

sisippa 89

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED APPROACHES  
TO WATER POLLUTION PROBLEMS

SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR DES SOLUTIONS INTÉGRÉES  
POUR DES PROBLÈMES DE POLLUTION DE L'EAU

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE SOLUÇÕES INTEGRADAS  
PARA PROBLEMAS DE POLUIÇÃO DA ÁGUA

SOLUÇÕES ALTERNATIVAS VISANDO O CONTROLO DA  
POLUIÇÃO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO LEÇA, PORTUGAL

ALTERNATIVE SOLUTIONS OF WATER POLLUTION  
CONTROL FOR THE RIO LEÇA BASIN, PORTUGAL

Chia-Yau CHENG (1)

**RESUMO**

Apresenta-se um resumo de dados sobre a qualidade da água do Rio Leça e descrevem-se as soluções alternativas estudadas e seus custos de investimento. Uma solução integrando cinco ETARs, implantadas ao longo do curso do Rio, pode melhorar a qualidade da água, atingindo-se os limites mínimos na época estival. A construção de interceptores e o destino final no mar do caudal de uma parte dos efluentes garantem a boa qualidade da água na zona terminal através da transferência dos poluentes para outro local.

**Palavras chave:** Rio Leça, qualidade de água, modelação matemática, soluções e custos.

**ABSTRACT**

Water quality of river Leça is summarized. Alternative solutions studied for the abatement of polluting discharges are outlined and their costs of investment estimated. An alternative solution including five wastewater treatment plants situated along the river can improve the water quality to comply with the minimum criteria in low flow season. Interceptors and sea disposal of a part of the wastewaters will guarantee good water quality in downstream area by transferring pollutants to somewhere else.

**Key words:** Rio Leça, water quality, mathematical modelling, solutions and costs.

---

(1) BSc in hydraulic engineering, MSc and PhD in sanitary engineering. Consultant of HIDURBE - Consultores de Hidráulica, Lda., Porto.

## 1 - INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Leça tem uma área total de cerca de 190 km<sup>2</sup>, incluída na sua maioria no distrito do Porto, no Norte de Portugal. O Rio tem evidenciado poluição crescente por descargas de esgotos domésticos e de efluentes industriais não tratados, desde o surto económico dos anos 60.

Desde 1979 que têm sido desenvolvidos estudos de caracterização da qualidade da água do Leça, pela Direcção dos Serviços Regionais de Hidráulica do Douro, pela Universidade do Porto e pelo HIDURBE, Lda.. Duma forma geral, observa-se que durante os meses húmidos (Dezembro a Abril) a qualidade da água é quase aceitável, enquanto que durante a época seca o Rio está tão poluído que é praticamente um canal de esgoto.

Esta comunicação apresenta os aspectos fundamentais de um estudo de soluções alternativas elaborado no sentido de proporcionar uma melhoria da qualidade da água do Rio, satisfazendo uma qualidade mínima da água durante a época seca.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA SITUAÇÃO

Como se mostra na Figura 1, o Rio Leça atravessa quatro concelhos do distrito do Porto, tendo um comprimento total de 45 km desde a nascente, em Santo Tirso, até à foz, no porto de Leixões, em Matosinhos. A população que reside na bacia hidrográfica totaliza 210 000 habitantes, dos quais 40%, 34% e 22%, respectivamente, pertencem aos concelhos da Maia, Matosinhos e Valongo. As localidades de Ermesinde, Águas Santas e S. Mamede de Infesta representam 44% da população total da bacia.

Existem na bacia cerca de 80 unidades industriais com descargas significativas de efluentes poluidores não tratados. Embora a maior parte dessas unidades se localize ao longo do Rio, poucas captam água do Rio para fins industriais.

A carga orgânica descarregada diariamente na bacia do Leça é de cerca de 18 000 kg CBO, da qual 53% se estima estar associada a efluentes industriais.

A qualidade da água do Rio é extremamente má na época seca, quando o seu caudal desce a 100 l/s nos troços de jusante.

Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam os resultados das análises efectuadas no âmbito de estudos desenvolvidos em 1979, 1981 e 1988, respectivamente [1], [3], [5]. Os dados de investigações de campo e os resultados das simulações em computador indicam claramente que na época seca o Leça está manifestamente poluído no troço imediatamente a jusante de Ermesinde, devido a descargas de esgotos domésticos e do efluente duma fábrica de resinas; contudo, a 6 km para jusante, a qualidade da água do Rio apresenta uma notável recuperação. No troço de Parada a Ponte Moreira, com um comprimento de cerca de 7 km, o Rio recebe 60% do total das cargas poluidoras da bacia, o que conduz a uma depleção total do oxigénio dissolvido nos troços de jusante.

Na área da bacia hidrográfica do Leça está em construção uma grande estação de tratamento de águas residuais - a ETAR de Parada, no concelho da Maia - que se prevê entrar em funcionamento em 1990. A estação foi projectada para tratar esgotos domésticos e efluentes industriais com uma carga orgânica total de 200 000 habitantes equivalentes. Está prevista ainda na bacia a construção de outra estação de tratamento de esgotos em Ponte de Moreira, também no concelho da Maia, para 48 000 habi-

QUADRO 1. RESUMO DA QUALIDADE DA AGUA DO RIO LEÇA (CAMPAÑA DE JUN. JUL. E AGO. 1979, DHD)

Ponto de amostragem (km) <sup>2</sup>	Temp. de água (°C)	pH	Sólidos em suspensão Totais (mg/l)	Cloretos (mg/l Cl)	Oxigênio Dissolvido (mg/l O)	CBO (mg/l O)	CGO (mg/l O)	Gorduras (mg/l)
1 (28,3)	16,5 (14,0-19,0)	6,3 (5,9-6,6)	38,9 (0,8-88,0)	20,6 (17,7-21,5)	8,0 (5,7-9,1)	1,6 (0,8-2,5)	-	-
2 (17,8)	17,2 (15,0-21,0)	6,8 (6,1-7,1)	28,2 (5,6-73,2)	44,2 (33,2-63,8)	7,3 (5,0-8,8)	3,2 (2,0-5,1)	19,2 (a)	19,0 (6,3-41,1)
3 (15,4)	18,8 (16,0-22,0)	6,9 (6,4-7,1)	33,3 (11,4-74,8)	75,2 (41,6-106)	3,3 (0,9-6,6)	5,2 (2,9-7,6)	27,4 (a)	39,6 (6,3-75,3)
4 (14,2)	19,5 (16,0-21,0)	7,4 (6,2-9,9)	61,4 (7,2-154)	287 (92,2-528)	2,6 (0,0-6,8)	41,7 (9,7-125)	134 (54,6-274)	11,8 (5,4-25,3)
5 (8,5)	19,4 (16,0-22,0)	6,7 (6,2-7,2)	52,2 (10,3-116)	104 (63,8-128)	0,2 (0,0-0,9)	44,1 (30,1-81,1)	108 (75,1-157)	12,0 (5,4-19,3)

Notas: <sup>2</sup> Distância à foz  
 (a) Valor único, correspondente ao dia 18/18/78  
 Pontos de amostragem:  
 (1) Portela Alta, amontante da Sociedade de Gelatinas do Norte.  
 (2) Lugar da Pesada, cerca de 250 m a montante da MATEX.  
 (3) Cerca de 500 m a jusante da foz de Ribeira do Arquinho.  
 (4) Junto da ponte de Leça do Balio.  
 (5) Em Santa Luzia, cerca de 500 m a jusante da fábrica Ind. Nacional de Produtos Químicos.

QUADRO 2. QUALIDADE MÉDIA DA AGUA DO RIO LEÇA (Julho de 1981)

