

TRATAMENTO BIOLÓGICO DOS EFLUENTES VÍNICOLAS DA SOGRAPE Biological Treatment of SOGRAPE's Winery Effluents

FRANCISCA BRAGA ⁽¹⁾ e CHENG CHIA-YAU ⁽²⁾

⁽¹⁾ Mestre em Engenharia do Ambiente, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, ega12029@fe.up.pt

⁽²⁾ Professor Associado Convidado, FEUP,
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, cheng@fe.up.pt

Resumo

O Centro de Produção (CP) da empresa SOGRAPE Vinhos está situado em Vila Nova de Gaia, Portugal. O efluente industrial, após tratamento adequado, é aceite para a descarga no coletor municipal. O efluente, devido a altas concentrações de CQO (Carência Química de Oxigénio) requer pré-tratamento. A média mensal de 2013 e 2014 mostra que a produção diária de efluentes industriais do PC é de cerca de 200 m³ com concentrações de CQO entre 2000 e 7500 mg/L, NTK (Azoto Total Kjeldahl) de 15 a 85 mg/L, SST (Sólidos Suspensos Totais) de 400 a 1500 mg/L e valores de pH de 4 a 11. O processo mais proeminente de pré-tratamento é o biológico, com baixo custo de operação e maior sustentabilidade ambiental. Um estudo em laboratório utilizando uma unidade reduzida de leito percolador, revela elevada eficácia de tratamento e permite a avaliação dos valores cinéticos para o projeto à escala real.

O processo de pré-tratamento projetado inclui, além do leito percolador, uma unidade de coagulação-floculação opcional, um tanque de decantação e um sistema de tratamento de lamas. A simulação das condições de operação do leito percolador revela uma eficácia satisfatória de tratamento.

Palavras-chave: SOGRAPE, efluente vinícola, taxa de remoção cinética, leito percolador, dimensionamento.

Abstract

The Production Center (PC) of SOGRAPE wine company is located at Vila Nova de Gaia, Portugal. The industrial effluent, after appropriate treatment, is accepted for discharge at the municipal collector. The monthly average of 2013 and 2014 shows that the daily production of industrial effluents from the PC is of 200 m³ with COD concentrations between 2000 and 7500 mg/L, TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) of 15 to 85 mg/L, TSS (Total Suspended Solids) of 400 to 1500 mg/L and pH values of 4 to 11. The most prominent pre-treatment process is biological, with low operating costs and improved environmental sustainability. A laboratory study using a percolating filter unit reveals high treatment efficacy and yields kinetic values for the full-scale design.

The designed pretreatment process includes, in addition to the percolating filter, an optional coagulation-flocculation unit, a settling tank and a sludge treatment system (a holding tank and a mechanical dewatering unit with chemical conditioning).

Keywords: SOGRAPE, winery effluent, kinetic removal rate, percolating filter, scale-up.

1. Introdução

A indústria vinícola desempenha um papel predominante na economia portuguesa com vendas elevadas e altos níveis de exportação. A SOGRAPE Vinhos é uma empresa portuguesa fundada em 1942 que conta com cerca de 830 ha espalhados por todo o território português. O processo de produção do CP, sem vindimas, gerou efluentes que são essencialmente provenientes das operações de lavagem das cubas de armazenamento, dos tanques de fermentação, dos filtros de clarificação e das linhas de engarrafamento, além do derrame e resíduos de vinho.

Estes efluentes de vinificação necessitam de ser tratados e para tal é necessário cumprir a legislação referente aos mesmos. Existem vários tipos de tratamento para os efluentes vinícolas (físicos, físico-químicos e biológicos), sendo o principal objetivo remover as substâncias orgânicas e neutralizar a acidez, de forma a poderem ser descarregados num meio recetor, natural ou não, sem provocar danos.

Considerando a elevada carga orgânica biodegradável associada ao efluente em questão e o grau de tratamento necessário, o processo mais vantajoso é o biológico onde a maior parte dos materiais orgânicos são convertidos bioquimicamente em substâncias inorgânicas simples.

