

AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE DE UMA INDÚSTRIA DE TINTAS SEGUNDO AS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS VIGENTES SOBRE A EMISSÃO DE EFLUENTES

ALYNE GONÇALVES LEITE¹, MARIA DO SOCORRO RIBEIRO HORTEGAL FILHA¹,
CARLOS RONALD PESSOA WANDERLEY¹, ROSSANA BARROS SILVEIRA¹, ADNA VIANA DUTRA¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

<alyne_leite@hotmail.com>, <socorrohortegal7@gmail.com>,
<ronaldpw25@yahoo.com.br>, <rossanasilbarros@gmail.com>, <adnavianadutra@gmail.com>

DOI: 10.21439/conexoes.v12i1.1283

Resumo. Dentre os setores mais poluentes no Brasil destaca-se o âmbito industrial da fabricação de tintas, por isso a necessidade que exista um eficiente tratamento dos efluentes, para que alcancem os parâmetros exigidos pelas normas e leis vigentes. O presente artigo foi realizado em uma Indústria de tintas, localizada no município de Maracanaú/CE e objetiva-se em avaliar o desempenho da ETE, tratando o efluente produzido. A metodologia utilizada seguiu basicamente cinco etapas: Caracterização da Indústria de Tintas, análise do processo produtivo, levantamento de dados, monitoramento da ETE, e tabulação dos dados. Nos resultados verificou-se que o a DQO encontra-se 365 mg/L acima do exigido. Conclui-se então que a indústria de Tintas deve incluir um processo de tratamento complementar em sua ETE, para aumentar o nível de remoção de DQO. Este trabalho serve de suporte e alerta para indústrias desse setor.

Palavras-chaves: Indústria de tintas. Efluente industrial. Estação de tratamento. Legislação ambiental. Resolução COEMA nº 02/2017.

EVALUATION OF THE EFFLUENT OF THE ETE OF A INKS INDUSTRY ACCORDING TO THE ENVIRONMENTAL LEGISLATION EXISTING ON THE EMISSION OF EFFLUENTS

Abstract. Among the most polluting sectors in Brazil is the industrial scope of paint manufacturing, which is why it is necessary to have an efficient treatment of the effluents, so that they reach the parameters required by current norms and laws. The present article was carried out in an Ink Industry, located in the municipality of Maracanaú / CE and aims to evaluate the performance of the ETE, treating the effluent produced. The methodology used basically followed five stages: Characterization of the Paint Industry, production process analysis, data collection, TEE monitoring, and data tabulation. In the results it was verified that the COD is 365 mg / L higher than required. It is concluded that the paint industry should include a complementary treatment process in its ETE to increase the level of COD removal. This work serves as a support and alert for industries in this sector.

Keywords: Paint industry. Industrial effluent. Treatment station. Environmental legislation. Resolution COEMA nº 02/2017.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a décima primeira posição na indústria mundial segundo o IEDI (2015), entretanto, está posicionado no quinto lugar quando se trata da indústria destinada à fabricação de tintas. A produção anual é de aproximadamente 1,5 milhões de litros implicando numa receita de 9,12 bilhões de reais, tendo como principais consumidores: o setor imobiliário que ocupa a primeira posição, seguido pela indústria em geral, a repintura automotiva, e as montadoras automobilísticas. (ABRAFATI, 2017)

As tintas são fabricadas com diferentes tipos de matérias primas, tendo como constituintes básicos: a resina ou polímero, o pigmento, o solvente e o aditivo. (UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2007). No entanto, o processo de fabricação pode impactar negativamente na saúde do trabalhador, assim como no meio ambiente, pois os pigmentos responsáveis pela coloração são à base de esmaltes sintéticos e metais pesados, dentre estes estão o chumbo, cromo e zinco. Os hidrocarbonetos alifáticos presentes nas tintas influenciam nas alterações climáticas por comprometer a camada de ozônio, implicando assim no desenvolvimento de doenças como nevrite óptica, conjuntivites e acidentes neurológicos agudos graves. Os aditivos quando possuem biocidas em sua composição são extremamente maléficos a fungos, bactérias e algas existentes nos corpos d'água, impedido o crescimento dos mesmos, e por último os solventes contêm polímeros e copolímeros de difícil biodegradabilidade. (COSTA, 2002 e UEMOTO; IKEMATSU; AGOPYAN, 2007)

De toda forma, o efluente gerado por uma indústria de tintas é um poluidor em potencial, caso não esteja adequado um corpo hídrico que receba essa descarga comprometerá as características químicas, físicas e biológicas, e dependendo da concentração, são causadoras de doenças, podendo levar a óbito os usuários do corpo hídrico, assim como a biota devido às substâncias contidas.

São várias as possibilidades de tratamento de efluentes industriais. A escolha da tecnologia de tratamento mais apropriada é dependente do perfil da indústria, dos produtos utilizados, e do produto final acabado. Segundo Terra Ambiental (2013), quando o efluente possui concentrações significativas de poluentes inorgânicos, cor, metais pesados, material orgânico não biodegradável, os processos físico-químicos são empregados, pois ao contrário dos biológicos, não são vulneráveis a altas concentrações de matéria inorgânica. (FAVARETTO et al., 2015).

Segundo Naves (2009), os processos de tratamento

convencionais envolvem: coagulação, floculação, sedimentação, separação por membrana, filtração e ultrafiltração, extração líquido-líquido, adsorção, tratamento térmico e tratamento biológico, porém este último é apropriado quando a matéria orgânica recalcitrante é baixa, como exemplo para tratar fenóis e compostos derivados, quando a concentração for menor que 70mg/L.

