



**COMPLEMENTO PARA SISTEMAS  
DE TRATAMENTO  
DE ESGOTO SANITÁRIO  
TANQUE DE REOXIGENAÇÃO**

Depto. de Engenharia

Contato: (55) 3744-9900

E-mail: [engenharia@bakof.com.br](mailto:engenharia@bakof.com.br)

Site: [www.bakof.com.br](http://www.bakof.com.br)

Frederico Westphalen/RS, agosto 2025.

## SUMÁRIO

1.	INFORMATIVO TÉCNICO .....	3
2.	TANQUE DE REOXIGENAÇÃO .....	4
3.	MEMORIAL DE CALCULO .....	4
3.1	VOLUME DO TANQUE DE REOXIGENAÇÃO .....	5
3.1.1.	Vazão de ar necessária .....	7
3.1.2.	Potência do soprador .....	9
3.2	INFORMAÇÕES PARA INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA .....	10
	REFERÊNCIAS .....	13

## 1. INFORMATIVO TÉCNICO

A Bakof TEC atua na área de Sistemas de Tratamento de Efluentes Domésticos desde 1998, produzindo, desenvolvendo e fabricando produtos em Plásticos Reforçados em Fibra de Vidro (PRFV) e Polietileno de Média Densidade (PEMD). Além disso, a Bakof desenvolve e executa projetos na área da Engenharia Sanitária e Ambiental, como Estações de Tratamento de Efluente Sanitário e Industrial, visando à satisfação dos seus clientes, aliado a garantia da qualidade ambiental e priorizando a responsabilidade socioambiental.

Os produtos desenvolvidos em PRFV e PEMD, são unidades de tratamento leves, facilitando o transporte, instalação e manuseio; resistentes à corrosão; e totalmente estanques. São a solução ideal para o tratamento de efluentes de residências, edifícios, hotéis, indústrias, loteamentos, restaurantes, escritórios, comércios, escolas e sanitários públicos.

O tanque de reoxigenação é produzido em PRFV. Nessa linha são utilizados resina com fibra de vidro, gel coat e gel parafinado. A resina com fibra de vidro tem como objetivo formar a estrutura do equipamento, dando a resistência e a durabilidade necessárias contra o rompimento e deformação do produto, quando submetido às pressões internas e externas. O gel coat age como uma camada de gel interno isoftálico, que possui a finalidade de formar uma superfície impermeabilizante no produto e, ainda, servir como base de estruturação para a fibra de vidro. Já o gel parafinado possui a função de inibir a ação dos raios ultravioletas e dar o acabamento estético do produto.

## 2. TANQUE DE REOXIGENAÇÃO

Em sistemas de tratamento de esgoto anaeróbio ocorre remoção de matéria orgânica, mas que, por sua natureza, gera gases reduzidos como sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ) e amônia ( $NH_3$ ), responsáveis pelo odor desagradável característico. Além da geração de outros gases como metano ( $CH_4$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Em especial, os gases  $H_2S$  e  $NH_3$  permanecem dissolvidos no efluente líquido, ocasionando mau cheiro no ponto de lançamento e no entorno.

O tanque de reoxigenação foi desenvolvido como medida complementar para oxigenar o efluente tratado antes de sua disposição final. A introdução controlada de oxigênio no efluente promove a oxidação química de substâncias reduzidas, como sulfetos e amônia, transformando-as em espécies oxidadas e inodoras, além de elevar a concentração de oxigênio dissolvido. Essa medida atende às exigências da Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece valores mínimos de oxigênio dissolvido para a proteção da vida aquática, e contribui para o conforto ambiental da comunidade ao reduzir significativamente a percepção de odores no lançamento do esgoto.

Assim, o tanque de reoxigenação se configura como uma solução técnica simples, eficiente e ambientalmente adequada para complementar o tratamento anaeróbio. Não sendo caracterizado como uma etapa de tratamento do efluente, mas como uma medida de mitigação de odores no entorno, a melhoria da percepção pública e a qualificação ambiental dos pontos de lançamento.

O tanque de reoxigenação da Bakof Tec. possui sistema de transferência de oxigênio por difusores, alimentados por um soprador de ar do tipo diafragma. O sistema é de fácil instalação e baixo consumo de energia. O soprador pode ser ligado diretamente na tomada, dispensando mão-de-obra elétrica, além de não causarem incomodo a vizinhança, com ruído variando de 34 a 48 decibéis.

