



## DIMENSIONAMENTO DE UMA NOVA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA EMPRESA DE SANEANTES DOMISSANITÁRIOS

Érika Elias Padilha<sup>1</sup>

Carolina Resmini Melo Marques<sup>2</sup>

Débora De Pellegrin Campos<sup>3</sup>

Andreia Tonetto<sup>4</sup>

Aline Resmini Melo<sup>5</sup>

**Resumo:** Atualmente a maioria das empresas possui uma estação de tratamento de efluentes, pois está sendo cada vez mais fiscalizada pelos Órgãos Federais, visando sua eficiência e obrigatoriedade. O artigo trata de uma proposta para implantação de uma nova estação de tratamento de efluentes em uma Empresa do ramo de saneantes domissanitários, devido a atual não comportar o volume de efluentes gerado diariamente. Nesta proposta também são sugeridas melhorias ao processo, como a resolução do problema de caracterização do lodo residual atual e o reaproveitamento do afluente gerado no tratamento, já que o mesmo é descartado na rede fluvial. Para a elaboração deste foi realizada uma análise de toda a atual estação da Empresa, dando prioridade aos problemas encontrados e sugestões para uma nova proposta de estação de efluentes. Mediante cotações realizadas com empresas especializadas no ramo, a Empresa terá que realizar um investimento de R\$ 61.770,00 para execução do projeto. Apesar de ser um alto investimento, a estimativa de retorno acontece em três anos.

**Palavras-Chave:** Saneantes Domissanitários; Efluentes; Estação de Tratamento; Lodo.

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a estação de tratamento de efluentes está presente na maioria das indústrias químicas, já que Órgãos Federais estão cada vez mais fiscalizando eventuais irregularidades com questões ambientais.

As empresas enfrentam processos frequentes nas questões relacionadas ao meio ambiente e a resíduos industriais. Caso os resíduos venham ser descartados sem

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química. E-mail: erikaeliaspadilha@gmail.com

<sup>2</sup> Professora Doutora em Engenharia Química. E-mail: carolina.melo@satc.edu.br

<sup>3</sup> Professora Especialista Engenharia Química. E-mail: debora.campos@satc.edu.br

<sup>4</sup> Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho. E-mail: andreiaambiental1@gmail.com

<sup>5</sup> Professora Doutora Engenharia Química. E-mail: aline.melo@satc.edu.br



nenhum tratamento, este se torna um grande problema, ocasionando graves infrações ao estabelecimento, além de prejudicar o meio ambiente. Por conta disso, é necessário que o processo de tratamento seja eficiente, prático, e que tenha resultados significativos.

Devido ao aumento da produção da Empresa Gávea Química do Brasil, fabricante de saneantes domissanitários, a quantidade de efluentes a ser tratada cresceu, o que pode se tornar um problema caso a atual estação de tratamento não comporte o volume do mesmo. O lodo residual resultante do tratamento também é um revés conforme a sua caracterização.

O presente trabalho tem como objetivo projetar uma nova estação de tratamento de efluentes, onde possa aumentar a capacidade de tratamento e minimizar a quantidade de lodo resultante do processo, espera-se também que ocorra uma possível melhoria na caracterização do lodo residual, além de apresentar custos de implantação e de economia para a Empresa.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo estão apresentadas as considerações necessárias para a elaboração deste trabalho. Foi realizada uma revisão bibliográfica acerca da Empresa de Saneantes, legislação necessária para o funcionamento de uma estação de tratamento de efluentes, processos físicos e químicos da estação, bem como parâmetros e reagentes utilizados.

### **2.1 SANEANTES DOMISSANITÁRIOS**

A Empresa estudada é brasileira e produz uma diversa linha de produtos de sanitização e limpeza, classificada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), como uma Empresa de saneantes domissanitários.

A ANVISA é o órgão do Ministério da Saúde que faz as regras para fabricação e comercialização de saneantes e fiscaliza as empresas no cumprimento destas regras estabelecidas [1]. Isso evita a produção de saneantes clandestinos, que podem ocasionar sérios problemas, tanto para o ser humano como para o meio ambiente.



Os produtos saneantes domissanitários são classificados quanto à finalidade de uso, como produtos para limpeza em geral e conservação de ambientes. Utilizado por qualquer pessoa para fins domésticos, por pessoas especializadas quando se tratar de manipulação e manuseio de saneantes específicos, e também para fins profissionais [2,3].

A Empresa estudada produz alguns dos saneantes mais conhecidos, como por exemplo, os detergentes, que possuem poder de limpeza em superfícies e tecidos através da diminuição da tensão superficial; os desinfetantes e alvejantes, que matam germes e bactérias; amaciantes com o poder de tornar os produtos têxteis mais suaves. Também produzem uma linha específica de produtos fortemente ácidos, com pH (potencial hidrogeniônico) menor ou igual a 2, e fortemente alcalinos, pH maior ou igual a 11,5, denominados desincrustantes ácidos e desincrustantes alcalinos, que removem incrustações por processo químico ou físico. Possui também a produção da linha de acabamento, fazendo parte desta as ceras líquidas, que tem o poder de limpeza e polimento em superfícies por ação física ou química. Além destes, também são produzidos aromatizantes de ambientes, onde mascaram os odores desagradáveis dos locais desejados [2,4].

## 2.2 EMPRESA GÁVEA QUÍMICA DO BRASIL

A Empresa Gávea Química do Brasil é de pequeno porte, situada na zona urbana da cidade de Jacinto Machado, em uma área construída de 1.166 m<sup>2</sup>. Atua no mercado há 19 anos e emprega diretamente 20 pessoas.

Produz uma média de 100.000 l/mês de produtos, dentre eles a linha automotiva, domissanitários e Arla 32, destinados as mais diversas áreas comerciais, principalmente para postos de combustíveis e lavações automotivas, além da área industrial e diretamente ao público.