Como alternativa de tratamento de resíduos tóxicos principalmente com compostos orgânicos tóxicos, a comunidade acadêmica mundial concentra seus estudos voltados para os Processos Oxidativos Avançados, POAs. Estes processos têm uma capacidade de degradar compostos orgânicos, podendo até decompô-los em compostos minerais como CO₂ e H₂O. Esta capacidade deve-se ao alto poder oxidante dos radicais hidroxilas ($\cdot OH$), os quais são produzidos durante todo o processo de tratamento. Este processo tem grande vantagem em destruir cargas orgânicas tóxicas, ou convertê-las em formas mais biodegradáveis. (NAVES, 2009).

Se por um lado há um grande esforço em desenvolvimento de tecnologias para reduzir o potencial poluidor de matéria inorgânica, há também a necessidade de pesquisas voltadas para os produtos utilizados na formulação da tinta, de modo que estes possam ser reduzidos ou substituídos por produtos menos tóxicos e impactantes. Segundo Giulio (2017), houve alguns avanços como a produção de tintas à base de água, que eliminam o uso de solventes.

Preocupados com o nível de impacto que os efluentes das indústrias podem causar, como forma de minimização, é primordial que haja fiscalização por órgãos ambientais nas três esferas (federal, estadual e municipal), assim como leis e normas rígidas regulamentadas com padrões de lançamentos.

A legislação ambiental brasileira é reconhecida mundialmente como sendo uma das mais completas, a Resolução Federal CONAMA 357/05 e 430/2011 abordam as condições e padrões para efluentes serão lançados diretamente no corpo receptor. (BRASIL, 2011). A Resolução estadual COEMA nº 02/2017, que dispõe sobre os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras considerando os efluentes industriais e outras fontes de poluição hídrica que utilizam a Rede Pública de Esgoto, mas precisamente em sua seção III - artigo 24. (CEARÁ, 2017). No município de Maracanaú, onde está instalada grande parte das indústrias do estado, a legislação se dá por meio da Lei da política Ambiental do Município nº 1.232/2007 que dispõe sobre regulamentações, precisamente no artigo 34, voltadas para empresas ou instituições de grande porte que deverão tratar seu es-

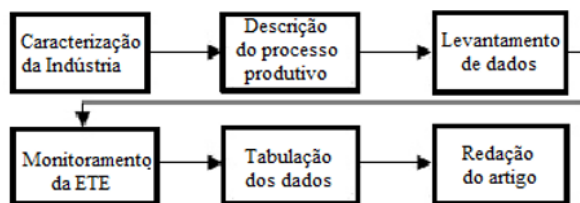
goto quando houver incompatibilidade das características físico-químicas e/ou biológicas de seus efluentes com aquelas das estações de tratamento a que se destinem. (MARACANAÚ, 2007).

Ciente do potencial poluidor dos efluentes provenientes das indústrias, este trabalho tem como objetivo o estudo comparativo do efluente de uma indústria de tintas com a regulamentação vigente mais restrita e específica.

2 Metodologia

Para a elaboração deste trabalho fez-se necessário uma sequência de atividades, como ilustrado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1: Fluxograma do processo industrial.



Fonte: Autores (2017).

2.1 Caracterização da Indústria

A Indústria de tintas deste estudo é de médio porte, com produção média de 200.000L/dia, implicando num consumo médio de água de 120 m³/dia. Está localizada no município de Maracanaú, região metropolitana de Fortaleza, como mostra a imagem na Figura 2.

2.2 Descrição do Processo Produtivo

Por meio de documentação e dados levantados *in loco*, foi possível compreender a rotina de produção de tintas da indústria em questão, resumidamente o processo de fabricação está disposto no fluxograma da Figura 3. Esta mostra desde o recebimento das matérias primas (espessantes, aromatizantes, resinas, dispersantes, aditivos, secantes, pigmentos), dispersão, pigmentação, embalagem, expedição, até finalmente chegar ao mercado consumidor. Entretanto, ao longo do processo há geração de resíduos sólidos na fase de recebimento (Figura 3), tais como: embalagens, tambores, sacos plásticos, sacos de papel e bombonas, e geração resíduo líquido, produzidos no momento da limpeza, mais precisamente na lavagem dos tanques de misturas, popularmente chamado de tachos, na etapa de embalagem.

Figura 2: Localização do Município de Maracanaú – Ce



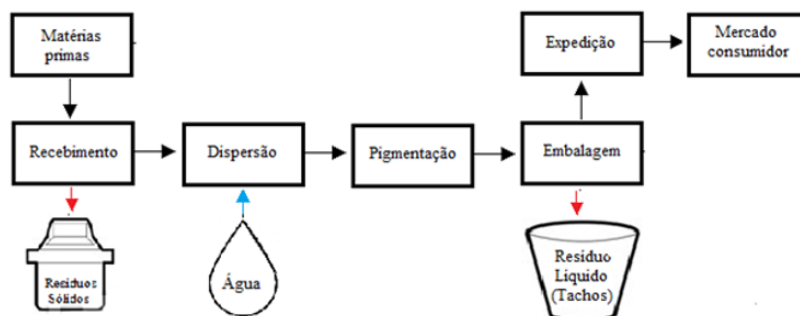
Fonte: Google Earth (2017).

2.3 Levantamento De Dados

Para o levantamento de dados foram necessárias visitas à indústria para acompanhar e avaliar o funcionamento da ETE, assim como a rotina dos operadores. As visitas ocorreram no período de 30/01/2017 a 03/02/2017, de oito da manhã ao meio-dia. Durante as visitas, foram realizadas entrevistas com os operadores e supervisores operacionais, visando listar tarefas rotineiras.

