

Resumo

Existem vários esquemas de Estações de Tratamento de Águas Residuais. A escolha do processo a implementar depende da localização, da carga a tratar e das propriedades exigidas para o efluente final tratado uma vez que existem processos que se revelam economicamente e ambientalmente mais rentáveis do que outros.

Esta tese pretende estudar diferentes esquemas de tratamento de águas residuais em termos de controlo analítico, de eficiência de remoção da população bacteriana total e resistente a um antibiótico (ciprofloxacina), hidrodinâmica de escoamento, análise económica e alertar para possíveis melhorias dos processos já implementados. O sistema em estudo, sob a exploração da EFACEC Ambiente, é composto por uma ETAR urbana de Montemor-o-Velho, um sistema de lagoa anaeróbia – lagoa aeróbia de Ereira e um sistema de lagoa arejada mecanicamente – lagoa facultativa de decantação de Carapinheira.

Assim sendo, foram analisadas amostras de afluente e efluente das três ETARs e verificou-se que em termos de controlo analítico e de análise das populações microbianas os esquemas de lagunagem apresentam resultados mais positivos, com processos com maior percentagem de remoção, em particular na ETAR de Carapinheira, com reduções efectivas de 4.50×10^6 UFC/ml para os heterotróficos totais, de 1.76×10^5 UFC/ml para os heterotróficos resistentes à ciprofloxacina, de 6.37×10^5 UFC/ml para os coliformes fecais, de 2.75×10^4 UFC/ml para os coliformes fecais resistentes à ciprofloxacina e de 2.87×10^4 UFC/ml para os enterococos. Verifica-se também que os processos vão constantemente concentrando os microrganismos resistentes à ciprofloxacina no efluente tratado e que por dia são dispersados no ambiente biliões de bactérias resistentes à ciprofloxacina em cada ETAR. Estes factores, multiplicados pelas 1187 ETARs em Portugal, têm grande impacto a nível ambiental, de saúde humana e pode ter consequências impensáveis a curto/médio prazo.

A hidrodinâmica do escoamento nas lagoas é um factor decisivo para a eficiência do processo. O escoamento na ETAR de Ereira foi melhorado com a introdução de um

septo a $\frac{1}{4}$ do comprimento da lagoa aeróbia, reduzindo a caudal médio o volume morto da lagoa de 0.34% para 0.13%.

A nível económico a ETAR com maior rentabilização de custos actualizados a 20 anos com critérios de valorização é a ETAR de Carapinheira (397 k€), que aparenta ter o esquema de processo com maior eficiência de remoção de heterotróficos totais por EURO de tratamento (16.9×10^{12} UFC/€). A ETAR de Montemor é a ETAR de maior investimento e com menor eficiência. A ETAR de Ereira do ponto de vista económico é uma ETAR de baixos custos actualizados a 10 anos (45,8 k€), com uma intermédia redução de parâmetros físico químicos por EURO gasto mas uma baixa redução a nível microbiológico.

Palavras-chave: ETAR, Lagunagem, Eficiência de Remoção bacteriana, Resistência a Antibióticos, CFD, Análise Económica

Abstract

There are several schemes for Wastewater Treatment Plants. Depending on the locations and the wastewater properties required for the treated effluent there are processes that are economically and environmentally more profitable to implement.

This thesis aims at comparing various schemes of wastewater treatment plants in terms of analytical control, efficiency of bacteria removal and resistance to ciprofloxacin, hydrodynamic flow, economic analysis and possible improvements of the actual processes. The system under study is managed by EFACEC Environment and is composed by an urban Montemor-o-Velho plant, a system of anaerobic pond - aerobic pond at Ereira, and a system of mechanically ventilated pond - sedimentation pond at Carapinheira.

In terms of analytical control and examination of the microbial populations, lagoon processes have optimistic results, with the highest percentage of removal, particularly in Carapinheira, with cuts of 4.50×10^6 CFU/ml for the total heterotrophic bacteria, 1.76×10^5 CFU/ml for the heterotrophic resistant to ciprofloxacin, 6.37×10^5 CFU/ml for faecal

coliforms, 2.75×10^4 CFU/ml for faecal coliform resistant to ciprofloxacin and 2.87×10^4 CFU/ml for enterococcus. The treatment processes concentrate the microorganisms resistant to ciprofloxacin in the treated effluent and per day several billions of bacteria resistant to ciprofloxacin are dispersed in the environment by each plant. These factors, multiplied by 1187 Wastewater Treatment Plants in Portugal, have great impact on environmental and human health and may have severe consequences in medium/ short term.

The hydrodynamic of the lagoons is a major factor in the process efficiency. The design of Ereira plant was improved with the introduction of a septum at $\frac{1}{4}$ of the length of the aerobic pond, reducing the stagnant volume of the pond from 0.34% to 0.13%.

In an economic perspective, the plant that appears to have greater process efficiency with total heterotrophic removal per EURO of 16.9×10^{12} UFC/€ is Carapinha with an actual cost with recovery criteria of 397 k€ at 20 years. The Montemor plant presents poorly used funding with analytical control and bacteria reductions far below the remaining systems. The Ereira plant from the economic point of view is a plant with the lowest actual cost in 10 years (45.8 k€), with an intermediate-level reduction of physical-chemical parameters by EURO spent but a lower microbiological reduction.

Keywords: Wastewater treatment plants, Wastewater stabilization pond, bacteria removal efficiency, antibiotic resistance, CFD, Economic Analysis.