

9º CONGRESSO DA ÁGUA

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR ZONAS HÚMIDAS ARTIFICIAIS

(na área servida pela Águas do Zêzere e Côa)

Avaliação de Comportamento Hidráulico e Ambiental

Lígia Amado - IPG

José Saldanha Matos - IST

José Alfeu Sá Marques - FCTUC

Helena Simão - IPG

Francisco Miguel - AdZC



ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

- Introdução
- Inventário
- Operação e Manutenção
- Controlo Analítico
- Conclusões



INTRODUÇÃO

Zonas Húmidas Artificiais (ZHA)

“Leitos de Macrófitas”

“Lagoas de Macrófitas”

“fito-ETAR”

Entrada em funcionamento em Portugal = anos 90

visitas de Keith Seidel no final dos anos 80
e de Kickuth anos depois

INTRODUÇÃO

Acção inicial de divulgação desta tecnologia levada a cabo pela DRACentro, tendo como base a publicação:

“Tratamento de Águas Residuais de Pequenos Aglomerados Urbanos por Lagoas de Macrófitas”

Eng.º Machado Relvão

Implementação de diversos sistemas na Região Centro

INTRODUÇÃO

- Posteriormente, e nomeadamente para se fazer face às metas impostas pelo PEAASAR 2000-2006, teve início uma nova vaga de construção de ZHA.
- Só na área de influência da empresa Águas do Zêzere e Côa (AdZC) foram projectados 89 sistemas.

INTRODUÇÃO

- Dois momentos importantes na “história” da implementação da tecnologia das ZHA no nosso País:



INVENTÁRIO

- 2ª FASE
- ETAR com recurso a ZHA implementadas pela AdZC
- 89 sistemas
- Informação disponibilizada pela AdZC
- Análise de alguns dos projectos elaborados
- Visitas às ETAR

INVENTÁRIO

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ETAR

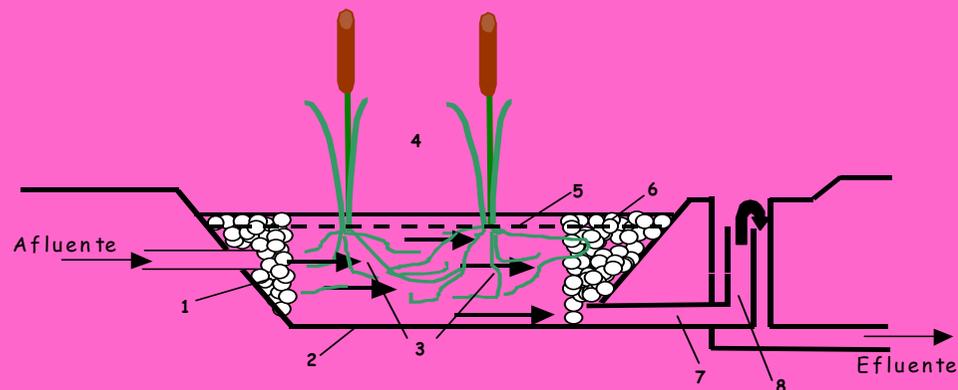
- localização;
- estado de serviço;
- ano de entrada em funcionamento;
- tratamento antecedente à ZHA;
- nível de tratamento;
- meio de enchimento;
- vegetação dos leitos de macrófitas.

INVENTÁRIO

Região Centro Interior:

Concelhos de Almeida, Belmonte, Figueira de Castelo Rodrigo, Fundão, Guarda, Meda, Penamacor, Pinhel e Sabugal.

Todas as ZHA apresentam fluxo subsuperficial horizontal.



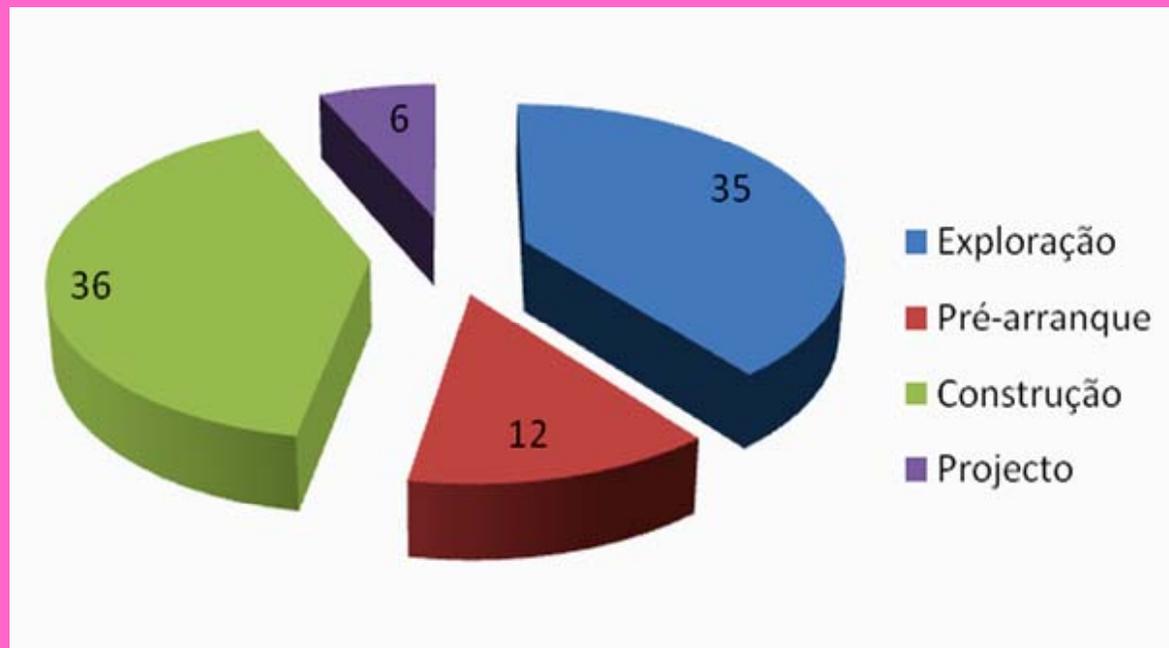
ESTADO DE SERVIÇO DAS ETAR

Cerca de metade dos sistemas já entrou em funcionamento

Os restantes sistemas encontram-se ainda em fase de construção ou projecto

A grande maioria dos sistemas entrou em funcionamento no ano de 2007, identificando-se apenas quatro casos anteriores a essa data

Destaca-se a ETAR de Gonçalo – 1997 , enquadrando-se na 1ª FASE de implementação da tecnologia das ZHA na Região Centro



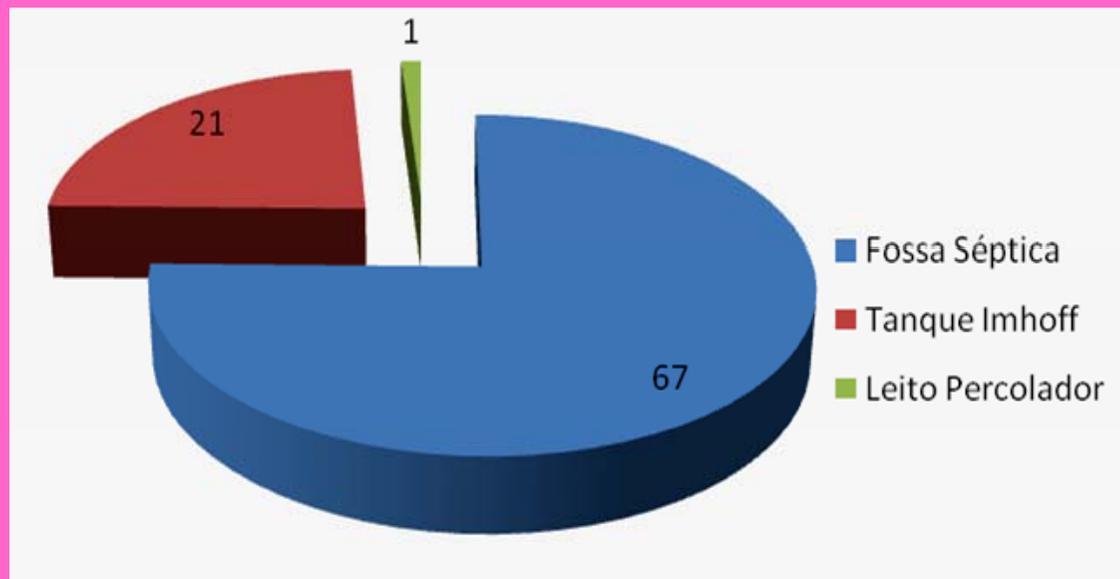
NÍVEL DE TRATAMENTO e TRATAMENTO ANTECEDENTE À ZHA

Tratamento secundário de efluentes domésticos

Apenas uma ZHA funciona como tratamento terciário
(Leitos Percoladores antecedendo a ZHA)