O tratamento destinado ao esgoto produzido é do tipo físico-químico e está descrito na Figura 4. Inicia-se com a coleta dos efluentes produzidos nas lavagens dos tachos, por meio de uma canaleta, nesta foi instalado um conjunto de grades, caracterizando uma unidade de tratamento preliminar, em seguida o esgoto segue para dois tanques em série: um tanque acumulador (Tanque R-TR) com boia e tanque de equalização (Tanque de contenção-TC), com a finalidade de prevenir a vazamentos. As boias do TR são acionadas quando está no nível máximo, encaminhando o esgoto para o TC (Figura 4), com regime de funcionamento alternado. Após a adição do coagulante é realizado uma homogeneização manual com tempo de 2 min, em seguida os aspersores de ar entram em funcionamento por um período de 20 a 25 minutos, passado este tempo os aspersores são desligados, para que haja condições de sedimentação. Em seguida a sedimentação, faz-se necessário a retirada do sobrenadante, onde este é encaminhado para o tanque de captação e destinação final, o lançamento se dá na rede pública coletora de esgoto. Os flocos sedimentados, que são o lodo gerado, caracterizado como lodo químico segue para os leitos de secagem,

Figura 3: Fluxograma do processo industrial.



Fonte: Adaptado da Indústria de Tintas (2017).

com tempo de detenção médio de dois dias.

O tratamento propriamente dito ocorre nos 4 tanques, nestes são adicionados o coagulante e o processo físico é iniciado, com coagulação, seguido da floculação e sedimentação, o processo possui um tempo de detenção de 12h, e as concentrações do sulfato de alumínio, para cada tanque, estão dispostas na Tabela 1.

2.4 Monitoramento da ETE

O monitoramento da ETE é terceirizado contratado pela indústria, a rotina de amostragem do efluente é trimestral avaliando os componentes dispostos Tabela 2. Alguns parâmetros importantes como: turbidez, cor, toxicidade, alumínio dissolvido, entre outros não estão incluídos no programa de monitoramento da empresa terceirizada. O ponto de coleta das amostras foi o tanque de captação e descarte da ETE. O plano de amostragem, volume, acondicionamento, transportes e métodos de analíticos seguiram as recomendações da APHA (1998). Os resultados das análises foram dispostos em laudos, sob responsabilidade da empresa especializada.

2.5 Tabulação dos dados

Para avaliar os resultados do monitoramento, foram retirados dos laudos os resultados das análises e foram dispostos em gráficos e tabelas, para isto foi utilizado a ferramenta excell do Windows 10.

Após este procedimento, os resultados foram analisados, discutidos e comparados com a resolução COEMA nº 02/2017, por ser a legislação vigente mais restrita e específica com padrões e diretrizes para lançamento de efluentes industriais em rede coletora de esgoto.

2.6 Tabulação dos dados

Para avaliar os resultados do monitoramento, foram retirados dos laudos os resultados das análises e foram dispostos em gráficos e tabelas, para isto foi utilizado a ferramenta excell do Windows 10.

Após este procedimento, os resultados foram analisados, discutidos e comparados com a resolução COEMA nº 02/2017, por ser a legislação vigente mais restrita e específica com padrões e diretrizes para lançamento de efluentes industriais em rede coletora de esgoto.

3 Resultados e Discussão

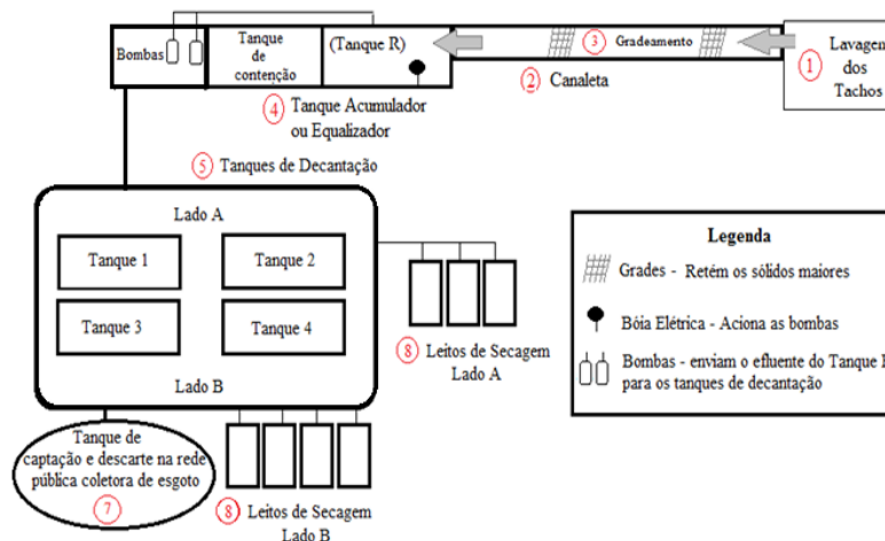
3.1 Processo Produtivo e Rotina de Operação

A partir das visitas constatou-se que o destino final dos resíduos sólidos gerados na indústria foi o aterro sanitário, em contrapartida o resíduo líquido produzido com a fabricação da tinta foi tratado na ETE localizada nas dependências da indústria, como apresentada no item 2.3.

