ambiente e recursos naturais que contribuam para a:

- hierarquização da rede urbana regional;
- utilização racional dos solos e dos recursos naturais, através da definição clara de usos e adequada compatibilização da localização de actividades;
- optimização de sistemas fundamentais instalados e a instalar (rede viária, infraestruturas básicas, recolhya, tratamento e reciclagem de lixos, equipamentos, etc.);
- renovação e requalificação dos tecidos urbanos;
- implementação de sistemas de informação, controle e gestão de base espacial;
- inventariação, protecção e ordenamento de áreas de alta sensibilidade ecológica e ambiental;
- dinamização económica quer através da oferta de solos infraestruturados quer através do apoio a unidades produtivas na área da reciclagem dos resíduos urbanos, industriais;
- viabilização de serviços de apoio às empresas tendo em vista a protecção do ambiente;
- sensibilização/educação na área ambiental e de defesa do consumidor/utente.

Estas acções poder-se-ão concretizar em:

- Planos de Ordenamento do Território;
- Estudos no âmbito da rede urbana regional ou outras acções específicas de ordenamento (p.e., ordenamento de zonas estuarinas);
- Planos de Reabilitação Urbana;
- Estudos de gestão optimizada das redes, e/ou de gestão integrada e automatizada dos sistemas urbanos;
- estudos de planeamento e optimização de sistemas que envolvam a recolha, transporte, tratamento e reciclagem de efluentes / resíduos de origem urbana e industrial;
- estudos de definição de redes de informação à escala regional;
- estudos de de inventariação de fontes de poluição e suas repercussões no meio ambiente;
- estudos de impacte ambiental de planos públicos e privados;
- estudos de protecção, racionalização e gestão dos recursos naturais;
- estudos sobre o controle da qualidade do ar, da água e da orla marítima;
- estudos sobre a fauna, flora e de protecção de biótopos;
- acções de sensibilização e de Educação Ambiental;
- acções na área da saúde pública que envolvam a problemática poluição do ambiente / defesa do consumidor.

A medida 1.G. poderá beneficiar:

a) A CCRC, isolada ou em colaboração com Autarquias Locais, entidades de investigação/ensino ou entidades públicas ou privadas sem fins lucrativos com intervenção nas áreas de ordenamento/ambiente:

b) Autarquias Locais, isoladas, associadas entre si ou em colaboração com outras entidades de investigação/ensino ou entidades públicas ou privadas sem fins lucrativos com intervenção nas áreas de ordenamento/ambiente.

A participação comunitária será de 2,3 milhões de ECU, com uma taxa média de comparticipação de 50%.

3.3. Sub-programa de Serviços de Apoio à Actividade Produtiva e ao Desenvolvimento Local

O sub-programa de serviços de apoio à actividade produtiva e ao desenvolvimento local corresponderá a uma participação comunitária de 7,3 milhões de ECU, e englobará duas medidas, nomeadamente serviços de apoio à actividade produtiva e serviços de apoio ao desenvolvimento local.

Este sub-programa persegue um objectivo expresso no PDR (1989), no sentido de, "a nível local, apoiar acções de animação e de apoio a iniciativas locais de desenvolvimento, cobrindo domínios diversificados, desde a dinamização de redes e sistemas de informação com múltiplas finalidades, até à valorização social, cultural e do património local, mas igualmente investimentos de pequena dimensão da responsabilidade das autarquias locais e de entidades privadas, com impacte no desenvolvimento e melhoria das condições de vida das populações".

A primeira medida (serviço de apoio à actividade produtiva), poderá beneficiar entidades públicas, instituições privadas sem fins lucrativos e municípios ou associações de municípios, e dispõe de cerca de 4,4 milhões de ECU de participações para apoiar acções do seguinte tipo:

- Criação e reforço de estruturas de prestação de serviços de divulgação e da introdução de novas tecnologias nas unidades produtivas (estas estruturas deverão funcionar junto às instituições de ensino superior, em cooperação com as associações empresariais, câmaras municipais, cooperativas, etc.);
- Criação de estruturas de organização e apoio à participação em feiras;
- Criação e reforço de serviços de contabilidade e gestão para associações empresariais, grupos organizados de pequenas empresas e cooperativas;
- Acções de promoção das potencialidades regionais;
- Prospecção de oportunidades de investimento e de aproveitamento das potencialidades existentes;
- Reforço das acções informativas às PMEs.

A segunda medida (serviços de apoio ao desenvolvimento local), com um co-financiamento FEDER de 2,9 milhões de ECU, poderá

beneficiar autarquias, isoladas ou associadas, a CCRC, Comissões Regionais de Turismo, Sociedades de Desenvolvimento Regional, Associações Comerciais e Industriais, etc..

Como exemplo de acções elegíveis, no quadro desta medida, poderão referir-se as seguintes:

- a promoção e o aproveitamento das potencialidades e recursos locais, com particular destaque para a valorização dos humanos;
- o apoio aos pequenos industriais e aos pequenos agricultores tendo em vista a reestruturação e a modernização de actividades produtivas;
- a divulgação de informação relevante, valorizando o apoio ao investimento, e a introdução de inovações nos processos produtivo e de gestão;
  a animação das estruturas e dos actores locais, mobilizando-os para uma maior intervenção no processo de desenvolvimento.

3.4. Sub-programa de Formação Profissional

Contendo uma única medida (formação para o desenvolvimento) este sub-programa, que poderá beneficiar as autarquias locais, isoladas ou associadas, e a CCRC, corresponde a uma participação comunitária de 2,5 milhões de ECU, e visa, como principais objectivos:

- A racionalização da utilização de meios tecnológicos e infraestruturas já disponíveis ou a criar a nível local;
- A criação de oportunidades de emprego de forma a fixar as populações e a dinamizar a economia local;
- O reforço das capacidades humanas, técnicas e sócio-culturais locais;
- A dinamização / incremento de iniciativas turísticas locais;
- A difusão de informação útil, relativa a questões de emprego e formação profissional;
- O apoio a acções de educação ambiental e o apoio à criação de emprego na área do ambiente e dos recursos naturais.

Como exemplo de acções elegíveis, poderá referir-se a formação de técnicos para a gestão de infraestruturas municipais ou para a animação económica, cultural ou ambiental e ainda a formação de agentes dinamizadores do tecido sócio-económico local.

3.5. Sub-Programa de Desenvolvimento Rural

Este sub-programa tem em vista o desenvolvimento económico de zonas rurais e estuarinas, e corresponde a uma participação comunitária (FEOGA) de 1,2 milhões de ECU.

O sub-programa contém três medidas, pretendendo-se com a primeira (acções rurais piloto) aproveitar a situação existente (em termos de explorações agro-florestais) para promover a demonstração de novas actividades ou a de novas formas de organização do processo produtivo, de modo a obterem-se ganhos de produtividade, a criar maior volume de riqueza e a respeitar o meio ambiente.

Com a segunda medida (valorização de produtos agrícolas), da qual poderão beneficiar autarquias locais, instituições sem fins lucrativos, associações locais e produtores, pretende-se, entre outros objectivos, valorizar as produções da qualidade em meio rural e contribuir para o acréscimo e diversificação das fontes de rendimento das famílias.

Finalmente, e no que se refere à terceira medida (caminhos e electrificação das zonas estuarinas e lagunares), ela poderá beneficiar autarquias locais, isoladas ou associadas entre si ou com associações de produção de sal ou piscícolas, com um co-financiamento FEOGA de 0,4 milhões de ECU.

É uma medida com que pretende abranger os estuários dos rios Vouga (onde a área ocupada pelo salgado é de 1200 ha) e Mondego.

