



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

7

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

TEMA 2 - SISTEMA DE COLECTA, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS  
CONTROLE DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS (\*)

JOÃO DE QUINHONES LEVY

Engenheiro Civil Sanitarista, Assistente do I.S.T.,  
CESL-Consultores de Engenharia Sanitária, Lda.,  
ECOSERVIÇOS-Gestão de Sistemas Ecológicos, Lda.

PAULA CARRANCA

Aluna do Curso de Engenharia de Sistemas e Decisional,  
CESL-Consultores de Engenharia Sanitária, Lda.

ALBANO MORGADO

Engenheiro Técnico Agrário  
SITEL-Sociedade Instaladora de Tubagens e Equipamentos, Lda.

RESUMO

Apresenta-se um estudo realizado para a Câmara Municipal de Santiago do Cacém com o objectivo de recuperar três das estações de tratamento existentes no Concelho.

A fim de calcular a eficiência do tratamento foram feitas análises físicas e químicas à entrada e saída das estações, donde se concluiu que ela era praticamente nula, pelo que se simulou o funcionamento das estações para determinar o grau de tratamento esperado, em face das dimensões dos seus órgãos.

Como conclusão, verificou-se que a ineficácia do tratamento era devida a duas causas principais: sub-dimensionamento das estações e ausência de quaisquer operações de manutenção e de exploração.

---

(\*) Agradece-se toda a colaboração prestada pela Câmara Municipal de Santiago do Cacém e pelo Gabinete da Área de Sines, sem o qual este estudo não teria sido possível.

## 1 - INTRODUÇÃO

O nível de atendimento das populações em termos de tratamento de águas residuais domésticas é, em Portugal, muito reduzido, na ordem de 10%.

A agravar a situação traduzida por este valor verifica-se ainda que em apenas 20% das estações de tratamento existentes o efluente tratado se pode considerar satisfatório.

Da análise das causas do mau funcionamento das estações concluiu-se que, regra geral, ele era devido ou a um desajustamento entre as cargas reais afluentes e as cargas admitidas no dimensionamento das estações ou à falta de exploração e manutenção adequadas.

De forma a elevar a percentagem da população servida por estações de tratamento de esgotos há pois que aumentar o número de estações e que assegurar o funcionamento correcto das existentes:

No presente artigo resume-se um trabalho realizado para a Câmara Municipal de Santiago do Cacém com o objectivo de recuperar três das estações de tratamento existentes no concelho.

Com vista à generalização deste estudo a outras estações procede-se ao equacionamento da situação, apresenta-se o método de estudo seguido e enumera-se as principais conclusões.

## 2 - EQUACIONAMENTO DA SITUAÇÃO

A C.M.S.C. tem como um dos seus principais objectivos conseguir que todas as águas residuais produzidas no concelho sejam submetidas a tratamento adequado antes de serem lançadas nos meios receptores, geralmente linhas de água. Com esta finalidade tem construído diversas estações de tratamento e procurado melhorar ou recuperar as existentes para assegurar o seu conveniente funcionamento.

Entre estas últimas encontram-se as estações de Alvalade, Cercal e Ermidas, as quais presentemente se apresentam muito deterioradas e a produzir um efluente em más condições.

Com o fim de recuperar estas estações procedeu-se ao seu levantamento detalhado. Como características predominantes, salienta-se que as três utilizam leitos percoladores de baixa carga, sendo as linhas de tratamento constituídas por uma câmara de grades, seguida de um tanque "Imhoff" e de um leito percolador, cujo distribuidor é alimentado por um sifão doseador. As lamas produzidas na câmara de digestão do tanque "Imhoff" são conduzidas por gravidade para leitos de secagem.

A partir dos levantamentos realizados verificou-se ainda que as estações se encontravam sem qualquer assistência, não se tendo por isso podido confirmar se a sua falta de eficiência era devida a sub-dimensionamento ou à total ausência de pessoal de exploração e manutenção.

Para o estudo da recuperação destas estações houve pois que averiguar a qual das causas acima apontadas se devia a falta de eficiência verificada; bem como de terminar se os investimentos necessários à sua recuperação não justificavam o seu abandono e a construção de novas estações.

### 3 - MÉTODO DE ESTUDO SEGUIDO

Esquematiza-se na Figura 1 a metodologia adoptada para a realização deste estudo. As actividades mais relevantes são as seguintes :

- A - Consulta dos projectos das estações
- B - Levantamento das estações
- C - Comparação para os vários órgãos e circuitos, entre as dimensões indicadas no projecto e as obtidas no levantamento.
- D - Caracterização dos caudais e cargas afluentes às estações mediante a realização de medições de caudal e de análises físicas e químicas.
- E - Determinação das condições de funcionamento.

Para as cargas afluentes e em face da geometria dos diferentes órgãos de vem ser determinados os parâmetros característicos de funcionamento.

