

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
(SILUBESA)

TEMA 5
QUALIDADE DA ÁGUA

RECOLHA DE DADOS NO CAMPO PARA UTILIZAÇÃO EM MODELOS DE QUALIDADE.
DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE OXIGÉNIO DOS SEDIMENTOS.

JOSÉ M. MACEDO DIAS
Engenheiro Químico, Técnico Superior do Projecto de Gestão Integrado dos
Recursos Hídricos do Norte, Porto, Portugal.

R E S U M O

Nesta comunicação pretende-se analisar o problema do planeamento de uma campanha intensiva de recolha de dados para posterior utilização em modelos no intuito de evitar ao máximo o uso de valores "défault". Um tratamento especial é dado à determinação da demanda de oxigénio dos sedimentos, de acordo com o método de avaliação no local, desenvolvido pela Região IV da E.P.A.

1-INTRODUÇÃO

Sempre que se pretende estudar um problema de qualidade da água, em que como ferramenta de apoio se utilizem modelos, é necessário planejar devidamente a fase de recolha de dados de campo, para posterior utilização na modelação.

Esta fase inicial do projecto, depende do objectivo do estudo e também do tipo de situação a que o modelo se irá aplicar, uma vez que os dados a obter serão diferentes consoante se trate de um modelo estacionário ou dinâmico.

No caso presente, a análise incide sobre a aplicação do QUAL II, modelo de estado estacionário desenvolvido na Environmental Protection Agency, pelo facto de ter sido a partir dele, que se desenvolveu uma versão utilizada no PGIRH/N, onde é possível o acesso directo às bases de dados e o pós-processamento gráfico da informação, que muito facilita o trabalho de calibração, verificação e utilização do modelo.

2-OBJECTIVO DO ESTUDO

Definido o objectivo do estudo, é necessário planejar uma ou mais campanhas intensivas de recolha de dados, destinadas a fornecer os valores que o modelo exige.

Como tarefas prioritárias desse estudo deve-se incluir sempre que possível a caracterização hidrológica, biológica e química da área de estudo, pretendendo especialmente definir os parâmetros hidráulicos e de qualidade necessários.

Tentando sistematizar, e sem a pretensão de ser exaustivo, os principais parâmetros hidráulicos a serem utilizados no QUAL II são: o tempo de residência em cada troço, a avaliação precisa dos caudais, a determinação dos caudais dos afluentes e medidas geométricas em secções específicas do Rio.

A recolha de amostras destina-se a avaliar a qualidade da água, e é conduzida com a intenção de "calibrar" a saída e de "qualificar" a entrada do modelo.

É de todo o interesse a obtenção experimental dos dados necessários ao modelo, no intuito de evitar ao máximo a utilização de valores retirados da bibliografia.

Pelo interesse que reveste, ir-se-à tratar pormenorizadamente da demanda de oxigénio dos sedimentos (S.O.D.) por um processo "in-situ", desenvolvido pela Environmental Protection Agency, Region IV.

3-DEMANDA DE OXIGÉNIO DOS SEDIMENTOS.

3.1-DEFINIÇÃO

A demanda de oxigénio dos sedimentos representa a quantidade de oxigénio dissolvido removido da coluna de água, devido a decomposição do material orgânico dos sedimentos do fundo.

Esta matéria orgânica, provem do fornecimento contínuo, embora sazonalmente variável, de várias fontes, tais como: descargas de águas residuais, águas pluviais, queda de folhas e lixo, deposição atmosférica e processos que ocorrem no interior do próprio meio receptor como a morte de organismos aquáticos.

Uma vez entrada na massa líquida, a matéria orgânica decanta, dando origem a depósitos de fundo com diferentes S.O.D. Cria-se assim uma distribuição espacial do S.O.D., já que mesmo numa corrente de velocidade constante, partículas de diferentes tamanhos, depositarão com diferentes velocidades, com as mais densas a decantarem primeiro e as mais leves a serem transportadas para jusante.

O regime dinâmico de caudais a que os rios estão sujeitos, com elevados fluxos no Inverno e Primavera, e períodos críticos no Verão, pode levar a re-suspensão de depósitos de fundo e transporte para jusante em certas épocas, implicando que os valores do S.O.D. num determinado local na Primavera possam ser bastantes diferentes dos registados em período seco (distribuição temporal do S.O.D.).