Para o tratamento biológico o processo mais interessante é o LP (Leito Percolador), porque tem baixo custo de exploração, especialmente em energia; necessidade de poucos equipamentos eletromecânicos, reduzindo o custo de manutenção; é bastante simples comparativamente com outros processos e, por fim, a presença de ruído, vibração ou aerossóis incómodos não é significativa.

Entre os fatores que podem afetar direta ou indiretamente o desempenho, e conseqüentemente, a eficácia e o custo de tratamento, as cargas hidráulica e orgânica, o tipo e a altura do meio de suporte, a temperatura, o estado do biofilme, o grau de arejamento e a frequência de dosagem de água residual são os mais relevantes.

Entre os parâmetros, as cargas hidráulica e orgânica, em relação com a eficácia de tratamento, devem ser verificadas laboratorialmente utilizando efluentes reais.

2. Estudo de Tratabilidade

Uma unidade, à escala laboratorial, de LP foi utilizada para determinação do coeficiente de remoção de CQO, k_d , de acordo com a equação 1, proposta por Velz, (1948):

$$dC/dt = -k_d * C \quad [1]$$

em que C representa a concentração de poluente biodegradável, (mg/L) e t o tempo de tratamento (dias).

A unidade LP (Figura 1) consiste num leito de ϕ 300 x 550 mm, com meio de enchimento fornecido pela EXPO-NET (Dinamarca), e um depósito de efluente de 50 L. Uma bomba submersível, com um caudal máximo de 0,5 m³/h, foi instalada para elevação, distribuição e recirculação do efluente.

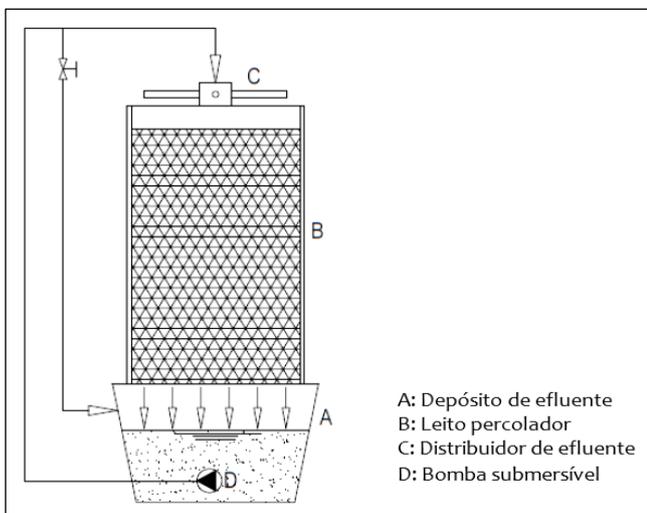


Figura 1. Unidade utilizada para o estudo da tratabilidade.

Os efluentes sujeitos a estudo foram recolhidos do tanque existente de igualização e neutralização da SOGRAPE, tendo valores de CQO entre 3500 e 11 500 mg/L e pH entre 6 e 7. Na fase de arranque para crescimento de biofilme, que demorou cerca de 2 semanas, a remoção de CQO foi linear em relação ao tempo de tratamento.

Ao longo do estudo, não foi feito nenhum ajuste intencional de nutrientes ou pH. As taxas de fluxo de percolação hidráulica estiveram entre 180 e 230 L/h, correspondendo a taxas de carga hidráulica de superfície de 2,5 a 3,3 m³/m²/h.

3. Resultados

Nos 5 runs de tratamento, apresentados no Quadro 1, as taxas de remoção de CQO são claramente reações de primeira ordem tal como representada pela equação de Velz.

Quadro 1. Valores do coeficiente k_d .

Run	k_d (L/d)	R^2
1	0,142	0,9537
2	0,230	0,9684
3	0,305	0,9132
4	0,228	0,9337
5	0,384	0,9823

As taxas de remoção calculadas variaram entre 0,14 e 0,38/d, sendo que os valores mais credíveis se situam entre 0,2 e 0,3/d.

Na Figura 2 apresenta-se um exemplo de determinação do coeficiente por linerização da equação acima citada.