## 3. MEMORIAL DE CÁLCULO

O Oxigênio Dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias utilizam o oxigênio nos seus processos metabólicos, consumindo e reduzindo a sua concentração no meio líquido. Em corpos d'água, uma das causas mais frequentes de mortandade é a queda

na concentração de oxigênio. O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 é de 5,0 mg/L. Valores de oxigênio dissolvido < 2 mg/L em corpos d'água, resultam em hipoxia, ou seja, baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.

O oxigênio proveniente da atmosfera se dissolve nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Este mecanismo é regido pela Lei de Henry, que define a concentração de saturação de um gás na água, em função da temperatura, em que:

$$C_{sat} = \alpha \times p_{gás}$$

Onde:

$\alpha$ : constante inversamente proporcional à temperatura (43,9 para 20°C);

$p_{gás}$ : pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido (0,21 atm).

O oxigênio constitui 21% da atmosfera e, pela lei de Dalton, exerce uma pressão de 0,21 atm. Existem outros processos de tratamento de esgotos em que a aeração do meio é feita artificialmente, empregando-se aeradores superficiais ou sopradores de ar.

### 3.1 VOLUME DO TANQUE DE REOXIGENAÇÃO

Para dimensionamento do volume do tanque de reoxigenação se considerou um tempo de detenção hidráulica de 1,5 horas, a fim de possibilitar a correta distribuição de oxigênio no meio líquido e limitar a possibilidade de um processo biológico. O excesso de oxigênio resultaria na proliferação de bactérias aeróbias que degradariam a carga orgânica no esgoto, porém geraria um lodo biológico indesejado, uma vez que não é um processo de lodos ativados e não possui decantador secundário. Sendo assim, o lodo somente resultaria em maior carga orgânica no efluente final. A Figura 1 ilustra o tanque de reoxigenação. Na Figura 1 é apresentado os modelos de tanque de reoxigenação disponíveis. O Quadro 1 elenca os modelos disponíveis e suas dimensões.

Figura 1 – Desenho ilustrativo do tanque de reoxigenação



Fonte: Bakof Tec.

Quadro 1: Volumes de tanques disponíveis

Modelo	Vazão atendida (L/h)	Dimensões			
		$\Theta_s^*$	$\Theta_i^{**}$	H total <sup>***</sup>	H útil
450 L	300	0,7	0,33	1,52	1,23
1650 L	1100	1,8	1,5	1,06	0,88
2700 L	1800	1,75	1,46	1,54	1,37
4500 L	3000	2,18	1,92	1,6	1,42

\* diâmetro superior (metros); \*\* diâmetro inferior (metros); \*\*\* altura (metros)

Não há normativas para desenvolvimento de um tanque de reoxigenação, o objetivo é aumentar o oxigênio dissolvido do efluente, uma vez que o mesmo passa por um processo de tratamento anaeróbio, tornando-se asséptico, e evitar o mau odor do efluente tratado. Sendo assim, adota-se que o efluente seja descartado com uma concentração de oxigênio de no mínimo 1,0 mg/L.

$$V = Q \times TDH$$

Onde:

Q: vazão efluente (0,35 m<sup>3</sup>/h);

TDH: tempo de detenção hidráulica (hora);

V: volume (m<sup>3</sup>).

$$V = 0,35 \times 1,5$$

$$V = 0,525 \text{ m}^3$$

### 3.1.1. Vazão de ar necessária

$$C_{sat} = \alpha \times p_{gás}$$

Onde:

$\alpha$ : constante inversamente proporcional à temperatura (43,9 para 20°C);

$p_{gás}$ : pressão exercida pelo gás sobre a superfície do líquido (0,21 atm).

$$C_{sat} = 43,9 \times 0,21$$

$$C_{sat} = 9,2 \text{ mg/L}$$

O coeficiente global de transferência de oxigênio,  $KLa(q)$ , é uma função não linear da vazão de ar  $q(t)$  e depende também das condições ambientais e de operação do sistema. No caso de utilização de um sistema de tratamento em escala reduzida, com aeradores pequenos do tipo liga-desliga, pode-se considerar  $KLa(q)$  constante quando o aerador está ligado.