Esta medida tem como objectivo criar infraestruturas básicas que permitam viabilizar, em particular, o desenvolvimento da aquacultura, uma vez que os acessos às unidades são feitos por caminhos construídos sobre os muros de terra (ou "motas") sujeitos à acção erosiva das marés, com riscos de "cambeias" (estragos feitos nos muros). No caso da Ria de Aveiro a situação agrava-se porque muitas das unidades se encontram em ilhotas com difíceis acessos por terra.

Assim, espera-se que com a realização das acções previstas nesta medida - construção de caminhos e electrificação das zonas estuarinas - seja possível prosseguir o objectivo de reconversão da produção de sal e do desenvolvimento da aquacultura na região.

4. O PROGRAMA ENVIREG

Para além dos apoios incluídos no QCA, é ainda de referir o programa ENVIREG, recentemente aprovado (90/05/02) pela Comissão das Comunidades Europeias e que tem como objectivo ajudar as regiões mais desfavorecidas da Comunidade a debelar determinados problemas de ambiente, de modo a dotar o desenvolvimento económico e social dessas regiões de bases sólidas e duradouras.

Os objectivos específicos do ENVIREG consistem em:

- Reduzir a poluição das zonas costeiras, cuja economia é largamente dependente da actividade turística. Será concedida prioridade às zonas confrontadas com um rápido crescimento económico, apresentando graves problemas ambientais, bem como às zonas em que se regista um aumento significativo da população durante o período estival.

- Promover um ordenamento das zonas costeiras que preserve a sua beleza natural e que, valorizando-as, preserve igualmente os biótopos.

- Contribuir para o controlo da gestão dos resíduos industriais tóxicos e perigosos.

- Desenvolver o "know-how" em matéria de concepção e gestão das instalações de despoluição, e, de um modo mais geral, aperfeiçoar o controlo dos problemas de ambiente.

Na Região Centro, as zonas elegíveis serão as zonas costeira (cuja largura não exceda, em princípio, dez quilómetros), ou toda a Região no que se refere aos resíduos industriais tóxicos e perigosos e os "know-how" correspondentes.

BIBLIOGRAFIA

Afonso, A.S. e RELVÃO, A.M. - *Análise e Perspectivas sobre a Situação do Saneamento Básico na Região Centro*, Congresso 89 da Ordem dos Engenheiros, Coimbra, 1989.

CCRC (1990) - *Programa Operacional do Centro* (versão preliminar), Comissão de Coordenação da Região Centro, Coimbra, 1990.

MPAT/SEPDR (1989) - *Quadro Comunitário de Apoio ao PDR 1989/1993*, MPAT/SEPDR, Lisboa, 1989.

A GESTÃO INTEGRADA DA RIA DE AVEIRO: SOLUÇÕES PARA OS PROBLEMAS DE POLUIÇÃO E AS ALTERAÇÕES INSTITUCIONAIS NECESSÁRIAS

THE INTEGRATED MANAGEMENT OF THE AVEIRO LAGOON: SOLUTIONS FOR THE POLLUTION PROBLEMS AND THE NECESSARIES INSTITUCIONALS CHANGES

C. Borrego[++], J. Rua[**], I.Quintaneiro[+], M. Ré[*] e M. Cruz[**]

++ Professor da Universidade de Aveiro, Coordenador,
** Engºs do Ambiente, + Eng. Química, * Eng. Civil.

Técnicos do GRIA - Gabinete da Ria de aveiro, R. José Rabumba, nº3, 1º - 3800 Aveiro

RESUMO

Com os resultados dos estudos elaborados e outros dados adquiridos, é já possível formular algumas propostas no domínio do tratamento dos efluentes líquidos e dos resíduos sólidos, na área de intervenção do Gabinete da ria de Aveiro.

Pretende-se neste trabalho abordar as várias propostas de solução, bem como as implicações institucionais que a sua implementação induz, discutindo-se as várias alternativas existentes no panorama actual e as modificações que possam surgir como necessárias para a concretização, do ponto de vista técnico e financeiro, e no mais curto prazo de tempo, das propostas efectuadas.

Palavras-chave: Ria de Aveiro, poluição, efluentes líquidos, resíduos sólidos, tratamento, instituições

ABSTRACT

Using the results of the studies undertaken and other data colected, some proposals can already be made to the wastewater and solid waste treatment, in the GRIA intervention area.

This paper intends to make an approach of some solution proposals, as well as the institutionals implications induced by its implementation, discussing some alternatives and the necessaries modifications. The final aim is to choose the best way in the concretization of the proposals made, from the technical and financial point of view, and in the shortest time.

Key-words: Aveiro lagoon, pollution, wastewater, solid wastes, treatment, institutions.

1. INTRODUÇÃO

A criação do Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA) surge em consequência da existência de conflitos entre o desenvolvimento das actividades económicas e a qualidade do ambiente, que têm vindo a originar situações de poluição que podem inviabilizar num curto prazo essas mesmas actividades. Por outro lado, podem impedir a implantação de outras actividades, potencialmente favoráveis aos interesses da zona numa pespectiva de harmonização com a qualidade ambiental, e são ainda causa de degradação da qualidade de vida em algumas áreas.

O GRIA aparece deste modo com o objectivo bem definido de caracterizar, duma forma clara e correcta, a estado do ambiente no domínio da poluição na Ria de Aveiro e área envolvente, de formular propostas integradas de resolução global para os problemas detectados, e de propôr ainda as alterações institucionais necessárias para a prossecução desse objectivo.

Depois duma fase inicial em que se procedeu à recolha de todos os trabalhos e estudos publicados até à data no domínio da poluição na Ria de Aveiro, tem-se vindo a elaborar e a coordenar alguns estudos com o objectivo de colmatar as lacunas de informação existentes no conjunto dos trabalhos recolhidos. Alguns destes estudos produziram já resultados, enquanto outros, ainda estão em decurso ou em fase de discussão (Rua et al, 1990).

Em simultâneo, a actividade tem sido voltada para a aquisição e desenvolvimento de outros meios indispensáveis à concretização dos seus objectivos, bem como para os contactos com as forças vivas, entidades e organismos locais, regionais e nacionais que têm actividade, jurisdição e responsabilidades na área de intervenção do Gabinete.

Nos contactos efectuados, tem sido importante dar a conhecer às várias entidades, a evolução dos estudos efectuados e as preocupações sentidas sobre alguns problemas pontuais concretos. Além disso, têm-se obtido da parte das entidades e organismos, informações sobre as linhas e estratégias de desenvolvimento adoptadas, de modo a se poderem compatibilizar com vista à resolução dos problemas de poluição nos vários domínios, tentando integrar estes numa visão global e regional, em oposição a uma abordagem fraccionada e local. Em última análise, estes contactos têm servido como interface e mecanismo de informação, com vista à coordenação de esforços para uma estratégia que venha a reunir o maior número possível de consensos. Apenas assim se pode garantir que as propostas de solução serão praticáveis, não só no plano técnico, económico e financeiro, mas também no domínio social e político, mediante um apoio generalizado aos vários níveis de decisão e apoio.

Depois de dois anos e meio de existência, perante o conhecimento adquirido da situação de poluição na respectiva área de intervenção, é já possível formular algumas propostas de solução

para os problemas que afectam a qualidade das águas superficiais, que se relacionam com a questão do tratamento e destino final a dar aos efluentes líquidos, bem como para os diversos tipos de resíduos produzidos nesta região, quer urbanos quer devido à intensa actividade industrial.

2. OS PROBLEMAS DE POLUIÇÃO NA ÁREA DE INTERVENÇÃO DO GRIA: ZONAS CRÍTICAS.

Embora se comente de um modo generalizado a poluição da ria de Aveiro, não havia nos estudos recolhidos, informação suficiente que pudesse servir de base para se conhecer quantitativamente o estado de poluição da ria, de modo a se proceder a uma avaliação criteriosa, objectiva e a um juízo correcto no plano técnico e científico.

