

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**DEISER DE MENECH SOMARIVA**

**ESTUDO DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE POLUENTES EM  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA  
VISANDO REUSO DIRETO OU LANÇAMENTO EM CORPO RECEPTOR**

**CRICIÚMA**

**2016**

**DEISER DE MENECH SOMARIVA**

**ESTUDO DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE POLUENTES EM  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA  
VISANDO REUSO DIRETO OU LANÇAMENTO EM CORPO RECEPTOR**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. José Alfredo Dallarmi da Costa

**CRICIÚMA**

**2016**

**DEISER DE MENECH SOMARIVA**

**ESTUDO DE MELHORIA DE EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE POLUENTES EM  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA  
VISANDO REUSO DIRETO OU LANÇAMENTO EM CORPO RECEPTOR**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Recursos Hídricos.

Criciúma, 29 de Novembro de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. José Alfredo Dallarmi da Costa - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. (ª)Marta Valéria Guimarães de Souza Hoffman - Mestre - (UNESC)

Prof. (ª) Nadja Zim Alexandre -Mestre - (UNESC)

**Dedico este trabalho aos meus pais Valmor e Ivonete por todo apoio e dedicação em todos esses anos de estudos. E por acreditarem que eu poderia chegar até aqui. Muito obrigada!**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me ouviu nos momentos mais difíceis, me confortou e a cada tropeço me deu mais forças para continuar seguindo.

Aos meus pais Valmor e Ivonete, que estiveram comigo em todos os momentos da minha vida. Agradeço as orações que sempre fizeram quando eu ligava pedindo para rezarem, pois no dia seguinte eu teria prova. Sei que não foi fácil terem que se desfazer de algumas coisas importantes para vocês para poderem pagar a faculdade, mas me mostraram que quando a gente quer uma coisa é preciso correr atrás independente de qualquer situação.

À minha irmã Daiane que muitas vezes me ajudou digitando textos para estudar para as provas, traduzindo livros. Agradeço ainda pelos incentivos a continuar quando eu já não tinha mais forças.

Ao meu namorado Everaldo por ter me apoiado nos momentos mais estressantes, pelas palavras de conforto quando eu dizia não ter mais forças para continuar, agradeço pelos puxões de orelha quando eu virava a noite estudando. Só você mesmo para me aguentar, obrigado por tudo o que você fez por mim até aqui.

Às minhas amigas Agda Felisberto, Angelis Forgiarini, Graziela Casagrande e Júlia Dajori por todos estes anos juntas. Agradeço por tudo de bom e de ruim que passamos juntas. Sei que nos veremos poucas vezes agora, mas, levarei cada uma de vocês em meu coração.

A todos os professores do Curso de Engenharia Ambiental pelo empenho e dedicação com todos os acadêmicos, sempre buscando fazer o melhor pela nossa formação acadêmica.

Ao meu orientador José Alfredo pela disponibilidade em me orientar, pelo carinho e dedicação, pois nunca mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso para a conclusão do trabalho.

À banca examinadora, Prof. (ª) Marta Valéria Guimarães de Souza Hoffmann e a Prof. (ª) Nadja Zim Alexandre, por terem aceitado o convite.

À empresa em que estagiei pela oportunidade e a todos os amigos que conquistei nestes seis meses em que permaneci na empresa.

Obrigada a todos que contribuíram de alguma forma até aqui. E por isto esta conquista não é só minha é nossa.

**“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”**

**Madre Teresa de Calcutá**

## RESUMO

A água após ser utilizada em processos produtivos, lavagem de equipamentos e do piso de fábrica, adquire características que impedem que ela seja lançada diretamente em corpos d' água, sendo necessário aperfeiçoamento de técnicas de tratamento de efluentes industriais, buscando reuso do efluente tratado dentro da empresa ou quando não possível, que o descarte do efluente não cause danos ao corpo receptor. Nesse contexto, este trabalho objetiva estudar melhorias de processos de remoção de cor e sólidos coloidais de efluente visando reuso em indústria química localizada no município de Siderópolis, a qual realiza tratamento físico-químico por batelada de efluente equalizado a cada dois dias, tendo variabilidade nas características do efluente bruto de uma semana para outra, dificultando o tratamento. A empresa pretende ampliar o reuso do mesmo, sendo recomendado monitoramento do metal Zinco no efluente tratado. Para um melhor delineamento sobre o assunto, elencaram-se objetivos específicos de caracterizar efluente bruto; descrever e avaliar o processo de tratamento de efluente já existente; executar ensaios de tratabilidade e análises para avaliar eficiências de remoção de cor e sólidos coloidais; propor melhorias em processo de tratamento de efluentes. Devido a variabilidade dos efluentes brutos, foram realizados seis ensaios de tratabilidade, escolhendo-se uma das amostras pontuais bruta/tratada para análises físico-químicas e avaliação de eficiências dos parâmetros DBO, DQO, turbidez, cor, SSV, SSF, SDV, SDF e Zinco. Obtendo-se eficiências entre 98 e 100% para Sólidos Suspensos, turbidez e cor, 66,4% para DQO e 90,14% para Zinco. Porém, não houve remoção de DBO, que através da relação  $DBO/DQO = 0,26$  no efluente tratado indicando possibilidade de tratamento biológico, sendo assim sugere-se estudar a possibilidade de inserir tratamento biológico após etapa físico-química, ou misturar o efluente industrial com esgoto sanitário da empresa aumentando a biodegradabilidade. Apesar da boa remoção de zinco, não atendeu à Lei 14.675/2009, recomendando-se novos ensaios de *jartest* e análises de eficiência para Zinco, objetivando resultados com pH igual ou superior a 8,8 visando precipitação do metal ou avaliar necessidade de tratamento específico. Recomenda-se implantar *jartest* antecedendo cada tratamento por batelada na ETE.

**Palavras-chave:** Reuso. *Jartest*. Efluentes Industriais. DBO. Zinco.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Percentual de água doce disponível no Planeta. ....	15
Figura 2– Distribuição dos recursos hídricos (%). ....	16
Figura 3– Consumo anual de água por uso nos países de Terceiro Mundo. ....	17
Figura 4– Solubilidade de alguns metais em função do pH. ....	31
Figura 5 – Reuso de água na indústria ....	33
Figura 6 – Fluxograma da produção de tinta base água. ....	40
Figura 7 – Localização do município de Siderópolis no estado de Santa Catarina. ...	44
Figura 8 – Tanque de equalização (A) e floculador/decantador (B). ....	46
Figura 9 – Fluxograma do processo de tratamento de efluente na ETE. ....	47
Figura 10 – Layout da ETE da empresa. ....	47
Figura 11 – Aparelho de <i>Jartest</i> (A), balança de precisão (B), pHmetro (C), Cone Imhoff (D). ....	50
Figura 12 – Ensaio em <i>Jartest</i> com efluente coletado no dia 10 de agosto (A), lodo decantado após 1 hora em Cone Imhoff (B). ....	53
Figura 13 - Ensaio <i>Jartest</i> com efluente coletado dia 17 de agosto (A), sólidos sedimentados após 1 hora em Cone Imhoff (B). ....	54
Figura 14 – Ensaio <i>Jartest</i> com efluente coletado dia 24 de agosto (A), sólidos sedimentados após 1 hora em Cone Imhoff (B). ....	55
Figura 15 – Ensaios com polímero BLB 5154 (A), polímero BLB 5483 (B). ....	56
Figura 16 – Ensaio em <i>Jartest</i> com efluente coletado em 08 de setembro. ....	57
Figura 17 – Ensaio em <i>Jartest</i> com efluente coletado no dia 15 de setembro. ....	58
Figura 18 – Eficiências de remoção dos parâmetros analisados após ensaio de tratabilidade. ....	60



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Evolução do consumo per capita pelo homem ao longo da história.....	16
Tabela 2 – Associação entre os principais usos da água e os requisitos de qualidade.....	20
Tabela 3 – Planilha para preenchimento nos ensaios de tratabilidade. ....	49
Tabela 4 - Parâmetros analisados e metodologia utilizada. ....	51
Tabela 5 – Ensaio de tratabilidade com efluente do dia 10 de agosto. ....	52
Tabela 6 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 17 de agosto.....	53
Tabela 7 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 24 de agosto.....	55
Tabela 8 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 31 de agosto.....	56
Tabela 9 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 08 de setembro. ....	57
Tabela 10 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 15 de setembro. .....	58
Tabela 11 – Resultado da análise do efluente bruto e tratado referente ao dia 15 de setembro e eficiência de remoção dos parâmetros analisados.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$Al_n(OH)_mCl_{(3n-m)}$	Policloreto de Alumínio
$Al_2(SO_4)_3$	Sulfato de Alumínio
As	Arsênio
BLB	BULAB
$CaCO_3$	Carbonato de Cálcio
Cd	Cádmio
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
Cr	Cromo
Cu	Cobre
CV	Cavalo-vapor
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
$FeCl_3$	Cloreto Férrico
$Fe_2(SO_4)_3$	Sulfato Férrico
$FeSO_4$	Sulfato Ferroso
Hg	Mercúrio
IPARQUE	Parque Científico e Tecnológico
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
LAEI	Laboratório de Águas e Efluentes Industriais
NaOH	Hidróxido de Sódio
Ni	Níquel
OD	Oxigênio Dissolvido
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Policloreto de Alumínio
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogeniônico
p/v	Peso/Volume
RPM	Rotações Por Minuto

SC	Santa Catarina
SDF	Sólidos Dissolvidos Fixos
SDV	Sólidos Dissolvidos Voláteis
SDT	Sais Dissolvidos Totais
SS	Sólidos Sedimentáveis
SSF	Sólidos Suspensos Fixos
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TPF	Tripolifosfato de Sódio
UNESC	Universidade Do Extremo Sul Catarinense
UV	Radiação Ultravioleta
VMP	Valor Máximo Permitido
v/v	Volume a Volume
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1 ÁGUA NO PLANETA .....	15
2.2 USOS DA ÁGUA .....	17
2.2.1 Consumo doméstico .....	18
2.2.2 Consumo agrícola .....	18
2.2.3 Consumo industrial.....	19
2.3 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA.....	19
2.3.1 Características físicas.....	20
2.3.2 Características químicas .....	21
2.3.3 Características microbiológicas .....	23
2.4 EFLUENTES LÍQUIDOS .....	24
2.4.1 Geração de efluentes líquidos em indústrias .....	24
2.4.2 Lançamento de efluentes em corpos receptores.....	26
2.4.3 Tratamento dos efluentes líquidos .....	28
2.4.4 Remoção de metais pesados .....	30
2.4.5 Zinco (Zn).....	31
2.5 REUSO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA .....	32
2.5.1 Aspectos legais para reuso .....	33
2.5.2 Parâmetros analisados visando reuso .....	35
2.6 ENSAIOS EM JAR TEST .....	37
2.6.1 Principais produtos químicos utilizados.....	38
2.7 INDÚSTRIAS DE TINTAS.....	39
2.7.1 Tratamento do efluente das indústrias de tintas.....	41
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	43
3.1.1 Descrição do processo produtivo .....	44
3.1.2 Estação de Tratamento de Efluentes.....	45
3.2 PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS DE TRATABILIDADE .....	48
3.2.1 Procedimento realizado para ensaio em <i>Jartest</i> .....	50
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS</b> .....	52
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE .....	52

4.2 DISCUSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES EM LABORATÓRIO.....	58
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO A – FICHA TÉCNICA POLÍMERO BLB 5158.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO B – FICHA TÉCNICA POLÍMERO BLB 5483.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO C – FICHA TÉCNICA POLICLORETO DE ALUMÍNIO (MARCA SIMILAR)</b> <b>.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO D – RESULTADO ANÁLISE EFLUENTE BRUTO.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO E – RESULTADO ANÁLISE EFLUENTE TRATADO EM <i>JARTEST</i> .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais utilizados, pode ser usada para abastecimento público, industrial, agricultura, geração de energia elétrica, diluição de efluentes e muitos outros. Devido à grande possibilidade de usos, esse recurso tem se tornado escasso em muitos locais do planeta.

Um dos grandes causadores da escassez de água são as indústrias devido à quantidade de água necessária em toda a cadeia produtiva, limpeza de equipamentos, diluição de efluentes, consumo humano, geração de eletricidade.

Para evitar ou minimizar a escassez de água, muitas empresas estão adquirindo posturas de sustentabilidade, reutilizando o efluente gerado pela empresa. As águas de reuso podem ser utilizadas em diversas áreas dentro da indústria, como torres de resfriamento, caldeiras, lavagem de peças e equipamentos, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e uso no próprio processo produtivo.

Para que o efluente possa ser utilizado novamente na empresa, o mesmo deve passar por tratamentos específicos para remover as impurezas presentes no mesmo a fim de evitar corrosões ou incrustações nas tubulações e interferência no processo produtivo.

Por estes motivos os ensaios de tratabilidade se tornam ferramentas importantes no tratamento de efluentes, pois através deles define-se qual tipo e quantidade de produto químico melhor se adapta àquele efluente.

O trabalho aqui apresentado refere-se a uma pesquisa com foco no tratamento de efluentes industriais, sendo desenvolvido em uma indústria química localizada no município de Siderópolis – SC.

O processo de tratamento de efluentes industriais da empresa consiste de clarificação química, ou seja, coagulação e floculação. Porém devido à variação de matéria-prima e de produto acabado, surge a dificuldade do seu tratamento. A empresa também possui um programa de reutilização de parte do efluente tratado. Caso seja possível e viável, a empresa pretende reutilizar todo o efluente e não apenas uma parcela.

Nesse contexto, para confirmar o presente trabalho dentro da linha de pesquisa de recursos hídricos e saneamento ambiental na qual envolve o tratamento de efluentes industriais, foram traçados os seguintes objetivos específicos: a)

Descrever o processo produtivo e as características do efluente bruto gerado; b) Descrever e avaliar o processo de tratamento de efluente já existente; c) Coletar amostras de efluente bruto para análise e execução de ensaios de tratabilidade para avaliar eficiências de remoção de cor e sólidos suspensos coloidais; d) Propor melhorias em processo de tratamento de efluentes.

Para atender os objetivos propostos foram realizados, com auxílio de *Jartest*, ensaios laboratoriais para definição do pH ideal e das dosagens ideais dos produtos utilizados no tratamento, sendo o Hidróxido de Sódio (NaOH), utilizado para elevar o pH do efluente, Policloreto de Alumínio (PAC) como coagulante e Polímero Catiônico como auxiliar de floculação. Com os ensaios realizados, encaminhou-se uma das amostras para o Laboratório de Águas e Efluentes Industriais para a realização das análises dos parâmetros definidos na metodologia e como última etapa, com os resultados das análises verificou-se as eficiências de remoção de cada parâmetro analisado.

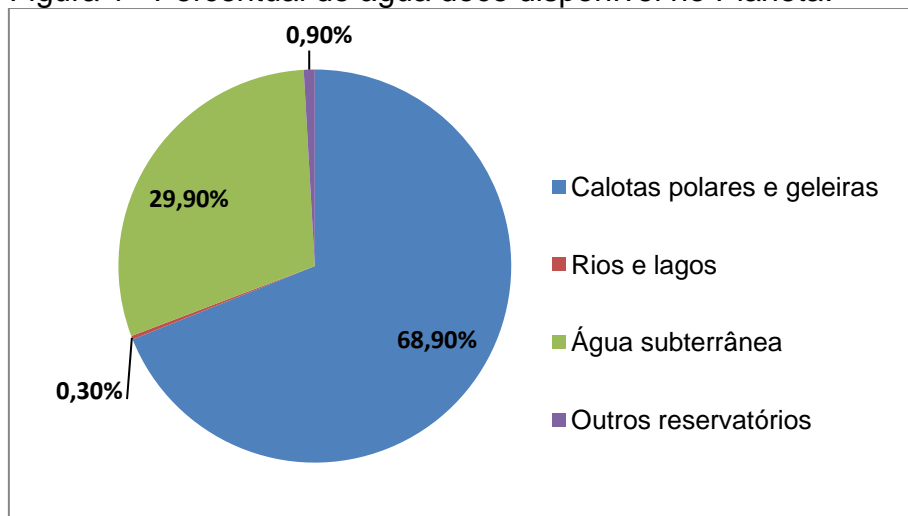
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ÁGUA NO PLANETA

Segundo Braga et al. (2002, p.72), a água pode ser encontrada em várias formas e é uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, encontrada principalmente no estado líquido é considerada um recurso renovável através do ciclo hidrológico.

Telles e Costa (2007, p. 02) consideram que a quantidade total de água na Terra é de 1.386 milhões de km<sup>3</sup>, sendo que 97,5% desse volume corresponde a água salgada e apenas 2,5% de água doce onde desse percentual a maior parte está nas calotas polares e geleiras (68,9%), cerca de 29,9% é de água subterrânea e apenas 0,3% está nos rios e lagos, como mostra a Figura 1.

Figura 1– Percentual de água doce disponível no Planeta.



Fonte: Adaptado de Telles e Costa (2007).

Já no início do século XX, cerca de 29 países não possuíam água doce para suprir as necessidades de toda a população. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que em 2025 serão 48 países e em 2050 cerca de 50 países sofrerão com a falta de água (MACÊDO, 2001, p.02).

Segundo Macêdo (2001, p.02) a própria evolução do homem levou a um maior consumo per capita de água como pode ser visto na Tabela 1.



Tabela 1– Evolução do consumo per capita pelo homem ao longo da história.