O abastecimento de água na Empresa é disponibilizado pela SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto), onde passa por tratamento físico químico antes da utilização, e gera através dos processos de produção, lavação de piso e equipamentos, uma média de 8.000 l/dia de efluente líquido, sendo o setor de lavação de embalagens o que mais gera efluente líquido. Atualmente como a estação não supre



a necessidade de tratamento, devido ao alto volume a ser tratado, o setor de lavação controla a quantidade de embalagens que podem ser lavadas por dia.

Os efluentes líquidos dos sanitários e da cozinha são tratados com fossa séptica e sumidouro, conforme a NBR 7229/93 e NBR 13969/97, sendo destinados a rede pública e o efluente gerado no processo produtivo são tratados por batelada. Esses últimos são provenientes da lavação de embalagens, já que a Empresa trabalha com a logística reversa de embalagem, da limpeza de tanques de produção e piso de fábrica, laboratório e utensílios usados na produção.

Os efluentes sólidos resultantes do tratamento são armazenados em tambores e em área ventilada e coberta, posteriormente são coletados por empresas credenciadas, já que o lodo atual não pode ir diretamente para o aterro sanitário devido sua atual classificação.

### 2.3 LEGISLAÇÃO APLICADA

A Empresa Gávea Química segue os padrões exigidos pelo órgão ambiental, FATMA (Fundação do Meio Ambiente), atualmente também conhecido como IMA (Instituto do Meio Ambiente), para a realização do tratamento de efluentes da Empresa, seguindo seus parâmetros e exigências.

Segundo a Licença Ambiental da Empresa [5], os efluentes líquidos devem ser tratados diariamente, seguindo parâmetros de pH, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio), sólidos sedimentáveis e surfactantes que só poderão ser descartados no corpo receptor se atenderem os padrões previstos na Resolução Conama 430/2011, Lei Estadual 14.675/2009 e Portaria FATMA 017/2002. Além dos efluentes líquidos, os resíduos sólidos gerados pelo tratamento deverão ser armazenados de forma segregada em função da sua forma de classificação, destinados de forma ambientalmente adequada em atendimento a Lei n<sup>o</sup> 12.305/2010.

Para a estrutura física da estação de tratamento e processos físicos utilizados, não há nenhuma legislação a ser seguida, cabe a Empresa estabelecer perante sua necessidade.

Para o CONAMA 430/2011 (Conselho Nacional do Meio Ambiente) [6], efluente é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas



atividades ou processos, sendo então necessárias algumas exigências para o lançamento do efluente líquido.

No caso da Empresa Gávea Química do Brasil, ela segue as exigências estabelecidas segundo o CONAMA:

- pH de 5 a 9;
- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- Regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- Óleos e graxas: 1 - óleos minerais: até 20 mg/L; 2 - óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;
- Ausência de materiais flutuantes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO, sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo para comprovação de atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Em relação aos elementos inorgânicos, a Tab.1 apresenta os valores máximos permitidos de cada um, para o lançamento de efluentes industriais.

Os resíduos nos estados sólido e semi-sólido, estes são gerados nos processos produtivos e instalações industriais, podendo ser domésticos, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. Além desses, ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição [7,8].

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes dão origem, de seus constituintes, características. A comparação destes constituintes é realizada com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Essa identificação a ser avaliada deve ser criteriosa e

estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem [8].

De acordo com a ABNT NBR 10004 [8], os resíduos sólidos podem ser classificados como:

- Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;
- Resíduos Classe II – Não perigosos: que são os que não apresentam características de periculosidades;
- Resíduos Classe II A – Não Inertes: representados por aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I - Perigosos ou de Resíduos Classe II B – Inertes. Estes resíduos podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Resíduos Classe II B – Inertes: são aqueles submetidos a testes de solubilização, e não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, executando aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Tabela 1- Padrões de lançamento de efluentes.

<b>Parâmetros inorgânicos</b>	<b>Valores máximos</b>
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L B
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr <sup>+6</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>+3</sup>
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni



Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

Fonte: [6].

## 2.4. PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Para o tratamento dos efluentes gerados no decorrer dos processos industriais, são implantadas as Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) que geram como subprodutos lodos, estes enquadrados como resíduos sólidos perigosos ou não-perigosos, entre outros. Sua disposição é cara e pode afetar as características ambientais da região caso seja disposto indevidamente. Em decorrência disso, várias empresas atualmente já possuem ou em breve terão que disponibilizar de uma estação de tratamento, pois as Leis Ambientais estão cada vez mais rigorosas [9].

Para a elaboração de uma estação de tratamento de efluentes, são necessários conhecimentos sobre os tratamentos físicos e químicos existentes, para que dentro de sua necessidade e disponibilidade, seja possível projetar a mesma.

### 2.4.1. Tratamentos Físicos



São processos que basicamente removem areia e os sólidos grosseiros em suspensão, ou seja, materiais com dimensões maiores. Também são capazes de remover a matéria orgânica e inorgânica, reduzir ou eliminar a presença de microrganismos além de serem usados para desinfecção. A finalidade desses processos é a proteção dos equipamentos, tubulações e etapas subsequentes do tratamento [10,11].

O gradeamento, de grande importância no tratamento de efluentes, tem como função a remoção dos sólidos grosseiros com diâmetro superior a 10 mm, como tampas, plásticos, lacres, papelões constituintes de embalagens dos quais podem causar entupimento e problemas nos equipamentos. São constituídos de grades de ferro ou aço, posicionadas na chegada do tratamento e são classificadas de acordo com o espaçamento entre as barras [12].

Já o sistema de peneiramento é responsável pela remoção dos sólidos menores, que ainda restam depois do gradeamento, com diâmetros pouco maiores que 1 mm, onde podem causar entupimento ou uma carga orgânica considerável. São utilizadas peneiras para sua remoção, as mais utilizadas têm malhas com barras triangulares com espaçamento variando entre 0,5 a 2 mm, onde a limpeza pode ser mecanizada ou ser estática [11].

