



ANDRÉ CORTEZ

ÉRICO PINESE

LEONARDO CESAR DE CAMPOS

**ESTUDO COMPARATIVO DOS NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DE
SULFATOS E CLORETOS EM DIFERENTES ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO DE UMA MESMA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO EM SUAS ÁREAS GASOSAS: ESTUDO
DE CASO DA ETE TOLEDOS I.**

AMERICANA

2018



ANDRÉ CORTEZ
ÉRICO PINESE
LEONARDO CÉSAR DE CAMPOS

**ESTUDO COMPARATIVO DOS NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DE
SULFATOS E CLORETOS EM DIFERENTES ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO DE UMA MESMA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE ESGOTO EM SUAS ÁREAS GASOSAS: ESTUDO
DE CASO DA ETE TOLEDOS I.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Patologia das Obras Cíveis, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Cíveis.

Orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

Co-orientador: Engº civil José Mario Andrello

AMERICANA
2018

AGRADECIMENTOS

À Deus pela oportunidade concedida de estudar, adquirir conhecimentos e conviver com professores e colegas nesse curso, possibilitando assim um maior crescimento profissional dentro da nossa área de atuação.

Ao Prof. Msc. Luis Cesar de Luca pela valiosa orientação na elaboração deste trabalho e também ao Co-orientador Engº civil José Mario Andrello, que sempre nos foi solícito às dúvidas apresentadas.

As nossas noivas e filhos, pela paciência e apoio nos momentos mais exaustivos e principalmente as nossas mães: Ana Maria, Cristiane e Aida que no decorrer deste trabalho nos apoiaram e deram seu amor e carinho incondicionalmente.

Aos nosso pais Antonio (*in memorian*), Roberto e Silvio por toda admiração que temos e gratidão.

Ao DAE - SBO (Departamento de água e esgoto de Santa Bárbara D'Oeste) que nos forneceu acesso a toda a informação solicitada bem como nos auxiliou em todas as visitas em campo.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTUDO COMPARATIVO DOS NÍVEIS DE CONCENTRAÇÃO DE SULFATOS E CLORETOS EM DIFERENTES ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE UMA MESMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM SUAS ÁREAS GASOSAS: ESTUDO DE CASO DA ETE TOLEDOS I.

Por

ANDRÉ CORTEZ

ÉRICO PINESE

LEONARDO CÉSAR DE CAMPOS

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Americana (SP) 21 de Julho de 2018.

José Mario Andrello

André Tadeu Moreno Figueiró

Ricardo Tadeu Pinto de Faria

RESUMO

O presente trabalho teve como o objetivo comparar a diferença na concentração de sulfatos e cloretos em diversas estruturas de concreto armado dentro de uma mesma estação de tratamento de esgoto em sua zona gasosa, ou seja, acima do efluente. O sistema de dimensionamento de estruturas de concreto armado utilizados atualmente generaliza em sua especificação o grau de agressividade do meio para estruturas de saneamento, o que pode estar influenciando o aumento dos custos para esse tipo de obra. Sendo assim, com a elaboração deste trabalho é considerado que estruturas de concreto armado que compõe uma mesma estação de tratamento de esgoto (ETE) possuem graus distintos de concentração de agentes agressivos em suas zonas gasosas, desta forma, as especificações técnicas de projeto poderiam ser adequadas para cada tipo de estrutura que compõe a obra. No presente trabalho o estudo de caso foi elaborado na ETE TOLEDOS I, localizada na cidade de Santa Bárbara D'Oeste – SP. Foram realizadas inspeções visuais e posteriormente ensaios nas quatro principais estruturas que compõe o processo de tratamento de esgoto existente, são elas: Entrada do efluente, Aerador, Decantador e Saída do efluente. Com uma furadeira foi realizada a retirada do pó de cimento das quatro estruturas entre 1 a 5 cm de profundidade, totalizando assim 20 amostras. As amostras retiradas foram encaminhadas a um laboratório, que analisou as mesmas gerando um relatório detalhado do material coletado e de dois parâmetros principais, além da porcentagem de sólidos: Concentração de sulfatos e cloretos. A partir disso foi possível comparar qual a diferença de concentração nas estruturas estudadas as quais se apresentaram com perfis variados, onde em alguns casos os mesmos foram crescentes do 1º ao 5ºcm no sulfato e decrescente do 1º ao 5ºcm de cloreto. Espera-se com este estudo contribuir com o direcionamento de novas pesquisas para esta mesma estrutura ou até mesmo para outras que possuam o mesmo tipo de tratamento.

Palavras chave: cloreto, sulfato, ETE TOLEDOS I, grau de deterioração, concentração, perfil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter)	19
Figura 2 - Gradeamento de uma ETE	25
Figura 3 – Detalhe da caixa de areia de uma ETE	25
Figura 4 – Tanque de aeração de uma ETE	26
Figura 5 – Tanque de decantação na ETE de Cerquilha -SP	27
Figura 6 – Secagem e tratamento de lodo de uma ETE	28
Figura 7 – Saída do efluente tratado (Calha Parshall).	28
Figura 8 – Concreto sendo lançado em uma estrutura	30
Figura 9 – Estrutura em concreto armado	30
Figura 10 – Estrutura de concreto armado deteriorada	31
Figura 11 – Planta baixa ETE TOLEDOS I	46
Figura 12 – Protocolo de solicitação de serviços	48
Figura 13 – Prédio Operacional ETE Toledos	49
Figura 14 – Entrada do Efluente	50
Figura 15 – Estruturas de aeração	50
Figura 16 – Decantadores	51
Figura 17 – Saída do Efluente	51
Figura 18 – Pacometria para demarcação das posições	52
Figura 19 – Área delimitada	53
Figura 20 – Preparação para extração de amostras	53
Figura 21 – Balança de Precisão	54
Figura 22 – Soprador adaptado	54
Figura 23 – Imagem por satélite da ETE TOLEDOS	55
Figura 24 – Extração do 1º centímetro da amostra	56
Figura 25 – Limitadores de profundidades	56
Figura 26 – Extração de amostra	57
Figura 27 – Amostras extraídas da estrutura dos Aeradores	57

Figura 28 – Extração do 2º centímetro da amostra coletada do Decantador.....	58
Figura 29 – Amostras extraídas dos Decantadores	58
Figura 30 – Extração na estrutura de saída do efluente tratado	59
Figura 31 – Amostras coletadas na estrutura de saída	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de Agressividade Ambiental (CAA).....	32
Tabela 2 – Classificação da Qualidade do Concreto nos Elementos da Estrutura de Acordo com a Agressividade do Meio.....	33
Tabela 3 – Classificação do Cobrimento nos Elementos da Estrutura de Acordo com a Agressividade do Meio	33
Tabela 4 – Concentração de sulfato	40
Tabela 5 – Produtos químicos utilizados no tratamento de esgoto....	41
Tabela 6 – Requisitos para concreto exposto a soluções contendo sulfatos.....	43
Tabela 7 – Limites máximos para a expansão devida à reação álcali-agregado e teores de cloretos e sulfatos presentes nos agregados.....	43
Tabela 8 – Teor máximo de cloreto segundo normas internacionais .	44
Tabela 9 – Teor Máximo de íons de cloreto para proteção das armaduras de concreto.....	45
Tabela 10 – Resultados obtidos para a concentração de sulfato e cloreto	60
Tabela 11 – Diferentes concentrações de sulfato e cloreto.....	62
Tabela 12 – Resultados obtidos para amostras da estrutura de decantação	63
Tabela 13 – Diferença de concentração na estrutura	65
Tabela 14 – Concentrações de sulfato e cloreto nas diferentes amostras e local da coleta.	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sistematologia das atividades	47
Gráfico 2 – Perfil de Sulfato	61
Gráfico 3 - Perfil de Cloreto	61
Gráfico 4 - Concentrações entre os cobrimentos	62
Gráfico 5 – Níveis de cloreto	63
Gráfico 6 – Pico de concentração de sulfato.....	64
Gráfico 7- Crescimento de concentração de Cloreto	64
Gráfico 8 – Concentração de Sulfato por centímetro na saída do efluente	65
Gráfico 9 – Concentração de Cloreto por centímetro na saída do efluente	66
Gráfico 10 – Diferentes concentrações de sulfato	68
Gráfico 11 – Diferentes concentrações de Cloreto	69

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
FOLHA DE APROVAÇÃO	7
RESUMO	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS	12
SUMÁRIO.....	13
1. INTRODUÇÃO	15
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo Geral	17
1.2.2. Objetivos Específicos.....	17
1.3. HIPÓTESE	17
1.4. JUSTIFICATIVAS	18
1.4.1. Tecnológicas.....	18
1.4.2. Econômicas	18
1.4.3. Sociais	19
1.4.4. Ecológicas	19
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	20
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. O PROCESSO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – UMA BREVE INTRODUÇÃO.....	22
2.2. O TRATAMENTO AERÓBIO.....	22
2.2.1. Tratamento de esgotos denominado lodos ativados.....	23
2.3. CONCRETO	29
2.3.1 Concreto submetido a alto grau de severidade	31
2.4. DEGRADAÇÃO POR AGENTES AGRESSIVOS AO CONCRETO	34
2.4.1. Sulfatos	34

2.4.2. Cloretos	37
2.4.3. Ensaio para determinar a concentração de cloretos.....	44
3. ESTUDO DE CASO.....	46
3.1. DADOS DA ETE TOLEDOS I:	46
3.2. SISTEMATIZAÇÃO:	47
3.3. ETAPA 01: LIBERAÇÃO DOS SERVIÇOS POR PARTE DO DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DA CIDADE DE SANTA BARBARA D'OESTE (DAE).	48
3.4. ETAPA 02: VISITA PRELIMINAR COM O RESPONSÁVEL PELA ETE TOLEDOS I.	49
3.5. ETAPA 03: PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS.	52
3.6. COLETAS DE AMOSTRAS NA ETE TOLEDOS I:.....	55
3.6.1. Entrada do Efluente (Gradeamento).....	56
3.6.2. Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores).....	57
3.6.3. Saída do Efluente (Calha Parshall de saída)	59
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	60
4.1. RESULTADOS OBTIDOS DAS AMOSTRAS EXTRAÍDAS DA ETE TOLEDOS I.....	60
4.1.1. Resultados da Entrada do Efluente (Gradeamento)	60
4.1.2. Resultados do Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores) .	62
4.1.3. Resultados da Decantação do Efluente (Decantadores).....	63
4.1.4. Resultados da Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída)	64
4.1. ANÁLISES DOS RESULTADOS OBTIDOS	66
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	70
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
7. BOLETINS DE ANÁLISES.....	77

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso discorrerá sobre o ataque químico que sofrem diferentes estruturas de concreto armado de uma mesma estação de tratamento de esgoto em sua zona gasosa, a estação analisada foi a Estação de tratamento de esgoto (ETE TOLEDOS I), na cidade de Santa Barbara D'Oeste – SP.

