



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SISTEMAS DE TRATAMENTO E DESPEJOS INDUSTRIAIS

CARACTERIZAÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DOS EFLUENTES INDUSTRIAIS DE
ALCOBAÇA

Ana M. A. G. Aguiar e M. J. T. Carrondo**

(*Eng^a Química I.S.T. e Sanitarista U.N.L., consultor PLANO-Empresa de Projec-
tos Mecânicos, Lda., Lisboa-Portugal **Eng. Químico Univ. Porto e Ph.D., M:
Sc. D.I.C. Imperial College, Univ. Londres, consultor PLANO-Empresa de Projec-
tos Mecânicos, Lda., e Professor Auxiliar Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Univ. Nova de Lisboa, Lisboa-Portugal).

RESUMO

Dada a existência de elevado número de pequenas e médias indústrias dentro do perímetro urbano a cobrir no projecto de rede e tratamento de águas residuais de Alcobaca, tornava-se necessário aferir da possibilidade de adução ao sistema de Saneamento dos afluentes destas indústrias e das Condições mínimas a impôr em termos de pré-tratamento.

Nesta comunicação, apresenta-se breve descrição das indústrias consideradas e do tipo e magnitude da poluição a esperar, segundo a análise bibliográfica e experiência existente. Com base neste conhecimento, refere-se a estratégia analítica utilizada para cada caso, tendo em conta a necessidade de a manter simples e económica pois se trata de simples estudo de viabilidade de ligação, a confirmar a posteriori caso a caso.

Dos resultados da campanha de caracterização e considerando os valores correntes em situações análogas, definem-se quais os parâmetros a controlar e a necessidade e tipo de pré-tratamento mínimo a implementar antes de se poder considerar adução à rede e a tratamento conjunto com as águas residuais domésticas, estimando-se ainda a ordem de grandeza da carga polucional a considerar.

1 - DESCRIÇÃO DA SITUAÇÃO EXISTENTE

As 15 indústrias existentes em Alcobaça podem ser agrupadas em cerâmicas, vidreira, tipo alimentar e indústrias têxteis, de que se apresenta breve descrição.

- 1.1. Indústrias cerâmicas - Oito fábricas de cerâmica e louças de dimensão pequena a média todas com período de laboração de 8 a 9 horas diárias.
- 1.2. Indústria vidreira - Fábrica cristais de Alcobaça SARL - Crisal é uma fábrica de boa dimensão, empregando 770 operários, com um período de laboração principal entra as 8 - 18 horas e em 6 dias por semana.
- 1.3. Indústrias do tipo alimentar
 - 1.3.1. Conservas de frutas e vegetais - Existem em Alcobaça três fábricas de conservas de fruta e vegetais de pequena e média dimensão com época de ponta em Agosto - Setembro.
 - 1.3.2. Matadouro - Trata-se de instalação com más condições de operação, em edifício antigo. Dada a sua relativa pequena dimensão e más condições de funcionamento, não é de prever que se venha a proceder a recuperação em termos económicos de subprodutos para além das peles e vísceras.
 - 1.3.3. Adega Cooperativa de Alcobaça - Junta Nacional dos Vinhos - Trata-se de uma adega de boa dimensão tendo adjacente a Junta Nacional dos Vinhos que procede à destilação do vinho. Trata-se do conjunto de produção sazonal com dois tipos diferentes de esgotó. No período de Setembro a Novembro processa-se praticamente toda a parte relativa à Adega, ou seja, recepção e prensagem da uva, fermentação do vinho e boa parte da lavagem dos toneis. A destilação do vinho faz-se fora desta época durante todo ou parte do ano conforme as condições de mercado.
- 1.4. Indústria têxtil - A Companhia de Fiação e Tecidos de Alcobaça, Lda trata essencialmente algodão. A fábrica está dividida em duas zonas, uma de fiação e tecelagem em que o afluente, essencialmente doméstico, é colectado separadamente do da segunda zona, de branqueação, lavagem e tinturaria. A maior carga poluente e o maior caudal vem da branqueação e lavagem sendo a tinturaria responsável apenas por um caudal de baixa carga poluente, pois dados os custos dos tintos, praticamente tudo é aproveitado, além de que se proceda à reciclagem das águas.

