

**APEMETA**

**TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS  
AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS**

**TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DE MATADOUROS E DE  
UNIDADES DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE PEIXE E DE  
SUB-PRODUTOS DE AVES**

**JOÃO DE QUINHONES LEVY (\*)**

**1 de Junho de 2000**

(\*) Engenheiro Civil Sanitarista

Professor no IST

Presidente do Conselho de Gerência da ECOSERVIÇOS

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1 – Introdução .....	1
2 – Processo Industrial .....	2
3 – Sistema de Tratamento Inicial .....	2
4 – Reformulação da ETAR .....	5
4.1 – Caracterização dos Efluentes .....	5
4.2 – Avaliação do Funcionamento da Cadeia de Tratamento .....	5
4.3 – Beneficiações a Introduzir .....	7
4.3.1 – Condicionantes .....	7
4.3.2 – Cadeia de Tratamento .....	7
5 – Controlo do Sistema de Tratamento .....	11
6 – Conclusões .....	12
 ANEXO – Gráficos de Evolução do Funcionamento da Estação	

**TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS  
AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS**

**TECNOLOGIAS PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES DE MATADOUROS E DE  
UNIDADES DE PRODUÇÃO DE FARINHA DE PEIXE  
E DE SUB-PRODUTOS DE AVES**

**JOÃO DE QUINHONES LEVY (\*)**

**1 de Junho de 2000**

**1 – INTRODUÇÃO**

No presente artigo dá-se conta de todo o processo conducente ao actual sistema de tratamento de águas residuais, domésticas e industriais, de uma unidade industrial de abate de frangos e de produção de sub-produtos de aves e de farinha de peixe.

Considera-se que este processo descreve bem as dificuldades que se colocam ao industrial para optar pelo sistema de tratamento mais adequado, tal como traduz as fraquezas de sistemas de tratamento que em termos técnicos são aliciantes mas que, na prática, se revelam ineficientes ou inadequados.

É, ainda, objectivo deste artigo tornar claro que a obtenção de um efluente final de uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) de unidades industriais similares à descrita, em conformidade com a legislação, só é possível através de processos tecnológicos devidamente testados e baseados em equipamentos electromecânicos apropriados.

(\*) Engenheiro Civil Sanitarista

Professor no IST

Presidente do Conselho de Gerência da ECOSERVIÇOS

Para este tipo de unidades, soluções simples, de baixo custo de exploração, revelaram-se ineficientes e responsáveis por impactes ambientais negativos, principalmente ao nível dos odores e de efluentes finais com elevada carência química de oxigénio (CQO).

Neste capítulo introdutório salienta-se, ainda, que o êxito de um programa de despoluição como o que está a ser levado avante pela unidades industrial descrita, só é possível à custa de elevado empenhamento por parte dos responsáveis da unidade, dados os elevados investimentos e à muita atenção à formação do pessoal e à adopção de processos conducentes à redução da poluição na fonte.

## **2 – PROCESSO INDUSTRIAL**

A unidade industrial, objecto desta comunicação, iniciou a sua exploração no ano de 1985. Na linha de abate, a produção era de 20 000 frangos por semana. Na linha de sub-produtos de aves processava 27 ton/semana, apenas a produção própria o matadouro.

Em 1992, aumentou a sua capacidade de abate e alargou o processamento a sub-produtos de peixe (restos de peixe, espinhas, cabeças) para produção de farinha.

Actualmente, abate 90 000 frangos por semana, processa 2 000 toneladas de sub-produtos de aves por mês e 1 000 toneladas de peixe por mês.

## **3 – SISTEMA DE TRATAMENTO INICIAL**

Um matadouro de frangos associado a uma unidade de sub-produtos tem um efluente industrial com as seguintes características:

- CQO ..... 4 000 – 5 000 mg l<sup>-1</sup>
- CBO<sub>5</sub> ..... 2 000 – 3 000 mg l<sup>-1</sup>
- SST ..... 1 000 – 1 500 mg l<sup>-1</sup>
- O/G ..... 500 – 900 mg l<sup>-1</sup>

É um efluente muito carregado, biodegradável, pelo que pode ser tratado através de processos biológicos, do tipo lamas activadas de lagunagem.