A Estação de tratamento de esgoto é a unidade operacional do sistema de esgotamento sanitário que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental. O efluente quando está na fase de tratamento libera gases e estes atacam a estrutura de concreto, os principais componentes deste ataque químico são os sulfatos e cloretos.

O concreto armado possui uma boa versatilidade para a execução de estruturas de ETE'S, porém, somente as suas próprias propriedades básicas não são garantia de um bom desempenho, pois esta pode ser reduzida dependendo do fator ambiental ao qual está exposta. Alguns detalhes do traço como tipo de cimento utilizado, agregados e aditivos interferem diretamente na microestrutura do mesmo e se na fase de projeto estes detalhes não forem bem colocados isso pode diminuir a vida útil da estrutura. Existem normas que determinam diversos fatores como cobrimento do aço, risco de degradação da estrutura, grau de agressividade dentre outros quesitos que devem ser considerados em projetos.

Alguns ensaios podem ser realizados nas estruturas para a determinação do teor de cloreto e sulfato que estão inseridos na mesma, o método de ensaio mais utilizado é a retirada de amostras da estrutura por meio do pó do concreto ou até mesmo por corpo de provas que posteriormente são moídos e analisados em laboratório.

Este trabalho e outras pesquisas envolvendo o detalhamento do processo de degradação se tornam muito importantes pois dão suporte para realizar-se as intervenções adequadamente seja na fase de projeto, execução, manutenção ou correção.

O problema de pesquisa bem como os objetivos, hipóteses e justificativas serão apresentados a seguir neste capítulo, assim como uma visão geral do trabalho realizado.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Diferentes estruturas de uma mesma Estação de Tratamento de Esgoto possuem o mesmo grau de concentração de sulfato e cloreto em suas áreas gasosas?

1.2. OBJETIVOS

Neste item serão apresentados os objetivos que incitaram este trabalho comparativo.

1.2.1. Objetivo Geral

Comparar o grau de concentração de sulfatos e cloretos em diferentes estruturas de concreto armado de uma mesma estação de tratamento de esgoto em sua zona gasosa.

1.2.2. Objetivos Específicos

O presente trabalho tem o intuito específico de comparar por meio de ensaios químicos a concentração de sulfato e cloreto em diferentes estruturas de concreto armado de uma mesma ETE dando assim suporte suficiente para a realização de intervenções corretivas ou preventivas.

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que a concentração de sulfato e cloreto nas zonas gasosas das estruturas que compõe uma mesma ETE são distintas.

Pois no decorrer do processo de tratamento de esgoto a agressividade do efluente é variável, expondo as estruturas a diferentes graus de ataque químico.

1.4. JUSTIFICATIVAS

Neste item, apresentam-se as justificativas para a pesquisa, a saber: tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas

1.4.1. Tecnológicas

A norma da ABNT NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto – procedimento) não diferencia os ataques sofridos por cada estrutura que compõe a estação de tratamento de esgoto, generalizando o processo construtivo, como o traço do concreto utilizado e o cobrimento das armaduras.

Sendo assim, para a execução de uma estação tratamento de esgoto deve-se projetar levando-se em conta estudos já realizados, enquanto as normas ainda não possuem uma abrangência maior sobre o assunto.

1.4.2. Econômicas

Ao ser elaborado um estudo demonstrando o ataque químico que a estrutura vem sofrendo, é possível prever uma manutenção preventiva e não corretiva na mesma, com isso, os custos são reduzidos o que impacta diretamente no valor final do tratamento de esgoto de uma cidade.

Adotando-se os estudos para novos projetos, é possível especificar como será cada estrutura de acordo com a agressividade que ela será submetida, podendo ainda reduzir custos na execução da mesma, para exemplificar, nos Estados Unidos, o custo anual apenas de problemas relacionados à corrosão chega a 3,1% do PIB, o que totaliza US\$ 276 bilhões, contra 3,5% no Brasil.

A seguir veremos o gráfico de evolução dos custos por fase de intervenção, denominada regra de Sitter, provando que caso seja necessária uma

medida corretiva ou preventiva na estrutura, esta ficara até 125 vezes mais em conta se executada na fase de projeto do que após a obra pronta.



Figura 1 - Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter)

Fonte: SITTER, 1984 *apud* HELENE, 1997

1.4.3. Sociais

Evitar paralizações do processo de tratamento dos efluentes com manutenções preventivas e/ou corretivas, mantendo-se assim a qualidade do tratamento. Impactando diretamente nos recursos que são destinados a este órgão, reduzindo o investimento do dinheiro público para a conservação das estruturas.

1.4.4. Ecológicas

Analisando-se o ataque químico sofrido pelas estruturas é possível determinar quando deverão ser executadas as manutenções preventivas das mesmas e, sendo assim, pode-se diminuir a quantidade de resíduos gerados por uma intervenção corretiva. Reduzindo-se as paralisações do processo de tratamento de efluentes, mantém-se a qualidade do mesmo.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Afim de se atingir o objetivo do presente trabalho, foram seguidos os seguintes passos:

- Pesquisa da fundamentação teórica do assunto, para embasar o conteúdo apresentado.
- Pesquisa de campo sobre o histórico do processo construtivo e da operação com funcionários do Departamento de água e esgoto de Santa Barbara D'Oeste.
- Extração de amostras de pó de cimento das estruturas existentes a serem estudadas.
- Envio das amostras para o laboratório de análises químicas.
- Compilação e análises dos resultados apresentados pelo laboratório e avaliação com os parâmetros apresentados na literatura do item “FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA”.
- Avaliação dos resultados apresentados pelo laboratório e comparação com os parâmetros apresentados

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho será apresentado em 5 capítulos, os quais serão apresentados a seguir:

O **Capítulo 1** apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

O **Capítulo 2** apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre o processo do tratamento de esgoto bem como o concreto utilizado na execução das

suas estruturas, a agressividade sofrida pelos ataques químicos (cloretos e sulfatos) e os ensaios para a identificação dos mesmos.

O **Capítulo 3** trata sobre o estudo de campo empregado neste trabalho, descrição da estação de tratamento de esgoto analisada, coleta de amostras na zona gasosas (a cima do efluente) das estruturas estudadas para análise da concentração de cloretos e sulfatos.

O **Capítulo 4** apresenta a análise e estudos sobre os resultados obtidos das amostras encaminhadas para análise em laboratório.

O **Capítulo 5** apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

Este capítulo explorou aspectos fundamentais do trabalho, desde seu problema de pesquisa até a apresentação do mesmo. Já o capítulo seguinte apresentará a revisão bibliográfica, que serviu de base para o estudo de caso.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O capítulo anterior expôs a temática sobre a qual versará o presente trabalho, mostrando os principais objetivos do mesmo e contextualizado a importância do assunto abordado.

Neste capítulo, serão abordados assuntos relativos ao tema em estudo, o ataque de sulfato e cloreto em estruturas de concreto, encontrados em publicações científicas, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros editados, além das prescrições normativas; que servirão de embasamento para a elaboração do estudo de caso, descrito no capítulo 3.

2.1. O PROCESSO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – UMA BREVE INTRODUÇÃO

O processo de tratamento de esgotos tem por finalidade separar a fase líquida da fase sólida, tratando-se separadamente e de forma adequada cada uma destas fases, objetivando reduzir ao máximo a carga poluidora. Ao final do processo, tanto a fase líquida quanto a sólida devem estar aptas, segundo legislação ambiental específica em vigor a serem descartadas nos corpos hídricos receptores (fase líquida), aterro sanitário ou outra aplicação específica (fase sólida), sem prejuízo ao meio ambiente. (COMUSA, 2017)

2.2. O TRATAMENTO AERÓBIO

O tratamento aeróbio é uma solução de tratamento de efluentes que funciona por método biológico, são microrganismos que, por sua vez, são responsáveis pela degradação das substâncias orgânicas presentes no esgoto a ser tratado. Essas substâncias são atribuídas a esse processo como fonte de energia, e degrada-se por processos oxidativos, ao contrário do que ocorre no tratamento

anaeróbico, as bactérias necessitam de oxigênio. O tratamento aeróbio é capaz de remover as matérias orgânicas não removidas nos processos convencionais de tratamento de efluentes, além de conferir toda a segurança exigida pelos parâmetros de controle e qualidade ambiental. (TERRA BRASL, 2013).

Para realizar o processo de limpeza por meio do tratamento aeróbio é necessário submeter o efluente a temperaturas e PH específicos, com oxigênio dissolvido controlado e manipular a devida proporção de massa com os nutrientes da quantidade de oxigênio. Quimicamente, o tratamento aeróbio conta com a atividade de “bactérias heterótrofas aeróbicas e facultativas, que promovem a remoção das substâncias orgânicas com mais agilidade e eficiência”. (ID;IB).

2.2.1. Tratamento de esgotos denominado lodos ativados

Embora haja diversos métodos para realização de tratamento aeróbio, os tipos mais amplamente utilizados são as lagoas aeradas, os filtros biológicos e de lodo, que facilita a remoção de cargas. O tratamento aeróbio apresenta-se como a mais eficiente solução no segmento de saneamento e tratamento de efluentes para o setor industrial. (TERRA BRASL, 2013).

Além disso, a opção do tratamento aeróbio também proporciona melhor rendimento e alcance na remoção das substâncias orgânicas. Em estágios de atividade prolongada, o tratamento pode alcançar até 98% em nível de eficiência. Ainda, funciona como uma medida sustentável, pois é mais eficiente no processo de degradação e emite menores índices de odor. (ID;IB).

Em ETE's que utilizam lodos ativados como forma de tratamento, a decomposição acelerada da matéria orgânica é realizada por um conjunto de bactérias aeróbicas. A adequada operação da ETE consiste em promover e assegurar as condições propícias para a existência dessas bactérias. (ID;IB).

O sistema denominado lodos ativados apresenta elevada eficiência no tratamento de efluentes industriais e residenciais. O processo de tratamento é

exclusivamente de natureza biológica, onde a matéria orgânica é depurada, por meio de colônias de microrganismos heterogêneos específicos, na presença de oxigênio (processo exclusivamente aeróbio). Essas colônias de microrganismos formam uma massa denominada de lodo (lodo ativo, ativado ou biológico). (ID;IB).