O consumo de oxigénio pelo sedimento pode ser visualizado na sua forma mais simples de acordo com a Fig.1.

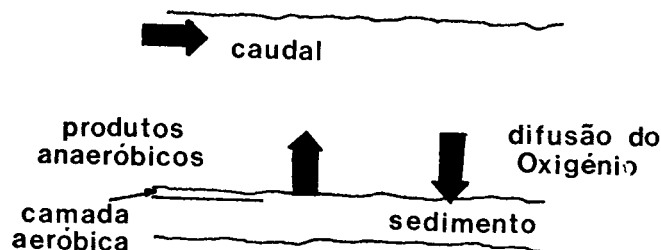


FIG. 1

O oxigénio é consumido na coluna de água e dentro do sedimento. No primeiro caso, o consumo de oxigénio depende essencialmente da libertação e transporte de compostos orgânicos reduzidos, solúveis, para a fase aquosa. É por muitos autores considerado este o principal componente do S.O.D.

No interior do sedimento, o oxigénio que difunde do exterior reage com o material orgânico na fina camada aeróbica existente. À medida que este material é consumido, o material orgânico da camada anaeróbica, difunde-se dentro do sedimento para a camada aeróbica para posterior reacção.

Quaisquer destes processos envolvem reacções químicas e uma demanda biológica de oxigénio exercida por bactérias e invertebrados à superfície do depósito.

3.2 -IMPORTANCIA DO S.O.D.

Quando um modelo é utilizado como ferramenta de gestão de recursos hídricos, e particularmente se pretende avaliar o nível do oxigénio dissolvido num determinado meio, sujeita a cargas poluentes, é fundamental a avaliação precisa da demanda de oxigénio dos sedimentos.

Esta medição é necessária para que o resultado da simulação do modelo, não implique eventuais custos desnecessários de tratamento de uma fonte poluidora pontual ou inversamente se venha a verificar o impacto negativo de uma descarga tratada por defeito.

4-DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE OXIGÉNIO DOS SEDIMENTOS

4.1-PROCESSOS DE AVALIAÇÃO

A demanda de oxigénio dos sedimentos pode ser determinada essencialmente por três processos: calibração dos modelos, avaliação laboratorial, e medição no local.

A determinação do S.O.D. à custa da calibração do modelo só faz sentido desde que sejam perfeitamente controladas todas as outras variáveis do processo, o que muito dificilmente se verifica na realidade. Esta aproximação na estimativa do parâmetro inclui normalmente a incerteza associada aos outros processos intervenientes como: rearejamento, nitrificação, respiração, fotossíntese, etc.

As medidas laboratoriais também levantam problemas, pois se funcionam bem para sistemas aquáticos de características uniformes, a heterogeneidade dos sedimentos leva a uma variabilidade dos resultados.

Para além disso tem-se que considerar a dificuldade em reproduzir no laboratório as condições ambientais realmente existentes na Natureza.

Uma vez que nenhum dos processos se mostrou realmente satisfatório, houve necessidade de desenvolver a técnica da determinação do S.O.D. no local, onde é minimizado o inconveniente da manipulação do sedimento, não há necessidade de reproduzir as condições ambientais e permite repetir a experiência (no mesmo local) as vezes que forem necessárias. Tem no entanto as desvantagens associadas à amostragem no campo, como sejam as dificuldades de colocação das câmaras e os problemas da variação espacial do S.O.D.

4.2-EQUIPAMENTO E PROCESSOS

Por falta de um método padronizado a descrição do equipamento e o processo que se apresenta, baseia-se nas especificações da E.P.A. para a determinação deste parâmetro.

A sua avaliação envolve o isolamento de um volume conhecido de água e de área do sedimento, utilizando uma câmara opaca, colocada no fundo do meio aquático.

A concentração de oxigénio dissolvido é monitorizada durante o tempo suficiente, de modo a permitir definir uma velocidade de consumo de oxigénio dissolvido.