Com vista a conseguir um custo de exploração reduzido e face à área disponível, o projectista da ETAR optou pelo sistema de lagunagem, tendo projectado três lagoas em série, uma anaeróbia, e duas facultativas, com volumes de 2551, 2366 e 2102 m<sup>3</sup>.

Este sistema de tratamento não se mostrou eficaz. Por um lado, os odores provenientes da lagoa anaeróbia incomodavam a população e, por outro, o efluente final apresentava-se muito turvo, com uma CQO e uma concentração em SST, acima dos valores máximos admissíveis. Com o fim de reduzir os odores foi instalado um sistema de arejamento na primeira lagoa que reduziu os odores mas não melhorou, significativamente, a qualidade do efluente final.

Quando a unidade industrial passou a receber os resíduos de peixe houve que alterar o sistema de tratamento pois que o existente não tinha qualquer capacidade de resposta.

Avaliadas as cargas, foi preconizado um novo sistema de tratamento que ampliou o inicial, passando a ser o representado na Figura 1.

Com a entrada em serviço desta nova cadeia de tratamento e apesar da ampliação de tratamento conseguida, o efluente final continuou com concentrações muito acima do permitido e os odores das lagoas anaeróbias revelaram-se demasiado fortes e incomodativos para a população vizinha. Respectivamente, em termos de CQO, CBO<sub>5</sub>, SST e O/G, as concentrações do efluente final eram: 8 400, 3 100, 2 580 e 1 360.

Dado os maus resultados verificados, os responsáveis pela empresa contactaram a ECOSERVIÇOS no sentido desta definir todas as benfeitorias a introduzir na estação, por forma a atingir os limites máximos admissíveis.

Farinha de Peixe  
 $Q = 50 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$   
 $\text{CQO} = 88\,600 \text{ mg l}^{-1}$   
 $\text{O/G} = 6\,730 \text{ mg l}^{-1}$

Linha de Abate  
 $Q = 200 \text{ m}^3\text{d}^{-1}$   
 $\text{CQO} = 4\,860 \text{ mg l}^{-1}$   
 $\text{O/G} = 613 \text{ mg l}^{-1}$