Por esse motivo, o GRIA propôs e catalizou alguns projectos que permitiram identificar e quantificar os principais problemas de poluição da ria, bem como as zonas críticas onde esses problemas se verificam, ou poderão vir a sentir.

2.1. Qualidade das águas superficiais

Nas águas superficiais podem-se identificar basicamente 3 tipos de problemas:

i) Poluição orgânica (fábricas de pasta de papel no rio Caima e Vouga) e por produtos químicos (Complexo Industrial de Estarreja no esteiro de Estarreja/Largo do Laranjo e indústrias de tratamento de superfície no rio Águeda) de proveniência industrial.

ii) Poluição microbiológica devido à descarga de águas residuais urbanas e às actividades pecuárias em zonas próximas dos cursos de água (Canal de Ilhavo, Rio Vouga, Canal de Ovar).

iii) Eutrofização em consequência dum excesso de nutrientes proveniente das descargas de águas residuais urbanas e das águas de escorrência dos campos de cultivo marginais à ria (Rio Vouga, Canal de Ovar).

Em complemento aos estudos existentes que apontam as conclusões dos pontos anteriores (Alcântara et al, 1990; Vinhas, 1986, 1987, 1990; Pinho, 1985), Ré et al (1989) com base em estimativas conclui ainda que as cargas de origem doméstica que afluem à Barrinha de Esmoriz, Barrinha de Mira e Pateira de Fermentelos são significativas, sobretudo no que respeita à entrada de nutrientes, o que explica o estado de eutrofização destes meios e justifica uma atenção de protecção especial.

Na ria propriamente dita, os problemas de poluição concentram-se nas partes terminais dos canais, inviabilizando alguns dos usos que actualmente têm, ou outros que começam a assumir uma certa importância e desenvolvimento.

A poluição fecal é generalizada, podendo ser atribuída à conjugação de dois factores: por um lado as descargas de águas residuais domésticas e a actividade pecuária, e por outro as constrições que condicionam a capacidade de renovação de água nas partes terminais dos canais co menores salinidades. Igualmente o estado de eutrofização é latente, sendo já avançado em certas áreas, de que é exemplo o Canal de Ovar.

O Largo do Laranjo apresenta teores elevados de mercúrio total e mercúrio dissolvido na água, em relação às outras zonas da ria, situação associada à recepção dos efluentes provenientes do Complexo Industrial de Estarreja e à contaminação dos sedimentos (Hall, 1985; Vinhas e Valença, 1990).

2.2. Qualidade das águas subterrâneas

A sobre-exploração das águas provenientes do aquífero cretácico, conjuntamente com o lançamento de efluentes contaminados com metais pesados, directamente no solo ou em cursos de água que podem servir de recarga de aquíferos, constituem os problemas mais agudos, embora localizados, na área de intervenção do GRIA.

A sobre-exploração do aquífero cretácico de Aveiro, que abastece vários municípios e indústrias, pode colocar problemas com o avanço da cunha salina e a salinização do aquífero, inviabilizando esta fonte de abastecimento de água potável (Peixinho e Saraiva, 1990).

O lançamento directo no solo dos efluentes provenientes das indústrias de tratamento de superfície é um problema que começa a fazer sentir-se em Águeda, dado o perigo de contaminação das águas subterrâneas com metais pesados e cianetos, embora ainda não tenham sido detectados casos de contaminação de poços.

Em Estarreja, o lançamento dos efluentes industriais nos cursos de água que servem de recarga ao aquífero superficial, está provavelmente na origem da contaminação deste por metais pesados como Cu, Co, Ni, Cd, Zn e Pb e outros poluentes (Silva et al, 1990).

2.3. Qualidade do ar

Os problemas de qualidade do ar surgem em 3 zonas perfeitamente delimitadas: em Estarreja (associada ao Complexo Industrial), próximo da fábrica de pasta de papel em Cacia e junto da fábrica de pasta de papel no Caima (Pio e Borrego, 1990).

Os problemas de qualidade do ar na Zona de Estarreja estão associados por um lado, à emissão de compostos específicos não regulamentados por normas de emissão, nem monitorizados pela Comissão de Gestão do Ar de Estarreja (Cl_2, Mononitrobenzeno, H_2SO_4 e outros), e por outro lado, à existência de picos de

concentração de poluentes na atmosfera, consequência de possíveis descargas e de condições atmosféricas desfavoráveis, e que não são detectados pelos meios de que a CGAE dispõe.

No que respeita às fábricas de pasta de papel, os principais poluentes emitidos são as partículas, SO_2, NO_x, e H_2S, constituindo a emissão de compostos sulfurosos, responsáveis por maus cheiros, um dos problemas maiores e mais sensíveis, para além de abranger uma área significativa.

2.4. Resíduos sólidos

O problema dos resíduos sólidos, devido ao acentuado e diversificado desenvolvimento industrial, apresenta duas vertentes distintas: os resíduos sólidos urbanos (RSU), ainda não caracterizados nem quantificados e que na generalidade (com uma única excepção) são lançados em lixeiras sem qualquer tipo de tratamento ou acondicionamento; a quantidade de resíduos industriais que é produzida, situa Aveiro entre os principais distritos em Portugal que contam com uma grande percentagem de resíduos tóxicos e perigosos (RTP) de características distintas, também ainda não caracterizados e que estão a ser armazenados em alguns casos sem os cuidados mínimos necessários ao acondicionamento deste tipo de resíduos. Esta situação provoca, por exemplo em Estarreja, a contaminação das águas através das escorrências e infiltrações.

3. PROPOSTAS DE SOLUÇÃO PARA OS PRINCIPAIS PROBLEMAS

Referido o ponto da situação quanto aos principais problemas de poluição que afectam a ria de Aveiro, e a sua localização geográfica, abordam-se seguidamente algumas propostas de solução.

Salvaguarda-se a necessidade de estudos posteriores que permitam uma comparação técnico-económica das várias soluções, e a escolha do melhor processo em cada um dos domínios.

3.1. Efluentes líquidos

O problema dos efluentes líquidos e consequentemente da qualidade das águas superficiais, é sem dúvida o mais generalizado e o que mais afecta globalmente a qualidade ambiental e o desenvolvimento de várias actividades na área de intervenção do GRIA, dadas as condicionantes de qualidade de que estas estão dependentes. São disso exemplo, o turismo e a piscicultura/conquicultura, para não referir o abastecimento público e industrial.

As propostas de solução neste domínio são feitas atendendo à debilitada mas não desprezável capacidade de auto-depuração da ria e de alguns afluentes, à localização das principais fontes poluidoras (industriais e municipais) e sub-bacias associadas, e

à compatibilização com os sistemas de tratamento de que temos conhecimento: estações existentes, em construção, em projecto e previstas, sendo estas últimas intenções de projectos. Foram assim elaboradas 3 propostas diferentes ilustradas pelas figuras 1, 2 e 3.

3.1.1. Proposta 1

A proposta 1 aborda a questão do tratamento dos efluentes líquidos do ponto de vista unitário e uniforme. Seriam aproveitadas todas as estações de tratamento existentes, em construção, em projecto e previstas quer municipais quer industriais, que devem abranger (admitindo a realização de ampliações e remodelações em algumas), os principais núcleos poluidores em cada sub-bacia (fig.1).

Os efluentes tratados seriam lançados nos principais cursos de água de cada sub-bacia, admitindo para isso um tratamento terciário nas estações municipais, com remoção de nutrientes e microorganismos, dois tipos de poluição que mais afectam a qualidade da água na ria de Aveiro. As indústrias teriam também que proceder à remoção dos metais pesados e elementos tóxicos.

Propõe-se ainda a construção de 4 estações de tratamento para as povoações da Murtosa, Ílhavo, Gafanhas e margem Norte do Vouga (zona de Loure, S. João de Loure, Alquerubim).