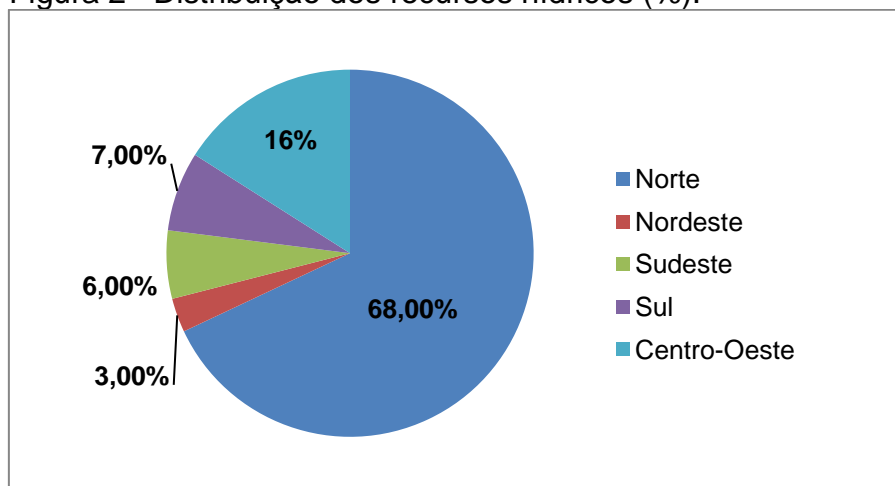
<b>Cronologia</b>	<b>Volume (Litros/hab.dia)</b>
100 anos A.C	12
Civilização romana	20
Século XIX (cidades pequenas)	40
Século XIX(cidades grandes)	60
Século XX	800

Fonte: Adaptado de Macêdo (2001, p. 02).

O clima úmido do Brasil propicia a formação de grandes bacias hidrográficas com rios volumosos que deságuam no mar. Com exceção apenas das nascentes do rio Amazonas que recebem águas provenientes do derretimento de geleiras, a origem dos rios do país se dá por meio da chuva (TELLES; COSTA, 2007, p. 06).

No território brasileiro encontra-se 12% da água doce do mundo, porém esse percentual não está bem distribuído, uma vez que no Norte encontram-se 68,5% dos recursos hídricos, já no Nordeste apenas 3,3% de água pode ser encontrada, região Sudeste 6,00%, Sul 6,5% e Centro-Oeste 15,70%. Na Figura 2 pode ser visto o percentual de água nas regiões brasileiras (TELLES; COSTA, 2007, p. 11).

Figura 2– Distribuição dos recursos hídricos (%).



Fonte: Adaptado de Telles e Costa (2007).

Mesmo com grandes bacias hidrográficas cobrindo cerca de 72% do território brasileiro, o país sofre com escassez de água (TELLES; COSTA, 2007, p. 09). Essa escassez é resultado do lançamento de esgoto sem tratamento que são lançados diretamente em rios e lagos, aterros sanitários mal projetados, além dos

defensivos agrícolas que escoam com as chuvas para os rios (MACÊDO, 2001, p.08).

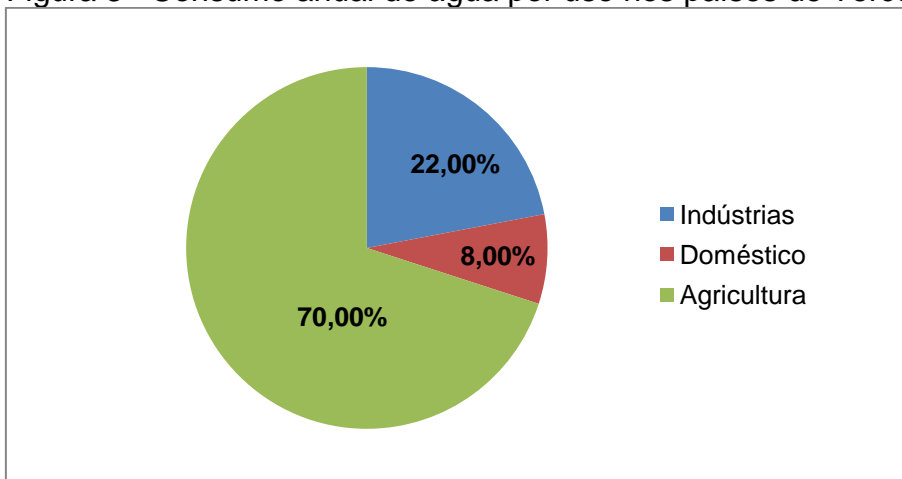
“Por milênios a água foi considerada um recurso infinito”. Porém nos últimos anos o mau uso e a crescente demanda têm preocupado especialistas no assunto devido ao decréscimo das reservas de água em todo o planeta (TELLES; COSTA, 2007, p.13).

## 2.2 USOS DA ÁGUA

A água é um dos recursos naturais mais utilizados (BRAGA et al., 2002, p. 76). A água pode ser usada para abastecimento público, abastecimento industrial, agricultura, preservação da fauna e flora, recreação e lazer, geração de energia elétrica, navegação e diluição de efluentes (SPERLING, 1996, p. 15).

Nos países de terceiro mundo, a área com maior consumo de água é a agricultura, seguido do setor industrial e doméstico, (Figura 3) enquanto que na Europa e América do Norte, o consumo maior fica por conta das indústrias chegando a 55% e 48%, respectivamente (MACÊDO, 2001, p. 02).

Figura 3– Consumo anual de água por uso nos países de Terceiro Mundo.



Fonte: Adaptado de Macêdo (2001).

### **2.2.1 Consumo doméstico**

Braga et al. (2002, p. 78) considera a água usada para o consumo humano sendo o mais nobre e prioritário devido à dependência que o homem tem da água para sua sobrevivência.

Para consumo humano a água deve atender rigorosamente as normas de potabilidade exigidas pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 2914/2011 (TELLES; COSTA, 2007, p.17). A água para abastecimento público deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas como estar isenta de organismos patogênicos e de substâncias tóxicas evitando danos à saúde humana (BRAGA et al., 2002, p. 78).

O consumo de água no setor residencial inclui o uso interno e o uso externo às residências. Os usos internos distribuem-se principalmente em atividade de limpeza e higiene, enquanto que os externos ocorrem devido à irrigação, lavagem de veículos, piscinas, entre outros (BAZZARELLA, 2005).

### **2.2.2 Consumo agrícola**

Segundo Telles e Costa (2007, p.18) o Brasil possui cerca de 55 milhões de hectares de área cultivada. Devido às condições climáticas, a irrigação é muito utilizada principalmente em locais onde o solo é seco para garantir boa produtividade.

O desperdício na irrigação provém da falta de projetos adequados que adaptem o tipo de irrigação ao tipo de cultura, outro problema que agrava ainda mais o desperdício de água nesse setor é a falta de manutenção dos sistemas já implantados (TELLES; COSTA, 2007, p. 18).

Para Telles e Costa (2007, p. 19) devido sua extensão territorial e também a disponibilidade de água, a irrigação varia de região para região no Brasil, por exemplo, no Nordeste, a irrigação é obrigatória devido à escassez dos recursos hídricos, no Rio Grande do Sul a mesma é facilitada, pois à abundância de água e as áreas são planas, já nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Sul a prática de irrigação passa por investimentos para aplicação de tecnologias mais modernas.

### 2.2.3 Consumo industrial

A água nas indústrias possui diversos usos como reagente, matéria-prima, solvente, lavagem de gases e sólidos, veículo, transmissão de calor, resfriamento, geração de energia (TELLES; COSTA, 2007, p. 17).

Segundo Telles e Costa (2007, p. 17) a qualidade da água usada nas indústrias pode variar conforme o uso que é dado a ela. Por exemplo, indústrias que processam produtos farmacêuticos, alimentícios e de bebidas necessitam de água com qualidade elevada, enquanto que as empresas que utilizam água para resfriamento devem estar atentas ao uso de águas que contenham substâncias que possam causar incrustações e corrosão nas tubulações (BRAGA et al., 2002, p. 78).

Telles e Costa (2007, p. 18) destacam ainda que conforme o uso dado à água, a mesma sofrerá modificações de suas propriedades, adquirindo características como: turbidez, cor, odor, alcalinidade, dureza, teor de sílica entre outros.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

A água é considerada o solvente universal, porém nunca é encontrada absolutamente pura, pois possui uma grande capacidade de dissolver e transportar diversos materiais em solução ou suspensão (TELLES; COSTA, 2007, p. 25).

Ainda segundo Telles e Costa (2007, p. 25) as características da água dependem do seu lugar de origem e dos usos antrópicos dados a ela. Vale destacar que a qualidade da água está diretamente ligada ao seu uso. Por isso quando se faz análise de água, deve-se levar em consideração qual será seu uso.

É importante que os padrões de qualidade para determinados usos da água estejam embasados em suporte legal através de legislações que estabeleçam os requisitos conforme o uso (TELLES; COSTA, 2007, p. 25).

Sperling (1996, p. 41) apresenta dados de associação entre os principais usos da água e os requisitos de qualidade (Tabela 2). Na Tabela adaptada de Sperling a associação é feita apenas entre os três principais usos da água conforme segue.

Tabela 2 – Associação entre os principais usos da água e os requisitos de qualidade.

Uso Geral	Uso Específico	Qualidade Requerida
Consumo Doméstico	-----	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; Adequada para serviços domésticos; Baixa agressividade, cor, dureza, turbidez, sabor e odor.
	Água incorporada aos produtos (alimentos, bebidas)	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; Adequada para serviços domésticos; Baixa, turbidez, cor, sabor e odor.
Industrial	Água entra em contato com o produto	Variável com o produto
	Água de refrigeração, caldeiras	Baixa dureza e agressividade
Agricultura	Irrigação	Isenta de substâncias químicas prejudiciais à saúde; Adequada para serviços domésticos; Salinidade não excessiva.

Fonte: Adaptado de Sperling (1996, p. 41).

### 2.3.1 Características físicas

As características físicas da água estão relacionadas com a presença de sólidos, envolvendo aspectos estéticos como cor, sabor, odor, turbidez e temperatura (SPERLING, 1996).

Richter (1991, p. 25) destaca que a água pura não apresenta cor. A cor é oriunda de sólidos dissolvidos, devido principalmente à decomposição de matéria orgânica, presença de esgoto doméstico, além de ferro e manganês (SPERLING, 1996, p. 23). A cor é sensível ao pH, sendo assim, sua remoção é facilitada em pH mais baixo, ao contrário quanto maior o pH, mais intensa é a cor (RICHTER, 1991, p. 25).

A temperatura influencia em outras propriedades como aceleração de reações químicas, redução da solubilidade de gases e aumenta a sensação de

sabor e odor (RICHTER, 1991, p. 30). Altas temperaturas podem causar prejuízos devido ao crescimento de microorganismos (BAZZARELLA, 2005).

Sperling (1996, p. 24) descreve o parâmetro turbidez como sendo a alteração da penetração da luz causada principalmente por sólidos em suspensão, sólidos estes oriundos de fragmentos de rocha, argila e silte, além de despejos domésticos e industriais. As medidas de turbidez e sólidos suspensos auxiliam a identificação da presença de partículas e colóides que podem obstruir instalações hidráulicas (BAZZARELLA, 2005).

Além das características apresentadas acima, outra característica é o sabor e odor provenientes da decomposição de matéria orgânica, despejos industriais e atividade de microorganismos. São de difícil identificação uma vez que dependem da sensibilização do analista (MACÊDO, 2001, p. 33). “A condutividade elétrica depende da quantidade de sais dissolvidos na água e é proporcional à sua quantidade, permitindo obter uma estimativa do conteúdo de sólidos” (RICHTER, 1991, p. 30).

### **2.3.2 Características químicas**

Braga et al. (2002) destaca que a característica química mais importante da água é o fato de ela ser um solvente universal capaz de dissolver infinitas substâncias orgânicas e inorgânicas.

De acordo com Telles e Costa (2007, p. 28), as características químicas referem-se às substâncias que estão na forma dissolvida e que podem causar alterações no pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, oxigênio dissolvido, matéria orgânica e inorgânica e fósforo.

Os parâmetros químicos são de extrema importância, pois, são eles que através de análises químicas irão determinar os tipos de usos que se pode dar àquela água (TELLES; COSTA, 2007, p. 28). Macêdo (2001, p.36) explica que os parâmetros químicos permitem:

- Classificar a água por seu conteúdo mineral, através de íons presentes;
- Determinar o grau de contaminação, permitindo determinar a origem dos principais poluentes;
- Caracterizar picos de concentração de poluentes tóxicos e as possíveis fontes;
- Avaliar o equilíbrio bioquímico necessário para a manutenção da vida

aquática, permitindo avaliar as necessidades de nutrientes. (MACÊDO, 2001, p. 36).

“O pH representa o potencial hidrogeniônico, ou seja, representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$  indicando condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa varia de 0 a 14” (SPERLING, 1996, p. 26).

Segundo Macêdo (2001, p. 36) outro parâmetro químico importante é a acidez que “representa o teor de dióxido de carbono livre, ácidos minerais e sais de ácidos fortes.” Pode ser classificada em acidez carbônica quando o gás carbônico não é totalmente neutralizado, a acidez mineral resultante de resíduos industriais, materiais orgânicos sintéticos ou pela hidrólise de sais minerais de metais.

Outro parâmetro importante conforme Sperling (1996, p. 27), é a alcalinidade que “representa a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio, é a capacidade que a água possui de neutralizar os ácidos.” Macêdo (2001, p. 37) explica que a alcalinidade em uma água se relaciona com o processo de coagulação com floculantes prevenindo incrustações e corrosão em tubulações de ferro fundido.

Sperling (1996, p. 29) ressalta que a dureza é a presença de cátions de cálcio e magnésio em solução ou de outros metais em menor concentração. A dureza presente nas águas é oriunda de despejos industriais e da dissolução de minerais que contenham cálcio e magnésio. Richter (1991, p. 32) classifica as águas pelo grau de dureza sendo mole quando for menor que 50 mg/L em  $CaCO_3$ , entre 50 e 150 mg/L de  $CaCO_3$  é dureza moderada, entre 150 e 300 mg/L de  $CaCO_3$  são águas duras e acima de 300 mg/L de  $CaCO_3$  são consideradas muito duras.

O ferro na maioria dos casos está associado ao manganês, conferindo um sabor amargo e coloração amarelada e turva à água (MACÊDO, 2004, p. 216). Alguns sais férricos e ferrosos como é o caso dos cloretos são solúveis em água e facilmente oxidados formando hidróxidos férricos insolúveis, que floculam e decantam e são adsorvidos superficialmente o que faz com que sais de ferro em águas superficiais aeradas não apresentem alto teor de ferro (RICHTER, 1991, p. 33). O manganês é muito parecido com o ferro, porém menos comum e possui coloração marrom (RICHTER, 1991, p. 33).

Os cloretos juntamente com sulfatos, bicarbonatos podem conferir à água sabor salino e possuir efeito laxativo. O teor de cloretos indica que a água teve

contato com esgoto doméstico. Os sulfatos associados a íons de cálcio e magnésio causam dureza e se torna um indicador de poluição pela decomposição de matéria orgânica, no ciclo do enxofre (RICHTER, 1991, p. 33).

Richter (1991, p. 34) destaca que a quantidade de nitrogênio presente na água pode indicar uma poluição recente ou remota. A poluição é dita recente quando à presença de nitrogênio orgânico e amoniacal, já os nitratos indicam poluição remota uma vez que os mesmos são produto final da oxidação do nitrogênio (MACÊDO, 2004, p. 220).

Sperling (1996, p. 34) descreve que o oxigênio dissolvido é o principal parâmetro que caracteriza a poluição das águas por despejos orgânicos. Em corpos d'água a solubilidade do OD varia com a temperatura e altitude, ao nível do mar com temperatura de 20 °C, a concentração é de 9,2 mg/L, valores superiores indica presença de algas e, valores inferiores indicam presença de matéria orgânica proveniente de esgotos.

A matéria orgânica presente nas águas e esgotos é a principal causadora do consumo de oxigênio dissolvido. A matéria orgânica tem origem na decomposição de vegetais e animais além de estar presente em despejos domésticos e industriais. Os parâmetros mais utilizados para quantificar a presença de matéria orgânica é a medição da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), a DQO (Demanda Química de Oxigênio) e do Carbono Orgânico Total (COT). (SPERLING, 1996, p.34-35).

Sperling (1996, p. 35) destaca ainda que boa parte dos micropoluentes inorgânicos são tóxicos, em destaque os metais pesados como o arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio e prata. As fontes causadoras desse poluente são as atividades industriais, mineração, garimpo e agricultura.

### **2.3.3 Características microbiológicas**

A água natural contém baixo número de microorganismos, entre 10 e 100 organismos por mililitro. As populações microbianas variam de acordo com a fonte hídrica, composição nutritiva da água e condições geográficas e climáticas (VEIGA, 2005).



Essas características referem-se à parte viva da água compreendendo organismos como bactérias, algas, fungos, protozoários e vírus (TELLES; COSTA, 2007, p. 28). Os principais indicadores de contaminação microbiológica são as bactérias do grupo coliforme, sendo dividido em coliformes totais e coliformes fecais. Na água desinfetada para consumo humano, a presença de coliformes totais deve ser nula. A presença de coliformes fecais é o melhor indicador de existência de risco ao consumo humano (SCURACCHIO, 2010).

Os microorganismos desempenham diversas funções importantes de transformação da matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos, além da possibilidade de transmissão de doenças (SPERLING, 1996, p. 37).

## 2.4 EFLUENTES LÍQUIDOS

Segundo Cavalcanti (2009, p. 20), efluentes industriais são correntes líquidas originadas de processos produtivos, limpeza de equipamentos, chão da fábrica e que podem vir acompanhados de águas pluviais. Suas características impedem que o mesmo seja lançado diretamente em corpos d'água ou reutilizá-los dentro da indústria. As características do efluente dependem da quantidade e diversidade de produtos produzidos, bem como da natureza e porte da empresa, além das matérias primas utilizadas (CAVALCANTI, 2009, p. 20).

Conforme Mierzwa e Hespanhol (2005, p. 67), qualquer atividade que envolve a utilização ou tratamento da água é capaz de gerar efluentes líquidos. Considera-se que uma das principais fontes de geração de efluentes são as indústrias. O gerenciamento adequado dos efluentes é de extrema importância para minimizar impactos ambientais, para isso são necessários procedimentos de coleta e tratamento desses efluentes (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, p. 67).

### 2.4.1 Geração de efluentes líquidos em indústrias

Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005, p. 67) os efluentes gerados pelas diversas atividades industriais devem ser identificados levando-se em consideração os processos e operações que utilizam a água tanto como matéria-prima bem como produto auxiliar.

Alguns processos industriais são comuns em diversas indústrias, enquanto outros são particulares de cada indústria necessitando de uma análise mais profunda do processo (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, p. 67).