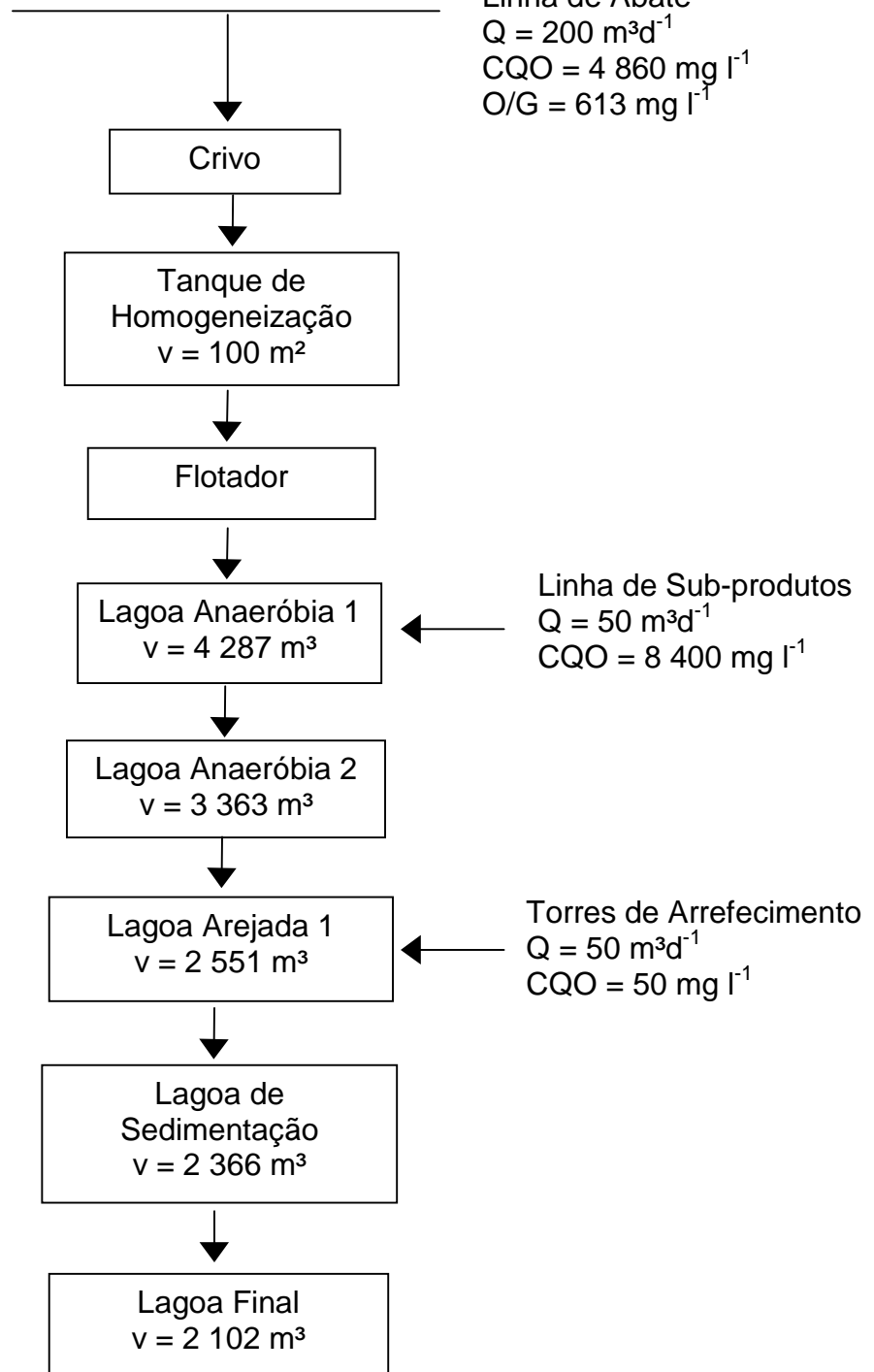


Figura 1 – Esquema de Tratamento, Ano 1992

## 4 – REFORMULAÇÃO DA ETAR

### 4.1 – CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES

Para a definição das benfeitorias a introduzir procedeu-se à caracterização de todos os afluentes à estação, provenientes das linhas de abate, de sub-produtos de aves, de farinha de peixe e, ainda, da torre de arrefecimento.

No Quadro I indicam-se os valores obtidos:

Linhas	Q (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> )	Concentrações (mg l <sup>-1</sup> )			
		CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	O/G
Abate	200	4 860	2 640	1 380	613
Sub-produtos	50	8 400	3 100	2 580	1 360
Farinha de peixe	50	88 600	42 500	17 100	6 730
Torres de Arrefecimento	50	50	40	< 30	< 30

Quadro I – Caracterização dos Efluentes Industriais

### 4.2 – AVALIAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA CADEIA DE TRATAMENTOS

Por forma a avaliar o funcionamento de cada um dos processos instalados, procedeu-se à sua análise individual. Assim:

#### a) **Crivo**

O conjunto de todas as descargas estava a ser conduzido para um crivo 1 mm, de eficiência elevada mas que, exactamente por isso, colmatava diariamente.

#### **b) Tanque de Homogeneização**

O seu volume, 50 m<sup>3</sup>, era insuficiente para regularizar os caudais pelo que a qualidade do afluente à estação apresentava variações significativas ao longo do dia.

#### **c) Flotador**

A eficiência rondava os 10%; o sistema instalado não era apropriado ao efluente, pois que consistia num tanque rectangular em betão, dotado de um raspador de superfície e de difusores de bolha grossa instalados no fundo. As gorduras, quando em flocos de maiores dimensões, eram removidas pelo raspador mas todas as outras eram emulsionadas e misturadas com o líquido, pelo que cerca de 90% permaneciam no efluente após o flotador.