A caixa separadora de água e óleo é o sistema destinado para retenção de gordura e materiais que flutuam naturalmente. Esse processo físico ocorre por diferença de densidade entre a água e o óleo, sendo as frações oleosas recolhidas na superfície, e no caso de óleos ou borras oleosas mais densas que a água, esses são sedimentados e removidos por limpeza do tanque. A caixa deve ser construída de forma que o líquido se mantenha parado durante o tempo em que as partículas vão ser removidas e consigam se mover do fundo até o topo da superfície líquida [9,11].

Segundo Giordano [11], a sedimentação é um processo de clarificação, devendo ser aplicada conforme as características de cada efluente e do processo de tratamento.

A sedimentação permite remover o material particulado sedimentável que se encontra no efluente, remoção de sólidos suspensos e remoção de DBO, associada ao material particulado [12].

Para diminuir o nível de poluentes, o processo de coagulação/floculação deve acontecer antes do tratamento biológico. Utilizam sais de ferro ou alumínio e





polieletrólitos, sendo o ajuste do pH a variável controlada mais importante no tratamento. Esse processo faz com que as partículas sejam agregadas, formando uma aglomeração de impureza, de fácil remoção [4].

Segundo Cammarota [12], o processo de flotação remove as partículas em suspensão e/ou flutuantes de um meio líquido, quando a densidade da fase dispersa é menor que a fase contínua. Trata-se de um processo físico muito utilizado para a clarificação de efluentes e conseqüentemente o lodo residual, tendo como vantagem a necessidade de uma pequena área, e como desvantagem o alto custo operacional. A flotação deve ser usada principalmente para efluentes com alto teor de óleos e graxas e/ou detergentes.

#### **2.4.2. Processos Químicos**

São considerados como processos químicos, as etapas do tratamento de efluentes que vão utilizar produtos químicos, como agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação e redução. Através desses processos ocorrem reações químicas que removem os poluentes ou condicionam as misturas a serem tratadas nos tratamentos subseqüentes. A clarificação de efluentes é aplicada com o objetivo de clarificar os efluentes, baseados na desestabilização de coloides, estes podem ser formados por microorganismos, gorduras, proteínas e argilas. Já no processo de precipitação química ocorre a formação de hidróxidos metálicos, tendo como dificuldade a precipitação de diversos metais, também devem ser analisadas as concentrações mínimas obtidas pelo tratamento quando a precipitação ocorre em pH comum [11].

Outro processo importante são os biológicos pois removem a matéria orgânica dissolvida e em suspensão através da transformação de sólidos sedimentáveis, ou gases. Os produtos formados devem ser mais estáveis, com aspecto mais claro, e redução significativa de microrganismos, com menor concentração de matéria orgânica [11,12].

#### **2.5. Parâmetros de Qualidade do Efluente**



Alguns conceitos e métodos de análise dos parâmetros são adotados para avaliar a qualidade do efluente líquido lançado por empresas de saneantes. Sabe-se da importância desses parâmetros tanto pela questão ambiental quanto de legislação exigida, para que a empresa continue em funcionamento.

O pH é um parâmetro fundamental no tratamento de efluentes, muito importante na caracterização química das águas, é um indicador da existência de desequilíbrio químico [9].

A DBO é a maneira mais utilizada para medir a quantidade de matéria orgânica presente, ou seja, mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica. É importante conhecer o grau de poluição de uma área residual, dimensionar a estação e medir sua eficiência. Sua determinação é classificada como DBO<sub>5</sub>, devido a oxidação da matéria orgânica num período de cinco dias e boas temperaturas [4,9].

O teste de DQO é muito empregado para verificar o grau de poluição dos despejos industriais. Permite avaliar os efluentes em termos de quantidade total de oxigênio requerido para a oxidação completa de toda a matéria. Como resultado os valores de DQO são maiores ou iguais aos de DBO, porém podem ser muito maiores quando grandes quantidades de matéria orgânica estejam presentes no tratamento [4].

A presença de óleos e graxas é comum nos efluentes com as mais diversas origens, sendo elas as de cozinhas industriais e domésticas, oficinas mecânicas, matérias-primas com composição oleosa no campo industrial. No caso da Empresa Gávea Química do Brasil, o óleo presente no efluente tem origem tanto da produção quanto da lavagem de embalagens com a presença de óleo diesel. Dependendo da quantidade de óleo ou graxas identificadas no tratamento de efluentes, estes podem indicar baixa eficiência nos sistemas integrados, e resulta na classificação do seu resíduo sólido [9].

Os surfactantes são grandes moléculas orgânicas ligeiramente solúveis em água, estes são os causadores da espuma nos rios e afetam as propriedades físico-químicas e biológicas dos solos, podendo permanecer no meio ambiente durante um longo período. São caracterizadas por ocupar uma interface água/ar e carregam partículas suspensas, impedindo de participar do processo de tratamento de coagulação/flotação [4].



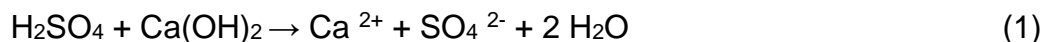
## 2.6. Produtos Usados no Tratamento de Efluentes

São diversos os produtos químicos utilizados no tratamento de efluentes, com função de coagulantes, corretores de pH, quebra de emulsão, antiespumante e floculantes.

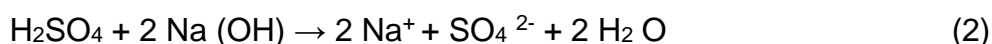
Os testes de coagulação e floculação são extensivamente usados para determinar as dosagens químicas no tratamento de efluentes. A interpretação dos resultados envolve observações visuais e químicas do efluente tratado [13].

