

PROBLEMÁTICA DO TRATAMENTO DOS EFLUENTES VINÍCOLAS

M. Odete Maia
Departamento de Engenharia Biológica
Universidade do Minho
4719 Braga Codex

1- Introdução

As operações relativas à vinificação necessitam de numerosas lavagens, produzindo uma poluição essencialmente de origem orgânica. O carácter sazonal dos efluentes rejeitados, a sua grande variabilidade no tempo e de adegas para adegas, conduz por vezes a uma avaliação defeituosa da sua carga poluente.

Surgindo maioritariamente na época estival, esta poluição pode deteriorar gravemente os meios receptores. Na realidade é principalmente o efeito da concentração nas épocas de ponta da actividade, que conduz aos problemas mais graves de mortalidade da fauna piscícola, por efeito de asfixia.

A sub-estimativa da carga poluente das adegas em períodos de vindima e de trasfega traduz-se frequentemente por perturbações no funcionamento das estações de tratamento de águas residuais municipais às quais, em geral, estão ligadas.

Para encontrar soluções de tratamento tanto sob o ponto de vista técnico como económico é necessário um conhecimento aprofundado dos efluentes das empresas vinícolas durante um ciclo completo de actividade. Na Fig. 1 representa-se a evolução da carga em CQO (carência química de oxigénio) rejeitada por duas adegas durante um ciclo anual (Racault, 1994). Este gráfico é perfeitamente representativo da heterogeneidade das descargas das empresas vinícolas e conseqüentemente da dificuldade do tratamento em contínuo dos seus efluentes.

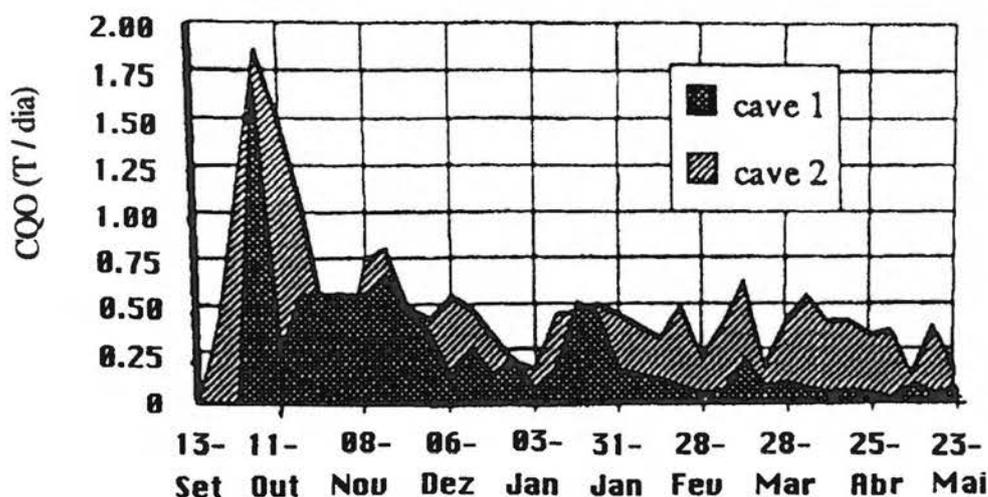


Fig. 1 - Evolução da carga em CQO nos efluentes de duas adegas do sudoeste de França durante um ciclo anual

Adega 1 produz 140.000 hl

Adega 2 produz 60.000 hl

Verifica-se que cerca de metade dos efluentes, tanto em volume como em carga orgânica, se rejeita durante os dois primeiros meses que se sucedem às vindimas.

No fim deste período a carga poluente de uma adega produzindo 60.000 hl pode atingir 20.000 habitantes equivalentes e cerca de 8.000 habitantes equivalentes em período de trasfegas (Racault, 1994))

2 - Natureza da Poluição Produzida pelas Actividades Vinícolas

Dum modo genérico, pode definir-se poluição como um desequilíbrio do meio natural devido à actividade humana.

Diz-se que há poluição quando o meio natural é incapaz de restabelecer o equilíbrio (perturbado pelo homem), conduzindo a uma degradação rápida deste meio.

As águas rejeitadas pelas empresas vinícolas (adegas cooperativas, destilarias, ...) e lançadas em meios receptores como rios, lagos, pântanos e mesmo nos colectores municipais perturbam o equilíbrio biológico por várias razões que se enumeram de seguida.

2.1 - Modificação do pH do meio. As águas residuais vinícolas têm pH ácido da ordem de 4 a 6.5. Este parâmetro tem uma incidência muito acentuada sobre a fauna aquática, como se pode observar na **Fig. 2** que representa a sensibilidade dos organismos aquáticos a um abaixamento do pH nas águas doces (Le Courier UNESCO, 1985). Constata-se que, para valores ligeiramente inferiores a 6, começa a dar-se a morte de algumas espécies, podendo mesmo haver uma extinção total, para valores mais baixos.

