



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

TEMA 5-QUALIDADE DA ÁGUA

UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA EM PORTUGAL

AUTOR: MARIA ESTER SILVA

Engenheira Química-Industrial (IST)

Engenheira Sanitarista (UNL)

Chefe de Divisão da Direcção-Geral da Qualidade do
Ministério da Indústria e Energia

Lisboa-Portugal

RESUMO

Descrevem-se as várias fases de um estudo promovido pela Direcção-Geral da Qualidade sobre a utilização da água na indústria. O âmbito geográfico a que o trabalho se circunscreveu foi Portugal Continental, o horizonte do projecto foi o ano 2000 e as actividades incluídas foram apenas aquelas que estão no âmbito do Ministério da Indústria e Energia.

Começa-se por fazer uma avaliação relativa aos aspectos quantitativos sendo dado especial relevo ao abastecimento de água à indústria confrontando-o com as disponibilidades hídricas por distrito e com as necessidades de água também por distrito.

Apresentam-se alguns quadros resumo ilustrando escalões de distribuição dos consumos por distrito e agrupam-se os distritos em classes consoante os respectivos balanços de necessidades ou disponibilidades de água.

Segue-se uma avaliação relativa aos aspectos qualitativos onde são apresentados quadros resumo de poluição por distritos, em que os mesmos são também agrupados em categorias consoante o respectivo grau de poluição.

1- OBJECTIVOS E METODOLOGIA

A Direcção-Geral da Qualidade (DGQ), organismo do Ministério da Indústria e Energia, é responsável pela coordenação das funções de licenciamento dos estabelecimentos industriais.

O licenciamento industrial tem como objectivos não só a protecção da saúde, segurança e higiene dos trabalhadores, consumidores e população em geral como também a defesa do ambiente contra a poluição e outros riscos de origem industrial.

Sendo a água um dos factores mais importantes para a indústria não podia esta Direcção-Geral deixar de se preocupar com a crescente escassez de disponibilidades hídricas, pelo que se entendeu ser necessário e urgente fazer uma avaliação quantitativa e qualitativa da água utilizada pela indústria. Para este efeito e porque não dispunha de meios suficientes para um estudo desta natureza a DGQ promoveu, mediante concurso, a sua adjudicação a uma empresa de consultores.

Os termos de referência e os objectivos que se pretendiam alcançar foram os seguintes:

-Definição das necessidades actuais e futuras da água para a indústria, em termos qualitativos e quantitativos, quer em relação à captação ou abastecimento quer à rejeição de efluentes.

-Definição de elementos que permitam uma intervenção objectiva da DGQ na elaboração do previsto Plano Nacional de Recursos Hídricos.

-Viabilidade técnica e económico-financeira de garantia de acesso das unidades fabris à água, factor essencial para o desenvolvimento da indústria.

O âmbito geográfico a que o trabalho se circunscreveu foi Portugal Continental, o horizonte do projecto foi o ano 2000 e as actividades incluídas foram apenas aquelas que estão no âmbito do Ministério da Indústria e Energia.

Destas actividades industriais foram excluídas as que não necessitam de água para a sua laboração ou que apenas consomem caudais insignificantes, a que se podem chamar "indústrias secas".

Seleccionadas as actividades industriais, a 1.^a fase do estudo consistiu na elaboração de um mapa tipo para a recolha de dados.

Foram recolhidos parâmetros que permitiam estimar os consumos de água e as características dos efluentes, relacionados com a dimensão da unidade fabril, com as exigências de qualidade de água para o processo, com o tratamento dos efluentes e com os respectivos padrões de lançamento final, tendo também sido anotadas as tendências previsíveis das actividades em causa, alterações de processos e parâmetros para os efluentes.

A recolha de dados foi desenvolvida em Portugal e no Reino Unido mediante consulta de relatórios e de trabalhos elaborados pelos próprios consultores, e de vasta literatura técnica internacional.

Os dados obtidos tiveram então de ser convertidos por forma a possibilitar uma avaliação da situação actual e futura em Portugal.

Numa 2^a fase a actividade consistiu no envio de questionários a algumas unidades fabris seleccionadas para o efeito, mas em face de dificuldades práticas de vária ordem houve que limitar a amplitude desta actividade, centrando-a exclusivamente em algumas situações específicas.