- F - Redimensionamento das estações com base nos caudais e cargas afluentes determinadas na actividade E.
- G - Comparação para os vários órgãos e circuitos, entre as dimensões das estações e as resultantes do seu redimensionamento.
- H - Definição das obras de recuperação e ampliação que se afigurem necessárias para melhorar a eficiência das estações.
- I - Estabelecimento de um programa de manutenção e exploração.

Esta actividade deverá ser complementada por um curso de formação de pessoal que ficará encarregue da exploração das estações.

### 4 - DETERMINAÇÃO DAS CARGAS AFLUENTES

Após a realização das actividades A a C pode concluir-se que existiam apenas ligeiras diferenças entre as dimensões projectadas e as reais, sendo apenas significativas a nível da câmara do sifão doseador.

No respeitante aos valores das cargas afluentes adoptadas no dimensionamento das estações e mesmo antes de qualquer recolha de dados, sabia-se que os mesmos não eram adequados, visto os projectos das estações terem sido elaborados nos anos 60, época em que se consideravam para os sistemas de abastecimento de água capacidades muito inferiores às actuais. Assim, podia "a priori" pressupor-se já que as estações estavam sub-dimensionadas, não se conhecendo, no entanto, o grau de sub-dimensionamento.

Houve pois que proceder a uma avaliação das cargas afluentes por meio de uma campanha de análises físicas e químicas e através de medições de caudal.

Esta campanha foi realizada em duas fases, na primeira das quais se recolheram amostras semanais, à entrada e saída das estações, durante 5 meses (Nov. 82 - Abril 83), e foram analisados os seguintes parâmetros : sólidos totais, sólidos