Este sistema de tratamento necessita de um alto grau de mecanização quando comparado a outros sistemas de tratamento, implicando em uma operação mais sofisticada e, conseqüentemente, exige maior consumo de energia elétrica.

Algumas características do sistema de tratamento por lodos ativados são (ID;IB):

- Necessidade de pequena área física disponível para sua implantação (a tecnologia exige requisitos mínimos de área).
- Elevado grau de eficiência de remoção de matéria orgânica e nitrogenada.
- Flexibilidade de operação.
- Necessidade de análises físico-químicas e microbiológicas frequentes para monitoramento e controle do processo.
- Exige operadores qualificados para a operação.
- Os custos operacionais estão associados ao consumo de energia elétrica (alto grau de mecanização e automação), consumo de produtos químicos (alcalinizantes, por exemplo) e capacitações periódicas dos responsáveis pela operação.

Basicamente, os componentes de um sistema de tratamento de lodos ativados são (ID;IB):

- a) Gradeamento:** Grades de diferentes gramaturas (mais grossa para mais fina) retiram grandes e pequenos sólidos. É importante que os sólidos sejam retirados nessa fase para proteger as demais etapas de tratamento, as

bombas e as tubulações. As grades impedem a passagem de pedaços de madeira, plásticos, trapos e papéis, como apresentado na Figura 2:



Figura 2 - Gradeamento de uma ETE

Fonte: http://www.imunizadorapotiguar.com.br/?p=resp_ambiental (2013)

b) Caixa de areia: A caixa de areia retém os sólidos menores que passaram pelo gradeamento. A caixa tem velocidade baixa de fluxo, o que permite a deposição de areia e outras partículas no fundo, que é constantemente “raspado” e limpo. Os resíduos retirados são enviados para aterro sanitário licenciado, pois não conseguem ser reaproveitados em qualquer outro processo, conforme observa-se na Figura 3:



Figura 3 – Detalhe da caixa de areia de uma ETE

Fonte: http://www.imunizadorapotiguar.com.br/?p=resp_ambiental (2013)

c) **Tanque de aeração:** Nas lagoas aeradas ocorre a principal e mais delicada etapa do tratamento. O ar é soprado através dos difusores e sua vazão é regulada por um sistema automatizado. O importante é manter o nível de oxigênio dissolvido em patamares que permitam a existência de bactérias e outros microrganismos aeróbios, que vão consumir e digerir a matéria orgânica poluente. É considerada a etapa mais delicada, pois variações na biota podem afetar a eficiência na digestão do esgoto.



Figura 4 – Tanque de aeração de uma ETE
Fonte: <http://www.comafrango.com.br> (2013)

d) **Tanque de decantação:** Os microrganismos e bactérias mencionados na etapa anterior formam pequenos flocos e seguem, junto com o esgoto, para as lagoas de decantação. Os flocos que são mais densos, decantam e formam o que é conhecido como lodo. O esgoto tratado, atendendo às legislações federais e estaduais, segue para o rio, a seguir apresenta-se a imagem de um decantador em operação (Figura 5).



Figura 5 – Tanque de decantação na ETE de Cerquillo -SP
Fonte: SAEEC – <http://www.saaec.com.br/cerquillo-300/> (2013)

- e) **Sistema para recirculação de lodo:** Sistema responsável pela recirculação do lodo formado para o interior do tanque de aeração com o objetivo de aumentar a concentração da (bio)massa, ou seja, aumentar a concentração dos microrganismos responsáveis pela (bio)degradação ou depuração da matéria orgânica.
- f) **Secagem e tratamento do lodo:** O lodo que foi dragado do tanque de decantação ainda está na forma líquida, com cerca de 3% de sólidos. Nesta etapa, é acrescentado um polímero ao lodo para que os flocos fiquem maiores e mais firmes, facilitando assim a separação do líquido por meio de grandes centrífugas, após passar pelas centrífugas, o lodo fica no estado pastoso (cerca de 20% de sólidos), conforme apresentado na Figura 6:



Figura 6 – Secagem e tratamento de lodo de uma ETE.

Fonte: http://www.coden.com.br/noticias_integra.php?id=780 (2013)

g) Saída do efluente (Calha Parshall): Ao final do processo de tratamento, as fases líquidas e sólidas devem estar atendendo a legislação ambiental e devem ser descartadas nos corpos hídricos (fase líquida) e a fase sólida deve ser enviada a um aterro sanitário ou para outra aplicação específica que seja regulamentada.



Figura 7 – Saída do efluente tratado (Calha Parshall).

Fonte: <http://tratamentodeaguaeeffluentes.blogspot.com/2012/06> (2012)

Conforme mencionado anteriormente, como o processo de degradação da matéria orgânica no sistema de tratamento do tipo lodos ativados ocorre na presença de oxigênio (há consumo de oxigênio) – processo de natureza aeróbia – torna-se importante apresentar, de modo simplificado, a reação química responsável pela respiração aeróbia, a qual está expressa através da reação a seguir:



A energia liberada na reação química a cima é responsável pela formação de (bio)massa, ou seja, novas células de microrganismos durante o processo de lodos ativados. (COMUSA, 2017)

2.3. CONCRETO

O concreto é basicamente a mistura em proporção adequada de cimento, agregados graúdos (grosseiros) e miúdos e água.

Sobre o concreto segundo Helene e Andrade (2017):

O concreto de Cimento Portland deve conter cimento, água e agregados, além da possibilidade de contar com aditivos, pigmentos, fibras, agregados especiais e adições minerais, cujos empregos tornam-se cada vez mais frequentes nos concretos atuais. A proporção entre os diversos constituintes é buscada pela tecnologia do concreto, para atender simultaneamente as propriedades mecânicas, físicas e de durabilidade requeridas para o concreto, além das características de trabalhabilidade necessárias para o transporte, lançamento e adensamento, condições estas que variam caso a caso. (HELENE E ANDRADE 2017).

Sobre as propriedades do concreto, segundo Pinheiro, Muzardo e Santos (2004):

As principais propriedades mecânicas do concreto são: resistência à compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. Essas propriedades são determinadas a partir de ensaios, executados em condições específicas, geralmente, os ensaios são realizados para controle da qualidade e atendimento às especificações. (PINHEIRO, MUZARDO E SANTOS 2004).



Figura 8 – Concreto sendo lançado em uma estrutura

Fonte: <http://equipedeobra17.pini.com.br>

A compacidade do concreto na estrutura é um fator determinante para evitar o aparecimento de manifestações patológicas, pois o mesmo irá apresentar uma resistência maior a penetração de agentes agressivos e também irá garantir a proteção das armaduras evitando assim a corrosão das mesmas. (PIANCASTELLI, 2018).



Figura 9 – Estrutura em concreto armado

Fonte: Blog Construir

Quando a execução da estrutura, bem como certos cuidados não são tomados para a produção, lançamento e cura do concreto a vida útil desta se torna menor não atendendo a requisitos de projeto.

A seguir veremos que o concreto submetido a alto grau de severidade, são mais suscetíveis à degradação. (PIANCASTELLI, 2018)

2.3.1 Concreto submetido a alto grau de severidade

Qualquer estrutura em concreto armado, principalmente as que estão inseridas em ambientes agressivos, devem possuir o planejamento de suas manutenções preventivas e/ou corretivas, quando executadas no tempo adequado minimizam os efeitos deletérios das manifestações patológicas e garantem a durabilidade da obra como um todo, diminuindo assim os custos dessas manutenções ao longo do tempo. Se isso não for entendido como necessário, aparecerão danos com o decorrer do tempo, onde os custos para realização dessas manutenções serão aumentados exponencialmente, além da consequente depreciação do bem. (PIANCASTELLI, 2018)



Figura 10 – Estrutura de concreto armado deteriorada

Fonte: <http://technel7.pini.com.br/engenharia-civil/160/artigo2877632.aspx>

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) elaborou a NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto – procedimento), a qual nos sugere algumas diretrizes para proporcionar a estrutura uma maior durabilidade. Para uma melhor visualização, a baixo serão relacionadas as tabelas que são apresentadas na mesma.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas da chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Tabela 1 – Classificação de Agressividade Ambiental (CAA)

Fonte: NBR 6118:2014, p. 17, Tabela 6.1

A tabela 6.1 da NBR 6118/2014 apresentada a cima correlaciona o meio em que a estrutura está inserida e o grau de agressividade ambiental que a mesma sofre.

Como indica o item 6.4.1 da NBR 6118:2014:

Agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto”. (2014, p. 16).

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. ^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. ^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

Tabela 2 – Classificação da Qualidade do Concreto nos Elementos da Estrutura de acordo com a Agressividade do Meio

Fonte: NBR 6118:2014, p. 18, Tabela 7.1

A tabela 7.1 da NBR 6118/2014 exemplifica a relação água cimento do concreto baseado no grau de agressividade do meio e também correlaciona a classe do concreto com a NBR 8953:1992.

Tipo de estrutura	Componente elemento ou	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal > 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal > 45 mm.

Tabela 3 – Classificação do Cobrimento nos Elementos da Estrutura de acordo com a Agressividade do Meio

Fonte: NBR 6118:2014, p. 20, Tabela 7.2.

Na tabela 7.2 da NBR 6118/2014 são citados mais alguns parâmetros para a elaboração de projetos de estruturas em concreto armado, nesta especificamente a norma cita quantos centímetros de cobrimento de concreto sobre o aço são necessários para cada tipo de estrutura e de acordo com o meio em que a mesma está inserida.

Somente as novas tecnologias no concreto são insuficientes para se ter uma maior vida útil das estruturas. De acordo com a NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento:

Em condições de exposição adversas, devem ser tomadas medidas especiais de proteção e conservação do tipo: aplicação de revestimentos hidrofugantes e pinturas impermeabilizantes sobre as superfícies do concreto, revestimentos de argamassas, de cerâmicas ou outros sobre a superfície do concreto, galvanização da armadura, proteção catódica da armadura e outros. (2014, p. 21, item 7.7).

Conforme a NBR 6118:2014, a utilização de sistemas de impermeabilização e proteção se faz necessário tanto em estruturas novas, para aumentar sua durabilidade, quanto para estruturas existentes e que não tinham acesso às novas tecnologias empregues.