Os processos de beneficiamento e transformação da matéria-prima em produtos que utilizam água geram efluentes com características físicas, químicas e biológicas dependendo do ramo da atividade. Independentemente do tipo de atividade é importante destacar que todas as atividades industriais geram subprodutos ou resíduos uma vez que a eficiência da transformação de matéria-prima em produtos dificilmente atinge 100% (MIERZWA e HESPANHOL 2005, p. 81).

Para Cavalcanti (2009, p. 20), antes de descartar o efluente em corpos receptores, o efluente deve passar por tratamentos para que o mesmo esteja em conformidade com os padrões sanitários, ambientais e legais de lançamento visando à preservação do meio ambiente.

Os efluentes industriais possuem constituintes variados para cada tipo de indústria, porém de um modo geral, os constituintes podem ser classificados em (CAVALCANTI, 2009, p. 21):

- a) Substâncias orgânicas biodegradáveis compostas por proteínas, carboidratos e que são medidas através de análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO);
- b) Materiais flutuantes e oleosos que “inibem o processo natural de aeração dos corpos d’água, no processo de dissolução de oxigênio na massa líquida”;
- c) Sólidos em suspensão em que sua sedimentação pode causar acúmulo de lodo em rios dificultando a vida aquática;
- d) Cor e turbidez causando problemas estéticos e impedem a penetração da luz solar em rios;
- e) Substâncias dissolvidas que dificultam o reuso indireto;
- f) Materiais voláteis que causam problemas de poluição do ar com a geração de gás sulfídrico;
- g) Metais pesados como cianeto, fluoreto, arsênio e outros produtos orgânicos tóxicos.

De acordo com Cavalcanti (2009, p. 29) antes da implantação ou readequação de um sistema de tratamento de fluentes industriais é importante que se conheça características como a natureza de fontes de geração, composição química, quantidades, variações, periodicidade e frequência de geração dos efluentes. Para isso deve-se levar em consideração a localização de todos os pontos de geração bem como as redes de água e coleta do efluente.

Após conhecer as características do efluente é importante que se faça ensaios físico-químicos a fim de determinar tipos de coagulantes-floculantes adequados para aquele efluente, a concentração dos produtos a serem utilizados, efeito da temperatura, pH's ótimos de floculação, tempo de reação com os produtos químicos, além de poder determinar o tempo de decantação (CAVALCANTI, 2009, p. 99).

#### **2.4.2 Lançamento de efluentes em corpos receptores**

Atualmente, o grau de tratamento necessário para lançamento de efluentes e corpos hídricos, depende do tipo de efluente que é gerado e qual o destino final do mesmo. Para a escolha do tratamento é importante também levar em consideração os padrões legais de emissão e de qualidade, sendo que estes padrões estão relacionados com as características do efluente lançado enquanto que padrões de qualidade dependem do corpo receptor desse efluente (CAVALCANTI, 2009).

Esses padrões são especificados na Resolução CONAMA n.º. 357 de 17 de março de 2005, em nível Federal, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água. Já a Resolução CONAMA n.º. 430/2011, também em nível Federal, determina os padrões de lançamento dos efluentes e a Lei de Santa Catarina n.º. 14.675/2009, em nível estadual, que apresenta limites mais restritivos quanto ao lançamento de efluentes em corpos receptores.

A Resolução n.º. 430/2011 do CONAMA em seu artigo 16 determina condições de lançamento de efluentes, sendo eles:

- a) pH entre 5 a 9;
- b) 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;
- c) 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;

d) 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;

e) óleos e graxas: 1. Óleos minerais: até 20 mg/L; 2. Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;

f) ausência de materiais flutuantes; e

g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 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 hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. (BRASIL, 2011).

Por sua vez a Lei nº 14.675 de 13 de abril de 2009, que institui o Código Estadual de Meio Ambiente de Santa Catarina, em seu artigo 177, determina que os efluentes apenas poderão ser lançados em corpos receptores se atenderem às seguintes condições:

- pH entre 6,0 e 9,0;

- Assegurar o transporte e dispersão dos sólidos nos lançamentos subaquáticos em mar aberto, sendo que o limite para materiais sedimentáveis será fixado pelo órgão licenciador em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado;

III - ausência de materiais flutuantes visíveis;

IV - concentrações máximas dos seguintes parâmetros em miligramas por litro, além de outros a serem estabelecidos:

a) óleos vegetais e gorduras animais: 30,0 mg/L;

b) cromo hexavalente: 0,1 mg/L;

c) cobre total: 0,5 mg/L;

d) cádmio total: 0,1 mg/L;

e) mercúrio total: 0,005 mg/L;

f) níquel total: 1,0 mg/L;

g) zinco total: 1,0 mg/L;

h) arsênio total: 0,1 mg/L;

i) prata total: 0,02 mg/L;

j) selênio total: 0,02 mg/L;

k) manganês + 2 solúvel: 1,0 mg/L;

l) fenóis: 0,2 mg/L;

m) substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno: 2,0 mg/L;

n) compostos organofosforados e carbamatos: 0,1 mg/L;

o) sulfeto de carbono, etileno: 1,0 mg/L; e

p) outros compostos organoclorados: 0,05 mg/L;

q) DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/L, sendo que este limite somente pode ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento biológico de água residuária que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento). (SANTA CATARINA, 2009).

### 2.4.3 Tratamento dos efluentes líquidos

Mierzwa e Hespanhol (2005, p. 83) afirmam que a escolha do tipo de tratamento de um efluente depende da análise dos tipos e características dos contaminantes que deverão ser amenizados ou quando possíveis eliminados.

Conforme Nunes (1996), para que as condições de lançamento sejam alcançadas, o efluente industrial deve passar por tratamentos que removam possíveis poluentes que conferem características inadequadas ao mesmo.

Dependendo do volume de efluente gerado diariamente, o tratamento poderá ser contínuo ou periódico. Tratamento contínuo ocorre quando o efluente está sempre entrando e saindo do reator, aplicado geralmente em indústrias com altas vazões. No tratamento periódico o efluente é armazenado durante certo período e, o tratamento ocorre posteriormente. Indicado para indústrias que possui baixas vazões (NUNES, 2004, p. 83).

Conforme ressalta Nunes (1996), existem quatro níveis de tratamento de efluentes, o tratamento preliminar que remove apenas sólidos grosseiros, o tratamento primário que consiste em processos físico-químicos, onde ocorre remoção de cerca de 60 a 70% de sólidos em suspensão, de 20 a 45% da DBO e 30 a 40% de remoção de coliformes (TELLES; COSTA, 2007). O tratamento secundário remove a matéria orgânica dissolvida e em suspensão e a DBO pode ser quase totalmente removida. Já o tratamento terciário é mais indicado quando se necessita obter um efluente de alta qualidade necessitando de processos mais complexos e caros como, por exemplo, adsorção em carvão ativado, osmose inversa e eletrodialise (NUNES, 2004, p. 63).

Uma relação muito importante na definição do tipo de tratamento é a relação DQO/DBO que determina se a oxidação da matéria orgânica será efetiva ou não (JARDIM; CANELA, 2004).

Considerando o que descrevem Jardim e Canela (2004) se um efluente possui relação DQO/DBO menor que 2,5 o efluente é facilmente biodegradável. Se a relação estiver entre 2,5 e 5, a escolha do tratamento biológico deverá ser cuidadosa para que a remoção da carga orgânica seja eficiente. Porém se a relação for maior que 5,0 a possibilidade do tratamento biológico ser efetivo é mínima, surgindo a

possibilidade de oxidação química como um processo alternativo (JARDIM; CANELA, 2004).

Conforme Nunes (1996, p. 101) no tratamento primário, a primeira etapa é a equalização, que consiste em regularizar a vazão e outros parâmetros que devem ser constantes para as próximas etapas, permitindo adequado funcionamento de ajuste de pH, coagulação, floculação e decantação. Sendo assim, o tanque de equalização serve para homogeneizar o efluente.

A correção de pH se faz necessária, pois os coagulantes agem em uma faixa ótima de pH que deve ser estabelecida através de ensaios em bancada. O tanque de mistura rápida por sua vez, consiste em misturar rapidamente o coagulante com o efluente até a desestabilização dos coágulos (partículas do efluente). Em seguida, passa para o tanque de floculação onde a velocidade de agitação diminui para formação dos flocos que serão encaminhados ao decantador onde os mesmos irão sedimentar e o efluente tratado será retirado e encaminhado para um corpo receptor ou usado como água de reuso, já o lodo deve ser classificado e encaminhado para aterros industriais conforme especificado na NBR 10.004/2004 (NUNES, 1996 p. 110-130).

De acordo com Braile (1979) o objetivo principal do tratamento secundário é remover a matéria orgânica do efluente industrial, por meio do metabolismo de oxidação e de síntese de células. Este tipo de tratamento é normalmente usado quando há grande quantidade de matéria orgânica facilmente biodegradável, presente em sua composição.

A matéria orgânica pode estar presente na forma dissolvida (DBO solúvel) a qual não é removida por processos físicos do tratamento primário e em suspensão (DBO suspensa) onde grande parte pode ser removida no tratamento primário restando apenas os sólidos de decantabilidade mais lenta (SPERLING, 1996, p. 185).

O tratamento secundário caracteriza-se pela ação biológica. As principais etapas desse tratamento são lodos ativados, lagoas aeradas, lagoas de estabilização, filtros biológicos e sistemas anaeróbios (NUNES, 2004, p. 63).

No tratamento secundário conforme Sperling (1996, p. 185) a remoção da matéria orgânica é realizada por reações bioquímicas feitas pela atividade de

microorganismos. A remoção de DBO e coliformes pode ser de 60 a 99% como descrevem Telles e Costa (2007, p. 54).

Outro tipo de tratamento porém, pouco utilizado pelas estações de tratamento de efluentes é o terciário. É indicado quando se pretende obter um efluente de alta qualidade ou a remoção de outras substâncias contidas no efluente que os outros tratamentos não são capazes de remover. Os tratamentos são feitos por adsorção em carvão ativo, osmose reversa, eletrodialise, troca iônica, oxidação química e remoção de organismos patogênicos (NUNES, 2004, p. 63).

#### **2.4.4 Remoção de metais pesados**

Conforme Nunes (2004, p. 180) metais pesados são substâncias que tem peso específico maior que  $5 \text{ g/cm}^3$ . A Environmental Protection Agency define oito metais prioritários: Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Níquel (Ni) e Zinco (Zn).

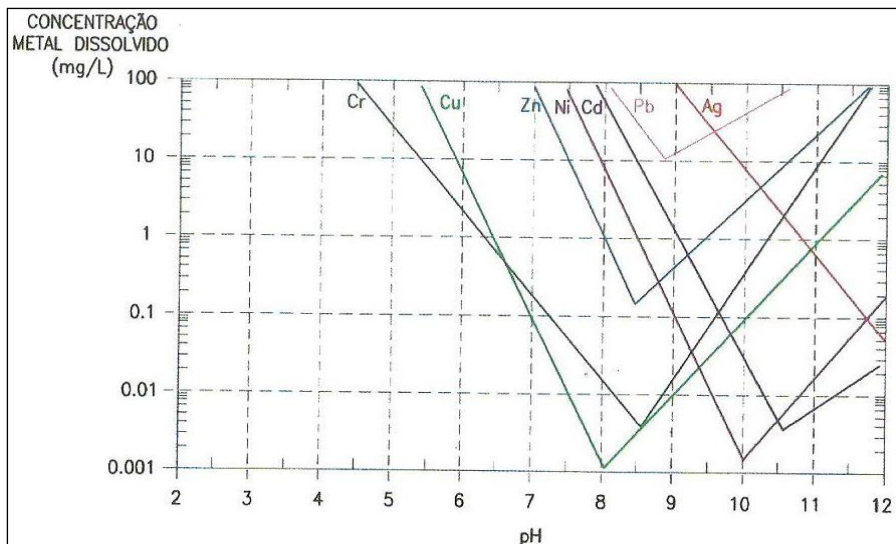
Segundo Cavalcanti (2009, p. 160) “metais pesados apresentam grande risco ambiental, pois fixam-se em solos e sedimentos e possuem a capacidade de bioconcentração na fauna aquática.” Em seres humanos a “toxicidade dos metais é devido à afinidade destes cátions pelo enxofre ou pelo grupo sulfidril (SH) que ocorrem nas enzimas que controlam a velocidade das reações metabólicas” (CAVALCANTI, 2009, p. 160).

Ainda conforme Nunes (2004, p. 180), quando estes metais estão presentes nos efluentes industriais, os mesmos devem ser removidos antes do tratamento biológico para evitar a inibição dos microorganismos que degradam a matéria orgânica. Alguns dos metais citados precipitam sob a forma de hidróxidos ou carbonatos podendo ser removidos nos decantadores junto com o lodo.

Nunes (2004 p. 181) explica que geralmente existe um tratamento específico para cada substância, podendo ser por tratamentos químicos, físicos e físico-químicos. Por exemplo, o Cd e o Pb podem ser removidos com uso de sulfeto de sódio, já o Zn é removido com adição de cal na faixa de pH entre 8 e 9 e o Ni com o pH entre 8 e 10. O Hg pode ser removido por precipitação usando sulfeto de ferro,

sulfeto de sódio ou bissulfeto de sódio formando composto insolúvel. Mais detalhes sobre a solubilidade desses metais são apresentados por Cavalcanti (2009, p.241) na Figura 4.

Figura 4– Solubilidade de alguns metais em função do pH.



Fonte: Cavalcanti (2009, p. 242).

#### 2.4.5 Zinco (Zn)

“Originário de rochas, o zinco é utilizado em indústrias galvânicas, elétricas, tintas, pigmentos e corantes, cosméticas, inseticidas e outras” (CAVALCANTI, 2009, p. 167). Além de ser encontrado em rochas, o Zinco ainda pode ter origem em águas subterrâneas e superficiais. Alguns sais de Zinco como acetato, cloreto e sulfato são solúveis em água, o que faz com que muitas indústrias agreguem este elemento em sua composição (CAVALCANTI, 2009, p. 167).

Segundo Cavalcanti (2009, p. 167) o Zinco não possui efeito prejudicial aos seres humanos exceto em concentrações muito altas, porém, para peixes a presença do elemento pode formar compostos com a mucosa que cobre as guelras dos mesmos. Cavalcanti (2009, p. 167) destaca ainda que o Zinco é essencial em nosso organismo, sendo recomendado um nível de ingestão de 10 a 15 mg/dia.

O parâmetro Zinco Total é regulamentado, sendo que sua concentração máxima em efluentes industriais tratados deve ser de 5,0 mg/L segundo Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), de 1,0 mg/L pela Lei Estadual de Santa Catarina nº 14.675/2009 (SANTA CATARINA, 2009).



## 2.5 REUSO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA

A escassez de recursos hídricos tornou-se um dos principais problemas dos grandes centros urbanos e industriais de diversos países (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, p. 109).

Buscando evitar a importação de água de outros lugares, é necessário que se crie estratégias que priorizem a conservação e a utilização eficiente dos recursos hídricos ainda disponíveis. Uma dessas estratégias é o reuso de água e efluentes (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, p. 109).

De acordo com Telles e Costa (2007, p. 179) os principais usos da água na indústria são: consumo humano em sanitários, refeitórios, bebedouros, como matéria prima na incorporação do produto final, no preparo de soluções, geração de eletricidade e ainda como fluido para aquecimento ou resfriamento.

O tratamento dos efluentes industriais tem como objetivo atender aos padrões ambientais de lançamento em corpos d'água e também possibilitar o seu reuso na própria fonte geradora mediante adoção de tratamento destinado a atingir padrões de reuso compatíveis com as necessidades da indústria, somente sendo aceitáveis se economicamente viáveis (CAVALCANTI, 2009, p. 28).

Conforme Telles e Costa (2007, p. 99), o reuso pode ser direto quando os efluentes tratados são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local de reuso. Segundo Mancuso, Santos (2003, p. 23) “o reuso indireto ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descartada nas águas superficiais e utilizada novamente à jusante, na forma diluída.”

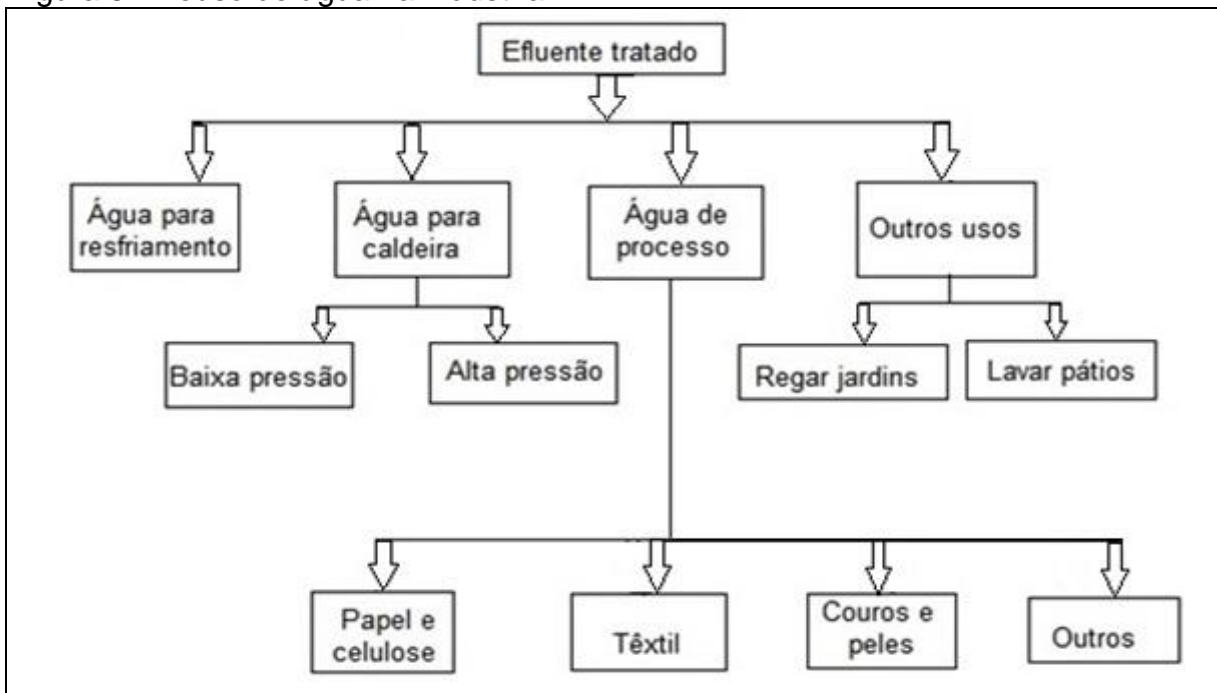
As águas de reuso podem ser utilizadas em diversas áreas dentro da indústria, entre elas em torres de resfriamento, caldeiras, lavagem de peças e equipamentos, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e uso no próprio processo produtivo (MANCUSO, SANTOS, 2003, p. 47).