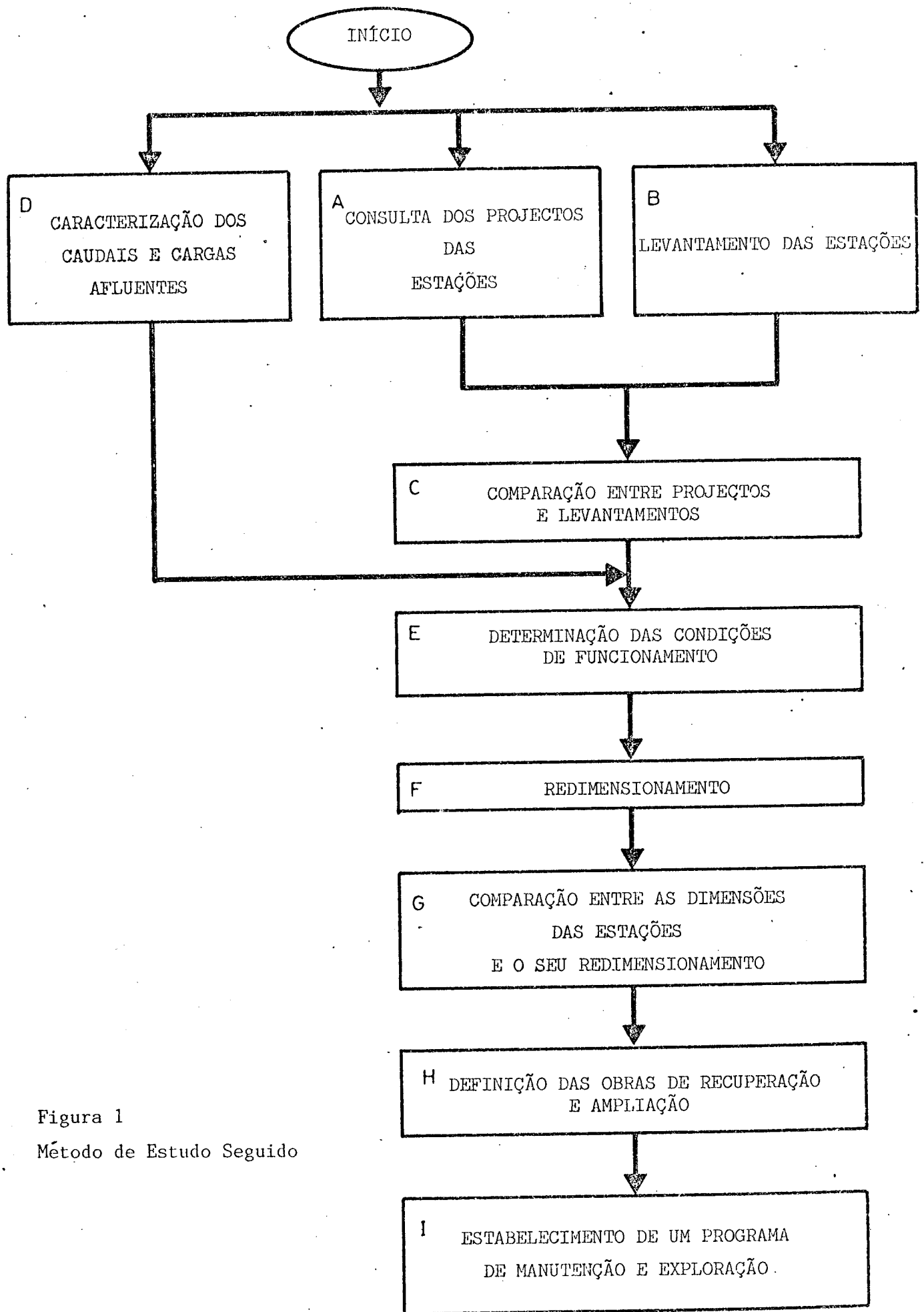


Figura 1  
Método de Estudo Seguido

voláteis totais, Ph, oxigênio dissolvido, DBO<sub>5</sub>, DCO e caudal afluente.

Esta primeira fase permitiu verificar que :

- 1) o rendimento de depuração das estações era praticamente nulo;
- 2) as variações das cargas à entrada eram apreciáveis;
- 3) os parâmetros tomados como base de dimensionamento se afastavam muito da realidade.

Atendendo a que a eficiência das estações era praticamente nula, na segunda fase da campanha apenas se colheram amostras à entrada das estações. Aos parâmetros anteriormente considerados acrescentou-se a determinação da concentração de sólidos suspensos. Esta fase foi realizada durante 4 dias seguidos, no mês de Abril de 1984.

Nos Quadros I e II e nas Figuras 2 a 8 sintetizam-se os resultados obtidos para a estação de Alvalade. Não se apresentam os elementos obtidos para as outras estações para não tornar demasiado extenso o presente artigo.

## 5 - ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DAS ESTAÇÕES

Tomando os valores médios das cargas afluentes e considerando as curvas de eficiência estabelecidas para os decantadores primários por Smith (1), Naito (2) e Tebbutt (3) e, para os leitos percoladores, por Velz (4), Eckenfelder (5) e NRC (6), verificou-se que as estações existentes deveriam produzir um efluente de qualidade muito superior à registada (Quadro III).

Para confirmar esta conclusão procedeu-se ao redimensionamento das estações verificando-se que, com excepção dos leitos de secagem (que têm cerca de 50% da área necessária) todos os outros órgãos das estações dispõem de cerca de 70% da capacidade necessária requerida, pelo que, como se havia verificado através das curvas de eficiência, não é a insuficiência das suas dimensões a principal causa da má qualidade do efluente final.

Restava, assim, analisar a forma como as estações estavam a ser exploradas.

Em colaboração com o pessoal encarregado de pequenos trabalhos nas estações, procedeu-se a uma inspecção total das mesmas e acompanhou-se o pessoal nas operações de exploração.

Estas acções permitiram-nos verificar que o distribuidor dos percoladores se encontrava deteriorado, pelo que não se desenvolvia filme biológico no material de suporte, o que tornava impossível qualquer redução do DBO afluente.

Verificou-se também que o número de descargas de lamas do tanque "Imhoff" era demasiado espaçado, pelo que o volume de lamas na câmara de digestão resultava excessivo, impedindo a decantação do afluente e provocando o entupimento da conduta de extracção de lamas.

Para ultrapassar estes inconvenientes deverá ser aumentado o número de descarga de lamas, o que não é actualmente possível dada a exiguidade da área dos leitos de secagem. Assim, e essencialmente, deverá ser este o órgão das estações a

QUADRO I

Síntese dos Resultados das Análises à Entrada

ESTACAO : ALVALADE

CALCULO FEITO PARA 24 DIAS ( ENTRADA )

|        |                       |                               |             |
|--------|-----------------------|-------------------------------|-------------|
| ST     | ( mg/l )              | Media.....                    | 2818.500    |
|        |                       | Variância.....                | 1177964.000 |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 1085.340    |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .385        |
| SVT    | ( mg/l )              | Media.....                    | 1097.955    |
|        |                       | Variância.....                | 591183.093  |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 768.884     |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .700        |
| IB05   | ( mg/l )              | Media.....                    | 288.333     |
|        |                       | Variância.....                | 15470.588   |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 124.381     |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .431        |
| COI    | ( m <sup>3</sup> /h ) | Media.....                    | 2138.462    |
|        |                       | Variância.....                | 262856.103  |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 512.695     |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .240        |
| PH     |                       | Media.....                    | 7.880       |
|        |                       | Variância.....                | .168        |
|        |                       | Desvio padrao.....            | .410        |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .052        |
| O2     | ( mg/l )              | Media.....                    | .994        |
|        |                       | Variância.....                | 1.980       |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 1.407       |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | 1.416       |
| SS     | ( mg/l )              | Media.....                    | 241.000     |
|        |                       | Variância.....                | 4622.667    |
|        |                       | Desvio padrao.....            | 67.990      |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .282        |
| CAUDAL | ( l/s )               | Media.....                    | 2.700       |
|        |                       | Variância.....                | .280        |
|        |                       | Desvio padrao.....            | .530        |
|        |                       | Coefficiente de variacao..... | .200        |

