

REDIMENSIONAMENTO DOS NOVOS ÓRGÃOS DA ETAR

André Silva dos Santos

Ponta Delgada, Setembro de 2019

Índice

1	Introdução	3
2	Dimensionamento do Volume do Tanque de Arejamento 2 e Tanque Anóxico	4
2.1.1	Dados de Base ao Projeto	4
2.1.2	Cálculo da fração biodegradável	4
2.1.3	Cálculo do volume global do tanque de arejamento	4
3	Necessidades de Oxigénio.....	6
3.1	Taxa de utilização de oxigénio	6
3.1.1	Taxa de utilização de oxigénio standard	6
3.1.2	Caudal de ar.....	7
4	Dimensionamento do Sistema de Arejamento do Tanque 1	9
4.1	Alterações realizadas.....	9
5	Dimensionamento do Sistema de Arejamento do Tanque 2	10
6	Tanque Anóxico.....	11
7	Anexos.....	12

1 Introdução

O presente projeto visa apresentar o dimensionamento dos novos órgãos da ETAR da instalação pecuária da empresa Agraçor – Suínos dos Açores, S.A..

Estes órgãos foram introduzidos com o intuito de iniciar a remoção biológica de nutrientes, aumentar o caudal de ar do sistema de arejamento e promover um arejamento prolongado ao efluente.

Este projeto apresenta-se como uma extensão do projeto de execução *“Concepção/Construção do Tratamento do Sobrenadante e Escorrências da ETAR”* submetido em janeiro de 2002 realizado pela empresa Ecoserviços.

Os novos órgãos introduzidos foram: um tanque de arejamento e respetivo sistema de arejamento; um tanque anóxico; aumento do caudal de arejamento do tanque de arejamento já existente, substituição e aumento dos seus discos difusores e substituição da rede de arejamento entre os supressores e o sistema de arejamento.

As alterações atrás referidas surgiram da necessidade do aumento de eficiência do sistema de tratamento de águas residuais da ETAR da Agraçor.

2 Dimensionamento do Volume do Tanque de Arejamento 2 e Tanque Anóxico

Por forma a aumentar o tempo de permanência da biomassa no sistema e iniciar a remoção biológica dos nutrientes foi necessário aumentar o volume dos tanques aeróbios e introduzir um tanque anóxico.

2.1.1 Dados de Base ao Projeto

Para o dimensionamento do sistema considerou-se os dados expostos na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Dados para dimensionamento do volume do tanque de arejamento.

<i>Descrição</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidades</i>
Caudal afluente à ETAR (Q)	100	m ³ /dia
Coeficiente de rendimento (Y)	0,6	mgVSS/mgCBO
Idade das Lamas, para um sistema de arejamento prolongado (θ_c)	30	dias
Concentração de substrato no afluente (S_o)	4500	mgCBO/L
Concentração de substrato no efluente (S)	5	mgCBO/L
Concentração de sólidos suspensos voláteis no licor misto (X_v)	2500	mg/L
Coeficiente de respiração endógena (K_d)	0,08	/dia
Fração biodegradável de sólidos suspensos voláteis ($f_{b'}$)	0,8	-
Concentração de Azoto total no afluente (N_o)	2000	mgN/L
Concentração de Azoto total no efluente (N)	5	mgN/L

2.1.2 Cálculo da fração biodegradável

O cálculo da fração biodegradável de sólidos suspensos voláteis é dado pela equação 2.1.

$$f_b = \frac{f_{b'}}{1 + (1 - f_{b'}) \times K_d \times \theta_c} = \frac{0,8}{1 + (1 - 0,8) \times 0,08 \times 30} = 0,54 \quad \text{Equação 2.1}$$

2.1.3 Cálculo do volume global do tanque de arejamento

O volume global útil necessário para o tanque de arejamento é dado pela equação 2.2.

$$V = \frac{Y \times \theta_c \times Q \times (S_o - S)}{X_v \times (1 + K_d \times f_b \times \theta_c)} = \frac{0,6 \times 30 \times 100 \times (4500 - 5)}{2500 \times (1 + 0,08 \times 0,54 \times 30)} = 1409 \text{ m}^3 \quad \text{Equação 2.2}$$

Foi considerado que o volume do tanque anóxico ocupa 25% do volume total calculado, posto isso, temos os seguintes volumes (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Cálculo da repartição de volumes.

