TRATAMENTO DE EFLUENTES OLEOSOS DO TECON SALVADOR E SEU REÚSO

Bruno Ambrosi
TECON Salvador

Clarissa Meira Viana
TECON Salvador

Fransival Pereira Costa
TECON Salvador

Resumo: A pressão sobre os recursos hídricos se vê a cada ano aumentada pelo crescimento populacional, a urbanização e o desenvolvimento industrial. A limitação das reservas naturais de água, unida ao aumento da demanda do produto e à poluição e deterioração dos mananciais, têm provocado graves problemas de escassez de água em numerosas regiões do planeta. Neste contexto, o reúso da água passa a ser considerado como uma alternativa econômica e ambientalmente racional e eficaz, que permite minimizar a geração de despejos líquidos, assim como o consumo de água, incluindo a provisão de água controlada, conservação dos ecossistemas sensíveis, diminuição do desperdício e redução e prevenção da poluição. Este trabalho aborda o tratamento de efluentes oleosos do Tecon Salvador, bem como o seu reúso. A Estação de Tratamento Físico-Químico de Efluentes do Tecon Salvador, trata os seus efluentes oleosos, que correspondem a águas usadas para lavagem de máquinas e equipamentos. A ETE Físico-Química que opera desde 2016, tem capacidade hidráulica para processar uma vazão aproximadamente de 36m³/dia, distribuída em 12 horas e é dotada de um separador de água e óleo, estações elevatórias, flocodecantadores, filtro de pressão, tanque de estocagem de lodo e Casa de Química.

Palavras-chave: Gestão ambiental. Tratamento de Efluentes. Reúso.

1 INTRODUÇÃO

A água é um insumo essencial à maioria das atividades econômicas e a gestão deste recurso natural é de suma importância na manutenção de sua oferta em termos de quantidade e qualidade. O conjunto das atividades humanas, cada vez mais diversificado, associado ao crescimento demográfico, vem exigindo atenção maior às necessidades de uso de água para as mais diversas finalidades (HESPANHOL, 2003). Sendo o setor industrial um importante usuário de água, é fundamental que seu desenvolvimento se dê de forma sustentável, adotando práticas como o uso racional e eficiente da água.

O reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Tal substituição é possível em

* A revisão gramatical, ortográfica, ABNT ou APA foi realizada pelos autores.

função da qualidade requerida para um uso específico. Dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reúso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de qualidade requerido. Em alguns casos poderá ser necessário desenvolver um programa de reúso de efluentes que considere a utilização de sistemas complementares de tratamento, cujo principal objetivo é possibilitar a redução da concentração de um contaminante específico. Nesta situação, em função da eficiência de remoção do contaminante de interesse, o potencial de reúso pode ser ampliado uma vez que é possível obter um efluente final que atenda aos requisitos de qualidade de outras atividades (GONÇALVES e HESPAHOL, 2004).

O reúso de água torna-se alternativa importante nas questões ambientais referentes aos efluentes líquidos dos processos industriais, incorporando diversas técnicas de tratamento dependendo da variabilidade e complexidade de cada efluente industrial. Dentre as possibilidades de tratamento estão os processos físico-químicos. Os métodos físico-químicos abrangem o acoplamento dos métodos físicos de tratamento, responsáveis pela remoção de sólidos flutuantes de dimensões relativamente grandes, de sólidos em suspensão, areias, óleos e gorduras; e os métodos químicos, responsáveis pela remoção de materiais coloidais, cor, turbidez, odor, alcalinidade, acidez, metais pesados e óleos, entre outros parâmetros (BRAILE, 1993).