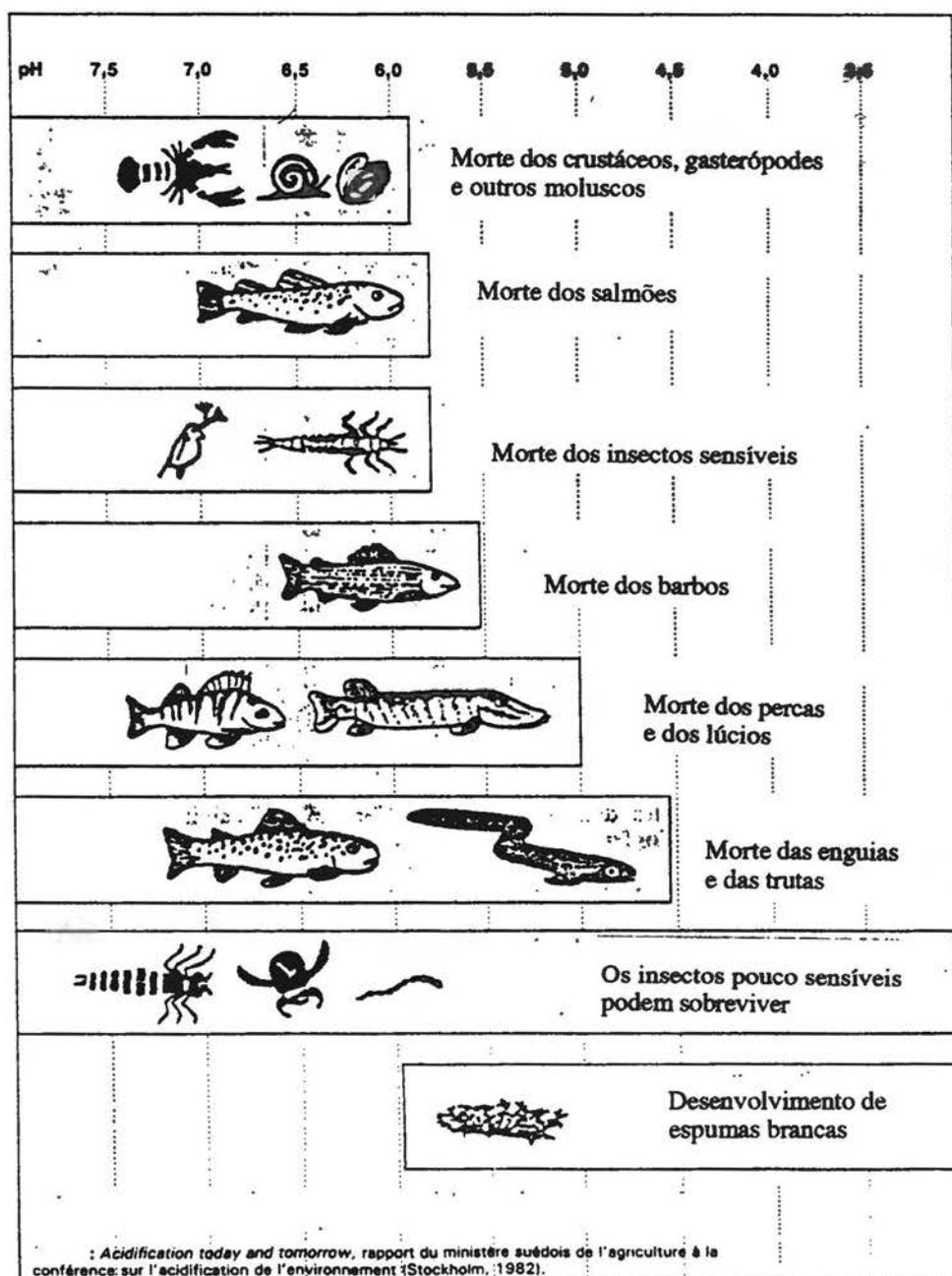


Fig. 2 - Sensibilidade dos organismos aquáticos a um abaixamento do pH

2.2 - Modificação da temperatura, o que acontece com as descargas das vinhaças das destilarias. A temperatura da água é um parâmetro importante devido ao seu efeito sobre a velocidade das reacções químicas, e sobre a vida aquática. Quando aumenta a temperatura, aumenta a velocidade das reacções bioquímicas, aumentando o consumo de oxigénio; também o aumento da temperatura diminui a solubilidade do oxigénio na água. Os dois efeitos combinados podem pois causar sérios esgotamentos de oxigénio dissolvido.

2.3 - Modificação da limpidez. As matérias em suspensão nos efluentes tais como diatomáceas, leveduras e outras pequenas partículas diminuem a penetração da luz solar, limitando a fotossíntese das algas e das plantas aquáticas do fundo (Fig. 3). Consequentemente baixa a concentração do oxigénio dissolvido na água devido à diminuição do efeito fotossintético.

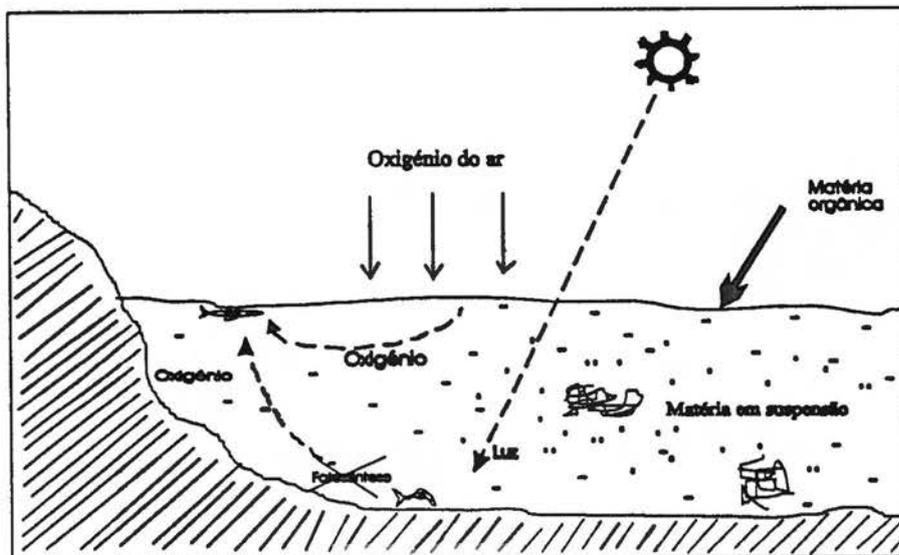


Fig. 3 - Acção da matéria orgânica em suspensão sobre o meio aquático

2.4 - Formação de depósito de partículas de maiores dimensões (películas, grânulas e o material referido no grupo anterior quando aglomerado) em zonas calmas, modificando a ecologia dos fundos. Estes