3.1.2. Proposta 2

A proposta 2 considera a construção de dois interceptores para os efluentes de origem industrial e doméstica. Um localizado a Norte e abrangendo os Concelhos de Ovar, Estarreja, e Murtosa, e outro a Este e Sul englobando Albergaria-a-Velha, Aveiro, Ílhavo e Vagos (fig.2). Nos terminais do interceptor situam-se duas estações de tratamento, de modo a proceder ao tratamento conjunto do efluente colectado, necessário de acordo com o meio receptor, que poderá ser: o solo, a ria, ou o mar. Admite-se que o lançamento dos efluentes das indústrias no interceptor é feito depois de compatibilizado com os efluentes domésticos, quer em concentrações quer em tipo de poluentes.

Nas zonas não abrangidas pelos interceptores, o tratamento dos efluentes far-se-á mediante a utilização de estações de tratamento locais: Águeda (em projecto), Oliveira-do-Bairro (existente), Mira (2 em construção), cordão litoral a Norte de S. Jacinto (2 previstas) e a Sul da Barra (em projecto). Nestas estações, o tratamento seria no mínimo secundário, ficando sujeito a imposição do tratamento terciário, face ao resultado de estudos a efectuar para avaliar o impacto das descargas dos efluentes nos meios receptores.

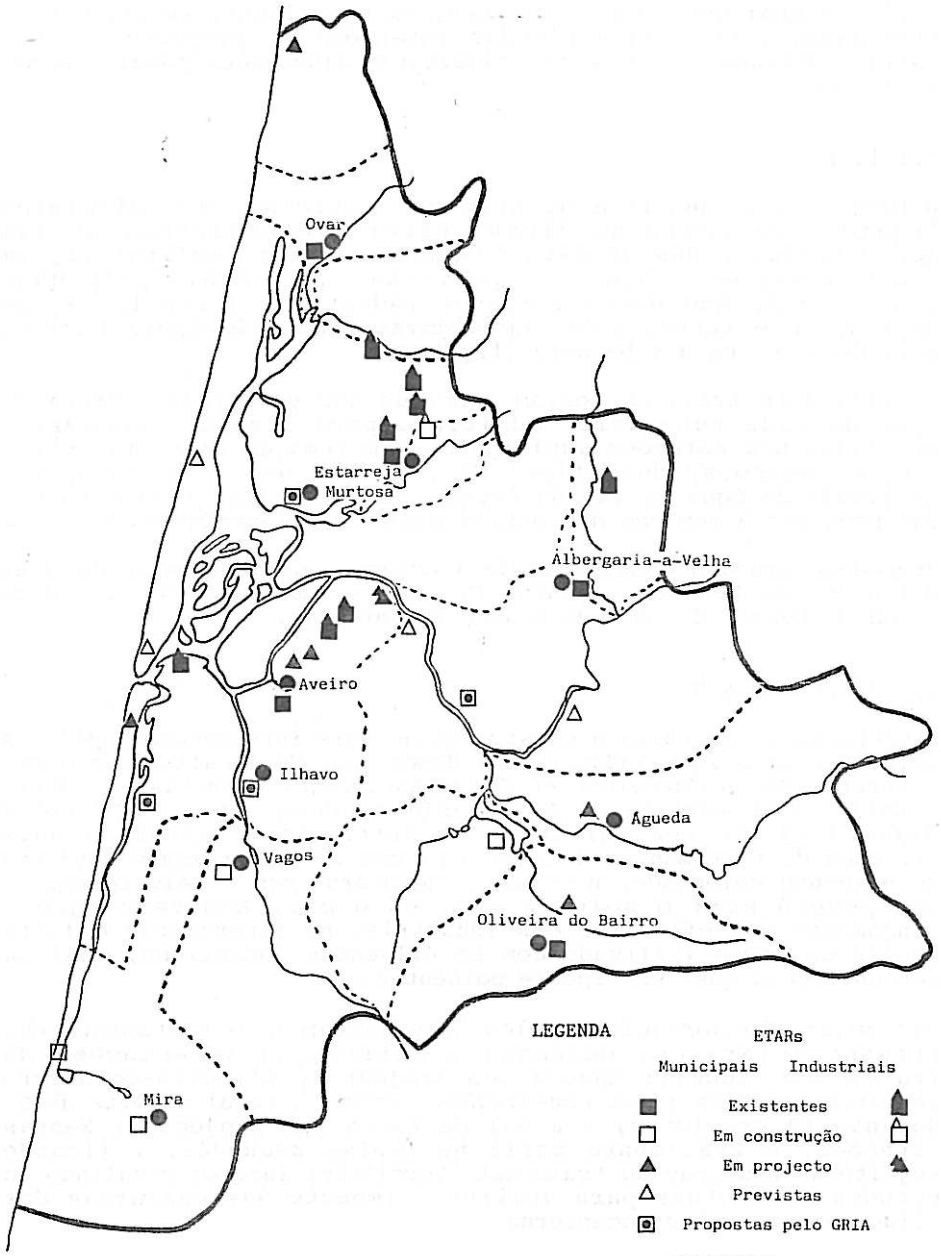


Fig.1 - Proposta 1 para o tratamento das águas residuais

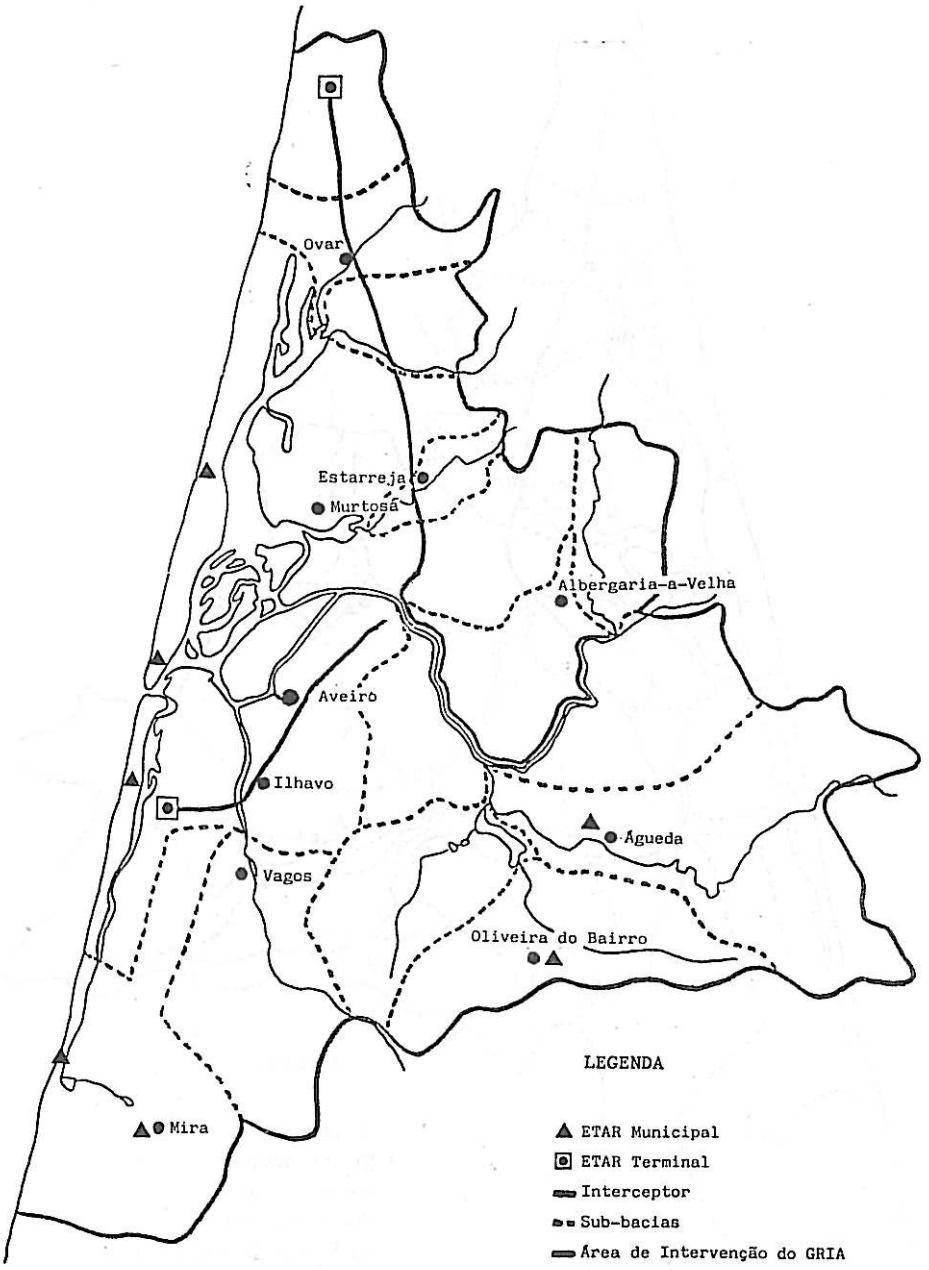


Fig.2 - Proposta 2 para a recolha e tratamento das águas residuais

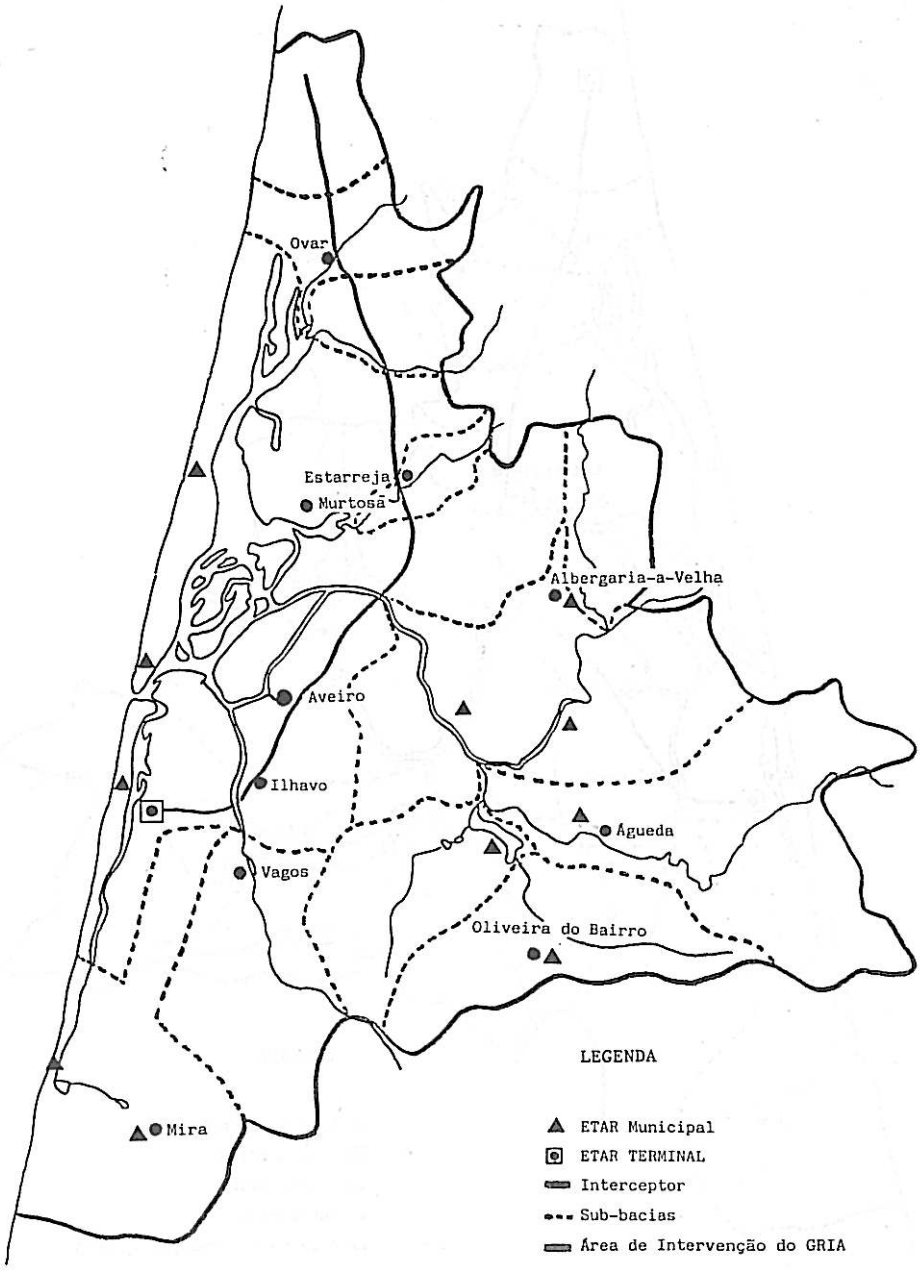


Fig.3 - Proposta 3 para a recolha e tratamento das águas residuais

3.1.3. Proposta 3

A proposta 3 não é significativamente diferente da proposta 2 (fig.3). Deste modo, considera a construção dum interceptor para a colecta dos efluentes de Ovar, Estarreja, Murtosa, Aveiro, Ílhavo e Vagos com uma estação de tratamento terminal.

Para as restantes zonas consideram-se as estações de tratamento da proposta 2, mais uma estação em Albergaria-a-Velha (existente), outra na Pateira de Fermentelos (em construção), outra na margem Norte do Vouga (proposta pelo GRIA para a zona de Loure, S.João de Loure, Alquerubim) e outra na margem Sul do Vouga abrangendo as povoações de Lamas do Vouga, Valongo do Vouga e povoações próximas (prevista).

