



# **A TECNOLOGIA DO OZÔNIO E TRATAMENTO DE EFLUENTES LÁCTEOS**

JANEIRO/2016

ASC Soluções Ambientais  
+55 (11) 3042-6043 / +55 (11) 3042-6044  
Email: [departamentotecnico@ascambiental.com.br](mailto:departamentotecnico@ascambiental.com.br)

## ÍNDICE

1.INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
2.TRATAMENTO DE EFLUENTES COM OZÔNIO.....	2
2.1 Vantagens do Ozônio .....	4
2.2 Desvantagens do Ozônio.....	5
3.TECNOLOGIA INOVADORA NA APLICAÇÃO DE OZÔNIO .....	5
4. CASE: RESULTADOS DE ENSAIO DE TRATABILIDADE COM EFLUENTE LÁCTEO.....	6

## 1. INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria de laticínios representa uma atividade de grande importância na economia mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor (IBGE, 2012). Muitas dessas indústrias são de micro e pequeno porte, nas quais o controle dos impactos ambientais não é considerado uma questão prioritária. Todavia, as exigências crescentes da legislação ambiental, aliada a um movimento progressivo de conscientização da população no sentido de, cada vez mais, se consumir produtos e serviços que gerem menor impacto no meio ambiente têm forçado uma mudança mais rápida de atitude por parte dos empresários, no sentido de controlar a poluição (MACHADO et al., 2000).

Efluentes lácteos são constituídos por leite e seus subprodutos, detergentes, desinfetantes, areia, lubrificantes, açúcar, pedaços de frutas (em caso de produção de iogurte), essências e condimentos diversos (no caso da produção de queijos e manteigas) que são diluídos na água de lavagem de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria (PRADO e CABANELLAS, 2008).

O lançamento destas águas residuais, sem tratamento prévio, nos corpos hídricos, gera diversos impactos ambientais como a elevação da DBO da água, o que provoca diminuição do oxigênio dissolvido no meio; alteração da temperatura; aumento da concentração de sólidos solúveis (aumento da turbidez); eutrofização dos corpos hídricos e proliferação de doenças veiculadas pela água (MOREIRA, 2007). Outro aspecto importante é a destinação dada à parcela não aproveitada do soro de queijo, com o seu lançamento diretamente nos cursos d'água, constituindo no mais grave impacto ambiental gerado pelas indústrias de laticínios (MACHADO et al., 2000).

Assim, faz necessário tratar esse efluente, de modo a controlar e minimizar fontes poluidoras, evitando impactos ambientais. O tratamento dispensado às águas residuais da indústria de laticínios é, em sua grande maioria, do tipo biológico, cuja função é remover a matéria orgânica, através do metabolismo de oxidação e de síntese das células. Este tipo de tratamento é normalmente usado em virtude da grande quantidade de matéria orgânica, facilmente biodegradável, presente na composição deste efluente.

E neste contexto que entra a **ASC Ambiental**, que desenvolveu após anos de pesquisa, tecnologia diferenciada e inovadora na aplicação de gás ozônio atuando de forma geral na redução de Carga Orgânica, DBO, DQO, Turbidez, Nitrogênio, Sulfetos, BTEX.

## 2. TRATAMENTO DE EFLUENTES COM OZÔNIO

O ozônio vem sendo utilizado no tratamento e desinfecção de águas desde o início do século XX. Dentre as várias motivações para seu emprego neste tipo de aplicação podem-se destacar duas: é um forte agente oxidante ( $E_0 = 2,1 \text{ V}$ ) e não é uma fonte intrínseca de poluição. A primeira propriedade permite que o ozônio possa oxidar uma série de compostos inorgânicos e orgânicos. Dentre as substâncias químicas ordinárias, somente o flúor possui um potencial de redução maior que o ozônio ( $E_0 = 3,0 \text{ V}$ ).

Outros oxidantes normalmente empregados, tais como Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) ( $E_0 = 1,7 \text{ V}$ ) e Cloro Gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) ( $E_0 = 1,4 \text{ V}$ ), costumam levar à formação de subprodutos (íons de metais pesados e compostos organoclorados, respectivamente) que podem ser inclusive mais tóxicos que os compostos poluentes originais. Aqui se evidencia a segunda propriedade vantajosa do ozônio, pois seu produto preferencial de degradação é o oxigênio, um produto não poluente e indispensável para as atividades biológicas aeróbias dos ecossistemas aquáticos, corroborando o que vem sendo dito que o mesmo é uma tecnologia limpa e 100% ecológica.

O ozônio é utilizado no tratamento de efluente industrial para reduzir a concentração de DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), além da destruição de compostos químicos orgânicos e inorgânicos, principalmente dissolvidos na água, através da mineralização dos mesmos, reduzindo também a concentração de Carbono Orgânico Total (COT).

Destaque, principalmente à oxidação e dissociação de compostos orgânicos não-biodegradáveis. É considerado eficiente na remoção de cor por oxidar a matéria orgânica dissolvida e formas coloidais presentes nos corantes, restabelecendo a coloração natural do efluente e reduzindo drasticamente sua turbidez.