O esgoto produzido foi advindo das lavagens dos tachos, que para isto utilizou solvente e água, entretanto a lavagem foi feita em duas etapas: na primeira com solvente e, após a limpeza este foi armazenado em tambores para reaproveitamento, o seu descarte foi realizado por uma empresa terceirizada, quando o solvente apresentou uma coloração escura, evidenciando a saturação. A empresa é totalmente responsável pela coleta, acondicionamento transporte e destinação final deste resíduo, inserido na Classe I como perigoso. Na segunda etapa a limpeza dos tachos foi realizada com água, nesta etapa houve geração de resíduo líquido, sendo encaminhado a ETE por meio de canaletas.

A operação da ETE se deu por uma rotina disposta

Figura 4: Fluxograma das etapas do tratamento do efluente da ETE



Fonte: Autores (2017).

Tabela 1: Concentrações do $Al_2(SO_4)_3$.

Tanque	Volume ³	Carga (Kg/d)	Concentração (mg/l)	Tempo de mistura (minutos)	Tempo de sedimentação (horas)
Tanque 1	7	25	3500	20-25	12
Tanque 2	8	25	3125	21-25	12
Tanque 3	9	25	2777	22-25	12
Tanque 4	10	25	2500	23-25	12

Fonte: Adaptado da Indústria de Tintas (2017).

Tabela 2: Variáveis físicas e químicas do efluente tratado, unidades e método.

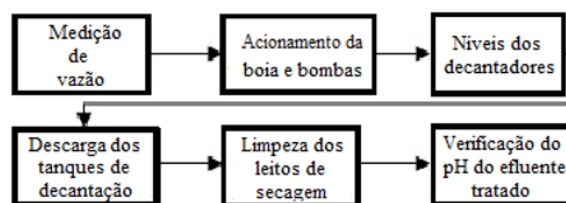
Parâmetros	Unidades	Métodos
Materiais Sed.	mL/L.h	SM 2540F
Materiais flutuantes	-	SM 2530B
pH	-	SM 4500H+B
Amônia Total	mg/L N	SM 4500NH3F
Solúveis em Hexano	mg/L	SM 5520D
Sulfato	mg/L SO_4^{2-}	SM 4500 SO_4^{2-} -D
Sulfeto total	mg/L SO_4^{2-}	SM 4500S ²⁻ -D
DQO	mg/L O ₂	SM 5220D
Nitrato	mg/L O ₂ -N	SM 4500NO ₃ -E
Nitrito	mg/L O ₃ -N	SM 4500NO ₂ -E
Temperatura	C	SM 2550

Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

no fluxograma da Figura 5. Verificou-se que os operadores seguem um procedimento de 6 passos, que foram resumidos para um melhor esclarecimento.

Passo 1 - Medição da vazão da ETE: realizado no

Figura 5: Fluxograma do processo industrial



Fonte: Autores (2017).

medidor de vazão e a partir desse procedimento pode-se obter a vazão de 15m³/d. Com esse levantamento, constatou-se que a ETE recebe 9m³/d de esgoto a mais da sua capacidade, pois a vazão projeto é de 6m³/d;

Passo 2 - Acompanhamento dos níveis dos tanques e acionamento das boias e bombas;

Passo 3 - Verificação dos níveis dos decantadores: teve como objetivo avaliar o nível de sedimentação nos

tanques. Neste passo pode-se verificar que a ETE possui 4 decantadores dispostos em paralelo nomeados em lados A e B, no primeiro (lado A) a capacidade dos decantadores são 7m^3 e 8m^3 , e no segundo (lado B) a capacidade são 9m^3 e 10m^3 .

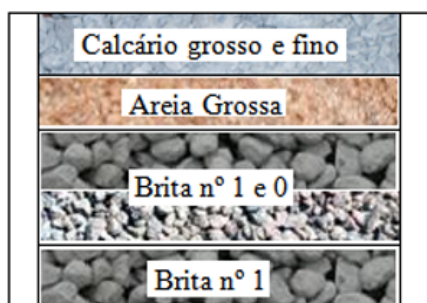
Passo 4 - Descarga dos decantadores: Quando os operadores verificaram que o efluente já atingiu as 12 horas de detenção, eles enviam o sobrenadante ao tanque de captação e descarte, já o lodo segue para os leitos de secagem.

Passo 5 - Limpeza dos leitos de secagem: sendo realizada manualmente e armazenada em tambores de 200L, o volume médio de lodo diário é correspondente a 5 tambores por leito de secagem, perfazendo um total de 3000 kg/dia. Esse quantitativo é relacionando que 1L é igual a 1Kg. Nesse acompanhamento, pode-se verificar que a ETE conta com 7 leitos de secagem (sendo três destinados a receber o lodo proveniente dos decantadores do lado A e quatro que recebem o lodo dos decantadores do lado B) e todos os leitos possuem capacidade de 2m^3 , e o perfil de camadas de cada um pode ser visto na Figura 6.

Passo 5 - Verificação do pH no tanque de captação e descarte: Esta atividade rotineira realizada na própria indústria tendo como objetivo manter o pH na faixa ideal (de 6 a 10) como recomenda a resolução COEMA nº 02/2017.

Paralelamente ao acompanhamento da rotina de operação, constatou-se que o coagulante utilizado diariamente é o $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, aproximadamente 25 kg/d por decantador, totalizando 50 kg/d tendo em vista a rotina de funcionamento dos tanques que acontece por lado (A ou B) e em dias alternados.