Os considerandos quanto às condições de lançamento no interceptor, grau de tratamento dos efluentes nas estações locais e estação terminal do interceptor, são os mesmos referidos para a proposta 2.

3.1.4. A articulação das propostas com as estações existentes. Funcionamento do sistema.

Ressalta das três propostas, que a 2 e a 3 não consideram como absolutamente necessárias ou pelo menos indispensáveis (quer considerando a localização quer o tipo de tratamento), algumas estações de tratamento municipais que ou já existem, ou estão em construção, ou, embora ainda em projecto, têm já financiamento atribuído e por isso poderão ser construídas num maior ou menor prazo de tempo. Pode pôr-se ainda a questão da atribuição de custos de operação e gestão do sistema comunitário (interceptor/estação) aos respectivos utilizadores, atendendo à discrepância que existe em termos de caudais debitados e de cargas rejeitadas que poderão necessitar de tratamento final, consoante o meio receptor, com os custos diferenciados que tal implica.

O funcionamento do sistema passaria assim, pela atribuição de custos que se traduziriam em taxas de descarga, correspondentes aos custos de manutenção do sistema de colecta e de tratamento final do efluente, que serão função dos caudais lançados no conjunto interceptor/estação de tratamento e das respectivas cargas poluentes.

Deste modo, asseguram-se duas condições essenciais para a implementação de qualquer uma das soluções e para o seu funcionamento correcto com atribuição de custos distribuídos proporcionalmente:

i) A existência de ETAR municipais e industriais não colide com a proposta, dado que ao efluente lançado no interceptor corresponderá uma taxa tanto menor quanto mais tratado fôr o efluente.

ii) A discrepância entre utilizadores no que se refere às

cargas e caudais lançados no sistema (existente por exemplo entre municípios e indústrias), é resolvida mediante a imposição das taxas função do caudal e da carga poluente a tratar.