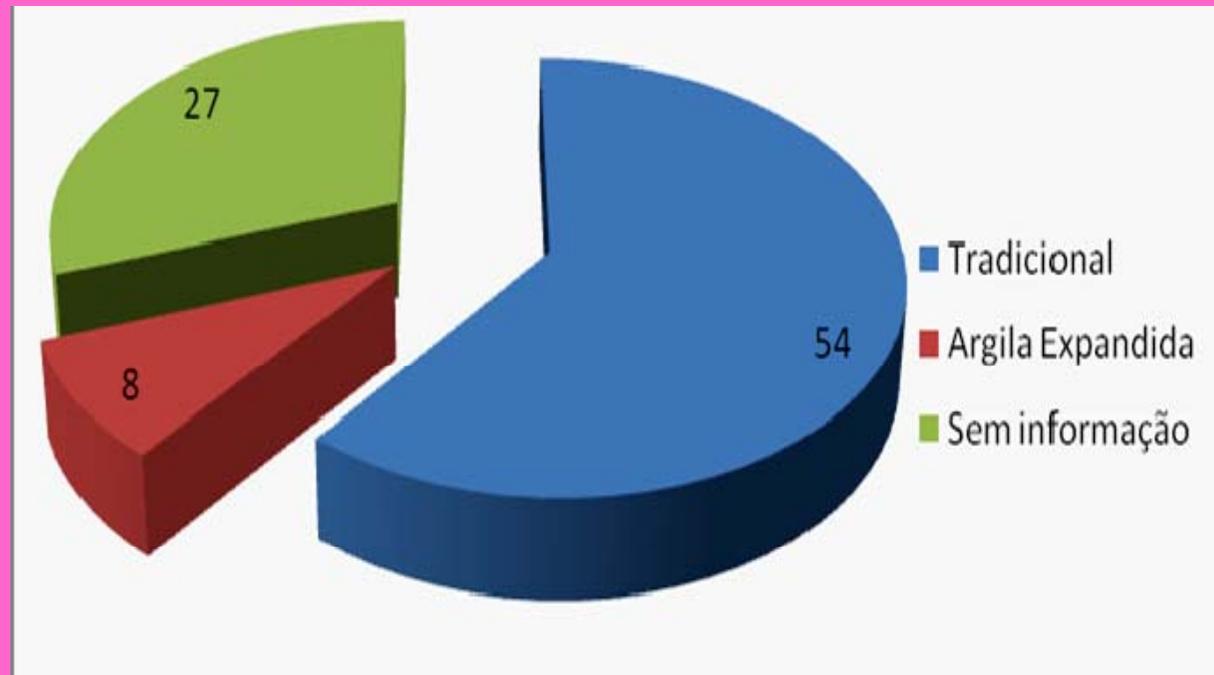
Tratamento primário:

- fossa séptica (nos sistemas de menores dimensões - até 600 e.p.)
- tanque Imhoff (nos sistemas de maiores dimensões)



MEIO DE ENCHIMENTO DOS LEITOS

- areão e gravilha, com uma camada superior de terra arável (meio de enchimento “*tradicional*”)
- argila expandida em 8 sistemas



ESPÉCIES VEGETAIS ADOPTADAS



INVENTÁRIO

QUADRO 2 - PARÂMETROS QUANTITATIVOS

- população de projecto;
- caudal médio diário de projecto;
- área total da ZHA;
- área por equivalente populacional;
- número de leitos;
- número de leitos em funcionamento;
- comprimento dos leitos;
- largura dos leitos;
- relação comprimento:largura.

POPULAÇÃO DE PROJECTO

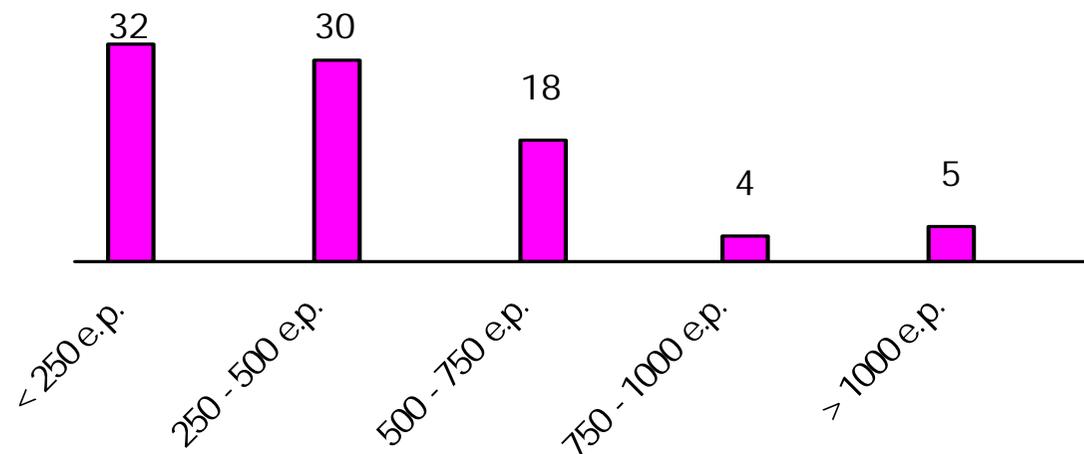
Pequenos aglomerados populacionais do interior do País, região onde se tem verificado um decréscimo populacional

70 % dos sistemas foram dimensionados para equivalente populacional inferior a 500 e.p.

Valor mais baixo = 63 e.p.

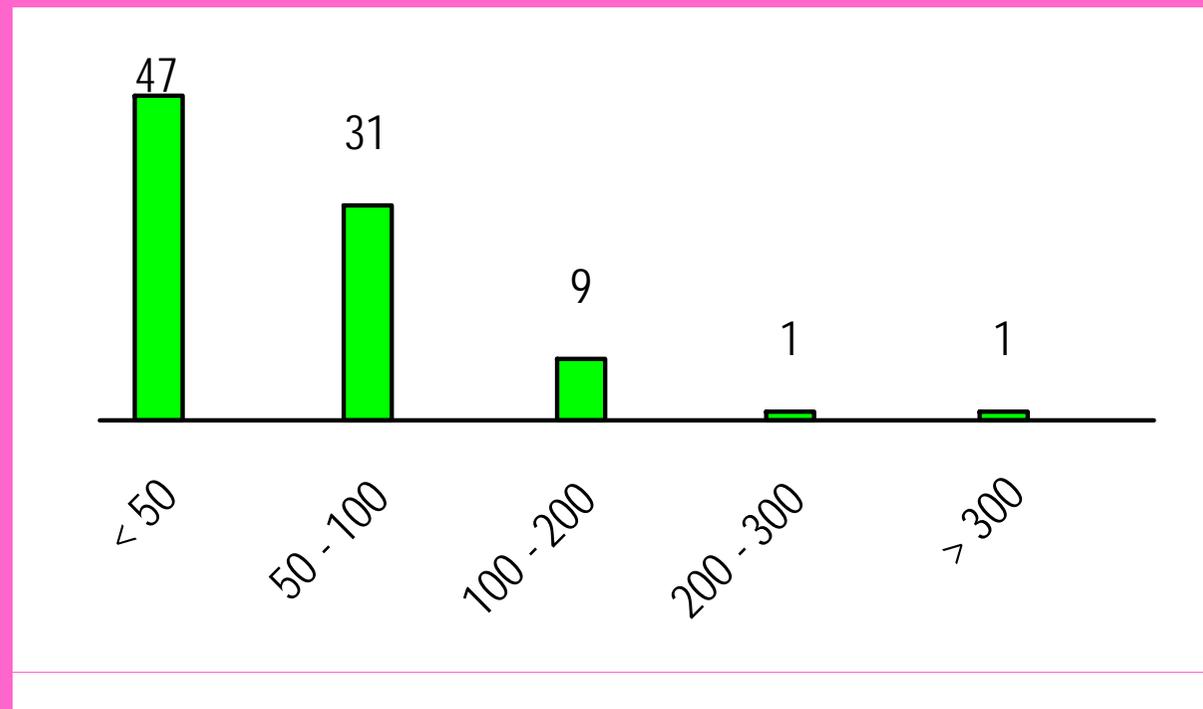
Apenas 5 ETAR foram dimensionadas para equivalente populacional superior a 1000 e.p.

