

**II JORNADAS TÉCNICAS DA APRH
ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO
EM ZONAS COSTEIRAS TURÍSTICAS**

**PLANEAMENTO E GESTÃO DE SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS
DOMÉSTICAS EM ZONAS COSTEIRAS**

**SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS -
- CUSTOS DE MANUTENÇÃO E EXPLORAÇÃO**

ARMINDA GIL DETERING, Eng^o. Químico (IST) e Eng^o. Sanitarista (UNL), Chefe de Divisão nos Serviços Municipalizados de Loures, Loures, Portugal

ANA MARIA MATA, Eng^o. Químico (IST), Eng^o. de 2^a. classe nos Serviços Municipalizados de Loures, Loures, Portugal

II JORNADAS TÉCNICAS DA APRH

RESUMO
ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO
EM ZONAS COSTEIRAS TURÍSTICAS

Descreve-se o sistema de tratamento de águas residuais analisado, em termos de caudais afluentes, processo de tratamento e equipamento electromecânico instalado.

Indicam-se as operações de manutenção e controle laboratorial efectuado, apresentando os valores de rendimento da ETAR e características do efluente final lançado no meio receptor.

Analisa-se a evolução dos custos de manutenção e exploração nos últimos dez anos, concluindo com a apresentação de valores unitários para o custo do tratamento : m³ de água residual depurada e habitante servido.

ARMINDA GIL DETERING, Eng^o. Químico (IST) e Eng^o. Sanitarista (UNL), Chefe de Divisão nos Serviços Municipalizados de Loures, Loures, Portugal

ANA MARIA MATA, Eng^o. Químico (IST), Eng^o. de 2^a. classe nos Serviços Municipalizados de Loures, Loures, Portugal

II JORNADAS TÉCNICAS DA APRH

RESUMO
ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO
EM ZONAS COSTEIRAS TURÍSTICAS

Descreve-se o sistema de tratamento de águas residuais analisado, em termos de caudais afluentes, processo de tratamento e equipamento electromecânico instalado.

Indicam-se as operações de manutenção e controle laboratorial efectuado, apresentando os valores de rendimento da ETAR e características do efluente final lançado no meio receptor.

Analisa-se a evolução dos custos de manutenção e exploração nos últimos dez anos, concluindo com a apresentação de valores unitários para o custo do tratamento : m³ de água residual depurada e habitante servido.

ARMINDA GIL DETERING, Eng^o. Químico (IST) e Eng^o. Sanitarista (UNL), Chefe de Divisão nos Serviços Municipalizados de Loures, Loures, Portugal

1-SISTEMA DE TRATAMENTO: CAUDAIS AFLUENTES, POPULAÇÃO SERVIDA

O sistema de tratamento analisado neste trabalho, Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) do Concelho de Loures, localizada na povoação de Frielas, encontra-se em funcionamento desde 1968, tendo sido dimensionado para servir uma população equivalente de 50 000 habitantes correspondente a um caudal médio afluente de 4 000 m³/dia.

Actualmente, com a explosão demográfica que se verificou no Concelho de Loures, e contabilizando os caudais afluentes dos Concelhos limítrofes que drenam graviticamente para o sistema de colectores afluentes à ETAR, nomeadamente Lisboa, Amadora e Sintra, o caudal afluente aumentou substancialmente, correspondendo a cerca de 150 000 habitantes.

Esta situação obriga a que se efectue, logo à entrada do sistema de tratamento, uma separação de caudais, seguindo cerca de 2/3 do caudal afluente pelo colector geral de recurso para o meio receptor.

O caudal efectivamente tratado é de cerca de 6 000 m³/dia, o que corresponde, considerando a capitação média, no Concelho, de 150 l/hab. dia e um coeficiente de afluência de 0,8, a 50 000 habitantes equivalentes servidos.