2 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

2.1 - UTILIZAÇÃO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA

No final da 1^a fase do trabalho foi possível estabelecer um quadro que indicava para as várias actividades industriais consideradas, o consumo de água por unidade de produção. A partir de consultas ao Instituto Nacional de Estatística (INE) foi possível obter as taxas médias anuais de crescimento.

Entrando em conta com estes valores, com um estudo elaborado pelo Ministério das Finanças e com as previsões de especialistas da OCDE foi possível estabelecer os valores indicados no QUADRO I - Taxas médias de crescimento.

SECTORES	TAXAS MÉDIAS DE CRESCIMENTO (%)				
	1980-1985	1985-1990	1990-2000	2000-2010	MÉDIA
Alimentares	3,1	3,8	4,0	3,0	3,5
Bebidas	5,7	6,2	4,9	3,8	5,1
Tabaco	1,4	1,8	2,0	2,0	1,8
Textil e vestuário	3,9	3,5	2,5	2,0	3,2
Calçado e curtumes	6,5	5,9	3,9	3,1	4,8
Madeira, cortiça, mobiliário	4,4	4,8	4,3	3,5	4,2
Pasta para papel	2,5	5,0	2,9	1,0	2,8
Papel	7,6	9,0	7,0	6,2	7,4
Tipografia e editoriais	3,1	5,5	7,8	6,5	5,7
Borracha	2,2	5,7	4,4	3,3	3,9
Química	12,5	8,1	6,0	6,0	8,7
Minerais não metálicos	6,1	6,8	6,1	5,8	6,2
Cerâmica	7,0	7,6	7,4	7,1	7,3
Vidro	5,2	5,3	3,6	3,2	4,3
Cimento	6,0	7,5	7,5	7,0	7,0
Ind. básicas do ferro e aço	8,6	4,7	5,5	4,7	5,9
Siderurgia	10,0	3,0	5,5	5,0	5,8
Ind. básicas de metais não ferrosos	7,5	11,0	6,5	4,5	6,7
Produtos metálicos	6,2	6,6	7,2	6,3	6,6
Máquinas e material eléctrico	7,7	7,3	7,8	7,9	7,7
Material de transporte	3,8	9,6	8,2	6,2	7,0
Automóvel	4,0	14,3	7,5	4,9	7,1
Transportes diversos	5,7	6,0	5,6	5,2	5,5
TOTAL DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA	5,7	6,0	5,6	5,3	5,6

Com base na metodologia descrita foi possível estimar a produção, para as várias actividades industriais, até ao ano 2000, no Continente.

Contudo um dos objectivos deste projecto são as necessidades de água, pelo que não chegava saber a produção no Continente, mas sim a distribuição distrital dos sectores das indústrias transformadoras seleccionados. A partir das Estatísticas Industriais (INE) e de critérios perfeitamente definidos foi possível chegar à projecção da produção industrial por distrito, até ao ano 2000.

Houve porém algumas limitações que surgiram ao longo destes estudos, tais como deficiências nos dados de base e horizonte temporal do projecto, o que acarretou maior grau de incerteza quanto ao rigor dos resultados.

Contudo, com todas as limitações apontadas conseguiu-se chegar a quadros que dão a evolução previsível da produção industrial por distritos e por actividade industrial, entre 1980 e 2000.

Conjugando estes quadros com o referido anteriormente que indicava o consumo de água por unidade de produção foi possível chegar a valores indicativos do consumo de água pelos vários distritos, para o ano 2000.

De trabalhos anteriores tinha sido possível obter quadros semelhantes para o abastecimento público e para a rega.

Assim, juntando num único quadro todos estes valores, obteve-se o QUADRO II.

QUADRO II - Contribuição da indústria para a utilização da água em geral (Horizonte 2000)