<i>Descrição</i>	<i>Volume</i>	<i>Unidade</i>
Volume total	1409	m ³
Anóxico	352	m ³
Tanque de arejamento 1 (já existente)	900	m ³
Tanque de arejamento 2	157	m ³

Como a Agraçor possuía dois tanques próximos da ETAR que não estavam a ser utilizados (antigos digestores anaeróbios) estes foram utilizados como tanque anóxico e tanque de arejamento 2.

Esta utilização originou que tivéssemos volumes diferentes dos calculados, assim sendo, o tanque anóxico e o tanque de arejamento 2 apresentam um volume útil de 500 m³ cada e volume total de 600 m³ cada. Apresentam uma forma circular com 11 metros de diâmetro e uma coluna de água de 5,4 metros (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – Volumes aplicados.

<i>Descrição</i>	<i>Volume útil</i>	<i>Unidade</i>
Tanque de Arejamento 1	900	m ³
Tanque Anóxico	500	m ³
Tanque de Arejamento 2	500	m ³

3 Necessidades de Oxigénio

Para o cálculo das necessidades de oxigénio foram utilizados os dados da Tabela 2.1 e da Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Dados para dimensionamento das necessidades de oxigénio.

<i>Descrição</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidade</i>
Eficiência da transferência de oxigénio para líquido	18%	
Temperatura do ar na época fria	15	°C
Altitude (A)	200	m
Concentração de oxigénio dissolvido no meio (CL)	2	mgO ₂ /L
α	0,85	-
β	0,9	-
θ	1,024	-

3.1 Taxa de utilização de oxigénio

A taxa de utilização de oxigénio para a oxidação do carbono e nitrificação é dada pela equação 3.1.

$$TUO = 1,46 \times Q \times (S_o - S) - 1,42 \times P_{xv} + \frac{4,57 \times Q \times (N_o - N)}{1000} \quad \text{Equação 3.1}$$

A produção de lamas é dada pela seguinte equação.

$$\begin{aligned} P_{xv} &= Y \times Q \times (S_o - S) - K_d \times f_b \times X_v \times V \\ &= 0,6 \times 100 \times (4500 - 5) - 0,08 \times 0,54 \times 2500 \times 1900 \\ &= 64 \text{ kg} \frac{SSV}{dia} \end{aligned} \quad \text{Equação 3.2}$$

$$TUO = 1,46 \times 100 \times (4500 - 5) - 1,42 \times 64 + \frac{4,57 \times 100 \times (2000 - 5)}{1000} = 1477 \frac{kgO_2}{dia}$$

3.1.1 Taxa de utilização de oxigénio standard

Para o cálculo da taxa de utilização de oxigénio standard para o sistema de arejamento é necessário realizar a correção do fator Cs para a temperatura média do ar no Outono e Inverno e para a altitude do local de implementação do projeto. Na equação 3.3 é apresentado a

correção do fator C_s com base na temperatura e na equação 3.4 é apresentada a correção do fator C_s com base na altitude.

$$\begin{aligned} C_s &= 14,652 - 0,41022 \times 15 + 0,007991 \times 15^2 - 0,000077774 \times 15^3 \\ &= 10 \frac{mg}{L} \end{aligned} \quad \text{Equação 3.3}$$

$$fh = 1 - \left(\frac{A}{9450} \right) = 1 - \left(\frac{200}{9450} \right) = 0,98 \quad \text{Equação 3.4}$$

$$\begin{aligned} TUO_{Standard} &= \frac{TUO}{\frac{\beta \times fh \times C_s - Cl}{C_s} \times \alpha \times \theta^{T-20}} = \frac{1477}{\frac{0,9 \times 0,98 \times 10 - 2}{10} \times 0,85 \times 1,024^{15-20}} \\ &= 2872 \frac{kgO_2}{dia} \end{aligned} \quad \text{Equação 3.5}$$

3.1.2 Caudal de ar

Para o cálculo do caudal de ar foi considerando um peso específico do ar de $1,2 \text{ kg/m}^3$ e uma percentagem de oxigénio no ar de 23%.