materiais sedimentáveis formam um manto no leito dos cursos de água, fazendo desaparecer as zonas de areia grossa onde os peixes desovam. Acresce que, se estes materiais são de origem orgânica, os seus depósitos vão fermentar, consumindo oxigénio.

2.5 - Transporte de produtos tóxicos tais como detergentes utilizados para a lavagem do vasilhame e do equipamento, polifenóis provenientes especialmente das uvas e dos vinhos tintos.

2.6 - Transporte de grandes concentrações de matéria orgânica. A maior parte da carga poluente dos efluentes vinícolas é devida à grande concentração de matérias orgânicas, provindo das águas de lavagem do equipamento, das borras e das lamas, o que permite o desenvolvimento de microrganismos que as utilizam como substrato de crescimento. Esta oxidação da matéria orgânica traduz-se por um consumo importante do oxigénio do meio aquático onde são lançados esses efluentes. A Fig. 4 representa um caso hipotético da variação da quantidade de oxigénio dissolvido ao longo de um rio onde são lançadas as águas de uma ETAR municipal e os efluentes de uma instalação industrial (Nalco, 1988). Estes dados são típicos do efeito de uma descarga de águas residuais numa corrente receptora.

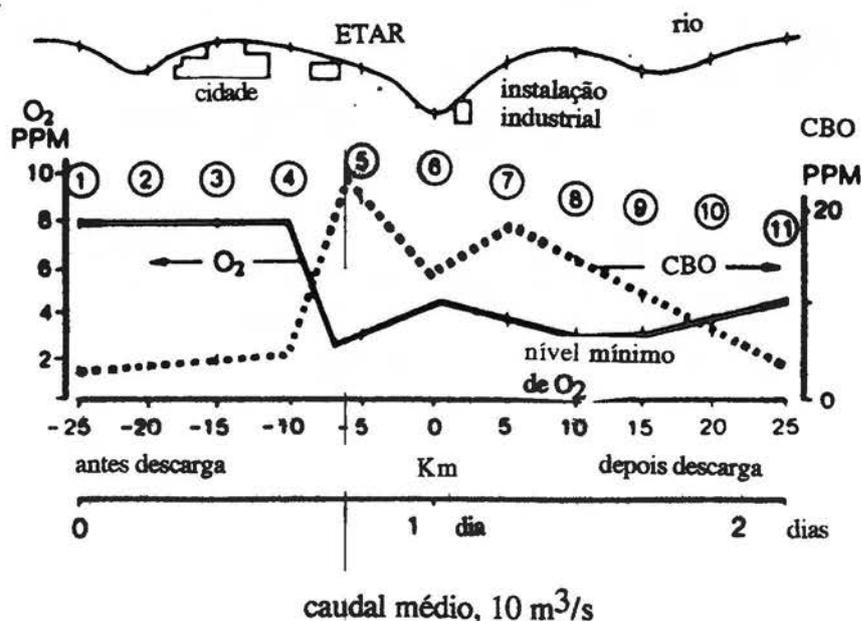


Fig. 4 - Curva hipotética de depressão de oxigénio dissolvido e de substâncias degradáveis (medidas como CBO) em várias estações de amostragem ao longo de um rio com dois pontos de descarga de efluentes.

O oxigénio consumido pode ser reposto a partir do oxigénio do ar que se dissolve com maior ou menor velocidade, dependendo da turbulência e da temperatura do meio. Se a corrente é turbulenta, o oxigénio será redissolvido na água e a corrente recuperará rapidamente. Se as águas são calmas, a recuperação será lenta.

