



## ANÁLISE DO TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UM ESTUDO DE CASO

Wilson da Silva Alves<sup>1</sup>

1 Mestrando em Engenharia Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (wilson.silva@poli.ufrj.br) Rio de Janeiro-Brasil.

Recebido em: 15/04/2017 – Aprovado em: 22/07/2017 – Publicado em: 31/07/2017  
DOI: 10.18677/Agrarian\_Academy\_2017a5

### RESUMO

As indústrias de produtos alimentícios são consideradas uma das maiores poluidoras da indústria de transformação. Desta forma este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência do processo de tratamento de efluentes e as características dos efluentes gerados através de um estudo de caso em uma indústria deste ramo. Observou-se uma redução significativa de matéria orgânica após o tratamento dos efluentes. Foi verificado ainda que todos os parâmetros analisados ficaram dentro dos limites exigidos pela legislação vigente. Desta forma, pode-se afirmar que a combinação do tratamento físico-químico com o biológico é uma boa opção para o tratamento dos efluentes das indústrias de processamento e fabricação de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentos, eficiência, efluentes, indústria, poluição, tratamento

### ANALYSIS OF THE TREATMENT OF EFFLUENTS IN A FOOD INDUSTRY: A CASE STUDY

#### ABSTRACT

The food industry is considered one of the biggest polluters in the manufacturing industry. In this way the objective of this work is to analyze the efficiency of the effluent treatment process and the effluent characteristics generated through a case study in an industry in this branch. A significant reduction of organic matter after treatment of the effluents was observed. It was also verified that all parameters analyzed were within the limits required by current legislation. In this way, it can be affirmed that the combination of physico-chemical and biological treatment is a good option for the treatment of effluents from the food processing and manufacturing industries.

**KEYWORDS:** food, efficiency, effluents, industry, pollution, treatment

## INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos, que é objeto deste estudo, tem demonstrado um excelente crescimento ao longo das últimas décadas, com o faturamento chegando a 400 bilhões por ano (OLIVEIRA et al., 2016). Juntamente com a indústria de bebidas, a indústria de alimentos chega a representar 10% do PIB e possuem aproximadamente 20% dos trabalhadores da indústria de transformação no Brasil (OLIVEIRA et al., 2016).

Pode-se afirmar que o desenvolvimento econômico da indústria de alimentos também é proporcional a geração de resíduos (PERÉZ et al., 2014; FAVARETTO et al., 2015). As indústrias de alimentos são poluidoras e geradoras de resíduos uma vez que consomem grande quantidade de água e geram efluentes com carga orgânica elevada (FAVARETTO et al., 2015). Desta forma, devido a estes significativos impactos, as questões ambientais (recuperação de subprodutos, alterações nos processos e reutilização de efluentes) são muito importantes para a competitividade das indústrias deste ramo (RODRIGUES et al., 2006).

O tratamento dos efluentes é um ponto estratégico quando a referência é a diminuição dos impactos, a preservação do meio ambiente, o aumento da eficiência e até mesmo redução dos custos (RODRIGUES et al., 2006). Ocorre que não é uma tarefa fácil o tratamento de efluentes nas indústrias de processamento de alimentos, onde há uma alta relação DBO/DQO no resíduo gerado e altas concentrações de fosfatos, nitratos, sulfatos, óleos e graxas (MAVROV & BÉLIÈRES, 2000; PERÉZ et al., 2014). Além disso, os efluentes das indústrias de produtos alimentícios possuem altos teores de proteínas e lipídios que conseqüentemente alteram a turbidez (ZAIA et al., 1998).

As altas concentrações de lipídios presentes nestes efluentes podem ainda causar poluição no meio ambiente através de alterações na biota aquática, sendo de suma importância o tratamento (YANG, 2007). Desta forma, conhecer as características e realizar o tratamento destes efluentes é muito importante para evitar que causem efeitos adversos quando descarregados nos cursos naturais de água (LU et al., 2017). As Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) tem como principal objetivo a remoção dos poluentes, nutrientes e matéria orgânica presentes nestes efluentes antes do lançamento no meio ambiente (PEREIRA & GARCIA, 2017).

Apesar de existirem os processos anaeróbios, geralmente o tratamento dos efluentes industriais são realizados através de processos aeróbios, como é o caso do tratamento da empresa estudada (DUARTE et al., 2015; GALINDO et al., 2016). Ocorre que o tratamento físico-químico combinado com o tratamento biológico possui um alto custo associado com a compra de produtos químicos utilizados (CASANI et al., 2005; POHL & LENZ, 2017).

