



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

QUALIDADE DA ÁGUA

ANÁLISE DO MÉTODO DOS COEFICIENTES ESPECÍFICOS PARA AVALIAÇÃO DA CARGA POLUENTE
DE ORIGEM INDUSTRIAL PARA MEIOS HÍDRICOS -- O ESTUÁRIO DO TEJO

VIRGÍNIA HELENA ARIMATEIA DE CAMPOS MACHADO

(Eng. Química, Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente, LISBOA, PORTUGAL)

ANA PAULA NUNES AMARO

(Eng. do Ambiente, Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente, LISBOA, PORTUGAL)

RESUMO

A estimativa da carga poluente lançada nos meios hídricos pode ser realizada por métodos directos e/ou indirectos.

Pretende-se nesta comunicação, descrever e analisar o método dos coeficientes específicos (método indirecto) usualmente utilizado para uma determinação expedita da carga poluente de origem industrial.

Com base no relatório "Estimativa da carga poluente de origem industrial afluente ao Estuário do Tejo" (em execução), realizado no âmbito do Projecto "Estudo Ambiental do Estuário do Tejo", conclui-se da praticabilidade do método.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do projecto "Estudo Ambiental do Estuário do Tejo" está a ser efectuado um balanço de massa, fechado, dos vários poluentes do estuário do Tejo.

Um dos componentes deste balanço é o correspondente à carga poluente de origem industrial, a qual pode ser estimada por métodos directos e indirectos.

Com o objectivo de realizar uma estimativa, por análise directa, da carga poluente afluente ao estuário e no âmbito do mesmo projecto, a Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (DGRAH) efectuou em 1979-80 análises da composição e caudal, em 52 estações de amostragem de efluente, consideradas como mais representativas das emissões para o estuário.

As amostragens foram realizadas num período de dois anos, em oito campanhas, tendo conseqüentemente a frequência de amostragem sido baixa o que determinou se iniciasse o cálculo da estimativa da carga poluente de origem industrial lançada no estuário, utilizando o método dos coeficientes específicos.

O estudo foi iniciado em 1979, pela Comissão Nacional do Ambiente (CNA), com a colaboração da Direcção-Geral da Qualidade (DGQ).

É a aplicação do método dos coeficientes específicos à estimativa da carga poluente de origem industrial, afluente ao estuário do Tejo, que será objecto da presente comunicação.

2. MÉTODO DOS COEFICIENTES ESPECÍFICOS

A estimativa da carga poluente de origem industrial pode ser realizada, de uma forma expedita, pelo método dos coeficientes específicos.

O método caracterizado pela sua simples e rápida aplicação, é geralmente utilizado para uma primeira aproximação ao valor de cargas poluentes, permitindo despistar a origem e teor dos poluentes em áreas restritas ou limitadas.

Este método consiste na avaliação qualitativa e quantitativa da carga poluente produzida por uma determinada indústria, resultando o valor estimado do produto entre coeficientes específicos e parâmetros de fácil obtenção, relativos à unidade em estudo, tais como consumo de matérias primas, consumo de água, número de trabalhadores e níveis de produção.

Estudos realizados em diversos países, com o objectivo de caracterizar os níveis de poluição de origem industrial, tornaram possível a definição de coeficientes específicos para vários tipos de indústrias poluentes. Estes, foram calculados com base em valores médios de análises directas efectuadas a efluentes de indústrias de um mesmo tipo, sendo função do processo de fabrico, matérias primas, níveis de produção, etc.

Os parâmetros necessários para a realização de uma estimativa da carga poluente produzida por uma unidade industrial, podem ser obtidos através de dados estatísticos ou de informações colhidas junto da indústria em estudo. Este último processo de obtenção de dados, exigindo o envio de inquéritos às indústrias, torna-se mais demorado e dispendioso do que o primeiro, pelo que, embora permitindo obter informações mais completas sobre a tecnologia empregue, é preferido sempre que exista uma estatística actualizada de fácil acesso. A colheita de informações a partir de dados estatísticos não exclui porém, a necessidade

de contactos directos com as unidades industriais mais poluentes, por forma a obter dados pormenorizados sobre processos de fabrico e tratamento de efluentes.

A fiabilidade dos resultados obtidos pela aplicação do método, depende essencialmente de uma escolha criteriosa dos coeficientes específicos a utilizar, da forma como são seleccionadas as informações relativas às unidades industriais e da interpretação dada aos resultados obtidos.