A fórmula que permite calcular o S.O.D é a seguinte.

$$\text{S.O.D.} = 1.44(V/A) \cdot (b_1 - b_2) \quad (1)$$

em que:

1.44- constante que converte mg/l*min em g/m²*d

V-volume da câmara, l

A-área da câmara, m²

b₁-velocidade de consumo de oxigénio dissolvido na câmara,
mg/l

b₂-velocidade de consumo de oxigénio na camara "branco",
mg/l

4.2.1-PROJECTO DO EQUIPAMENTO

a) Relação V/A

o cociente V/A é o parâmetro mais importante para o dimensionamento da câmara uma vez que ele vai determinar a quantidade de oxigénio dissolvido disponível, a gama de S.O.D., o tempo da experiência e o efeito da re-suspensão.

b) Mistura e velocidade na câmara

A mistura no interior é importante para garantir que o volume V previsto na fórmula (1) seja igual ao volume efectivo da câmara. A velocidade do fundo deverá tentar simular a velocidade real existente, sugerindo-se a utilização de um valor fixo, dentro das gamas medidas no local, que evite excessiva re-suspensão.

c) Detecção de fugas

É essencial para uma medição correcta do parâmetro que seja garantida uma vedação eficaz de modo a impedir a entrada de água para a câmara, alterando assim a concentração de oxigénio dissolvido no seu interior.

A colocação por mergulhadores minimiza muito estas incertezas, mas quando não for possível, pode-se testar a estanquicidade por injeção remota de uma solução de KCl ,para o interior da câmara.

O aumento resultante da condutividade é monitorizado de modo a detectar eventuais descidas após a estabilização o que indicaria uma fuga de água para dentro do sistema.

d) Câmara "branco"

A diminuição do oxigénio dissolvido no interior da câmara é devida não só ao S.O.D., mas ainda ao consumo de oxigénio proveniente da água lá encerrada. É então necessário para calcular correctamente o valor, retirar à demanda total registada, a carência com origem na coluna de água. Este valor (b2) é devido à respiração de algas e bactérias e ao aparecimento de lodos que crescem agarrados às paredes interiores.

A câmara "branco" é utilizada para este consumo de oxigénio. Trata-se de um aparelho idêntico à câmara usual mas em que o fundo permite o isolamento da água do sedimento. O seu movimento no interior da massa líquida e as condições a que fica sujeito, devem ser exactamente as mesmas que as duma câmara vulgar. Na falta deste equipamento podem-se utilizar

frascos de B.O.D., embora devido às diferenças no cociente V/A os valores obtidos sejam superiores aos da câmara "branco".

4.3- ESPECIFICAÇÕES PARA O DIMENSIONAMENTO DA CAMARA DE S.O.D. UTILIZADA PELA E.P.A

Uma câmara de S.O.D é constituída por um cilindro metálico com um núcleo central que lhe dá uma configuração anelar (Fig 2 e 3).

A tampa é montada em quatro parafusos que se apertam quando a câmara está pousada no sedimento, e tem aberturas que permitem a instalação de sondas para monitorizar. Tem uma capacidade de 65 litros, uma área de 0.27 m². A circulação da água no seu interior é feita através de uma bomba de 600 l/hr com difusores, o que permite manter uma velocidade de de circulação de 2.4 a 3.1 cm/seg.