2.4. DEGRADAÇÃO POR AGENTES AGRESSIVOS AO CONCRETO

Segundo Lima 2005, apud KULISCH, (2011, p.15), os ambientes apresentam-se de maneira agressiva ao concreto, desde os ambientes urbanos, marinhos, industriais, esgotos, entre outros. Uma das propriedades comuns a estes é a presença do íon sulfato.

2.4.1. Sulfatos

Segundo Mehta e Monteiro (2008) não é incomum encontrar concentrações de sulfato que atacam o concreto nos ambientes: águas subterrâneas

que contêm sulfatos de magnésio, sódio e potássio; solos e águas agrícolas que contêm sulfato de amônia; efluentes de fornos que utilizam combustíveis com alto teor de enxofre; efluentes de indústrias químicas que contêm ácido sulfúrico; decomposição de material orgânico em pântanos, poços de mineração; tubulações de esgoto que contêm gás sulfídrico; a água utilizada em torres de resfriamento de concreto também pode ser uma fonte de ataque por sulfato, devido à formação gradual de sulfatos pela evaporação da água, entre outros.

Segundo Neville (1997) os sais na forma sólida não atacam o concreto. Quando dissolvidos os sais reagem com a pasta de cimento hidratado.

Os dois principais meios de ataque por sulfatos são: reação com os produtos de hidratação do aluminato tricálcico não hidratado (C3A) produzindo etringita; e reação com o hidróxido de cálcio produzindo gipsita. No concreto endurecido, a formação da etringita resultante do ataque de sulfato pode levar à expansão, e, devido à baixa resistência à tração do concreto, pode fissurar a peça, é possível também esquematizar as tais reações de maneira simplificada (COSTA, 2004).

- $\text{hidróxido de cálcio} + \text{sulfato} + \text{água} \rightarrow \text{gipsita}$
- $\text{aluminato tricálcico} + \text{gipsita} + \text{água} \rightarrow \text{monossulfato}$
- $\text{monossulfato} + \text{gipsita} + \text{água} \rightarrow \text{etringita}$

Como descreve Souza (2006) é possível apontar quatro formas de ataque por sulfatos: ingresso de íons sulfato para o interior da pasta, cristalização dos sais de sulfato, formação de etringita tardia (DEF – delayed ettringite formation) e formação de taumasita:

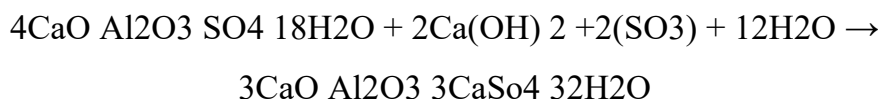
- O ingresso de íons sulfato externamente para o interior da pasta de cimento hidratada resulta em reações químicas: formação de etringita ou formação de gipsita.

- A cristalização dos sais de sulfato ocorre quando a concentração de sais se torna muito elevada, devido à evaporação da água.
- A formação de etringita tardia – DEF – ocorre quando o íon sulfato não é oriundo de fontes externas, mas sim, do interior do próprio material, através de agregados contaminados com gipsita ou cimento com teor de sulfatos muito alto.
- A formação de taumasita ($\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$) ocorre devido ao ataque simultâneo de sulfatos (SO_4^{2-}) e carbonatos (CO_3^{2-}), associado à baixa temperatura. É resultado da reação entre carbonatos, sulfatos de cálcio, água e silicatos e cálcio hidratados. (SOUZA, R. B. de., 2006).

As consequências do ataque por sulfatos não são somente a desagregação por expansão e fissuração, mas também a perda de resistência do concreto devido à perda de coesão na pasta de cimento e à perda de aderência entre a pasta e as partículas de agregado. Vale observar que o concreto atacado por sulfatos tem uma aparência esbranquiçada característica. A deterioração geralmente começa nos cantos e arestas seguida de uma fissuração progressiva e lascamento que reduzem o concreto a uma condição friável ou mesmo mole. (NEVILLE, 1997).

A intensidade do ataque depende do íon cátion (íon positivo) que está ligado ao radical sulfato (SO_4^{2-}), de modo que a ordem crescente de agressividade é: sulfato de cálcio (CaSO_4), sulfato de sódio (Na_2SO_4), sulfato de magnésio (MgSO_4) e sulfato de amônia (NH_4SO_4). (COSTA, 2004).

De acordo com Mehta e Monteiro (2008), os componentes da pasta de cimento mais vulneráveis ao ataque pelos íons sulfato são o hidróxido de cálcio e as fases que contêm alumina. O mecanismo do ataque ocorre na presença de $\text{Ca}(\text{OH})_2$: no contato da pasta com os íons sulfato, os hidratos que contêm alumina são convertidos de monossulfato hidratado em etringita, exemplificado a seguir:



Além da expansão causada pela etringita, outro mecanismo está associado à formação de gipsita como resultado de reações por troca de cátions. Dependendo do cátion presente na solução de sulfato (Na^+ , K^+ ou Mg^{2+}), tanto o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como o C-S-H podem ser convertidos em gipsita. (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

2.4.2. Cloretos

O ataque por cloretos, muito comum no litoral, em alguns ambientes industriais e em estações de tratamento de água e esgotos, não afeta diretamente o concreto, mas sim a armadura, causando sua corrosão e somente como consequência dessa corrosão é que se danifica o concreto em torno da armadura, os íons cloreto destroem a camada passivadora do aço e em presença de água e oxigênio, ocorre a corrosão. (HELENE, 1993)

Esses íons cloretos podem ingressar ao interior do concreto de várias formas, onde pode-se destacar: (ID;IB)

- Adicionados na massa de concreto através dos agentes aceleradores de pega e endurecimento CaCl_2 (Cloreto de cálcio)
- Contaminação dos materiais constituintes do concreto (água de amassamento, agregados, cimento);
- Impregnação pela nevoa salina (maresia);
- Contato direto com a água do mar;
- Impregnação por processos industriais;
- Tratamentos de limpeza pelo ácido muriático

O concreto proporciona um ambiente favorável para que a armadura nele embutida não corroa. Os compostos do cimento (silicatos C_2S e C_3S) ao se hidratarem liberam hidróxido de cálcio e que somado aos álcalis do cimento (Na^+ , K^+) proporcionam um ambiente alcalino com $pH \geq 12,5$. Neste ambiente, a armadura forma uma camada de óxido protetor. A entrada de agentes agressivos, como por exemplo o íon cloreto pode dar início a um processo de corrosão. Cimentos Portland que utilizam pozolana em sua composição são recomendados para a fabricação de concretos que pretendem combater os processos de corrosão, os produtos da reação pozolânica, que ocorre entre a pozolana finamente moída + $Ca(OH)_2$ em presença da água, são bastante eficientes no preenchimento dos espaços capilares, obstruindo os poros vazios, conhecido como efeito filler. (SANTOS, 2012)

A velocidade e profundidade da penetração dos íons cloretos nas estruturas de concreto dependem de algumas condições, dentre elas:

- A concentração de C_3A (aluminato tricalcio) ou C_4AF (aluminoferrotetracalcio) presente na pasta de cimento que determina a capacidade de combinação destes compostos com o íon cloreto. Cimento que apresentam em sua composição baixa concentração desses compostos possuem pouca capacidade de reação com os íons cloretos (presente na maresia), esta reação que forma um sal complexo insolúvel, cloroaluminato de cálcio hidratado (sal de Friedel: $C_3A.CaCl_2.10H_2O$), que reduz a concentração de íons cloreto livres na solução aquosa que se acumulam nos poros da superfície do concreto.
- Fator de água/cimento, adensamento e cura, pois se a relação água cimento for baixa, também será menor a entrada de agentes agressivos na estrutura. O adensamento e a cura possuem um efeito sobre as propriedades de transporte das pastas de cimento endurecidas e conseqüentemente a difusão dos íons cloretos para o concreto.

- Do grau de saturação dos poros e a concentração de íons cloreto na superfície do concreto, pois os íons cloretos penetram para o interior do concreto através da difusão ou pela sucção capilar da água que se acumulam na superfície do concreto e isso se agrava caso haja ciclos de umedecimento e secagem da área.
- Da quantidade de fissuras na estrutura, a área que será primeiramente atingida pelos íons cloretos são as que apresentam maior grau de fissuramento, pois essas áreas criam regiões anódicas no interior das fissuras e regiões catódicas maiores fora delas. A velocidade em que a corrosão se desenvolve depende da abertura, profundidade da qualidade do concreto e da relação entre área catódica/anódica. (SILVA, 2017).

2.4.2.1. Sulfatos e cloretos nos esgotos

De acordo com Mockaitis (2008), os compostos de enxofre mais estável e difundido é o íon sulfato e este pode ser encontrado em diversos de tipos de águas residuárias, desde o esgoto sanitário, na concentração de 20 a 50 mg/L até em descartes industriais, em concentrações que podem variar de 12000 a 35000 mg/L. Dentre as emissões industriais, as indústrias de papel, de processamento de alimentos, de explosivos e atividades que fazem combustão de combustíveis fósseis são as que produzem a maior quantidade destes efluentes.

Segundo a WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF (1995), a concentração de sulfato em esgotos domésticos pode variar de 30 a 250 mg/L. A formação de sulfeto de hidrogênio a partir de sulfato segue uma proporção estequiométrica de 1:3 em massa, ou seja, um mol de sulfeto (S^{2-}) de 32 gramas é produzido a partir de um mol de sulfato (SO_4^{2-}) de 96 gramas.

Metcalf e Eddy (2003) citam os valores usuais dos elementos que compõe os esgotos domésticos, de modo que para vazões de águas residuárias de 750 L/capita · dia, concentração de sulfato está na faixa de 20 mg/L, enquanto para

vazões de águas residuárias de 460 L/capita · dia, a concentração de sulfato está na faixa de 30 mg/L e finalmente para vazões de águas residuárias de 240 L/capita · dia, a concentração de sulfato está na faixa de 50 mg/L. Estes valores incluem os constituintes adicionados por fontes comerciais, industriais e institucionais. Porém, quando convém, os constituintes de fontes domésticas devem ser adicionados a estes valores, sendo este acréscimo de 15 a 30 mg/L de sulfato.

Glória (2009) resume, através da tabela abaixo os valores usuais de concentração de sulfato e sulfeto encontrados nos esgotos domésticos, citando Singh e Viraraghavan. (1998, apud GLÓRIA, 2009).