Ponto de Amostragem	Distância (km)	Temp. (°C)	pH	Oxigênio Dissolvido		CBO (3)	CBO (3)	SS (3)	NH3-N (3)	FENÓIS (3)	METAIS (mg/l) (4)					
				(mg/l)	(% Sat)						Cd	Cu	Cr	Fe	Pb	Zn
1	34,5	20,4	7,2	2,64	30,0	3,5	2,0	5,8	<1,0	ND(2)	0,02	0,02	<0,01	0,93	0,06	0,03
2	25,4	20,7	7,1	2,72	31,5	14,4	3,2	6,4	<1,0	ND	0,02	0,02	0,01	0,64	0,05	0,04
3	21,3	21,1	7,1	2,30	27,4	35,2	18,0	13,4	5,0	<0,4	0,02	0,02	0,01	2,11	0,06	0,13
4	18,8	22,1	7,1	1,12	13,2	102	29,2	28,4	4,0	5,5	<0,01	0,14	0,01	1,85	0,07	0,09
5	17,4	21,6	7,1	2,26	26,6	115	29,2	72,2	6,8	4,5	<0,01	0,49	0,07	3,02	0,07	0,38
6	15,9	21,2	7,3	1,14	13,1	497	326	70,8	13,5	9,0	<0,01	0,13	0,45	3,35	0,11	0,38
7	14,0	22,1	7,1	ND	ND	533	312	49,8	11,8	38,3	0,01	0,40	0,06	2,50	0,11	0,35
8	10,5	22,8	6,7	<0,1	<0,1	522	281	42,0	12,2	294	0,01	0,17	0,12	2,65	0,07	0,24
9	1,8	21,5	7,1	0,3	3,4	242	53,2	20,2	6,2	206	0,03	0,23	0,09	2,45	0,11	0,21

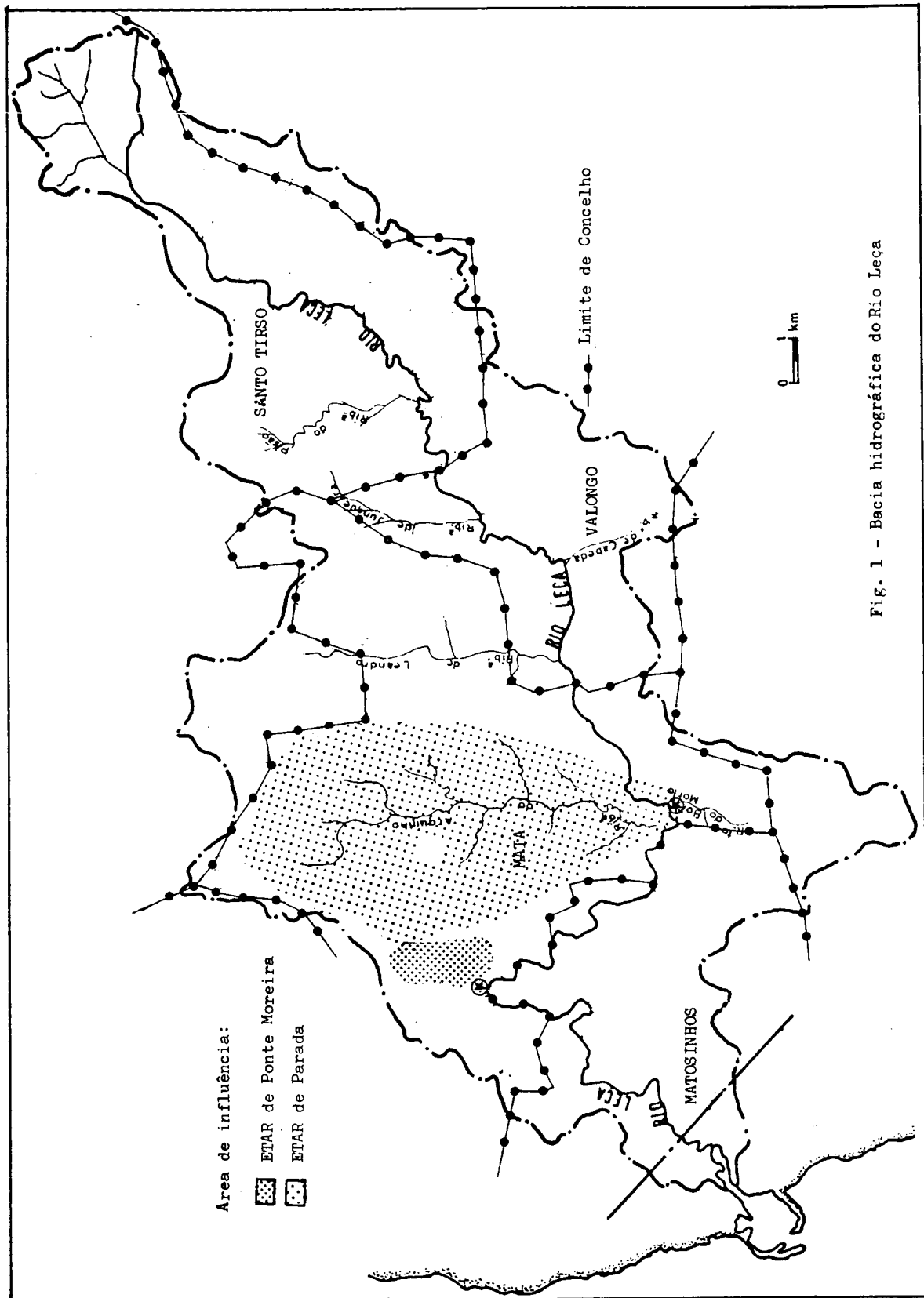
Notas:  
 (1) Distância à foz. (2) ND = Não Detectado  
 (3) CBO = Carbono Químico de Oxigênio, CBO = Carbono Bioquímico de Oxigênio (aos 5 dias).  
 SS = Sólidos em Suspensão, NH3-N = Azoto Amoniaco  
 (4) Total de cada elemento