Valor mais elevado = 1765 e.p.



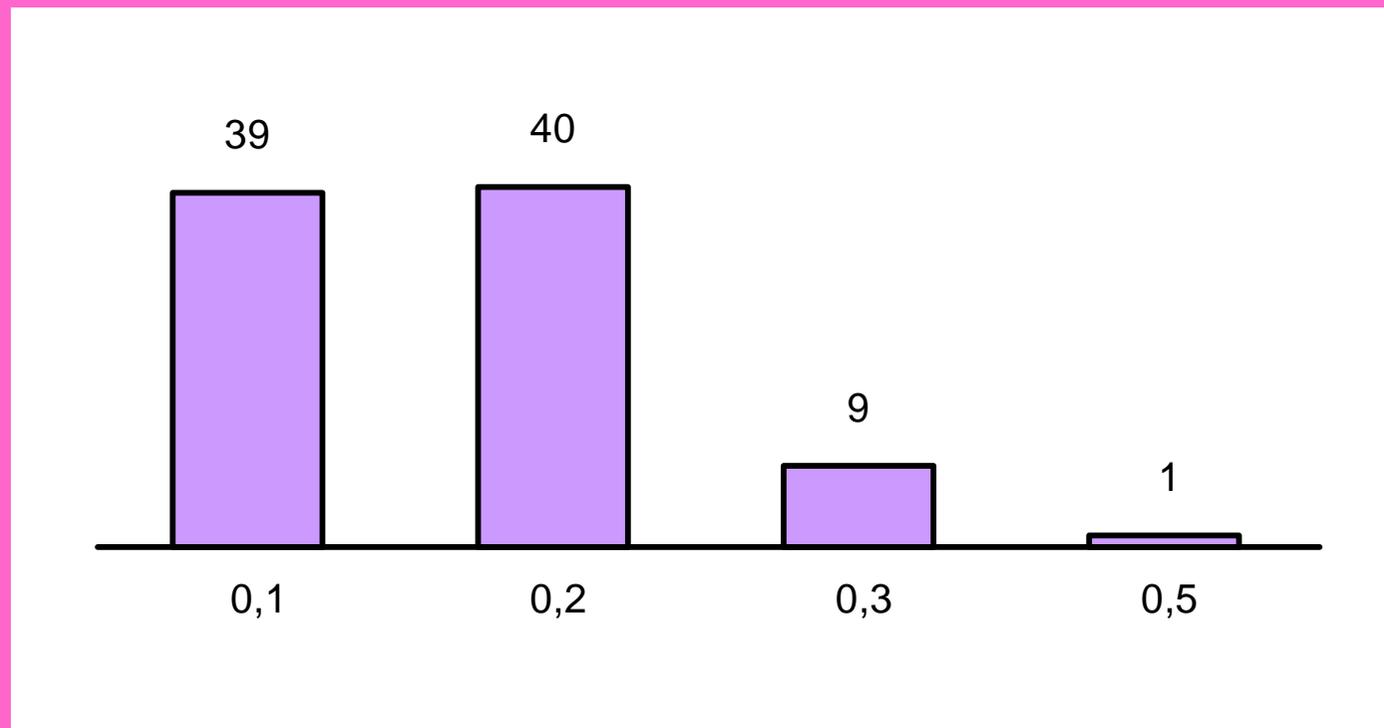
CAUDAL DE DIMENSIONAMENTO

O caudal médio diário de dimensionamento varia entre 11,8 e 330 m³ d⁻¹



CAUDAL MÉDIO DIÁRIO POR EQUIVALENTE POPULACIONAL

Gama de variação dos 0,1 aos 0,5 m³ d⁻¹ e.p.⁻¹



NÚMERO DE LEITOS

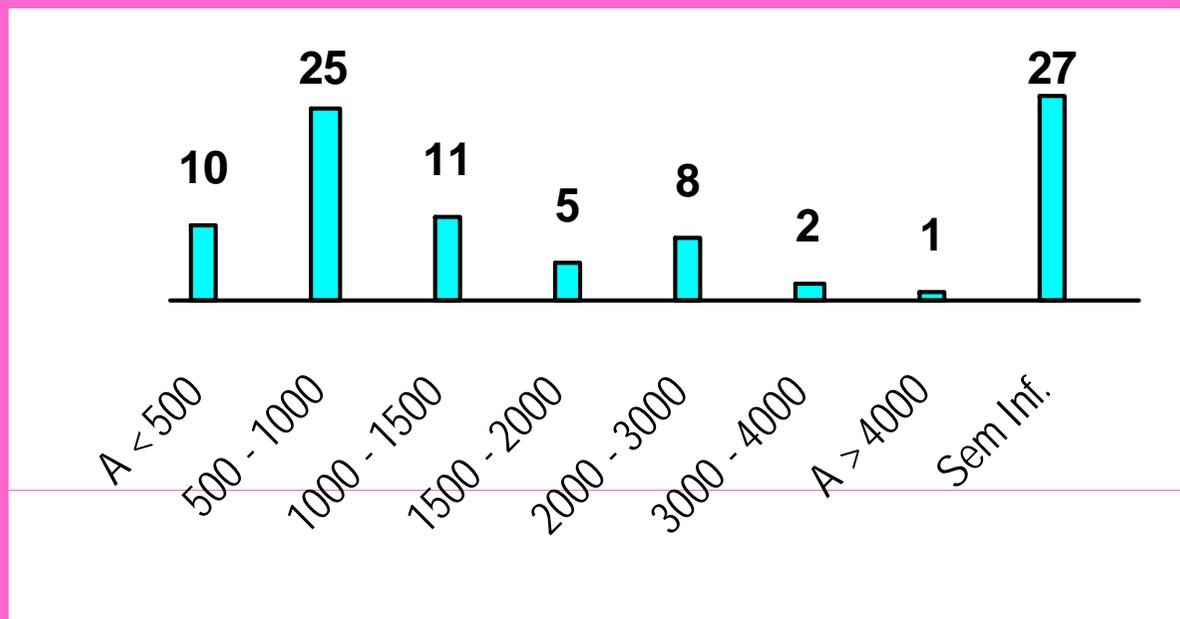
Os sistemas apresentam, regra geral, dois leitos de macrófitas, dispostos em paralelo, com a exceção de dois casos em que apenas existe um leito:

- ETAR de Pousafoles do Bispo (230 e.p.)
- ETAR de Aranhas (377 e.p.)

ÁREA SUPERFICIAL TOTAL DAS ZHA

Menor valor = 317,1 m² (para 215 e.p.)