#### **d) Sistema de Lagunagem**

As cargas orgânicas afluentes ao sistema de lagunagem sempre foram excessivas, qualquer que fosse a sua forma de funcionamento. Estas foram diversas, todas elas com resultados pouco animadores.

Uma primeira cadeia baseou-se nas duas lagoas iniciais anaeróbias, a terceira arejada, a quarta de sedimentação e a quinta facultativa. Os odores provenientes das primeiras lagoas levaram a queixas da população vizinha o que, acompanhadas de um efluente final de má qualidade, levou ao abandono desta solução.

Ensaiou-se, posteriormente, arejar as duas primeiras lagoas para reduzir os odores e manter as seguintes naturais. Embora se tivessem verificado melhorias, o efluente final continuou muito longe do admissível.

Odores característicos de anaerobiose, quantidades elevadas de gordura, efluente final acinzentado, com concentração elevada de sólidos, continuaram a ser a característica do sistema.



## 4.3 – BENEFICIAÇÕES A INTRODUIZIR

### 4.3.1 – Condicionantes

As beneficiações a introduzir no sistema de tratamento foram condicionadas pelo seguinte:

- Efluente da linha de abate com elevada concentração de óleos e gorduras;
- Efluente da linha de sub-produtos muito acima dos valores considerados no projecto em todos os parâmetros característicos;
- Efluente da linha de farinha de peixe com concentrações em CQO da ordem dos  $90 \text{ g l}^{-1}$  ;
- Necessidade de reduzir os odores característicos dos processos anaeróbios;
- Instalar uma grade para protecção do crivo;
- Dar um destino às lamas primárias removidas a montante da lagunagem;
- Eliminar as gorduras afluentes ao sistema de lagunagem.

### 4.3.2 – Cadeia de Tratamento

Com vista à obtenção de um efluente final em conformidade com a legislação e de acordo com as características dos afluentes industriais, foram projectadas e instaladas as necessárias medidas de recuperação, ampliação e beneficiação da actual estação.

Os limites a considerar para o efluente final, de acordo com a legislação, são função do peso das carcaças e do caudal descarregado. Considerando, para a generalidade da estação, os limites a impor a matadouro de aves, para 1 Kg de carcaça e  $200 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  será:

- $\text{CBO}_5$  ..... <  $90 \text{ mg l}^{-1}$
- SST ..... <  $90 \text{ mg l}^{-1}$
- O/G ..... <  $18 \text{ mg l}^{-1}$

As medidas introduzidas foram as seguintes:

#### **a) Instalação de uma grade mecânica a montante do crivo fino**

Esta grade tem como objectivo reduzir a quantidade de sólidos grosseiros afluentes ao crivo, e assim, e embora este seja auto limpante, assegurar o seu funcionamento em contínuo, evitando as múltiplas paragens para limpeza manual.

#### **b) Substituição do tanque de homogeneização**

O tanque existente não tinha capacidade para homogeneizar os caudais afluentes, pelo que foi substituído por um outro de secção superficial rectangular com capacidade igual a 180 m<sup>3</sup>. Este tanque é dotado de um agitador de fundo e de dois grupos submersíveis para alimentação em contínuo e a caudal constante dos órgãos a jusante, 30 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

A este tanque de homogeneização afluem os efluentes da linha de abate e de sub-produtos e as escorrências do edifício de exploração.

#### **c) Instalação de um novo flotador**

O flotador existente foi demolido visto que a sua eficiência era muito baixa (máx. 10%). Em sua substituição foi instalado um novo flotador físico e químico, em aço inoxidável, dotado de ponte raspadora superficial, lamelas para melhor separação de sólidos e flotantes, arejamento por difusores de bolha fina e recirculação do efluente com compressão de ar. Acoplado ao flotador, existe um floculador tubular no qual é feita a injeção de hidróxido de sódio, cloreto de ferro e polielectrólito. Para correcção do azoto é feita ainda uma injeção de ácido fosfórico no efluente do flotador.