QUADRO 3. QUALIDADE DA AGUA DO RIO LEÇA EM 1988\*

Ponto de Amostragem	Temp. (°C)	pH	SS (mg/l)	OD (mg/l)	CGO (mg/l)	CBO (mg/l)	NTK (mg/l)	Cl (mg/l)
0	-	6,5	-	2,2	8,4	1,5	2,5	62,5
1	18,3	7,3	80,5	1,0	235	140	14,8	73,4
2	20,0	6,8	67,4	1,6	168	55	21,3	84,4
3	13,0	7,1	138	ND	227	152	16,2	184
4	-	7,1	101	ND	479	138	30,8	250
5	-	7,2	65,8	ND	395	183	33,6	267

Nota: \* - Média de 5 amostras recolhidas entre as 9:00 e as 13:00 em 16.09.1988

Locais de amostragem:  
 0 - Travagem (troço a montante da resineira SOCER)  
 1 - Ermesinde (troço a jusante da descarga da SOCRR)  
 2 - Parada (troço a jusante da ETAR de Parada)  
 3 - Ponte da Pedra  
 4 - Ponte de Moreira  
 5 - Silo de cereais, Leça



tantes equivalentes. Uma e outra das estações prevêem o tratamento secundário por lamas activadas, para produção de efluentes com CBO < 40 mg/l e SS < 40 mg/l.

Como consequência da adesão de Portugal à CEE em 1986, todas as massas de água superficiais do território nacional devem obedecer aos critérios estabelecidos pelas directivas comunitárias num prazo de sete anos. Nessa conformidade, a entidade responsável pelo controle da poluição a nível regional decidiu desenvolver um esquema para redução da poluição na bacia do Rio Leça. Em 1987 foi assim celebrado contrato com um gabinete de consultores - o HIDURBE - para estudo de soluções alternativas de controle da poluição, tendo o relatório final sido apresentado em 1989.

### 3 - CONTROLE DA POLUIÇÃO NA BACIA DO RIO LEÇA

Não havendo legislação nacional efectiva sobre o controle da poluição hídrica, a qualidade da água do Leça não pode ser substancialmente melhorada enquanto a indústria e os municípios não forem obrigados a tratar os efluentes que produzem e enquanto a entidade responsável pelo controle da poluição não conseguir implementar padrões de descarga de efluentes ou critérios de qualidade da água.

Em Dezembro de 1988 o Ministério do Plano e da Administração do Território tornou público um projecto de Decreto-Lei intitulado "Normas de Qualidade da Água" [2], onde se estabelece que as águas doces superficiais devem atingir uma qualidade mínima (Quadro 4) quando aquela legislação entrar em vigor.