2-DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO

O processo de tratamento efectuado na ETAR é de lamas activadas com digestão anaeróbia de lamas. Subdividindo o processo nos três estágios convencionais temos:

2.1- Tratamento preliminar
 Dos dois emissários afluentes à ETAR, um deles é servido com uma estação elevatória equipada com quatro bombas de eixo vertical e potências variáveis. As bombas funcionam automaticamente, consoante o caudal afluente pelo colector geral de recurso para o meio receptor. Ambos os emissários estão equipados com grelhas de limpeza manual, colocadas em paralelo com trituradores, e com medição de caudal em canal Parshall, tendo a capitação média, no Concelho, de 150 l/hab. dia e um coeficiente de afluência de 0,8, a 50 000 habitantes equivalentes servidos. A jusante de um descarregador de tempestade está colocado um desarenador circular de entrada tangencial, que funciona com injeção de ar comprimido e extracção de areias por "air-lift".

2-DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO

A potência instalada para estas operações é de 43 Cv.

2.2- Tratamento primário
 Efectuado em dois decantadores circulares, com raspagem mecânica de lamas, equipados com braço de superfície para remoção de sólidos sobrenadantes, espumas e gorduras.

As lamas são extraídas por pressão hidrostática e bombadas para os órgãos de tratamento subsequentes por duas bombas de êmbolo, e potências variáveis. As bombas funcionam automaticamente, consoante o caudal afluente. A potência instalada é de 8 Cv.

A jusante de um descarregador de tempestade está colocado um desarenador circular de entrada tangencial, que funciona com injeção de ar comprimido e extracção de areias por "air-lift".

A potência instalada para estas operações é de 43 Cv.

2.3- Tratamento secundário

2.3.1- Sistema de lama activada

O efluente líquido dos decantadores primários é sujeito a um tratamento biológico por lama activada, em duas bacias de arejamento com introdução de ar comprimido por um sistema de bolha fina.

Cada bacia de arejamento está ligada a dois decantadores secundários, fazendo-se quer a recirculação de lamas, quer a extracção de lamas em excesso, por um sistema de "air-lift". A recirculação é contínua e não pode ser controlada.

A potência instalada para arejamento é de 160 Cv.

2.3.2- Digestão anaeróbia

A estabilização das lamas primárias e secundárias é efectuada em dois digestores, sendo o primeiro aquecido e agitado e o segundo equipado com uma campânula metálica móvel onde é armazenado o biogás produzido no processo de digestão.

O aquecimento das lamas e a agitação no interior do digestor primário são efectuados mediante o aproveitamento do biogás produzido na instalação.

As lamas digeridas são desidratadas em leitos de secagem, retornando as escorrências ao início do processo de tratamento.

A potência instalada para digestão é de 14 Cv.

Para uma melhor visualização do processo de tratamento global, apresenta-se um diagrama de blocos com a sequência das operações unitárias de tratamento. Figura 1.

2.4- Potência total instalada

A potência total instalada para efeitos de tratamento é de 225 Cv. digestores, sendo o primeiro aquecido e agitado e o segundo equipado com uma campânula metálica móvel onde é armazenado o biogás.

3- FUNCIONAMENTO DA ETAR

A ETAR funciona continuamente, sendo assistida actualmente por uma equipa constituída por: um encarregado, um operador principal, quatro operadores de 2ª. classe, um ajudante de pedreiro e um guarda.

Estes operadores integram um regime de turnos de forma a garantir a manutenção das 8.00h às 24.00h, incluindo fins de semana.

4- CONTROLE LABORATORIAL

Para determinação dos parâmetros físicos e químicos de cujo conhecimento dependem as estratégias de manutenção a adoptar diariamente para atingir as eficiências de depuração desejadas, existe um laboratório dentro do recinto da ETAR, devidamente equipado, e onde trabalham um eng. químico e um auxiliar técnico de análises.

A potência total instalada para efeitos de tratamento é de 225 Cv.