Telles e Costa (2007, p. 116) apontam alguns benefícios do reuso no setor industrial como, por exemplo, a maximização da eficiência na utilização dos recursos hídricos, melhoria da imagem ambiental da empresa, garantia de qualidade da água tratada, descarte mínimo de efluente uma vez que o mesmo passa por

sistema fechado, possibilidade de a empresa ser certificada com a ISO 14.000 e a garantia de abastecimento.

Telles e Costa (2007, p. 117) ainda relatam que para se obter uma água de reuso a partir de um efluente industrial são necessários processos de tratamentos específico para cada tipo de efluente. A água de reuso pode ser empregada em diversas áreas na empresa como mostra a Figura 5.

Figura 5– Reuso de água na indústria



Fonte: Adaptado de Telles e Costa (2007).

### 2.5.1 Aspectos legais para reuso

Para a realização de um projeto de reuso da água em uma indústria, é sempre importante levar em consideração o cuidado com a saúde pública e o meio ambiente (TELLES; COSTA, 2007 p. 116).

Para Cavalcanti (2009, p. 186) não há um padrão único de qualidade de água para reuso uma vez que diferentes processos produtivos e lavagens de equipamentos necessitam de características específicas de qualidade. Nesse sentido o sistema de tratamento de efluentes deve ser realizado de forma a atender os requisitos de qualidade exigidos por lei e verificado se o seu reuso é técnica e economicamente viável.

No Brasil, apesar do tema ser bastante discutido ainda não existe uma legislação específica sobre reuso, sendo assim, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 que dispõe sobre “modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água”, e descreve no Art. 2º desta Resolução as definições acerca da água e seu reuso (BRASIL, 2005):

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

II - reuso de água: utilização de água residuária;

III - água de reuso: água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV - reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V - produtor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI - distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso e;

VII - usuário de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso (BRASIL, 2005).

Em seu Art. 3º, define as modalidades para o reuso direto não potável de água (BRASIL, 2005):

I - reuso para fins urbanos: irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - reuso para fins agrícolas e florestais: usada para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - reuso para fins ambientais: utilizada para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais e;

V - reuso na aquicultura: usada para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos (BRASIL, 2005).

Mierzwa e Hespanhol (2005, p. 112) comentam que para se utilizar um efluente tratado para reuso, é importante levar em consideração as características

do efluente gerado e também os requisitos de qualidade da água no processo que o utiliza. Outro ponto a ser considerado por uma empresa que deseja fazer o reuso do efluente, é como ocorre a coleta do mesmo, geralmente feita por tubulações que coletam os efluentes de diversas áreas dentro da empresa e, por fim identificar qual será o uso dado àquele efluente com potencial para reuso.

Algumas vezes a substituição total da água de abastecimento por efluente tratado não é viável. Deve-se então seguir alguns procedimentos de como utilizar uma parte do efluente tratado para reuso: indicado quando a concentração dos contaminantes presentes no efluente varia com o transcorrer do processo; misturar o efluente gerado com a água para abastecimento, buscando adequar as características do efluente aos requisitos de qualidade exigidos pela aplicação na qual se pretende reutilizar (MIERZWA; HESPANHOL, 2005, p. 112).

### **2.5.2 Parâmetros analisados visando reuso**

Nesse tópico serão levados em consideração os parâmetros analisados em estações de tratamento de efluentes, buscando atender as legislações em vigor para o descarte de efluentes industriais e seu possível reuso.

Como já mencionado por Mierzwa e Hespanhol (2005, p. 117) o reuso somente será adotado se as características do efluente tratado estiverem de acordo com as exigências na qual se deseja praticar o reuso. Nesse sentido deve-se analisar todas as possíveis aplicações do efluente comparando os parâmetros genéricos de qualidade exigidos com as características do efluente.

Os autores ainda definem alguns parâmetros de qualidade que auxiliam a identificar possíveis aplicações para o reuso de efluentes (MIERZWA; HESPANHOL, 2005 p. 117):

- a) Sais Dissolvidos Totais (SDT): caracterizados por contaminantes iônicos como sódio, cálcio, sulfato (TELLES; COSTA, 2007, p. 27). Conforme o efluente vai sendo reutilizado, a concentração de sais aumenta o que pode trazer problemas para a indústria;
- b) DQO: “representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea” (SPERLING, 1996, p. 62);

- c) DBO<sub>5</sub>: medida de oxigênio consumido após cinco dias pelos microorganismos no decorrer do processo biológico de degradação da matéria orgânica (SPERLING, 1996, p. 62);
- d) Sólidos suspensos: Fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que estão em suspensão e por serem de tamanho pequeno não são filtráveis (SPERLING, 1996, p. 62);
- f) Sólidos dissolvidos: “fração dos sólidos orgânicos e inorgânicos que são filtráveis com dimensão menor que 10<sup>-3</sup>” (SPERLING, 1996, p. 62);
- g) Sólidos sedimentáveis: sólidos orgânicos e inorgânicos que sedimentam após permanecerem por uma hora em cone imhoff (SPERLING, 1996, p. 62);
- h) Sólidos totais: “são os sólidos que permanecem como resíduos da evaporação de uma amostra a temperatura de 105 °C.” (NUNES, 2004);
- i) Cloretos: provenientes da água de abastecimento e de despejos industriais (TELLES; COSTA, 2007, p. 39);
- j) Carbono Orgânico Total (COT): “é uma medida direta da matéria orgânica carbonária, determinada por conversão do carbono orgânico a gás carbônico” (TELLES; COSTA, 2007, p. 39);
- k) pH: indicador das características ácidas ou básicas do efluente, sua faixa varia de 0 a 14 e o mesmo tende a baixar quando à processos de oxidação biológica (TELLES; COSTA, 2007, p. 39).
- l) Turbidez: é a alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão (MACÊDO, 2004, p. 189). Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão (TELLES; COSTA, 2007, p. 39).
- m) Cor: segundo Nunes (2004), é originada de minerais ou vegetações naturais tais como, substancias metálicas (compostos de ferro e manganês), húmus, algas, protozoários e despejos industriais.

## 2.6 ENSAIOS EM JAR TEST

Os ensaios denominados de *Jartest* objetivam simular em bancada um processo físico-químico já existente ou que se deseja implantar em uma indústria. O equipamento consiste de 3 a 6 jarros de plástico, todos de mesmo volume que são dispostos em paralelo onde se coloca o efluente nos jarros e com adição do coagulante/floculante após sofrer agitação verifica-se qual teve formação melhor e mais rápida de flocos (CAVALCANTI, 2009, p. 99).

Nunes (2004, p. 251) destaca alguns parâmetros que podem ser definidos a partir do uso do *Jartest* em ensaios de floculação. Entre eles, pode se citar a definição do coagulante que melhor se adapta as condições do efluente (sulfato de alumínio, cloreto férrico), necessidade do uso de auxiliares de floculação, uso de alcalinizante ou acidificante, turbidez e cor para determinar a eficiência do processo de clarificação, tempo de contato entre os coagulantes e auxiliares para formação dos flocos, tempo de decantação, além da velocidade e potência de agitação até a formação dos flocos.

Os ensaios de floculação (*Jartest*) estabelecem condições de tratabilidade de águas e efluentes, usando a floculação e a decantação para remover a matéria em suspensão. Também remove substâncias geradoras de sabor e odor, colóides e metais como Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Fluoretos, Manganês, Mercúrio, Níquel e Zinco (NUNES, 2004, p. 250). É nessa etapa que se reproduz em bancada aquilo que deve ser feito na estação de tratamento de efluentes (NUNES, 2004, p. 252).

Segundo Nunes (2004, p. 252) para que ocorra a floculação é necessário que sejam adicionados coagulantes à base de  $Fe^{3+}$  ou  $Al^{3+}$  que sob determinadas condições formam hidróxidos insolúveis, com núcleos precipitantes, que ao sedimentarem removem impurezas. Os coagulantes mais utilizados são sulfato de alumínio ou cloreto férrico. A escolha depende das características do efluente, por este motivo os ensaios de floculação são necessários. Nunes (2004, p. 252) destaca que além do coagulante, deve ser usado em alguns casos, auxiliares de floculação que tem a finalidade de aumentar a velocidade de precipitação ou de aumentar a eficiência do processo de floculação.

O processo de tratamento de efluentes realizado em *Jartest* consiste na realização das etapas de floculação e decantação. A reprodução dessas etapas no aparelho de *Jartest* é feita seguindo os princípios de mistura de contato, adição de produtos químicos, formação de coágulos (NUNES, 2004, p. 253).

Segundo Nunes (2004, p. 253) a mistura rápida é obtida mantendo a agitação na velocidade rápida. Após a adição dos produtos químicos, a agitação deve ser lenta para a formação dos flocos. O processo de decantação simula a velocidade de sedimentação (NUNES, 2004, p. 254).

Quando os ensaios em *Jartest* têm um bom resultado, significa que o processo físico-químico é o mais adequado para aquela situação. Os processos físico-químicos são usualmente recomendados para remoção de poluentes inorgânicos, metais pesados, óleos e graxas, cor, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão com uso de coagulação/floculação, matérias orgânicas não biodegradáveis e de sólidos dissolvidos por precipitação química (NUNES, 1996, p. 54).

### **2.6.1 Principais produtos químicos utilizados**

Os coagulantes mais utilizados no tratamento de efluentes são o sulfato de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) e o Policloreto de Alumínio (PAC)  $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3(n-m)}$  (NUNES, 2004, p. 54). A função dos coagulantes é desestabilizar um sistema coloidal por meio da adição de íons contrários às partículas coloidais do efluente (DI BERNARDO, et al 2002, p. 83).

Conforme descreve Nunes (2004, p. 25) “sistema coloidal é uma mistura heterogênea de material sólido e líquido” podendo ser hidrófilos ou hidrófobos. Colóides hidrófilos possuem afinidade com a água encontrando-se na forma solúvel, atraindo partículas para o meio, difícil de coagular. Colóides hidrófobos não possuem afinidade com a água apresentando pequena estabilidade (NUNES, 2004, p. 26).

As forças de Van der Waals são responsáveis por provocar a aderência entre as partículas formando aglomerados passíveis de serem removidos. Para que isso ocorra, é necessário reduzir o Potencial Zeta (SCHOENHALS, 2006, p. 12). “A medida do potencial elétrico entre a superfície externa da camada compacta e o

meio líquido no qual se desenvolve é chamada de Potencial Zeta e mede o potencial de uma partícula em movimento livre em um líquido” (SCHOENHALS, 2006, p. 11)

A escolha do coagulante/floculante depende dos ensaios de floculação a fim de prever o que acontece com o efluente a ser tratado na ETE (Estação de Tratamento de Efluentes). Em muitos casos, além do uso de coagulantes/floculantes, é necessário adicionar substâncias que aumentam a velocidade de precipitação ou que promovem a floculação com mais eficiência (NUNES, 2004, p. 252).

Nesses casos adicionam-se polieletrólitos que podem ser classificados de acordo com o seu tipo de carga, em catiônico (cargas positivas), aniônico (cargas negativas) e não iônicos (sem cargas). Os polímeros são utilizados como auxiliares de coagulação, seu uso pode diminuir até 20% a dosagem do coagulante primário (NUNES, 2004, p. 58).

O polímero catiônico é aquele que se ioniza quando dissolvido na água e adquire cargas positivas atuando como um cátion. O aniônico adquire carga negativa e atua como ânion. Já os não iônicos são aqueles que não se ionizam quando são dissolvidos em água (SANTOS FILHO, 1987, p. 21).

Muitos efluentes industriais necessitam corrigir seu pH antes de passar por tratamento físico-químico. Para corrigir o pH usa-se alcalinizantes ou acidificantes, dependendo das características do efluente a ser tratado.

## 2.7 INDÚSTRIAS DE TINTAS

Segundo Shreve, Brink. Jr (1997, p. 340) os recobrimentos superficiais dividem-se em tintas, vernizes, esmaltes, lacas e tintas para impressão. Para CETESB (2006), a tinta é uma mistura estável de uma parte sólida (que forma a película aderente à superfície a ser pintada) em um componente volátil (água ou solventes orgânicos). Uma terceira parte denominada aditivos é responsável pela obtenção de propriedades importantes. A combinação dos elementos sólidos e voláteis para fabricação da tinta define as propriedades de resistência e de aspecto, bem como o tipo de aplicação e custo do produto final.

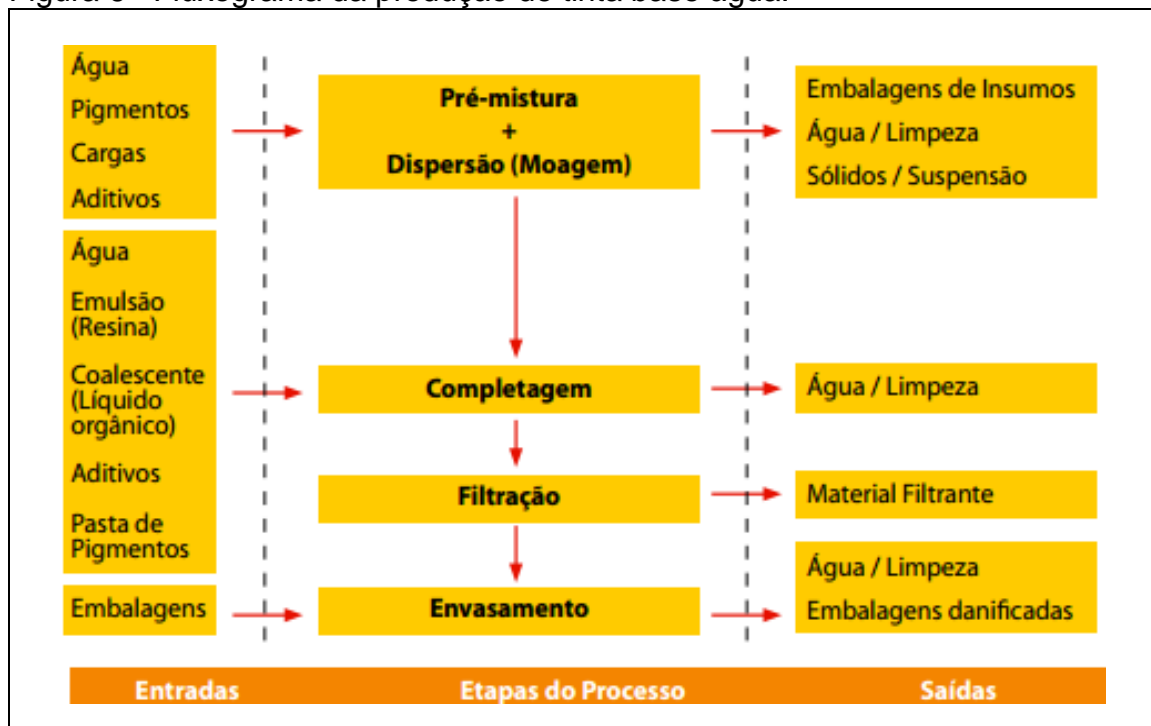
De acordo com CETESB (2006) as matérias-primas comumente utilizadas na fabricação das tintas são as resinas formadoras da película da tinta e



responsáveis pelas características físicas e químicas da mesma, pigmentos que são insolúveis no meio em que são utilizadas e conferem a coloração ou cobertura às tintas. As cargas são minerais industriais com características adequadas de brancura e granulometria além de baratarem o custo da mesma e serem responsáveis pela boa cobertura e resistência às intempéries. Os solventes são compostos (orgânicos ou água) responsáveis pelo aspecto líquido da tinta com uma determinada viscosidade. Os aditivos são responsáveis pelo aumento da proteção anticorrosiva, bloqueadores dos raios UV, catalisadores de reações, dispersantes e umectantes de pigmentos e cargas, melhoria de nivelamento, preservantes e antiespumantes.

As tintas látex ou à base de água são atualmente mais utilizadas representando cerca de 80% do consumo de tintas no mercado. A parte volátil das tintas látex é constituída por aproximadamente 98% de água e 2% de compostos orgânicos. Esse tipo de tinta foi desenvolvida para facilitar aplicação, secagem mais rápida, cheiro menos ativo, fácil limpeza e maior durabilidade e impermeabilidade à sujeira (SHREVE, BRINK. Jr, 1997, p. 344). O processo de fabricação desse tipo de tinta é simples e de fácil entendimento (Figura 6).

Figura 6– Fluxograma da produção de tinta base água.



Fonte: Cetesb (2006).

A primeira etapa é de pré-mistura e dispersão em que em um equipamento com agitação adequada são misturados água, aditivos, cargas e pigmento (dióxido de titânio, óxido de zinco,). A dispersão por sua vez consiste em colocar o produto pré-disperso em moinhos para desagregar os pigmentos e cargas (CETESB, 2006). Em seguida inicia o processo de completagem em um tanque com agitação, adicionando água, emulsão, aditivos, coalescentes e o produto da dispersão para o acerto da cor e as correções para que se obtenham as características especificadas da tinta (CETESB, 2006). As últimas etapas são de filtração e envase que após passar pela etapa anterior e ser misturada, a tinta passa por uma peneira geralmente vibratória para remover possíveis impurezas e em seguida segue para o envase (CETESB, 2006).

Na etapa de completagem, há a adição do produto da dispersão, esse produto é gerado adicionando à água um dispersante num misturador, que recebe os pigmentos pré-misturados à base de dióxido de titânio, sulfeto de zinco, sulfato de bário, mica, sílica, em seguida essa mistura passa pela moagem em um moinho para posteriormente ser adicionada à tinta na etapa de completagem (SHREVE, BRINK JR. 1997, p. 344).

