



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

TEMA 3 - SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS
TRATAMENTO BIOLÓGICO E RECICLAGEM DE EFLUENTES TÊXTEIS

MARIA TERESA SOUSA PESSOA DE AMORIM, Doutor em Engenharia Química, Professor Auxiliar na Univ. do Minho, Centro de Tecnologia Têxtil, Guimarães, Portugal.
PEDRO AGOSTINHO RICON PERES DIAS DE ALMEIDA, Engenheiro Civil, Dipl.-Ing., Assistente estagiário na Univ. do Minho, Área de Engenharia Civil, Braga, Portugal.
LUÍS MANUEL MENESES GUIMARÃES DE ALMEIDA, Doutor em Engenharia Têxtil, Professor Associado na Univ. do Minho, Centro de Tecnologia Têxtil, Guimarães, Portugal.

RESUMO

A indústria têxtil utiliza elevada quantidade de água, que é rejeitada essencialmente sob a forma de efluente líquido com apreciável carga poluente. A composição e caudal dos efluentes apresenta uma importante variação, quer de unidade industrial para unidade industrial, quer dentro da mesma consoante a época do ano e o factor moda, que determinam quais as matérias primas a utilizar e o processo de fabrico.

Com vista a reduzir o consumo de água, uma das medidas de inegável interesse económico é a reciclagem de efluentes parcelares, que em certos casos pode fazer-se sem qualquer tratamento prévio. A economia de energia daí resultante é um importante factor a ter em conta.

O tratamento biológico do efluente final é a forma mais aconselhável de proceder à sua depuração. É no entanto necessário tomar certas precauções, quer no que respeita à prévia homogeneização dos esgotos num tanque de retenção, quer à correcção de certos parâmetros de água para uma maior eficiência do tratamento. A combinação do esgoto têxtil com um esgoto doméstico oferece vantagens para a depuração biológica.

1. INTRODUÇÃO

A água é, em termos quantitativos, a principal matéria-prima na indústria têxtil. É empregue já nas fases preliminares, como seja o fabrico das fibras químicas ou a lavagem da lã bruta, na encolagem das teias, nas diversas operações de branqueio, tinturaria, estamparia e acabamentos. Em todas estas utilizações a maior parte da água (normalmente mais de 90 % da água de alimentação) é rejeitada sob a forma de efluentes líquidos, contendo uma importante carga poluente.

O custo da água continua ainda a ser considerado irrisório. Com efeito, a indústria têxtil portuguesa encontra-se concentrada em zonas de água abundante e sem grandes problemas de qualidade, pelo que o custo da água é normalmente inferior a 0,5 % do valor do tecido acabado. No entanto se tivermos em conta a energia necessária para aquecer a água e o preço dos produtos químicos, facilmente se deduz o interesse económico na redução do consumo de água. A reformulação dos processos e a reciclagem parcial são medidas eficazes para atingir este objectivo. Com efeito, embora os dados estatísticos em Portugal sejam escassos, podemos estimar um consumo de água superior a 400 m³/t de tecido, bastante superior ao que será considerado normal, entre 70 e 200 m³/t (WIESNER 1981). Será, pois, de esperar uma redução apreciável nos próximos anos, pois num país desenvolvido como a R. F. da Alemanha, passou-se de 200 m³/t em 1977 para 153 m³/t em 1981 (REETZ 1984).

A contaminação dos cursos de água pela indústria têxtil constitui um problema grave que vai obrigar em breve à adopção de medidas que passarão certo na instalação de unidades de tratamento de efluentes. A forma normalmente mais económica para a depuração de efluentes é o tratamento biológico. No entanto, as características dos efluentes têxteis, não são à partida as ideais para um eficaz rendimento da acção biológica, sendo necessário proceder a um pré-tratamento adequado do efluente.

2. CARACTERIZAÇÃO

O estudo da reciclagem e tratamento biológico da água na indústria têxtil pressupõe a prévia caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes parciais e do efluente final.

Iniciámos o projecto com a recolha de amostras de efluente final de fábricas têxteis no vale do rio Ave, que processam algodão e mistura sob a forma de fios e tecidos. Os principais resultados das análises efectuadas a estas amostras encontram-se resumidos no Quadro 1. De notar que as análises foram efectuadas após combinação de amostras obtidas em diferentes horas do dia tendo em conta o caudal respectivo.