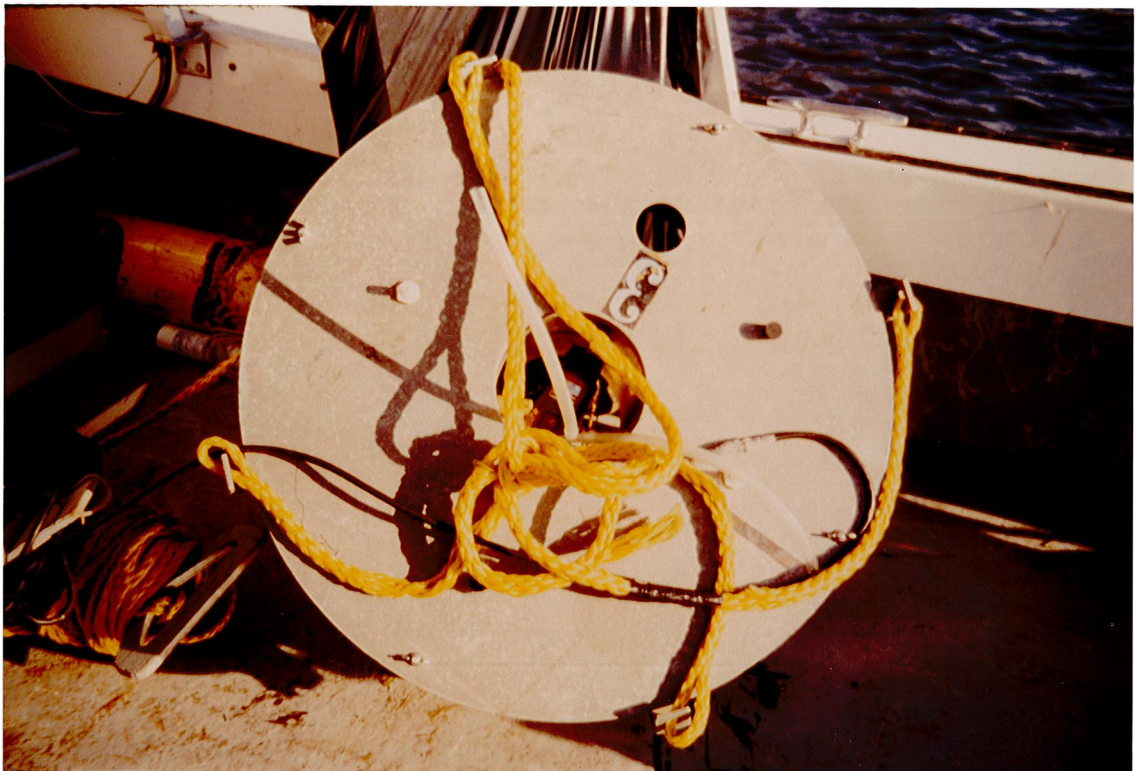


Fig 2- Apecto de uma câmara de S.O.D .(vista de cima)

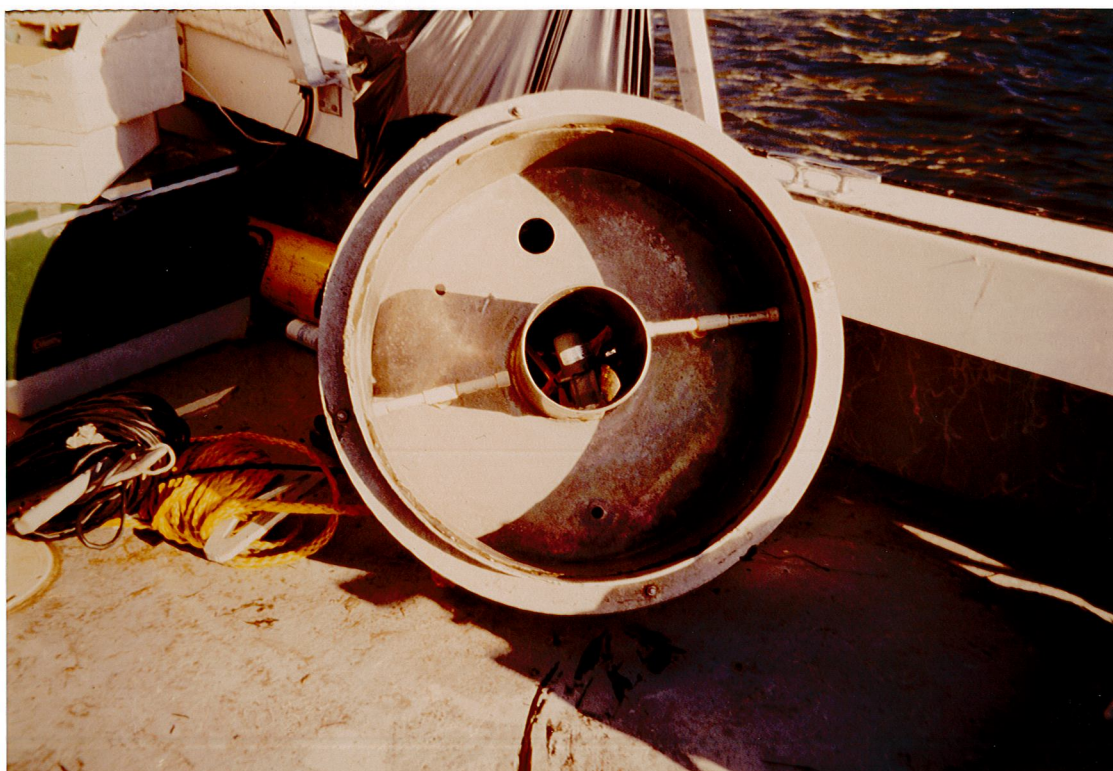


Fig 3 -Aspecto de uma câmara de S.O.D. (vista de baixo)