### **2.7.1 Tratamento do efluente das indústrias de tintas**

Segundo CETESB (2008, p. 44) a água é o recurso natural mais empregado no setor de tintas usada para diversos fins. Parte da água utilizada por este tipo de indústria pode ser incorporada ao produto, parte é empregada nas operações de limpeza e lavagem de máquinas, equipamentos e instalações industriais, além do uso na área de utilidades e manutenção.

A variedade e quantidade de matérias-primas e produtos auxiliares empregados no setor de tintas e vernizes são grandes. Entre eles podem-se citar as resinas, pigmentos e cargas, solventes, aditivos. Muitas destas substâncias são tóxicas e quando misturadas com a água, conferem essa toxidez para a mesma CETESB (2008, p. 44).

O efluente oriundo do setor de tintas é gerado no tanque de dispersão e no maquinário de envase uma vez que são limpos sempre que há troca da coloração da tinta. Outro ponto na empresa que gera efluentes líquidos é na lavagem do piso

da fábrica, sendo que todo esse efluente gerado é encaminhado até a ETE por meio de canaletas em toda a empresa.

Conforme destaca Giordano (2004, p. 58) o tratamento dos efluentes dessas indústrias tem como objetivo reduzir a carga orgânica, a carga tóxica e os metais pesados por meio de processos físico-químicos podendo ser seguido por processos biológicos. Geralmente o tratamento inicia com a equalização, seguida de coagulação-floculação e sedimentação (tratamento primário) e por fim com lodos ativados (tratamento secundário).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia para realização deste Trabalho de Conclusão de Curso baseou-se na pesquisa aplicada uma vez que se pretende resolver um problema existente na indústria (GERHARDT, SILVEIRA, 2009). É ainda do tipo descritiva, que segundo Gil (2002, p. 42) tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno.

De acordo com a abordagem, a pesquisa é do tipo quantitativo, visto que busca o conhecimento do processo produtivo e também a realização de ensaios em bancada (*Jartest*) para melhor conhecimento do efluente que se deseja tratar (GERHARDT, SILVEIRA, 2009).

Primeiramente desenvolveu-se o referencial teórico com base em dados secundários retirados de livros e artigos referentes ao tema proposto (GIL, 2002, p. 44). Em seguida descreveu-se o processo produtivo da empresa a fim de determinar o que estaria causando o problema, descreveram-se também as etapas do tratamento de efluentes já realizados pela empresa para verificar possíveis irregularidades.

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma indústria química, localizada no município de Siderópolis, Santa Catarina (Figura 7). Por motivos de sigilo e acordo firmado entre a empresa em questão e a autoria deste trabalho, o empreendimento não terá seu nome citado.

Suas atividades iniciaram em 2003 atuando no preparo de aditivos e produtos para as indústrias cerâmicas, tintas imobiliárias e impermeabilizantes. Possui uma área construída de 1400m<sup>2</sup> para estocagem de matérias-primas, produtos acabados, máquinas e equipamentos para produção.

No interior da fábrica, há um laboratório para liberação dos produtos acabados. Em junho do ano de 2011, foi construído outro laboratório no exterior da fábrica para pesquisa e elaboração de novos produtos, com o intuito de buscar constantemente o aprimoramento da sua linha.

A água utilizada na elaboração dos produtos é proveniente de uma nascente localizada próxima à empresa. Não é realizado nenhum tipo de tratamento da água antes de utilizá-la nos processos uma vez que pelas análises feitas na água indicou que estava própria para utilizar nos processos.

Figura 7– Localização do município de Siderópolis no estado de Santa Catarina.



Fonte: AMREC (2012).

### 3.1.1 Descrição do processo produtivo

A empresa possui duas linhas de produção, uma voltada para produção de pasta pronta para cerâmica e a outra para produção de tintas a base d' água.

A primeira linha de produção é de pasta pronta para cerâmica. Primeiramente pesa-se em balança industrial as matérias-primas secas que serão utilizadas. Geralmente usa-se Caulim, Dolomita, Feldspato, Quartzo e Frita e o Tripolifosfato de Sódio (TPF) que é um agente dispersante, sendo usados aproximadamente 1.200kg desses materiais. Em seguida os materiais são encaminhados para o moinho de bolas e misturados com 30 a 40% de água dependendo da umidade dos materiais usados. Após serem colocados no moinho, o mesmo permanece em funcionamento de 6 a 20 horas até formar o esmalte.

Com o esmalte pronto o mesmo é encaminhado para o tanque de armazenamento com agitação lenta. Retira-se uma amostra para verificar a densidade e viscosidade. Caso esteja de acordo com os padrões, a amostra é levada ao laboratório de qualidade onde se aplica sobre uma peça cerâmica: determinada quantidade de pasta teste e do lado uma amostra da pasta que está sendo fabricada, colocando na mufla com temperatura de  $1.150^{\circ}\text{C}$  para secar. Ao retirar, se a coloração for a mesma da pasta teste, a pasta fabricada segue para o envase em uma peneira vibratória.

A segunda linha de produção é de tintas. O processo de produção de tintas da empresa consiste dos processos de pré mistura onde as matérias-primas são misturadas com a água em um tanque com agitação pré-determinada e pelo tempo necessário para que ocorra uma boa mistura. Em seguida a mistura é encaminhada para a completagem onde são adicionados os produtos de dispersão e pigmentos. Nessa etapa também são feitos os ajustes de cor, viscosidade e teor de sólidos. Após passar pela completagem a tinta é encaminhada para filtração e por último ocorre o envase.

Não se sabe ao certo o consumo diário de água pela empresa, porém, estima-se que seja gasto diariamente  $5\text{ m}^3$  utilizados em todas as atividades. Na ETE chegam aproximadamente  $2,5\text{ m}^3/\text{dia}$  de efluente, o restante da água utilizada pela empresa é incorporada ao produto, lavagem de embalagens e utilizada em banheiros e cozinha.

### **3.1.2 Estação de Tratamento de Efluentes**

O efluente gerado na empresa é oriundo da lavagem de equipamentos e embalagens, bem como da limpeza do piso e o descarte líquido do laboratório de qualidade de produtos e do laboratório de química. Todo o efluente gerado na empresa, com exceção do esgoto sanitário, é conduzido por gravidade através de uma canaleta que chega até o tanque de equalização onde tem início o processo de tratamento com a homogeneização do mesmo. O efluente permanece no tanque por aproximadamente dois dias ou até completar o volume de 3.000 litros. O tanque de equalização tem capacidade para 3.000 litros, sendo construído em concreto e

escavado ao nível do solo, com agitador mecânico para equalização do efluente durante sua permanência no mesmo.

Quando o tanque de equalização está cheio, o efluente é encaminhado para o floculador/decantador por uma bomba centrífuga de 5 CV. Ao chegar ao floculador/decantador o efluente é agitado (Figura 8) com uso de um agitador de hélice de 3 CV por aproximadamente 10 minutos.

Figura 8– Tanque de equalização (A) e floculador/decantador (B).



Fonte: Da autora (2016).

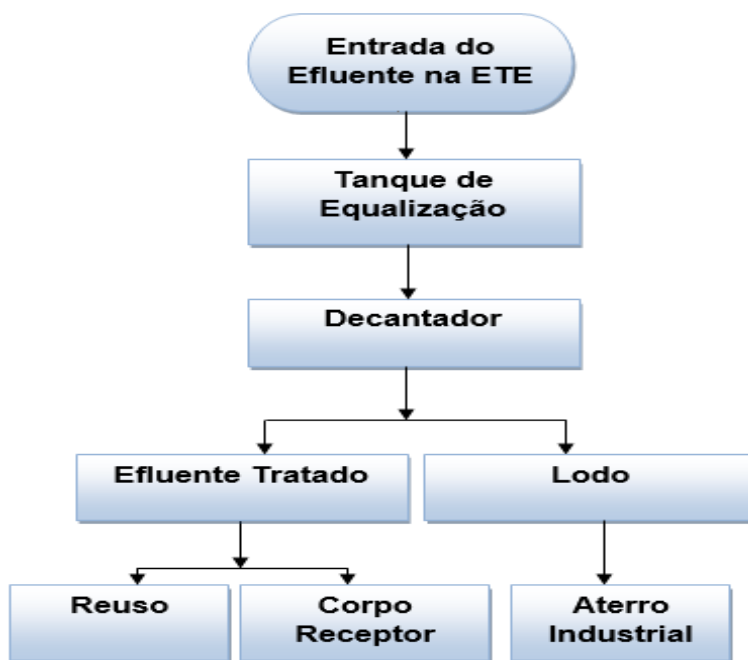
Primeiramente o operador da estação mede o pH para saber qual a quantidade de hidróxido de sódio a 50% (p/v) será necessário acrescentar para aumentar o pH para 11 ou 12. Segundo a empresa, esse procedimento é necessário, pois os outros produtos usados no tratamento requerem pH mais alcalino e também para a precipitação de Zinco. Em seguida são adicionados o PAC na forma líquida e sem diluição, por último é adicionado o polímero catiônico diluído a 0,1% (p/v). Todos os produtos são dosados no floculador/decantador e com o auxílio de baldes de 10 litros.

Adicionado os produtos, a agitação diminui e quando há formação dos flocos, o agitador é desligado. O efluente permanece no floculador/decantador por aproximadamente oito horas ou de um dia para outro dependendo do horário do tratamento. Após esse tempo, a água tratada é retirada e armazenada em uma caixa

de armazenamento que posteriormente é reutilizada na limpeza dos equipamentos e do chão da fábrica. O lodo é armazenado em *bag's* de 1.000 litros que posteriormente são encaminhados para aterro industrial.

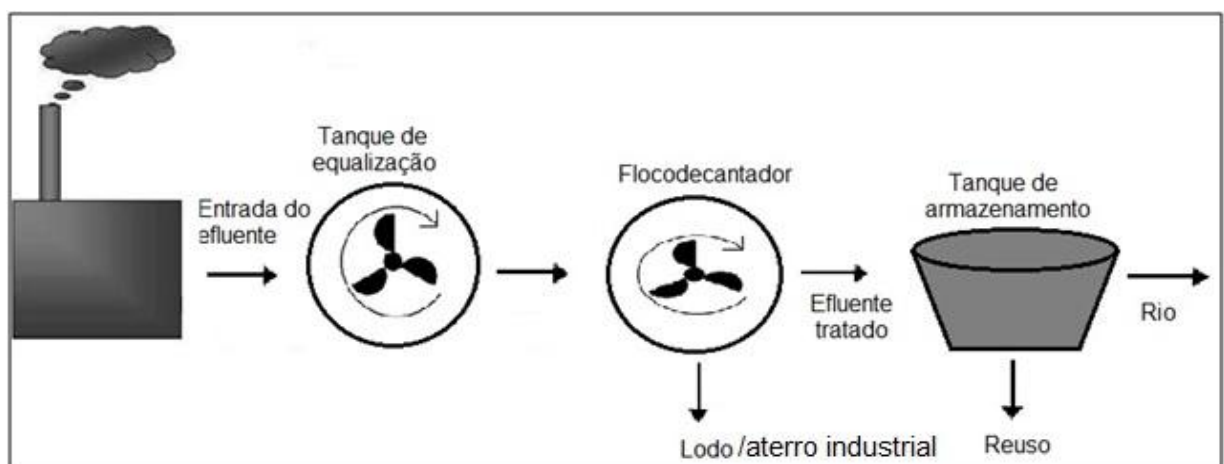
A vazão diária de efluente é de aproximadamente 2,5 m<sup>3</sup>/dia. Metade do efluente tratado é destinado ao reuso na empresa e a outra metade vai para o corpo receptor próximo da mesma. As figuras 9 e 10 representam as etapas descritas anteriormente e o layout do sistema de tratamento de efluentes da empresa.

Figura 9– Fluxograma do processo de tratamento de efluente na ETE.



Fonte: Da autora (2016).

Figura 10– Layout da ETE da empresa.



Fonte: Da autora (2016).



### 3.2 PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS DE TRATABILIDADE

Para caracterização do efluente gerado e também para determinar a quantidade de produtos químicos a serem utilizados na ETE, foram realizados ensaios em bancada com o efluente gerado pela empresa. Para isso, foram coletadas amostras do efluente bruto entre os dias 10 de agosto e 15 de setembro de 2016. As amostras foram retiradas diretamente do tanque de equalização após o efluente estar bem homogeneizado e antes da adição de produtos químicos usados no tratamento.

Os ensaios de tratabilidade com o efluente bruto foram realizados no Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária, localizado no IPARQUE/UNESC, simulando o tratamento que já é feito na estação de tratamento de efluentes da empresa.

Para caracterização do efluente bruto e tratado do dia 15 de setembro de 2016 foram realizadas análises dos parâmetros DBO, DQO, pH, turbidez, cor, sólidos suspensos fixos e voláteis, sólidos dissolvidos fixos e voláteis, sólidos sedimentáveis e zinco.

Utilizou-se como coagulante o PAC 18%, alcalinizante hidróxido de sódio a 10% (p/v), polímero catiônico BULAB 5158 (anexo A) usado em centrífugas como auxiliar de desaguamento, proporcionando a melhoria da qualidade da torta, no que se refere à umidade, e o polímero catiônico BULAB 5483 (anexo B), geralmente utilizado para recuperação de fibras e desaguamento de lodos. Muito usado, pois melhora a clarificação da água reduzindo a emissão de carga orgânica no efluente.

Foram feitos seis ensaios em *Jartest* para verificar se o efluente de uma semana para outra apresentava diferenças significativas. Em cada ensaio preencheu-se um quadro com as características do efluente tratado e as quantidades de produtos utilizados (Tabela 3).

Tabela 3– Planilha para preenchimento nos ensaios de tratabilidade.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta:		Hora da coleta:		Data ensaio:		Nº:
		Reagentes/Dosagens				
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5158(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1						
2						
3						
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1	2	3
Mistura Rápida: 10 segs.		Tempo adensamento (min.)				
Mistura Lenta: 60 segs.		Cor:				

Fonte: Da autora (2016).

O ensaio de tratabilidade tem o intuito de reproduzir em laboratório por meio de *Jartest* o que acontece na prática. Esse procedimento é importante para verificar se a forma como o tratamento está sendo feito na empresa está correto ou se necessita de ajustes (NUNES, 2004, p. 252).

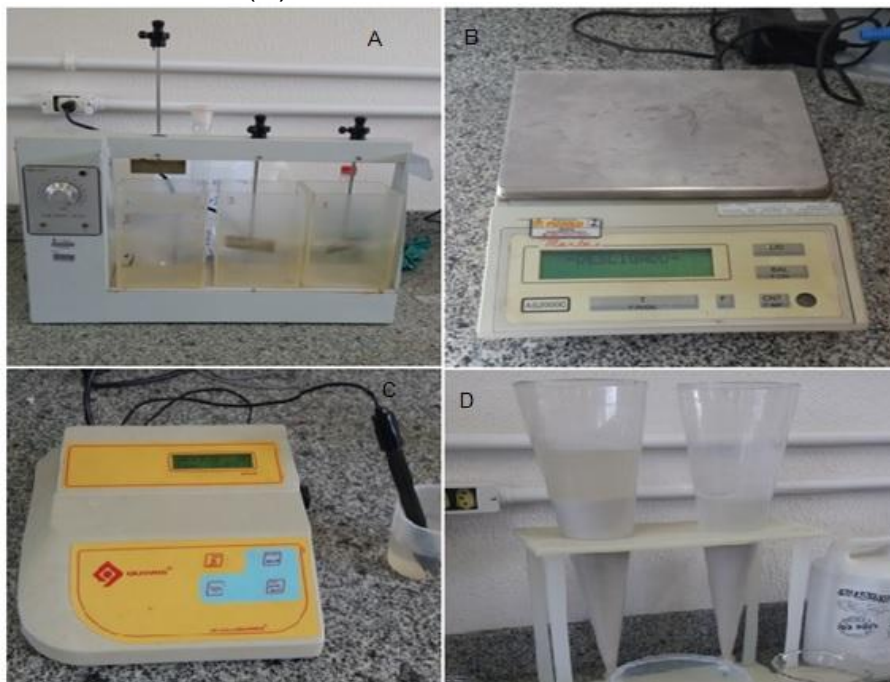
Os efluentes brutos coletados em cada semana foram encaminhados para o Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária do IPARQUE/UNESC onde foram realizados os ensaios de tratabilidade. Os experimentos foram realizados de acordo com a metodologia proposta pelos autores Di Bernardo, L.; Di Bernardo, A.; Centurione Filho, P. L. (2002) apresentada no livro “*Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água*”.

A primeira coleta ocorreu no dia 10 de agosto de 2016 no período da manhã com atividades voltadas para produção de pasta para cerâmica. A segunda coleta foi realizada no dia 17 de agosto no período matutino. As atividades foram normais durante a semana com produção de tintas e lavagem de equipamentos. A terceira coleta realizada no dia 24 de agosto no período vespertino também com atividades normais. A quarta coleta ocorreu no período vespertino do dia 31 de agosto. Durante a semana foram lavados *containers* devolvidos pelos clientes. A quinta coleta se deu no período matutino do dia 08 de setembro com produção de tintas e lavagem de equipamentos, por fim, a sexta coleta ocorreu no dia 15 de setembro no período da manhã também com atividades normais. Para cada coleta foram utilizadas bombonas de plástico de 20L, as mesmas foram lavadas várias

vezes com o próprio efluente antes de se proceder a coleta. Para os ensaios de tratabilidade usou-se os materiais e equipamentos descritos abaixo (Figura 11):

- a) *Jartest* JT 102 Milan com três jarros e capacidade para 2 litros;
- b) balança de precisão AS 2000C;
- c) pHmetro Quimis;
- d) cone Imhoff;
- e) água destilada;
- f) vidrarias diversas como béqueres e pipetas;
- g) câmera fotográfica;
- h) hidróxido de sódio diluído a 10% (v/v);
- i) policloreto de alumínio 18%;
- j) polímero catiônico BLB 5158 diluído a 1% (p/v);
- k) polímero catiônico BLB 5483 diluído a 1% (p/v).