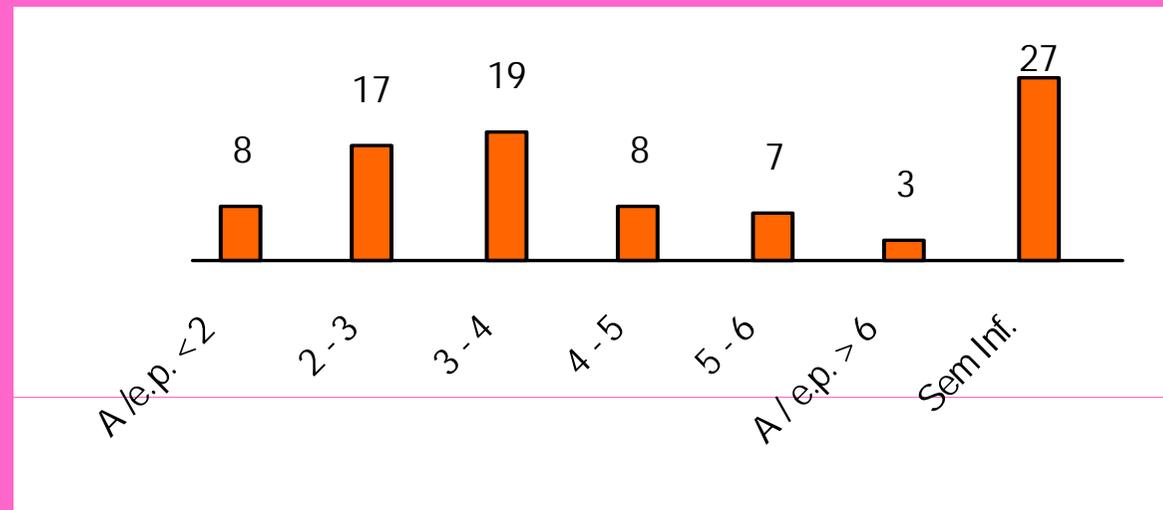
Maiores valores = 4590,7 m² (para 1640 e.p.)
= 3851,7 m² (para 719 e.p.)



ÁREA SUPERFICIAL POR EQUIVALENTE POPULACIONAL

Relações entre 1,2 e 9,1 m² e.p.⁻¹

Os valores mais reduzidos desta relação correspondem, na grande maioria, aos casos em que se utilizou a argila expandida como meio de enchimento

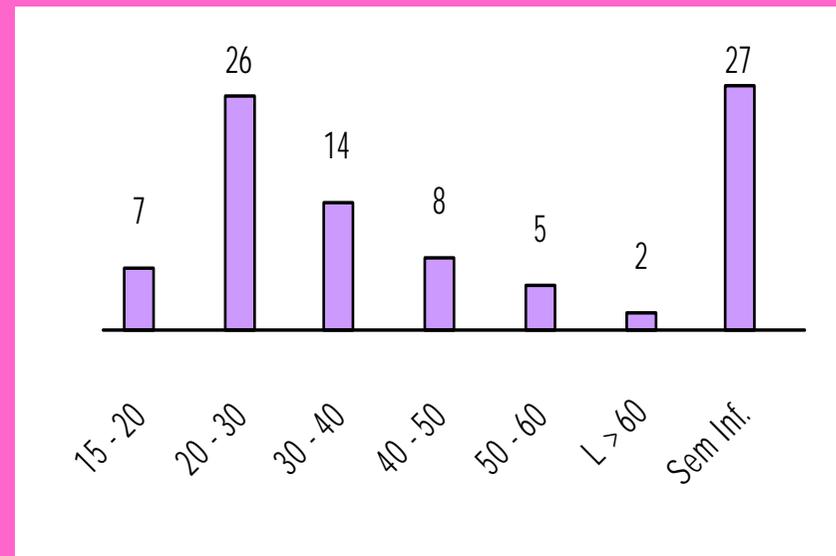


COMPRIMENTO DOS LEITOS

Na grande maioria dos casos analisados o comprimento dos leitos de macrófitas situa-se entre 20 e 40 m

Menor valor: $L = 15,1$ m

Maior valor: $L = 90,2$ m

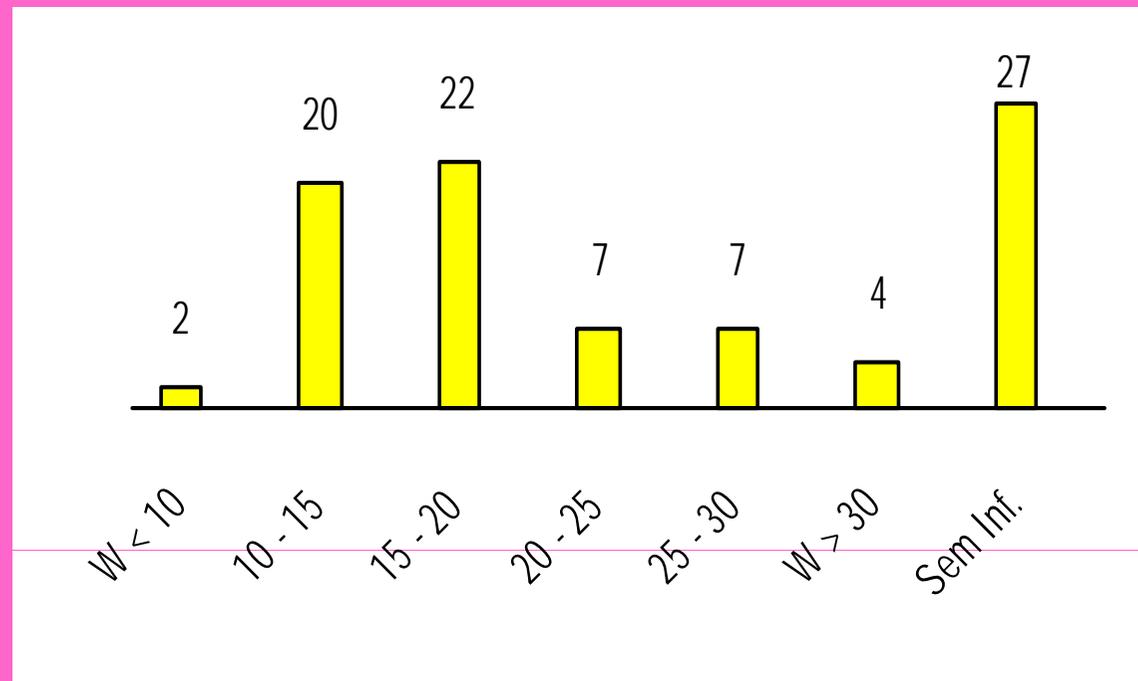


LARGURA UNITÁRIA DOS LEITOS

Na grande maioria dos casos a largura unitária dos leitos de macrófitas situa-se entre 10 e 20 m

Menor valor: $W = 8,6$ m (para $L = 33,2$ m)

Maior valor: $W = 37$ m (para $L = 42,3$ m)



RELAÇÃO COMPRIMENTO:LARGURA

Valores de 1,1 a 4,8



PROFUNDIDADE DOS LEITOS E DECLIVE DO FUNDO

Não foi possível efectuar o levantamento exaustivo dos valores da profundidade dos leitos e do declive do fundo.

No entanto, da análise de alguns projectos de execução, podem referir-se valores:

- declive do fundo desde 1 % a 3,5 %
- profundidades dos leitos de 0,60 e 0,70 m

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

- Visitas tri-semanais
- Proliferação das espécies vegetais
- Controlo das espécies invasivas
- Corte das plantas
- Recirculação do efluente
- Colmatação dos leitos - operações de limpeza (drenos e brita)
- Deficiente funcionamento de alguns órgãos de tratamento primário

CONTROLO ANALÍTICO

ETAR DE GONÇALO
E
ETAR DE ARANHAS

**AZOTO
TOTAL**

CBO₅

SST

**FÓSFORO
TOTAL**

ETAR DE GONÇALO



ETAR DE GONÇALO

- Esta ETAR foi seleccionada como exemplo de um sistema da 1ª FASE de implementação das ZHA na Região Centro e por se dispor de um conjunto alargado de informação.
- concelho da Guarda;
- 1997;
- tratamento primário = fossa séptica;
- meio de enchimento = tradicional;
- espécie vegetal = Phragmites;
- 1160 e.p.;
- área superficial total de 2587,5 m² (2,2 m² e.p.⁻¹);
- dois leitos de macrófitas;
- L = 75 m e 75 m;
- W = 18 m e 16,5 m;
- L:W = 4,2 e 4,5.