O consumo da água desta fábrica é obtido de poços privativos da fábrica e de uma derivação da vala de regadio e por direito histórico dos regantes, que se mantêm desde que a fábrica foi criada, em resultado da política industrial do Marquês de Pombal, os efluentes industriais deverão ser enviados à vala de regadio.

2 - TESTES E CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES

- 2.1. Indústria cerâmica - A principal poluição a esperar deste tipo da indústria é devida à suspensão de sólidos finos das matérias primas bá

sicas: argilas (especialmente caulinite), feldspatos e areias (SHR EVE 1977); tratando-se de compostos de silício, estamos perante compostos quimicamente bastante inertes. Vários outros minerais aparecem em pequenas quantidades actuando como agentes de fluxão ou como refractários; de netre estes, haveria problemas potenciais com os óxidos de chumbo ou a cromite, pois permitem o acesso dos metais pesados chumbo e crómio à estação de tratamento; no entanto, por razões de utilização, estes minerais têm vindo a ser substituídos por óxido de zircónio e titânio pelo que não teremos problemas no tratamento das águas residuais (OLIVER 1974). As pequenas porções de metais pesados que surgem como pigmentos nas tintas não têm significado já que só uma porção ainda mais pequena será perdida para os colectores.

Os sólidos em suspensão, sendo enviados a colector de águas residuais, aumentam a quantidade de sólidos suspensos no esgoto e, por decantação precedida de floculação - coagulação, provocam o entupimento progressivo das canalizações e complicam o funcionamento mecânico dos órgãos da estação de tratamento (MEINCK 1977). Sendo enviadas a linhas de água, aumentam a turvação das águas, criam depósitos no leito e, progressivamente, diminuem a actividade biológica, para além de comprometerem a utilização posterior da água (3).

Assim foram efectuados testes laboratoriais que permitam avaliar o comportamento destes efluentes.

Sobre o efluente da maior das unidades, cerâmica Raul da Bernarda, realizaram-se três análises e testes complementares e uma curva granulométrica utilizando o método da pipeta do Andreasen para estimação das possibilidades de pré-tratamento por simples decantação. Obtiveram-se valores médios para carencia bioquímica CBO₅ de 100mg/l e para carencia Química CQO de 282 mg/l e para PH de 8 testes de sólidos suspensos totais revelaram variações entre 4240 a 9700 mg/l com sólidos sedimentáveis em 2 horas entre 14 a 64 ml/l.

Análise granulométrica por pipeta de Andreasen efectuada sobre a amostra mais carregada em sólidos, diluída a 40:1 com água destilada, permite concluir que só cerca de 20% da amostra tem dimensão superior a 84 μ m sendo 43% de dimensão inferior a 14 μ m; desta forma decantação simples a baixa concentração de sólidos não seria uma solução do problema. No entanto, realizado um último teste com efluente de sólidos em suspensão de 4238 mg/l verificou-se que após 2 horas de decantação, a concentração de sólidos no sobrenadante é de apenas 258 mg/l, ou seja, tendo em conta os dados da análise granulométrica, estamos certamente face a decantação floculenta, havendo aumento de velocidade de decantação e devendo projectar-se a decantação por forma a facilitar a floculação.

- 2.2. Indústria vidreira - As matérias primas básicas no fabrico do vidro são minerais razoavelmente inertes quimicamente, areia, soda (obtida a partir de carbonato, sulfato ou nitrato de sódio e cal (obtida a partir de calcário ou da oxidação do dolomite).

No fabrico do cristal o óxido de chumbo é componente essencial. No entanto como o processo é de fusão o total de sólidos em suspensão a esperar no processo de fabrico é insignificante. Assim os problemas potenciais de poluição surgem 1) por perda para poeiras ou

por espalhamento no chão, do óxido de chumbo, 2) por sólidos relativamente inertes e finos resultantes do desgaste dos abrasivos e do ataque do vidro nos processos de roço e lapidação, 3) por utilização de soluções aquosas de ácidos sulfídrico e fluorídrico nos processos de moagem decapagem e amaciamento, 4) Perda água de lavagem dos gases que se escapam para a atmosfera a qual contém também dose apreciável do ácido (MEINCK; 1977; CRISAL; 1982).