Uma forma de minimizar os custos seria através da reutilização dos efluentes tratados, porém, devido a preocupação com os padrões de higiene e restrições de normas e legislações a reutilização destes efluentes é limitada (CASANI et al., 2005; POHL & LENZ, 2017).

Ocorre que algumas indústrias simplesmente não se preocupam com o descarte dos efluentes industriais e águas residuais e fazem o lançamento no meio ambiente sem nenhum tipo de tratamento, o que gera, além dos danos ambientais, notória preocupação pública e sanções legais descritas na legislação vigente (ARAÚJO et al., 2016). Essa poluição gerada é vista como um dos grandes problemas ambientais (PRADO, 2015; TZORTZIS & KNISS, 2016).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo apresentar, através de um estudo de caso, as características dos efluentes das indústrias de produtos alimentícios. Além disso este estudo irá auxiliar a entender o processo de tratamento de efluentes da Estação de Tratamento de uma indústria de produtos alimentícios, de forma a analisar as possibilidades de melhoria neste tipo de processo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Essa pesquisa foi realizada em uma indústria nacional de produtos alimentícios. A unidade estudada localiza-se no estado do Rio de Janeiro e funciona 24 horas por dia, tendo como atividade principal a fabricação de massas para a elaboração de alimentos. Geralmente os efluentes líquidos gerados são contaminados com resíduos de massas e óleos.

A indústria possui um departamento de produção que é dividido basicamente em dois setores: setor de Preparação e Setor de Embalagem. No setor de Preparação são fabricadas as massas dos produtos alimentícios. No setor de embalagem os produtos são finalizados (assados, resfriados e embalados). Para facilitar a compreensão, este trabalho foi realizado em duas etapas:

Etapa 01- Análise dos efluentes

Etapa 02 - Mapeamento da Estação de Tratamento de Efluentes

### **Etapa 01- Análise dos efluentes**

Foram realizados dois tipos de análises: Análises Laboratoriais e Análises Operacionais. As análises operacionais (pH e temperatura) foram realizadas pelos dois operadores da Estação de Tratamento de Efluentes durante a jornada normal de trabalho de cada um, conforme abaixo:

Operador de ETE 01 - 07h às 15h e

Operador de ETE 02 - 12h às 20h

Conforme procedimento interno de controle da própria empresa de produtos alimentícios, as análises operacionais do efluente tratado geralmente são realizadas todos os dias de hora em hora. Desta forma, foram analisados os registros, gerados pelos Operadores da ETE, das análises de pH e temperatura realizadas entre o período de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2017.

As coletas do efluente bruto (efluente sem nenhum tipo de tratamento) foram realizadas na entrada da Estação de Tratamento. As coletas do efluente tratado foram realizadas na saída da Estação de Tratamento de Efluentes.

As análises laboratoriais compreenderam na análise dos parâmetros de DBO, DQO, Surfactantes (MBAS) e óleos e graxas. Estas análises foram realizadas, uma vez por semana durante o período entre fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017, por laboratório de empresa credenciada em datas pré-agendadas conforme descrito na tabela 1. Foram coletadas 106 amostras de forma direta e manual para as análises de DBO, DQO, Óleos e Graxas e MBAS dos efluentes bruto e tratado da Estação de tratamento de efluentes. Deste total 53 amostras foram coletadas do efluente bruto (sem tratamento) e 53 do efluente tratado (saída da ETE).

**TABELA 1.** Data da realização das coletas de amostras na ETE para a análise de DBO, DQO, Surfactantes (MBAS) e óleos e graxas.

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Dias de realização das coletas</b>
Fevereiro	2016	04, 10, 17 e 24
Março	2016	02, 11, 16, 23, 30
Abril	2016	08, 13, 20 e 27
Mai	2016	05, 11, 18 e 25
Junho	2016	01, 7, 13, 21, 29
Julho	2016	06, 13, 20 e 27
Agosto	2016	19, 24 e 31
Setembro	2016	08, 14, 21 e 28
Outubro	2016	05, 11, 19 e 26
Novembro	2016	04, 09, 16 e 23
Dezembro	2016	02, 07, 21, 28
Janeiro	2017	04, 11, 18 e 25
Fevereiro	2017	04, 08, 13 e 21

Através das análises semanais, foi realizada a média mensal das análises laboratoriais. As médias mensais foram colocadas em tabelas e analisadas, de forma a verificar se os parâmetros estão dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação vigente. As análises laboratoriais foram realizadas da seguinte forma:

**Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** para analisar a quantidade de remoção de matéria orgânica, foi realizada a análise da DBO dos resíduos líquidos na entrada (efluente bruto) e saída (efluente tratado) da ETE. A DBO foi realizada em temperatura constante 20°C e período de incubação fixo de cinco dias. Através deste parâmetro pode-se verificar a porcentagem de remoção de matéria orgânica durante o processo de tratamento na ETE. As coletas das amostras foram realizadas por laboratório contratado e credenciado para a realização da análise deste parâmetro.