4.4- MODO DE PROCEDER

Os passos recomendados para efectuar no campo a determinação do S.O.D. são resumidamente os seguintes:

- a) Obtenção preliminar de dados sobre a área de estudo a fim de determinar o tipo de sedimento e a velocidade da corrente.
- b) Calibrar os medidores de oxigénio dissolvido e outro equipamento de monitorização. Manter permanentemente a calibração. Uma sonda de oxigénio com agitador é necessária para manter uma velocidade de água apropriada através da membrana da sonda.
- c) Determinar perfis de oxigénio dissolvido, temperatura, condutividade e velocidades. As concentrações de oxigénio dissolvido no fundo devem ser superiores a 2mg/l. No caso de aquele limite não ser satisfeito, a determinação do S.O.D. deve ser feita com extremas cautelas.
- d) Verificar a potência e as condições de operação da bomba.
- e) Introduzir as câmaras na água. Para isso baixar a câmara com o auxílio de cordas a partir do barco e coloca-la cuidadosamente no fundo, com mergulhadores.
- f) Deixar a câmara em repouso durante cerca de 20 minutos para deposição do material eventualmente em re-suspensão, após o movimento da câmara.
- g) Introduzir as sondas de oxigénio dissolvido até cerca de 30 cm do fundo da câmara.

h) Registrar os dados de monitorização iniciais ler e apontar os valores com intervalos de 15 min.

j) Continuar a experiência durante 2 horas.

l) Remover as sondas e verificar a sua calibração. Registrar o valor. Verificar as condições de operação da bomba.

4.5-VALORES SUGERIDOS DE S.O.D. PARA UTILIZAÇÃO EM MODELOS

Sempre que não se disponham de valores experimentais deste parâmetro, a E.P.A sugere a utilização dos valores a seguir indicados para a utilização em modelos em g/m²*dia

<u>Natureza do fundo do canal</u>	<u>Descarga no troço</u>	
	<u>Não</u>	<u>Sim</u>
Limpo, arenoso	0.4	0.6
Lamas cinzentas ou castanha	1.0	2.0
Depósitos de lama negra, altamente orgânicos	3.0	5.0

5-Bibliografia

1-Barnwell, Linfield, Marek , "Development of a Prototype Expert Advisor for the Enhanced Stream Water Quality Model Qual 2E" ,Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia, U.S.A

2-Dias, J. Macedo, "Relatório da Participação na Campanha de Perdido-Bay" C.C.R.N, Ministério do Planeamento e Administração do Território.

3-Hatcher, K.J "Sediment Oxygen Demand Processes" "Processes, Modeling and Measurement",edited by Kathryn J. Hatcher, Institute of Natural Resources,University of Georgia, Athens, Georgia U.S.A

4-Hicks,Murphy, "In-situ Method for Measuring Sediment Oxygen Demand", "Processes, Modeling and Measurement",edited by Kathryn J. Hatcher, Institute of Natural Resources,University of Georgia, Athens, Georgia U.S.A.

5-"Metodologias para Avaliação de Políticas de Recursos Hídricos-Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Ave", PGIRH/N, LNEC.

6-Pamatmat, M. M,"Problems With Empirical Models of Sediment Oxygen Demand", "Processes, Modeling and Measurement",edited by Kathryn

J. Hatcher, Institute of Natural Resources, University of Georgia, Athens, Georgia U.S.A.

7- Porcella, Mills, Bowie, "A Review of Modeling Formulations for Sediment Oxygen Demand," Processes, Modeling and Measurement", edited by Kathryn J. Hatcher, Institute of Natural Resources, University of Georgia, Athens, Georgia U.S.A.

8- Raiswell, Brimblecombe, Dent, Liss, "Environmental Chemistry", Resource and Environmental Science Series.

9- Whittemore, "The Significance of Interfacial Water Velocity On the Measurement of Sediment Oxygen Demand", "Processes, Modeling and Measurement", edited by Kathryn J. Hatcher, Institute of Natural Resources, University of Georgia, Athens, Georgia U.S.A