QUADRO II

Síntese dos Resultados das Análises à Saída

ESTACAO : ALVALADE

CALCULO FEITO PARA 24 DIAS ( SAIDA )

|      |          |                               |             |
|------|----------|-------------------------------|-------------|
| ST   | ( mg/l ) | Media.....                    | 2410.450    |
|      |          | Variância.....                | 1364748.892 |
|      |          | Desvio padrao.....            | 1168.225    |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | .485        |
| SVT  | ( mg/l ) | Media.....                    | 1001.500    |
|      |          | Variância.....                | 806519.324  |
|      |          | Desvio padrao.....            | 898.064     |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | .897        |
| DB05 | ( mg/l ) | Media.....                    | 349.875     |
|      |          | Variância.....                | 193583.583  |
|      |          | Desvio padrao.....            | 439.981     |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | 1.258       |
| COI  | ( m3/h ) | Media.....                    | 1622.500    |
|      |          | Variância.....                | 1002236.571 |
|      |          | Desvio padrao.....            | 1001.118    |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | .617        |
| PH   |          | Media.....                    | 7.647       |
|      |          | Variância.....                | .056        |
|      |          | Desvio padrao.....            | .236        |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | .031        |
| 02   | ( mg/l ) | Media.....                    | 1.293       |
|      |          | Variância.....                | 3.194       |
|      |          | Desvio padrao.....            | 1.787       |
|      |          | Coefficiente de variacao..... | 1.382       |

Fig. 2 - ST (mg/l)

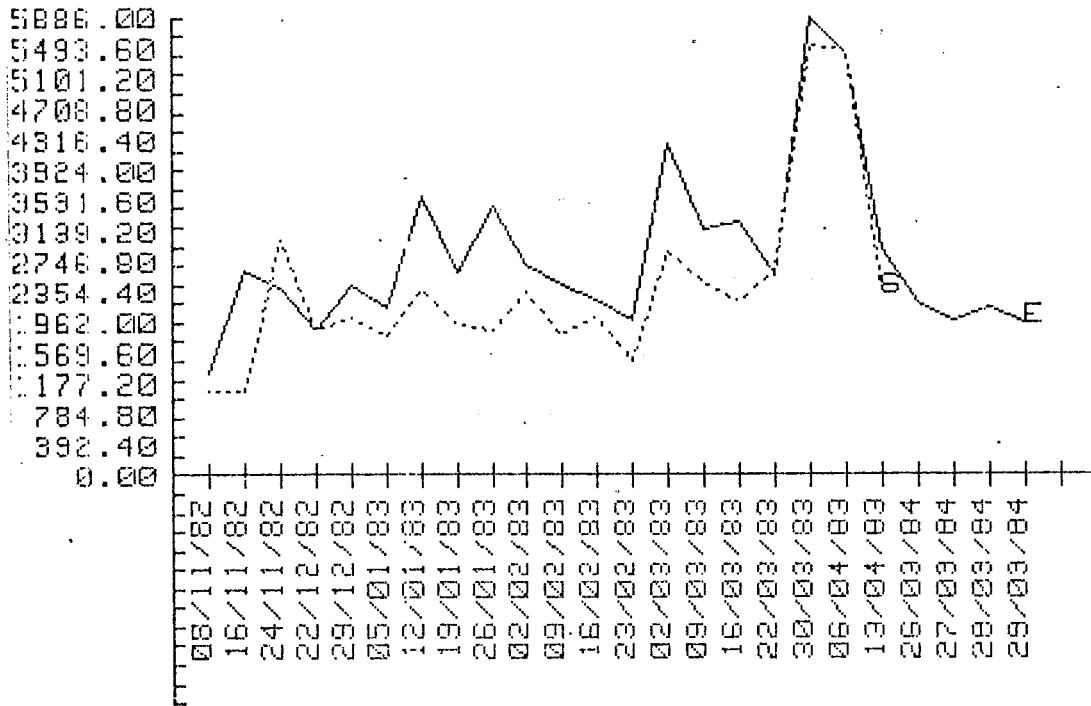


Fig. 3 - SVT (mg/l)