Figura 6: Perfil das camadas que compõem o leito de secagem



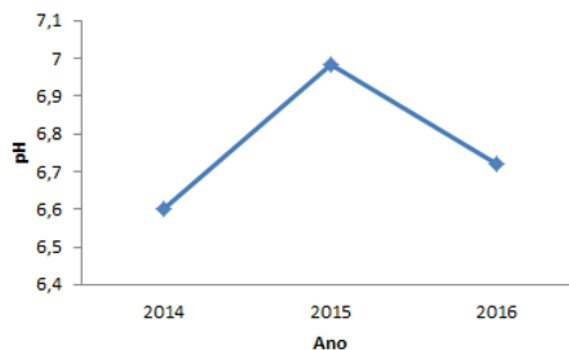
Fonte: Adaptado da Indústria de Tintas (2017).

3.2 Desempenho da ETE

As análises de desempenho da ETE da indústria de tinta estudada no presente trabalho, foram baseadas nos parâmetros disposto na Tabela 3 e gráficos apresentados nas Figuras de 7 à 12.

Pelo resultado apresentado no gráfico da Figura 7, observa-se que entre 2014 a 2016 o pH oscilou de 6,6 a 7,0; com valor médio de 6,7. O maior pH levantado, de 6,9 em 2015, encontra-se dentro do recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece um pH variando entre 6 a 10, para o lançamento de efluente na rede pública coletora de esgoto. Valores de pH fora dessa faixa comprometeria a ETE que recebe o referido esgoto por meio da rede de coleta pública de esgoto, sob responsabilidade da CAGECE. Segundo Sperling (2014) a medida de pH de um efluente é um parâmetro importante no controle operacional das estações de tratamento; muito ácido potencializa a corrosividade, e o pH muito básico, facilita a incrustação nas tubulações e peças, e possibilita a precipitação de metais, além disso, a variação de pH influencia no equilíbrio dos compostos químicos.

Figura 7: Variação dos valores de pH



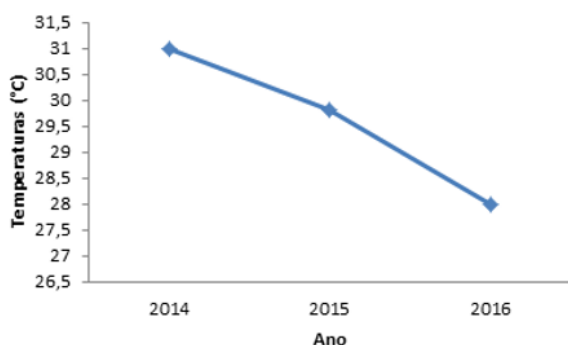
Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

A faixa de pH alcançada na ETE da indústria, situou ligeiramente inferior aos estudos de Silva (2016) que apresentou um efluente bruto com pH igual a 6,24 e final de 7,5. O efluente passou por um processo de floculação e sedimentação, semelhante à ETE deste estudo. Já Pedroso (2009) encontrou valores de pH variando de 5,2 a 8,5 no esgoto bruto e após a adição de sulfato de alumínio, houve uma elevação da concentração, pois alcançou valores de 6,8 a 9,7. Para estes dois estudos de caso, os valores de pH atenderam as recomendações dos seus respectivos estados.

Os valores de temperatura no efluente final da ETE

estão dispostos no gráfico da Figura 8, observa-se que entre 2014 a 2016 os valores oscilaram de 28 °C a 31 °C; sendo que o valor médio foi de 29,6 °C. A maior temperatura levantada, de 31 °C, se encontra dentro do recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece uma temperatura abaixo de 40 °C. O valor médio de temperatura alcançado pela indústria de Tintas foi de 29,6 °C; 4,6 °C acima da média encontrada por Pedroso (2009), que levantou um valor de 34,2 °C. A diferença de temperatura provavelmente deve ter influência climática local, tendo em vista que o trabalho de Pedroso foi realizado no Rio Grande do Sul, contudo, os valores desse trabalho e de Pedroso (2009) encontram-se dentro do que é exigido pelas legislações vigentes dos respectivos estados.

Figura 8: Variação dos valores de temperatura



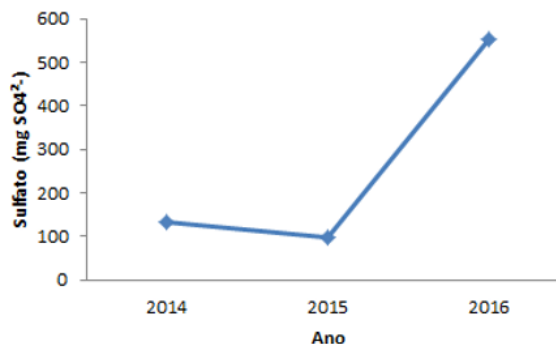
Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

O fato da temperatura encontrar-se dentro do estabelecido é favorável, como disposto por Pessoa e Jordão (2009) que relata que quanto maior for a temperatura, maiores serão as taxas de reações químicas.

Entre os anos de 2014 a 2016 o sulfato oscilou entre 98,6 mg SO_4^{2-} /L a 554,43 mg SO_4^{2-} /L, com valor médio de 262,5 mg SO_4^{2-} , como mostra a Figura 9. O maior valor de 554,43 mg SO_4^{2-} /L encontrando-se abaixo do recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece valor máximo 1000 mg SO_4^{2-} /L. Os valores obtidos na ETE são favoráveis, pois evita problemas como o odor e a corrosão, devido a sua redução de sulfato a sulfeto de hidrogênio a pH baixo. (SILVA, 2007)

Pelo resultado apresentado no gráfico da Figura 10, observa-se que entre 2014 a 2016 o sulfeto total oscilou entre 0,01 mg/L a 1,5 mg/L; com valor médio de 0,72 mg/L. O máximo valor levantado foi de 1,5 mg/L (em 2016), este encontra-se superior ao recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece um va-