3- FUNCIONAMENTO DA ETAR

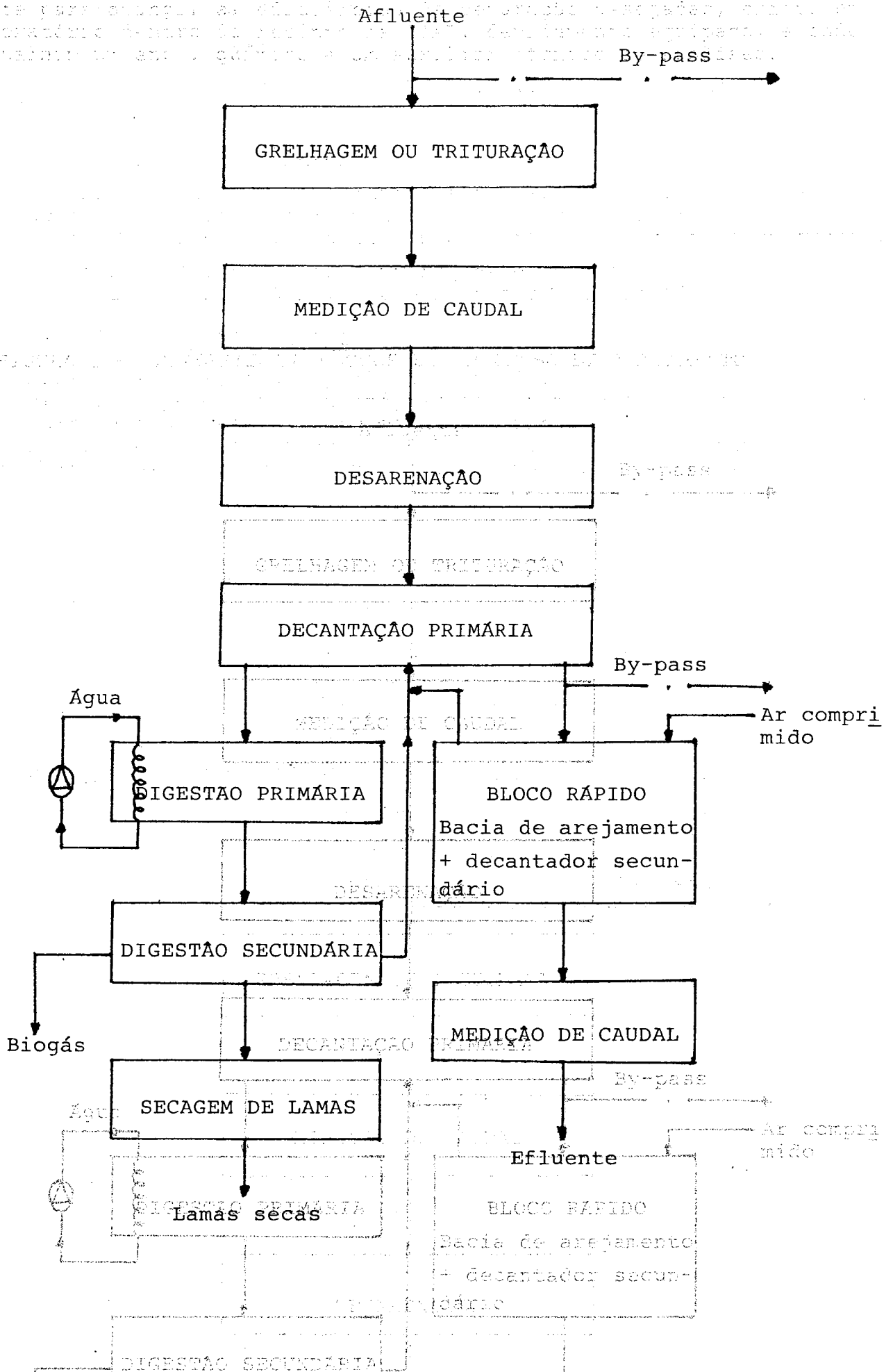
A ETAR funciona continuamente, sendo assistida actualmente por uma equipa constituída por: um encarregado, um operador principal, quatro operadores de 2ª. classe, um ajudante de pedreiro e um guarda.