DISTRITOS	UTILIZAÇÃO ANUAL DE AGUA (10 ⁶ m ³)				% RELATIVA À INDÚSTRIA
	Total	Abastecimento público	Rega	Indústria	
Aveiro	877,1	0,087	334	543	61,9
Beja	606,0	0,022	604	2	0,3
Braga	535,1	0,097	217	318	59,4
Bragança	105,7	0,025	105	0,7	0,7
Castelo Branco	424,0	0,034	293	131	30,9
Coimbra	615,1	0,048	364	251	40,8
Évora	373,0	0,025	259	14	3,8
Faro	341,0	0,036	310	31	9,1
Guarda	179,0	0,021	172	7	3,9
Leiria	355,1	0,046	132	223	62,8
Lisboa	2 699,4	0,420	164	2 535	93,9
Portalegre	324,0	0,014	257	67	20,7
Porto	1 432,3	0,274	192	1 240	86,6
Santarém	931,1	0,052	723	208	22,3
Setúbal	1 199,1	0,128	389	810	67,6
Viana do Castelo	276,0	0,029	206	70	25,4
Vila Real	164,0	0,038	169	3	1,8
Viseu	278,1	0,048	210	68	24,5
TOTAIS	11 623,1	1,442	5 100	6 521,7	56,11
%	100,00	0,01	43,88	56,11	-

2.2 - DISPONIBILIDADES HÍDRICAS: SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Da bibliografia consultada foi possível obter os valores indicados no QUADRO III

QUADRO III - Disponibilidades hídricas totais em Portugal Continental por distritos (10^6 m^3)

DISTRITOS	DISPONIBILIDADES HÍDRICAS		
	Superficiais	Subterrâneas	Totais
Aveiro	1 644	140	1 784
Beja	1 437	290	1 727
Braga	2 025	-	2 025
Bragança	8 105	-	8 105
Castelo Branco	6 971	-	6 971
Coimbra	1 107	270	1 377
Évora	2 435	130	2 565
Faro	943	90	1 033
Guarda	1 361	-	1 361
Leiria	830	380	1 210
Lisboa	310	-	310
Portalegre	763	60	823
Porto	1 119	-	1 119
Santarém	1 268	690	1 958
Setúbal	551	540	1 091
Viana do Castelo	9 426	-	9 426
Vila Real	2 199	-	2 199
Viseu	2 558	-	2 558
TOTAL	45 052	2 590	47 642

Para efeitos de cálculo admite-se que os valores das disponibilidades superficiais mais razoáveis são os que correspondem à probabilidade de não serem excedidos mais de 1 vez em 5 anos (probabilidade 0,20).

Os valores de base iniciais a adoptar resultaram assim os que constam do QUADRO IV.

Obtiveram-se números globais que necessitavam de dois tipos de correcção: aplicação de um coeficiente de défice de utilização e consideração das afluições interdistritos.

Quanto ao primeiro, pareceu razoável em face da literatura e do avanço tecnológico actual considerá-lo composto dos seguintes componentes e respectivos valores percentuais:

Volumes para reserva nacional	5%
Volume para reserva ecológica	10%
Volume não utilizado por perdas e por deficiências tecnológicas	5%
Total	20%

QUADRO IV - Valores de base iniciais para cálculo das disponibilidades hídricas por distrito ($10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$)

DISTRITO	VALORES DE BASE INICIAIS DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS		
	Superficiais	Subterrâneas	Totais
Aveiro	1 029	140	1 169
Beja	755	290	1 045
Braga	1 303	-	1 303
Bragança	1 864	-	1 864
Castelo Branco	1 799	-	1 799
Coimbra	468	270	738
Evora	1 930	130	2 060
Faro	591	90	681
Guarda	684	-	684
Leiria	432	380	812
Lisboa	128	-	128
Portalegre	333	60	393
Porto	666	-	666
Santarém	610	690	1 300
Setúbal	246	540	786
Viana do Castelo	5 672	-	5 672
Vila Real	1 323	-	1 323
Viseu	1 542	-	1 542
TOTAIS	21 375	2 590	23 965

As afluições e descargas interdistritais consideraram-se as indicadas no QUADRO V

QUADRO V - Afluições interdistritais ($10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$)

DISTRITO	VOLUMES A AFLUIR A MONTANTE
Aveiro	399
Beja	0
Braga	-333
Bragança	-1435
Castelo Branco	-420
Coimbra	372
Évora	-70
Faro	0
Guarda	-127
Leiria	0
Lisboa	0
Portalegre	0
Porto	1768
Santarém	420
Setúbal	70
Viana do Castelo	0
Vila Real	0
Viseu	-644

Conjugando todos estes dados elaborou-se o QUADRO VI

QUADRO VI-Valores corrigidos finais das disponibilidades hídricas, por distritos hierarquizados (Horizonte 2000) ($10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$)

DISTRITO	DISPONIBILIDADES HÍDRICAS
Viana do Castelo	4538
Porto	2301
Évora	1578
Santarém	1460
Aveiro	1334
Vila Real	1058
Castelo Branco	1019
Coimbra	962
Beja	836
Braga	709
Setúbal	699
Leiria	650
Viseu	590
Faro	545
Guarda	420
Portalegre	314
Lisboa	102
Bragança	56

Embora não fosse tida em conta a produção de hidroelctricidade, considerou-se que se devia entrar com as necessidades a atribuir às actividades de produção de energia eléctrica por meios hídricos.