3.2. Resíduos sólidos

Como foi referido em 2.4., os resíduos sólidos produzidos na área de intervenção do GRIA, são de proveniência e características bastante diferenciadas, pelo que as propostas de solução são igualmente distintas de acordo com o tipo de resíduos considerados.

3.2.1. Resíduos sólidos urbanos

Para os resíduos sólidos urbanos (RSU), as linhas que serviram de base às propostas de solução foram: a máxima rentabilização económica dos resíduos quer na fonte quer na parte terminal mediante o aproveitamento energético, e a compatibilização com as instalações existentes onde se depositam os resíduos. Propõe-se assim:

a) A recolha selectiva dos resíduos sólidos, com instalação de contentores próprios para vidro, papel, plástico e metais ferrosos.

b) A conversão das lixeiras em aterros sanitários; o desbloqueamento da situação existente a nível da Associação de Municípios da Barrada Vouga.

c) O aproveitamento energético dos resíduos por processo de compostagem ou incineração, com a construção de duas estações de tratamento.

Afigurando-se o aproveitamento energético, como sendo a solução mais racional, do ponto de vista ambiental, de tratamento dos resíduos, salienta-se no entanto que tal não inviabiliza ou dispensa a conversão das lixeiras em aterros sanitários, que teriam a função de: (i) numa fase intermediária, servirem para a deposição dos resíduos de maneira controlada, como solução única; (ii) depois das estações entrarem em funcionamento, servirem para a deposição dos resíduos provenientes das próprias estações, evitando deste modo a construção de aterros de grandes áreas junto das mesmas. A transferência dos produtos residuais da estação para os aterros, poderia ser feita utilizando o regresso dos meios de transporte dos resíduos domésticos a cada município.

Tal como para os efluentes líquidos, os custos de operação e manutenção das estações, bem como os produtos residuais, seriam distribuídos pelos utilizadores em função das quantidades de resíduos tratados.

3.2.2. Resíduos industriais

Os resíduos industriais a considerar são de 3 tipos: comparáveis a RSU, inertes e resíduos tóxicos e perigosos (RTP). Depois dum estudo com vista à sua valorização que pode levar ao aproveitamento de alguns dos resíduos produzidos, a solução final deverá passar por:

a) Resíduos comparáveis a RSU: deposição no aterro sanitário municipal mais próximo ou tratamento na estação para esse efeito.

b) Inertes: deposição em aterro próprio a construir em cada indústria ou construção, por iniciativa municipal de um aterro para este fim, para onde seriam transportados para além dos resíduos industriais inertes, todos os resíduos municipais provenientes de demolições, cortes de árvores, etc..

iii) RTP: adopção da solução proposta a nível nacional. As indústrias deverão no entanto construir as instalações adequadas para o acondicionamento e deposição temporária dos resíduos em condições seguras de armazenamento.

4. ALTERAÇÕES INSTITUCIONAIS NECESSÁRIAS

4.1. A problemática institucional. Disparidade de entidades, competências e perspectivas de actuação/desenvolvimento

Dos contactos feitos pelo GRIA com entidades que têm jurisdição ou actividade na sua área de intervenção, é saliente o seu número e diversidade, quer ao nível do âmbito de intervenção (local, regional e nacional), quer de actividades sobre as quais têm competências.

São inúmeros os problemas causados pela pulverização de organismos, com competências em muitos casos sobrepostas, e cujas actividades não são sujeitas a uma linha ou estratégia comum no sentido de orientar e conjugar esforços que permitam um desenvolvimento coordenado.

Se esta situação é, no mínimo, problemática aos vários níveis de planeamento e intervenção, no domínio do ambiente, pela complexidade de variáveis e actividades intervenientes, e em particular na ria de Aveiro, tornou-se um problema grave. Problema este traduzido na existência de situações próximas da ruptura entre várias actividades existentes na zona e entre estas e a qualidade do ambiente.

Do conhecimento da tradição institucional em Portugal e do contacto tido com as diversas entidades, para além dos problemas de competências sobrepostas, mal definidas e não assumidas, e a descoordenação de iniciativas já referenciadas, salienta-se ainda uma tendência geral para a tomada de decisões com base em conhecimentos parciais da realidade existente e interesses

particulares de cada entidade ou organismo, quantas vezes restritos e confinados, quer geográfica quer temporalmente. Tal modo de proceder rejeitando quase por completo, e mesmo ameaçando, uma visão e acção global, pode inviabilizar qualquer proposta alargada para a resolução radical e integrada dos problemas de poluição nesta área.

Por outro lado, se se considerarem os interesses (económicos ou não) que se reunem nesta zona, e que em muitos casos se desenvolvem em torno de actividades com estratégias e maneiras de proceder diferentes ou mesmo incompatíveis, o panorama torna-se ainda mais complexo, perante a necessidade duma acção coordenada e consensual que envolva todas estas entidades, organismos e actividades, dando satisfação ao conjunto dos seus interesses.

É verdade que têm sido empreendidas algumas acções numa tentativa para contrariar esta tendência "tradicional" em Portugal e nesta região, exemplo das associações de Municipios ou de Indústrias. No entanto, estas associações desenvolvem-se em torno de projectos pontuais e restritos, ou na defesa de interesses meramente sectoriais. Não se pode deste modo associar a estas iniciativas (a prática comprova-o), um grande peso do ponto de vista de mudança de escala de pensamento e de actuação.

4.2. A filosofia subjacente às soluções integradas. Algumas questões

A implementação de soluções integradas, exigem uma visão verdadeiramente alargada no plano técnico, funcional e geográfico, dado que extravasam a perspectiva restrita local e envolvem uma vasta região. Em consequência, envolve igualmente um elevado número de entidades e organismos, estando dependente não só do seu apoio estratégico, mas fundamentalmente do apoio efectivo e prático, traduzido pela responsabilidade técnica e financeira na construção, operação e gestão dos sistemas a concretizar, por cada entidade e organismo.

Torna-se curial, que as entidades terão de ser responsabilizadas dum modo proporcinal ao usofruto de todo o sistema, o qual deverá, depois de implementado, depender do conjunto de entidades a quem serve.

No entanto, será possível integrar estas propostas em alguma estrutura existente, sabendo que estas estão mais voltadas, como já referido, para os problemas sectoriais e locais ? Como englobar os organismos e entidades intervenientes no processo? Como dar a essa estrutura, simultaneamente a leveza orgânica e de procedimento, e o peso técnico necessário ao acompanhamento de todo o processo de implementação e futura gestão? Como reunir numa estrutura, os mecanismos que permitam avaliar os interesses dos vários organismos e entidades comparticipantes no projecto? Como garantir a isenção necessária a uma correcta implementação e gestão do projecto? Ou será conveniente a consideração de dois

tipos de estrutura diferentes, para as fases de implementação e gestão do sistema?

4.3. As propostas

Embora não se tenham esgotado as questões processuais e relacionadas com o funcionamento/viabilidade institucional, são no entanto suficientes para se visualizar até que ponto é um problema importante e intricado, de cuja resolução depende a aplicabilidade e implementação de qualquer proposta de solução. Há constatações que são imediatas:

i) Existem presentemente estruturas em número suficiente (ou mais que suficiente) com competências na área ambiental.

ii) As competências dos organismos que detêm o poder deliberativo e executivo no domínio da qualidade do ambiente e actividades que nela têm implicações, podem abranger o conjunto de acções de planeamento, controlo e aplicação da regulamentação das fontes poluidoras, que são necessárias à despoluição e preservação dos recursos existentes, e em particular dos que estão associados à ria de Aveiro.

iii) Resulta também óbvio que, para a resolução de muitos problemas, bastaria por um lado, aclarar os objectivos e competências das diferentes entidades, e por outro lado, tornar estas estruturas funcionais, mediante a detecção criteriosa dos pontos que impedem a acção e encontrando mecanismos que os possam ultrapassar.