QUADRO 4  
Qualidade mínima de águas doces superficiais \*

Parâmetro	Limite	Parâmetro	Limite
Temperatura	< 30° C e nunca aumentar + 3° C após a descarga	Crómio total	50 µg/l
		Cobre	100 µg/l
		Chumbo	50 µg/l
pH	5-9	Mercúrio	1 µg/l
Cloretos	250 mg/l	Níquel	50 µg/l
Sulfatos	250 mg/l	Zinco	500 µg/l
PCBs	70 µg/l	Oxigénio dissolvido	30% sat.
Arsénio	100 µg/l		
Cádmio	5 µg/l	CBO <sub>5</sub> dias, 20° C	7 mg/l

\* Todos os valores são médias de resultados de análises de um mínimo de 5 amostras, colhidas nos mesmos pontos de amostragem durante o período de um ano.

É evidente que a água do Rio Leça dificilmente satisfará aquelas especificações na época seca, mesmo que todas as águas residuais descarregadas na bacia hidrográfica sejam drenadas e tratadas por processos biológicos. Contudo, podemos reportar-nos ao artigo 40º, número 4, do citado projecto de Decreto-Lei, que estabelece que se todas as descargas respeitarem os padrões especificados para os efluentes, a qualidade da água do Rio Leça pode não ser sujeita aos limites constantes do Quadro 4 na época seca.

#### 4 - SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA A MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO LEÇA

Os pressupostos fundamentais da formulação de hipóteses alternativas para controle da poluição na zona em causa foram os seguintes:

- As águas residuais produzidas nas áreas a montante da ETAR de Parada devem ser drenadas e tratadas localmente;
- As estações de tratamento de esgotos de Parada e Ponte de Moreira, para a depuração da grande maioria das águas residuais do concelho da Maia, serão construídas;
- Para a drenagem, transporte, tratamento e destino final das águas residuais produzidas no concelho da Maia que não são tratadas em nenhuma das estações anteriores, devem ser estudadas hipóteses alternativas;
- As hipóteses alternativas devem contemplar a drenagem, tratamento e destino final das águas residuais produzidas no concelho de Matosinhos dentro da bacia do Leça;
- Considera-se que todas as estações de tratamento de águas residuais a prever deverão produzir efluentes com uma qualidade mínima de 40/40 em termos de CBO/SS.

As alternativas estudadas foram as seguintes:

- . Alternativa 1: Prevê-se um interceptor com 3,5 km, com diâmetros de 400 a 600 mm, que irá conduzir os esgotos de Alfena e Ermesinde para uma estação de tratamento em Travagem, incluindo o sistema uma estação elevatória para bombear 50 l/s a 20 m. A estação de tratamento será pelo processo de lamas activadas, destinando-se a tratar um caudal de 15 000 m<sup>3</sup>/dia e uma carga orgânica de 3 600 kg CBO/dia. As águas residuais produzidas no concelho de Matosinhos dentro da bacia do Leça e numa pequena parte do concelho da Maia serão interceptadas por um colector com 13,5 km, com diâmetros de 300 a 800 mm e conduzidas a uma estação de bombagem, que os elevará para fora da bacia hidrográfica. Estão previstas cinco estações elevatórias para caudais entre 85 e 760 l/s e alturas manométricas de 10 a 60 m. O investimento total é de 610 000 contos.
- . Alternativa 2: A solução para o transporte, tratamento e destino final das águas residuais de Alfena e Ermesinde é igual à da Alternativa 1. As águas residuais duma pequena área do concelho da Maia - Águas Santas - que não será servida pela estação de tratamento de Parada, serão tratadas numa estação por filtros percoladores com uma capacidade de 6 500 m<sup>3</sup>/dia e de 2 000 kg CBO/dia. As águas residuais da área do concelho de Matosinhos serão colectadas por interceptores com um comprimento total de 6 km,

com diâmetros entre 400 e 600 mm e tratadas numa estação de lamas activadas em Leça de Balio, com capacidade de 22 600 m<sup>3</sup>/dia e de 9 600 kg CBO/dia. O investimento total é de 1 064 000 contos.