**Demanda Bioquímica de Oxigênio:** este indicador foi utilizado para a realização das análises da matéria orgânica juntamente com a DBO. Os resultados são geralmente mais rápidos que as análises de DBO. Os resíduos líquidos foram coletados na entrada (efluente bruto) e saída (efluente tratado) da ETE. As coletas das amostras foram realizadas por laboratório contratado e credenciado para a realização da análise deste parâmetro.

**Surfactantes (MBAS):** Os surfactantes ou detergentes são os compostos que reagem com o azul de metileno em determinadas condições, por isso são designados como “Substâncias Ativas ao Azul de Metileno” (MBAS - *Metilene Blue Active Substances*) (CETESB, 2009). Para a análise deste parâmetro foram realizadas coletas de amostras na saída (efluente tratado) da ETE. A análise deste parâmetro teve como objetivo verificar se o efluente tratado atende aos limites de lançamento de surfactantes. As coletas das amostras foram realizadas por laboratório contratado e credenciado para a realização da análise deste parâmetro.

**Óleos e graxas:** são substâncias de origem animal e vegetal (CETESB, 2009). Esta análise é importante uma vez que na indústria estudada há uma grande quantidade de óleo vegetal utilizado e descartado no setor de produção. Ocorre ainda que há um setor de manutenção industrial e mecânica de autos na indústria alimentícia que pode contribuir para o aumento de óleos e graxas. A Norma Técnica

202.R-10 de 04 de dezembro de 1986 (FEEMA, 1986) do Estado do Rio de Janeiro determina o limite de 20 mg/l de óleos minerais e 30 mg/l de óleos vegetais. As coletas das amostras foram realizadas por laboratório contratado e credenciado para a realização da análise deste parâmetro.

Já as análises operacionais foram realizadas na própria Estação de Tratamento de Efluentes da unidade de fabricação de produtos alimentícios e compreenderam basicamente na análise de pH e temperatura.

**Análises de pH:** as amostras para a análise de pH foram realizadas de forma direta e manual a cada hora, todos os dias durante o período analisado. Foram realizadas análises do efluente tratado, de forma a verificar se o lançamento atendia ao previsto em legislação vigente. O pH é um indicador importante uma vez que nesta pesquisa irá auxiliar a verificar a acidez ou a basicidade do efluente bruto e tratado. De acordo com a Norma Técnica 202.R-10 04 de dezembro de 1986 (FEEMA, 1986) do Estado do Rio de Janeiro o efluente líquido somente poderá ser lançando no meio ambiente caso o pH esteja entre 5,0 e 9,0.

**As análises de Temperatura:** para evitar uma possível poluição das águas devido a temperatura, a Norma Técnica 202.R-10 04 de dezembro de 1986 (FEEMA, 1986) do Estado do Rio de Janeiro determina que os efluentes estejam em uma temperatura inferior a 40°C. Desta forma foram realizadas de forma direta e manual a cada hora de amostras do efluente tratado, de forma a verificar se o efluente atendia aos padrões de lançamento determinados pela legislação vigente.

### **Mapeamento da Estação de Tratamento de Efluentes**

Independente do tipo de tratamento, o foco é sempre o mesmo, reduzir a poluição a níveis determinados pela legislação vigente ou para níveis aceitáveis (ROCHA et al., 2016). Foi observado nesta indústria de produtos alimentícios que o sistema de tratamento de efluentes consiste basicamente em um sistema físico-químico combinado com o tratamento em uma lagoa aeróbia (com aeradores). O fluxograma representado na figura 01 demonstra o funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da indústria estudada. O efluente industrial e o efluente sanitário gerado na unidade produtiva da indústria de produtos alimentícios seguem por dois caminhos diferentes até um determinado ponto no processo de tratamento.