3. APLICAÇÃO DO MÉTODO DOS COEFICIENTES ESPECÍFICOS - ESTUÁRIO DO TEJO.

Com o objectivo de efectuar uma estimativa indirecta da carga poluente de origem industrial afluente ao estuário do Tejo, em 1979, a CMA solicitou à DGQ o envio de inquéritos às cerca de 300 unidades industriais localizadas a jusante de Vila Franca de Xira e cujos efluentes são directa ou indirectamente lançados no estuário. A DGQ baseou-se no inventário de fontes poluidoras, realizado pela Direcção dos Serviços de Controle de Poluição (DSCP) da DGRAH em 1977-79, no qual não estão incluídas as instalações industriais localizadas em zonas urbanas.

Foram enviados dois tipos de inquéritos. Um, o mais completo, enviado a cerca de 30 unidades industriais consideradas como tendo descargas mais significativas, solicitava informações relativas à produção, utilizações industriais da água, recolha e tratamento de águas residuais, localização das descargas e utilização das águas receptoras.

Às restantes indústrias foi enviado um outro inquérito, de âmbito mais reduzido, solicitando os dados relativos ao consumo de matérias primas e níveis de produção e condensando todos os outros pedidos de informação.

A resposta aos inquéritos, inicialmente bastante reduzida, atingiu após alguma insistência junto das referidas unidades industriais, cerca de 60% o que se pode considerar satisfatório atendendo ao tipo de inquérito em questão.

Refira-se a título complementar que a percentagem de resposta aos inquéritos do primeiro tipo foi de cerca de 70%.

Foi com base nos elementos assim colhidos que se passou à selecção dos coeficientes a utilizar nesta estimativa.

3.1 Seleccção dos coeficientes

A selecção dos coeficientes utilizados no cálculo da carga poluente produzida por cada uma das unidades industriais, foi feita utilizando sempre que possível, os coeficientes específicos determinados pela DSCP da DGRAH.

Estes coeficientes foram determinados, a partir de análises efectuadas a efluentes de algumas unidades industriais portuguesas. Para elas, foi determinada a Matéria Oxidável (MO) e sólidos suspensos totais (SST), o que de modo algum permite caracterizar os efluentes de algumas indústrias, como sejam as químicas e metalúrgicas.

Assim para determinados tipos de indústrias, verificou-se:

- i) a inexistência de coeficientes determinados com base em análises efectuadas em indústrias desse tipo em Portugal, ou

- ii) que os parâmetros que servem de base à estimativa dos coeficientes não coincidem com os das respostas aos inquéritos, ou
- iii) que a carga estimada com base nos coeficientes definidos para a indústria portuguesa, não é representativa do efluente lançado pela unidade industrial.

Nos casos onde tais questões se apresentaram, deu-se aplicação preferencial aos coeficientes específicos definidos no "Journal Officiel de la République Française, 1979" (1).

3.2. Dificuldades surgidas na aplicação do método dos coeficientes específicos

A determinação da carga poluente de origem industrial, pelo método dos coeficientes específicos nem sempre foi possível.

Como foi já referido, a selecção do coeficiente a utilizar é de primordial importância. Constata-se que para uma mesma tecnologia de fabrico os coeficientes existentes apresentam por vezes alguma disparidade. Um exemplo é a diferença existente entre coeficientes definidos para a determinação da carga de mercúrio, proveniente do processo de produção de cloro, usando o método do eléctrodo de mercúrio (tabela I).

TABELA I - COEFICIENTES ESPECÍFICOS PARA A DETERMINAÇÃO DA CARGA DE MERCÚRIO NUM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CLORO (eléctrodo de mercúrio)

	FONTES DOS COEFICIENTES ESPECÍFICOS	
	(4)	(5)
MERCÚRIO (kg/unid)	0,15	0,0009

A variabilidade dos resultados pode dever-se, neste caso, a sistemas diferentes de reciclagem no processo ou ao tratamento efectuado às águas residuais, factos não mencionados na bibliografia onde o coeficiente é definido e que podem dificultar ou mesmo impossibilitar a escolha de um coeficiente adequado.