Estes operadores integram um regime de turnos de forma a garantir a manutenção das 8.00h às 24.00h, incluindo fins de semana.

4- CONTROLE LABORATORIAL

FIGURA 1 - DIAGRAMA DA BLOCOS DO PROCESSO DE TRATAMENTO

Para o tratamento de esgotos sanitários, é necessário que o efluente seja tratado de modo a não causar danos ao meio ambiente. O processo de tratamento é dividido em etapas, sendo a primeira a recepção e admissão do efluente no sistema. A seguir, o efluente passa por uma série de processos de tratamento, sendo o primeiro a grelhagem ou trituração, seguida pela medição de caudal, desarenação, decantação primária, digestão primária, digestão secundária, secagem de lamas e, finalmente, a medição de caudal e a saída do efluente. O processo também inclui a produção de biogás e lamas secas, e a utilização de ar comprimido em algumas etapas.



4.1- Determinações efectuadas

A - Nas bacias de arejamento, em amostras pontuais, com uma periodicidade bissemanal

- sólidos sedimentáveis à 1/2 hora
- sólidos em suspensão (MLSS e MLVSS)
- índice de volume de lamas

B - Nas bacias de arejamento, são realizadas medições de oxigénio dissolvido duas vezes por dia

C - No afluente à ETAR, efluente dos decantadores primários e efluente final, em amostras compostas de dez horas, colhidas semanalmente

- pH
- ciclo do carbono (oxidabilidade, carência bioquímica de oxigénio e carência química de oxigénio)
- ciclo do azoto (azoto amoniacal, nitritos e nitratos)
- ciclo do fósforo (ortofosfatos e fósforo total)
- fracções minerais e orgânicas dos sólidos (totais, filtráveis e não filtráveis) e condutividade.
- sólidos em suspensão (MLSS e MLVSS)

D - No digestor primário e/ou lamas digeridas húmidas, medições de pH com uma periodicidade bissemanal, além de eventuais determinações de percentagem de sólidos e matéria orgânica.

4.2- Resultados obtidos - qualidade do efluente final

As eficiências de remoção atingidas, quer em termos de carga orgânica quer em termos de sólidos suspensos, são extremamente variáveis por ser muito variável também a composição dos caudais afluentes. Existem numerosas indústrias, algumas de dimensões apreciáveis, com efluentes ligados directamente aos emissários afluentes à ETAR, o que se traduz em alterações qualitativas muito bruscas que danificam, por vezes irreversivelmente, os processos biológicos de tratamento. Estas influências negativas têm vindo a ser minimizadas através da imposição de pré-tratamentos aos efluentes industriais, embora se esteja muito longe ainda de uma situação ideal.

Tomando como objectivo de qualidade um efluente com uma concentração de 50 mg de CBO l^{-1} , já que ele será lançado num meio receptor bastante poluído, verificou-se:

- No ano de 1983, em 58% das análises, o efluente apresentou uma concentração inferior ou igual a 50 mg de CBO l^{-1} , com um valor médio de 22 mg de CBO l^{-1} e máximos e mínimos respectivamente de 44 e 5 mg CBO l^{-1} . No ano de 1985, aquela percentagem aumentou para 91% das análises com valores inferiores a 50 mg de CBO l^{-1} , apresentando o efluente um valor médio de 24 mg de CBO l^{-1} e máximos e mínimos respectivamente de 50 e 1 mg de CBO l^{-1} .

As análises efectuadas em termos de carga orgânica, verificou-se também a composição dos caudais afluentes. Existem numerosas indústrias, algumas de dimensões apreciáveis, com efluentes ligados directamente aos emissários afluentes à ETAR, o que se traduz em alterações qualitativas muito bruscas que danificam, por vezes irreversivelmente, os processos biológicos de tratamento. Estas influências negativas têm vindo a ser minimizadas através da imposição de pré-tratamentos aos efluentes industriais, embora se esteja muito longe ainda de uma situação ideal.