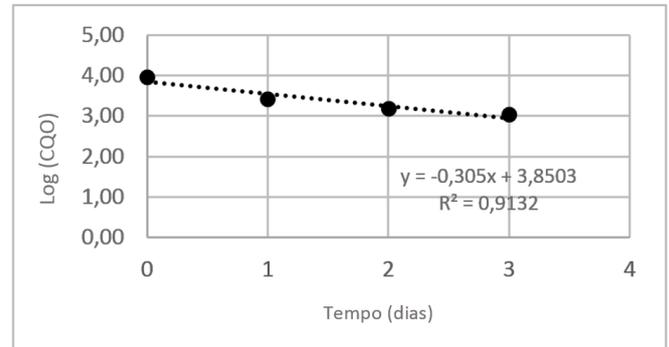


Figura 2. Exemplo da determinação do coeficiente de redução (3º Run).

4. Dimensionamento

O dimensionamento do LP foi realizado atendendo às seguintes considerações:

1. Concentração média de CQO do efluente bruto: 7500 mg/L;
2. Eficácia mínima de tratamento: 85% de remoção de CQO;
3. Caudal médio a tratar: 200 m³/d;
4. Coeficiente de taxa de remoção de CQO: 0,31/d;
5. Tempo médio de tratamento pelo LP: 0,5 d;
6. Fator de segurança para altura do LP: 1,25.

A altura efetiva do LP calculada é de 3,9 m sendo o volume útil do meio de enchimento de 470 m³, correspondente a 2900 unidades de Bio-Blok 100 da EXPO-NET.

As condições previstas de funcionamento em termos de carga hidráulica superficial e carga orgânica volúmica são de 7,0 m³/m²/d e 4,0 kg CQO/m³/d, respetivamente.

O processo de pré-tratamento projetado inclui, além do leito percolador, uma unidade opcional de coagulação-floculação, um tanque de decantação e um sistema de tratamento de lamas (um tanque de retenção/igualização e uma unidade de desidratação mecânica com condicionamento químico).

5. Simulação

Considerando as incertezas relativas à geração de efluente, é muito provável que o sistema de pré-tratamento não funcione nas condições simplificadas adotadas para o dimensionamento. Assim realizou-se uma simulação sob as condições de efluente bruto sabendo o horário de funcionamento da empresa. As simulações (realizadas no Excel®) da eficiência do tratamento (incluindo caudal de tratamento, capacidade de homogeneização e horas de tratamento e descarga) foram conduzidas de acordo com diferentes condições de horas de trabalho e geração de efluentes no CP.

Os exercícios de simulação foram realizados com base nas 2 fases de funcionamento do tanque de igualização e do LP:

1. Sem descarga de efluente pré-tratado para coletor municipal, mantendo um funcionamento contínuo do LP,
2. Com descarga controlada de efluente pré-tratado para coletor municipal, mantendo um funcionamento contínuo do LP.

Os resultados de um dos dias de operação mais desfavorável são mostrados nas Figuras 3 e 4, onde a concentração média de CQO medida a partir de uma amostra composta de 24 h é da ordem dos 1050 mg/L, apenas suficiente para cumprir o limite exigido de 1000 mg/L. A simulação também indica que o volume do tanque de equalização existente não é suficiente para acomodar o fluxo do efluente e deve ser ampliado para, pelo menos, 200 m³.

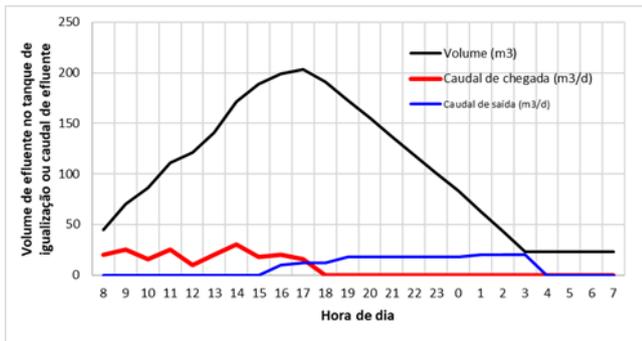


Figura 3. Exemplo dos resultados de simulação.