Sulfato (mg/L)		Sulfeto (mg/L)		Referência
Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	
20 – 60	1 – 9	0 – 2	8 – 14	Glória et al. ⁴ (2008)
50 – 100	4 – 10	-	20 – 30	Singh e Viraraghavan ⁵ (1998)

Tabela 4 – Concentração de sulfato
Fonte: Adaptado de GLÓRIA (2009)

Sarti et al (2008) citam valores típicos de águas residuais industriais, sendo que a concentração de sulfatos se encontra na faixa de 180000 a 284000 mg/L. Para esgoto sanitário, partindo de 50 amostras, a faixa da concentração de sulfatos varia de 10 a 31 mg/L.

Para exemplificar, em um caso prático, Chao, Morita e Ferraz (2007) apresentam a composição média do esgoto afluente e efluente de uma Estação de Tratamento com sistema convencional de lodos ativados chegando aos valores de 66 mg/L de sulfato no esgoto bruto e 56 mg/L de sulfato no efluente tratado.

Segundo Pinto e Takagi (2007), os níveis de ataque ao concreto variam de acordo com cada ambiente das estações de tratamento de água e efluentes, sendo que o ataque pode ser proveniente dos próprios produtos químicos usados rotineiramente no tratamento.

Na tabela abaixo estão citados os principais produtos utilizados no tratamento de água e esgotos.

Coagulantes	Sulfato de alumínio, cloreto férrico e policloreto de alumínio	água e esgotos
Desinfetantes	Cloro gasoso, hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio	água e esgotos
Correção de pH	Hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio e carbonato de sódio	água e esgotos
Fluoretação	Fluossilicato de sódio e ácido fluossilícico	Água
Algicidas	Sulfato de cobre e desinfetantes	Água

Fonte: Adaptado de PINTO; TAKAGI, 2007

Tabela 5 – Produtos químicos utilizados no tratamento de esgoto.

Fonte: Adaptado de PINTO, TAKAGI (2007)

No que diz respeito aos coagulantes, Silva (1999) separa a categoria em coagulantes ácidos, dentre os quais podemos citar sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O]$, sulfato ferroso $[FeSO_4 \cdot 7H_2O]$, cloreto férrico $[FeCl_3]$ e sulfato férrico $[Fe_2(SO_4)_3]$; e coagulantes básicos, como o aluminato de sódio $[NaAlO_2]$. Destaca-se o sulfato de alumínio como produtos químico mais utilizado como coagulante no tratamento da água e efluentes devido a diversos fatores: excelente formação de floco, relativa economia, facilidade de manuseio, eficiência na redução da cor, turbidez, DQO e DBO, sendo utilizado em faixas de pH de 5 a 8.

Os demais coagulantes são utilizados em faixas de pH distintas: o sulfato ferroso é muito utilizado para tratamento de águas de elevado pH (na faixa de 8,5 a 11), o sulfato férrico é conveniente para tratamento de águas altamente coloridas ou ácidas (faixa do pH de 5 a 11) e o cloreto férrico produz bons flocos na faixa de pH de 5 a 11 (SILVA, 1999).

No que se refere aos algicidas, estes são utilizados como medida de controle interno para recuperação de corpos d'água eutrofizados. Estas medidas podem ser divididas em métodos físicos, envolvendo a circulação artificial da água, a aeração da camada mais profunda do corpo d'água, dragagem dos

sedimentos, etc; métodos químicos, tais como precipitação e inativação do fósforo e uso de algicidas (sulfato de cobre, permanganato de potássio, entre outros); e métodos biológicos, como o uso de cianofagos e myxobactéria, e a biomanipulação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003).

Dentre as medidas citadas, uma das mais utilizadas em todo o mundo e também no Brasil é aplicação de algicidas, particularmente sulfato de cobre. Contudo, essa técnica deve ser usada de forma cuidadosa, pois leva à liberação de toxinas intracelulares das cianobactérias. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003)

A corrosão de armaduras devido a ação de cloretos é uma das principais causas de deterioração das estruturas de concreto. Segundo HELENE (1993), a ação destes íons é especialmente agressiva, pois a despassivação da armadura pode ocorrer mesmo com o PH elevado. Seu pequeno raio atômico facilita a penetração na camada de passivação gerando uma corrosão pontual, porém bastante intensa, reduzindo a seção resistente do aço (LIMA, 2000).

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca de 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg/L. Diversos são os efluentes industriais que apresentam concentrações de cloretos elevadas, como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas, curtumes, etc. Nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da língua salina, são encontradas águas com níveis altos de cloreto. Nas águas tratadas, a adição de cloro puro ou em solução leva a uma elevação do nível de cloreto, resultante das reações de dissociação do cloro na água. (PIVELLI, 2008).

2.4.2.2. Ensaios para determinar a concentração de sulfatos

A norma da ABNT NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto – procedimento) não faz referência ao teor limite de sulfatos no concreto, apenas a NBR 12655:2015 (Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento) faz referência ao teor máximo de sulfatos na água de amassamento do concreto e a NBR 7211:2009 (Agregados para concreto – Especificação) limita o teor de sulfatos presentes nos agregados para concreto, conforme tabelas abaixo:

Condições de exposição em função da agressividade	Sulfato solúvel em água (SO ₄) presente no solo % em massa	Sulfato solúvel (SO ₄) presente na água ppm	Máxima relação água/cimento, em massa, para concreto com agregado normal ^a	Mínimo f_{ck} (para concreto com agregado normal ou leve) MPa
Fraca	0,00 a 0,10	0 a 150	Conforme Tabela 2	Conforme Tabela 2
Moderada ^b	0,10 a 0,20	150 a 1 500	0,50	35
Severa ^c	Acima de 0,20	Acima de 1 500	0,45	40

^a Baixa relação água/cimento ou elevada resistência podem ser necessárias para a obtenção de baixa permeabilidade do concreto ou proteção contra a corrosão da armadura ou proteção a processos de congelamento e degelo.

^b A água do mar é considerada para efeito do ataque de sulfatos como condição de agressividade moderada, embora o seu conteúdo de SO₄ seja acima de 1500 ppm, devido ao fato de que a etringita é solubilizada na presença de cloretos.

^c Para condições severas de agressividade, devem ser obrigatoriamente usados cimentos resistentes a sulfatos.

Tabela 6 – Requisitos para concreto exposto a soluções contendo sulfatos
Fonte: NBR 12655:2015, p. 13, Tabela 4.

Determinação	Método de ensaio	Limites
Reatividade álcali-agregado	ASTM C 1260	Expansão máxima de 0,10% aos 14 dias de cura agressiva
	ABNT NBR 9773 ¹⁾	Expansão máxima de 0,05% aos três meses
		Expansão máxima de 0,10% aos seis meses
Teor de cloretos ²⁾ (CL ⁻)	ABNT NBR 9917 ABNT NBR 14832 ³⁾	< 0,2% concreto simples
		< 0,1% concreto armado
		< 0,01% concreto protendido
Teor de sulfatos solúveis ⁴⁾ (SO ₄ ²⁻)	ABNT NBR 9917	< 0,1%

¹⁾ Ensaio facultativo, nos termos de 5.3.2.

²⁾ Agregados que excedam os limites estabelecidos para cloretos podem ser utilizados em concreto, desde que o teor total trazido ao concreto por todos os seus componentes (água, agregados, cimento, adições e aditivos químicos), verificado por ensaio realizado pelo método ABNT NBR 14832 (determinação no concreto) ou ASTM C 1218, não exceda os seguintes limites, dados em porcentagem sobre a massa de cimento:

- concreto protendido ≤ 0,06%;
- concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura ≤ 0,15%;
- concreto armado em condições de exposição não severas (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura) ≤ 0,40%;
- outros tipos de construção com concreto armado ≤ 0,30%.

³⁾ O método da ABNT NBR 14832 estabelece como determinar o teor de cloretos em clínquer e cimento Portland. Neste caso específico, o método pode ser utilizado para o ensaio de agregados.

⁴⁾ Agregados que excedem o limite estabelecido para sulfatos solúveis podem ser utilizados em concreto, desde que o teor total trazido ao concreto por todos os seus componentes (água, agregados, cimento, adições e aditivos químicos) não exceda 0,2% ou que fique comprovado o uso no concreto de cimento Portland resistente a sulfatos conforme a ABNT NBR 5737.

Tabela 7 – Limites máximos para a expansão devida à reação álcali-agregado e teores de cloretos e sulfatos presentes nos agregados
Fonte: NBR 7211:2005, p. 07, Tabela 4.

Segundo Petrelli (2013), os ensaios comumente realizados para a determinação de íons sulfato e cloreto em estruturas de concreto já edificadas são realizadas por meio da coleta de amostras do pó de concreto, obtido através de perfurações com broca diamantada. Este pó é devidamente acondicionado e, em laboratório, são realizados ensaios químicos para avaliação do teor de cloretos e sulfatos, com base no método descrito no Boletim nº 25 do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas).

2.4.3. Ensaio para determinar a concentração de cloretos

A norma da ABNT NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto – procedimento) não faz referência ao teor limite de cloretos, apenas alerta que não é permitido a utilização de aditivos contendo cloretos ao concreto armado ou protendido, para tanto podemos utilizar para a avaliação de amostras coletadas requisitos estabelecidos pelo ACI 318-11 “Building Code Requirements for Structural Concrete” do American Concrete Institute, que determina o limite máximo de 0,15% de teor de cloreto em relação a massa de cimento para o concreto armado, e pensando nesses limites a tabela abaixo relaciona o teor de cloretos na estrutura segundo normas internacionais.

Autor/Normas		Teor máximo de cloretos (%)*		
European Standards EN 206-1:2005	Utilização do Concreto	TEOR DE CLORETO CLASSE ¹		Teor máximo de C em massa, de cimento ²
	Sem armaduras de aço ou peças metálicas embutidas exceção de elementos de elevada resistência à corrosão (aço Inoxidável)	CL 1,0		1,00%
	Com armaduras de aço ou peças metálicas embutidas.	CL 0,20		0,20%
		CL 0,40		0,40%
	Com armadura de aço de protensão	CL 0,10		0,10%
		CL 0,20		0,20%
	1 Para um uso específico do concreto, a classe a ser aplicada depende das disposições válidas no local de utilização do concreto.			
	2 Quando adições do tipo II são usadas e tomadas em conta para o teor de cimento, o teor de cloreto expressa-se como a percentagem de íons cloreto por massa de cimento mais a massa total das adições que são tomadas em consideração.			
ACI 222R-01 (2001)	O ACI 222R-01 estabelece limites em função de três métodos de ensaio para verificação dos teores de cloretos:			
	(obs.: % de cloretos sobre a massa de cimento)	Solução em ácido		Solução em água
	Categoria	ASTM C 1152	ASTM C 1218	Soxhlet (ACI 222.1)
	Concreto protendido	0,08%	0,06%	0,06%
	Concreto armado exposto a condições de umidade	0,10%	0,08%	0,08%
	Concreto armado seco ou protegido de umidade	0,20%	0,15%	0,15%

Tabela 8 – Teor máximo de cloreto segundo normas internacionais

Fonte: <https://pt.scribd.com/presentation/207510971/Normas-Teor-Cloretos-1>

A norma da ABNT NBR 12655:2015 (Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento) faz referência ao valor máximo de íons cloretos no concreto endurecido:

Considerando a contribuição de todos os componentes do concreto no aporte de cloretos, não pode exceder os limites estabelecidos na tabela. Quando forem realizados ensaios para determinação do teor de íons cloretos solúveis em água, deve ser seguido o procedimento da ASTM C 1218. (2015, p. 19).