No caso da Crisal, todas estas águas fortemente ácidas são conduzidas a um tanque geral.

Realizaram-se análises dos efluentes do tanque geral de ácidos e da zona de lapidação (duas de cada), tendo-se obtido os seguintes resultados:

TABELA 1 - Análises de efluentes da Crisal

Parametros	Tanque de Ácidos	Zona de Lapidação
PH:	0,59	8,6
sólidos sedimentáveis em 2 horas (ml/l)	2	7
sólidos suspensos totais (mg/l)	469	4300
C B O ₅ mg/l		30
C Q O mg/l		100

Nos testes de decantação após diluição com esgoto doméstico verificam-se eficiências de remoção de sólidos de cerca de 50% após 2 h de sedimentação, pelo que não se prevê deposições na rede, desde que pré-tratadas.

- 2.3. Indústrias do tipo Alimentar - O conteúdo orgânico é o principal elemento poluidor em todas as indústrias alimentares a considerar, conquanto os sólidos em suspensão sejam, por vezes, bastante elevados.
- 2.3.1 Conservas de frutas e vegetais - Neste tipo de indústrias os resíduos sólidos chegam a atingir 50% do total de matéria prima tratada, com valores médios de 30%, sendo no entanto aproveitados para alimentação animal (MEINCK, 1977; NEMEROW, 1978; MIDDLEBROOKS, 1979). Na fase líquida, a carga poluente é altamente variável, diferindo não só com o tipo de fruta tratada, mas dentro do mesmo tipo, variando até 400% (9,11). Há a considerar ainda a poluição provocada pelas soluções de lavagem, constituída por soda caustica diluída. A operação de lavagem funciona como concentrador de carga orgânica, por lixiviação de açúcares, amidos e outros materiais retirados da fruta, (MEINCK, 1977; MIDDLEBROOKS, 1979).

Realizaram-se 2 análises no efluente da abadia de Alcobaça em Junho (mês de laboração mínima) e Outubro, obtendo-se valores bastante dispare

TABELA 2 - Análise efluentes da abadia de Alcobaça

		JUNHO	OUTUBRO
CBOS	mg/l	10	1600
CQO	mg/l	9,8	1274
PH		7,5	7,3
Sólidos suspensos totais	mg/l	40	141

2.3.2 Matadouro - Os valores de carga organica num efluente de matadouro variam enormemente sobretudo com o tipo e dimensão da instalação, o que também condiciona o caudal de água utilizado por animal abatido. Os valores obtidos na literatura para carência bioquímica de oxigênio variam entre 80 e 9000 mg/l (MEINCK, 1977; NEMEROW, 1978; MIDDLEBROOKS 1979; LUND 1971; IMOFF; 1966) com valores médios de 800 a 1500 mg/l. Para sólidos em suspensão as variações e valores absolutos são bastante menores, da ordem dos 30 a 600 mg/l, com cerca de 100 mg/l de gorduras (MEINCK, 1977; NEMEROW, 1978; MIDDLEBROOKS, 1979; LUND, 1971; IMOFF, 1966).

Realizaram-se duas análises ao efluente do matadouro, uma ao fim do dia, final da lavagem e outra, obtida em ponta de matança, com pequenos caudais de água a serem consumidos obtendo-se valores bastante distintos

TABELA 3 - Análises do efluente do Matadouro

	Fim do dia	Ponta de matança
CBO (mg/l)	82	15 450
CQO (mg/l)	108	74 600
Sólidos suspensos (mg/l)	62	2 920
Sólidos sedimentáveis em 2 h (mg/l)	0,5	100
Sólidos voláteis (mg/l)		2 560
Conc. gorduras mg/l		200

- 2.3.3 Adega Cooperativa de Alcobaça - Junta Nacional dos Vinhos
- Os efluentes de produção de vinho apresentam carências bioquímicas de oxigênio de aproximadamente 1,5 a 2 Kg CBO₅ por tonelada de uvas, com concentrações médias de 800 a 2000 mg/CBO₅. As concentrações de sólidos em suspensão médias são de 150 a 400 mg/l e contributos de sólidos suspensos de 0,3 Kg por tonelada de uvas são correntes.