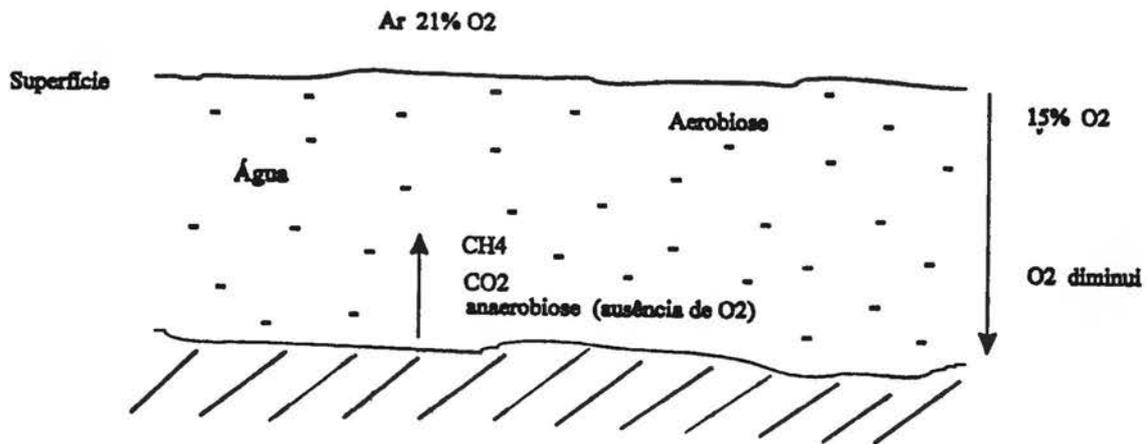


Fig. 5 - Trocas gasosas entre o ar e um meio aquoso num sistema em equilíbrio

A Fig. 5 pretende dar uma ideia das trocas gasosas num sistema em equilíbrio, ar-água em que se pode estabelecer um balanço entre o consumo (saída) e a entrada de oxigénio; se este for negativo compromete as condições de existência da fauna indígena e conseqüentemente a vida de certos peixes; se o teor em oxigénio é extremamente baixo, a água pode tornar-se séptica com desenvolvimento de substâncias tóxicas e de maus cheiros. O número de espécies de organismos cai rapidamente, formando-se uma população de seres indesejáveis tais como vermes. No entanto, se houver recuperação do curso de água, os organismos desejáveis começam a reaparecer, conforme se mostra na Fig. 6 (Nalco, 1988).

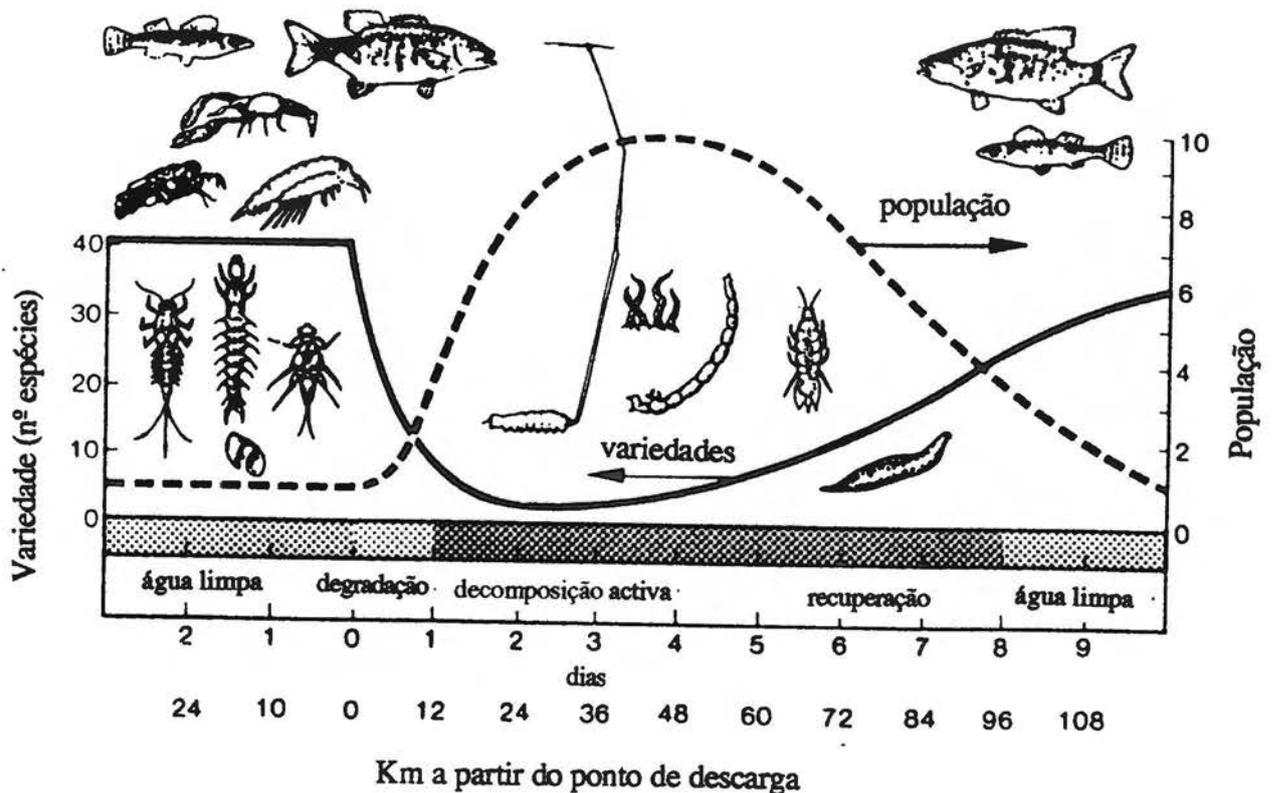


Fig. 6 - Mudanças na população de macrorganismos causadas pela descarga de efluentes num rio de águas limpas

Conclui-se assim que o lançamento de substâncias, mesmo naturais, nos cursos de água, provoca poluição desde que essas substâncias estejam em concentrações elevadas como é o caso dos efluentes vinícolas (em certas épocas do ano).