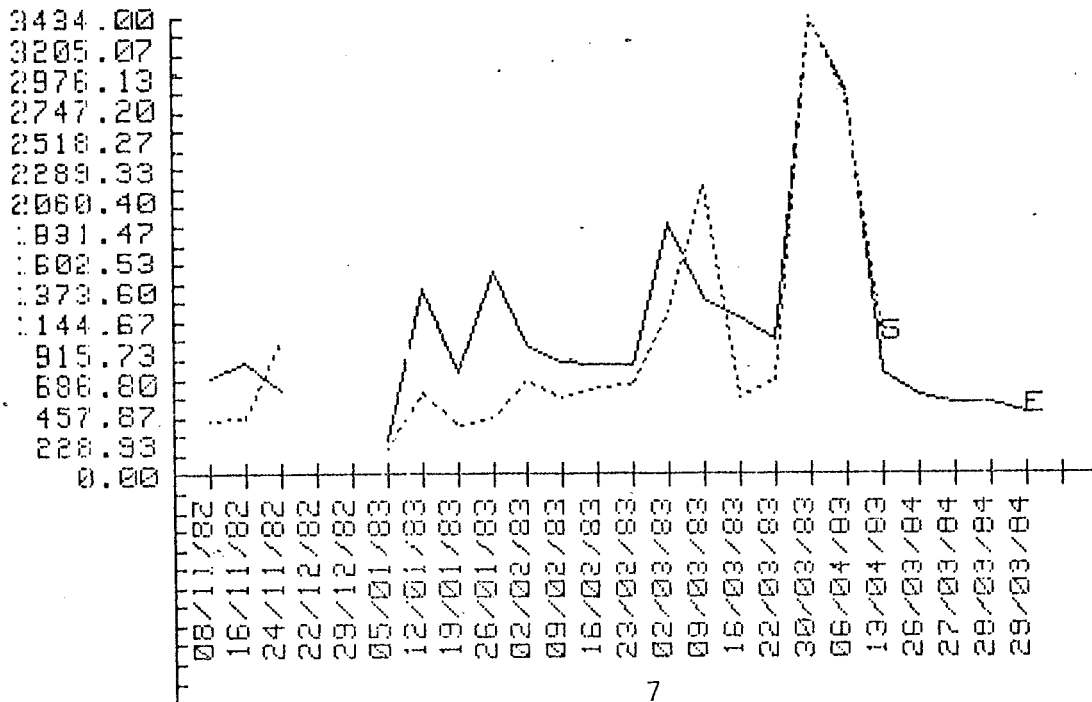




Fig. 4 - DBO5 (mg/l)

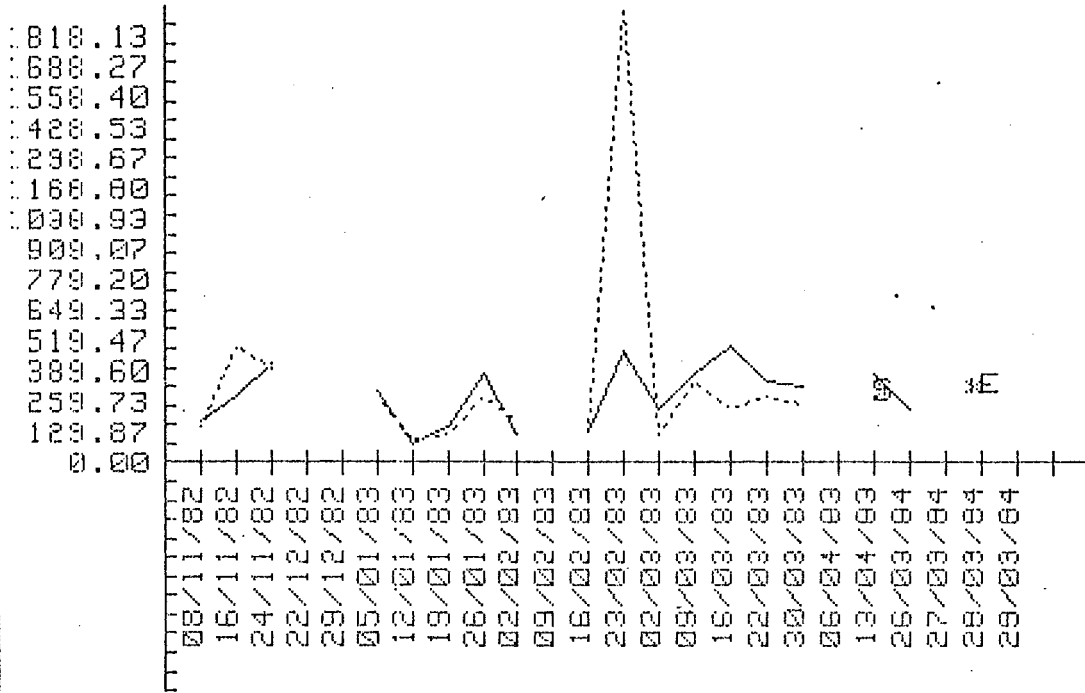


Fig. 5 - COD (mg/l)