Tomando como objectivo de qualidade um efluente com uma concentração de 50 mg de CBO l^{-1} , já que ele será lançado num meio receptor bastante poluído, verificou-se:

com 2 150 mg de CBO l^{-1} (amostra composta de 10h). No ano de 1985 aquela percentagem reduziu-se para apenas 9% das análises, com valores médios de 75 mg de CBO l^{-1} e máximos e mínimos de 90 e 60 mg de CBO l^{-1} .

Em conclusão, conseguiu-se uma boa depuração num período maior de tempo, além de uma maior homogeneidade nos valores obtidos.

Para uma melhor leitura dos resultados junta-se o gráfico referente aos parâmetros medidos durante o corrente ano. Figura 2.

5- EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE EXPLORAÇÃO E MANUTENÇÃO

Apresenta-se na tabela anexa o registo dos custos de manutenção e exploração, nos últimos dez anos, divididos nas rubricas mais representativas: mão de obra, água, energia eléctrica, reparações e materiais.

Refere-se que durante o ano de 1980 se efectuou uma grande reparação geral na ETAR, pelo que os custos de energia eléctrica praticamente se anulam face aos custos das reparações e materiais.

Em 1981, uma fracção dos custos referentes a materiais diz respeito a produtos gastos no arranque do processo de digestão anaeróbia - bicarbonato de sódio para correcção do pH e gás propano para aquecimento das lamas.

No ano de 1983, a ETAR funcionou até 23 de Novembro, dia em que ficou fora de serviço devido às inundações que se abateram sobre o Concelho. Durante o ano de 1984 procedeu-se à recuperação e melhoramento do equipamento instalado, não estando considerados na tabela estes custos por serem investimentos efectuados.

Os valores referentes a 1985 não são homogéneos, pois ainda não existem dados contabilísticos actuais. Assim, a mão de obra é considerada até Julho, a água até Março, a energia eléctrica até Junho e as reparações e materiais até Abril. Neste ano, o tratamento só se começou a efectuar no início de Março, mês a partir do qual os custos de energia eléctrica se elevaram significativamente, grande reparação geral na ETAR, pelo que os custos de energia eléctrica praticamente se anulam face aos custos das reparações e materiais.