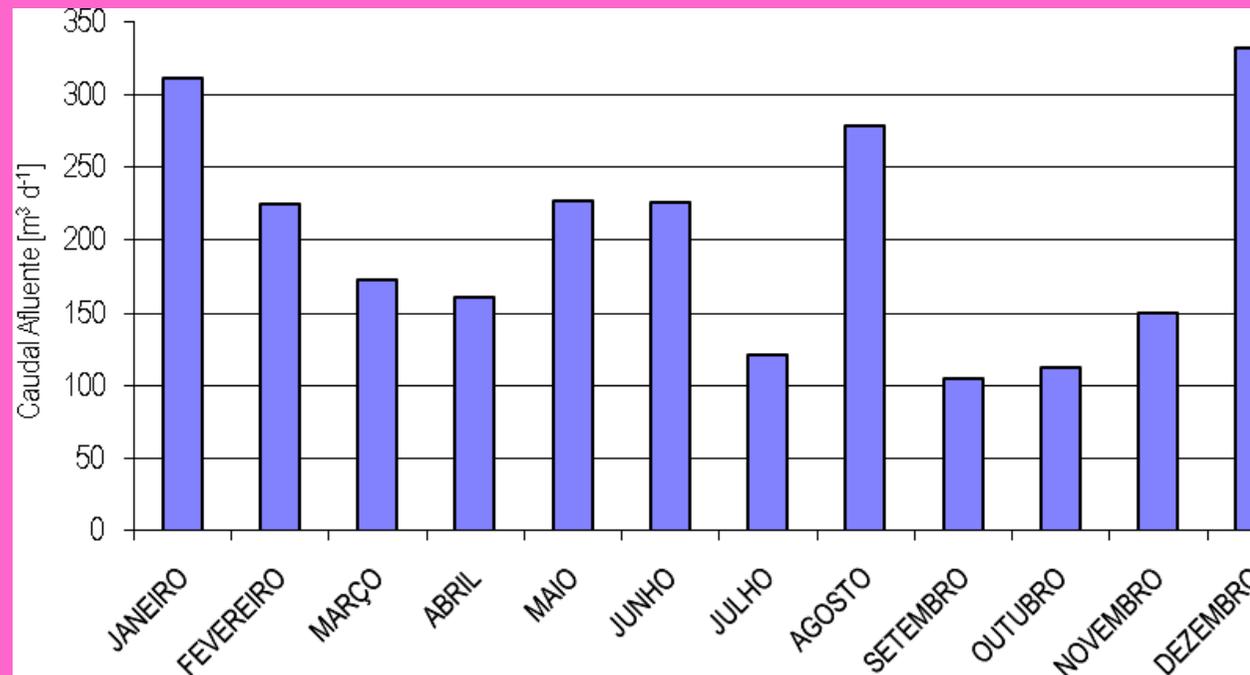
ETAR DE GONÇALO

- Ao longo do período de exploração surgiram problemas de colmatação à entrada dos leitos
- Problemas no tratamento primário
- Proliferação das plantas muito intensa, tendo esta ETAR, nalguns casos, servido de “viveiro” para fornecimento de plantas para outras ETAR

ETAR DE GONÇALO

- Caudais máximos diários afluentes (2007)
- Caudal médio de $195 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (2007)