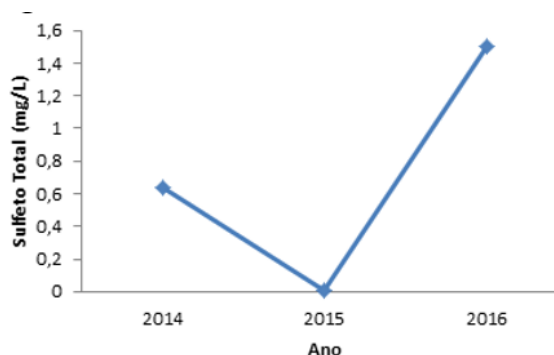
Figura 9: Variação dos valores de sulfato



Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

lor abaixo de 1,0 mg/L. Pelas entrevistas realizadas com os operadores, essa elevação pode ter associação à limpeza dos tachos, na primeira etapa uma vez que o solvente utilizado é rico em sulfeto foi lançado na canaleta, quando deveria ter sido armazenado em tambores para reaproveitamento e quando saturado recolhido por empresa especializada para a destinação final adequada. Sendo assim, a consequência mais provável é a geração de maus odores como explica Liliantis e Mancuso (2003), o elevado teor de sulfeto favorece a geração de odores.

Figura 10: Variação dos valores de sulfeto total

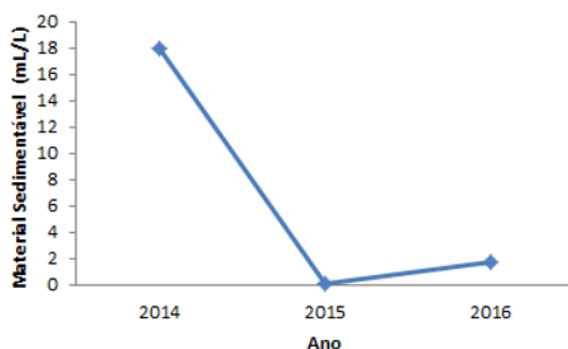


Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

No gráfico da Figura 11 estão dispostos os valores dos sólidos sedimentáveis do efluente final, observou-se entre 2014 a 2016 os valores máximo e mínimo foram de 18,0 mL/L a 0,1 mL/L respectivamente, com valor médio de 6,6 mL/L. O máximo obtido foi no ano de 2014, superior ao recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabeleceu um valor abaixo de

10,0 mL/L. Este fato pode ser atribuído a um lote de $(Al_2(SO_4)_3)$, com concentração abaixo do usual, devido a um erro de fabricação, contribuindo para que os processos de coagulação, floculação e sedimentação ocorresse de forma menos eficiente, apresentando-se um efluente final fora dos padrões de lançamento. Esta observação foi relatada pelo supervisor operacional da indústria.

Figura 11: Variação dos valores de materiais sedimentáveis

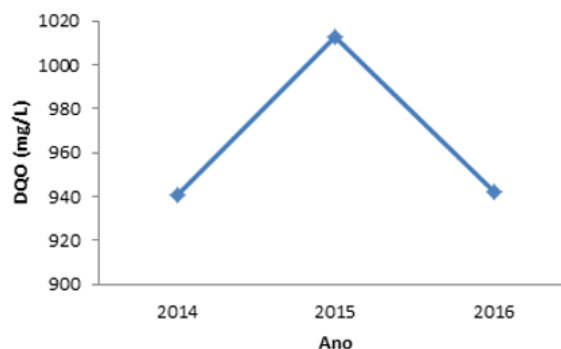


Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

O gráfico da Figura 12 mostra valores de DQO variando de 941,0 mg/L a 1.013,0 mg/L, para o período avaliado, superior ao recomendado pela Resolução COEMA nº 02/2017, que estabelece um valor abaixo de 600,00 mg/L. O resultado mostra que a indústria está em média 365 mg/L acima do que é estabelecido pela resolução, mostrando que um baixo desempenho da ETE, não alcançando uma eficiência esperada. O valor médio obtido no período foi de 965,5 mg/L, o que mostra que o efluente é lançado na rede pública de esgoto com uma carga elevada de matéria orgânica, podendo alterar o desempenho da ETE que recebe este efluente. Vale ressaltar que a ETE mostrou-se subdimensionada para a vazão que recebe, pois como comentado anteriormente a vazão de projeto é para vazão de 6m³/d e recebe 15m³/d, com isso há um aumento da carga de matéria orgânica. Como a indústria lança o efluente na rede de coleta de esgoto público, a estação destinada a receber pode estar sendo sobrecarregada, implicando em uma baixa eficiência na remoção da matéria orgânica, que pode comprometer o corpo receptor. Segundo Sperling (2014), o lançamento de esgotos com elevadas concentrações de matéria orgânica reflete na diminuição do nível de oxigênio dissolvido, pelo o consumo elevado de oxigênio dissolvido. Em termos ecológicos é a repercussão mais nociva da poluição de um corpo d'água, por matéria orgânica, pois o impacto é esten-

dido a toda a comunidade aquática, sendo seletiva em determinadas espécies.

Figura 12: Variação dos valores de DQO



Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

Bazrafshan et al. (2012) utilizou o coagulante cloreto de polialumínio, em seu processo físico químico, obtendo eficiências partindo de 37% chegando a 60% avaliando a DQO. O autor utilizou diferentes dosagens do coagulante de 0 mg/L até 100 mg/L, com DQO inicial de 4149 mg/L reduzindo a 2643 mg/L, 2228 mg/L, 2002 mg/L até obter 1725 mg/L. Mesmo com boas eficiências alcançadas pelo processo de coagulação, a remoção de contaminantes orgânicos não foi capaz de atender aos padrões de descarga iranianos, portanto foi necessário um processo complementar. Este estudo mostra que a eficiência de um tratamento de efluente através de processo físico-químico é dependente do tipo de coagulante e suas concentrações, como também respeitabilidade das variáveis de projeto, pois caso contrário apresentará uma ineficiência como a do estudo em questão.