Este flotador apresenta elevadas eficiências, como se constata da leitura do Quadro II que sintetiza os resultados analíticos de controlo. Embora actualmente ainda em fase de testes e afinações, as suas eficiências são já da ordem de 45 a 60%, para a CQO e CBO<sub>5</sub>, 80 a 90% para os SST e 90 a 95% para óleos e gorduras.



Esta unidade cumpre a sua função de quase eliminar a concentração de óleos e gorduras existente nos efluentes da linha de abate e de sub-produtos e, ainda, de reduzir a concentração em CQO e CBO<sub>5</sub> do efluente que, posteriormente, é conduzido ao tratamento biológico.

Uma alternativa a este flotador poderia ser a de instalar um outro, apenas físico, isto é, sem adição de reagentes. Tal seria uma solução se os órgãos a jusante pudessem ser ajustados às cargas em CQO afluentes. Como se trata de uma estação existente, tal não foi possível. Salienta-se, contudo, ser uma solução já adoptada pela ECOSERVIÇOS noutros matadouros, em que o sistema biológico foi o de lamas activadas em arejamento prolongado.

#### **d) Instalação de um evaporador / condensador**

Das análises efectuadas ao efluente da linha de farinha de peixe, constatou-se as suas elevadas concentrações em CQO, CBO<sub>5</sub>, SST e O/G. Estas eram sem dúvida responsáveis pelo mau funcionamento da estação existente, pois que as dimensões das lagoas, e o sistema de arejamento instalado não tinham capacidade de resposta.

Para redução destas cargas, foram estudadas inicialmente alternativas baseadas na sedimentação com adição de polímeros e na flotação física e química. Foram feitos testes isoladamente com este efluente e com a mistura deste com os efluentes das linhas do matadouro. As eficiências destes sistemas nunca ultrapassaram os 20 – 30% em CQO e os 50% em SST e óleos e gorduras. Dadas as cargas a montante, considerou-se que estas eficiências eram insuficientes.

A visita a diversas instalações industriais de fabrico de farinha de peixe e a feiras internacionais, levou a que fosse adoptado um sistema de tratamento baseado em evaporadores condensadores antecidos de tricanters para separação de lamas, óleos e líquido. Este sistema veio a revelar-se altamente eficiente, para além de economicamente muito interessante.

No Quadro III apresentam-se os valores determinados no afluente e efluente do sistema de evaporação / condensação.

Ponto	CQO	CBO <sub>5</sub>	SST	O/G
	(mg l <sup>-1</sup> )			
Afluente	88 600	42 500	17 100	6 730
Efluente	1 500	600	15	9

Quadro III – Resultados analíticos no sistema de evaporação / condensação

Economicamente o sistema é interessante porque é utilizada como fonte de calor o vapor dos secadores porque a separação do condensado nos tricanters permite obter óleo de peixe, e porque a farinha obtida no condensador é vendida. Este sistema fica pago em 4-5 anos.

O efluente dos evaporadores, atendendo à baixa concentração de sólidos, é conduzido directamente à primeira lagoa.

#### e) Sistema de lagunagem

Ao sistema de lagunagem afluem os efluentes domésticos, e os efluentes dos evaporadores, da torre de arrefecimento e do flotador.

Conforme Quadro II e apesar das concentrações ainda não estarem estabilizadas, por todo o sistema se encontrar na fase de instalação (testes, afinações e beneficiações pontuais), o afluente à lagunagem tem as seguintes características:

- Q ..... 350 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>
- CQO ..... 2 500 – 3 500 mg l<sup>-1</sup>
- CBO<sub>5</sub> ..... 1 000 – 1 200 mg l<sup>-1</sup>
- SST ..... 100 – 500 mg l<sup>-1</sup>
- O/G ..... 40 – 100 mg l<sup>-1</sup>

São agora valores perfeitamente aceitáveis para serem tratados num sistema de lagunagem. As cinco lagoas têm o volume necessário. Quanto à sua forma de funcionamento e para evitar quaisquer queixas da população quanto a odores e a

garantir a qualidade do efluente final, optou-se pelo arejamento das duas primeiras lagoas. A terceira lagoa será arejada, ou não, em função dos níveis de oxigénio que se verificarem. As restantes duas serão utilizadas como lagoas de estabilização (facultativa e maturação).