$$\begin{aligned} Q_{ar} &= \frac{TUO_{standard}}{\text{Peso específico do ar} \times \text{percentagem de oxigénio no ar}} = \frac{2872}{1,2 \times 0,232} \\ &= 10406 \frac{m^3 ar}{dia} \end{aligned} \quad \text{Equação 3.6}$$

Considerando uma eficiência de 18% de transferência do oxigénio para o líquido, temos:

$$Q_{ar} = \frac{10406}{0,18} = 51811 \text{ m}^3/dia$$

$$Q_{ar} = \frac{57811}{24} = 2409 \text{ m}^3/h$$

No projeto inicial foram instalados dois supressores com funcionamento alternado com um caudal unitário de $456 \text{ m}^3/h$ a 600 mbar, isto resulta, num défice de ar de $1953 \text{ m}^3/h$.

Para suprimir este déficit de ar introduzimos um novo supressor de $400 \text{ m}^3/\text{h}$ a 600 mbar para fornecer oxigénio ao novo sistema de arejamento do tanque de arejamento 2. Ainda introduzimos mais um novo supressor com uma capacidade de $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ a 600 mbar a funcionar em paralelo com os dois antigos supressores do tanque de arejamento 1. Alteramos ainda o modo de funcionamento dos dois antigos supressores, funcionando agora em paralelo. Posto isto, ficamos com um fornecimento total de ar de $2512 \text{ m}^3/\text{h}$.

4 Dimensionamento do Sistema de Arejamento do Tanque 1

Conforme o projeto de execução o tanque de arejamento 1 é composto por 120 difusores de bolha fina com uma capacidade de 0,5 a 8,0 m³/h/difusor, modelo PIK300 da marca Nopon. Toda a rede de arejamento é formada em PVC com um diâmetro de 90 mm. A rede entre os supressores e coletores de arejamento é constituída em ferro preto com um diâmetro de 90 mm.

4.1 Alterações realizadas

Por forma a permitir o aumento de caudal de 456 m³/h para 2112 m³/h foi necessário alterar o diâmetro da tubagem entre os supressores e o coletor de arejamento e o diâmetro do próprio coletor de arejamento.

Através da equação 4.1 e considerando uma velocidade de escoamento do ar entre 12 m/s e 15 m/s e um caudal de 2112 m³/h de ar, obteve-se o diâmetro comercial de 250 mm para a tubagem entre os supressores e sistema de arejamento.

$$Q = S \times V \quad \text{Equação 4.1}$$

Onde Q é o caudal de ar, S é a secção da tubagem e V a velocidade do ar na tubagem.

Com base na mesma equação o diâmetro dos dois coletores do sistema de arejamento foram aumentados para 160 mm bem como os ramais entre estes coletores e a tubagem principal com um diâmetro de 160 mm, como esquematizado no Anexo I.

A nova linha de arejamento foi construída em inox 316 L e os dois coletores em PVC.

Os discos difusores de bolha fina foram todos substituídos por novos, modelo OXYFLEX MT300 da Supratec e também foi aumentado o número dos mesmos por forma a suportar o aumento de caudal. Estes novos difusores apresentam uma gama de trabalho de 0 a 10 m³/h/difusor e uma bolha de ar com um tamanho inferior a 3 mm.

Sendo assim, foi instalado 250 novos difusores de bolha fina os quais irão funcionar com um caudal médio de 8,4 m³/h.

5 Dimensionamento do Sistema de Arejamento do Tanque 2

O dimensionamento do sistema de arejamento do tanque 2 foi realizado com base na área disponível (95 m^2) para instalação da rede de arejamento e geometria circular do tanque. Com esta área foi possível instalar 72 discos difusores de bolha fina da Nopon, modelo PIK300 com um caudal por difusor de $5,56 \text{ m}^3/\text{h}$ perfazendo um total de $400 \text{ m}^3/\text{h}$ fornecido por um novo supressor a 600 mbar (ver Anexo II).

Toda a rede de arejamento desde o supressor até ao sistema é constituída em PVC com um diâmetro de 90 mm .

6 Tanque Anóxico

No tanque anóxico foi instalado um agitador para promover a agitação e mistura do afluente com a recirculação de nitratos e recirculação de lamas.

A recirculação de nitratos para o tanque anóxico é realizada por uma bomba submersível instalada em cada tanque de arejamento.

7 Anexos

ANEXO I