$$C = C_{sat} - (C_{sat} - C_0) \times e^{-KLa \times (T - T_0)}$$

Onde:

C : Concentração de O<sub>2</sub> em um tempo qualquer (1 mg/L);

C<sub>sat</sub>: Concentração de O<sub>2</sub> na saturação (9,2 mg/L em 20°C);

C<sub>0</sub>: Concentração de O<sub>2</sub> inicial do efluente (0 mg/L – efluente anaeróbico);

K<sub>L</sub>a: Coeficiente de transferência de oxigênio;

T - T<sub>0</sub>: Intervalo de tempo de oxigenação (1,5 horas).

$$1 = 9,2 - (9,2 - 0) \times e^{-KLa \times (1,5 - 0)}$$

$$KLa = 0,078 \text{ h}^{-1}$$

O coeficiente mínimo de transferência de oxigênio que deve ser considerado é de  $0,078 \text{ h}^{-1}$ . No entanto, mesmo considerando que o objetivo não seja remoção de matéria orgânica, a carga orgânica remanescente no meio líquido pode consumir o oxigênio inserido. Desse modo, adotou-se um  $K_{La}$  de  $3,6 \text{ h}^{-1}$ . Para fins de cálculo será utilizado a concentração de saturação da água para temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . A taxa de transferência padrão é calculado pela seguinte equação:

$$TTO = K_{La} \times C_s \times V$$

Onde:

TTO: Taxa de transferência de oxigênio padrão (mg O<sub>2</sub>/h);

$K_{La}$ : Coeficiente de transferência de oxigênio (adotado:  $3,6 \text{ h}^{-1}$ );

Csat: Concentração de O<sub>2</sub> na saturação (9,2 mg/L em  $20^\circ\text{C}$ );

V: Volume do tanque (L).

$$TTO = 3,6 \times 9,2 \times 530$$

$$TTO = 54.760,9 \text{ mgO}_2/\text{h}$$

$$TTO = 0,43 \text{ KgO}_2/\text{d}$$

A vazão de ar em  $\text{m}^3/\text{d}$  pode ser calculada da seguinte forma:

$$Q_{ar} = \frac{TTO}{(\rho \times 0,23)}$$

Onde:

$Q_{ar}$ : Vazão de ar ( $\text{m}^3/\text{ar}/\text{d}$ )

TTO: Taxa de transferência de oxigênio padrão (kgO<sub>2</sub>/d)

$\rho$ : peso específico do ar ( $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ )

0,23: fração mássica de oxigênio no ar

$$Q_{ar} = \frac{0,43}{(1,2 \times 0,23)}$$

$$Q_{ar} = 1,54 \text{ m}^3/\text{d}$$

Segundo von Sperling (2012), a taxa de transferência de oxigênio em difusores de bolha grossa é de 4 a 8% e a eficiência de oxigenação é de 0,6 a 1,2 KgO<sub>2</sub>/kWh. Sendo assim, pode-se corrigir a vazão de ar real emitida pelos difusores.

$$Q_{ar\ real} = \frac{Q_{ar}}{T_{O_2}}$$

Onde:

Q<sub>ar real</sub>: Vazão de ar corrigida pela capacidade de transferência dos difusores (m<sup>3</sup>/d);

Q<sub>ar</sub>: Vazão de ar (m<sup>3</sup>ar/d)

T<sub>O<sub>2</sub></sub>: taxa de transferência de oxigênio dos difusores (6%)

$$Q_{ar\ real} = \frac{1,54}{0,06}$$

$$Q_{ar\ real} = 26\ m^3/d$$

$$Q_{ar\ real} = 17,8\ L/min$$

### 3.1.2. Potência do soprador

A seguir se calcula a potência mínima necessária para escolha do soprador de ar.

$$P = \frac{Q \times \rho \times g \times (d_i + H)}{\eta}$$

Onde:

P: Potência requerida (W)

Q: vazão de ar (m<sup>3</sup>/s)

ρ: peso específico do líquido (1000 kg/m<sup>3</sup>)

g: aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>)

d<sub>i</sub>: profundidade dos difusores (altura útil em metros)

H: perda de carga total (altura total do tanque em metros)

η: Eficiência do motor e do soprador (adotado 60% ou 0,6)

$$P = \frac{0,00030 \times 1000 \times 9,81 \times (0,68 + 1,16)}{0,6}$$

$$P = 9 W$$

Sendo assim, para que a reoxigenação do tanque ocorra de forma eficiente, é necessário um soprador com vazão de ar de 17,8 L/min, capaz de vencer uma pressão de 0,7 metros de coluna de água.