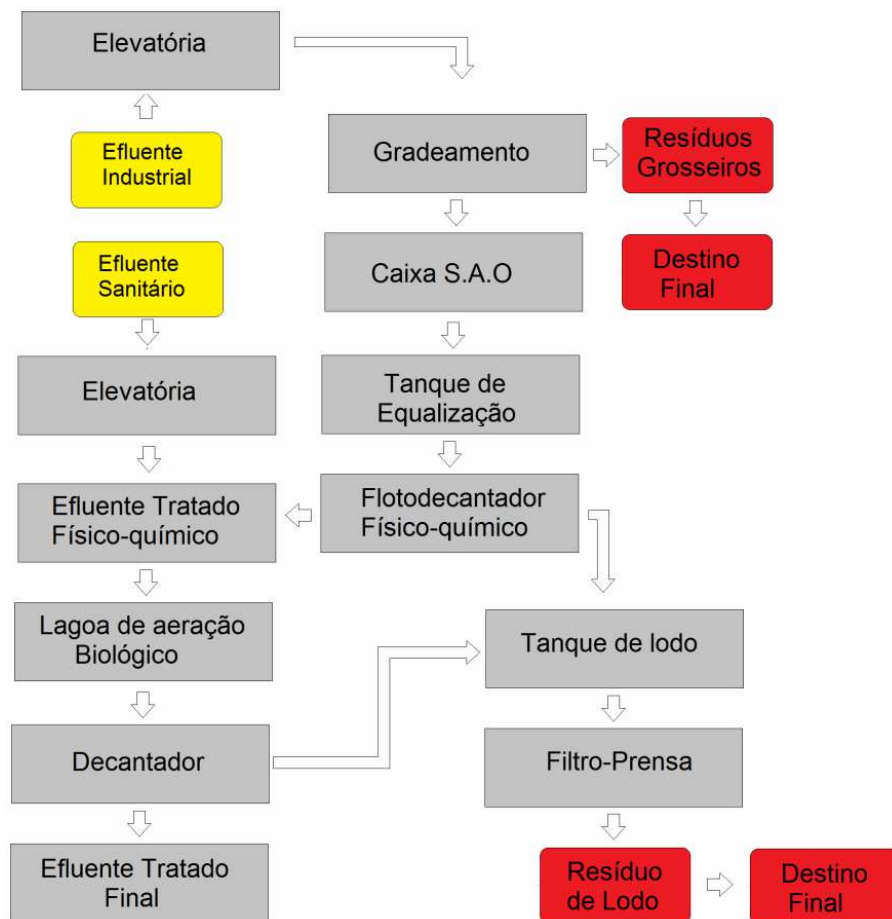
O efluente Industrial é aquele gerado dentro do setor de produção da indústria de produtos alimentícios. Este efluente chega até a Elevatória por gravidade e é bombeado para a primeira etapa do Tratamento na ETE, que é o Gradeamento que tem como função a separação dos resíduos grosseiros (plásticos, panos, etc). Esses resíduos grosseiros são posteriormente retirados de forma manual e destinados de forma adequada.

Em seguida o efluente industrial passa por uma Caixa Separadora de Água e Óleo (Caixa S.A.O) para separar o óleo da água, além de também promover a decantação de resíduos diversos como areia, farinha, terra entre outros. O efluente industrial posteriormente segue para o Tanque de Equalização, que garante homogeneização do efluente tornando o tratamento contínuo e sem alteração de vazão.

No tanque de equalização o efluente industrial é bombeado para o Flotodecantador, onde são dosados diversos produtos químicos (soda, polímero e policloreto de alumínio –PAC). No Flotodecantador ocorre ainda a aderência de microbolhas de ar que promovem a floculação de lodos e decantação de materiais sólidos e/ou lodo pesado.

Após o tratamento físico-químico o efluente industrial segue o fluxo por gravidade para a Lagoa de Aeração, com a finalidade de redução da matéria orgânica através de lodo ativado. Posteriormente o efluente industrial é enviado ao decantador que opera através de um processo de reciclo do efluente através de bombeamento. O lodo decantado é bombeado para o tanque de lodo. Após estes processos o efluente final (tratado) é lançado no meio ambiente.

Já o Efluente Sanitário tem como característica principal a grande quantidade de bactérias e vírus patogênicos (SILVA et al., 2015) Este efluente não passa pelo tratamento físico-químico, pois é bombeado da elevatória diretamente para a Lagoa de Aeração, onde se mistura com o efluente industrial e segue o mesmo fluxo indicado anteriormente, ou seja, é encaminhado para o decantador e o efluente final (tratado) é lançado no corpo receptor. O lodo encaminhado para o tanque de lodo (com agitação interna à ar) recebe adição de cal hidratada de forma a aumentar a consistência do resíduo. Após a mistura o lodo é encaminhado para o filtro prensa para deságue, colocado em uma caçamba para transporte e destinado para aterro sanitário através de empresa credenciada.