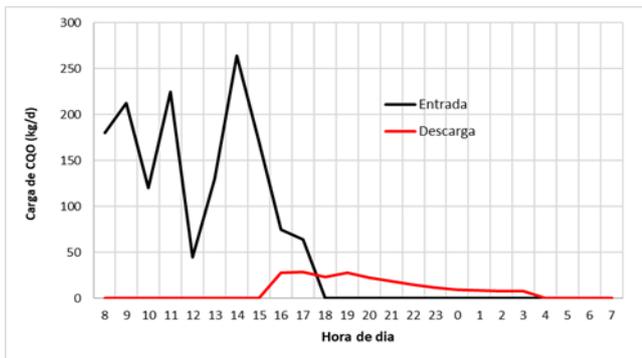


Figura 4. Exemplo dos resultados de simulação.

Uma vez que a eficácia de remoção de CQO no LP é uma reação de 1^a ordem, tal como indicado implicitamente nas Figuras 5 e 6, o mérito da altura do meio de enchimento reduz significativamente quando a concentração de CQO do efluente pré-tratado diminui. Consequentemente, a estrutura do LP a construir deverá ser preparada para uma possível acomodação do meio de enchimento até 5 m de altura.

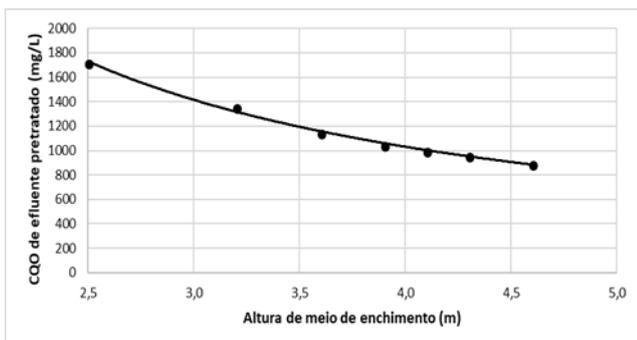


Figura 5. Exemplo dos resultados de simulação.

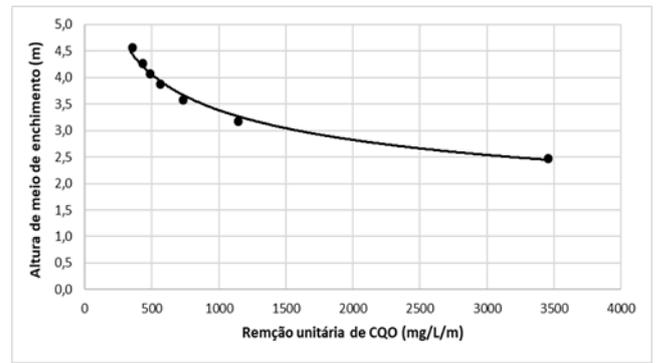


Figura 6. Exemplo dos resultados de simulação.

6. Conclusões

O leito percolador é realmente um método bastante eficaz para este caso de estudo, visto que apresenta várias vantagens para a indústria, entre elas o baixo custo de exploração, equipamento simples e o mínimo impacto ambiental.

As experiências laboratoriais, apesar da pequena escala, podem fornecer dados importantes para as unidades de tratamento à escala real e também para simulação do desempenho do tratamento.

A simulação do funcionamento do sistema de pré-tratamento permite visualizar a evolução do desempenho, planear a operação e melhorar o projeto.

Dos vários fatores que podem afetar a eficácia do pré-tratamento, a concentração de vinho no efluente bruto é dos mais significativos. Assim, é indispensável minimizar a perda de vinho residual após trasfega e antes da limpeza dos depósitos, reduzindo a concentração de CQO nos efluentes a tratar e minimizando o consumo de água que corresponde à geração de efluente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio prestado pela empresa SOGRAPE Vinhos no desenvolvimento deste projeto.

Referências

Velz, C. J. (1948) *A basic law for the performance of biological filters*, Sewage Works Journal, Vol. 20, N.º. 4, pp. 607-617.