A tabela a seguir, retirada da ABNT NBR 12655:2015 (Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento) cita o teor máximo de íons cloretos para proteção das armaduras de concreto:

Classe de agressividade (5.2.2)	Condições de serviço da estrutura	Teor máximo de íons cloreto (Cl ⁻) no concreto % sobre a massa de cimento
Todas	Concreto protendido	0,05
III e IV	Concreto armado exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,15
II	Concreto armado não exposto a cloretos nas condições de serviço da estrutura	0,30
I	Concreto armado em brandas condições de exposição (seco ou protegido da umidade nas condições de serviço da estrutura)	0,40

Tabela 9 – Teor Máximo de íons de cloreto para proteção das armaduras de concreto
Fonte: NBR 12655:2015, p. 13, Tabela 5.

O método de ensaio para identificar o teor de cloretos para estruturas já edificadas é o mesmo que o utilizado para análise do teor de sulfatos, coleta-se amostras do pó de cimento com uma broca diamantada da estrutura, este pó é devidamente acondicionado e, em laboratório, são realizados ensaios químicos para avaliação do teor de cloretos e sulfatos, como veremos no estudo de caso a seguir.

3. ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresentará o estudo de caso da estação de tratamento de esgoto (ETE) denominada de Toledos I, quanto aos graus de concentração de sulfato e cloreto, nas áreas gasosas das estruturas de concreto armado.

3.1. DADOS DA ETE TOLEDOS I:

A ETE Toledos I foi inaugurada no dia 20 de março de 2004, situada a margem direita do Rio dos Toledos. A ETE Toledos I possui capacidade para atender até 80 mil habitantes, tratando 185,0 l/s (Litro por segundo), que equivale a 90% do que é tratado em Santa Barbara D'Oeste atualmente.

Pode-se ver na Figura 11 abaixo a implantação da ETE em questão, na mesma é possível visualizar em vermelho, as estruturas que foram o foco do presente comparativo.

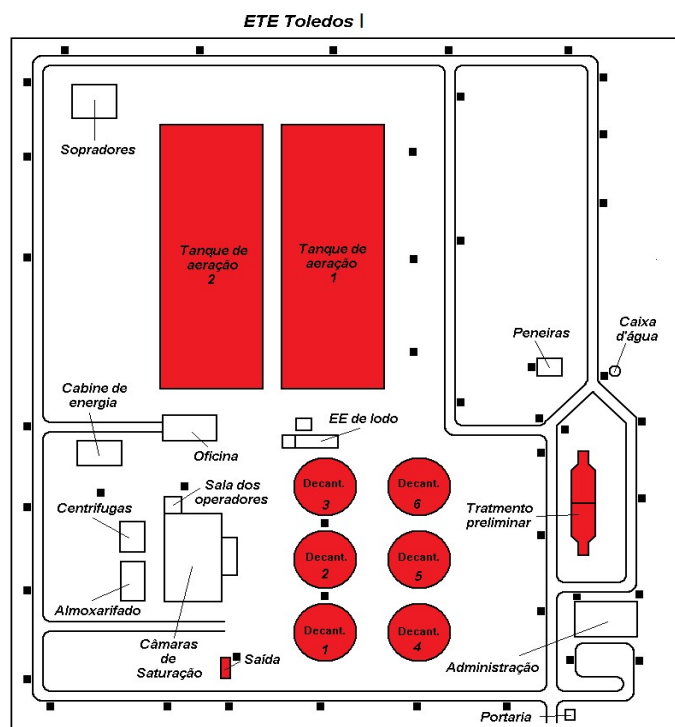


Figura 11 – Planta baixa ETE TOLEDOS I
Fonte: DAE (Departamento de água e esgoto) de Santa Barbara d'Oeste.

A ETE Toledos I utiliza o sistema de tratamento com lagoas anaeróbias e facultativas. O esgoto passa por um tratamento preliminar de gradeamento e caixa de areia, visando a remoção de sólidos. Em seguida, vai para lagoas onde bactérias anaeróbias, isto é, que não precisam de oxigênio para decompor a matéria orgânica, degradam o material. O esgoto é enviado para as estruturas de decantação, de onde sai com o percentual de sólidos exigidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Após o processo de tratamento do efluente concluído, recebe então adição de Hipoclorito de Sódio líquido, e em seguida é direcionado ao Rio Piracicaba.

3.2. SISTEMATIZAÇÃO:

Esse estudo de caso é dividido em 03 etapas, as quais seguem abaixo na no Gráfico – Sistematologia das atividades, a qual permite o controle do andamento do presente trabalho cronologicamente.

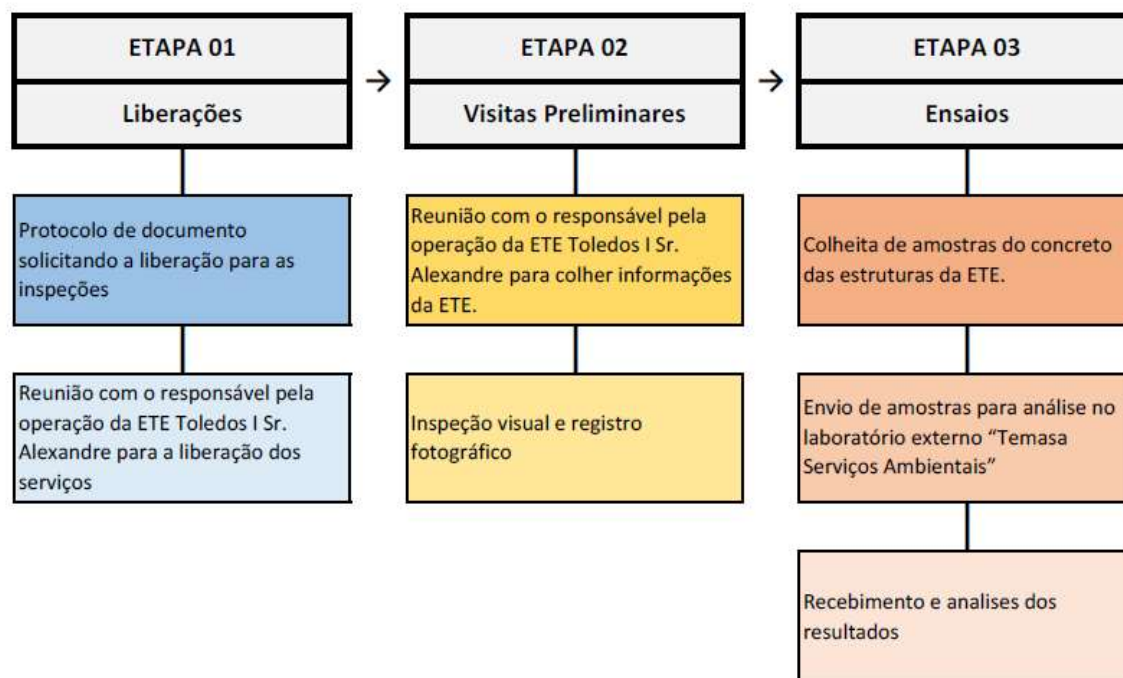


Gráfico 1 – Sistematologia das atividades
Fonte: Elaborado pelo autor

3.3. ETAPA 01: LIBERAÇÃO DOS SERVIÇOS POR PARTE DO DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DA CIDADE DE SANTA BARBARA D'OESTE (DAE).

Para a autorização e liberação do trabalho sobre as estruturas que compõem a ETE Toledos I, foi necessário protocolar uma solicitação de serviços perante o DAE de Santa Barbara D'Oeste. Conforme segue abaixo na Figura 12:

AO DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE SANTA BARBARA D'OESTE	
Nome:	[Redacted]
Endereço:	[Redacted]
Cidade:	[Redacted]
Telefone:	[Redacted]
Email:	[Redacted]

Vimos através deste mui respeitosamente solicitar ao DAE (Departamento de Água e Esgoto de Santa Barbara d'Oeste), a autorização para realizarmos inspeções e ensaios na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto Toledos I, estas são referentes a um trabalho de pós-graduação do curso de PATOLOGIA NAS OBRAS CIVIS que está sendo ministrado na cidade de Americana - SP pelo instituto IDD (Instituto De Educação Tecnológica De Luca Daher Ltda.). Este trabalho tem como o intuito, avaliar a situação da estrutura da ETE nas suas zonas gasosas (áreas sobre o efluente) e indicar as possíveis manifestações patológicas e estudá-las. O trabalho não será divulgado em nenhum meio de comunicação e não terá custo algum para o DAE.

Para o estudo citado precisaremos retirar amostras (corpos de prova) da estrutura da ETE, com dimensões de no máximo 3 x 6 cm, estas serão recompostas após efetuarmos os devidos ensaios, com argamassas poliméricas para reparos estruturais compatíveis com as estruturas de concreto. Todas as amostras serão encaminhadas para um laboratório capacitado, afim de identificarmos os possíveis ataques químico (ácidos, carbonatação e cloretos) e/ou ataque biológico (ácido sulfúrico biogênico).

Este trabalho poderá ser utilizado pelo DAE, para posterior avaliação das estruturas da ETE e planejamento de manutenções preventivas e/ou corretivas, se necessário.

Desde já, agradecemos.

Americana, 02 de Junho de 2017.

Aluno: [Redacted]
RG: [Redacted]

Figura 12 – Protocolo de solicitação de serviços
Fonte: Elaborado pelo autor

Após duas semanas do protocolo ter sido realizado, o departamento de água e esgoto entrou em contato por telefone liberando os trabalhos na estação de tratamento de esgoto e pedindo para entrar em contato com o Sr. Alexandre responsável pela operação. O qual fornecera todas as informações necessárias e facilitaria os trabalhos.