As hipóteses que se seguiram para o cálculo dessas necessidades hídricas, com base em valores obtidos na bibliografia, foram os seguintes:

- capacidades úteis das albufeiras- $10007 \times 10^6 \text{ m}^3$ no ano 2000.
- evaporação anual correspondente a 3% do volume útil das albufeiras.
- desperdício de 25% do volume útil das albufeiras.

2.3- CÁLCULO DOS ÍNDICES DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PELA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA

À semelhança do QUADRO VI onde são apresentadas as disponibilidades hídricas por distritos, hierarquizados, elaborou-se um quadro hierarquizado das necessidades de água por distrito tendo em conta não só as actividades industriais, mas também a evaporação e as perdas. Com base em todos os valores já referidos calcularam-se os índices de utilização pela indústria - QUADRO VII.

QUADRO VII- Índices de utilização dos recursos disponíveis por distrito
(Horizonte 2000)

DISTRITOS	DISPONIBILIDADES	UTILIZAÇÃO PELA INDÚSTRIA	
	Valores Finais (10 ⁶ m ³)	Necessidades (10 ⁶ m ³)	Índice de Utilização
Aveiro	1334	868	1,54
Beja	836	2	418,00
Braga	709	339	2,09
Bragança	56	120	0,47
Castelo Branco	1019	143	7,13
Coimbra	962	554	1,74
Évora	1578	14	113,00
Faro	545	31	17,60
Guarda	420	12	35,00
Leiria	650	229	2,84
Lisboa	102	2535	0,04
Portalegre	314	83	3,78
Porto	2301	2716	0,85
Santarém	1460	582	2,51
Setúbal	699	860	0,81
Viana do Castelo	4538	78	58,20
Vila Real	1058	49	21,60
Viseu	590	108	5,46
TOTAIS	19171	9323	2,06

2.4- BALANÇO DAS DISPONIBILIDADES E NECESSIDADES DE ÁGUA (x10⁶ m³)

As previsões feitas no decurso do estudo e os valores já indicados nos vários quadros, permitem agrupar os distritos do seguinte modo:

Classe A- Distritos com superavit- Viana do Castelo (+4460), Évora (+1564), Vila Real (+1009), Santarém (+879) e Castelo Branco (+876)

Classe B- Distritos com algum superavit- Beja (+834), Faro (+514), Viseu (+482), Aveiro (+466), Leiria (+421), Coimbra (+408), Guarda (+408) e Braga (+370)

Classe C- Distritos praticamente sem superavit- Portalegre (+231)

Classe D- Distritos com pequeno déficit- Bragança (-64)

Classe E- Distritos com déficit- Porto (-415) e Setúbal (-161)

Classe F- Distritos com grande déficit- Lisboa (-2433)

Com todas as ressalvas já expostas anteriormente, os valores a que se chegou parecem ser consistentes com a realidade e poderão vir a servir de base a futuras acções de gestão dos recursos hídricos, em especial na área do desenvolvimento industrial.

3- AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Embora numa análise qualitativa a unidade deva ser a bacia hidrográfica, neste estudo, por razões de ordem prática optou-se pelo distrito.

Os parâmetros utilizados nas avaliações das cargas poluidoras foram os que se consideraram mais significativos e que além disso oferecem maiores possibilidades de

comparação com estudos similares. Volume anual de efluente, CBO, CQO sólidos em suspensão (SS) e óleos e gorduras (OG).

3.1 - CONTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA

O QUADRO VIII dá uma ideia da grande importância da indústria no contexto da poluição hídrica.