6- ANÁLISE E CONCLUSÕES

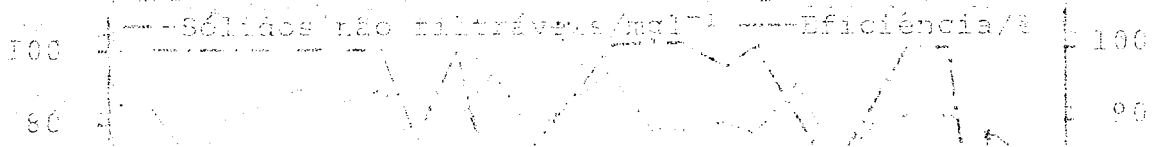
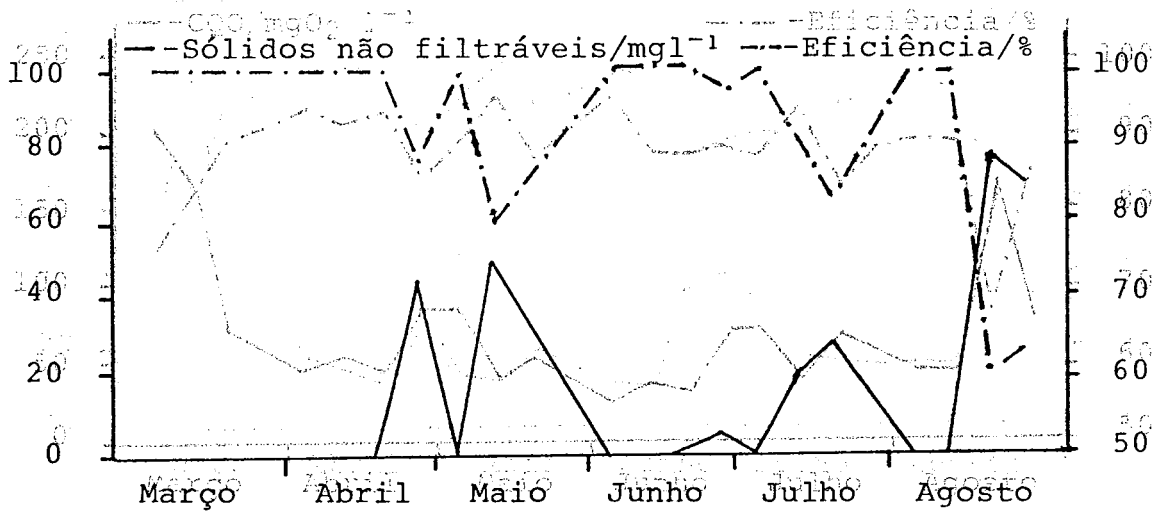
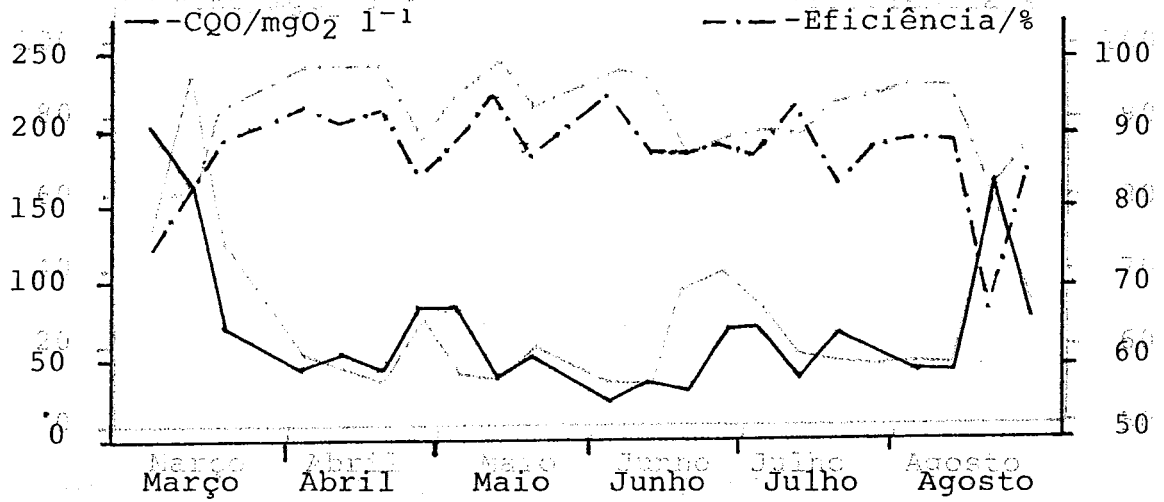
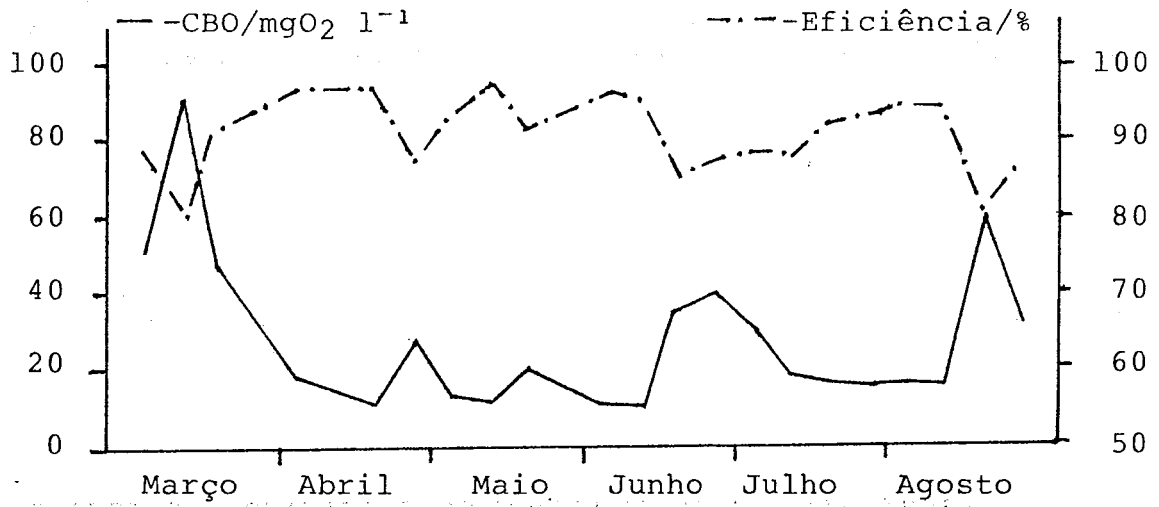
Analisando a tabela 1, onde são apresentados os custos de manutenção e exploração, verifica-se que as parcelas que sistematicamente apresentam um peso superior, são a mão de obra e a energia eléctrica, tendo vindo a diminuir a diferença relativa entre aquelas duas parcelas, devido aos aumentos que o custo unitário da energia tem sofrido. Assim, para o corrente ano, e extrapolando os valores já conhecidos, prevêem-se custos totais de 12488 mil escudos, sendo 44% para mão de obra e 37% para energia eléctrica e considerados na tabela estes custos por serem investimentos efectuados.