Dessa forma, conforme supracitado, evidenciamos que a interação entre o ozônio e o efluente traz vantagens e benefícios como aumento da biodegradabilidade, redução de turbidez e devido à mineralização dos compostos dissolvidos atuando também como um auxiliar de coagulação/floculação e precipitação.

Podemos destacar ainda que na oxidação por ozônio não há formação de lodo como temos nos processos físico-químicos. Somente são formados sólidos em suspensão devido à mineralização dos contaminantes dissolvidos, que conforme são oxidados, transferem-se da fase dissolvida para fase não dissolvida e se precipitam juntamente com os materiais em suspensão. Esses sólidos precipitados e em suspensão são gerados em pequenas quantidades, pois são provenientes somente da oxidação dos poluentes naturalmente presentes nos efluentes, e não devido à adição de coagulantes e floculantes, sendo posteriormente removidos através de filtração.

Para que isso seja possível, adiciona-se um ativador junto à reação com o gás ozônio, catalisando a reação e o processo de coagulação e precipitação, atingindo alta eficiência na remoção de DBO e DQO.

Nos processos físico-químicos são adicionadas grandes quantidades de produtos químicos para promover a coagulação e floculação, pois a reação não ocorre nem é favorecida naturalmente e a eficiência de remoção de DBO e DQO é baixa comparada ao ozônio. Essa adição gera consequentemente grandes quantidades de lodo.

Devido a todas essas características o ozônio pode ser aplicado com eficiência para o tratamento de quaisquer efluentes, domésticos ou industriais, obtendo resultados excelentes, inclusive quando aplicado á efluentes lácteos.

Relacionado a desvantagens podemos apontar a reatividade e instabilidade do gás ozônio, não podendo ser transportado ou armazenado, tendo que ser produzido no local da aplicação. Essa instabilidade associada com a baixa solubilidade no meio aquoso, também não permite obter residuais de ozônio por longo período de tempo. Frente a estas desvantagens e dificuldades, que muito inviabilizou a aplicação de ozônio para tratamento de efluentes, a **ASC Ambiental** desenvolveu tecnologia inovadora relacionada á aplicação nos efluentes, diferencial no mercado, que será melhor descrita no **item 3**.

Resumindo, abaixo apresentamos Vantagens x Desvantagens:

### 2.1 Vantagens do Ozônio

- Destruição de compostos por quebra das cadeias;
- Mineralização de compostos orgânicos dissolvidos, causando a sua coagulação e precipitação;
- Elevação do potencial redox e oxigênio dissolvido da água;
- Não formação de subprodutos tóxicos;
- Auxiliar de microfloculação;
- Alta reatividade contra poluentes e agrotóxicos;
- Desinfecção bacteriológica;
- Eliminação de AOX;
- Oxidação de compostos orgânicos;
- Oxidação de substâncias inorgânicas;
- Pequenas taxas de corrosão;
- Redução de DOC (Dissolved Organic Carbon);
- Redução de trialometanos (THM's);
- Remoção de cor;
- Remoção de ferro solúvel e manganês por oxidação;
- Remoção de sabor e odor;
- Redução drástica na formação de lodos quando comparada á outros processos;
- Alterações de temperatura não alteram substancialmente a eficiência.

## 2.2 Desvantagens do Ozônio

- Alta Reatividade e Instabilidade;
- Baixa Seletividade;
- Não é possível transportar ou armazenar gás ozônio ( $O_3$ ), sendo necessária sua geração no local da aplicação;
- Não se pode ter ozônio ( $O_3$ ) residual na água por um longo período de tempo.

## **3.TECNOLOGIA INOVADORA NA APLICAÇÃO DE OZÔNIO**

Conforme anteriormente enumeradas, as desvantagens como reatividade e instabilidade do gás ozônio, não podendo ser transportado ou armazenado, e a baixa solubilidade no meio aquoso, não permitindo obtenção de residuais de ozônio por longo período de tempo, tornaram-se potenciais vertentes contra a viabilização da utilização da tecnologia do ozônio para tratamento de efluentes. Foi neste contexto, que a **ASC Ambiental** investiu continuamente em tecnologia e infraestrutura e profissionais capacitados, e após anos de estudos desenvolveu tecnologia inovadora na aplicação do gás ozônio, minimizando as desvantagens e tornado a tecnologia viável e otimizada.

Observou-se que o gás ozônio ( $O_3$ ) possui pressão parcial bastante inferior à do oxigênio diatômico ( $O_2$ , ou seja, o gás oxigênio), sendo facilmente absorvido pela água numa interface de bolhas. Sendo assim, o diferencial se encontra na maneira como o ozônio é aplicado no efluente. A transferência do ozônio para água inicia com a dispersão do gás na fase líquida, em forma de pequenas bolhas. Posteriormente o Ozônio é incorporado à massa líquida através da interface gás-líquido. A resistência na transferência de massa durante a fase gasosa pode ser considerada praticamente desprezível (HASSEMER, 2000). Desse modo, obtêm-se aumento considerável no coeficiente de transferência de massa, e com a dissociação do ozônio em oxigênio dissolvido, atinge-se limite de saturação na água elevando a concentração de Oxigênio dissolvido (OD) na água ao nível de máxima solubilidade, ou seja, saturação.