O sulfato de alumínio,  $Al_2(SO_4)_3$ , é o reagente mais utilizado entre os coagulantes e diminui significativamente o pH do meio, necessitando depois de um posterior produto para ajustar o pH desejado. Os agentes reguladores de pH mais empregados são hidróxido de sódio (NaOH) e hidróxido de cálcio, ou cal hidratada ( $Ca(OH)_2$ ) [4].

A cal hidratada ( $Ca(OH)_2$ ) é comercializada sob a forma de pó e tende a ser hidrofóbica, o que leva a um custo adicional em energia para promover uma mistura eficiente no meio aquoso. É empregada, principalmente, nas condições de grandes vazões do efluente e em efluentes com elevada acidez. O hidróxido de cálcio reage com a drenagem ácida segundo a Reação (1) [14].



A soda cáustica (NaOH), é muito usada em drenagens com pequenas vazões e com elevada acidez. É o reagente mais utilizado quando o efluente possui uma alta concentração de manganês, pois pode elevar com facilidade o valor do pH acima de 10. Também é muito solúvel e se dispersa facilmente, aumentando o valor do pH rapidamente. Devido ela ser mais densa do que a água pode ser aplicada na superfície do efluente, de onde sofrerá dispersão por ação da gravidade. Pode, portanto, ser utilizada em sistemas onde não haja disponibilidade de energia elétrica. As maiores desvantagens de seu uso sob a forma líquida são o custo e o risco a saúde do operador no seu manuseio. O hidróxido de sódio reage com a drenagem ácida conforme a Reação (2) [14].



Polímeros floculantes também são utilizados nestes processos. Geralmente macromoléculas orgânicas de cadeias longas, que contém, ou não, grupos ionizados. São classificadas de acordo com a natureza química em naturais ou sintéticos. Podem



ser catiônicos (carga positiva), aniônicos (carga negativa), não iônicos (sem carga) ou anfotéricos (carga positiva e negativa) [13].

A Empresa em estudo, utiliza no seu atual tratamento de efluentes sulfato de alumínio e hidróxido de cálcio, devido ao seu custo benefício e por não ocasionar graves riscos à saúde ao manusear esses reagentes.

### 3 CRITÉRIOS ANALISADOS PARA O ESTUDO DO CASO

Para realização do novo projeto da ETE, foram analisados os parâmetros físicos e químicos já existentes na atual estação da Empresa em estudo, levando em consideração as dimensões e a capacidade de tratamento, além de outros problemas encontrados. Após a realização destes, foi possível dar continuidade na proposta em questão.

#### 3.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ATUAL

Para melhor entendimento da ETE atual da Empresa, foi elaborado um fluxograma, conforme a Fig. 1, onde apresenta todas as etapas envolvidas no processo. A estação é composta por reservatórios de efluentes, tanque de tratamento e leitos de secagem do lodo residual, demonstrados na Fig. 2.

O tanque para o tratamento do efluente, onde ocorre a floculação/decantação conforme a Fig. 3, é do mesmo material dos reservatórios e tem capacidade de 1.000 litros, sendo o processo por batelada. O mesmo possui uma altura de 80 cm e raio de 70 cm. O agitador do tanque é de ferro com uma altura de 60 cm, do tipo “pás”, com 40 cm de largura. Esta etapa do processo tem como objetivo flocular/decantar o lodo do efluente através da adição de reagentes.

O tratamento é realizado duas vezes por dia, totalizando em 2.000 litros de efluentes tratados. De cada tratamento, resultam aproximadamente 750 litros de afluente, este descartado na rede fluvial, e aproximadamente 250 litros de lodo residual com água são armazenado nos leitos de secagem. Os leitos de secagem (embalagens plásticas de 200 litros) são compostos por uma camada de pedra britada e areia, onde realiza a filtração e separação da água do lodo, representados na Fig. 4.



A água que sai dos leitos de secagem volta para um dos reservatórios, onde será tratada novamente, por conter resíduos de lodo. Já o lodo seco é transferido para tambores de lata e aguardam a coleta recomendada pela legislação, de acordo com a caracterização específica do mesmo. O lodo resultante do tratamento contém muita água, sendo possível filtrar aproximadamente 10 kg de efluente sólido e 210 litros de água que voltam para o reservatório 2.

Figura 1: Fluxograma da estação de efluentes atual da Empresa.