Embora os custos relativos à mão de obra estejam um pouco empoados, pois são considerados os salários integrais do chefe de divisão e dos funcionários do laboratório, que em rigor executam outras tarefas além do controle do processo de tratamento, nomeadamente determinações de efluentes industriais, é importante salientar a necessidade de colocar operários, em qualidade e número suficiente, para a realização das operações de manutenção de uma ETAR, sem o que as eficiências de depuração e os objectivos de qualidade pretendidos

6- ANÁLISE E CONCLUSÕES

Analisando a tabela 1, onde são apresentados os custos de manutenção e exploração, verifica-se que as parcelas que sistematicamente apresentam um peso superior, são a mão de obra e a energia eléctrica, tendo vindo a diminuir a diferença relativa entre aquelas duas parcelas, devido aos aumentos que o custo unitário da energia tem

FIGURA 2 - QUALIDADE DO EFLUENTE FINAL (ANO 1985)



se verão gravemente comprometidos.

Quanto ao peso do factor energia eléctrica, ele poderá ser atenuado mediante outros processos de arejamento (na ETAR em análise, 71% da potência total instalada destina-se ao funcionamento dos compressores de ar), nomeadamente por arejadores de superfície e através do aproveitamento energético do biogás, em instalações de tratamento de maiores dimensões.

Em conclusão, apresenta-se a evolução dos custos unitários de tratamento, por m³ de água residual depurada e por habitante - equivalente.

TABELA 2 - EVOLUÇÃO DOS CUSTOS UNITÁRIOS *

Ano Rub.	1975	1976	1977	1978	1979	1981	1982	1983	1985
Custo por m ³ tratado	1\$03	\$97	1\$15	1\$49	1\$68	2\$91	3\$72	4\$21	6\$24
Custo anual por hãb	40\$54	38\$66	45\$94	59\$74	67\$18	116\$36	148\$70	168\$46	249\$76
Custo mensal por hãb	3\$38	3\$22	3\$83	4\$48	5\$60	9\$70	12\$39	14\$04	20\$81

* - Não foram considerados os anos em que se efectuaram as reparações e as recuperações.

Custo por m ³ tratado	1\$03	\$97	1\$15	1\$49	1\$68	2\$91	3\$72	4\$21	6\$24
Custo anual por hãb	40\$54	38\$66	45\$94	59\$74	67\$18	116\$36	148\$70	168\$46	249\$76
Custo mensal por hãb	3\$38	3\$22	3\$83	4\$48	5\$60	9\$70	12\$39	14\$04	20\$81

* - Não foram considerados os anos em que se efectuaram as reparações e as recuperações.

EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO E EXPLORAÇÃO