3.4. ETAPA 02: VISITA PRELIMINAR COM O RESPONSÁVEL PELA ETE TOLEDOS I.

Com a autorização do DAE e a liberação por parte do responsável pela ETE o Sr. Alexandre, agendou-se uma reunião preliminar no dia 27/07/2017 para se conhecer as estruturas a serem avaliadas e obter informações sobre a estação de tratamento de esgoto. O que auxiliou no planejamento do trabalho e na etapa de coleta de amostras.

Seguem nas Figuras abaixo, os registros das estruturas a serem avaliadas no presente comparativo e do prédio operacional, obtidas na visita e reunião preliminares, realizadas na ETE.

Pode-se visualizar na Figura 13 abaixo o prédio operacional da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Toledos I. A mesma foi inserida no presente trabalho, apenas como registro de confirmação sobre qual ETE, são as Figuras e Resultados subsequentes.



Figura 13 – Prédio Operacional ETE Toledos

Na Figura 14 pode-se observar a estrutura de gradeamento da estação, denominada neste presente trabalho como “Entrada do Efluente”.



Figura 14 – Entrada do Efluente

Observa-se na Figura 15 as duas estruturas de aeração que complementam o sistema de tratamento da ETE e que neste trabalho são descritas como “Tratamento Biológico”.



Figura 15 – Estruturas de aeração

Considerados como a terceira estrutura do tratamento no presente trabalho, na Figura 16 abaixo, é possível observar os decantadores.



Figura 16 – Decantadores

Sendo a última estrutura desse comparativo, é possível observar a Saída do Efluente (Calha Parshall de saída) na Figura 17 abaixo.



Figura 17 – Saída do Efluente

3.5. ETAPA 03: PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS.

No presente estudo de caso, foi utilizado a seguinte metodologia para se retirar as amostras do concreto das estruturas que compõem a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Toledos I, conforme os registros a seguir registrados pelo autor.

Como pode-se observar na Figura 18 abaixo, foi utilizado o ensaio de pacometria para demarcar as posições das armaduras das estruturas, com o intuito de não as atingir no momento da extração das amostras.



Figura 18 – Pacometria para demarcação das posições

Conforme observado na Figura 18, para se garantir a gramatura mínima de amostra a ser analisada em laboratório, foi necessário delimitar uma área de 20,0 cm x 20,0 cm para extração, essa medida foi tirada como referência do ensaio de esclerometria, o qual a descreve em sua metodologia. Dessa forma foi possível garantir uma mesma região amostrada de todas as estruturas, além de permitir que se desviasse das armaduras no momento da coleta, para cada cm (1° ao 5° cm).

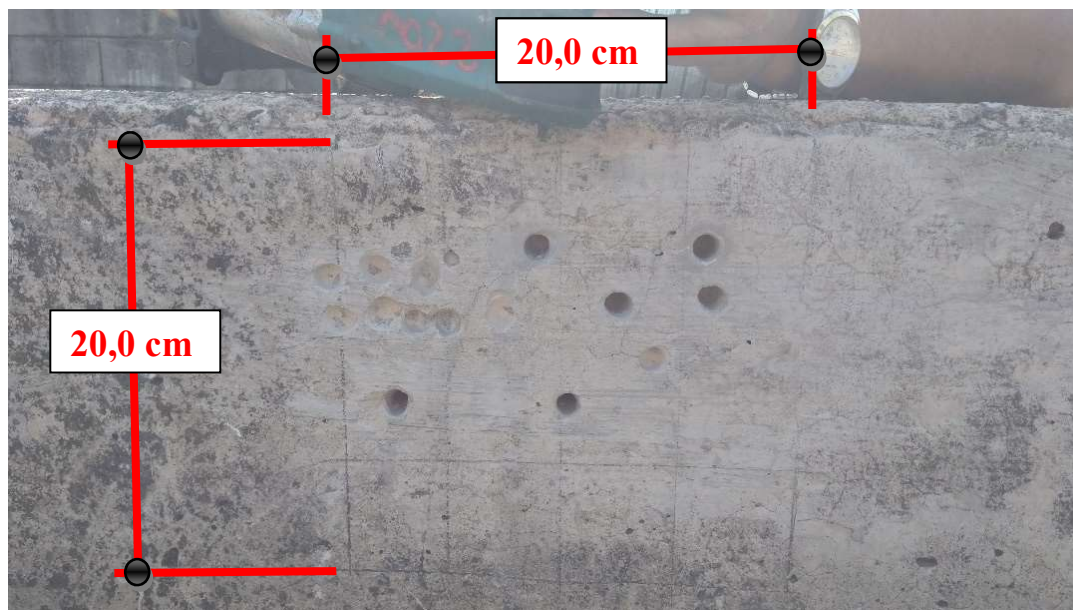


Figura 19 – Área delimitada

Para a extração das amostras foi utilizada 01 furadeira Bosch, 01 broca de 12 mm, 05 limitadores de profundidades (de 1 a 5 cm) e 05 sacos plásticos por área de extração (total de 04 áreas ensaiadas), conforme Figura 20 a seguir.



Figura 20 – Preparação para extração de amostras

Foi utilizada uma balança de precisão da marca Master, afim de se garantir uma quantidade média de 100g para cada amostra. Pode-se observar o equipamento utilizado na Figura 21.

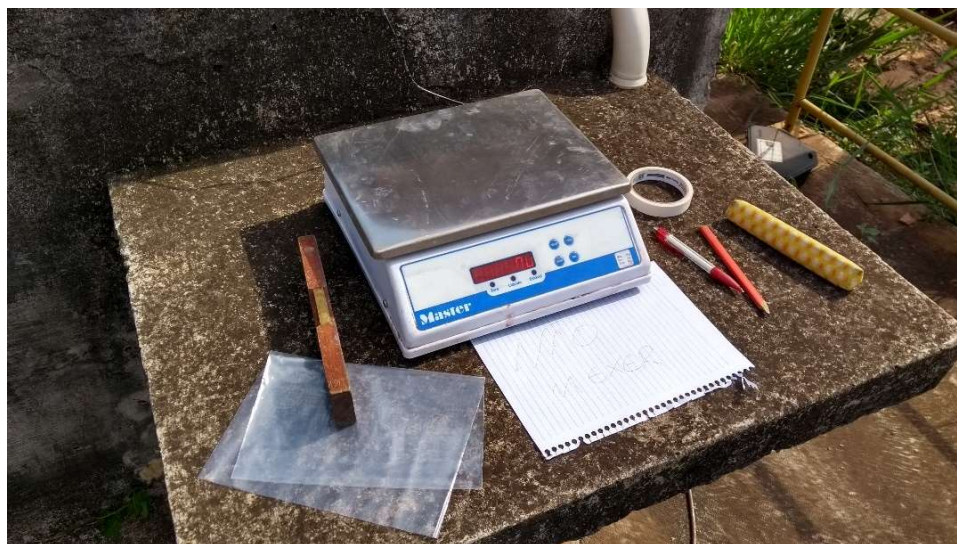


Figura 21 – Balança de Precisão

Com o intuito de se evitar a contaminação das amostras de um centímetro para o outro, foi utilizado um soprador adaptado para se remover qualquer partícula que tenha ficado no furo, como pode ser visto na Figura 22 a seguir.



Figura 22 – Soprador adaptado

3.6. COLETAS DE AMOSTRAS NA ETE TOLEDOS I:

Neste capítulo é possível visualizar as estruturas e as áreas que foram colhidas as amostras do concreto, que são o foco desse trabalho, as mesmas são apresentadas seguindo-se a seguinte ordem, Entrada do Efluente (Gradeamento), Tratamento Biológico (Aeradores), Decantação do Efluente (Decantadores) e Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída). Conforme observado na Figura 23 a seguir.

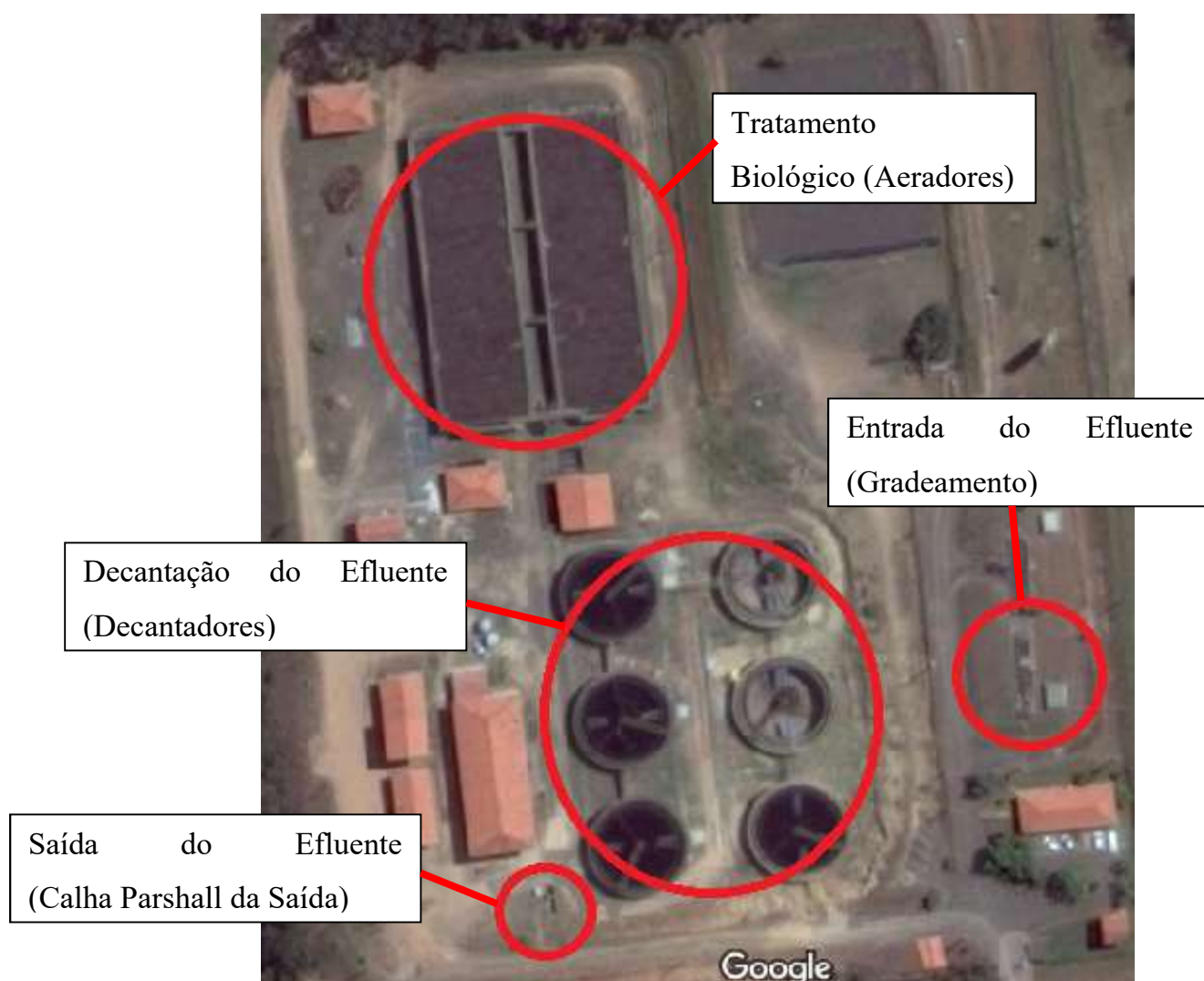


Figura 23 – Imagem por satélite da ETE TOLEDOS
(Fonte: Google, 2017)

3.6.1. Entrada do Efluente (Gradeamento)

Observa-se na Figura 24, a extração do 1º centímetro da amostra do concreto armado da estrutura denominada de Gradeamento, considerada como sendo a primeira parte do processo de tratamento da ETE Toledos I.