A dificuldade da selecção de um coeficiente, é ainda agravada pela disparidade verificada entre os valores fornecidos pelas unidades industriais, relativos a análises efectuadas a efluentes e os valores estimados pela aplicação do método dos coeficientes específicos. Esta disparidade, que se verifica em alguns dos casos em que existem informações sobre os resultados de análises efectuadas aos efluentes, diz respeito à sua composição qualitativa e quantitativa.

Tal facto foi detectado em grande número de unidades industriais, sobretudo nas que mais fortemente contribuem para o valor global da carga poluente afluente ao estuário do Tejo, o que vem pôr em causa a precisão do método expedito aqui citado.

Nas tabelas II e III, apresentam-se dados relativos a alguns tipos de indústrias e que exemplificam a situação anteriormente descrita.

TABELA II - PRODUTOS DETECTADOS NOS EFLUENTES POR ANÁLISE DIRECTA E INDIRECTA

TIPO DE INDÚSTRIA	ANÁLISE DIRECTA *	ANÁLISE INDIRECTA (M.Coef.Específicos)
Fabricação de Explosivos	Dietrinitrobenzeno Tetranitrometano Acido Cianico Acidos Dietrinitro- benzôicos Nitrocresóis	BOD ₅ SST
Química Geral	SST Fe Al P ₂ O ₅ As Zn Ureia SiO ₂ Cu Ni H ₂ SO ₄ Hg Pb Cd CaO	MO SST

TABELA III - PRODUTOS DETECTADOS NOS EFLUENTES POR ANÁLISE DIRECTA E INDIRECTA (TIPO E QUANTIDADE)

TIPO DE INDÚSTRIA	ANÁLISE DIRECTA * (ton/ano)	ANÁLISE INDIRECTA (M.Coef.Específicos) (ton/ano)
Refinaria	COD = 4525 SST = 3325 Hidrocarbonetos = = 625 Fenois = 43 Cianeto = 0.03 Enxofre = 110 Ferro = 150	BOD ₅ = 281 SST = 278 Óleos = 176
Fabricação de Cerveja	BOD ₅ = 153 SST = 112 Detergente aniôni- cos = 0.036 Óleos = 5 Fósforo = 543	BOD ₅ = 140 SST = 18

* Resultados fornecidos por unidades industriais

Houve igualmente casos em que a estimativa da carga poluente não foi possível, pela inexistência de coeficientes específicos relativos a determinado tipo de indústria (caso da fabricação de produtos metálicos e seu tratamento).

4. CONCLUSÕES

O objectivo do estudo que serviu de base a esta comunicação é, como foi já referido, a determinação pelo método dos coeficientes específicos, da carga poluente de origem industrial afluente ao estuário do Tejo.

Como base nos coeficientes seleccionados e nas informações recolhidas nos inquéritos, determinou-se uma estimativa da carga afluente ao estuário. As cargas estimadas foram agrupadas por tipos de poluentes.

TABELA IV - CARGAS AFLUENTES AO ESTUÁRIO DO TEJO, DETERMINADAS POR ANÁLISE DIRECTA E INDIRECTA

CARGAS (ton/ano)	ANÁLISE INDIRECTA			ANÁLISE DIRECTA (6)
	Doméstica (2)	Industrial (7)	Total	
BOD ₅	35381	4678	40059	72271
SST	35644	20789	56644	193000

Na tabela IV encontram-se sumarizados, os valores das cargas totais de BOD₅ e SST, determinados por análise directa e indirecta. Consideraram-se somente as cargas de BOD₅ e SST, por terem sido entes os únicos parâmetros para os quais existem coeficientes específicos determinados, qualquer que seja a fonte bibliográfica utilizada.

Verifica-se que os valores estimados pelo método dos coeficientes específicos, são bastante inferiores aos obtidos por análise directa e ainda que a carga de origem industrial é inferior à de origem doméstica.

Tendo em conta o facto de terem sido tratados cerca de 40% dos inquéritos enviados, poder-se-ia ser levado a admitir que as respectivas indústrias constituiriam uma amostra representativa da zona em estudo e consequentemente, a carga de origem industrial estimada corresponderia a cerca de 40% da carga total lançada no estuário. Tal hipótese não é verdadeira, pois há casos em que só foi possível estimar a carga relativa a alguns dos produtos fabricados numa unidade industrial. Acresce ainda, na estimativa feita não terem sido consideradas as cargas relativas:

- i) às unidades industriais sitas nas zonas urbanas, pois como foi já referido não lhes foram enviados inquéritos. A elevada concentração de unidades poluentes, em algumas zonas, como sejam Alcântara, Chelas e Olivais, vem alterar significativamente o numero de unidades industriais e a carga lançada no estuário, e

- ii) às unidades industriais com maior contribuição para a carga total afluente ao estuário do Tejo, devido à inexistência de coeficientes específicos que caracterizem os efluentes, qualitativa e quantitativamente.