A selecção dos parâmetros apresentados baseou-se fundamentalmente nos seguintes objectivos (CRESPI 1980):

- determinação dos nutrientes C, N e P imprescindíveis ao crescimento dos microorganismos responsáveis pela depuração biológica. (Os valores dados no Quadro 1 referem-se aos fosfatos e não ao fósforo total; o teor em carbono orgânico total não é referido, pois só foi determinado em três casos).
- conhecimento dos limites de pH. No caso do tratamento biológico ou tratamento físico-químico, o pH deve estar situado entre 6 e 9.
- existência de elementos prejudiciais à depuração biológica, nomeadamente metais pesados.
- determinação da carga orgânica do efluente, CQO e CBO₅, que dão uma primeira indicação do tipo de tratamento a aplicar.

O estudo dos efluentes parciais tem-se mostrado bastante difícil, dado que a rede de canalizações existente nem sempre permite a recolha de amostras à saída das máquinas.

Na fase seguinte do projecto procederemos à recolha e análise de efluentes parcelares, com vista ao estudo da reciclagem.

3. RECICLAGEM

3.1 Possibilidades de redução do consumo de água na indústria têxtil

A água na indústria têxtil cada vez menos é considerada como uma matéria-prima inesgotável e praticamente gratuita. Para esta mudança de atitude tem contribuído a escassez e a fraca qualidade da água em certos períodos do ano, a subida em flecha do preço da energia e as restrições ao lançamento de efluentes.

A redução do consumo de água tem por isso desde já um interesse económico não desprezável. Podemos classificar os processos para atingir este fim em quatro categorias:

- Sensibilização do pessoal:

Uma campanha de sensibilização dos operários da empresa pode conduzir a reduções muito apreciáveis no consumo de água, nomeadamente através de: fecho de torneiras e válvulas mantidas inutilmente abertas, localização e reparação de fugas, eliminação ou redução dos enxaguamentos por transbordamento.

- Alteração de processos:

Podemos citar como exemplos: Utilização de máquinas com menor relação de banho (litros de água por kg de material); utilização de processos contínuos em lugar de descontínuos; emprego de técnicas de aplicação de produtos em fase de espuma ou por pulverização; adopção de processos de tratamento em meio solvente (técnica economicamente viável para certas operações). De notar que o investimento necessário para estas alterações pode ser rapidamente amortizado se se tiver em conta a redução apreciável do consumo de energia e em certos casos de produtos químicos.

- Recuperação de condensados e águas de arrefecimento:

Embora as quantidades sejam relativamente pequenas, trata-se de águas quase limpas e quentes. A sua reutilização é, pois, vivamente aconselhável.

- Reciclagem de águas residuais dos processos:

A reciclagem da água pode ser encarada de diversas formas:

a) sem qualquer tratamento. Em certos casos rejeita-se água cuja qualidade é amplamente suficiente para certas operações; porém, é necessário muitas vezes introduzir certas alterações nos processos para permitir uma reciclagem deste tipo

b) após tratamento. O tratamento pode ir desde pequenas correcções a certos parâmetros até ao tratamento biológico ou físico-químico. Podemos também incluir neste caso as instalações de recuperação de produtos químicos que por inerência recuperam também a água.

Vamos de seguida analisar em mais detalhe as possibilidades de reciclagem de água.

3.2 Reciclagem de água sem tratamento

A reciclagem de água sem qualquer tratamento é bastante simples de implementar no caso de águas de lavagem em processos contínuos. Bastará adaptar as condutas e introduzir eventualmente tanques de retenção, o que constitui um investimento mínimo rapidamente amortizável. Como exemplo podemos citar:

- Reciclagem de água de enxaguamento finais de máquina de lavar ao largo;

- Reciclagem de água de enxaguamento inicial (fase de estabilização) após mercerização, para utilização na fervura alcalina ou outras operações que necessitem

de meio alcalino forte, bem como para a diluição da soda cáustica para a preparação dos próprios banhos de mercerização;

- Reciclagem do banho de descolagem, no caso de se utilizarem resinas sintéticas na encolagem;
- Reciclagem de banhos de branqueio para operações que necessitem de banhos oxidantes (VALLDEPERAS 1982).