valores superiores aos caudais
considerados em projecto

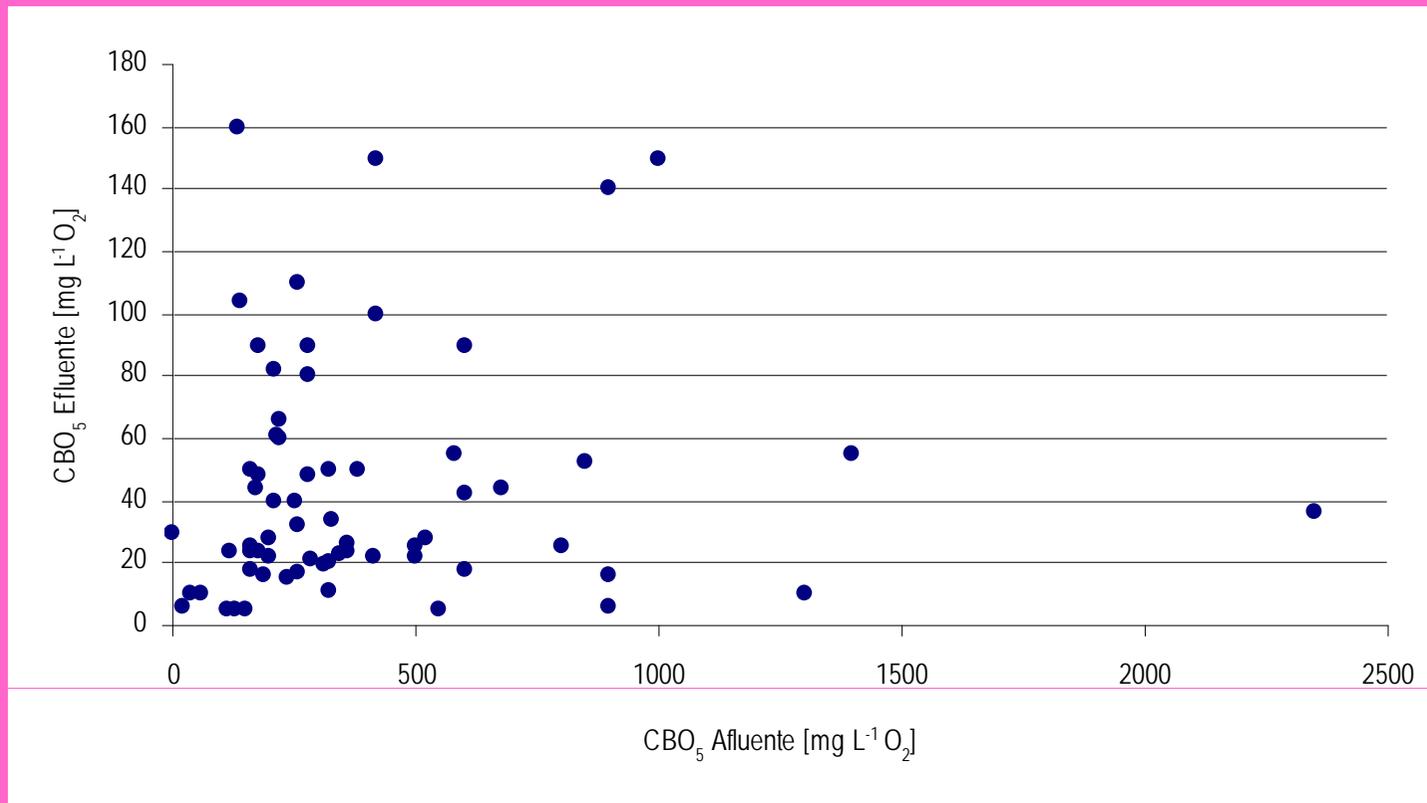


ETAR DE GONÇALO

CONTROLO ANALÍTICO

CBO₅

Janeiro de 2002 a Outubro de 2007

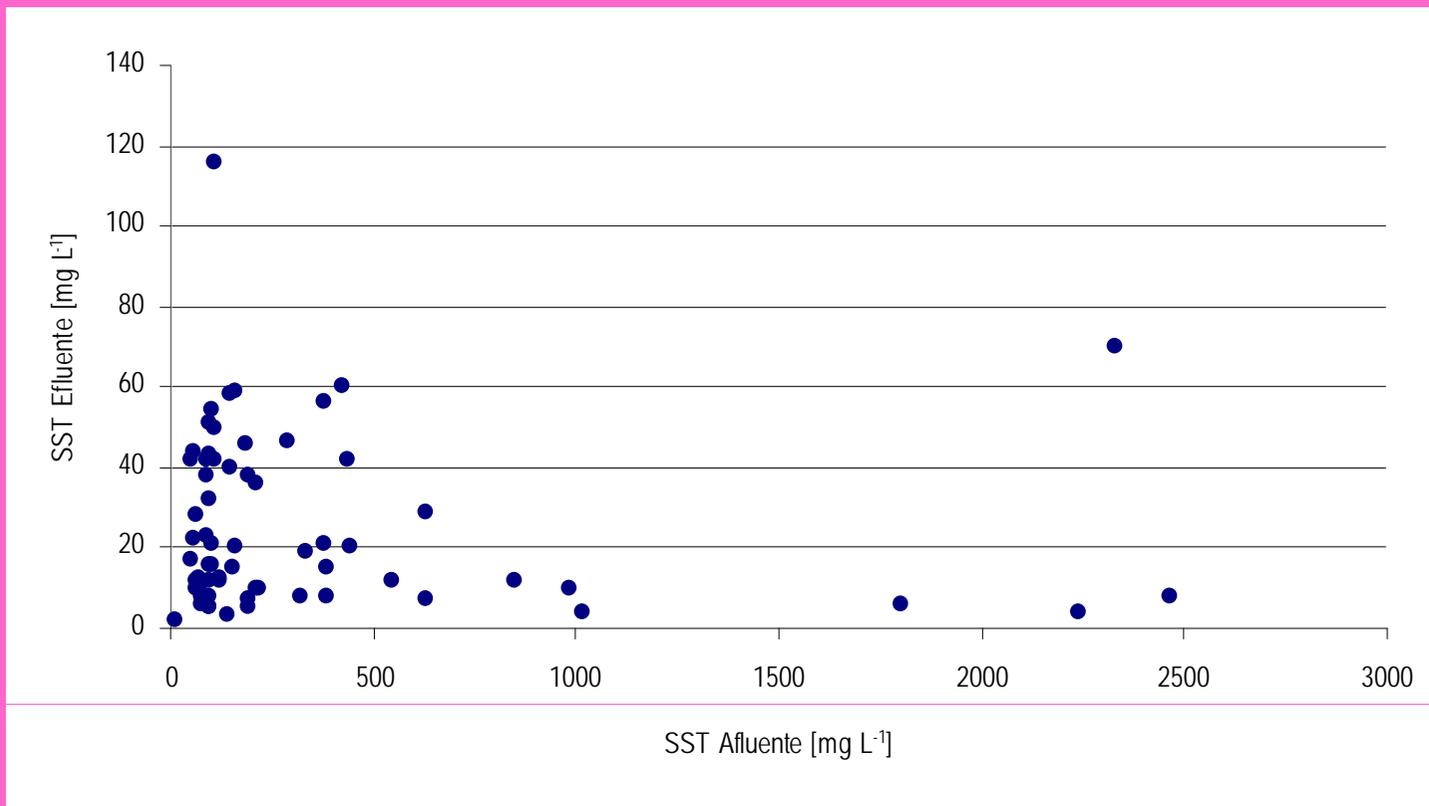


ETAR DE GONÇALO

CONTROLO ANALÍTICO

SST

Janeiro de 2002 a Outubro de 2007

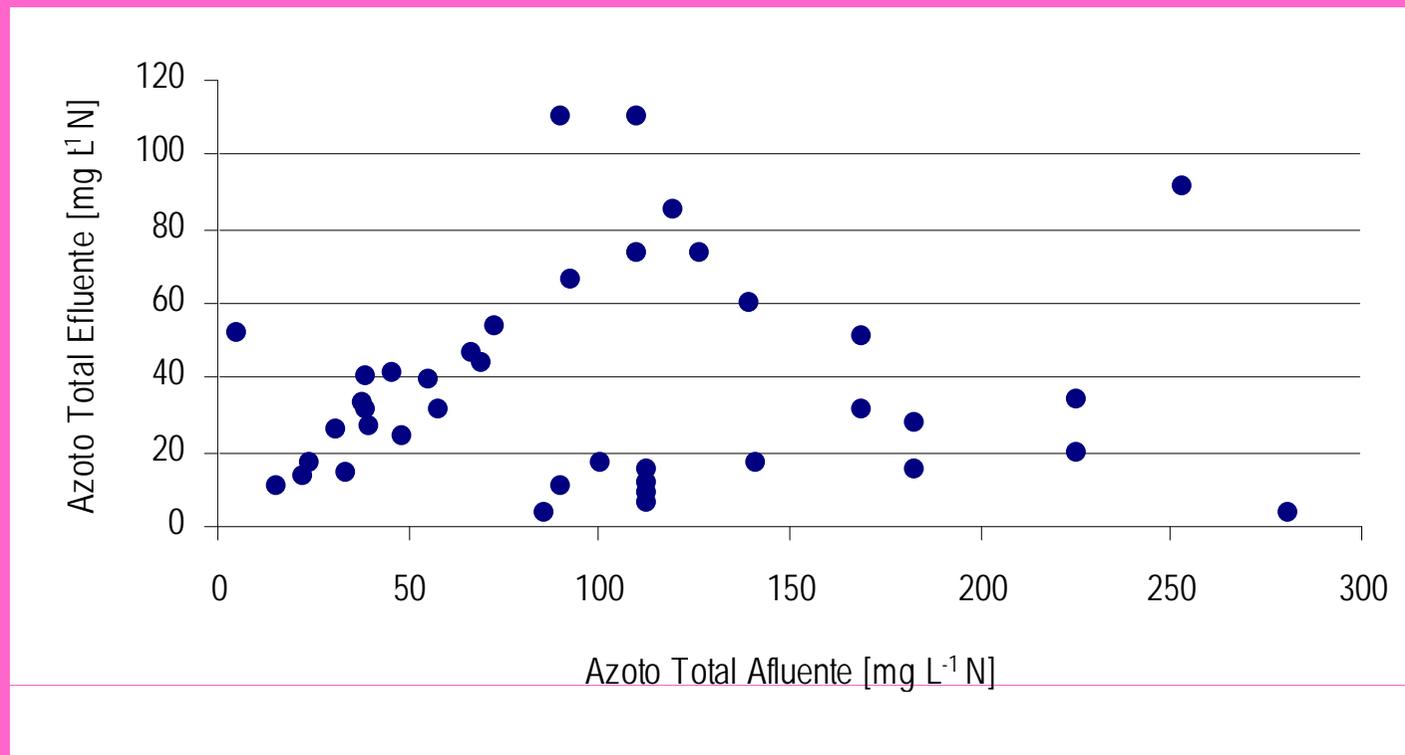


ETAR DE GONÇALO

CONTROLO ANALÍTICO

AZOTO TOTAL

Janeiro de 2002 a Dezembro de 2005

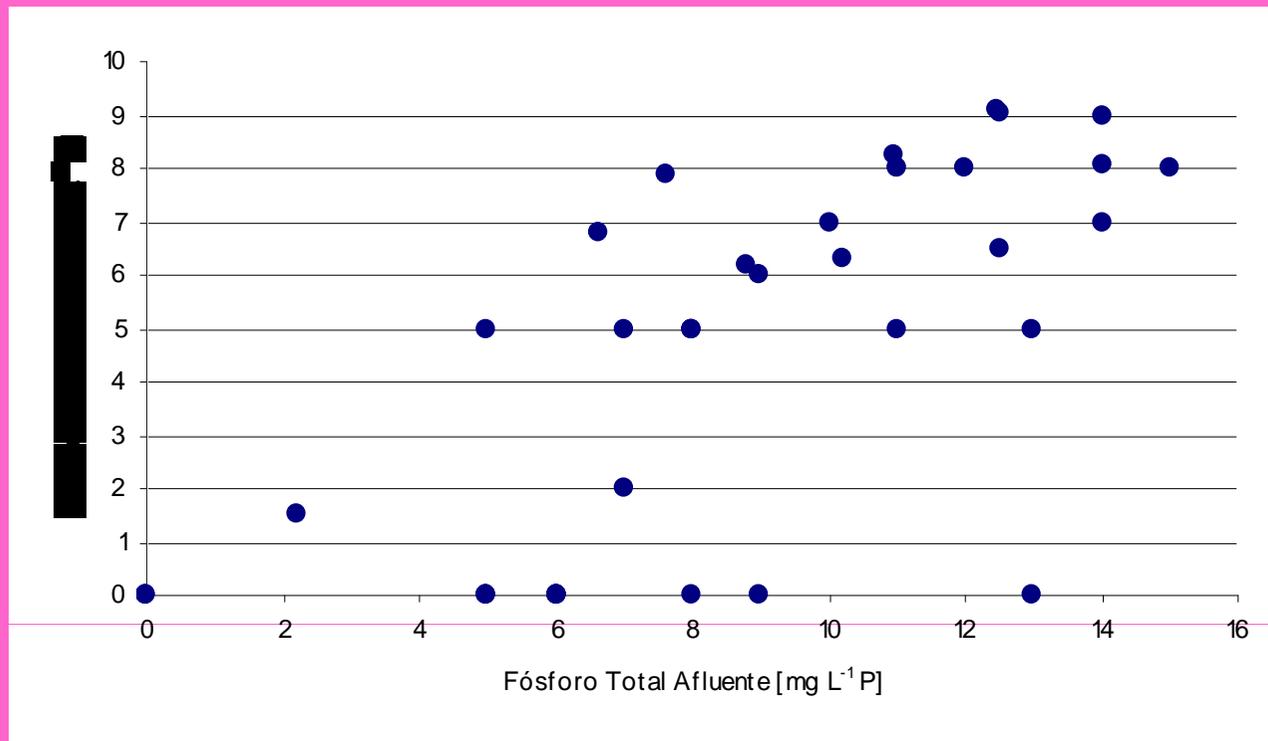


ETAR DE GONÇALO