**FIGURA 1.** Fluxograma do funcionamento da Estação de Tratamento de Efluentes da indústria de produtos alimentícios.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Tabela 2 demonstra os resultados da média da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) dos efluentes bruto e tratado de cada mês do período analisado. Observou-se que a carga orgânica é alta no efluente bruto analisado. Essa alta concentração de DBO está relacionada com a grande quantidade de matéria orgânica gerada no local (SANTOS et al., 2014). A alta concentração de DBO também está intimamente relacionada com a diminuição do oxigênio dissolvido, uma vez que as bactérias aeróbias precisam de oxigênio para a degradação da matéria orgânica (MEDEIROS et al., 2016). É importante a realização da remoção adequada da matéria orgânica, uma vez que altos índices de DBO geram alterações nos corpos hídricos e grandes impactos no meio ambiente como um todo (SANTOS et al., 2014).

Foi observada diferença significativa da concentração de DBO no efluente bruto e no efluente tratado. As análises demonstraram que a média de DBO foi de 997,14 mg/L durante o período analisado. A maior concentração de DBO foi observada no mês de agosto, quando foi verificado o resultado de 1570,07mg/L. A menor carga de DBO foi verificado no mês de dezembro com 601,70mg/L.

A eficiência do tratamento chegou a ser superior a 96% de remoção de matéria orgânica em todos os meses. Pode-se afirmar que a redução da matéria orgânica é muito significativa, indicando a alta eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes. A média de remoção de todo período analisado foi de 97,40%. A menor remoção de matéria orgânica foi de 96,10% e a maior foi de 98,72%. A alta eficiência de remoção da matéria orgânica é importante, uma vez que altos índices podem gerar o desaparecimento de toda vida aquática, devido a diminuição do oxigênio na água (AMÉRICO et al., 2013).

**TABELA 2.** Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio dos Efluentes Bruto e Tratado

Mês	Ano	DBO Bruto (mg/L)	DBO Tratado (mg/L)	Remoção de Matéria Orgânica- DBO(%)
Fevereiro	2016	792,00	19,80	97,50
Março	2016	847,80	27,20	96,79
Abril	2016	987,80	27,30	97,24
Mai	2016	1314,80	29,80	97,73
Junho	2016	998,00	20,80	97,92
Julho	2016	1472,80	18,80	98,72
Agosto	2016	1570,07	29,70	98,11
Setembro	2016	1006,00	20,50	97,96
Outubro	2016	993,50	38,30	96,14
Novembro	2016	738,50	28,80	96,10
Dezembro	2016	601,70	19,80	96,71
Janeiro	2017	724,90	23,60	96,74
Fevereiro	2017	915,00	13,10	98,57
Média	2016/2017	997,14	24,42	97,40

### **Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

A Tabela 3 demonstra os resultados da média da Demanda Química de Oxigênio dos efluentes brutos e tratados de cada mês do período analisado. Foi verificado alto índice de DQO no efluente bruto (entrada da ETE). A maior DQO observada no efluente bruto foi de 3047,60 mg/L. A menor concentração de DQO foi de 1220,70 mg/L. No efluente tratado a maior DQO foi de 106 mg/L. A menor DQO observada no efluente tratado foi de 31,90 mg/L. A média de DQO do efluente bruto e tratado, de todo o período analisado, foi respectivamente de 1937,13 mg/L e 54,60 mg/L.

Observou-se ainda uma redução significativa de carga orgânica através do indicador de DQO. A média geral de remoção de matéria orgânica (DQO) foi de 97,15%. A menor remoção de matéria orgânica foi de 94,75% e a maior foi de 98,72%. Somente através do resultado da menor remoção de matéria orgânica, pode-se afirmar que houve alta eficiência no processo de tratamento, confirmando a significativa remoção de poluentes já indicadas através das análises de DBO. É importante ressaltar que as análises de DQO foram as mesmas utilizadas para a realização das análises de DBO. Desta forma, pode-se ter maior comparação dos resultados obtidos (GONÇALVES et al., 2016). O parâmetro de DQO tem como objetivo estimar o potencial poluidor dos efluentes domésticos ou industriais e o impacto nos ecossistemas aquáticos (GRANER et al., 1988).

**TABELA 3.** Análise da Demanda Química de Oxigênio dos Efluentes Bruto e Tratado

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>DQO Bruto (mg/L)</b>	<b>DQO Tratado (mg/L)</b>	<b>Remoção de Matéria Orgânica- DQO(%)</b>
Fevereiro	2016	1220,70	32,70	97,32
Março	2016	1343,70	44,10	96,72
Abril	2016	1550,60	42,10	97,28
Maio	2016	2073,30	66,90	96,77
Junho	2016	1500,50	36,40	97,57
Julho	2016	2492,90	31,90	98,72
Agosto	2016	3047,60	64,60	97,88
Setembro	2016	2553,40	93,50	96,34
Outubro	2016	2020,60	106,00	94,75
Novembro	2016	2271,30	68,20	97,00
Dezembro	2016	1671,40	38,90	97,67
Janeiro	2017	1345,90	37,00	97,25
Fevereiro	2017	2051,80	47,50	97,68
Média	2016/2017	1937,13	54,60	97,15

### **Óleos & Graxas**

A Tabela 4 se refere às análises de Óleos e Graxas dos efluentes bruto e tratado da indústria de alimentos estudada. Verificou-se um alto teor de óleos no efluente bruto. O resultado de 29,20 mg/L no efluente bruto foi o menor resultado deste parâmetro. O maior resultado de efluente bruto foi de 181 mg/L.