3 - Critérios de Avaliação da Poluição

Os principais contaminantes (Metcalf & Eddy, 1991) a serem considerados no tratamento dos efluentes vinícolas estão listados na tabela 1, definindo-se um certo número de parâmetros para caracterizar a sua acção poluente. São eles os seguintes:

Tabela 1 - Contaminantes a serem considerados no tratamento dos efluentes vinícolas

Contaminantes	Razão da sua importância
Sólidos suspensos	Os sólidos suspensos podem conduzir ao desenvolvimento de depósitos sob a forma de lamas e de condições anaeróbias quando as águas residuais são lançadas no ambiente aquático sem tratamento prévio.
Produtos orgânicos biodegradáveis	Compostos principalmente por carboidratos, proteínas e gorduras (grainhas). A matéria orgânica biodegradável é medida em termos de CBO (carência bioquímica de oxigénio) e CQO (carência química de oxigénio). Se estes materiais são descarregados por tratar, para o ambiente, a sua estabilização biológica pode conduzir a uma diminuição das fontes naturais de oxigénio e ao desenvolvimento de condições sépticas.
Nutrientes	Tanto o azoto como o fósforo juntamente com o carbono são nutrientes essenciais para o crescimento dos seres vivos. Quando descarregados no meio-aquático, estes nutrientes podem levar ao crescimento de vida aquática indesejável. Por outro lado, quando devidamente utilizadas podem ser benéficos em termos de fertilização.
Produtos orgânicos refractários	Estes produtos tendem a resistir aos métodos convencionais de tratamento de águas residuais. Exemplos típicos incluem os detergentes, os polifenóis e os pesticidas.
Produtos inorgânicos dissolvidos	Os constituintes inorgânicos dissolvidos têm um papel pouco importante no que se refere a este tipo de efluentes, no entanto poder-se-á considerar o potássio, o sódio, os sulfatos.

• **Sólidos Suspensos Totais (SST)**

A característica física mais importante de uma água residual é o seu conteúdo em sólidos totais, compreendendo matéria flutuável, matéria sedimentável, matéria coloidal e matéria em solução. Trata-se portanto de todos os elementos, quer sejam de natureza inorgânica, quer orgânica. Exprime-se em miligramas de matéria sólida por litro de água residual.

• **Carência bioquímica de oxigénio (CBO5)** mede a quantidade de oxigénio que é consumida em 5 dias pelos microrganismos que degradam a matéria orgânica contida no efluente. Esta medida simula a quantidade de oxigénio que será retirada do meio natural, devido à actividade normal dos microrganismos que aí se desenvolvem, se essa poluição fosse lançada num curso de água. Mede pois a matéria orgânica biodegradável.

• **Carência química de oxigénio (CQO)**. É a quantidade de oxigénio necessária para a oxidação química de toda a matéria orgânica quer seja ou não biodegradável. A relação CBO5/CQO permite apreciar a biodegradabilidade de um efluente. Considera-se que um efluente é biodegradável se esta relação é superior a 0.5. Para efeito de cálculo comparativo das cargas orgânicas de diversos efluentes, define-se um outro parâmetro - matéria orgânica (MO) como uma média ponderada entre os valores de CQO e CBO5 efectuados sobre os efluentes depois da separação das matérias decantáveis durante 2 horas (ad2) (Picot, 1992)

$$MO = \frac{CQO_{ad2} + 2CBO5_{ad2}}{3}, \text{ mg O}_2/\text{l}$$

• **Matéria azotada correspondendo** ao azoto orgânico e amoniacal contido no efluente.

• **Matéria fosforada** mede o fósforo total (orgânico e mineral) no efluente.

A poluição azotada e fosforada é particularmente responsável pelos problemas de eutroficação dos meios.

• **Noção de habitante - equivalente**

Para avaliar uma poluição industrial, a título comparativo, utiliza-se

a noção de habitante equivalente, entrando em conta com os valores de caudais diários de águas usadas, SST, CQO e CBO5 dos efluentes em causa. Na bibliografia aparecem várias definições que, no entanto divergem nos valores numéricos destes parâmetros. Neste trabalho considerou-se que um habitante dá origem a 150 litros diários de águas usadas, contendo 90g de SST e 57g de matéria orgânica (MO).

4 - Principais Fontes de Poluição nas Adegas

4.1 - Considerações gerais

Pondo de lado os resíduos da colagem (caseína, albumina, gelatina), a matéria orgânica nos efluentes vinícolas provém essencialmente das uvas. As grânhas, o cango e as películas são os elementos mais visíveis, mas é a fracção orgânica solúvel (açúcares, ácidos, alcoois, polifenóis, nitratos, fosfatos) que conduz à asfixia dos rios e/ou à desestabilização das ETAR'S municipais.