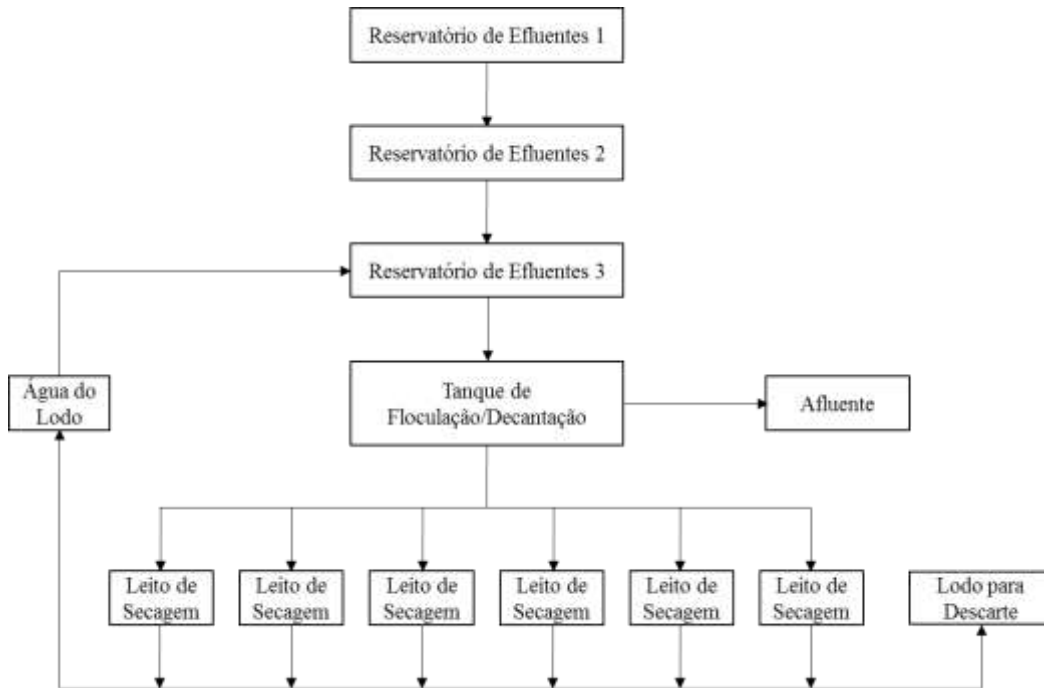


Figura 2: Estação de tratamento atual da Empresa

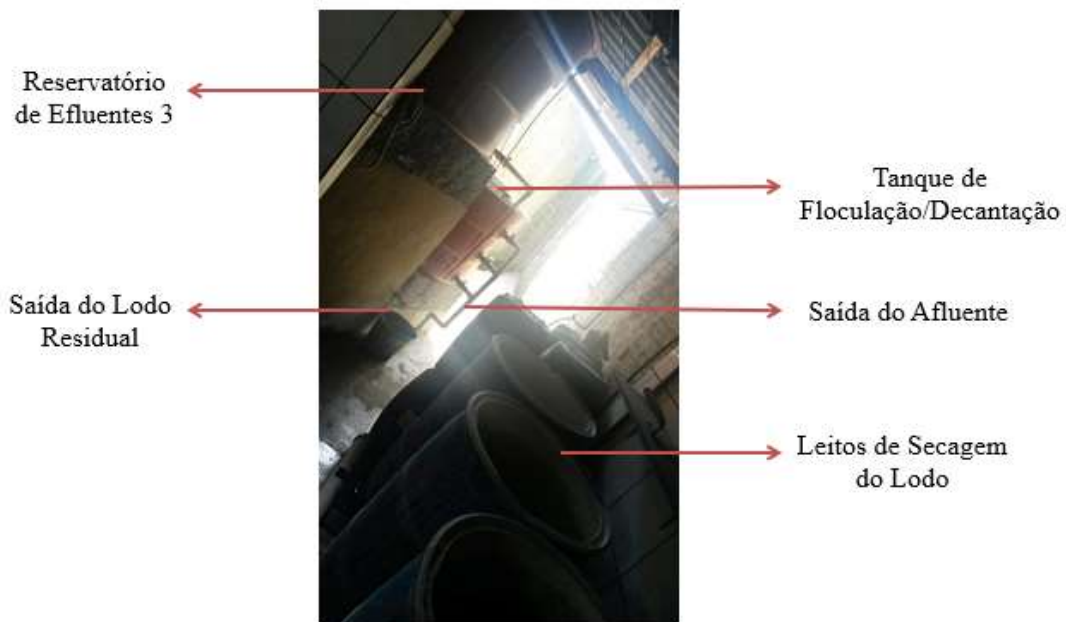


Figura 3: Tanque de floculação/decantação.



Figura 4: Leito de secagem com lodo residual.



### 3.2. PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ATUAL

A estação de tratamento atual da Empresa é fiscalizada pela FATMA e está dentro dos padrões exigidos pelo Órgão, porém o trabalho em estudo visa a ampliação da estação e melhorias nos processos físicos da ETE, bem como tentativas para resolução de problemas atuais, além da implantação de controle automatizado, facilitando o processo.

Um dos problemas encontrados na ETE atual é o volume de efluente líquido gerado diariamente, não existe espaço para armazenar esse grande volume, e o tanque de floculação/decantação atual não supre a capacidade para realizar o tratamento. Com isso, não é possível realizar toda a lavação de embalagem diária, ocasionando então o atraso do setor de produção que precisa das mesmas para o envase dos produtos.

A ETE atual não possui um processo de gradeamento adequado. É utilizado um pedaço de pano qualquer anexado na tubulação, que evita que sólidos grosseiros cheguem até o tanque de tratamento. Para os sólidos de pequeno diâmetro, este não é o mais eficiente.

O tanque de floculação/decantação é muito pequeno para o volume atual. Cada tratamento demora de 3 a 4 horas para finalizar, o volume de efluente tratado é baixo e os reservatórios demoram muito tempo para ficarem desocupados, dificultando a lavação de embalagens. Além da capacidade do tanque, outro problema existente são as incrustações, devido ao agitador não ter as dimensões suficientes



para uma boa mistura e também pelo próprio formato do tanque. As dimensões do agitador são bem inferiores ao tanque, além de uma baixa velocidade de rotação na agitação da mistura dos reagentes, sendo esta aproximadamente de 1 cavalo-vapor.

A retirada do lodo residual é feita manualmente, envolvendo bastante tempo na retirada do mesmo. Os reagentes também são colocados manualmente e sem muita precisão, dificultando uma análise de custos mensal exata. Neste quesito, a proposta do projeto também é deixar a estação automatizada.

Outro grande problema é o lodo residual, que em sua retirada sai uma grande quantidade de água, retardando o tempo de secagem para descarte, além do grande volume ocupado, deixando a estação ainda mais limitada. A substituição dos leitos e aplicação de algum processo para eliminação da água mais rápida é de suma importância.

O afluente gerado do tratamento é descartado na rede fluvial, o que se torna um desperdício, pois poderia ser reutilizado na própria lavagem de embalagem, ajudando nas questões ambientais e econômicas da Empresa.