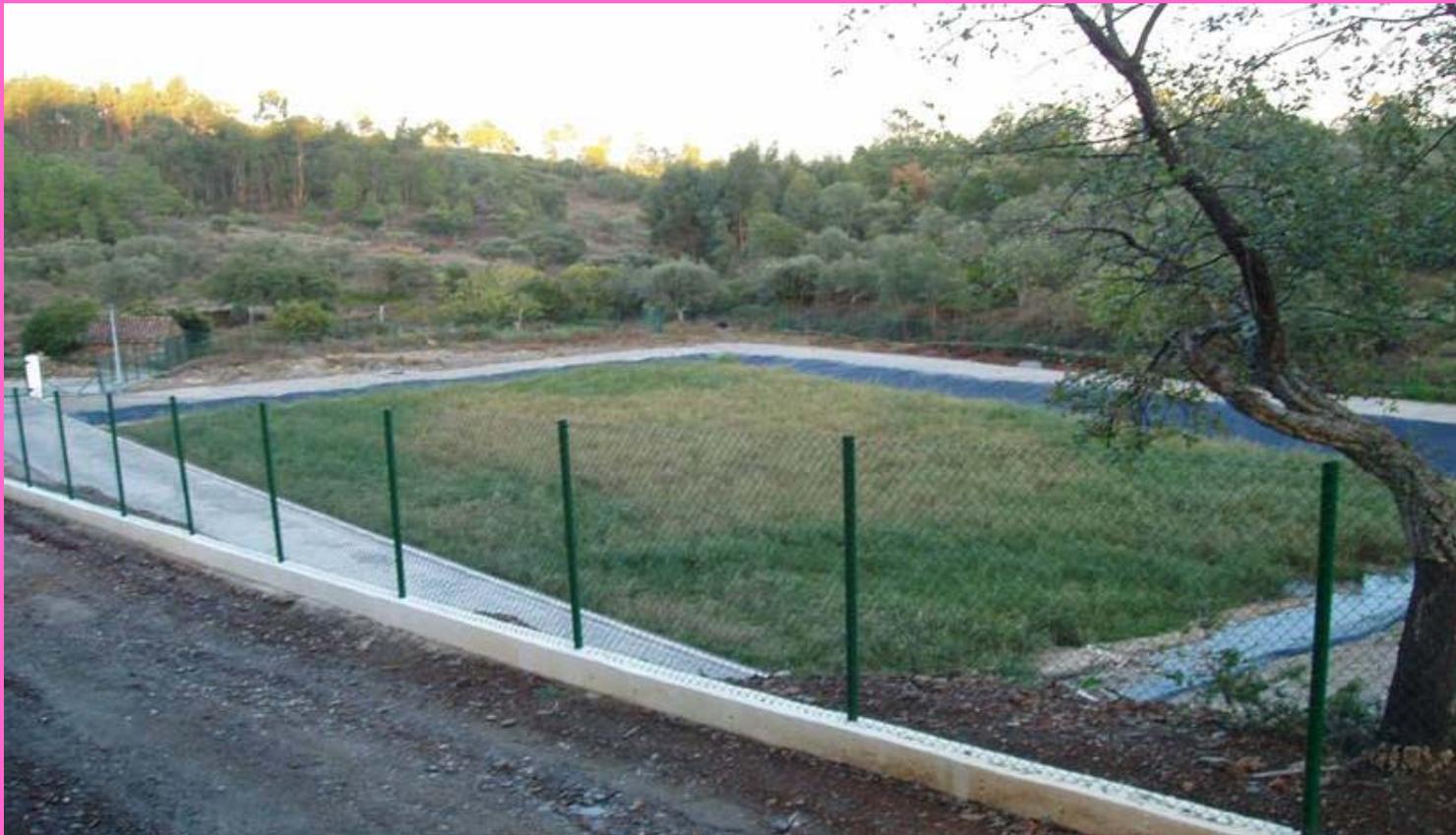
CONTROLO ANALÍTICO

FÓSFORO TOTAL

Janeiro de 2002 a Dezembro de 2005



ETAR DE ARANHAS



ETAR DE ARANHAS

- A ETAR de Aranhas foi das que primeiro entrou em funcionamento na 2ª FASE de implementação.
- concelho de Penamacor;
- 2004;
- tratamento primário = fossa séptica;
- meio de enchimento = tradicional;
- espécie vegetal = Phragmites;
- 377 e.p.;
- área superficial total = 1267,7 m² (3,4 m² e.p.⁻¹);
- apenas um leito de macrófitas;
- L = 45,6 m;
- W = 27,8 m;
- L:W = 1,6.