O último parâmetro observado, nas visitas realizadas, foi a constatação da presença de água pluvial na rede de esgotamento, fato esse que desatende ao solicitado na Resolução COEMA nº 02/2017, que restringe a presença de água pluvial em qualquer quantidade. O impacto da presença indevida de água pluvial no esgotamento sanitário foi estudado por Mello e Reda (2008) que notaram um aumento de vazão, chegando a ETE, de até seis vezes àquela projetada, comprovando assim uma ameaça ao bom funcionamento da rede coletora, bem como na performance de tratamento da ETE, pois vazões em excesso à capacidade da ETE, são extravasadas para os corpos d'água, podendo provocar então grandes impactos aos corpos hídricos receptores, como a eutrofização. (SPERLING, 2014).

Como visualizado na Tabela 3, a ETE apresentou

AVALIAÇÃO DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE DE UMA INDÚSTRIA DE TINTAS SEGUNDO AS LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS VIGENTES SOBRE A EMISSÃO DE EFLUENTES

Tabela 3: Comparação entre os padrões de lançamento e os laudos.

Parâmetros	Estabelecido pelo COEMA nº 02/2017	Média dos anos	Situação (dentro/fora) do recomendado
pH	6 – 10	6,72	Atende
Temperatura	40 C (máx.)	29,6 C	Atende
Mat. Sede.	10,0 mL/L (máx.)	6,6 mL/L	Fora do recomendado (apenas em 2014)
DQO	600,0 mg/L (máx.)	965,5 mg/L	Fora do recomendado (em 2014, 2015 e 2016)
Sulfato	1000,0 mg SO ₄ ²⁻ /L (máx.)	262,5 mg SO ₄ ²⁻ /L	Atende
Sulfeto Total	1,0 mg S/L (máx)	0,72 mg S/L	Fora do recomendado (apenas em 2016)

Fonte: Adaptado da Empresa terceirizada (2014, 2015 e 2016)

eficiência satisfatória para a maioria das variáveis avaliadas quando se analisa o valor médio no período de 2014 a 2016, mostrando ineficiência contínua apenas para a DQO, pois a concentração média foi superior 37,8% ao recomendado pelo COEMA nº 02/2017. No entanto, Silva e Lima (2013) defendem que por mais avançada que seja a legislação ambiental, existem dificuldades para as empresas em se enquadrarem às leis, devido a três motivos principais: a necessidade de instituições públicas sólidas, com seus limites e suas competências bem definidas; a inexistência de uma fiscalização eficiente, motivada pelo desinteresse das partes administrativas; e o terceiro motivo deve-se ao fato de que grande parte das empresas de médio e pequeno porte conhece a existência das leis ambientais, mas desconhecem os requisitos ambientais, além de possuírem limitações tecnológicas e financeiras para se adequarem as mesmas.

4 Considerações Finais

Baseados nos resultados, espera-se que o levantado efluente industrial de tintas, forneça dados para outros trabalhos a serem desenvolvidos, bem como auxiliar leitores, estudantes, empresários, indústrias, e qualquer outra pessoa que possua interesse, sobre a importância e necessidade do desempenho de estações de tratamento viando o cumprimento das leis ambientais vigentes.

O volume de lodo recolhido pela empresa especializada é elevado e a sua consistência é pastosa, fato relacionado à vazão maior do que a prevista no projeto, implicando em poucos leitos de secagem, acarretando no baixo tempo para desidratar, necessitando por tanto de uma intervenção na ETE como exemplo implantação de mais leitos de secagem ou outro dispositivo como um filtro prensa.

Os parâmetros analisados neste trabalho como os materiais sedimentáveis e o sulfeto total, que estiveram fora do padrão estabelecido para um laudo nos anos 2014 e 2016, respectivamente, não foram alcançados

provavelmente por falha operacional ou sobrecarga na ETE, já o parâmetro que não atingiu a eficiência desejada em nenhum ano avaliado, a DQO, evidencia que a ETE necessita de uma correção, como exemplo a adição de um tanque de equalização, para manter a vazão de projeto, assim diminuindo a sobre carga recebida. Outra medida para se adequar aos padrões estabelecidos pela resolução é a separação das unidades, pois nos tanques A e B todo o processo físico químico ocorre de forma integrada, e uma vez que essa ETE tenha unidades separadas (um tanque de retenção, uma unidade de mistura rápida, um floculador e um decantador) os processos de coagulação, floculação e decantação terão uma maior eficiência.

Para sanar a contribuição de águas pluvias se propõe uma correção nas conexões cruzadas com a implantação de uma rede de drenagem independente.