QUADRO VIII - Cargas orgânicas por distritos (Horizonte 2000)

DISTRITOS	CARGAS ORGANICAS (t CBO/ano)		
	De origem industrial	De origem doméstica	Totais
Aveiro	197 724 (9%)	14 585 (7%)	212 309
Beja	1 048 (2%)	3 548 (77%)	4 596
Braga	129 153 (89%)	16 458 (11%)	145 611
Bragança	360 (8%)	4 336 (92%)	4 696
Castelo Branco	45 071 (90%)	5 223 (10%)	50 294
Coimbra	83 394 (91%)	7 805 (9%)	91 199
Évora	4 569 (55%)	3 745 (45%)	8 314
Faro	7 881 (59%)	5 381 (41%)	13 262
Guarda	4 124 (57%)	3 646 (47%)	7 770
Leiria	58 122 (88%)	7 884 (12%)	66 006
Lisboa	476 683 (91%)	47 316 (9%)	524 519
Portalegre	70 581 (93%)	2 267 (7%)	72 848
Porto	420 570 (92%)	38 237 (8%)	458 807
Santarém	95 790 (92%)	8 180 (8%)	103 970
Setúbal	374 199 (96%)	15 512 (4%)	389 711
Viana do Castelo	3 091 (37%)	5 322 (63%)	8 413
Vila Real	1 045 (13%)	6 701 (87%)	7 746
Viseu	22 517 (77%)	6 800 (23%)	29 317
TOTAIS	1 955 922 (91%)	203 466 (9%)	2 159 388

NOTA: As percentagens indicadas referem-se aos totais dos distritos

Seguidamente elaborou-se um mapa resumo, por distritos, no horizonte 2000 indicando-se os volumes a descarregar e os valores de CQO, CBO, SS, OG.

Obteve-se então o QUADRO IX o qual contém os valores dos teores médios em CQO e CBO para os diversos distritos.

Nos distritos de Lisboa e Porto, em que o volume de efluentes ultrapassa os recursos disponíveis, considerou-se como volume de diluição o próprio volume dos efluentes.

Podem-se assim agrupar os distritos em quatro categorias:

- A - Poluição geral reduzida ($CQO < 10 \text{ mg/l}$) - Bragança, Viana do Castelo, Beja, Vila Real e Évora.
- B - Poluição geral média (CQO entre 10 e 100 mg/l) - Guarda, Faro, Castelo Branco e Viseu.
- C - Poluição geral elevada (CQO entre 100 e 1000 mg/l) - Santarém, Leiria, Portalegre, Braga, Coimbra e Aveiro.
- D - Poluição geral muito elevada ($CQO > 1000 \text{ mg/l}$) - Setúbal, Porto e Lisboa.

QUADRO IX - Teores médios em CQO (mg/l) (Horizonte 2000)

DISTRITO	TEORES MÉDIOS (mg/l)			
	NOS EFLOENTES INDUSTRIAIS		NAS ÁGUAS RECEPTORAS*	
	CQO	CBQ	CQO	CBQ
Aveiro	1 423	561	492	134
Beja	1 755	927	1,9	1,0
Braga	1 272	553	225	99
Bragança	1 755	915	0,37	0,19
Castelo Branco	1 150	545	36	25
Coimbra	1 263	509	280	113
Evora	1 139	560	4,7	2,2
Faro	1 217	477	30	12
Guarda	1 395	653	13	6,0
Leiria	991	326	217	72
Lisboa	1 733	703	1 733	703
Portalegre	1 539	531	225	73
Porto	1 548	626	1 548	626
Santarém	1 240	565	156	74
Setúbal	1 918	727	1 255	476
Viana do Castelo	1 762	935	1,0	0,54
Vila Real	1 480	610	1,9	0,79
Viseu	1 343	431	46	15
MÉDIAS NO CONTINENTE	1 533	614	207	83

* Provocados apenas pelos efluentes industriais (índices de poluição potencial)

4- COMENTÁRIOS FINAIS

Estes dados embora baseados em métodos que se pretenderam objectivos devem ser tidos em conta apenas como estimativas, mas de certo modo vieram confirmar algumas afirmações que em termos qualitativos já eram sensíveis.

Por outro lado considera-se que constituem o preenchimento de algumas lacunas existentes relativamente a dados necessários para qualquer tentativa de planeamento de conservação e utilização racional dos recursos hídricos.

5 - BIBLIOGRAFIA

-CUNHA, L.V. et al, 1974-"Fundamentos de uma Nova Política de Gestão das Águas em Portugal"-DGSH

-CUNHA, L.V. et al, 1980-"A Gestão da água"-ed. Fundação Calouste Gulbenkian