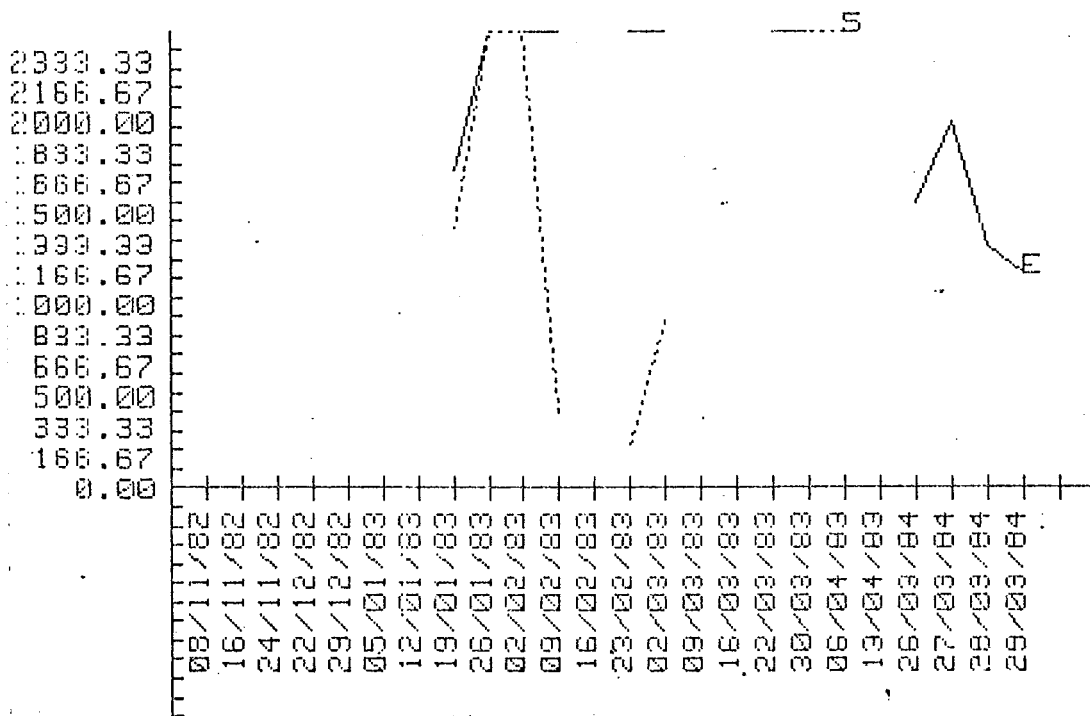


Fig. 6 - PH

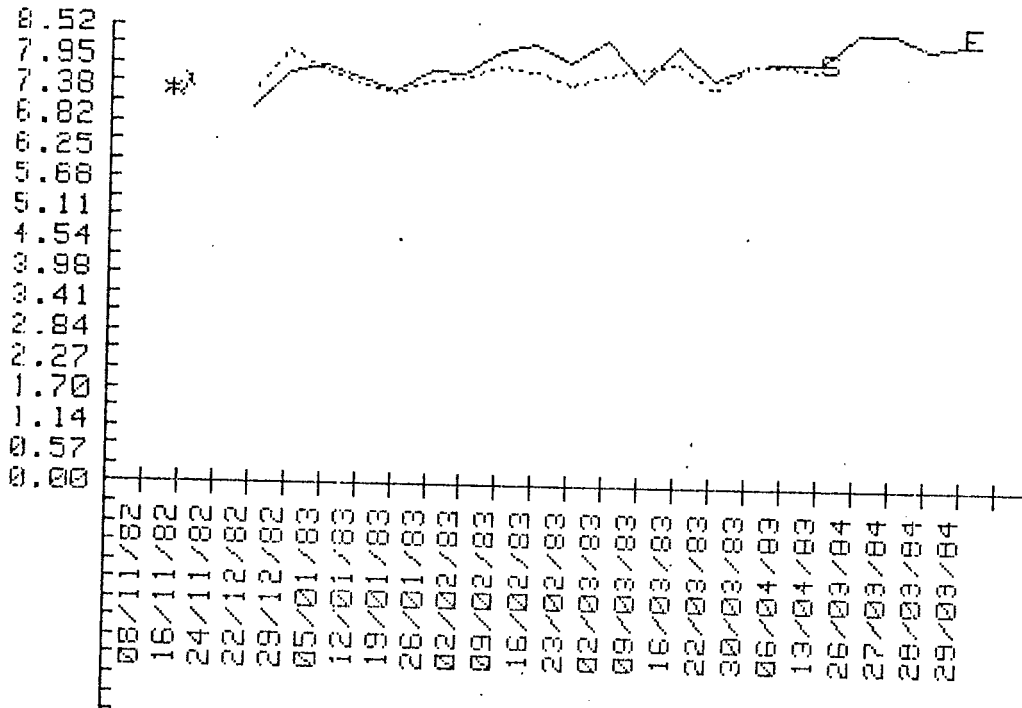


Fig. 7 - O2 (mg/l)