Figura 11– Aparelho de *Jartest* (A), balança de precisão (B), pHmetro (C), Cone Imhoff (D).



Fonte: Da autora (2016).

### 3.2.1 Procedimento realizado para ensaio em *Jartest*

As etapas para a realização dos ensaios de *Jartest* foram:

- a) limpeza dos jarros com água corrente;

- b) separou-se as vidrarias necessárias;
- c) preparou-se os reagentes utilizados com as devidas concentrações;
- d) colocou-se as amostras nos três jarros até o volume de 1L cada;
- e) ligou-se o equipamento e ajustou-se a velocidade de rotação a 180rpm;
- f) adicionou-se as alíquotas de Hidróxido de Sódio e PAC;
- g) manteve-se a velocidade de agitação por um minuto;
- h) Parou-se a agitação e verificou-se a formação dos flocos e a clarificação do efluente;
- i) reduziu-se a rotação do equipamento para 60rpm;
- j) aplicou-se aos jarros o polímero diluído
- k) manteve-se a velocidade de agitação para formação de flocos consistentes;
- l) cessou-se a agitação e verificou-se o tamanho dos flocos formados e a clarificação dos efluentes. Anotaram-se os dados em planilhas.

Após a realização dos ensaios, encaminhou-se as amostras bruta e tratada referente ao dia 15 de setembro para Laboratório de Água e Efluentes Industriais localizado no IPARQUE/UNESC para analisar DBO, DQO, pH, cor, turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos fixos e voláteis, sólidos dissolvidos fixos e voláteis e zinco para avaliar eficiência do tratamento. A escolha dessa amostra se deu principalmente pelo fato de que a mesma havia sofrido menos interferência do tempo e também pelo volume da amostra ser suficiente para encaminhar as amostras bruta e tratada. As metodologias utilizadas pelo laboratório estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros analisados e metodologia utilizada.

<b>Parâmetro</b>	<b>Metodologia</b>
Cor aparente	SMEWW - Method 2120 C / HACH - Method 8025
pH	SMEWW 4500-H+ B (Potenciométrico)
DBO	SMEWW - Method 5210 B
DQO	SMEWW - Method 5220 D / EPA 410.4
Turbidez	SMEWW - Method 2130 B (Nefelométrico)
Sólidos Sedimentáveis	Cone de Imhoff
Sólidos Dissolvidos Fixos (550°C)	SMEWW - Method 2540 E (Gravimétrico)
Sólidos Dissolvidos Voláteis (550°C)	SMEWW - Method 540 E (Gravimétrico)
Sólidos Suspensos Fixos (550°C)	SMEWW - Method 2540 E (Gravimétrico)
Sólidos Suspensos Voláteis	SMEWW - Method 2540 E (Gravimétrico)
Zinco	SMEWW - Method 3110 (AAS/Chama)

Fonte: IPARQUE/UNESC (2016).

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Este capítulo é composto pelos resultados obtidos nos ensaios em *Jartest* e o resultado das análises do efluente bruto e tratado.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

Tendo em vista a variabilidade nas características do efluente bruto conforme tipo de atividade realizada e produtos fabricados durante a semana, houve a necessidade de realizar vários ensaios de tratabilidade. As amostras de efluente bruto apresentavam coloração esbranquiçada e odor característico de solvente de tintas.

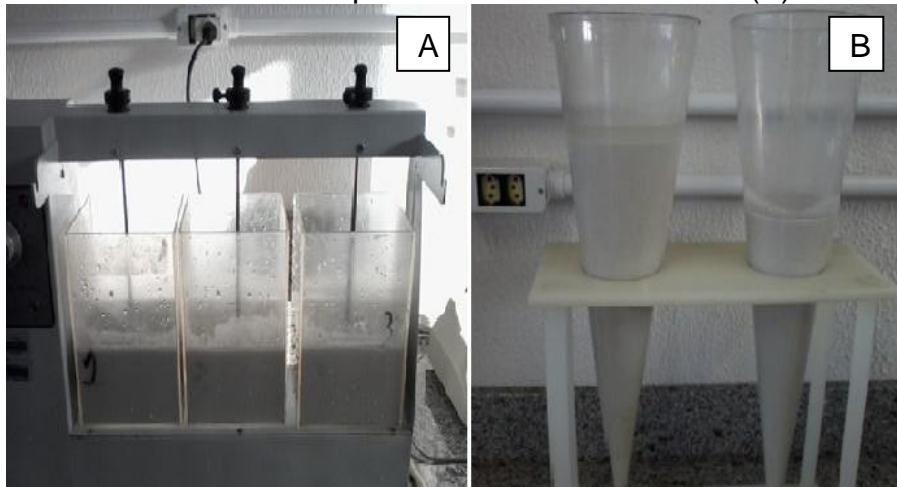
No primeiro ensaio realizado no dia 11 de agosto, o efluente possuía características de lodo, pois aparentava apresentar elevada concentração de sólidos. Dosaram-se quantidades altas de produtos químicos, havendo dificuldade em coagulação e floculação sem apresentar resultados satisfatórios (Tabela 5). Para o ensaio em *Jartest* usou-se 4 mL de hidróxido de sódio, pois o pH inicial estava em torno de 6,7. Dosou-se ainda 3 mL de PAC e 10 mL de polímero catiônico BLB 5158. Os flocos formados não eram consistentes e após permanecer por 17 horas em cone Imhoff, a quantidade de lodo decantado foi de 600 mL/L (Figura 12).

Tabela 5– Ensaio de tratabilidade com efluente do dia 10 de agosto.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 10/08		Hora da coleta: 11:00		Data ensaio: 11/08		Nº: 01
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5158(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1	6,7	-	3,0	10,0		
<b>2</b>	<b>6,7</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>10,0</b>		<b>X</b>
3	6,7	8,0	3,0	10,0		
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1	2	3
Mistura Rápida: 10 seg.		Tempo adensamento (horas.)			<b>17</b>	
Mistura Lenta: 60seg.		Cor:			<b>Cinza</b>	

Fonte: Da autora (2016).

Figura 12– Ensaio em *Jartest* com efluente coletado no dia 10 de agosto (A), lodo decantado após 1 hora em Cone Imhoff (B).



Fonte: Da autora (2016).

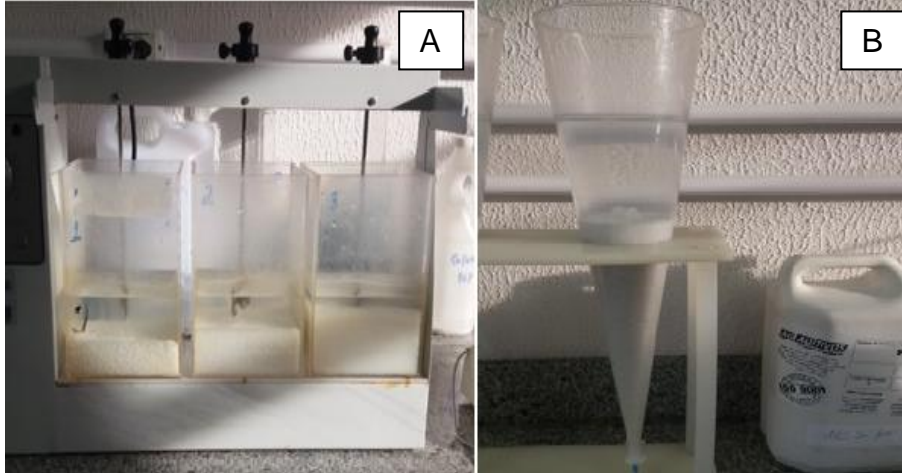
O efluente tratado no segundo ensaio realizado no dia 18 de agosto apresentou características diferentes da semana anterior. Formou flocos rapidamente e mais consistentes (Figura 13). A quantidade de produtos químicos utilizados para se chegar ao melhor resultado foi de 1,5 mL de PAC e 1 mL de polímero catiônico BLB 5158. O jarro 1 apresentou melhor resultado sem adição de hidróxido de sódio a 10%, conforme Tabela 6. O efluente tratado foi deixado decantar em cone imhoff por 1 hora, chegando ao volume de sólidos sedimentáveis de 420 mL/L conforme detalhe na Figura 13.

Tabela 6– Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 17 de agosto.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 17/08		Hora da coleta: 10:00		Data ensaio: 18/08		Nº: 02
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero Catiônico BLB 5158(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1	7,75		1,5	1,0	6,65	X
2	7,75	1,0 pH 9,6	1,5	1,0	6,6	
3	7,75	2 pH 10,46	1,5	1,0	6,97	
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
				1	2	3
Volume: 1 litro		Volume – ml / l		420		
Mistura Rápida: 10seg.		Tempo adensamento (min.)		60		
Mistura Lenta: 60seg.		Cor:		Branca		

Fonte: Da autora (2016).

Figura 13 - Ensaio *Jartest* com efluente coletado dia 17 de agosto (A), sólidos sedimentados após 1 hora em Cone Imhoff (B).



Fonte: Da autora (2016).

O terceiro ensaio ocorreu no dia 25 de agosto. O efluente possuía um aspecto mais diluído, devido ao procedimento de lavagens dos equipamentos que ocorreram durante a semana. O pH inicial era de 7,31. O jarro 2 apresentou melhor resultado formando flocos consistentes conforme Figura 14 e Tabela 7. Adicionou-se 1,0 mL de hidróxido de sódio elevando o pH até 9,14, sendo que a empresa salientou a necessidade de se elevar o pH para a precipitação de sais de zinco existente no efluente. Foram adicionados também 1,0 mL de PAC e 1,0 mL de polímero catiônico BLB 5158. Deixou-se o efluente tratado decantando em cone imhoff por uma hora e o volume de lodo foi de 250 mL/L o que comprovou que era um efluente com características de tratabilidade melhor que os dois efluentes anteriores.

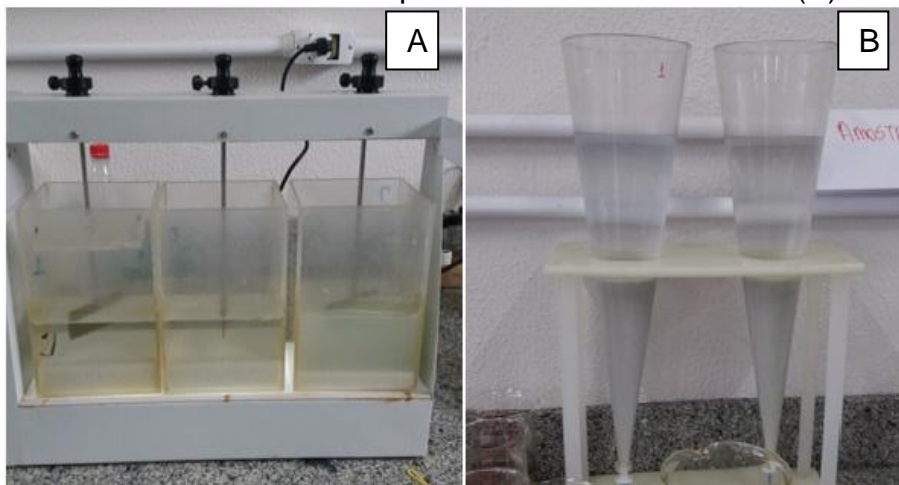


Tabela 7 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 24 de agosto.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 24/08		Hora da coleta: 13:00		Data ensaio: 25/08		Nº: 03
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5158(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1	7,31		1,0	1,0	6,85	
2	<b>7,31</b>	<b>1,0</b>	<b>pH 9,14</b>	<b>1,0</b>	<b>7,55</b>	<b>X</b>
3	7,31	2,0	pH 10,05	1,0	7,43	
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1	2	3
Mistura rápida: 10seg.		Tempo adensamento (min.)			<b>60</b>	
Mistura lenta: 60seg.		Cor:			<b>Branca</b>	

Fonte: Da autora (2016).

Figura 14 – Ensaio *Jartest* com efluente coletado dia 24 de agosto (A), sólidos sedimentados após 1 hora em Cone Imhoff (B).



Fonte: Da autora (2016).

O quarto ensaio ocorreu no dia 01 de setembro com o efluente coletado dia 31 de agosto. Ao colocar o efluente nos jarros para iniciar os ensaios, percebeu-se que as características deste efluente eram diferentes da semana anterior, aparentando ter mais sólidos, o que dificultou um pouco o tratamento. O pH inicial era de 6,36 o que mostrou que deveria ser adicionado alcalinizante. Optou-se por não dosar alcalinizante no primeiro jarro e colocar 1 mL no segundo e 2 mL no terceiro acrescidos de 1,5 mL de PAC e 3,0 mL de polímero BLB 5158. Os três jarros formaram flocos finos e de pouca resistência (Figura 15). Para novo ensaio de jarros, alterou-se o floculante para o polímero catiônico BLB 5483, conforme Figura 14 – B



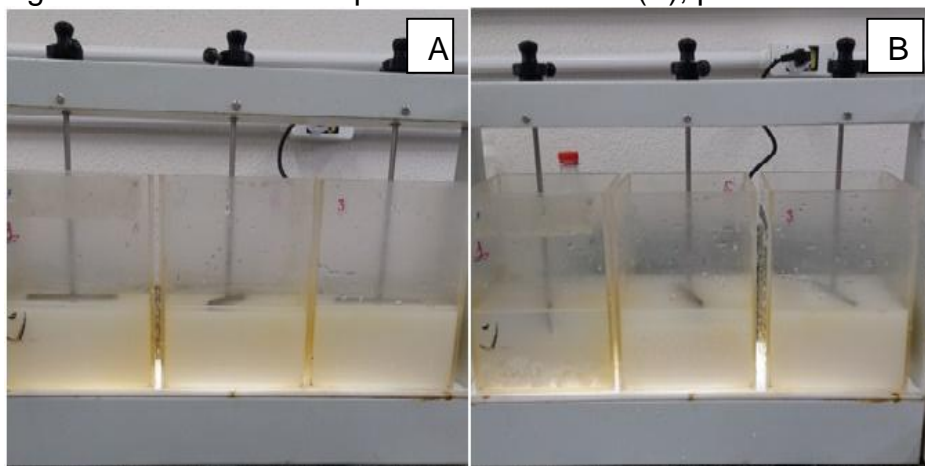
e Tabela 8. Dosou-se 2,0 ml de hidróxido de sódio, 1,5 mL de PAC e 3,0 mL de polímero catiônico BLB 5483 no jarro 1 com flocos consistentes e obtendo melhores resultados.

Tabela 8 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 31 de agosto.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 31/08		Hora da coleta: 14:00		Data ensaio: 01/09		Nº: 04
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5483(mL/L)	pH final	Melhor jarro
<b>1</b>	<b>6,36</b>	<b>2,0 pH 8,83</b>	<b>1,5</b>	<b>3,0</b>	<b>6,80</b>	<b>X</b>
2	6,36	3,0 pH 9,95	1,5	3,0	6,80	
3	6,36	4,0 pH 10,55	1,5	3,0	6,80	
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1,0	2,0	3,0
Mistura Rápida: 10seg.		Tempo adensamento (min.)				
Mistura Lenta: 60seg.		Cor:				

Fonte: Da autora (2016).

Figura 15– Ensaio com polímero BLB 5154 (A), polímero BLB 5483 (B).



Fonte: Da autora (2016).

O quinto ensaio realizado no dia 08 de setembro foi feito com efluente coletado no mesmo dia na parte da manhã. O pH inicial estava em 9,73, prevendo-se a não necessidade de adição de alcalinizante, pois com pH acima de 8,8 o zinco presente no efluente normalmente se apresenta na forma precipitada. Dosou-se no primeiro jarro 1 mL de alcalinizante, 2,0 mL de PAC e 3,0 mL de polímero BLB 5483.

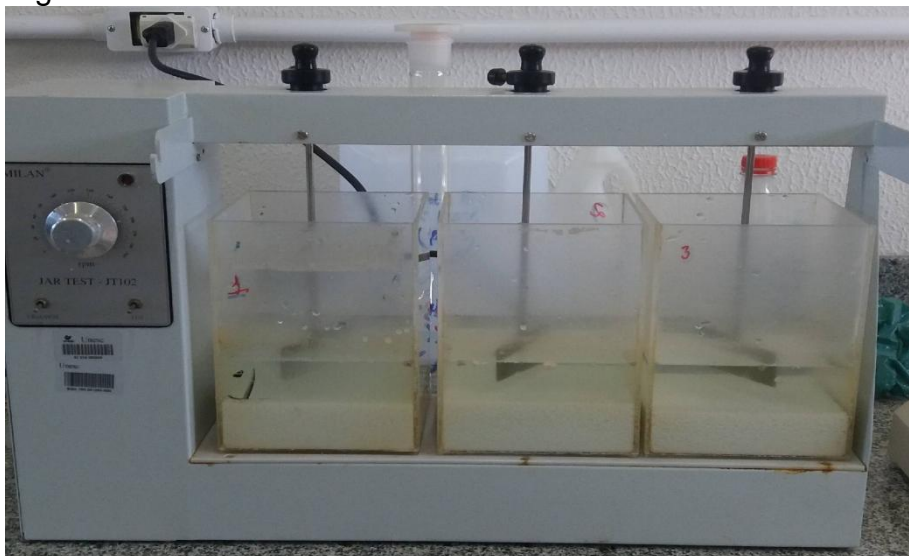
No segundo jarro não adicionou-se alcalinizante e as quantidades de PAC e polímero catiônico foram as mesmas do primeiro jarro. No terceiro adicionou-se 2,5 mL de PAC, 3,0 mL de polímero, apresentando melhor floculação conforme Tabela 9 e Figura 16.

Tabela 9 – Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 08 de setembro.

Unidade ou seção geradora de efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 08/09		Hora da coleta:09:00		Data ensaio: 08/09		Nº: 05
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5483(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1	9,73	1 ml	2,0	3,0	6,86	
2	9,73	-	2,0	3,0	6,79	
3	<b>9,73</b>	-	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>6,77</b>	<b>x</b>
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1,0	2,0	3,0
Mistura Rápida: 10seg.		Tempo adensamento (min)				–
Mistura Lenta: 60seg.		Cor:				

Fonte: Da autora (2016).