Finalmente, os PH variam enormemente (entre 3 e 11) e aparecem concentrações nem sempre despididas de cobre e zinco resultantes dos processos de sulfatação das vinhas (MEINCK, 1977; MIDDLE BROOKS, 1979; RYDER, 1973). Todas as fontes consultadas são unânimes em considerar que estes efluentes não levantam qualquer problema no tratamento conjunto com efluentes domésticos em processos aeróbicos: se se proceder à remoção de tartaratos no efluente antes de os enviar a tratamento, a carga orgânica sofre uma redução que pode atingir os 50%. Finalmente no sector Adega Cooperativa, existe uma pequena linha de engarrafamento com lavagem caústica; durante a recepção do vinho pode ainda ser utilizado carbonato de sódio em solução contendo 2 a 3 Kg por 150 litros de água.

Os efluentes provenientes da destilação do vinho na Junta apresentam cargas e composições fortemente mais poluentes, conquanto os caudais a tratar tendam a diminuir, já que todas as águas de arrefecimento, representando apenas poluição térmica, não de verão ser aduzidas à rede doméstica por não haver benefício em tal procedimento. Assim, por tonelada de uva tratada os valores médios de CBO₅ e sólidos em suspensão produzidos são da ordem dos 10 a 18 Kg em ambos os casos, pelo que, dados os caudais utilizados, algo inferiores aos citados para a produção do vinho, as concentrações de CBO₅ variam entre 2 000 e 20 000 mg/l, com médias de 5 000 a 10 000 mg/l e para sólidos em suspensão 5 000 a 20 000 mg/l, com pH de zona ácida (3,5 a 4,8). O tratamento conjunto com efluente doméstico levanta mais problemas, já que temos efluentes industriais muito degradáveis e com elevada carga orgânica; os problemas maiores surgem na operação de instalações com larga contribuição deste tipo de efluentes industrial, em que ocorrem por vezes problemas de bulking em lamas activadas. Em processos contínuos de operação é corrente proceder a digestão anaeróbia antes de tratamento aeróbio ou então dispôr dos efluentes como fertilizantes em terreno agricultável.

Realizaram-se duas análises sobre o efluente do conjunto Adega - Junta, uma no mês de Junho, com a destilação funcionando em pleno na Junta e ocorrendo engarrafamento e alguma lavagem na Adega e outra em Outubro com pequena destilação na Junta mas durante a fase final, recepção das uvas, produção do vinho e operações subsidiárias. Tabela 4.

TABELA 4 - Análises do efluente do conjunto Adega-Junta

COB ₅ mg/l	2190	5750
CQO mg/l	3010	20320
Sólidos sus- pensos mg/l	64	3800
PH	5,46	7,65

2.4. Industria Textil No processo industrial da secção de tinturaria branqueação e acabamento os produtos químicos utilizados incluem ácido sulfúrico, hipoclorito de sódio, soda cáustica, soda solva, água oxigenada, detergentes sulfanados, sulfureto de sódio, corantes e anilinas. Enquanto que as operações de lavagem e desengomamento contribuem normalmente com mais de metade do total de carência bioquímica de oxigénio, contribuindo com um total de cerca de 100 Kg CBO₅ por 1 000 Kg de algodão tratado (NEMEROW, 1978: LUND, 1971) estas fases são também as principais responsáveis pelos sólidos presentes no efluente.

As restantes operações de lavagem e lexiviações vários representam geralmente pequenas contribuições da ordem dos 15 Kg CBO₅ por 1 000 Kg de algodão tratado.

Os valores médios citados na literatura americana indicam 200 a 600 mg/l para a concentração média de efluente deste tipo de indústria (NEMEROW, 1978: LUND, 1971).

Para além da carga orgânica, os problemas maiores são devidos aos valores altamente alcalinos encontrados em tais efluentes (PH 9 a 12) e, como boa parte do processo é feito por partidas, às elevadas descargas pontuais.

Realizaram-se duas análises a primeira na caleira de descarga da secção de tinturaria e a segunda na camara de mistura entre o efluente da zona de branqueação, lavagem e tinturaria e a vala de regadio. Tabela 5.