A média de óleos e graxas no período analisado foi de 84,34 mg/L no efluente bruto. No efluente tratado foi observada média de 7,20 mg/L durante o período analisado. No efluente tratado, nos meses de fevereiro e agosto, não foi detectado



este poluente nas análises realizadas. O maior valor de óleos e graxas foi observado no mês de maio que gerou um resultado de 25mg/L.

Grande quantidade de óleo vegetal é utilizada na unidade indústria de produtos alimentícios, o que pode ter relação direta com a alta concentração verificada nos resultados deste parâmetro no efluente bruto. Ocorre ainda que existe um setor de mecânica de autos e manutenção de máquinas na unidade que também pode influenciar nos resultados apresentados.

Verificou-se significativa remoção deste poluente após o tratamento, o que é importante, uma vez que quando presentes no meio ambiente diminuem a área de contato da superfície da água com o ar atmosférico impedindo a transferência do oxigênio, causando a morte da vida aquática (CETESB, 2009).

**TABELA 4.** Análise dos parâmetros de Óleos e Graxas dos efluentes bruto e tratado.

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Óleos e Graxas Bruto (mg/L)</b>	<b>Óleos e Graxas Tratado (mg/L)</b>
Fevereiro	2016	43,25	0,00
Março	2016	29,20	3,80
Abril	2016	47,25	5,00
Maio	2016	66,75	25,00
Junho	2016	67,20	4,33
Julho	2016	181,00	4,50
Agosto	2016	110,00	0,00
Setembro	2016	118,75	5,00
Outubro	2016	128,75	6,00
Novembro	2016	71,75	5,67
Dezembro	2016	80,06	3,30
Janeiro	2017	29,46	6,60
Fevereiro	2017	71,00	10,00
Média	2016/2017	84,34	7,20

#### **MBAS (Metilene Blue Active Substances)**

A tabela 5 demonstra os resultados da determinação de detergentes, ou seja MBAS (surfactantes) entre os meses de fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017. A remoção destes detergentes é muito importante, uma vez que são tensoativos e afetam as características do efluente (SOUZA et al., 2010). Observou-se que o mês com a maior média de Surfactantes foi outubro, com 0,54 mg/L. Desta forma verificou-se baixo teor de surfactantes no efluente tratado. O mês de setembro obteve a menor média de surfactantes, com 0,03 mg/L. A média geral do efluente tratado durante o período analisado foi de 0,24 mg/L. Desta forma, verificou-se que o efluente tratado atende aos padrões de lançamento no corpo receptor para este parâmetro.

**TABELA 5.** Análise de MBAS (Surfactantes) do efluente tratado

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>MBAS Tratado (mg/L)</b>
Fevereiro	2016	0,26
Março	2016	0,34
Abril	2016	0,06
Maiο	2016	0,27
Junho	2016	0,30
Julho	2016	0,20
Agosto	2016	0,06
Setembro	2016	0,03
Outubro	2016	0,54
Novembro	2016	0,31
Dezembro	2016	0,16
Janeiro	2017	0,29
Fevereiro	2017	0,25
Média	2016/2017	0,24

### **pH e Temperatura**

A Tabela 6 demonstra os resultados das análises de pH e temperatura do efluente tratado durante os meses de fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017. Observou-se que o pH do efluente tratado atende às determinações da legislação vigente. A média do pH mais alto foi de 8,60, registrado no mês de outubro/2016. O pH mais baixo foi de 7,60 registrado no mês de abril/2016.

A temperatura também ficou dentro dos limites de tolerância da legislação vigente. A temperatura se manteve menor que 40°C, conforme determinação das normas de lançamento. Observou-se no mês de janeiro/2017 uma temperatura de 30,10°C, sendo esta a maior temperatura registrada no período analisado. A menor temperatura observada foi de 20°C sendo registrada no mês de junho.

**TABELA 6.** Análise de pH e temperatura do efluente tratado entre fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017.