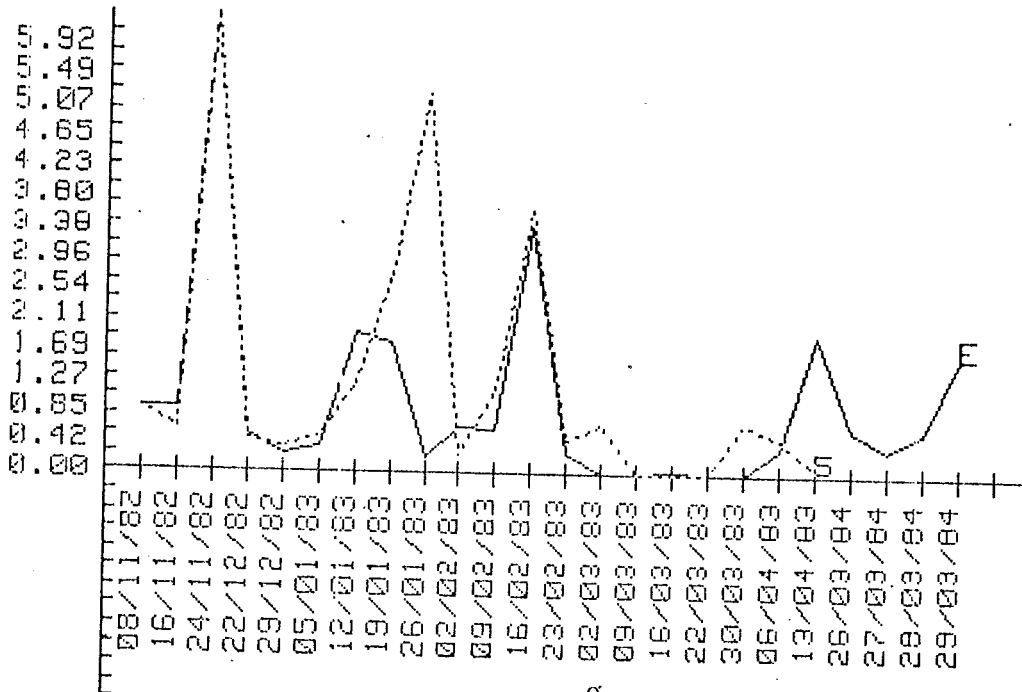
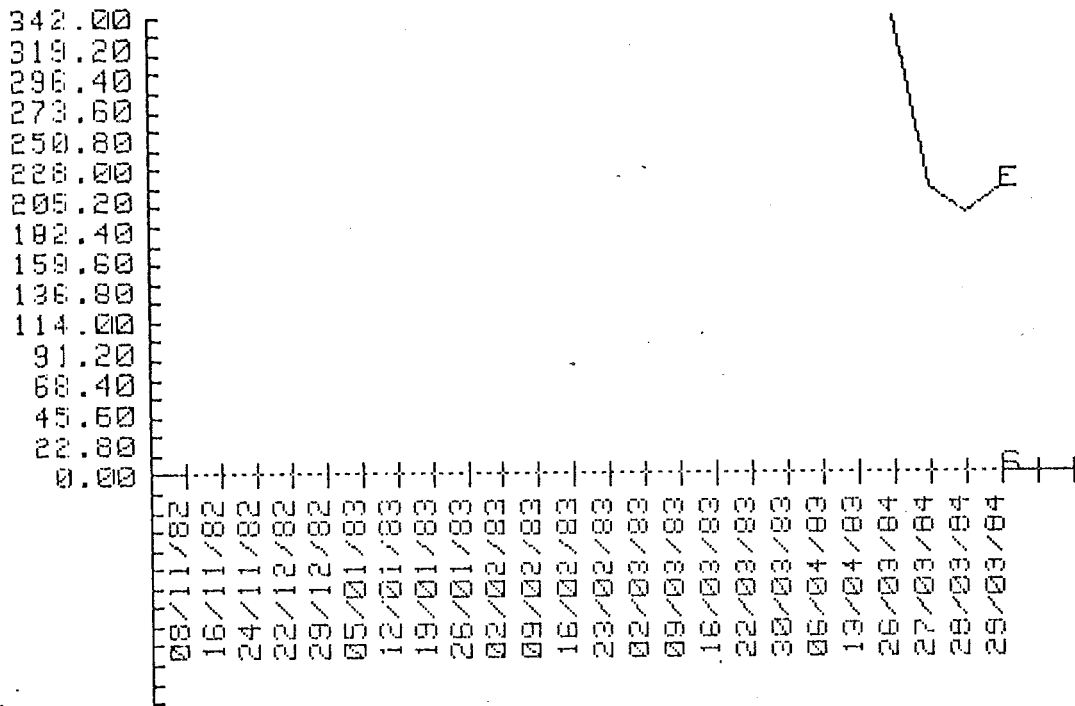


Fig. 8 - SS (mg/l)