Podemos estimar que, com a adopção destas técnicas, é possível economizar pelo menos 30 % de água, mesmo que a empresa efectue já as lavagens em contra-corrente.

No caso dos processos descontínuos, a reciclagem é já de mais difícil implementação, pois obriga a que o esgoto de cada máquina possa ser enviado por diferentes condutas conforme a operação efectuada (branqueio, tingimento, enxaguamento, etc.). É ainda obrigatório neste caso a construção de tanques de retenção.

Um caso muito referido na literatura é a reutilização de banhos de tingimento após esgotamento. Esta medida é no entanto de difícil implantação para muitos tipos de tingimento, pois os banhos esgotados contêm produtos cuja presença é indesejável na fase inicial da operação.

Devemos salientar que, embora em muitos casos a reciclagem da água sem qualquer tratamento seja de fácil implementação e economicamente atractiva, ela deve ser feita apenas após cuidadoso estudo da qualidade de água a reciclar de acordo com a qualidade necessária para o processo em que vai ser reutilizada (AMORIM 1984). Com efeito, o risco de aparecimento de defeitos provocados pela reutilização de água de qualidade insuficiente pode ter um custo que ultrapasse largamente as vantagens económicas de reciclagem. Os escassos resultados de efluentes parcelares de que para já dispomos não permitem tirar ainda conclusões sobre a aplicação concreta da reciclagem às empresas estudadas.

3.3 Reciclagem de água após tratamento

Se bem que haja águas que podem ser recicladas sem problemas, o facto é que muitas outras não têm qualidade suficiente para ser utilizadas tal qual em nenhum processo. Neste caso, pode pensar-se em reutilizar estas águas após um dado tratamento, como por exemplo:

- Correção de determinados parâmetros de água, que pode em certos casos ser feita pela adição de produtos no próprio banho onde ela está a ser utilizada;
- Tratamento de descoloração;
- Passagem pela instalação de tratamento de água de entrada (um tratamento primário do tipo floculação-filtração, por exemplo, pode ser largamente suficiente);
- Passagem pela instalação de tratamento biológico dos efluentes, quando existir. A água saída dessa instalação pode ter uma qualidade amplamente suficiente para várias utilizações; em períodos de estiagem pode inclusivamente ter uma qualidade superior à própria água extraída dum curso de água;
- Passagem por uma instalação de recuperação de produtos químicos. Os casos de inegável interesse económico são os seguintes:

- a) Recuperação de soda cáustica do banho de enxaguamento após mercerização. Utilizando um sistema de lavagem em contra-corrente, o efluente saído da máquina da fase de estabilização tem uma concentração da ordem de 60 g/l de soda cáustica, a qual pode ser reconcentrada por evaporação.
- b) Recuperação dos produtos de encolagem. Caso se utilizem resinas sintéticas na encolagem, a sua recuperação do banho de descolagem pode ser feita por evaporação. Embora o preço destes produtos seja mais elevado que o dos produtos tradicionais, a sua fácil eliminação e possibilidade de recuperação pode torná-los economicamente atractivos.

Dado que a mercerização e a descolagem são as operações de enobrecimento dos tecidos de algodão que conduzem à maior carga poluente, a adopção das medidas acima mencionadas traduz-se igualmente numa importante redução da contaminação dos efluentes.

4. TRATAMENTO DO EFLUENTE

4.1 Generalidades

Para uma tomada de decisão sobre qual o caminho a percorrer no tratamento do esgoto, deve partir-se, por um lado das características do esgoto a tratar e por outro do conhecimento das possibilidades técnicas de tratamento existentes.

Sobre o 1º ponto - completando o que atrás foi dito - e observando as listagens dos produtos usados na indústria têxtil, os quais em grande parte se encontrarão mais cedo ou mais tarde nos efluentes, podemos desde logo antever alguns problemas no seu tratamento. Entre outras, encontrámos os seguintes grupos de substâncias:

- substâncias alcalinas, ácidos orgânicos e inorgânicos, sais (incluindo sais de metais pesados), agentes de oxidação e redução, solventes orgânicos, sabões, tensoactivos, fosfatos, corantes, fenóis, gorduras e hidratos de carbono, bem como substâncias tóxicas (p. ex. formaldeído, insecticidas e fungicidas).