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>pH Tratado</b>	<b>Temperatura Tratado (°C)</b>
Fevereiro	2016	7,90	28,20
Março	2016	7,80	27,10
Abril	2016	7,60	26,50
Maiο	2016	7,70	21,70
Junho	2016	7,75	20,00
Julho	2016	7,70	21,10
Agosto	2016	7,70	22,60
Setembro	2016	7,90	24,30
Outubro	2016	8,60	26,00
Novembro	2016	8,50	26,70
Dezembro	2016	8,40	28,30
Janeiro	2017	8,50	30,10
Fevereiro	2017	8,20	28,80

## CONCLUSÕES

Estes resultados são extremamente significativos, uma vez que não há muitos trabalhos latinos americanos com as características dos efluentes de indústrias de produtos alimentícios.

Verificou-se que a ETE da indústria de produtos alimentícios estudada possui grande potencial para tratamento de resíduos líquidos. A combinação do processo de tratamento físico-químico combinado ao processo de tratamento biológico demonstrou eficácia para o tratamento de resíduos deste tipo de indústria. Durante as análises observou-se que os parâmetros do efluente tratado cumprem todas as determinações descritas na legislação vigente.

Foi observada que a desvantagem deste tipo de tratamento é a geração de lodo desaguado para descarte em aterro sanitário. O descarte deste tipo de resíduo gera custo significativo para a realização do transporte e destinação final deste resíduo. Além disso ocorrem custos significativos associados a utilização de produtos químicos durante o tratamento físico-químico na Estação de Tratamento de Efluentes.

## REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P. PREVIATO, V. CARVALHO, S. L. Qualidade da água de uma piscicultura em tanques-rede no Rio São José dos Dourados, Ilha Solteira- São Paulo. **Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17271/19800827922013631>>. doi:10.17271/19800827922013631.

CASANI, S. ROUHANY, M. KNOCHER, S. A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. **Water Research**, v. 39, p. 1134–1146, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.12.015>>. doi:10.1016/j.watres.2004.12.015.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em 13/06/2017

ARAÚJO, K. S. ANTONELLI, R. GAYDECZKA, B. GRANATO, A. C.; MALPASS, G. R. P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais. **Revista Ambiente e Água**, v. 11 n. 2, 2016. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1862>>. doi:10.4136/ambi-agua.1862

DUARTE, J. G.; SILVA, L.L.S.; FREIRE, D.M.G.; CAMMAROTA, M.C.; GUTARRA, M.L. Enzymatic hydrolysis and anaerobic biological treatment of fish industry effluent: Evaluation of the mesophilic and thermophilic conditions. **Renewable Energy**, v. 83, p. 455–462, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.04.056>>. doi: 10.1016/j.renene.2015.04.056.

FAVARETTO, D. P. C.; BRIÃO V. B.; COLLA, L. M. HEMKEMEIER, M. Análise técnica do processo de tratamento de efluentes de empresa de laticínios da região de Passo Fundo/RS. **Revista CIATEC –UFP**, v. 7, n. 2, p. 18-30, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5335/ciatec.v7i2.3945>>. doi: 10.5335/ciatec.v7i2.3945

FEEMA. NORMA TÉCNICA 202.R-10. **Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos**. Diário Oficial Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 12 de dezembro de 1986. Disponível em: <[http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter\\_pres\\_aspres/documents/document/t/zwff/mda2/~edisp/inea\\_006744.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/t/zwff/mda2/~edisp/inea_006744.pdf)>. Acesso em: 15/05/2017.

GALINDO, A.; TONCEL, E.; RINCÓN, N. Evaluación de un filtro biológico como unidad de post-tratamiento de aguas residuales utilizando conchas marinas como material de soporte. **Revista Ion**. v. 29, n. 2, p. 39-50, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016003>>. doi: 10.18273/revion.v29n2-2016003.

GONÇALVES, J. E.; PAIXÃO, R. M.; SILVA, L. H. B. R. Estudos físico-químicos e microbiológicos da eficiência do tratamento de efluente proveniente de abatedouro avícola. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.9, n.2, p. 473-489, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n2p473-489>>. doi: 10.17765/2176-9168.2016v9n2p473-489.

GRANER, C. B. F. ZUCCARI, M. L. PINHO, S. Z. Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons crômio (III) e dicromato. **Eclética Química**, v. 23, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46701998000100003>>.doi: 10.1590/S0100-46701998000100003.

LU, H. WANG, J. WANG, T. WANG, N. BAO, Y. HAO, H. Crystallization techniques in wastewater treatment: An overview of applications. **Chemosphere**, v. 173. p. 474-484, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.01.070>>. doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.01.070.