Mas se estas devem ser as bases e o ponto de partida que asseguram uma resposta eficaz aos problemas pontuais e sectoriais, já as questões de fundo que excedem esse nível, exigem uma inter-relação e comunicação entre entidades, de modo a resultarem acções objectivas e orientadas para os mesmos fins, sob um denominador comum: o ambiente, aproveitamento/preservação das suas capacidades enquanto bem comum.

Qualquer proposta no domínio institucional, que seja aliada à resolução do problema da poluição da ria de Aveiro, tem de incluir obrigatoriamente os três pontos anteriores como bases necessárias e fundamentais. Não se pode compadecer igualmente com a existência de interesses meramente locais e particulares (pessoais e institucionais), que possam colidir (pelo menos em estratégia adoptada) com os objectivos e sistema processual aplicado ao conjunto. Deve no entanto ser sensível a esses interesses e vice-versa.

Havendo estruturas e competências em número e qualidade suficiente (o problema da funcionalidade já foi abordado), há que encontrar aquela que pode reunir as melhores condições para assegurar a implementação das soluções e futura gestão dos sistemas a implementar. Essa estrutura pode ser a Associação de

Municípios da Ria (AMRia) dado considerar nos seus objectivos a preservação da ria de Aveiro. Devem no entanto ser assegurados dois pontos essencias:

i) O poder de intervenção concreto e efectivo junto das indústrias como entidades poluentes, poder que lhe pode advir das atribuições directas que os Municipios têm no licenciamento da actividade industrial, ou (e aqui entra a estratégia comum e o consenso necessário das diversas entidades) o despoletar da acção de outros organismos com competências no controlo das fontes poluidoras, pós-licenciamento. Assegurar-se-ia assim a participação das indústrias no processo.

ii) Uma capacidade decisória da Associação relativamente às Câmaras Municipais, de modo a que estas cumpram o determinado no que concerna às acções conjuntas, de acordo com os planos que venham a ser aprovados, nos tempos respectivos e assumindo as suas responsabilidades em todo o processo.

Estes dois pontos sugerem a atribuição de competências ou capacidades à associação, que pressupõem um conhecimento técnico das questões abordadas e das entidades referidas. Por outro lado, para além do conhecimento técnico, será necessário uma disponibilidade total para acompanhar e resolver as questões que possam surgir, quer com os estudos necessários, quer com a implementação dos projectos nas suas várias vertentes. Com este fim, a Associação deve ter um corpo técnico de apoio, que lhe preste os serviços num regime permanente e exclusivo, assegurando a sua independencia em relação às outras entidades e organismos. Esse mesmo corpo técnico poderia dar o apoio necessário à gestão dos sistemas depois de implementados.

5. CONCLUSÕES

Detectados e caracterizados os principais problemas de poluição que afectam a ria de Aveiro, é já possível o avanço para a adopção de soluções com vista à sua resolução.

Por um lado, as condicionantes hidrodinâmicas da ria de Aveiro, que lhe vêm duma morfologia muito especial e o seu estado de poluição no domínio hídrico, determinam que nela seja evitado o lançamento de efluentes líquidos, dado serem a causa da maior parte dos problemas de poluição detectados. Por outro lado, a realidade geográfica da ria que se espraia por sete municípios e recebe ainda a influência substancial de outros três, aliada às inúmeras actividades existentes e potenciais, implicam a exigência duma solução global integrada, em oposição a soluções locais e sectoriais, logo, necessariamente parcelares também.

Em face destas duas condicionantes, fizeram-se duas propostas de solução que envolvem a recolha de efluentes num sistema interceptor seguida de tratamento adequado ao lançamento no meio receptor. Este não foi definido, ficando condicionado às

exigências técnico-económicas a considerar nos estudos que inevitavelmente se devem seguir.

Em paralelo, mas em oposição (numa linha da estratégia assumida), fez-se igualmente uma proposta que envolve a resolução dos mesmos problemas numa perspectiva regional, mas com actuação local mediante a construção de estações de tratamento industriais e municipais e a exigência de tratamento terciário.

Resta decidir qual das propostas adoptar. E se esta decisão tem implicações que devem ser estudadas no domínio técnico e económico, não menos importante são as questões nitidamente oponentes das duas filosofias adoptadas para a concepção das soluções: por um lado uma perspectiva de actuação global que envolve as várias entidades poluentes num projecto comum (proposta 2 e 3) e por outro lado uma actuação localizada envolvendo vários projectos de cada entidade. É esta questão que é necessário resolver antes das discussões técnicas, sob pena de se fazerem projectos para "ficarem na gaveta", e que passa pela área política e pelos consensos entre as várias entidades e organismos envolvidos.

Para os resíduos sólidos, propuseram-se também soluções globais, mas diferenciadas para os municipios e indústrias, que não levantam tantas questões como os efluentes líquidos, quer pelas características próprias dos problemas envolvidos, quer pelo menor número de opções que se oferecem e pela nítida vantagem de algumas em relação a outras. São disso exemplo a recolha selectiva e o aproveitamento energético dos RSU.

Outro problema inerente à adopção de soluções integradas é o da responsabilidade institucional da sua implementação e gestão. Depois de abordadas as questões mais pertinentes relacionadas com a problemática institucional e suas competências na área do ambiente na zona da ria, optou-se pela escolha duma estrutura já existente: a Associação de Municipios da Ria que tem como um dos seus objectivos a preservação da ria de Aveiro nos diversos domínios. Deve no entanto ser assegurado um poder efectivo de intervenção junto das indústrias e municípios. Para isto, é essencial a coordenação entre a AMRia e as outras entidades dando-lhe o apoio institucional necessário, e o apoio dum corpo técnico exclusivo que acompanhe o estudo de viabilidade e a implementação das soluções, bem como a gestão dos sistemas, com conhecimento, proximidade e independência.

Deste modo, e com a vontade traduzida em acções de índole prática e consensual das várias entidades e organismos, será possível o que tanto se tem comentado e exigido: a recuperação da ria de Aveiro enquanto recurso vital, e a sua gestão dum modo racional e mais adequado às aspirações de usos e desenvolvimento de toda a região que abrange.

BIBLIOGRAFIA

Alcântara, F.; Almeida, M.; Quintaneiro, I. e Nicolau, F. (1990): "Qualidade Físico-Química e Microbiológica da Água da Ria de Aveiro". IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, 25-29 de Junho de 1990, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Hall, A. (1985): "Presença de Mercúrio nos Sedimentos da Ria de Aveiro". Jornadas da Ria de Aveiro, Vol. I, Câmara Municipal de Aveiro.

Peixinho, F. e Saraiva M. (1990): "Aquífero Cretácico de Aveiro. Sua Importância Estratégica para o Abastecimento Público", IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, 25-29 de Junho de 1990, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Pinho, P. (1985): "Planning and Control for Environmental Policy: a Study in Portugal", A thesis submitted to the department of Urban an Regional Planning University of Strathcly, in fulfilment of the requirement for award of the degree of Doctor of Filosophy, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Pio, C. e Borrego, C. (1990): "Qualidade do Ar na Zona da Ria de Aveiro - Ponto da Situação". IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, 25-29 de Junho de 1990, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Ré, M.; Rua, J. e Borrego, C. (1989): "Estimativa das Cargas Poluentes de Origem Doméstica". GRIA-NT(3)/89, Gabinete da Ria de Aveiro, Aveiro.

Rua, J.; Borrego, C.; Quintaneiro, I.; Cruz, M. e Ré, M. (1990) : "Ria de Aveiro: Estudar o Presente - Procedimento, Meios e Aplicações". 2ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente, 4-6 de Abril de 1990, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Vinhas, T. (1986, 1987, 1990): "Vigilância da Qualidade da Água da Ria de Aveiro", Instituto Hidrográfico.

Vinhas, T. e Valença, M. (1990): "Contaminantes- Ciclos de Maré. Largo do Laranjo", Instituto Hidrográfico.