No tratamento físico-químico de efluentes industriais os processos de coagulação/floculação, filtração e adsorção são amplamente utilizados e podem tornar-se uma alternativa de baixo custo para implementação de um sistema de reúso industrial. A Estação de Tratamento Físico-Químico de Efluentes do Tecon, tem a função de tratar efluentes oleosos, que correspondem a águas usadas para lavagem de máquinas e equipamentos. A ETE Físico-Química tem capacidade hidráulica para processar uma vazão aproximadamente 36m³/dia, distribuída em 12 horas, ou seja, uma vazão média de 36m³/dia ÷ 12 horas = 3,0 m³/h. A Estação de Tratamento Físico-Químico de Efluentes é dotada de um separador de água e óleo, estações elevatórias, unidades, floccodcantadores, filtro de pressão, tanque de estocagem de lodo e Casa de Química.

Como não existem padrões de segurança de reuso de efluentes oleosos de origem industrial, para a realização deste trabalho, levou-se em consideração a Resolução Conama 357 – 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, a Portaria Nº 2.914 – 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e a NBR 13.969 – 97, que dispõe sobre tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Utilizaram-se como comparação os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos analisados nas amostras de efluente, com os padrões de qualidade da água estabelecidos nestas legislações.

Abaixo imagens da ETE, respectivamente, casa de química e tanques floccodcantadores, com o separador de água e óleo.

Figura 1: Casa de química

Figura 2: tanques flocculantes e separador de água e óleo

2 METODOLOGIA

O grau de tratamento necessário para evitar efeitos ambientais adversos deve seguir a legislação ambiental pertinente, e dependerá tanto da quantidade e natureza dos efluentes oleosos a serem tratados. O efluente tratado atenderá os padrões exigidos pela legislação ambiental, conforme apresentado:

Parâmetros	Limite permitido pela Resolução CONAMA N° 357/2005	Limite permitido pela NBR 13.969 / 97	Portaria 2914/11 do M.S
Ph	6 - 9	6 - 8	6 - 9,5
Temperatura (°C)	<30	-	-
Cloro residual livre (mg/l)	-	0,5 - 1,5	0,2 - 2,0
Sólidos sedimentados (mg/l)	< 1	-	-

Quadro 1: Padrões exigidos pela legislação ambiental

2.1 DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DA ETE FÍSICO-QUÍMICA

Na primeira unidade de operação ocorre no separador de água e óleo do tipo API, na segunda unidade ocorre o processo de flocculantes, onde ocorre o armazenamento, mistura rápida, coagulação, floculação e decantação dos sólidos na terceira unidade ocorrerão à filtração/desinfecção e armazenamento temporário do efluente tratado para reuso.

2.1.1 Separador de Água e Óleo do Tipo API

A vazão máxima é de 6,0m³/h adotada no dimensionamento considerando o funcionamento da elevatória. O separador Tipo API é dimensionado conforme metodologia do API – American Petroleum Institute. O sistema API tem a função de separar a água/óleo em um tanque retangular que reduz a velocidade do efluente oleoso (TDH – Tempo de Detenção Hidráulica), de forma a permitir que a gravidade separe óleo de água. A caixa separadora de óleos e graxas serve para remover óleo e outras substâncias flotantes de densidade menor que a água, a exemplo de gasolina, compostos de petróleo, leves e graxos. Além disto, remover sedimentos e materiais flutuantes em geral. A principal função de um SAO é a remoção do óleo livre. A remoção das “natas” de óleo livre é realizada através de removedores Skimmer.

2.1.2 Floco Decantador

Realizada a coagulação no tanque de mistura rápida com sulfato de alumínio e barrilha, o efluente passa para a unidade subsequente de mistura lenta. Após a formação do floco ocorre a decantação de modo a permitir que o efluente final após filtração esteja em condições de reutilização no processo industrial. Os dois flocodecantadores, com volume de 20 m³ cada, são construídos em fibra de vidro, com formato circular, alimentados por uma tubulação central. A parte superior é circundada dotado de misturador que tem a finalidade de dissipar energia e garantir uma distribuição hidráulica homogênea no tanque.