- . Alternativa 3: A solução é idêntica à da Alternativa 2, mas as estações de tratamento serão exploradas de forma a produzirem efluentes altamente nitrificados durante a época seca para que se reduza a demanda de oxigénio na água do Rio devida à nitrificação. Nesses locais de descarga, a água do Rio pode ser arejada artificialmente em duas zonas críticas para manter uma concentração mínima de OD de cerca de 3 mg/l durante três meses por ano. O investimento total é praticamente o mesmo que o da Alternativa 2.
- . Alternativa 4: Além das estações de tratamento previstas na Alternativa 2, são de considerar dois tanques para regularização de caudal com uma capacidade útil total de 5 Mm<sup>3</sup>, localizados em dois afluentes do Rio Leça. A água limpa, armazenada durante a época das chuvas, será descarregada com um caudal mínimo de 0,6 m<sup>3</sup>/s, de forma a promover uma diluição de cerca de 1/3 às águas residuais tratadas que são descarregadas no Rio. O investimento total, incluindo as três estações de tratamento e os dois tanques, é de 1 464 000 contos.

Na Figura 2 apresentam-se os perfis de OD e CBO nas águas do Leça, quer na actual situação, quer para a situação previsível com cada uma das alternativas.

## 5 - DISCUSSÃO

Uma vez que o Rio Leça está fortemente poluído no troço entre a Maia e Matosinhos, é evidente que qualquer projecto de redução da poluição deverá promover a diminuição das descargas poluentes nesse troço. Para o concelho da Maia estão a ser previstas estações de tratamento de esgotos; no concelho de Matosinhos estão a ser encaradas outras soluções, como interceptores e lançamento no mar.

Tem-se argumentado que a qualidade da água no Rio Leça ainda será insatisfatória, mesmo após tratamento biológico de todas as águas residuais nele descarregadas, porque os efluentes finais das estações de tratamento conterão 40 mg/l CBO e o Rio não tem qualquer capacidade de diluição na época seca. Deste modo, a solução de prever interceptores para desviar do Rio as águas residuais tem merecido o melhor acolhimento.

Além disso, o sistema de interceptores e de descarga no mar, removendo a poluição da bacia do Leça, será instalado de jusante para montante e será mais económico retirar da bacia os esgotos do concelho de Matosinhos. Isto significa que o desvio dos esgotos das áreas de montante como Leça do Balio, será uma das últimas prioridades. Por outro lado, ainda subsistem muitas incertezas nos planos científico e político sobre as condições de descarga final de efluentes de tratamento preliminar nas águas costeiras perto do porto de Leixões e de praias turísticas.

A previsão de estações de tratamento para reduzir a poluição do Rio Leça é uma solução especialmente adequada em relação a áreas críticas, de grande potencial, onde convergem descargas