Figura 16– Ensaio em Jarrest com efluente coletado em 08 de setembro.



Fonte: Da autora (2016).

O último ensaio ocorreu no dia 15 de setembro com efluente coletado no mesmo dia. O pH no momento do ensaio estava em torno de 9,01, mas optou-se adicionar uma pequena quantidade de alcalinizante para chegar a pH 10,09. A

quantidade de alcalinizante utilizada foi de 1,0 mL, 2,0 mL de PAC e 2,0 mL de polímero BLB 5483 (Tabela 10). Essa quantidade foi suficiente para o efluente ficar clarificado (Figura 17).

Tabela 10– Resultado ensaio de tratabilidade com efluente do dia 15 de setembro.

Unidade de coleta do efluente: Tanque de equalização do efluente de lavagem						
Data coleta: 15/09		Hora da coleta: 11:00		Data ensaio: 15/09		Nº: 06
Reagentes/Dosagens						
Jarros	pH inicial	Hidróxido de sódio 10% (mL/L)	Coagulante AG aditivos PAC 18% (mL/L)	Polímero catiônico BLB 5483(mL/L)	pH final	Melhor jarro
1,0	9,01	1,0 pH 10,09	2,0	2,0	6,8	X
2,0	9,01	-	2,0	2,0	6,45	
3,0	9,01	-	2,5	2,0	6,08	
Condições de ensaio		Característica do lodo do efluente tratado (Jarros)				
Volume: 1 litro		Volume – mL/L		1,0	2,0	3,0
Mistura Rápida: 10seg.		Tempo adensamento (min.)		-		
Mistura Lenta: 60seg.		Cor:		Branco		

Fonte: Da autora (2016).

Figura 17– Ensaio em *Jartest* com efluente coletado no dia 15 de setembro.



Fonte: Da autora (2016).

#### 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES EM LABORATÓRIO

Com os ensaios de tratabilidade concluídos, encaminhou-se a amostra do dia 15 de setembro principalmente pela quantidade de efluente disponível a ser tratado para o Laboratório de Águas e Efluentes Industriais localizado no

IPARQUE/UNESC para que as análises de DBO, DQO, cor, turbidez, zinco, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos fixos e voláteis e sólidos dissolvidos fixos e voláteis do efluente bruto e tratado fossem realizadas. Os resultados das análises estão descritos na Tabela 11 juntamente com a eficiência de remoção dos devidos parâmetros calculados pela fórmula descrita por Sperling (1996, p.171):

$$E = \frac{C_o - C_e}{C_o} * 100$$

Onde:

E: eficiência de remoção (%);

Co: concentração afluente do poluente (mg/L);

Ce: concentração efluente do poluente (mg/L).

Tabela 11– Resultado da análise do efluente bruto e tratado referente ao dia 15 de setembro e eficiência de remoção dos parâmetros analisados.

Parâmetro	Efluente bruto	Efluente tratado	Eficiência de remoção (%)	VMP (1)	VMP (2)
Cor aparente (mg/L)	59250	41	99,93	NC	NC
pH	8,5	6,6	-	5,0 - 9,0	6,0 - 9,0
DBO (mg/L)	241	247	-2,49	Obs. 1	Obs. 2
DQO (mg/L)	2768	930	66,40	NC	NC
SDF (mg/L)	1620	1848	-14,07	NC	NC
SDV (mg/L)	926	376	59,40	NC	NC
SDT (mg/L)	2546	2224	12,65	NC	NC
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	5	< 0,2	100	1	Obs. 3
SSF (mg/L)	7370	< 10	100	NC	NC
SSV (mg/L)	1305	17	98,70	NC	NC
SST (mg/L)	8675	17	99,80	NC	NC
Turbidez (NTU)	16268	7,1	99,96	NC	NC
Zinco (mg/L)	46,75	4,61	90,14	5	1

Observações:

VMP (1): Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011 do CONAMA (Padrões de Lançamento de Efluentes)

VMP (2): Lei nº 14.675, de 13 de Abril de 2009 (Código Estadual do Meio Ambiente) LQ: Limite de quantificação NC: Parâmetro não contemplado para esta legislação.

Obs.(1): Remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Obs.(2): Para o parâmetro de DBO este limite somente pode ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento biológico de água residuária que reduza a carga poluidora em termos de DBO cinco dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento).

Obs.(3): O limite para materiais sedimentáveis será fixado pelo órgão licenciador em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado.

Fonte: Adaptado de Laboratório de Águas e Efluentes Industriais - LAEI/IPAT/UNESC (2016).

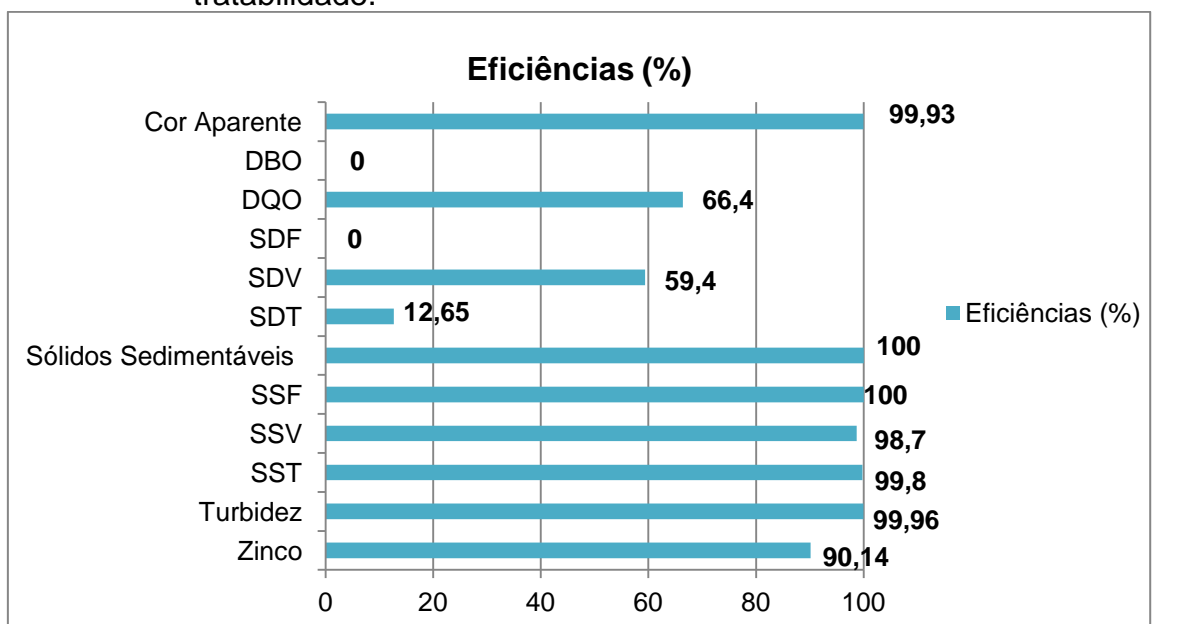
O efluente bruto foi retirado do tanque de equalização da empresa às 11:00 horas da manhã do dia 15 de setembro e encaminhado para o Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária localizado no IPARQUE/UNESC onde passou por ensaios de tratabilidade com amostra de efluente tratado do melhor jarro encaminhado juntamente com o efluente bruto para o LAEI para proceder as análises.

Levando-se em consideração os teores elevados em sólidos suspensos totais, turbidez e cor aparente, o tratamento físico-químico é o mais indicado. A presença elevada do metal zinco indica tratamento específico de remoção do metal, com elevação de pH acima de 8,8.

Telles e Costa (2007, p. 53) comentam que a remoção de sólidos suspensos no tratamento primário é na ordem de 40 a 70%. Observando o resultado obtido no ensaio de tratabilidade, verificou-se que a eficiência de remoção de sólidos suspensos totais foi de 99,8%, turbidez de 99,96% e cor com eficiência de 99,93%, sendo consideradas excelentes remoções que indicam que o efluente tratado pode ser usado para reuso direto.

Essas eficiências e dos demais parâmetros analisados estão representados no gráfico ilustrativo apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Eficiências de remoção dos parâmetros analisados após ensaio de tratabilidade.



Fonte: Da Autora (2016).

A turbidez é causada devido à presença de sólidos em suspensão no efluente. Como a quantidade desses sólidos era alta, conseqüentemente a turbidez também estava elevada. Com a remoção desses sólidos, houve grande redução de turbidez.

Para a remoção de DBO, Sperling (1996, p. 171) descreve que a remoção no tratamento primário pode ser entre 30 a 40%, o que não ocorreu no ensaio realizado, onde a remoção de DBO foi nula. A relação DBO/DQO pode ser usada como indicador de degradação biológica, sendo  $DBO/DQO > 0,6$  é indicado tratamento por processo biológico e  $DBO/DQO < 0,2$  é indicado tratamento físico-químico.

A relação DBO/DQO da amostra bruta pontual é de 0,08 não sendo indicado tratamento biológico uma vez que os compostos orgânicos presentes no meio dificilmente seriam degradados, se a DQO for muito além do dobro da DBO é possível que grande parte da matéria orgânica não seja biodegradável, podendo ser causadora da poluição sendo indicado processo físico-químico para tratamento (NUNES, 2004, p. 64).

Como a DQO é superior a dez vezes o valor da DBO e elevado teor de sólidos suspensos, é recomendado tratamento físico-químico. A DBO não foi removida, pois não se encontra na forma suspensa e sim na forma dissolvida, não sendo removida no tratamento físico-químico.

Por sua vez, a amostra do efluente tratado apresentou uma melhor relação de  $DQO/DBO = 3,76$  podendo indicar possível tratamento biológico com o efluente clarificado que sai do decantador (GIORDANO, 2004). Como o tratamento biológico objetiva remover a matéria orgânica, para verificar se a DBO foi removida e que o lançamento do efluente não causará danos ao corpo receptor, é necessário que seja feito Ensaio de Ecotoxicidade sobre amostra tratada caso o efluente seja lançado em corpos hídricos.

Apesar de haver uma excelente remoção de Zinco chegando a 90,14% no efluente tratado, o mesmo ainda está em desacordo com a Lei 14.675/2009, em que estabelece que o limite máximo permitido de Zinco na amostra tratada seja de 1mg/L. Pela Resolução do CONAMA nº430/2011º efluente tratado estaria em acordo uma vez que o valor máximo permitido de zinco é de 5,0 mg/L. O tratamento

biológico seria recomendável para oxidação de matéria orgânica dissolvida e também para oxidação do zinco pela presença de oxigênio do ar.

O aumento dos sólidos dissolvidos fixos no efluente tratado pode ser devido à adição dos produtos químicos utilizados no tratamento físico-químico. Conforme Telles e Costa (2007, p. 71), os sólidos dissolvidos podem ser removidos com maior eficiência em tratamento terciário a citar, osmose reversa, troca iônica, evaporação e entre outros. Sendo que no tratamento realizado a remoção de sólidos dissolvidos foi de apenas 12,5% pois o tratamento físico-químico mais indicado à remoção de sólidos suspensos, turbidez e cor.

Como a empresa pretende utilizar o efluente tratado para reuso na produção de tintas, é importante que antes de proceder ao reuso seja feito testes em laboratório de qualidade com o efluente tratado para verificar se há possibilidade de reutilizá-lo ou se necessita de tratamento específico para este fim. Salienta-se que a empresa já tentou reutilizar o efluente tratado para fabricação de tintas e pasta cerâmica, porém houve alterações da matéria-prima. Quando adicionado o efluente tratado no moinho ocorreu inchaço da matéria-prima não permitindo dispersão de material e inviabilizando processo produtivo, o que traz indícios de contaminantes da água de reuso provocando reações indesejáveis na produção de tinta.

Nunes (1996, p. 65) recomenda que para haver uma boa representação e confiabilidade dos resultados, o ideal é que seja feito cinco análises, sendo tolerável no mínimo três. Para a realização deste trabalho, coletou-se seis amostras do efluente bruto durante seis semanas, percebeu-se que o efluente era diferente de uma semana para outra, porém escolheu-se apenas uma amostra tratada para analisar devido à falta de tempo entre obter o resultado das demais análises e a conclusão deste trabalho.

Como alguns parâmetros ficaram em desacordo com a Legislação vigente, o ideal seria realizar mais ensaios para melhor avaliação do processo na remoção dos poluentes.

## 5 CONCLUSÃO

A empresa em estudo possui duas alternativas quanto ao descarte de seus efluentes tratados. A primeira é o lançamento em corpo hídrico atendendo à regulação ambiental e a segunda é o reuso direto do efluente tratado para lavagem de pisos e equipamentos e como insumos para fabricação dos produtos químicos.

Os resultados obtidos a partir da análise de eficiências de remoção dos parâmetros analisados do efluente bruto e tratado em ensaio de tratabilidade da amostra pontual coletada indicam que o tratamento físico-químico, através de coagulação e floculação, não apresenta remoção eficiente de DBO, podendo ser encaminhado para tratamento biológico específico.

Quanto ao parâmetro Zinco, o resultado atende ao padrão exigido pelo CONAMA 430/2011, porém, não atende a Lei Estadual nº 14.675/2009. Seriam recomendáveis pelo menos três ensaios de tratabilidade e análises de eficiências de efluente bruto e tratado para averiguar condições de DBO e Zinco. O metal Zinco pode vir a ser removido através de precipitação em lodo biológico em tratamento para remoção de DBO ou ajuste de pH mais elevado no tratamento físico-químico.

Para remoção de zinco, conforme literatura específica, o pH do efluente deve ser elevado até 8,8-9,0 para precipitação química do metal e posterior decantação com os sólidos.

Considerando a amostragem feita, a relação DQO/DBO do efluente tratado foi de 3,76 o que indica possível tratamento biológico. Portanto, o efluente poderia ser encaminhado para um tratamento biológico para remoção de DBO caso o mesmo não seja reutilizado. É importante que o efluente tratado passe por Ensaios de Ecotoxicidade verificando sua toxicidade. Ou ainda, a empresa pode estudar a possibilidade de misturar ao efluente industrial, o esgoto doméstico da mesma para que as bactérias presentes no esgoto degradem a matéria orgânica do efluente, verificando também se a ação das bactérias pôde remover também o residual de metal Zinco.

Porém é importante destacar que antes de implantar um novo sistema de tratamento de efluentes na empresa, a mesma deverá realizar pelo menos mais dois ou três ensaios em *jarrest* com o efluente e, encaminhar para análise para que possa ser verificado se há ou não remoção do parâmetro DBO com o tratamento físico-



químico uma vez que, em uma amostra pontual esse parâmetro não pôde ser removido.

Se a empresa optar por lançar o efluente tratado em corpo hídrico, considerando a amostra pontual deste trabalho, a mesma deverá seguir a Resolução do CONAMA nº 430 de 2011, Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, a Lei 14.675/2009 (sendo mais restritiva que a Resolução do CONAMA nº 430/2011) e a Portaria nº 017/2002 da FATMA, (SANTA CATARINA, 2002) que recomenda ensaios de ecotoxicidade para avaliar limites máximos de toxicidade aguda para efluentes, sendo que para indústrias químicas o fator de diluição para *Daphnia magna* é de 2 diluições, ou seja, se for necessário diluir a amostra mais de duas vezes, significa que o efluente é tóxico.

Além da DBO, os parâmetros SDF e SDT também não tiveram boas eficiências de remoção, aconselha-se então que a empresa faça testes em laboratório de qualidade utilizando o efluente tratado para verificar a real possibilidade de reuso do efluente na elaboração de seus produtos.

Caso a empresa opte por apenas continuar utilizando o efluente tratado para limpeza dos equipamentos, recomenda-se que a mesma verifique diariamente o pH do efluente tratado mantendo-o entre 6,5 a 7,5 para evitar a corrosão e incrustações nos equipamentos e tubulações. Se o pH apresentar em desacordo, sugere-se a adição de acidificantes ou alcalinizantes para regular o valor do pH do meio.

A adição de hidróxido de sódio foi eficiente para a precipitação do Zinco nessa amostra pontual analisada, porém como observado nos demais ensaios, muitas vezes o pH do efluente bruto da empresa já se apresenta alcalino e acima de 8,8, ou seja, não havendo a necessidade de corrigir o pH e consequentemente economizando material. O Policloreto de Alumínio apresentou-se eficiente no processo de coagulação uma vez que a quantidade utilizada foi baixa e a clarificação do efluente boa. Em relação aos polímeros catiônicos utilizados, o que apresentou melhor resultado foi o BLB 5483 por ser indicado para clarificação de água.

Como percebeu-se durante os ensaios de tratabilidade, o efluente muda de uma semana para outra dependendo do tipo de produto fabricado e também da frequência de lavagem dos equipamentos. Neste sentido recomenda-se antes de

iniciar o tratamento em batelada, seja feito ensaios em *jartest* para determinar as quantidades e tipos de produtos químicos que deverão ser utilizados para tratar o efluente naquele dia.

Considerando o valor de turbidez, o CONAMA nº 430/2011 e a Lei Estadual 14.675/2009 não impõem limites para este parâmetro no que se refere a lançamento em corpos hídricos. A Resolução do CONAMA nº 357/2005 prevê para águas de classe 2 o limite de turbidez de no máximo 100 NTU, sendo assim, o efluente tratado que apresenta uma turbidez menor que 100 NTU, não irá afetar a qualidade do corpo receptor quanto a índice de turbidez.

## REFERÊNCIAS

BAZZARELLA, B.B. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <[http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6573\\_Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf)>. Acesso em 19 de agosto de 2016.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, José Eduardo W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764 p.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/102028-estabelece-modalidades-diretrizes-e-criterios-gerais-para-a-pratica-de-reuso-direto-nuo-potuvvel-de-ugua-e-du-outras-providuncias.html>>. Acesso em: 10 de agosto. 2016.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 10 de agosto. 2016.

CAVALCANTI, José Eduardo W.de A. **Manual de tratamento de efluentes industriais**. São Paulo: Engenho Editora Técnica LTDA., 2009. 453 p.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental -. **Tintas e Vernizes**: Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes - série P+L. São Paulo: Fiesp, 2006. 70 p. Tintas e Vernizes. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/downloads/tintas.pdf>>. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos, SP: RIMA, 2002. 237p.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.a., 2002. 176 p. Disponível em: <[https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2016.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Rio de Janeiro, 2004. 81p. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/LivialostGallucci/apostilatratamento-de-efluentes-industriais>>. Acesso em 20 out. 2016.