2.1.3 O processo de floco decantação ocorrerá da seguinte forma

- **Mistura Rápida:** No processo de mistura rápida é adicionado o produto químico responsável pela desestabilização e posterior aglutinação das matérias que desejamos remover do efluente. Essa mistura é realizada através de um misturador submersível.
- **Adição de Coagulantes:** Consiste em se misturar à coleção líquida, substâncias químicas (sulfato de alumínio) e auxiliares de coagulação (polieletrólito, barrilha, etc) que vão proporcionar meios para que as impurezas sejam removidas.
- **Floculação:** Na Floculação as partículas desestabilizadas na mistura rápida são aglutinadas umas com as outras e com o floculante formando os flocos. Para que isto aconteça, a água é submetida a uma agitação lenta, durante um tempo que pode variar, na maioria dos casos, de vinte a quarenta minutos.

Com isto, os flocos vão crescendo e se tornando mais pesados. Na floculação deseja-se obter flocos pesados o suficiente para que a maioria deles possa ser separada do efluente em tratamento, por sedimentação no interior dos flocodecantadores. Parte da turbidez é removida ainda por ação física do hidróxido de alumínio formado pela reação do sulfato de alumínio com a alcalinidade. Depois da floculação, o efluente tratado, passa a ser decantado. O período médio de retenção da água é de três horas. No fundo dos mesmos, depositam-se flocos arrastando consigo grande parte das impurezas.

O ensaio de floculação é realizado todas as vezes que for ser realizado o tratamento. Tem por objetivo determinar a dosagem e o pH de floculação e o

estabelecimento da dose de sulfato de alumínio, barrilha e polieletrólito em função do objetivo final do tratamento. O coagulante mais utilizado é o Sulfato de Alumínio, que reage com a alcalinidade, produzindo coágulos capazes de envolver e absorver as impurezas e produzir íons positivos capazes de atrair e neutralizar a carga negativa dos colóides.

- **Decantação:** Após sair a floculação toda a matéria em suspensão deverá estar aglutinada em flocos entre si e com o sulfato de alumínio, formando os flocos, que devem adquirir tamanho e peso suficientes para que possam ser separados da água em tratamento através da decantação. Após a decantação o efluente clarificado segue para o filtro de pressão em quanto que o lodo decantado deve ser conduzido para um tanque de armazenamento de lodo para descarte.
- **Filtro de Pressão (Filtro de Areias):** Após a decantação o efluente tratado, a água segue para o filtro de pressão com unidade de areia de granulometria variada, que retém as impurezas restantes. O filtro tem dispositivos capazes de promover a lavagem de areia, quando a mesma fica muito suja. Diz-se nessa ocasião que houve colmatação de leito filtrante. O retrolavado será conduzido para o SAO API.
- **Caso de Química:** É o espaço físico da ETE destinado a estocagem de produtos químicos, preparo de solução e análise de rotina dos efluentes oleosos brutos e tratados. Está contido também na casa de química as bombas dosadora, cloradores, moto bombas para recalque de solução de sulfato, cal e misturadores.

2.1.4 Reservatório Subterrâneo de Efluente Tratado

Após o tratamento o efluente armazenado no reservatório subterrâneo será reutilizado novamente na lavagem de peça e equipamentos.

- **Fase Sólida de Tratamento:** A fase sólida de tratamento corresponde ao desaguamento nos flocos decantadores e estocagem no tanque de armazenamento e adensamento, para transporte e disposição final.
- **Geração de Lodo:** A produção de lodo é estimada em função da porcentagem de sólidos sedimentáveis presentes do efluente. Estima-se uma produção de lodo de 2,0 ml/l ($2,0 \text{ l/m}^3$) x 36 m^3/d = 72 l/dia.
- **Tanques para Armazenamento de Lodo:** Essas unidades foram fabricadas em fibra de vidro com a finalidade de armazenar o lodo do floco decantador. O tanque tem um volume de 5,0 m^3 e foi projetado para um período de residência mínimo de 30 dias O transporte de lodo físico-químico espessado acumulado nos tanques pulmão é feito através de caminhão a vácuo.