### QUADRO III

#### Análise do Funcionamento da Estação de Alvalade

##### DIMENSÕES

Área do decantador primário ( m<sup>2</sup> ) : 7.07  
Volume do decantador primário ( m<sup>3</sup> ) : 7.00  
Volume do digestor ( m<sup>3</sup> ) : 77.00  
Área do leito percolador ( m<sup>2</sup> ) : 133.00  
Volume do leito percolador ( m<sup>3</sup> ) : 226.00  
Altura do leito percolador ( m ) : 1.70  
Área dos leitos de secagem ( m<sup>2</sup> ) : 105.00

##### CARGAS AFLUENTES

CAUDAL ( m<sup>3</sup>/h ) : 10.80  
IBO5 ( mg/l ) : 300.00  
POPULACAO : 2005.00  
MES ( mg/l ) : 250.00

##### PARAMETROS DE DIMENSIONAMENTO

###### DECANTADOR PRIMARIO

CARGA HIDRAULICA(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h): 1.50  
TEMPO DE RETENCAO(h): 1.00

###### DIGESTOR

VOLUME UNITARIO(m<sup>3</sup>/hab):.050

###### PERCOLADOR

CARGA HIDRAULICA(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h): .10  
CARGA VOLUMICA(gDBO5/m<sup>3</sup>.dia): 200.00  
CARGA ORGANICA SUPERFICIAL(gDBO5/m<sup>2</sup>.dia): 500.00

###### LEITOS DE SECAGEM

AREA UNITARIA(m<sup>2</sup>/ hab):.1

##### CONDICOES DE FUNCIONAMENTO

###### DECANTADOR PRIMARIO

CARGA HIDRAULICA ( m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h ) : 1.53  
TEMPO DE RETENCAO ( h ) : .72  
RENDIMENTO EM MES : .56

\*\*\* E NECESSARIO AMPLIAR O DECANTADOR \*\*\*

VOLUME RECOMENDADO(m<sup>3</sup>): 10.80  
AREA RECOMENDADA(m<sup>2</sup>): 7.20

###### DIGESTOR

\*\*\* E NECESSARIO AMPLIAR O DIGESTOR \*\*\*  
VOLUME RECOMENDADO(m<sup>3</sup>): 103.25

###### LEITO PERCOLADOR

CARGA HIDRAULICA ( m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h ) : .08  
CARGA VOLUMICA ( gDBO/m<sup>3</sup>.d ) : 344.07  
CARGA ORGANICA ( gDBO/m<sup>2</sup>.d ) : 584.66  
QUALIDADE DO EFLUENTE FINAL(mg/l) :

FORMULA - NRC : 61.91  
FORMULA - Velz : 113.89

\*\*\* E NECESSARIO AMPLIAR O PERCOLADOR \*\*\*

VOLUME RECOMENDADO(m<sup>3</sup>): 389.00  
AREA RECOMENDADA(m<sup>2</sup>): 108.30

###### LEITOS DE SECAGEM

\*\*\* E NECESSARIO AMPLIAR OS LEITOS DE SECAGEM \*\*\*  
AREA RECOMENDADA(m<sup>2</sup>): 200.50

ser desde já aumentado, com vista a poder adoptar-se uma forma de exploração mais correcta e que melhore a qualidade do efluente.

## 6 - CONCLUSÕES

O estudo realizado permitiu concluir que as estações de Alvalade, Cercal e Ermidas estão sub-dimensionadas, face ao valor das cargas afluentes. No entanto, o sub-dimensionamento, só por si, não explica a má qualidade do efluente final, a qual se deve principalmente à total ausência de pessoal de exploração e manutenção.

No caso específico destas estações, e mais propriamente para a estação de Alvalade, verificou-se ainda que poderá ser conseguida uma melhoria da sua eficiência pela ampliação da área dos leitos de secagem e por um aumento do número de descargas das lamas digeridas.

Com este estudo pretendeu-se dar a conhecer o elevado número de estações de tratamento de águas residuais que se encontram em más condições de funcionamento e demonstrar que a sua recuperação pode ser muitas vezes conseguida à custa de pequenas alterações e da adopção de um programa de exploração adequado.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Smith, R., "Preliminary Design of Wastewater Treatment Systems", JSED, ASCE, 95, 117, 1969.
- (2) Naito, M., Takamatsn, T. and Fan, L.T., "Optimization of the Activated Sludge Process - Optimum Volume Ratio of Aeration and Sedimentation Vessels", Water Res, 3, 433, 1969.
- (3) Tebbutt, T.H.Y. and Christoulas, D.G., "Performance Relationships for Primary Sedimentation", Water Res, 9, 347, 1975.
- (4) Velz, C.J., "Basic Law for Performance of Biological Filters", Sewage Works Journal, 20, 607, 1948.
- (5) Eckenfelder, W.W., "Trickling Filter Design and Performance", JSED, ASCE, 87, 33, 1961.
- (6) "Sewage Treatment at Military Installations", Sewage Works, 18, 5, 1946.