IMHOFF, Karl; IMHOFF, Klaus R.; HESS, Max Lothar. **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996. 301 p.

JARDIM, Wilson F.; CANELA, Maria Cristina. Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2004. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/cadernos/caderno1.pdf>>. Acesso em 20 out. 2016.

MACÊDO, Jorge Antonio Barros. **Águas e águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 505 p.

MACÊDO, Jorge Antonio Barros de. **Águas e Águas**. 2. ed. atual e rev São Paulo: Varela, 2004. 977 p.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reuso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003. 579 p.

MIERZWA, José Carlos; HESPANHOL, Ivanildo. **Água na indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 143 p.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 2ª edição revista e complementada – Aracaju: Gráfica Editora J, Andrade, 1996. 276 p.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais**. 4ª edição revista e complementada – Aracaju: Gráfica Editora J, Andrade, 2004. 298 p.

RICHTER, Carlos A.; AZEVEDO NETTO, José Martiniano de. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Edgard Blücher, 1991. 332 p.

SANTA CATARINA. **Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina**. Lei nº 14.675, de 13 de dezembro de 2009. Florianópolis, SC. Disponível em: <[http://www.institutohorus.org.br/download/marcos\\_legais/Lei\\_14.675\\_Codigo\\_ambiental\\_SC.pdf](http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/Lei_14.675_Codigo_ambiental_SC.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2016.

SANTA CATARINA. **Portaria da FATMA nº 017, de 18 de abril de 2002**. Florianópolis, SC, 18 abr. 2002. Disponível em: <[file:///C:/Users/lab14/Downloads/portaria\\_017-2002\\_na\\_integra.pdf](file:///C:/Users/lab14/Downloads/portaria_017-2002_na_integra.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2016.

SANTOS FILHO, Davino Francisco dos. **Tecnologia de tratamento de água: água para indústria**. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1987. 251 p.

SCHOENHALS, M. **Avaliação da eficiência do processo de flotação aplicado ao tratamento primário de efluentes de abatedouro avícola**. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química da Universidade, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88890/224900.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 30ago. 2016.

SCURACCHIO, Paola Andressa. **QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA CONSUMO EM ESCOLAS NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2010. Disponível em: <<http://www2.fcfar.unesp.br/Home/Pos-graduacao/AlimentoseNutricao/PaolaAndressaScuracchioME.pdf>>. Acesso em: 06set. 2016.

SHREVE, R. Norris; BRINK JR., Joseph A. **Indústrias de processos químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1997. 717 p.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243 p.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. São Paulo: Blucher, 2007. 311 p.

VEIGA, Graziella da. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUA DE POÇOS DE DIFERENTES CIDADES DA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA E EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE ALGUMAS EMPRESAS DA GRANDE FLORIANÓPOLIS**. 2005. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105056/Graziella\\_da\\_Veiga.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/105056/Graziella_da_Veiga.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 28 ago. 2016.

**ANEXO(S)**

## ANEXO A – FICHA TÉCNICA POLÍMERO BLB 5158

**Buckman** WATER TECHNOLOGIES



### BULAB<sup>®</sup> 5158

- Polímero Catiônico para uso em centrífugas como auxiliar de desaguamento.

#### Características Gerais

BULAB 5158 é um polímero catiônico em pó, de alto peso molecular desenvolvido para melhorar a separação sólido - líquido numa grande variedade de processos industriais

#### Procedimento de Uso

Recomenda-se a dosagem do produto em solução aquosa em concentração de 0,01 a 0,2 %. A solução previamente preparada de BULAB 5158 deve ser aplicada na entrada da prensa.

A dosagem indicada varia de acordo com as características do processo, podendo variar entre 0,3 a 2 ppm de polímero seco sobre a quantidade de lodo.

Para maiores informações, consulte o Representante Técnico da Buckman.

#### Propriedades Típicas

Aparência .....	Cristais brancos
Viscosidade .....	170 (cP)

*Estas propriedades refletem os valores normalmente obtidos pelo nosso Controle da Qualidade, entretanto não devem ser consideradas como especificações rígidas do produto. Estas especificações poderão ser fornecidas pelo Departamento de Controle e Garantia da Qualidade.*

#### Benefícios do Tratamento

O uso de BULAB 5158 proporciona a melhoria da qualidade da torta no tocante a umidade.

Sua alta performance propicia o uso de dosagens menores e conseqüente otimização de custo .

#### Armazenagem

BULAB 5158 deve ser armazenado em local fresco, protegido do frio, calor excessivo e principalmente umidade. O produto diluído pode ser estocado em tanques de aço, plástico ou epoxi, pôr no máximo 48 horas.

#### Embalagem e Manuseio

BULAB 5158 é envasado em barricas de papelão de 25 Kg, não devolutivas. Para informações sobre os materiais adequados para o manuseio e embalagem do produto, consulte a FISPQ.

O manuseio inadequado deste produto pode ser prejudicial aos operadores. Observar todas as precauções de segurança indicadas na ficha de emergência, que acompanha a nota fiscal, e na FISPQ do Produto

A empresa comercializadora assegure que este produto está de acordo com a sua descrição química e é adequado para a finalidade indicada, quando aplicado de acordo com a recomendação técnica feita pela empresa fornecedora. O comprador deve assumir o risco proveniente de aplicação incorreta do produto, bem como pelo manuseio inadequado e por pessoas sensíveis a produtos químicos.  
A empresa comercializadora não dá nenhuma outra garantia ou representação de qualquer tipo, expressa ou implícita, referente ao produto, incluindo nenhuma garantia implícita de comercialização ou adequação das mercadorias para qualquer outra finalidade. Qualquer controvérsia ou reclamação que possa surgir relacionada a este contrato, ou quebra do mesmo, será julgada de acordo com as leis comerciais vigentes.

Buckman na Argentina, Austrália, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Índia, Japão, Coreia, México, Cingapura, África do Sul e Estados Unidos da América

buckman.com

© 2009 Buckman

WT BLB5158 Rev. 1 (08/10)

## ANEXO B – FICHA TÉCNICA POLÍMERO BLB 5483

**Buckman**

WATER TECHNOLOGIES



### BULAB<sup>®</sup> 5483

- Poliacrilamida catiônica de alto peso molecular.
- Excelente floculante para recuperação de fibras e desaguamento de lodos.
- Facilmente solúvel em água.

#### Características Gerais

BULAB<sup>®</sup> 5483 é um polímero catiônico em pó, de alto peso molecular, desenvolvido para melhorar a separação sólido-líquido numa grande variedade de processos industriais.

BULAB<sup>®</sup> 5483 é uma poliacrilamida catiônica que dissolve em água com agitação normal. O produto deve ser preparado em um tanque de estocagem ou através de uma unidade automática de preparo, em concentração não maior que 0,5%. Uma diluição posterior de 0,1% ou menos pode ser usada, dependendo da aplicação e ponto de adição.

Contate o representante da Buckman para o melhor método para o seu sistema.

*rígidas do produto. Essas especificações poderão ser fornecidas por nosso Departamento de Controle e Garantia da Qualidade.*

#### Benefícios do Tratamento

- Melhor qualidade da água clarificada.
- Redução da emissão de carga orgânica para efluente.
- Maior eficiência dos equipamentos de desaguamento de lodos.
- Sua alta performance propicia o uso de dosagens menores e conseqüente otimização de custo.

Propriedades Típicas	
Aparência .....	Pó branco cristalino
Visc. Brookfield (25° C) .....	210 Cp

*Essas propriedades refletem os valores normalmente obtidos pelo nosso Controle da Qualidade, entretanto não devem ser consideradas como especificações*

#### Embalagem e Manuseio

BULAB<sup>®</sup> 5483 é envasado em barricas de papelão de 25 Kg, não devolutivas. Para informações sobre os materiais adequados para o manuseio e embalagem do produto, consulte a respectiva FISPQ.

O manuseio inadequado deste produto pode ser prejudicial aos operadores. Observar todas as precauções de segurança indicadas na ficha de emergência, que acompanha a nota fiscal, e na FISPQ do Produto.

A empresa comercializadora assegura que este produto está de acordo com a sua descrição química e é adequado para a finalidade indicada, quando aplicado de acordo com a recomendação técnica feita pela empresa fornecedora. O comprador deve assumir o risco proveniente de aplicação incorreta do produto, bem como pelo manuseio inadequado e por pessoas sensíveis a produtos químicos.  
A empresa comercializadora não dá nenhum a outra garantia ou representação de qualquer tipo, expressa ou implícita, referente ao produto, incluindo nenhuma garantia implícita de comercialização ou adequação das mercadorias para qualquer outra finalidade. Qualquer controvérsia ou reclamação que possa surgir relacionada a este contrato, ou quebre do mesmo, será julgada de acordo com as leis comerciais vigentes.

Buckman na Argentina, Austrália, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, China, Índia, Japão, Coreia, México, Cingapura, África do Sul e Estados Unidos da América

buckman.com © 2010 Buckman WT BULAB 5483 Rev. 1 (08/10)



## ANEXO C – FICHA TÉCNICA POLICLORETO DE ALUMÍNIO (MARCA SIMILAR)



**PAN-AMERICANA S.A.**  
INDÚSTRIAS QUÍMICAS

### **PANFLOC® TE** POLICLORETO DE ALUMÍNIO

Fórmula Química:  $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$

#### **Aplicação**

O Panfloc TE é especialmente indicado no tratamento de águas residuais urbanas e industriais, além de atuar no adensamento de lodos em estações de tratamento de efluentes.

#### **Especificações Básicas do Produto**

<b>Ensaio</b>	<b>Especificação</b>
Aspecto	Líquido pouco viscoso
Cor	Âmbar
Odor	Inodoro
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (% m/m)	16,0 – 18,5

#### **Especificações Adicionais do Produto**

<b>Ensaio</b>	<b>Especificação</b>
pH sol. 1% (m/v) a 25°C	3,8 – 4,5
Densidade a 25°C (g/cm <sup>3</sup> )	1,33 – 1,40
Cloreto (% m/m)	18,5 – 22,7
Basicidade (%)	39,0 – 46,0
Sólidos (g/L)	681 - 826

\*Para maiores informações sobre o produto, consulte a FISPQ.

## ANEXO D – RESULTADO ANÁLISE EFLUENTE BRUTO



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IALI

## RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO N° 131623/2016

## DADOS DO CLIENTE

Cliente: Deiser de Menech Somarva (63666)      Orçamento de Análises n° 13030  
Endereço: Estrada Geral, Jordao Medio      Cidade: Sideropolis      CEP: 88860-000  
Fone: (048) 8814-5519  
Interessado: Cliente      Campanha:  
Projeto/contrato: \*\*

## DADOS DA AMOSTRAGEM

Data de coleta: 15/09/2016 11:00      Data de Entrada no Laboratório: 15/09/2016 16:40      Início das Análises: 15/09/2016 16:58  
Descrição da amostra: Efluente bruto      N° Recebimento: 3792  
Ponto de coleta: Tanque de equalização  
Aspecto da amostra:      N° amostra IPARQUE: 131623  
Periodicidade: -      Coord. Geográficas: UTM  
Tipo de amostragem: SIMPLES \*\*  
Temperatura da amostra (°C): \*\*  
Condições climáticas: \*\*      Chuva nas últimas 24 hrs? Não  
Coletor: Cliente  
Observações de campo: \*\*

## RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

## Metals

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)	VMP (2)
Zinco	mg/L	0,01	46,75	5,0	1,0

## Físico-Químicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)	VMP (2)
Cor aparente	mg/L	1	59.250	NC	NC
pH	---	Faixa (0,1 a 14,0)	8,5	5,0 a 9,0	6,0 a 9,0
DBO	mg/L	1	241	Obs(1)	60 -Obs(2)
DQO	mg/L	20	2.768	NC	NC
Sólidos Dissolvidos Fixos (550°C)	mg/L	10	1.620	NC	NC
Sólidos Dissolvidos Voláteis (550°C)	mg/L	10	926	NC	NC
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,1	5,0	1	Obs(3)
Sólidos Suspensos Fixos (550°C)	mg/L	10	7.370	NC	NC
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	10	1.305	NC	NC
Turbidez	NTU	0,1	16.268,0	NC	NC

## Observações:

VMP(1) : Resolução n° 430, de 13 de Maio de 2011 do CONAMA (Padrões de Lançamento de Efluentes)

VMP(2) : Lei n° 14.675, de 13 de Abril de 2009 (Codigo Estadual do Meio Ambiente)

LQ : Limite de quantificação

NC : Parametro nao contemplado para esta legislação.

Obs(1) : Ramoção minima de 60% de DBO sendo que este limite so podera ser reduzido no caso de existencia de estudo de autodepuracao do corpo hidrico que comprove atendimento as metas do enquadramento do corpo receptor.

Obs(2) : Para o parametro de DBO este limite somente pode ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento biologico de agua residuaria que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, ZPC do despejo em no minimo 80% (oitenta por cento).

Obs(3) : O limite para materiais sedimentáveis sera fixado pelo organo licenciador em cada caso, apos estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado.

## Metodologia

Cor aparente: SMEWW - Method 2120 C / HACH - Method 8025

pH: SMEWW 4500-H+ B (Potenciometrico)

DBO: SMEWW - Method 5210 B

DQO: SMEWW - Method 5220 D / EPA 410.4

Sólidos Dissolvidos Fixos (550°C): SMEWW - Method 2 540 E (Gravimetrico)

Sólidos Dissolvidos Voláteis (550°C): SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Sólidos Sedimentáveis: Cone de Imhoff

Sólidos Suspensos Fixos (550°C): SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Sólidos Suspensos Voláteis: SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Turbidez: SMEWW - Method 2130 B (Nefelometrico)

Zinco: SMEWW - Method 3110 (AAS/Chama)

## Notas:

Os resultados apresentados no presente Relatório se aplicam somente a amostra analisada.

Este Relatório de Ensaio so pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

## ANEXO E – RESULTADO ANÁLISE EFLUENTE TRATADO EM JARTEST



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Parque Científico e Tecnológico - IPARQUE  
Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas - IPAT  
Instituto de Alimentos - IAL

### RELATÓRIO DE ENSAIO UNIFICADO N° 131624/2016

#### DADOS DO CLIENTE

**Cliente:** Deiser de Menech Somarva (63666) **Orçamento de Análises n° 13030**  
**Endereço:** Estrada Geral, Jordao Medio **Cidade:** Sideropolis **CEP:** 88860-000  
**Fone:** (048) 8814-5519  
**Interessado:** Cliente **Campanha:**  
**Projeto/contrato:** \*\*

#### DADOS DA AMOSTRAGEM

**Data de coleta:** 15/09/2016 15:00 **Data de Entrada no Laboratório:** 15/09/2016 16:40 **Início das Análises:** 15/09/2016 17:04  
**Descrição da amostra:** Efluente tratado **N° Recebimento:** 3792  
**Ponto de coleta:** Jar test  
**Aspecto da amostra:** **N° amostra IPARQUE:** 131624  
**Periodicidade:** - **Coord. Geográficas:** UTM  
**Tipo de amostragem:** SIMPLES \*\*  
**Temperatura da amostra (°C):** \*\*  
**Condições climáticas:** \*\* **Chuva nas últimas 24 hrs ?** Não  
**Coletor:** Cliente  
**Observações de campo:** \*\*

#### RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

##### Metals

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)	VMP (2)
Zinco	mg/L	0,01	4,61	5,0	1,0

##### Físico-Químicas

Análise	Unidade	LQ	Resultado	VMP (1)	VMP (2)
Cor aparente	mg/L	1	41	NC	NC
pH	---	Faixa (0,1 a 14,0)	6,6	5,0 a 9,0	6,0 a 9,0
DBO	mg/L	1	247	Obs(1)	60 -Obs(2)
DQO	mg/L	20	930	NC	NC
Sólidos Dissolvidos Fixos (550°C)	mg/L	10	1.848	NC	NC
Sólidos Dissolvidos Voláteis (550°C)	mg/L	10	376	NC	NC
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,2	< 0,2	1	Obs(3)
Sólidos Suspensos Fixos (550°C)	mg/L	10	< 10	NC	NC
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	10	17	NC	NC
Turbidez	NTU	0,1	7,1	NC	NC

##### Observações:

VMP(1) : Resolução n° 430, de 13 de Maio de 2011 do CONAMA (Padrões de Lançamento de Efluentes)

VMP(2) : Lei n° 14.675, de 13 de Abril de 2009 (Codigo Estadual do Meio Ambiente)

LQ : Limite de quantificação

NC : Parametro nao contemplado para esta legislação.

Obs(1) : Ramoção minima de 60% de DBO sendo que este limite so podera ser reduzido no caso de existencia de estudo de autodepuracao do corpo hidrico que comprove atendimento as metas do enquadramento do corpo receptor.

Obs(2) : Para o parametro de DBO este limite somente pode ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento biologico de agua residuaria que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, ZPC de despejo em no minimo 80% (porcento por cento).

Obs(3) : O limite para materiais sedimentáveis sera fixado pelo organo licenciador em cada caso, apos estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado.

##### Metodologia

Cor aparente: SMEWW - Method 2120 C / HACH - Method 8025

pH: SMEWW 4500-H+ B (Potenciometrico)

DBO: SMEWW - Method 5210 B

DQO: SMEWW - Method 5220 D / EPA 410.4

Sólidos Dissolvidos Fixos (550°C): SMEWW - Method 2 540 E (Gravimetrico)

Sólidos Dissolvidos Voláteis (550°C): SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Sólidos Sedimentáveis: Cone de Imhoff

Sólidos Suspensos Fixos (550°C): SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Sólidos Suspensos Voláteis: SMEWW - Method 2540 E (Gravimetrico)

Turbidez: SMEWW - Method 2130 B (Nefelometrico)

Zinco: SMEWW - Method 3110 (AAS/Chama)

##### Notas:

Os resultados apresentados no presente Relatório se aplicam somente a amostra analisada.

Este Relatório de Ensaio so pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.