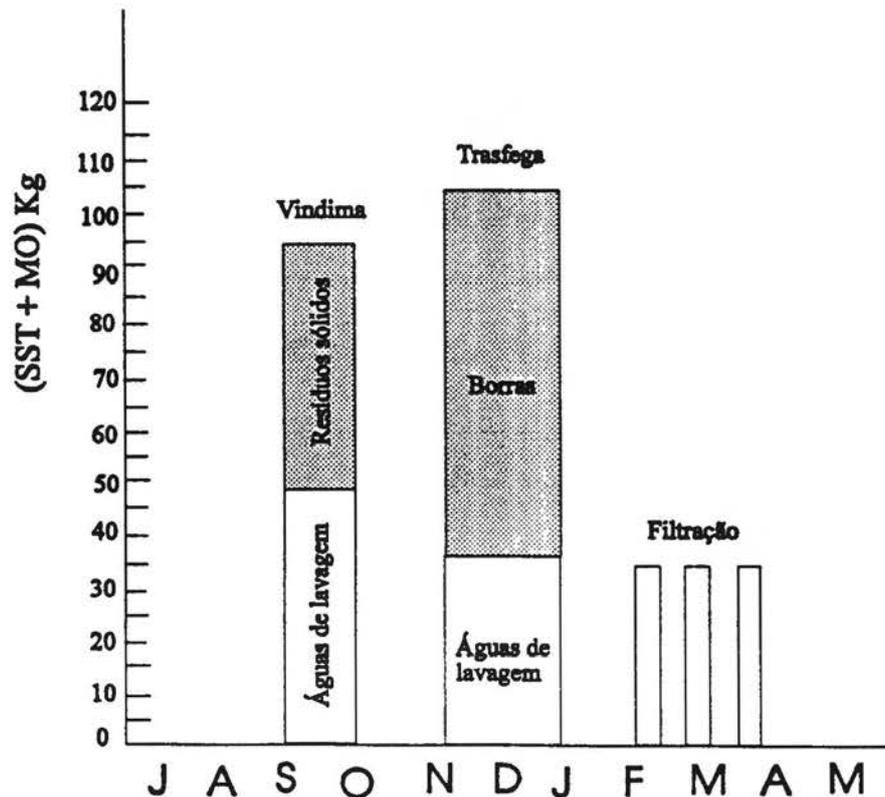


Fig. 7 - Poluição global produzida no decurso da elaboração de um champanhe.

Cada uma das etapas da produção do vinho representa uma fonte de poluição de grandeza variável conforme a capacidade da adega, a tecnologia utilizada e o tipo de matéria prima (uvas) processada. Na Fig. 7 pretende dar-se uma ideia das principais fontes poluentes e do seu valor relativo no decurso da elaboração de um vinho da zona do champanhe. Os valores aqui apresentados foram retirados da bibliografia (Rochard, 1992), servindo meramente como orientação, visto dependerem de muitos factores que em geral se não podem traspor de caso para caso.

É nitido que os períodos de vindimas (prensagem, decantação, ...) e de trasfegas contribuem com a parte mais importante dos efluentes de uma adega, enquanto que a filtração dos vinhos tem pequena importância.

Estes efluentes apresentam geralmente uma boa biodegradabilidade, no entanto em períodos de trasfegas a quantidade de matérias suspensas é em geral maior do que durante o período das vindimas (Racault, 1994).

4.2. - Prensagem

A tabela 2 representa as características médias dos efluentes provenientes das lavagens ligadas à prensagem e à decantação de mostos da zona do champanhe (Rochard, 1992), enquanto na tabela 3 se representam os valores de parâmetros semelhantes relativos às lamas da decantação dos mostos

Tabela 2 - Características médias dos efluentes provenientes das lavagens associadas à prensagem e à defecação

Características	Teores
pH	4.1 - 6.2
sólidos suspensos totais, SST (mg/l)	940
carência bioquímica de oxigénio, CBO5 (mg/l)	4800
carência química de oxigénio, CQO (mg/l)	9900
azoto total (mg N/l)	140
fósforo (mg P/l)	40
potássio (mg/l)	290

Tabela 3 - Características médias das lamas provenientes da defecação estática

Características	Teores
pH	3.4
carência bioquímica de oxigénio, CBO5 (mg/l)	80.000
carência química de oxigénio, CQO (mg/l)	116.000
azoto total (mg N/l)	710
fósforo (mg P/l)	104

Comparando os valores das duas tabelas, torna-se claro que as lamas provenientes da sedimentação dos mostos quando lançadas directamente no esgoto, aumentam significativamente a poluição causada por estes efluentes, devido aos valores elevadíssimos de CQO e CBO5.

4.3. - Trasfega e eliminação do tártaro

Esta etapa de vinificação apresenta um risco de poluição a não despresar, devido às características das águas de lavagem das cubas, conforme se pode observar pela tabela 4 que se refere a valores médios para vinhos da zona do champanhe, (Rochard, 1992). É de notar que as cargas poluentes, devidas à trasfega de vinhos brancos e de tintos é em geral bastante diferente.

Verifica-se que as lias provenientes da trasfega tem características semelhantes às lamas da decantação (Tabela 3) no que se refere à carga orgânica e ao conteúdo de sólidos.

A eliminação do tártaro que, em geral, se efectua depois da trasfega, consegue-se muitas vezes por utilização de soda caustica que dissolve o tartarato ácido de potássio aderente às paredes das cubas. O efluente desta operação gera não só uma poluição orgânica ligada ao ácido tartárico, como uma certa toxicidade ligada à presença do sódio. Por outro lado, a utilização de grandes quantidades de hidróxido de sódio pode conduzir a uma modificação sensível do pH do meio receptor. A tabela 5 apresenta valores de parâmetros relativos a efluentes provenientes da eliminação de tártaro, utilizando soda (Rochard, 1992).

Tabela 4 - Características médias dos efluentes provindo das lavagens das cubas depois de uma trasfega

Características	Teores
pH	3.9 - 6.5
sólidos suspensos totais, SST (mg/l)	1250
carência bioquímica de oxigénio, CBO5 (mg/l)	2650
carência química de oxigénio, CQO (mg/l)	5300
azoto total (mg N/l)	220
fósforo (mg P/l)	25
potássio (mg/l)	200

Tabela 5 - Características de soluções provenientes da eliminação do tártaro, utilizando hidróxido de sódio.

Volume da Cuba (hl)	Quantidade Soda (kg)	CBO5 (mg/l)	pH
920	35	42.500	12.1
530	25	84.670	11.6

4.4 - Filtração e centrifugação

É relativamente difícil determinar as cargas poluentes resultantes destas operações, devido à grande variabilidade na quantidade de água utilizada, no tipo de equipamento (separando ou não as respectivas lamas) e no objectivo em vista, isto é, filtração/centrifugação de mostos, filtração de vinhos com borras, utilização de filtros com diatomáceas,

Na tabela 6 apresentam-se algumas cargas específicas (g/hl de vinho tratado) relativas a estas operações quando aplicadas a mostos e vinhos da zona de Bordeus (Racault, 1994)

É de notar a disparidade dos valores de sólidos suspensos totais relativos aos dois filtros, quando o valor de CQO é o mesmo. Isto deve-se unicamente à quantidade de auxiliar de filtração que é retirada em cada etapa.