TABELA 5 - Análises do efluente da companhia de Fiação e Tecidos de Alcobaça, Lda

	Tinturaria	Branqueação, Lavagem e Tinturaria
PH	2,6	9,4
Sólidos suspensos totais mg/l	94	107
Sólidos sedimentáveis em 2 h ml/l	3	1,5
CBO ₅ mg/l	150	640 *
CQO mg/l	277	573 *

* (valores relativos improváveis já que a Química é menor do que a Bioquímica).

3 - RECOMENDAÇÕES DE PRÉ-TRATAMENTO

Da análise atrás referida e dado o nível de estudo preliminar deste trabalho, pareceu aos autores ser de recomendar as seguintes soluções mínimas de pré-tratamento antes de poder ser autorizada qualquer descarga à vala.

3.1. Indústria Cerâmica: Recomenda-se assim sejam aduzidos à rede doméstica após decantação em duas horas com concentração de sólidos suspensos não superior a 300 mg/l, todas as águas residuais, já que os valores de sólidos em suspensão são ainda demasiado elevados para deposição na linha de água.

3.2. Indústria Vidreira: Dados os valores ainda elevados de sólidos em suspensão após decantação - a Direcção de Serviços de Controle de Poluição (13) indica valores máximos admissíveis de sólidos em suspensão de 60 mg/l - das águas de lapidação e roça e tendo ainda em conta a quase impossibilidade de as separar das águas de sanitários e chuveiros recomenda-se que todas elas sejam aduzidas à rede após decantação em duas horas a caudal de ponta.

As águas conduzidas a tanque geral de ácidos e, possivelmente, as águas da área de fabrico de cristal, deverão ter que ser neutralizadas e decantadas antes de serem enviadas à rede, dado não se prever que tal processo origine valores de sólidos em suspensão inferiores a 60 mg/l.

É necessário acautelar a não lavagem para a rede dos óxidos de chumbo perdidos na fábrica, utilizando aspiração mecânica do po.

3.3. Indústrias do tipo alimentar:

3.3.1. Conservas de frutas e vegetais - Todas as fontes (3, 4, 9 - 12) são unânimes em considerar vantajosa a junção destes efluentes ao tratamento doméstico, não só porque tratando-se de efluentes orgânicos o seu tratamento em maior dimensão de instalação terá menores custos mas ainda porque faltam nutrientes nalguns dos efluentes de frutos e vegetais processados, que são suplementados pelo esgoto doméstico. Dado que o prétratamento a exigir não terá grande influência sobre a CBO_5 , essencialmente solúvel, estima-se a carga a lançar à estação tendo em conta os valores acima.

Para evitar que as descargas de solução cáustica de lavagem sejam directamente à rede, impor-se-ão tanques de equalização que permitam manter o pH sempre abaixo de 9, para o que se estima ser suficiente um período de retenção de cerca de 2 horas; este tanque funciona, simultaneamente, como decantador, pelo que haverá que o projectar para remoção de lamas. Antes ou sobre o tanque de equalização serão colocados crivos auto laváveis com malha de abertura inferior a 0,8 mm (mesh 20) ou, de preferência 0,6 mm (3,9, 11).