3 REAPROVEITAMENTO DO EFLUENTE

O efluente tratado da ETE, fica em um reservatório de armazenamento na área da manutenção de 25m³, em que é reaproveitado para lavagem de piso/equipamentos, suprimindo a necessidade da manutenção, sem que seja utilizada água da EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. Esse efluente é bombeado para o lavador, onde é reutilizado em novas lavagens.

Mensalmente são realizadas análises dos efluentes. No quadro abaixo estão apresentados os resultados das análises do efluente juntamente com os padrões da Resolução CONAMA 357/05, NBR 13.969/97 e Portaria 2914/11 do M.S, do mês de julho de 2019. Porém, os parâmetros analisados, seguem sem alterações no decorrer dos meses anteriores. Não havendo alteração nos parâmetros de Ph, Temperatura (°C), Cloro livre (mg/l) e Sólidos sedimentados (mg/l).

Data: 26/07					
Parâmetros	Tanque 1	Tanque 2	Limite permitido pela Resolução CONAMA Nº 357/2005	Limite permitido pela NBR 13.969 / 97	Portaria 2914/11 do M.S
Ph	7,73	7,71	6--9	6--8	6 -- 9,5
Temperatura (°C)	26,1	26,3	<30	-	-
Cloro livre (mg/l)	0,63	0,55	-	0,5 - 1,5	0,2 - 2,0
Sólidos sedimentados (mg/l)	<1	<1	< 1	-	-

Quadro 2: Parâmetros de efluentes analisados

Quadro 3: Parâmetro analisado de PH

O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH na ETE podem ter origem nos produtos químicos utilizados durante

a lavagem da área da manutenção. Em águas de abastecimento, baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade, enquanto que valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações.

No mês de julho de 2019, não houve alterações no pH.

Quadro 4:

Parâmetro analisado de cloro livre

O cloro é o desinfetante comumente empregado e considerado eficaz, pois age sobre os micro-organismos patogênicos presentes na água, não é nocivo ao homem na dosagem requerida para desinfecção, é econômico, não altera outras qualidades da água depois de aplicado, não requer operação complexa para sua aplicação e mantém um residual ativo na água, isto é, sua ação continua depois de ser aplicado. O cloro é aplicado na água por meio de dosadores, que são aparelhos que regulam a quantidade do produto a ser ministrado, dando-lhe vazão constante. O hipoclorito de sódio é o tipo de cloro aplicado na ETE-TECON.

No mês de julho não houve alterações na quantidade de cloro.

Quadro 5: Parâmetro analisado de sólidos sedimentados

Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos da seguinte forma: em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e dissolvidos (voláteis e fixos). Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. No caso da ETE TECON, são monitorados os sólidos sedimentados, a fim de verificar a necessidade de se realizar uma descarga de lodo dos tanques floccodecantadores.

No mês de julho não houve alterações no percentual de sólidos sedimentados.

Para a avaliação dos padrões de pH, sólidos sedimentáveis para águas doces, a legislação pertinente e utilizada é a Resolução CONAMA nº 357/2005, para o parâmetro de cloro residual foi avaliado segundo a Portaria 2914/11 do M.S.

Foto 3: Coleta de água no tanque 1

Foto 4: Coleta de água no tanque 2

Foto 5: Amostras coletadas

Fotos 6: Medições realizadas.

Foto 7: Medição de pH e temperatura no tanque 1

Foto 8: Medição de pH e temperatura no tanque 2

Foto 9: Medição de cloro no tanque 1

Foto 10: Medição de cloro no tanque 2

Semanalmente é realizada análise de PH e cloro na água tratada, após tratamento na ETE e transferência para reservatório da manutenção e na água que sai do jato, da água para lavagem. Para verificar a eficiência de tratamento, através dos parâmetros avaliados. Abaixo imagens: Foto 11 Coleta de água tratada no reservatório da manutenção e Foto 12 Coleta de água tratada no jato da manutenção

Foto 11: Coleta de água tratada no reservatório da manutenção

Foto 12: Coleta de água tratada no jato da manutenção

3.1 QUANTIDADE DE VEZES QUE A ÁGUA DOS TANQUES FOI DRENADA

Abaixo quadro com exemplo do ano de 2018, com quantidade de água tratada da ETE, um total de 720 m³ de água reutilizada no ano, que retornou para o processo e foi reutilizada novamente para serviço de lavagem. De janeiro de 2016, até julho de 2019, houve tratamento de 4.400 m³ de água, que foi reutilizada no processo da manutenção.