Tabela 6 - Poluição causada pelas operações de filtração e centrifugação.

Tipo de Operação	CGO (g/hl vinho)	SST (g/hl vinho)
Filtro rotativo com diatomáceas	184.5	50.8
Centrifugação de branco com borras	296	45.1
Centrifugação de tinto com borras	26.4	54.0
Filtro de pratos, vinho branco	184	285

5 - Redução da Carga Poluente

5.1. - Metodologias a utilizar

Sem dúvida, a única alternativa para reduzir a carga poluente de uma adega e/ou destilaria é a recuperação dos sub-produtos, o que impõe esforços suplementares relativamente a uma simples rejeição directa para o esgoto.

Sob o ponto de vista económico esta recuperação tem sido pouco valorizada pela parte da maioria das empresas, no entanto estão a efectuar-se trabalhos de investigação e desenvolvimento que poderão contribuir para a melhoria da situação poluidora do sector vinícola. Conforme se viu, os principais produtos causadores de poluição são

- resíduos sólidos de granulometria apreciável provenientes do desengace, da prensagem e da decantação de tintos
- lamas e borras provenientes da defecação estática, da centrifugação, da filtração e das trasfegas
- cristais de tartarato ácido de potássio provenientes da estabilização dos vinhos
- substâncias solúveis provenientes da perda de matéria prima.

Todos estes produtos podem ser arrastados em maior ou menor quantidade pelas águas de lavagem conforme a tecnologia utilizada em cada adega.

Se for possível separar em grande parte estes materiais das águas de lavagem, isto é, segregar os efluentes muito concentrados dos poucos concentrados, conseguir-se-á reduzir drásticamente a poluição causada por uma adega.

Enumeram-se algumas técnicas destinadas a limitar a carga poluente ou a facilitar o tratamento do efluente:

5.1.1. - Elementos sólidos

Além de constituírem uma fonte poluidora, estes elementos podem contribuir para o entupimento das canalizações e deterioração das bombas.

Em muitas empresas vinícolas utilizam-se as bacias de decantação para eliminar este tipo de elementos sólidos, verificando-se na prática uma eficiência bastante limitada. Com efeito, os períodos de rejeição que coincidem com a ponta de actividade da empresa são pouco propícios à manutenção das tais bacias (purga das lamas decantadas). Por outro lado, como os efluentes são ricos em açúcar, entram rapidamente em fermentação, libertando gás que se opõe à sedimentação dos materiais em suspensão. É de considerar ainda a possibilidade de libertação de mais cheiros.

Um tratamento alternativo e mais eficiente consiste na crivagem das águas brutas, utilizando um crivo estático inclinado do tipo persiana, cujo funcionamento se representa na Fig. 8

5.1.2. - Lamas e borras

Estes dois subprodutos representam mais de 40% da poluição orgânica total de uma adega (Rochard, 1992). É normal, em algumas regiões, valoriza-los, utilizando-os nas destilarias ou como fertilizantes.

É possível separar a fracção líquida das matérias em suspensão, desde que se utilize uma tecnologia adequada (filtros prensa ou filtros rotativos de vazio) ou que haja uma organização do trabalho e sensibilização do pessoal no sentido de separar as águas de lavagem muito concentradas das pouco concentradas.

5.1.3. - Tártaro

Os cristais de tartarato ácido de potássio produzidos pela estabilização dos vinhos pelo frio podem ser recuperados para a produção

de ácido tartárico. Para o efeito utilizam-se várias técnicas como sejam:

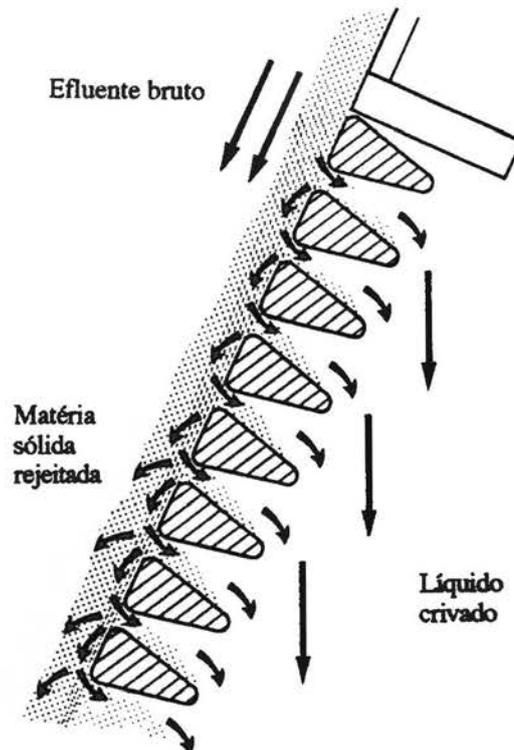


Fig. 8 - Princípio de funcionamento de um crivo com grelha inclinada

- eliminação das incrustações por acção mecânica, seguindo-se o tratamento com uma quantidade reduzida de hidróxido de sódio para provocar a limpeza química.
- lavagem com água quente imediatamente após a trasfega, devendo ter-se atenção à resistência mecânica dos materiais das cubas.
- revestimento interno da cuba com materiais de fraca rugosidade de modo a dificultar a adesão dos cristais de tartarato.