Nota-se com este artigo a importância do estudo para a Indústria estudada, pois possibilita a correção e adequação à legislação vigente com a implantação das medidas citadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABRAFATI. **Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas. Indicadores no mercado: Números do setor.** 2017. Disponível em: <<https://www.abrafati.com.br/indicadores-do-mercado/numeros-do-setor/>>. Acesso em: 25 mar. 2017.
- APHA. Standard Methods for the examination os water and waslewater. **American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation**, Washington, 1998. Disponível em: <https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_4000-6000.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2017.
- BAZRAFESHAN, E. et al. **Slaughterhouse Wastewater Treatment by Combined Chemical Coagulation and Electrocoagulation Process**

(Tratamento de águas residuais de matadouros por coagulação química combinada e processo de eletrocoagulação): Plos one. 2012. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0040108>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 430: Disposição sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília: Governo Federal, 2008. 23 p. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357: Classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e condições, e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília: Governo Federal, 2008. 23 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/Of_08_2008DIQUAIBAMA_Completo.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

CEARÁ. Conselho Estadual de Meio Ambiente. **Resolução COEMA n 2 de 02/02/2017: Padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras.** 2017. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

COSTA, M. M. B. A. M. **Doenças provocadas por agentes químicos. Homepage da Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS).** 2002. Disponível em: <http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/1_doenças_provocadas_por_agentes_químicos>. Acesso em: 09 mar. 2017.

FAVARETTO, D. P. C. et al. Análise técnica do processamento de tratamento de efluentes de empresa de laticínios da região de Passo Fundo/RS. Revista de Ciências Exatas, Aplicadas e Tecnológicas: CIATEC, v. 7, p. 18–30, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/306302601_ANALISE_TECNICA_DO_PROCESSO_DE_TRATAMENTO_DE_EFLUENTES_DE_EMPRESA_DE_LATICINIOS_DA_REGIAO_DE_PASSO_FUNDOS>. Acesso em: 10 mar. 2017.

GIULIO, G. d. Setor de tintas cresce, inova e foca na questão ambiental. **Scientific Electronic Library Online**, Campinas, v. 3, n. 6, p. 12–15, 2017. Disponível em: <[http://inovacao.scielo.br/scielo.php?](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180823942007000600007&lng=es)

[script=sci_arttext&pid=S180823942007000600007&lng=es](http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180823942007000600007&lng=es)>. Acesso em: 18 jan. 2017.

IEDI. Instituto de Estudos Para O Desenvolvimento Industrial. **Anuário Internacional de Estatísticas Industriais.** 2015. Disponível em: <http://www.iedi.org.br/artigos/top/analise/analise_iedi_20150731_industria.html>. Acesso em: 09 mar. 2017.

LILIAMTIS, T.; MANCUSO, P. A geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de pereira barreto: um problema de saúde pública. saúde e sociedade. v. 12, n. 2, p. 86–93, jul-dez 2003.

MARACANAÚ. **Lei n 1.232, de 2007. Dispõe sobre a Política Ambiental do Município de Maracanaú e dá outras providências.. Lei da Política Ambiental do Município.** Maracanaú, CE, 2007. 01-34 p. Disponível em: <<http://www.maracanau.ce.gov.br/download/lei-1-232-de-06-de-julho-de-2007-politica-ambiental-de-maracanau/>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

MELLO, G. S. L. d.; REDA, A. L. d. L. Impacto de tormentas urbanas sobre a variação na qualidade do esgoto sujeito a inclusões de drenagem. ABES, São Paulo, p. 113, 2008. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/cclxxv.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

NAVES, F. L. **Utilização de processos oxidativos avançados no tratamento de efluentes a base de resina fenólica, proveniente de indústria de tintas e derivados.** 114 p. Dissertação (Mestrado) — Curso de Engenharia Química, Engenharia, Usp, Lorena, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97137/tde-20082013-093154/pt-br.php>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

PEDROSO, W. d. M. **Otimização de estação de tratamento de esgoto industrial de uma indústria metalúrgica estudo de caso na Volkswagen São Bernardo do campo.** 100 p. Dissertação (Mestrado) — Curso de Engenharia Química, Departamento de Processos Químicos e Bioquímicos, Instituto Mauá de Tecnologia, São Bernardo do Campo, 2009. Disponível em: <<http://maua.br/files/dissertacoes/otimizacao-de-estacao-de-tratamento-de-esgoto-industrial-de-uma-industria-metalurgica-estudo-de-caso-na-volkswagen-sao-bernardo-do-campo.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

PESSOA, C.; JORDÃO, E. **Tratamento de esgotos Domésticos.** 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SILVA, A. B. **Avaliação da produção de odor na estação de tratamento de esgoto Paranoá e seus problemas associados**. 50 p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil e ambiental) — Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA, B. R. d. **Monitoramento de parâmetros físicos - químicos do efluente de uma indústria de cosméticos: proposta de tratamento**. 50 p. TCC (Graduação) — Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150740/001009325.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

SILVA, D. F.; LIMA, G. F. d. C. EMPRESAS E MEIO AMBIENTE: CONTRIBUIÇÕES DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL. Revista Internacional Interdisciplinar: Interthesis, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 334–359, set 2013. Semestral. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj96p67qcLSAhWFh5AKHYgYAOUQFggjMAA&url=https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/download/18071384.2013v10n2p334/25926&usq=AFQjCNHhOIXNwBgp9PYLKgCk4GL59igPXw>>. Acesso em: 06 mar. 2017.

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. UFGM, Belo Horizonte, p. 30–470, 2014.

TERRA AMBIENTAL. **Empresa Privada de Tratamento de Euentes e Reciclagem Agrícola. A diferença entre o tratamento biológico e físico-químico**. Jundiá, 2013. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/339074/a-diferenca-entre-o-tratamento-biologico-e-fisico-quimico>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

UEMOTO, K. L.; IKEMATSU, P.; AGOPYAN, V. **AS TINTAS IMOBILIÁRIAS E O IMPACTO AMBIENTAL**. São Paulo: Usp, 2007. 108 p. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/2007_10_31_FINEP_KAI.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.