Praticamente todas estas substâncias podem marcar em maior ou menor grau a composição dos esgotos têxteis e assim influenciar e limitar as possibilidades dos processos de tratamento.

Para quase todos os efluentes da indústria têxtil é ainda característico, como se referiu já, o facto de apresentarem fortes variações em relação à quantidade e à composição. Sobretudo através de descargas pontuais de esgotos concentrados podem criar-se perturbações importantes na estação de tratamento.

Sobre o 2º ponto de vista, de possibilidades técnicas de tratamento, pode dizer-se genericamente o seguinte:

a) O tratamento biológico de esgotos da indústria têxtil é o processo tecnicamente mais adaptado e com menores custos;

b) Um tratamento químico isolado de esgotos têxteis está ligado a certos inconvenientes sob o ponto de vista económico, tanto para o funcionamento em si como para o curso de água receptor. No entanto pode ao contrário um tratamento químico ter sentido para o tratamento de esgotos parcelares.

4.2 O tratamento biológico

Para um tratamento biológico eficaz de esgotos têxteis existem um certo número de condições que à partida têm de estar satisfeitas. Citando, por exemplo, MITCHELL 1972 e HATTING 1963, as condições ideais de partida para um tratamento biológico são:

- CBO : N : P = 100 : 5 : 1

- C : N : P = 100 : 16 : 1

- pH entre 6 e 9

- Cu e Cr 1,0 - 1,5 mg/l

- CQO : CBO 8

Um simples olhar nos dados apresentados atrás (Quadro 1), mostra que a adaptação do esgoto a estes valores exigirá um certo número de cuidados prévios.

4.2.1 Tratamentos prévios

4.2.1.1 Homogeneização e regularização

Como em qualquer ETAR as grandes variações de caudal e do valor do CBO, p.ex., podem causar graves problemas, e significam normalmente que a instalação estará sobrecarregada em certas ocasiões e a trabalhar a um ritmo bastante baixo noutra parte do tempo; uma situação destas influenciará a eficiência do tratamento para além da incidência nas dimensões da instalação. Daqui a necessidade de construção de tanques de regularização e homogeneização.

4.2.1.2 Neutralização

Os esgotos têxteis estudados mostram um carácter predominantemente alcalino, devendo assim prever-se a sua neutralização com ácidos, p. ex. com gás de combustão.

4.2.1.3 Eliminação de elementos tóxicos ou inibidores

Embora no estudo feito pouco se possa concluir sobre a presença destes elementos (excepto o valor de Cr), temos de estar atentos a eles - uma vez que são empregues no processo e portanto estão sempre virtualmente presentes - sobretudo quanto aos metais pesados (Cu, Cr, Zn, ...) e aos sulfuretos. Igualmente haverá que tomar precauções em relação a óleos e a gorduras, a dissolventes e a detergentes, evitando que eles atinjam sobretudo a fase do tratamento secundário.

4.2.1.4 A junção com esgotos domésticos

Analisando a presença dos elementos nutrientes N e P no esgoto têxtil, verificamos que aqueles teores necessitam de ser corrigidos a fim de permitir um tratamento biológico eficaz. Sendo assim, e porque uma adição de produtos ricos em N e P seria à partida demasiado cara, a solução que mais vantajosa se apresenta é a do recurso a esgotos comunitários para suprir esta carência. Esta é a solução mais vulgarmente utilizada e no caso presente deverá ser o caminho a seguir-se, como aponta aliás um estudo efectuado pela CCRN em 1982, que apresenta para os diferentes locais do Vale do Ave as percentagens relativas de esgoto industrial (predominantemente têxtil) e doméstico (Figura 1).