CONCLUSÕES

Cinco anos depois das Jornadas da Ria de Aveiro, o IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, ao incluir o Painel "Ria de Aveiro: Que Futuro?", retoma a discussão dos problemas que afectam a Ria de Aveiro, o seu desenvolvimento, e sobretudo, o seu futuro. Deste forum aberto pretende-se que saiam as linhas de actuação e as propostas globais de resolução integrada dos problemas numa perspectiva do desenvolvimento sustentável na zona da ria.

O incremento das actividades económicas associadas à Ria de Aveiro reflecte o carácter dinâmico da região, com um ritmo de expansão acelerado e uma modernização crescente. São exemplos disso: o investimento feito no domínio industrial, tanto em novas unidades como na remodelação de unidades já existentes; a contrução de infra-estruturas de apoio ao desenvolvimento económico, das quais ressaltam as obras de expansão do porto de Aveiro e a via rápida que nele termina; a tentativa-piloto de modernização da agricultura no Baixo-Vouga, pretendendo converter a agricultura tradicional e de baixo rendimento, numa agricultura racional e produtivamente competitiva.

Os problemas do planeamento foram referidos numa perspectiva dos projectos e Planos Directores que estão em curso, bem como das linhas directrizes necessárias para uma boa gestão e integração dos factores de desenvolvimento e das actividades associadas à ria. Dessas linhas directrizes, o destaque vai para a imprescindível compatibilização entre desenvolvimento e preservação do ambiente, numa aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável. Nesta região, que sofre já as consequências da pouca importância dada às questões ambientais, começa a ter carácter de urgência a necessidade de inflectir a situação, dando prioridade às actividades económicas que exijam uma boa qualidade ambiental e como tal a defendam, preterindo outras actividades que são causadoras da sua degradação por falta de consciência ambiental.

Zona de abundantes recursos hídricos, foi feita a sua quantificação quanto às disponibilidades de água doce e suas necessidades enquanto factor estruturante das várias actividades económicas. Ainda neste domínio, e numa perspectiva de previsão para o futuro, realçaram-se problemas da gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Vouga. Como caso importante nesta área, sobretudo quanto à futura necessidade e utilização de água, surge a Associação de Municípios do Carvoeiro, que reune 6 autarquias com o objectivo de resolverem conjuntamente o problema do abastecimento de água às respectivas populações.

Mas como centro de atenções deste Painel, a Ria de Aveiro foi alvo duma caracterização muito particular, e talvez a mais completa até hoje feita, em diversos domínios. Quanto às suas características hidrodinâmicas, foram apresentados alguns resultados dos trabalhos de modelização matemática de que tem

sido alvo, bem como da comparação das cotas dos fundos da ria entre 1953 e 1988. Concluiu-se que o sistema de modelos desenvolvido pode ser de extrema utilidade para uma gestão correcta da ria, e que ao longo dos anos o assoreamento tem atingido essencialmente as zonas de espraiado dos seus canais.

No domínio biológico deu-se especial relevo aos principais ecossistemas associados à Ria de Aveiro, realçando-se nestes as espécies que os suportam, das quais as comunidades de macrozoobentos, pela sua importância ecológica e económica , mereceram tratamento específico.

Factor de extrema importância para o futuro da ria e para o seu desenvolvimento, para além de motivo de discussão e opiniões contraditórias (quantas vezes mal informadas e dirigidas), não poderia este Painel deixar de abordar, do modo mais exaustivo possível, o estado de poluição da Ria de Aveiro e zonas circundantes. Foram, assim, caracterizados os vários domínios (águas superficiais e subterrâneas, ar e resíduos sólidos) de um modo qualitativo e quantitativo, com referência aos locais onde os problemas de poluição são mais agudos.

Conclui-se desta caracterização que as perspectivas de desenvolvimento da zona envolvente da Ria de Aveiro apontam para um agravamento dos problemas de poluição existentes, devido ao aumento das cargas de poluentes rejeitadas no meio hídrico, no solo e na atmosfera. Impõem-se assim medidas de planeamento, gestão e mitigação dos principais impactos das diversas actividades, de modo a obviar a esta previsível situação, evitando não só a degradação dos recursos existentes, mas garantindo a sua necessária melhoria. Para isso, é opinião consensual, que urge deixar de utilizar a Ria de Aveiro como meio receptor de efluentes, ou seja, na prática, eliminar ou desviar toda e qualquer descarga afluente à ria. Nesta linha, foi possível a apresentação e discussão de algumas propostas de solução para os problemas de poluição, bem como um conjunto de acções que poderão melhorar significativamente a situação.

No domínio hídrico, e tendo por base uma análise global e integrada, as propostas apresentam como denominador comum o facto de abrangerem as principais zonas e fontes de poluição hídrica, e de considerarem num mesmo plano os efluentes domésticos e industriais. A solução considera um sistema interceptor seguido pelo tratamento adequado numa Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), que compatibilize os efluentes rejeitados com o meio receptor. Para o destino final do efluente foram abordadas e debatidas várias possibilidades: o mar, mediante a construção de um emissário submarino; o solo, por um processo de infiltração com possível aproveitamento na rega; ou a própria ria, assegurando, neste caso com maioria de razão, a realização do correspondente tratamento de afinação, que compatibilize os efluentes com as características específicas do meio.

Para os resíduos sólidos urbanos (RSU), a solução apontada engloba a separação e tratamento diferenciado das diversas fracções constituintes dos resíduos. Esta solução passa pela separação na origem, com instalação de contentores e sistema de

recolha próprios, e/ou pela construção de uma Estação de Tratamento Integrado (ETI). A resolução do problema dos resíduos tóxicos e perigosos (RTP) inclui a consideração de medidas de recuperação e correcto condicionamento a tomar pelas indústrias produtoras de RTP, e a aplicação da solução adoptada a nível nacional para o tratamento e destino final deste tipo de resíduos.

Complementarmente à proposta de soluções, foram abordados os meios de financiamento regionais e comunitários disponíveis para a implementação de soluções no âmbito do saneamento básico, cuja aplicação se poderá desenvolver em diversos sectores na área da Ria de Aveiro, tendo-se equacionado uma perspectiva de utilização conjunta de vários fundos, utilizando-se o ENVIREG como potenciador e catalizador dos restantes financiamentos.

Os problemas estão detectados, a situação caracterizada qualitativa e quantitativamente, e as soluções delineadas. Deverão seguir-se os estudos de base necessários para a tomada de decisões nos pontos ainda incertos, concretizando as soluções em projectos que possam obter financiamento adequado, quer a nível nacional quer nos programas comunitários. Para isso, é imprescindível o consenso das várias entidades interessadas e intervenientes, em torno de uma mesma estratégia de actuação. Nesta perspectiva, a Associação de Municípios da Ria (AMRia) tem um papel polarizador importante para permitir passar rapidamente à fase de concepção do sistema institucional de gestão, assente na aplicação prática do princípio do poluidor-pagador.

Como conclusão, quer das comunicações apresentadas, quer do aceso debate final que encerrou o Painel, torna-se evidente que a Ria de Aveiro pode e deve continuar a ser o pólo de desenvolvimento e o agente catalizador das diversas actividades que encontram nos seus vastos recursos, a base para uma instalação promissora. No entanto, este desenvolvimento deve ser planeado numa perspectiva global e integrada, quer das actividades entre si, quer das implicações e impactos ambientais que acarretam. É nesta linha que se torna urgente a resolução dos problemas de poluição que afectam a ria de Aveiro, visto que a situação tende a agravar-se, podendo retardar o desenvolvimento e degradar irreversivelmente alguns recursos e ecossistemas naturais.

Impresso na Secção de Offset da
Comissão de Coordenação da Região Centro

Julho de 1991
Tiragem: 600 exemplares