A caracterização do lodo residual atual também é outro grande problema, a destinação deste implica em gastos elevados sendo uma redução significativa com o projeto proposto.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

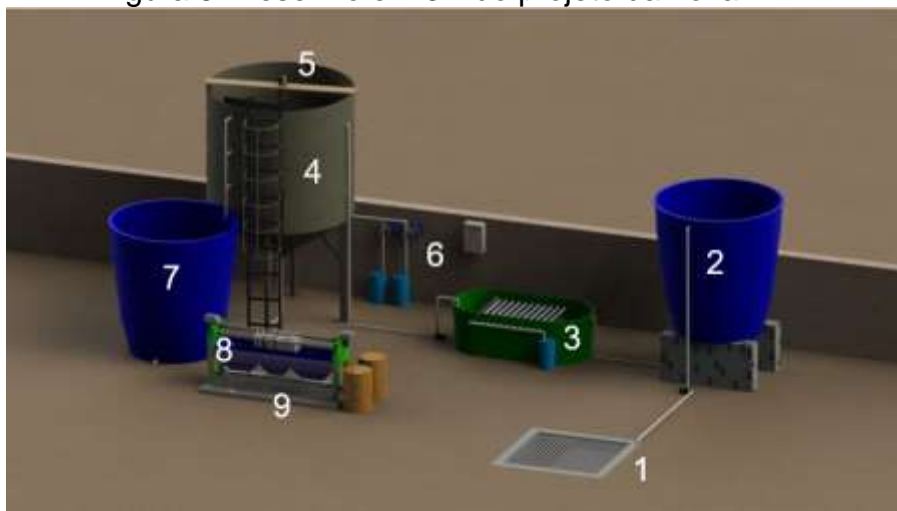
Devido à importância do estudo desta estação de tratamento de efluentes, que busca melhorias no processo e ampliação, tem-se como sugestão uma nova proposta, com novos dimensionamentos e soluções para os problemas encontrados na ETE da Empresa Gávea Química do Brasil.

### **4.1 PROPOSTA DA NOVA ETE**

Para uma melhor visualização do projeto foi realizado através do software Solidworks um desenho em 3D, conforme Fig. 5, sendo apresentados novos processos e melhorias para a ETE da Empresa em estudo.



Figura 5: Desenho em 3D do projeto da nova ETE.



- |  |  |
|--|--|
| 1 – Processo de gradeamento;           | 6 – Sistema de dosagem dos reagentes e controle de pH; |
| 2 – Reservatório de efluentes;         | 7 – Reservatório do afluente;                          |
| 3 – Caixa separadora de água e óleo;   | 8 – Filtro prensa;                                     |
| 4 – Tanque de floculação e decantação; | 9 - Retorno da água para o gradeamento.                |
| 5 – Agitador do tanque;                |  |

A nova proposta da ETE segue as seguintes sugestões, e a sequência do ciclo de tratamento segue as marcações da Fig.5.

1 - Construir um compartimento de alvenaria no solo de aproximadamente 4 m<sup>3</sup> com um processo de gradeamento embutido, este sendo grades de ferro, com distância entre si de 3 cm, para evitar que os sólidos grosseiros cheguem até o tanque de tratamento, além de um processo de peneiramento para retirada de areia e resíduos menores.

2 - Um reservatório de fibra de vidro de 10 m<sup>3</sup>, onde ficará o efluente a ser tratado, tendo aproximadamente 2,75 metros e diâmetro de 2,55 metros.

3 - Uma caixa separadora de água e óleo, com vazão de 5 m<sup>3</sup>/h, para remoção do óleo encontrado no efluente antes do tratamento, resolvendo então o problema da caracterização atual do lodo residual.

4 - Um tanque para o tratamento do efluente, onde acontecerá a floculação e decantação, com capacidade de 20 mil litros, resolvendo o problema de tratar pouco efluente. Este será também de fibra de vidro devido sua alta resistência, durabilidade e



baixo custo. O tanque deve ser em formato liso para que não crie incrustações como o atual, e cônico para que o lodo se acumule na parte inferior e possa ser retirado completamente com mais facilidade. Este tem uma altura de 3,65 metros e diâmetro de 3,20 metros.

5 - O agitador pode ser mantido do tipo “pás”, mas que seja de um dimensionamento necessário para a agitação completa. Sugestão de duas “pás”, uma na parte superior e outra na parte inferior do agitador, necessitando de uma potência mínima de 5 cavalo-vapor, para melhor velocidade na movimentação deste.

6 - Implantar um processo com controle automático da dosagem dos reagentes e verificação de pH. Esta sugestão é de extrema importância, pois deixa o processo mais preciso, evitando perdas, controlando custos de reagentes, além da agilidade.

7 - A água tratada deverá ser retirada para um tanque reservatório de 10 m<sup>3</sup>, também de fibra de vidro, com o objetivo de ser reaproveitada para lavagem das embalagens e não descartada, como na atual estação. Este será da mesma dimensão do reservatório de efluente, já aqui mencionado.

8 - O lodo resultante do tratamento passará por um filtro prensa para remoção da água que ainda está presente com o lodo, este de grande necessidade já que na atual estação o processo de secagem é muito lento e limita ainda mais a estação. Após a prensagem o lodo residual vai para um reservatório abaixo do filtro prensa, onde deve ser retirado e colocado em tambores para descarte. O filtro prensa é do modelo de 20 placas, sendo possível uma filtragem de 1.250 l/h.

9 - Além disso, a água extraída do lodo pelo filtro prensa ainda contém resíduos de lodo, então ela não pode ser descartada ou reutilizada, por isso ela volta para o reservatório de gradeamento para ser tratada novamente através de uma tubulação subterrânea.

As bombas hidráulicas sugeridas são de uma vazão de 20 m<sup>3</sup>/h, e os diâmetros das tubulações usadas são de 2 polegadas. Foi levado em consideração para a escolha destas, melhor custo benefício e fácil disponibilidade no mercado.