- 3.3.2. Matadouro - Após remoção de sólidos grosseiros em grelha, seguido de crivagem fina (0,7 cm) e remoção de gorduras, o efluente poderá ser enviado à rede doméstica para vir a sofrer tratamento conjunto na estação. É importante notar que, sem pré-tratamento, não só a rede terá tendência a colmatar, por deposição de sólidos e gorduras, mas o próprio funcionamento e operação da estação de tratamento far-se-ão com muito maior dificuldade.
- 3.3.3. Adega Cooperativa de Alcobaça - Junta Nacional do Vinhos Tendo em conta a sazonalidade da destilação não é possível propor tratamento anaeróbio, demasiado lento a atingir a estabilização, excepto se do tipo filme fixo (Carrondo 1983). É assim admissível propor sejam aduzidos à rede de esgotos domésticos e estação de tratamento de esgoto os efluentes industriais da Adega e Junta, após crivagem para remover sólidos de maior dimensão e estabilização em tanque, com retenção de aproximadamente duas horas. Desta remoção de sólidos resulta um abaixamento na carga orgânica aduzida à rede doméstica.
- 3.4. Indústria Têxtil - Teoricamente os efluentes industriais poderiam ser tratados na estação de tratamento, conquanto isso represente uma enorme carga-equivalente a cerca de 6 700 habitantes. É, no entanto, direito histórico dos regantes utilizar esta água. Do ponto de vista de qualidade e fazendo fé na segunda análise atrás referida, trata-se de uma água com elevada carga orgânica e pH bastante alcalino que, em princípio, não cumpre os requisitos para aplicação agrícola. No entanto, como os solos são ácidos não surpreende que, até ao momento, não tenha havido problema com a alcalinidade do efluente. Enquanto os excessos de carga orgânica e/ou o tipo de produtos químicos enviados à rega não levantar problema parece poder ter de se manter esta situação. Assim, admitiremos apenas como aduzido à rede e, portanto também, a tratamento o efluente da zona de fiação e tecelagem, recomendando-se seja vigiada a utilização agrícola dos efluentes alcalinos.
- 3.4. Indústria Têxtil - Teoricamente os efluentes industriais poderiam ser tratados na estação de tratamento, conquanto isso represente uma enorme carga-equivalente a cerca de 6 700 habitantes. É, no entanto, direito histórico dos regantes utilizar esta água. Do ponto de vista de qualidade e fazendo fé na segunda análise atrás referida, trata-se de uma água com elevada carga orgânica e pH bastante alcalino que, em princípio, não cumpre os requisitos para aplicação agrícola. No entanto, como os solos são ácidos não surpreende que, até ao momento, não tenha havido problema com a alcalinidade do efluente. Enquanto os excessos de carga orgânica e/ou o tipo de produtos químicos enviados à rega não levantar problema parece poder ter de se manter esta situação. Assim, admitiremos apenas como aduzido à rede e, portanto também, a tratamento o efluente da zona de fiação e tecelagem, recomendando-se seja vigiada a utilização agrícola dos efluentes alcalinos.

4 - CONCLUSÃO

Da análise atrás indicada, valores de caudal líquido e inventários fabris torna-se possível estimar a carga polucional que eventualmente virá a ser aduzida à rede, logo a tratamento após os prétratamentos recomendados. À guisa de conclusão, refere-se que tal estimativa nas condições acima indicadas, conduz a uma população equivalente devido à indústria de cerca de dez mil habitantes para uma população doméstica da ordem dos quinze mil na bacia drenada.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - CARRONDO, M.J.T., J.M.C. Silva, M.I.I. Figueira, R.M.B. Ganho and J.F.S. Oliveira - "Anaerobic Filter Treatment of Molasses Fermentation Wastewater" water sci Technol, 15 (1983) 117 - 126.
- 2 - CRISAL, Engº Ferro (1982) - Informação particular
- 3 - IMHOFF, K. (1966) - Manual de Tratamento de Águas Residuais - Ed. Edgard Blucher, Lda., São Paulo.
- 4 - LUND, H.F. (1971) - Industrial Pollution Control Handbook, McGraw Hill Book Co., New York.
- 5 - MEINCK, F., H. STOOFF, H. KOHLSCHUTTER (1977) - Les eaux residuales industrielles, 2^{ème} Ed., Masson et Cie, Paris.
- 6 - MIDDLEBROOKS, E.J. (1979) - Industrial Pollution Control, Vol. 1, Agro-Industries. Wiley-Interscience, Wiley & Sons, New York.
- 7 - NEMEROW, N.L. (1978) - Industrial Water Pollution, Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts.
- 8 - OLIVER, B.G. e E.G. COSGRAVE (1974) - The efficiency of heavy metal removal by conventional activated sludge treatment plant. Water Research, 8, 869-874.
- 9 - RYDER, R.A. (1973) - Winery Wastewater Treatment and reclamation in Proc. 28th Ind. Wast conf., Purdue University, 564-587.
- 10 - SHREVE, R.N. e J.A. BRINK (1977) - Chemical Process Industries 4th Ed. McGraw Hil Kogakusha, Ltd, Tokyo.