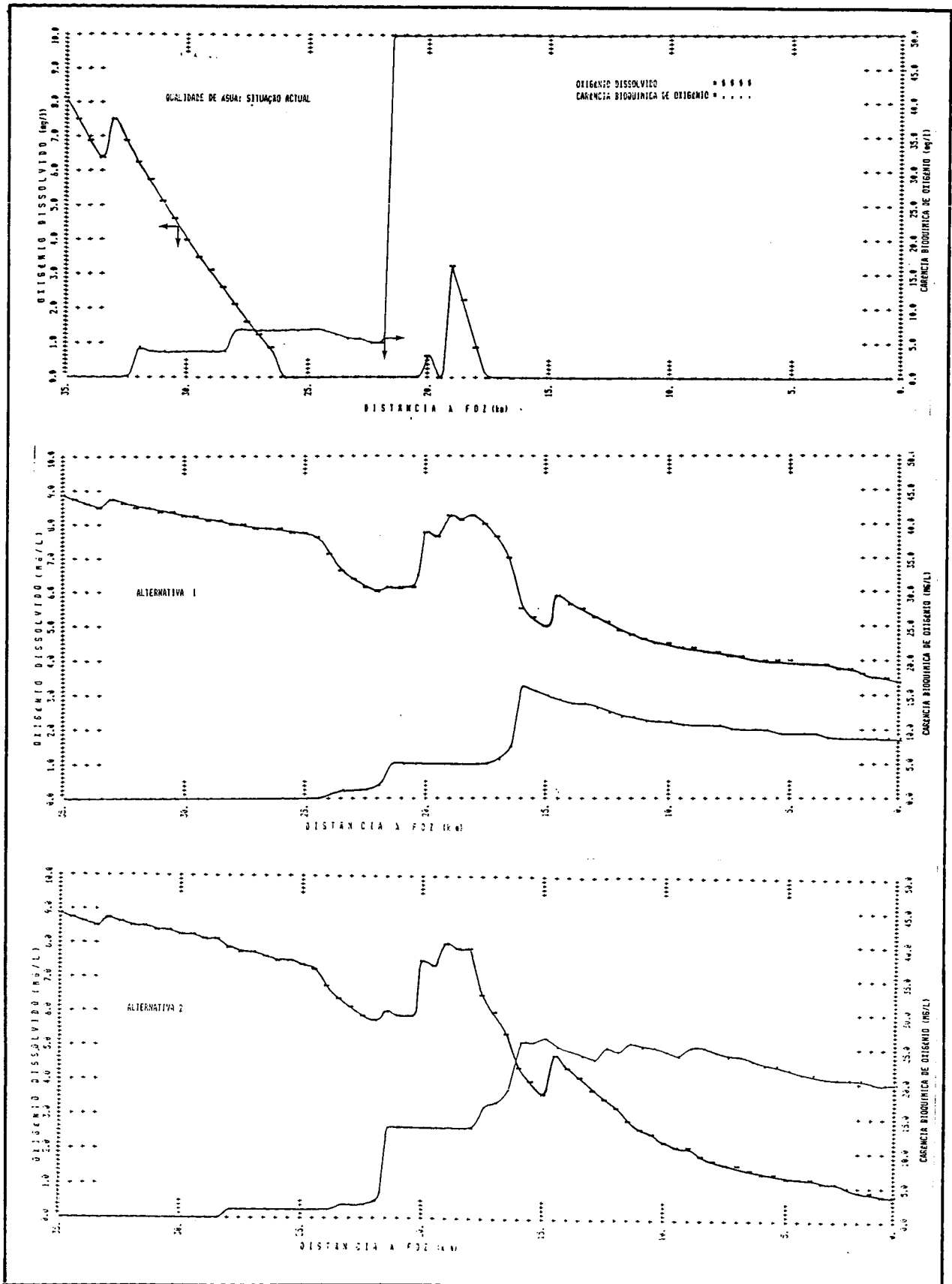


FIGURA 2 - PERFIS DE OD E CBO DAS AGUAS DO RIO LEÇA



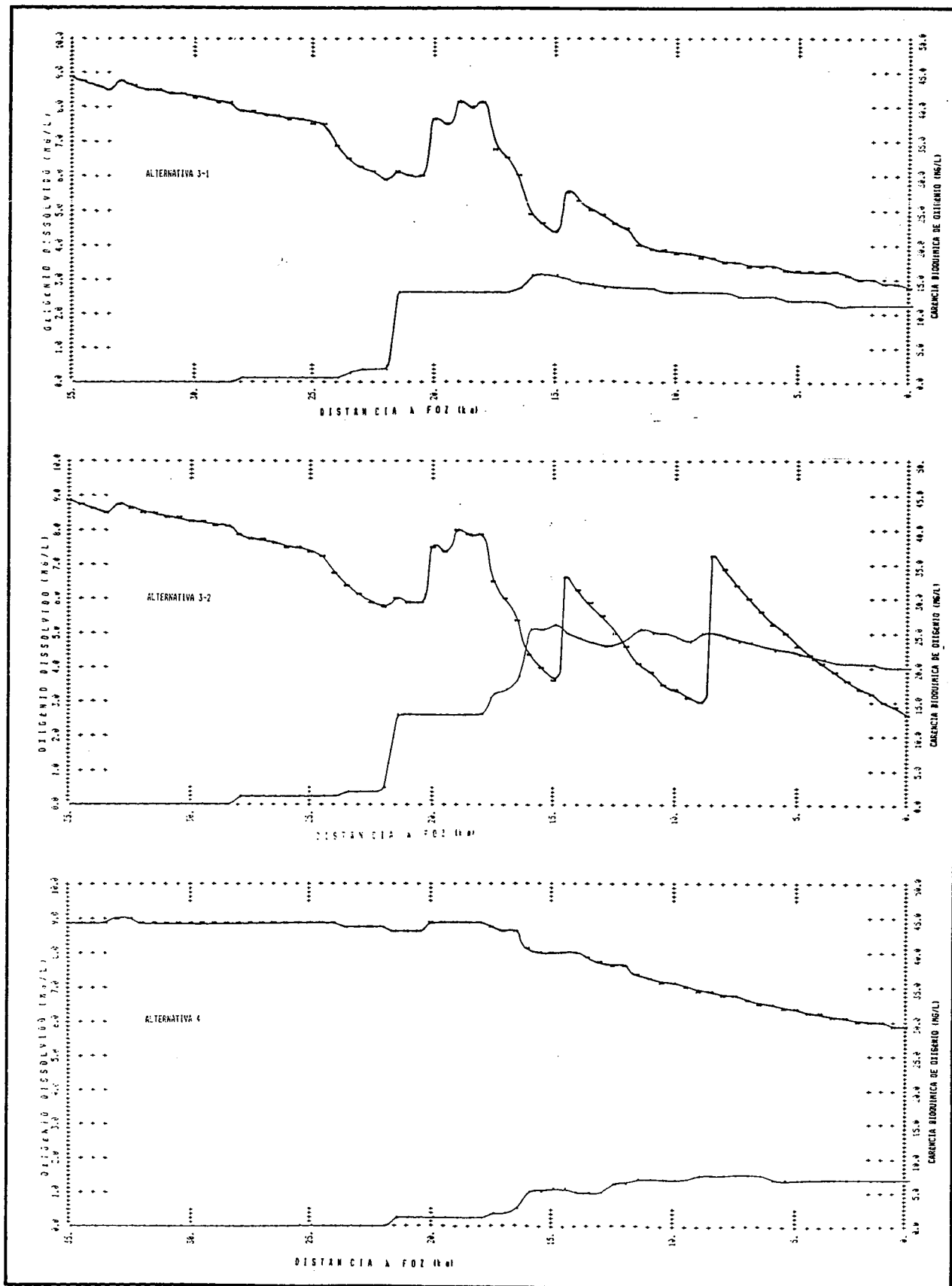


FIGURA 2 (Cont.)

poluidoras. Os efluentes das estações de tratamento manterão ou aumentarão o caudal do Rio, o que pode ser importante para muitas pequenas captações de água subterrânea ao longo do Rio.

A construção e exploração de estações de tratamento é vantajosa nomeadamente em termos de proporcionar condições para o desenvolvimento de várias tecnologias relacionadas com o controle da poluição da água, embora os custos de exploração desta solução sejam muito maiores que os da solução com interceptores e descarga no mar.

A Alternativa 2 surge, assim, conseqüentemente, como a hipótese que reúne melhores condições globais, quer por permitir uma resolução mais eficaz dos problemas nas zonas críticas, quer por garantir maior flexibilidade.

#### - AGRADECIMENTOS

O autor deseja agradecer à Direcção dos Serviços Regionais de Hidráulica do Douro e ao HIDURBE - Consultores de Hidráulica, Lda., pela utilização de informação sobre a qualidade da água do Rio Leça. Todos os comentários expressos nesta comunicação constituem opiniões pessoais do seu autor.

#### - BIBLIOGRAFIA

- [1] Direcção dos Serviços Regionais de Hidráulica do Douro (1979) - "Rio Leça : Controlo da sua Poluição, Elementos para o seu estudo".
- [2] Direcção-Geral de Qualidade de Ambiente (1988) - "Projecto de Decreto-Lei: Normas de Qualidade da Água".
- [3] HIDURBE, LDA. (1981) - "Estudo da Recuperação da Qualidade da Água do Rio Leça".
- [4] HIDURBE, Lda. (1989) - "Controlo de Poluição da Bacia Hidrográfica do Rio Leça: Relatório Final".
- [5] Laboratório de Engenharia Sanitária (1988) - FEUP, Dados não publicados.