Um exemplo da impossibilidade de caracterizar qualitativamente um efluente, é o caso de uma unidade industrial de Química Geral que utiliza como matéria prima base, pirites arseniacais com características muito específicas (alto teor em arsénio, cobre, zinco, etc.). Para a estimativa da carga lançada por esta unidade, existem coeficientes definidos pela DSCP da DGRAH, que permitem estimar unicamente a carga de MO e SST, o que só por si não caracteriza o efluente. Os coeficientes existentes na restante bibliografia e relativos aos produtos fabricados numa unidade deste tipo, não sendo determinados em unidades industriais que utilizem a mesma matéria prima, não são também adequados.

Os problemas põem-se não só a nível de caracterização qualitativa mas também quantitativa das cargas efluentes.

Verificam-se, pela comparação de análises directas e indirectas, situações como a encontrada na estimativa da carga de mercúrio, numa unidade de produção de cloro pelo método do eléctrodo de mercúrio (Tabela V).

TABELA V - CARGA DE MERCÚRIO ESTIMADA POR ANÁLISE DIRECTA E INDIRECTA, NUM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CLORO (eléctrodo de mercúrio).

CARGA (kg/ano)	ANÁLISE DIRECTA		ANÁLISE INDIRECTA	
	(3)	(*)	(5)	(4)
Mercúrio	535	1500	21,6	3600

* Valor fornecido pela unidade industrial

Os valores estimados, com base nos coeficientes da Tabela I e nos dados fornecidos pela unidade industrial, são bastante diferentes entre si e ainda dos obtidos por análise directa, efectuada quer pela unidade industrial quer pela DSCP.

Assim, tendo em conta os resultados obtidos na avaliação da carga poluente de origem industrial afluente ao estuário do Tejo, pela aplicação do método dos coeficientes específicos, torna-se manifesta a necessidade da determinação de coeficientes específicos, que sejam qualitativa e quantitativamente representativos dos efluentes lançados pelas unidades industriais portuguesas. Só dessa forma um método de rápida e simples aplicação, como pode ser o método dos coeficientes específicos, permite estimar com alguma fiabilidade as cargas lançadas por unidades industriais nos meios hídricos portugueses.

5. REFERÊNCIAS

- (1) - Arrêté du 28 October 1975. Annexe I. Tableau des coefficients spécifiques de pollution pour l'estimation forfaitaire. in Pollution des eaux. Redevances. Paris, Journal Officiel de la République Française, 1979. p.19 a 101.
- (2) - Castanheiro, J. (1983) - Estudo Ambiental do Estuário do Tejo. Cargas poluentes de origem doméstica afluentes ao Estuário do Tejo (estimativa indirecta). CNA/TEJO Nº27 - REL 24.
- (3) - Costa, A.A.M., Pinelas, R.M., Gaspar, N. (1983) - Determinação das cargas poluidoras industriais das fontes poluidoras mais importantes do Estuário do Tejo, D.S.C.P., D.G.R.A.H., M.H.O.P.T.
- (4) - Economopoulos, A.P. (1982) - Rapid assessment of water and air pollution sources in Abidjan. Ivory Coast. Athens. WHO.
- (5) - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - Effluent limitations. Guidelines for existing sources and standards of performance for new sources. Denver, ed. do A., 1974. 129 p.
- (6) - Janeiro, A.F.F. (1981) - Estudo Ambiental do Estuário do Tejo. Avaliação da carga poluidora afluenta ao estuário. Relatório I. Caracterização das estações de amostragem, dados analíticos, caudais e respectivas cargas poluidoras. DSCP - 31/R.T. MO.
- (7) - Machado, V., Castanheiro, J., Calvão, T., Relvas, P. (1984) - Estudo Ambiental do Estuário do Tejo. Estimativa da carga poluente de origem industrial afluenta ao Estuário do Tejo. CNA/TEJO Nº 30 - - REL 27 (em impressão).