MAVROV, V., BÉLIÈRES E. Reduction of Water Consumption and Wastewater Quantities in The Food Industry by Water Recycling using Membrane Processes. **Desalination**, v. 131, p. 75-86, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(00\)90008-0](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(00)90008-0)>. doi: 10.1016/S0011-9164(00)90008-0

MEDEIROS, S. R. M.; CARVALHO, R. G. SOUZA, BARBOSA, A. H. S. Índice de qualidade das águas e balneabilidade no Riacho da Bica, Portalegre, RN, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 3, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1833>>. doi: 10.4136/ambi-agua.1833.

OLIVEIRA, M. R.; TANSKI, N.; RAUSKI, E. DE F. PANUCCI-FILHO, L. Perfil das estratégias de inovação das empresas do setor alimentício: Um estudo amostral no município de Ponta Grossa/PR. **Revista brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 5, n. 1, p. 49-66, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/rbpd.v5n1.3894>>. doi: 10.3895/rbpd.v5n1.3894

PEREIRA, A. C. A.; GARCIA, M. L. Efeitos da disposição de lodo de estações de tratamento de efluentes (ETE) de indústria alimentícia no solo: estudo de caso. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.22 n.3, 2017. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016152945>>.

doi:10.1590/s1413-41522016152945.

PERÉZ, J. A. S. CARRA, I. SIRTORI C. AGUERA, A. ESTEBAN, B. Fate of thiabendazole through the treatment of a simulated agro-food industrial effluent by combined MBR/Fenton processes at mg/L scale. **Water Research**, v. 51, p. 55-64, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.07.039>>. doi: 10.1016/j.watres.2013.07.039.

POHL, S. C.; LENZ, D. M. Utilização de efluente tratado em complexo industrial automotivo. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.22, n.3, p. 551-562, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016122371>>. doi: 10.1590/s1413-41522016122371.

PRADO, A. R. M. Proteção Penal do Meio ambiente na Holanda: O crime de poluição. **Revista Duc In Altum Cadernos de Direito**, v. 7, n. 13, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22293/2179-507x.v7i13.14>>. doi: 10.22293/2179-507x.v7i13.14.

ROCHA, K. M; SALAMONI, S. P.; DOS SANTOS, R. H. Monitoramento e avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de uma estação de tratamento de efluentes com sistema de lodos ativados em uma agroindustria no meio oeste de Santa Catarina. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 3, n.1, p. 26-36, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18256/2358-6508/rec-imed.v3n1p25-36>>. Doi: 10.18256/2358-6508/rec-imed.v3n1p25-36.

RODRIGUES, A. C.; OLIVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, J. A.; PEIXOTO, J.; NOGUEIRA, R.; BRITTOA. G. Tratamento de efluentes vitivinícolas: um caso de estudo na região dos vinhos verdes. **Revista Indústria e Ambiente**, v. 40, p. 20-25, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/5877>>. doi: 1822/5877.

SANTOS, J. J. N.; SOUSA, I. C. S. BEZERRA, D. C. COIMBRA, V. C. S. CHAVES, N. P. Desafios da adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico da situação. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 4, p. 315-321, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000062013>>. doi: 10.1590/1808-1657000062013.

SILVA, M. C. A.; MONTEGGIA, L. O. MIRANDA, L. A. S.; THEWES, M. R. Avaliação da viabilidade de utilização de colifagos como indicadores de poluição fecal: suas relações com parâmetros físicos e químicos e indicadores bacterianos. **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v. 20, n. 4, p. 645-652, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522015020040132584>>. doi: 10.1590/S1413-41522015020040132584

SOUZA, A. C. S; CARDOSO, C. E.; FRAGUAS NETO, Determinação da Concentração de Fosfato em Amostras de Detergentes em Pó Utilizando Detecção Titulométrica. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 3, n. 4, p. 19-28, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21727/teccen.v3i4.258>>. doi: 10.21727/teccen.v3i4.258.

TZORTZIS, P. S.; KNISS, C. T. Programa de despoluição de córregos: programa córrego limpo. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias –IPTEC**, v. 4, n. 1, 2016. **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7; p.61 2017

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5585%2Fiptec.v4i1.52>>. doi: 10.5585%2Fiptec.v4i1.52

YANG, C. L. Electrochemical coagulation for oily water demulsification. **Separation and Purification Technology**, v.54, p.388–395, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.10.019>>. doi: 10.1016/j.seppur.2006.10.019.

ZAIA, D. A. M; ZAIA, C. T. B. V.; LICHTIG, J. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química nova**, v. 21, n. 6, p. 787-793, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421998000600020>> . doi:10.1590/S0100-40421998000600020.