5.2. - Características das águas de lavagem com segregação de correntes

A Fig. 9 representa os resultados de um estudo efectuado na região de Bordeus sobre a caracterização das águas de lavagem de uma adega com capacidade de 140.000 hl quando se separam as águas mais concentradas das restantes (Racault, 1994).

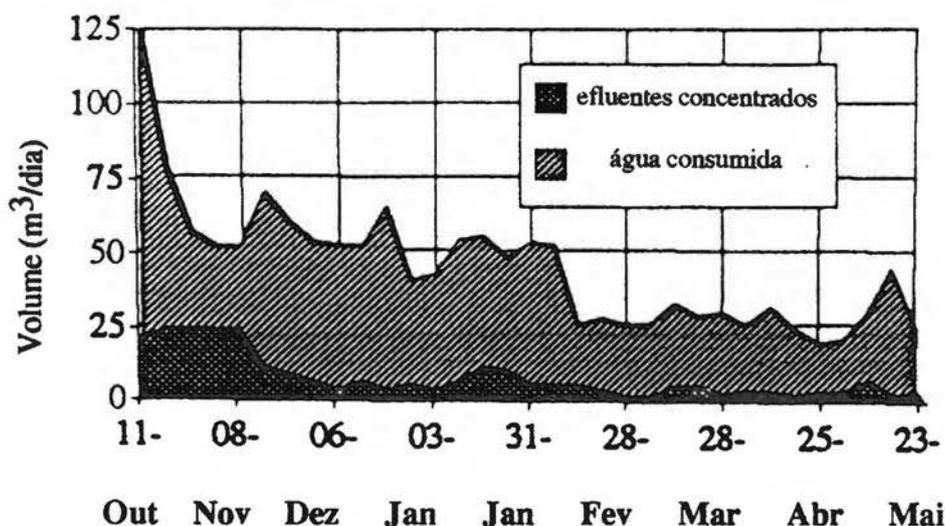


Fig. 9 - Evolução do consumo de água e do volume de efluentes concentrados numa adega durante um ciclo anual.

A tabela 7 representa as características desses efluentes concentrados. Verifica-se que os volumes médios diários durante um ciclo representam apenas $7.5 \text{ m}^3/\text{dia}$ com uma concentração de cerca de 25 g/l CQO, enquanto que durante a época de ponta esse volume sobe para $24 \text{ m}^3/\text{dia}$ com uma carga de cerca de 46 g/l CQO.

Tabela 7 - características dos efluentes concentrados (volumes mínimos de lavagem).

	volume de efluentes concentrados (m^3/dia)	concentração da 1 ^{as} águas lavagem CQO g/l	factor de diluição das águas de lavagem concentradas
mínimo	1	3.1	1.5
máximo	24	45.9	17.9
médio	7.5	24.2	6.9

As lavagens de acabamento referentes às diversas operações, as lavagens do solo e outras provocam um aumento significativo do volume de efluentes e uma forte diluição; em época de ponta o factor de diluição pode ir a cerca de 18 vezes.

Este exemplo, que não divergirá muito dos valores relativos da média das adegas, põe em evidência a possibilidade de reduzir a carga dos efluentes das empresas vinícolas.

6 - Conclusões

A poluição de origem vinícola tem sido sistematicamente esquecida, no entanto parece ter ficado provado que as cargas orgânicas provenientes das estruturas de produção não podem se menosprezadas.

É possível diminuir drasticamente a poluição causada pelo sector vinícola

- separando grande parte dos materiais sólidos presentes nos efluentes líquidos
- segregando os líquidos concentrados dos efluentes mais diluídos
- armazenando os líquidos com elevadas cargas orgânicas para tratar durante os meses que se seguem às épocas de ponta
- valorizando todos os resíduos sólidos e mesmo líquidos.

BIBLIOGRAFIA

Beltran, F.J., Encinar, J. M., Garcia - Araya, J. - Oxidation by ozone and chlorine dioxide of two distillery wastewater contaminants: gallic acid and epicatechin, **Wat. Res.**, 27, 1023-1032, 1993

Cochet, Paul - Caves et distilleries vinicoles en Languedoc - Roussillon, Impact sur le milieu, **Revue des Oenologues**, 33-34, 13-14, 1991

Glissant, E. - Les pluies acides, Le Courier, UNESCO, Jan 1985

Metcalf & Eddy - Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse, Mc Graw Hill, 3^a ed., 1991

Morais, M. H. - Tratamento e valorização de efluentes de destilarias vinícolas, tese de doutoramento, Lisboa 1988

Nalco Water Handbook - Frank Kemmer, ed., Mc Graw Hill, Singapore, 1988

Picot, B. - Pollution engendré par les établissements vinicoles: nature, critères d'évaluation et caractéristiques, **Rev. Fr. d'Oenol.**, 134, 5, 1992

Racault, Y.; Lenoir, A. - Evaluation des charges polluantes de deux caves vinicoles du Sud-Ouest de la France sur un cycle annuel, Congrès Internationale sur le traitement des effluents vinicoles, Narbonne, 37-43, 1994

Rochard, J. - Réduction de la charge polluante et du volume des rejets dans les caves vinicoles, **Rev. Fr. d'Oenol.** 134, 11-20, 1992

Rochard, J.; Viaud, M. - Contribution à la réduction de l'eau dans les caves - Application au lavage des pressoirs, Congrès International sur le traitement des effluents vinicoles, Narbonne, 53-57, 1994

Valentin, G. - Rejets vinicoles - problématique, situation champenoise, réglementations française et européenne, Congrès International sur le traitement des effluents vinicoles, Epernay, 255-60, 1994