Mês/2018	Quantidade de vezes que a água dos tanques foi drenada	Total em m3	Total em Litro
Janeiro	2	40	40.000
Fevereiro	2	40	40.000
Março	4	80	80.000
Abril	4	80	80.000
Maio	2	40	40.000
Junho	4	80	80.000
Julho	4	80	80.000
Agosto	2	40	40.000
Setembro	2	40	40.000
Outubro	4	80	80.000
Novembro	4	80	80.000
Dezembro	2	40	40.000
Total	36	720	720.000

Quadro 6: Quantidade de vezes que a água dos tanques foi drenada em 2018

3.2 QUANTIDADE DE VEZES QUE O ÓLEO GERADO FOI REAPROVEITADO

Abaixo quadro com exemplo do ano de 2018 com quantidade de óleo retirado da ETE, através de skimmer, um total de 4,2 m³ de óleo reaproveitado, enviado para rerrefino. De janeiro de 2016, até julho de 2019, houve coleta de 15,8 m³ de óleo, através de skimmer e armazenado em dois tambores de 1.000 litros, que foram encaminhados para rerrefino.

Mês/2018	Óleo reaproveitado (Total em m3)	Total em Litro
Janeiro	0	0
Fevereiro	0,3	300
Março	0	0
Abril	0,4	400
Maio	1,2	1200
Junho	0,8	800
Julho	0,4	400
Agosto	0	0
Setembro	0	0
Outubro	1,1	1100
Novembro	0	0
Dezembro	0	0
Total	4,2	4.200

Quadro 7: Quantidade de vezes que o Óleo da ETE foi reaproveitado em 2018

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados fornecidos, foi possível constatar que o tratamento do efluente gerado, por processo físico-químico da ETE, se faz eficiente, e que também é possível realizar o reaproveitamento da matéria oleosa, retirada para rerrefino, através de skimmer. Demonstrando dessa forma uma boa eficiência de tratamento, apresentando remoções nos parâmetros avaliados. Os parâmetros analisados mensalmente, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05, NBR 13.969/97 e Portaria 2914/11 do M.S, seguem sem alterações, desde quando começaram a ser analisados, no ano de 2016. Não havendo alteração nos parâmetros propostos, de Ph, Temperatura (°C), Cloro livre (mg/l) e Sólidos sedimentados (mg/l). De janeiro de 2016, até julho de 2019, houve tratamento de 4.400 m³ de água, que foi reutilizada no processo da manutenção. De janeiro de 2016, até julho de 2019, houve coleta de 15,8 m³ de óleo, através de skimmer e armazenado em dois tambores de 1.000 litros, que foram encaminhados para rerrefino.

REFERÊNCIAS

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A.; *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. CETESB, São Paulo, 1993.

CONAMA. Resolução N.º 357 – 17 de março 2005. *Dispõe sobre a classificação dos*

corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

GONÇALVES, O.; HESPAÑHOL, I.; Conservação e reúso de Água: Manual de orientação para o setor industrial. São Paulo: CIRRA/MMA/ANA/FIESP, 2004.

HESPAÑHOL, I. “*Potencial de Reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos*”. In: Mancuso, P., Santos, H. dos. *Reuso de água, 1ª edição*, Ed Manole (USP), pp.37-95, 2003.

NBR 13.969 – de setembro 1997. *Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*

Portaria N° 2.914 – de dezembro 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.* Diário Oficial da União, Brasília, 2011.