Para construção do projeto será necessária uma área de aproximadamente 114 m<sup>2</sup>, sendo 13,5 metros de comprimento e 8,5 de largura.



O tempo necessário para realizar um ciclo total do tratamento estima-se em 12 horas. Considerando 8 horas de trabalho diário da Empresa, este projeto terá capacidade de tratar ainda mais efluente, caso venha ser necessário futuramente. Logo, o projeto terá uma capacidade máxima de 60 m<sup>3</sup> tratados por semana. Sendo este um volume excelente comparado com a atual estação que trata apenas 10 m<sup>3</sup> na semana.

#### 4.2 ORÇAMENTO DA NOVA ETE

Para todo projeto realizado, a parte de investimentos é de grande importância para sua execução. Na Tab. 2, é apresentado o orçamento para a implantação da nova ETE na Empresa Gávea Química do Brasil.

Tabela 2: Orçamento para implantação da nova ETE.

<b>Orçamento para nova ETE</b>			
<b>Qtd.</b>	<b>Produto/Serviços</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Subtotal</b>
1	Materiais para o projeto em execução de alvenaria do processo de gradeamento e peneiramento e alicerce para o tanque.	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
1	Registros, conexões e tubulações.	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00
1	Mão de obra para alvenaria.	R\$ 650,00	R\$ 650,00
1	Serviços para as instalações elétricas e hidráulicas.	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
1	Sistema de comandos elétricos e um sistema de dosadoras completo, com controle de pH automático.	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
1	Decantador PRFV de 20m <sup>3</sup> , com fundo interno cônico e agitador mecânico.	R\$ 18.400,00	R\$ 18.400,00
1	Reservatório PRFV de 10m <sup>3</sup> , para armazenamento do efluente bruto.	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
1	Reservatório PRFV de 10m <sup>3</sup> , para armazenamento do afluente.	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
1	Filtro prensa 20 placas, 400mm x 400mm.	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00
1	Caixa separadora de água e óleo.	R\$ 6.120,00	R\$ 6.120,00
2	Bombas dosadoras.	R\$ 700,00	R\$ 1.400,00
2	Bombas hidráulicas.	R\$ 3.000,00	R\$ 6.000,00



---

<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 61.770,00</b>
--------------	--------------------------

---

#### 4.3 DEMONSTRATIVO DE CUSTOS E ECONOMIA POR ETE

Além de projetar a nova ETE e apresentar o investimento necessário para sua implantação, foi realizada uma análise comparativa de custos e economia utilizando uma mesma quantidade de efluentes a serem tratados, apresentando estes dados na Tab. 3 e Tab. 4.

Na ETE atual, é possível tratar cerca de 40 m<sup>3</sup> de efluentes por mês, e o valor de compra da água disponibilizada pela SAMAE, acima de 40 m<sup>3</sup>, é de a R\$ 7,16 o m<sup>3</sup>, sendo este a base para todos os cálculos realizados. Em relação aos reagentes utilizados, não se tem um valor exato da quantidade usada, devido a pesagem ser realizada manualmente e nesse caso, apresentar variações. O lodo sendo de caracterização Classe I, tem um custo para descarte de R\$ 0,79 o quilo, dado este fornecido pela CETRIC (Central de Resíduos Sólidos Industriais e Comerciais), e o afluente da empresa não é aproveitado, somente descartado na rede fluvial. Logo, a atual ETE tem apenas gastos e nenhuma economia.

Tabela 3: Custos e Economia da atual ETE.

	<b>Estação Atual</b>			
	<b>Média Mensal</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Gastos</b>	<b>Reutilização</b>
Efluente tratado	40,00 m <sup>3</sup>	R\$ 7,16	R\$ 286,40	R\$ 0,00
Reagentes utilizados	200,00 kg	R\$ 0,46	R\$ 92,00	R\$ 0,00
Lodo para descarte	400,00 kg	R\$ 0,79	R\$ 316,00	R\$ 0,00
Afluente aproveitado	0,00 m <sup>3</sup>	R\$ 7,16	R\$ 0,00	R\$ 0,00
<b>Total Mensal</b>			<b>R\$ 694,40</b>	<b>R\$ 0,00</b>

Comparando agora o mesmo volume de efluentes a ser tratado, mas com a nova ETE, pode ser observado que o custo da compra de água e a base de gastos com reagentes se mantém. O diferencial se encontra no descarte do lodo, pois sua



caracterização passa a ser Classe II, já que a atual estação removerá os óleos contidos no efluente. O valor para o descarte é de R\$ 0,13 o quilo, dado este fornecido pela RAC – Saneamento e Tecnologia Ambiental para Disposição e Tratamento de Resíduos Ltda. Além disso, o afluente será reaproveitado, sendo este um benefício para empresa.

Tabela 4: Custos e Economia da nova ETE.

<b>Nova Estação</b>				
	<b>Média Mensal</b>	<b>Valor Unitário</b>	<b>Gastos</b>	<b>Reutilização</b>
Efluente tratado	40,00 m <sup>3</sup>	R\$ 7,16	R\$ 286,40	R\$ 0,00
Reagentes utilizados	200,00 kg	R\$ 0,46	R\$ 92,00	R\$ 0,00
Lodo para descarte	400,00 kg	R\$ 0,13	R\$ 52,00	R\$ 0,00
Afluente aproveitado	30,00 m <sup>3</sup>	R\$ 7,16	R\$ 0,00	R\$ 214,80
<b>Total Mensal</b>			<b>R\$ 430,40</b>	<b>R\$ 214,80</b>

#### 4.4 ESTIMATIVA DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Como já mencionado aqui neste trabalho, a Empresa em estudo gera aproximadamente 8 mil litros/dia de efluentes, logo em uma semana será necessário tratar 40 mil litros. Com a nova ETE, serão tratados 20 mil litros por batelada, podendo então ser duas vezes na semana, e ainda terá a possibilidade de tratar mais, caso tenha um aumento de efluente gerado. Com base nessas informações serão tratados inicialmente 160 m<sup>3</sup> por mês de efluentes.