Dos testes já realizados neste período, Novembro de 1999 à data, concluiu-se da má qualidade de alguns arejadores e da ineficiência dos injectores. Trata-se de um ponto a salientar, pois que estes equipamentos ofereciam, segundo os fornecedores, elevadas eficiências em fornecimento de oxigénio. Como recomendação geral há que acautelar a compra dos equipamentos a instalar que deverão ser de marcas de idoneidade comprovada e suficientemente testados.

Dada a sua ineficiência, os níveis de oxigénio nas duas primeiras lagoas têm sido da ordem dos 0.2 a 0.6 mg l<sup>-1</sup>. Actualmente, estão a ser testados novos sistemas de arejamento que, ou serão complementares, ou substituirão integralmente os existentes.

#### **f) Tratamento de lamas**

As lamas primárias obtidas na flotação, cerca de 20-25 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>, são conduzidas a um espessador de lamas. A partir deste, e por meio de um grupo submersível seguido de um outro tipo "Mono", as lamas são bombadas a uma centrífuga de três vias (tricanter), para separação do líquido, lamas e óleos/gorduras.

Esta centrífuga, cerca de 20% mais cara que uma de duas vias, garante a sicissidade das lamas, mesmo perante uma elevada concentração de gorduras, razão porque foi instalada.

O destino das lamas desidratadas, cerca de 5 a 8 m<sup>3</sup>, está a ser estudado, apresentando-se diversas soluções: a condução a aterro sanitário; a mistura com os sub-produtos a montante dos digestores; fertilizante de solos. A solução a adoptar será tomada em função da qualidade da ração obtida e dos teores em gordura, do custo de transporte e descarga no aterro e na composição das lamas.

## **5 – CONTROLO DO SISTEMA DE TRATAMENTO**

O novo sistema de tratamento encontra-se, como já se referiu, em fase de arranque e testes. Tratando-se de efluentes industriais muito carregados, o sistema de tratamento carece de uma operação cuidada que ajuste o funcionamento dos órgãos às características dos afluentes.

O controlo é fundamental e ter-se-à que basear em testes e ensaios no local e em determinações analíticas, em laboratório.

Os resultados que até ao momento têm sido obtidos, são francamente animadores já que se conseguiu reduzir as elevadas cargas afluentes à lagunagem e eliminar os odores.

Com os sistemas de arejamento que se estão a testar e baseados nos valores que entretanto já se obtiveram, poderá esperar-se a estabilização dos processos biológicos e a obtenção de um efluente final correcto.

Nos gráficos que se anexam ilustra-se a evolução do funcionamento da estação para os parâmetros CQO, CBO<sub>5</sub>, SST e O/G.

Da leitura dos mesmos constata-se que os resultados se vão aproximando dos objectivos de qualidade estabelecidas na legislação e conclui-se da boa prestação dos processos de tratamento instalados.

## **6 – CONCLUSÕES**

No presente artigo descreve-se o processo de recuperação e ampliação de um sistema de tratamento de águas residuais de uma fábrica de abate de frangos e de sub-produtos de aves e peixe.

Os efluentes industriais são muito carregados pelo que não podem ser conduzidos a um sistema de tratamento biológico sem serem sujeitos a um pré-tratamento.

Das diversas tecnologias testadas a flotação física e química para as linhas do matadouro e os evaporadores/condensadores para a farinha do peixe, demonstraram ser especialmente adequados, apresentando elevadas eficiências.

O sistema de lagunagem baseado em lagoas anaeróbias não conduz a bons resultados, para além de originar queixas frequentes por parte da população, devido a odores.

A introdução do arejamento nas primeiras lagoas veio a demonstrar-se como uma boa solução, pois que se eliminam odores e melhora o efluente final.

Actualmente, estão a ser tratados novos sistemas de arejamento para seleccionar aqueles que garantirão os níveis de oxigénio necessários, sem os quais não se obterá uma boa sedimentação do floco.



**ANEXO**  
**Gráficos de Evolução do Funcionamento da Estação**