4.2.2 Tratamento propriamente dito

Quanto ao tratamento biológico em si e uma vez satisfeitas as condições atrás apontadas não oferece dificuldade de maior (abstraído do problema específico da descoloração avançada), para além dos cuidados gerais que uma instalação biológica requer (funcionamento, controle, etc.). Dentro dos processos clássicos tem sido as lamas activadas o mais utilizado, pelas suas características de maior robustez e de melhor eficiência, não significando isto que outras soluções não possam ser mais indicadas para certas situações particulares. Conforme se pode tirar do gráfico da figura 1 e atendendo aos pesos diferentes que os esgotos da indústria têxtil apresentam nas diversas localidades, haverá que proceder a estudos e ensaios prévios com o intuito de estabelecer quais as melhores condições de funcionamento eficiente (tempo de retenção, oxigénio necessário, etc.). Neste âmbito, iremos proceder muito em breve à montagem de uma instalação piloto, com a ajuda da qual procuraremos definir aquelas condições óptimas a garantir em futuras ETAR biológicas.

5. NOTA FINAL

Apesar de escassos, os resultados de caracterização até agora obtidos permitiram já tirar algumas conclusões no que respeita à possibilidade de aplicação do tratamento biológico a efluentes da indústria têxtil do tipo algodoeiro, desde que seja efectuado um tratamento prévio adequado. Na próxima fase deste estudo procederemos à montagem de uma instalação piloto de tratamento biológico da qual se espera obter mais conclusões sobre a eficiência da depuração.

No que respeita à reciclagem, torna-se necessário dispôr de resultados de análises de efluentes parcelares processo a processo.

6. BIBLIOGRAFIA

- AMORIM, M. T., ALMEIDA, L.M., DIAS DE ALMEIDA, P.-"Problemas da qualidade da água na indústria têxtil", Jornadas Técnicas: "Recursos hídricos e o desenvolvimento da bacia hidrográfica do rio Ave", CCRN/LNEC Porto 1984.
- CRESPI, M. y CEGARRA, J.- " La contaminación de los vertidos en la industria textil algodoneira", Bol. Inst. Inv. Têxtil, Terrassa nº 78 (1980) 25.
- HANISCH, B.-Vorlesungen " Industrieabwassern ", Institut für Siedlungswasserbau, Wassergute- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart, 1978.
- HATTING, H.J.-"Activated Sludge Studies", Water waste treat., J.C.1963.
- MITCHELL, R.-" Water Pollution Microbiology ", Wiley Interscience 1972.
- REETZ, H.,- " Abwasser im TVI-Betrieb ", Chemiefasern, Textilindustrie, 1984.
- VALLDEPERAS, J. y CRESPI, M.-" Características contaminantes y posibilidades de reutilización de los baños de blanqueo del algodón", Boletín INTEXTAR(1982),82.
- WIESNER, J. et.al.- "Okologischer Ratgeber", I. Teil, Frankfurt, 1981.

----- XXX -----

QUADRO I - Caracterização de efluentes finais

Unidade Industrial Parâmetro	A	B	C	D	E	F	G ₁	G ₂
pH	10,7	11,2	10,1	10,7	10,6	13,4	10,2	11,2
Alcal (mg.l ⁻¹ CaCO ₃)	194	930	512	1000	522	1530	144	210
Fosfatos (mg.l ⁻¹ P)	0,4	7,5x10 ³	2,6x10 ³	7,0	<0,02	0,4	0,4	0,7
Sól susp tot (mg.l ⁻¹)	40	37	32	12	14	31	33	26
Sól dissolv tot (mg.l ⁻¹)	760	1780	620	5210	3640	38710	850	800
Azoto orgânico (mg.l ⁻¹)	20	84	34	24	11	190	9,0	8,2
CBC ₅ (mg.l ⁻¹)	160	230	290	160	100	200	110	100
CQO (mg.l ⁻¹)	460	500	460	450	520	840	820	460
Crômio (mg.l ⁻¹)	<0,06	<0,06	1,4	<0,06	<0,06	---	<0,06	<0,06

Os resultados das análises foram obtidos com a colaboração do Departamento de Engenharia Química da Universidade do Porto, no âmbito do estudo da bacia hidrográfica do Vale do Ave.

Fig 1 - Esgotos domésticos e industriais no vale do Ave (CCRN 82)