O dimensionamento dos equipamentos é de responsabilidade do engenheiro responsável pelo projeto do sistema de tratamento, em que o mesmo deve observar as legislações e normas vigentes de cada localidade. O engenheiro poderá utilizar dados diferentes dos mencionados acima, sendo, neste caso, integralmente responsável por sua escolha e aplicação

#### **4. INFORMAÇÕES PARA INSTALAÇÃO DO SISTEMA**

- Os equipamentos podem ser instalados enterrados, semienterrados ou na superfície;
- Caso seja enterrado, escavar o local de instalação e nivelar a base da vala. A vala deve ter, pelo menos 20 cm a mais de diâmetro do que o diâmetro dos equipamentos;
- Constituir uma sapata nivelada em concreto armado, de acordo com o peso total dos equipamentos cheios, que servirá como base para o sistema;
- Realizar as conexões utilizando-se anéis de vedação;
- Encher o equipamento com água para verificar a estanqueidade (vazamento);
- Deixar o sistema em repouso por 24 h para assegurar que a estanqueidade do mesmo foi preservada durante a movimentação, instalação e conexões;
- Utilizar terra peneirada (livre de pedras ou objetos pontiagudos), ou pó de brita, e cimento traço 10:1 e efetuar a compactação a cada 25 cm. O aterramento também pode ser efetuado em concreto;
- Preservar fácil acesso à tampa de inspeção para a manutenção e limpeza periódica (12 meses), não aterrar sobre a tampa;
- Em terrenos arenosos, movediços ou de lençol freático superficial, além da sapata, realizar a ancoragem do sistema, através de seus anéis de içamento;

- Caso o sistema seja instalado em local de intensa circulação ou circulação de veículos, deve ser construída uma laje de sustentação que não seja apoiada nos equipamentos;

## **5. MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O tanque de reoxigenação é um equipamento fabricado em PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro), com sistema interno de difusores de ar alimentados por soprador mecânico do tipo diafragma. Sua função é promover a dissolução de oxigênio no efluente tratado para oxidar compostos responsáveis por mau odor e elevar a concentração de OD antes do lançamento.

### **1. Procedimento de operação:**

- Inspeção visual periódica: observar a homogeneidade do oxigênio no tanque através da movimentação de bolhas de ar no meio líquido;
- Verificação dos equipamentos do sistema de aeração: ruídos fora do normal ou vibrações exageradas;
- Verificar se está havendo aeração constante ou quedas de energia frequentes;

### **2. Procedimento de manutenção preventiva:**

- Corrigir possível alterações observadas no soprador;
- Verificar a pressão de saída do ar;
- Anualmente limpar o interior do tanque, retirando lodo em excesso, com caminhão limpa-fossa;
- Substituir ou limpar os difusores de ar, se necessário;
- Verificar o estado geral do soprador e substituir diafragmas caso necessário.

### **3. Procedimento de Limpeza do Tanque:**

- Desligar o soprador de ar antes do esvaziamento;
- Introduzir mangueira do caminhão limpa-fossa no Tê de entrada do produto e realizar a limpeza;

- Após a sucção, pode ser adicionado água no produto para limpeza dos difusores, utilizando uma mangueira com pressão média, e realizada uma nova sucção do líquido restante;
- Encher novamente com água antes de religar o soprador.

#### **4. Recomendações Gerais**

- Não utilizar produtos químicos agressivos no interior do tanque;
- Não desligar o soprador sem necessidade (limpeza, manutenção, etc.);
- Não encaminhar esgoto bruto para o sistema, deve ser previsto unidade de remoção de gordura e tratamento biológico antes do tanque de reoxigenação.

## REFERÊNCIAS

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Mortandade em peixes – Oxigênio dissolvido. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>>.

CETESB. Variáveis de Qualidade da Água – Rios e Reservatórios – Série de Nitrogênio – (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico). In: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>.

VON SPERLING, Marcos. Lodos Ativados. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Volume 4. 3ª Edição. 2012.