A forma de aplicação associada à operação do reator de forma a obter maiores rendimentos nas reações de oxidação, trouxeram altíssimas eficiências e excelentes resultados.

#### 4. CASE: RESULTADOS DE ENSAIO DE TRATABILIDADE COM EFLUENTE LÁCTEO

Foi realizado ensaio de tratabilidade com efluente lácteo de empresa de laticínios de grande porte.

A tecnologia utilizada foi oxidação através da aplicação de ozônio seguida de filtração. Nas **Fotos 1 e 2**, foi possível visualizar o efluente bruto e tratado pela tecnologia da ASC.



Fotos 1 e 2 – Efluente Industrial Bruto e Efluente Tratado pela Tecnologia ASC

Para avaliação e controle da eficiência da tecnologia, mediu-se a concentração do parâmetro *Demanda Química de Oxigênio* (DQO), e partir dos resultados, calculou-se através de metodologia teórica, o valor da concentração da *Demanda Bioquímica de Oxigênio* (DBO).

Através destes resultados de DBO e DQO, calculou-se a **% de Abatimento** ou **% Redução**, que revela a eficiência da tecnologia de tratamento de ozonização aplicada no efluente lácteo. Estes resultados são necessários e cruciais para um dimensionamento correto e eficiente do sistema de tratamento, além de trazer otimização, viabilidade, confiabilidade ao projeto, e conseqüentemente, alta qualidade e excelência.



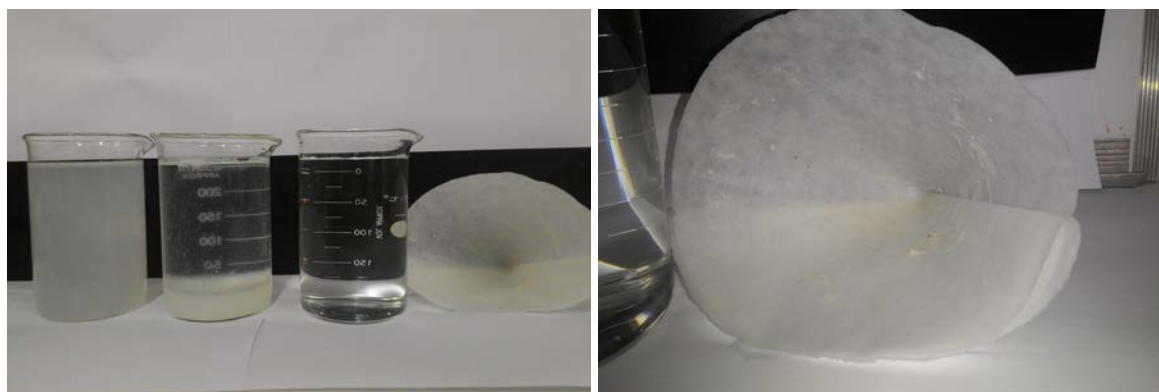
A **Tabela 1** apresenta as medições e controles realizados no ensaio de tratabilidade do efluente lácteo.

**Tabela 1 - Resultados e Medições – Ensaio de Tratabilidade – Efluente Lácteo**

Efluente	DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	DBO* (mg O <sub>2</sub> /L)	Abatimento (%)
Bruto	1.814,00	604,67	-
Tratado Tecnologia ASC (Ozonização e Filtração)	3,18	1,06	99,82%

\* DBO calculada através da DQO, conforme apresentado por SILVA, S.R. e MENDONÇA, A. S. F. (2003) em "COD e BOD ratio for domestic sewage" e outras fontes de autores consagrados.

Após aplicação da Tecnologia ASC, realizando ozonização e posterior filtração, obtiveram-se excelentes resultados com redução da turbidez e cor do efluente (**Foto 3**). Verificou-se também a redução de 95% na formação de lodo em relação ao tratamento convencional (**Foto 4**).



**Fotos 3 e 4 – Efluente Industrial Bruto e Efluente Tratado pela Tecnologia ASC. Destaque para obtenção de efluente tratado de excelente qualidade e redução de até 95% na formação de lodo através da utilização da Tecnologia da ASC.**

Através dos valores de concentração de entrada e saída de DQO, apresentados na **Tabela 1**, calculou-se a eficiência na redução da concentração de DBO e DQO pelo tratamento utilizando a Tecnologia ASC, obtendo o impressionante resultado de 99,82% de abatimento dos efluentes brutos.

Os valor de concentração de DBO para o efluente tratado pela tecnologia ASC foi de 1,06 mg O<sub>2</sub>/L atendendo plenamente a legislação para descarte e reuso, conforme disposto nos artigos 18 e 19-A do Decreto Estadual 8.468/76, e ABNT 13.969/1997.