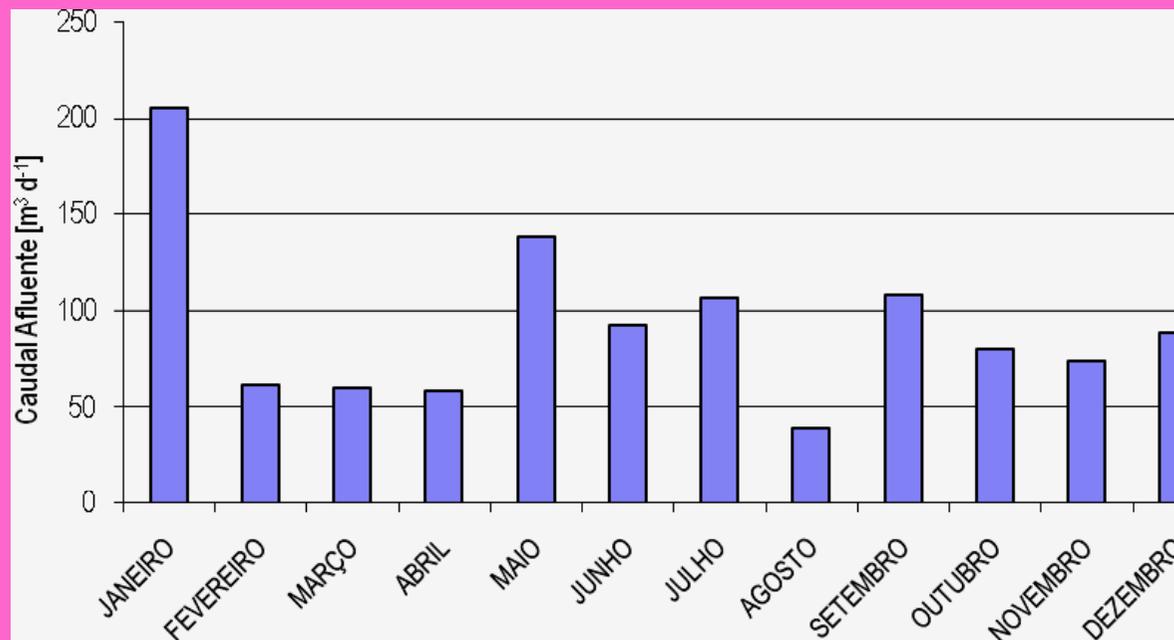
ETAR DE ARANHAS

- A ETAR de Aranhas já apresentou alguns problemas de colmatação
- Já apresentou problemas no tratamento primário
- Regista uma boa proliferação das plantas

ETAR DE ARANHAS

- Caudais máximos diários afluentes (2007)
- Caudal médio = $88 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ (2007)

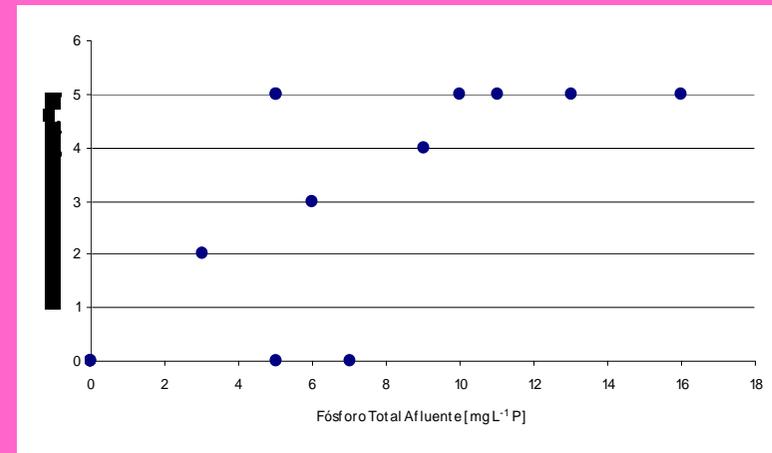
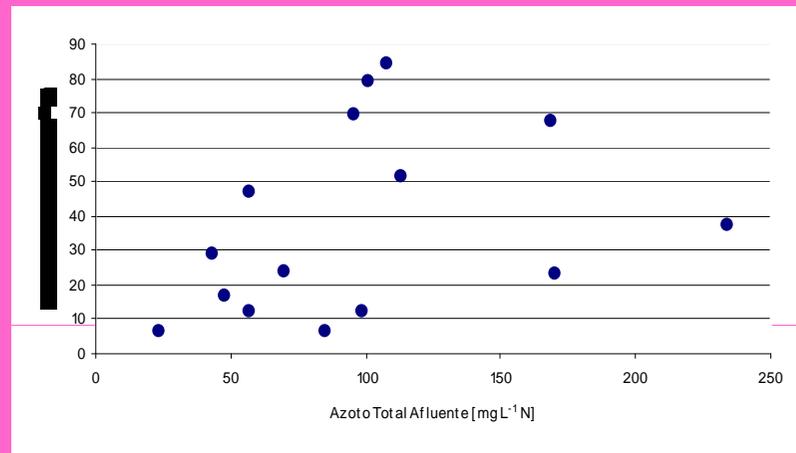
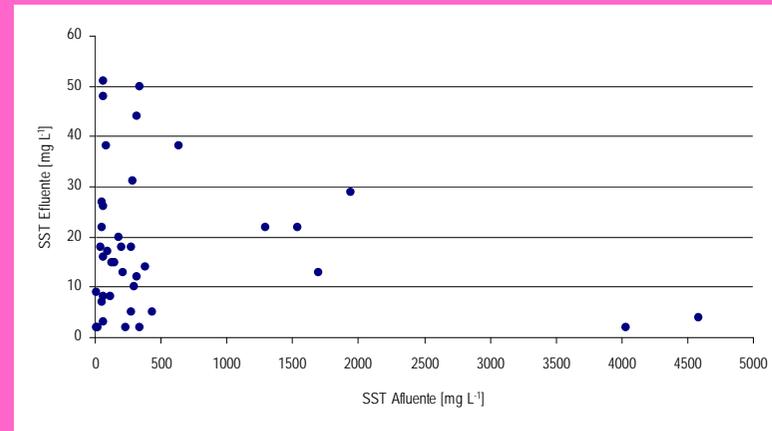
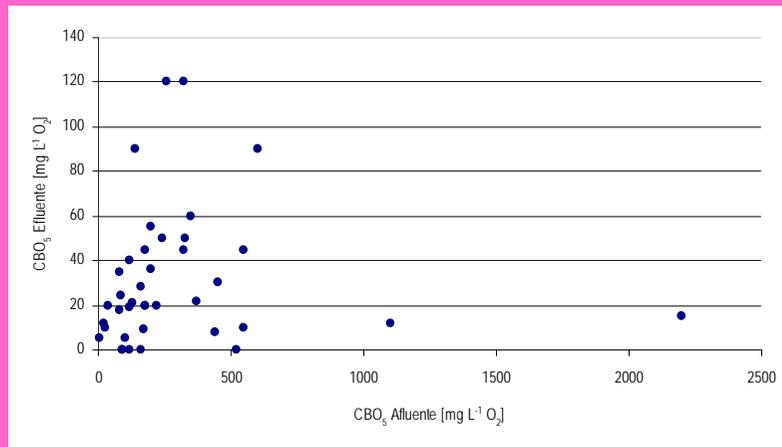
valores superiores aos caudais
considerados em projecto



ETAR DE ARANHAS

CONTROLO ANALÍTICO

CBO₅ e SST - Julho de 2004 a Outubro de 2007.
N total e P total - Julho de 2004 a Dezembro de 2005.



CONCLUSÕES

- Do controlo analítico efectuado para os dois casos de estudo registaram-se valores médios que se aproximam dos parâmetros a nível mundial.
- Verificaram-se elevadas eficiências de remoção de CBO_5 e SST, sendo a eficiência de remoção de nutrientes mais baixa.

CONCLUSÕES

- Verificaram-se concentrações afluentes às ETAR muito elevadas, quando comparadas com os valores usuais de águas residuais urbanas.
- Por outro lado, também se registaram situações de deficiente funcionamento dos órgãos de tratamento primário, o que pode ser bastante problemático em sistemas de ZHA SSFH

CONCLUSÕES

- O que poderá ser ainda agravado por relações comprimento:largura menos apropriadas
- Uma excessiva concentração de sólidos, por área transversal de leito, torna quase inevitável a ocorrência de fenômenos de colmatação

CONCLUSÕES

Nos dois casos de estudo foram registadas estas situações problemáticas, pelo que se pensa que o seu desempenho poderia ser bastante superior em condições “normais” de funcionamento.

No entanto, considera-se que ainda assim apresentam desempenhos satisfatórios.



FIM