A atual ETE tem um custo médio por m<sup>3</sup> de R\$ 17,36 e não possui economia em compra de água. Já na ETE proposta o valor será reduzido, passa a ser de R\$ 10,76 por m<sup>3</sup> e terá ainda uma economia de compra de água de R\$ 5,37 o m<sup>3</sup>. Nos custos apresentados já estão sendo considerados gastos com compra de água, reagentes, descarte de lodo e reutilização da água. Com base nesses valores encontrados, é apresentada uma previsão de retorno de investimento com a nova ETE conforme a Tab. 5.

Tabela 5: Previsão de economia de custos na ETE proposta em relação a ETE atual.

#### **Previsão de economia de custos com a Nova ETE**



Volume médio mensal de efluentes tratados	160,00 m <sup>3</sup>
Custo médio por m <sup>3</sup> - atual ETE	R\$ 17,36
Custo médio por m <sup>3</sup> - nova ETE	R\$ 10,76
Custo total mensal - atual ETE	R\$ 2.777,60
Custo total mensal - nova ETE	R\$ 1.721,60
Economia aquisição de água por m <sup>3</sup> - atual ETE	R\$ 0,00
Economia aquisição de água por m <sup>3</sup> - nova ETE	R\$ 5,37
Economia mensal na aquisição de água - nova ETE	R\$ 859,20
<b>Economia mensal prevista</b>	<b>R\$ 1.915,20</b>
<b>Economia anual prevista</b>	<b>R\$ 22.982,40</b>
<b>Economia prevista em 3 anos</b>	<b>R\$ 68.947,20</b>

É possível concluir que em três anos a estação nova se paga, resolverá a questão da capacidade de tratamento de efluentes, além do problema da caracterização do lodo residual e agrega valor tanto para Empresa quanto ao meio ambiente com o reuso do afluente.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho mostra a importância e necessidade de uma ETE em uma empresa, onde ela comporte todo o efluente gerado, seus processos físicos, sua eficiência e prioridades com o meio ambiente. A proposta do projeto foi satisfatória, tem um alto investimento para sua implantação, aproximadamente 62 mil reais, porém tem um grande retorno pela sua reutilização da água e baixo custo com descarte, tendo o retorno do investimento em menos de três anos.

Mesmo com a implantação da nova ETE, existe ainda o volume do lodo residual para descarte, o estudo para a utilização deste para alguma finalidade é uma boa sugestão de tema para novos trabalhos. Diminuir esse grande volume de efluentes a ser tratado é outra sugestão de estudo, pois tendo o aumento de vendas continuará aumentando o efluente. Atualmente a Empresa em estudo, paga uma empresa especializada para analisar e caracterizar o lodo residual, realizar essas análises na própria Empresa é outra sugestão para futuros trabalhos.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Empresa Gávea Química do Brasil, por permitir realizar este projeto dentro de suas dependências, e a professora orientadora Aline, pela ajuda e incentivo sempre que solicitado, ajudando na elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] **SANEANTES: CARTILHA ANVISA.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33920/281967/Cartilha+de+orienta%C3%A7%C3%A3o+para+os+consumidores+de+saneantes/66163b65-1731-4d5c-b522-ccd146d7a2e1>>. Acesso em: 10 de ago de 2017.
- [2] BUGNO A, BUZZO A. A, PEREIRA T. C. Avaliação da qualidade microbiológica de produtos saneantes destinados à limpeza. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, vol.39, n.3, p. 335-340, jul./set. 2003.
- [3] FERNANDES C. G. **Aplicação da matriz importância x desempenho de slack na análise de mercado em uma indústria de saneantes e domissanitários.** Revista Especialize Online IPOG, p. 1-16, Maio/2012. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca/?autor=Camila%20Gomes%20Fernandes#>>. Acesso em 14 set. 2017.
- [4] PERES S. D. **Técnicas aplicadas ao tratamento e redução dos efluentes líquidos em uma empresa de saneantes domissanitários.** Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental e Tecnologias limpas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 113 f., 2005.
- [5] FATMA. **Licença Ambiental de Operação Empresa Gávea Química do Brasil Ltda Nº 1658/2017.** Ano 2017.
- [6] CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes. p.89. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 14 set. 2017.
- [7] BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 14 set. 2017.
- [8] ABNT. **NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004. 77 p.



[9] FERNANDES, P, F.; OLIVEIRA, A. P. N.; HOTZA, D. **Reciclagem do Lodo da Estação de Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Revestimentos Cerâmicos Parte 1: Ensaios Laboratoriais.** Revista Cerâmica Industrial, v. 8, n. 2, p. 26-34, 2003.

[10] FRICK, J. M. **Estudo do Monitoramento de estação de tratamento líquida de frigoríficos no Rio Grande do Sul.** TCC (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p.38. Julho 2011.

[11] GIORDANO, G. **Apostila de Tratamento e Controle de Efluentes Industriais.** Rio de Janeiro. Ano 2004.

[12] CAMMAROTA, M.C. **Tratamento de Efluentes Líquidos.** Notas de aula, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 72, 2011.

[13] BRATBY, J. **Coagulation and Flocculation: with na Emphasis on Water and Wastewater Treatment.** Croydon: Upld Press, 1980.

[14] POSSA, M. V. SANTOS, M. D. C. **Tratamento de Drenagem Ácida de Mina por Processo de Neutralização Controlada.** In. SEMINÁRIO BRASIL - CANADÁ DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS MINERADAS, Florianópolis, dez. 2003.