Figura 24 – Extração do 1º centímetro da amostra

Na Figura 25, é possível identificar os limitadores de profundidades e as respectivas amostras de cada um deles (de 1 a 5 cm).



Figura 25 – Limitadores de profundidades

3.6.2. Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)

Para a extração da amostra vista na Figura 26 a seguir, foi utilizado o limitador de profundidade de 1 cm, o qual fora sucedido pelos outros quatro limitadores.



Figura 26 – Extração de amostra

Conforme mencionado acima, pode-se identificar na Figura 27, as cinco amostras extraídas da estrutura dos Aeradores.



Figura 27 – Amostras extraídas da estrutura dos Aeradores

3.6.2 Decantação do Efluente (Decantadores)

Na Figura 28 a seguir, é possível se observar o momento da extração do 2º centímetro das amostras tiradas dos Decantadores, estruturas essas consideradas a terceira etapa do processo de tratamento do efluente.



Figura 28 – Extração do 2º centímetro da amostra coletada do Decantador

Observa-se a seguir na Figura 29, todas as cinco amostras extraídas da estrutura.



Figura 29 – Amostras extraídas dos Decantadores

3.6.3. Saída do Efluente (Calha Parshall de saída)

Na estrutura de saída do efluente tratado, denominado aqui como “Calha Parshall de saída”, é possível observar a extração do 1º centímetro das amostras. Conforme a Figura 30 seguinte.



Figura 30 – Extração na estrutura de saída do efluente tratado

Abaixo observa-se a Figura 31, a qual dispõem as cinco amostras tiradas da estrutura de saída.



Figura 31 – Amostras coletadas na estrutura de saída

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apresenta-se neste capítulo os resultados obtidos das concentrações de sulfato e cloreto nas amostras do 1° ao 5° cm presentes nas estruturas denominadas de Entrada do Efluente (Gradeamento), Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores), Decantação do Efluente (Decantadores) e Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída). Ainda neste capítulo, apresentamos uma combinação dos resultados e a análise dos mesmos, considerando as informações descritas no capítulo da revisão bibliográfica.

4.1. RESULTADOS OBTIDOS DAS AMOSTRAS EXTRAIDAS DA ETE TOLEDOS I

Através das amostras extraídas em campo, o laboratório Temasa Serviços Ambientais LTDA EPP., analisou-as internamente e emitiu os seus “BOLETIM DE ANÁLISES” para cada uma delas (Anexo 01). O que permitiu a apresentação os resultados a seguir.

4.1.1. Resultados da Entrada do Efluente (Gradeamento)

Na Tabela 10 a seguir, pode-se observar os resultados obtidos para a concentração de sulfato e cloreto do 1° ao 5° cm da estrutura denominada de Entrada do Efluente (Gradeamento).

Local da Coleta	Amostra em cm	Parâmetros			
		Sulfato		Cloreto	
		mg/kg	%	mg/kg	%
<i>Entrada do Efluente (Gradeamento)</i>	1,00	2100	0,21	<9	<0,0009
	2,00	5340	0,534	<20	<0,002
	3,00	6450	0,645	<20	<0,002
	4,00	181	0,0181	<90	<0,009
	5,00	132	0,0132	<90	<0,009

Tabela 10 – Resultados obtidos para a concentração de sulfato e cloreto

A seguir é possível visualizar os Gráficos 2 e 3, os quais se ferem respectivamente aos perfis de sulfato e cloreto presentes na estrutura, tirados dos resultados apresentados na Tabela 10 anterior. Nos mesmos é possível verificar a variação de concentração entre o 1º ao 5º cm.

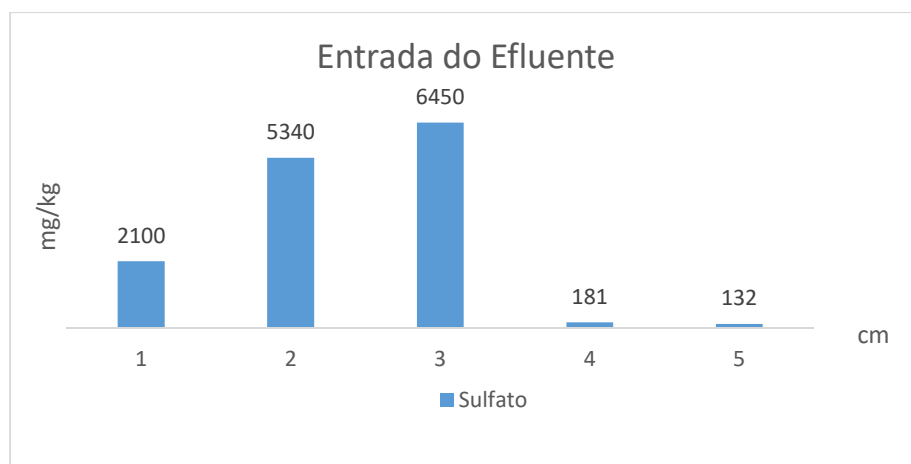


Gráfico 2 – Perfil de Sulfato

Observa-se a variação do perfil nas diferentes profundidades das amostras no Gráfico 3 a seguir, o qual apresenta a menor concentração no 1º cm, em seguida o 2º e 3º cm as concentrações intermediária e os maiores no 4º e 5º cm. Evidenciando uma inversão no perfil de cloreto.

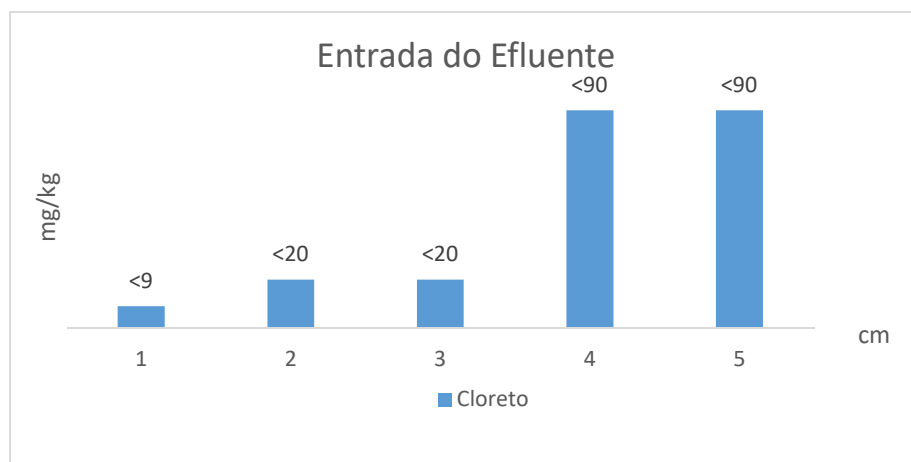


Gráfico 3 - Perfil de Cloreto

4.1.2. Resultados do Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)

É possível visualizar na Tabela 11, as diferentes concentrações obtidas do sulfato e do cloreto em suas diversas profundidades da estrutura do Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores).

Local da Coleta	Amostra em cm	Parâmetros			
		Sulfato		Cloreto	
		mg/kg	%	mg/kg	%
<i>Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)</i>	1,00	301	0,0301	20,6	0,0021
	2,00	604	0,0604	28,3	0,00283
	3,00	4110	0,411	21,1	0,00211
	4,00	225	0,0225	154	0,0154
	5,00	<90	0,009	161	0,0161

Tabela 11 – Diferentes concentrações de sulfato e cloreto

No Gráfico 4 consegue-se visualizar as diferentes concentrações entre os cobrimentos, evidenciado ainda mais entre o 3º cm dessa análise com 4.110,00 mg/kg e o 5º cm com <90 mg/kg.

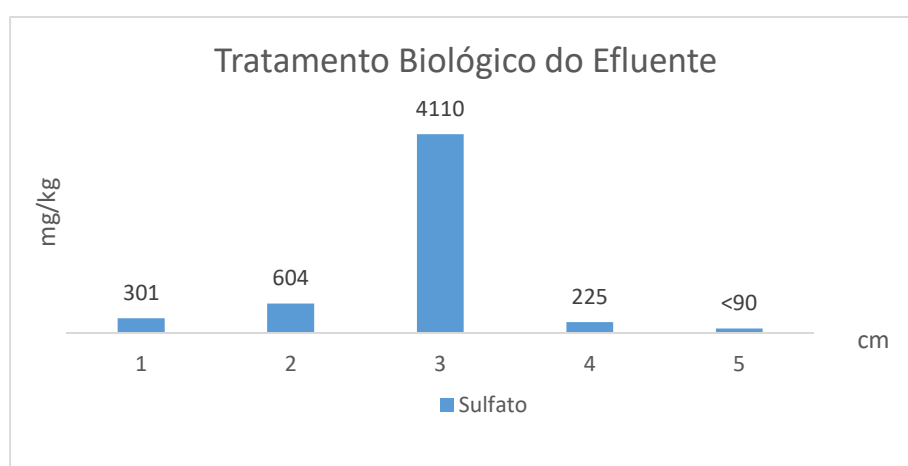


Gráfico 4 - Concentrações entre os cobrimentos

Nos resultados obtidos para os níveis de cloretos é evidente a grande variação entre os três primeiros centímetros e os dois últimos (4º e 5º cm).

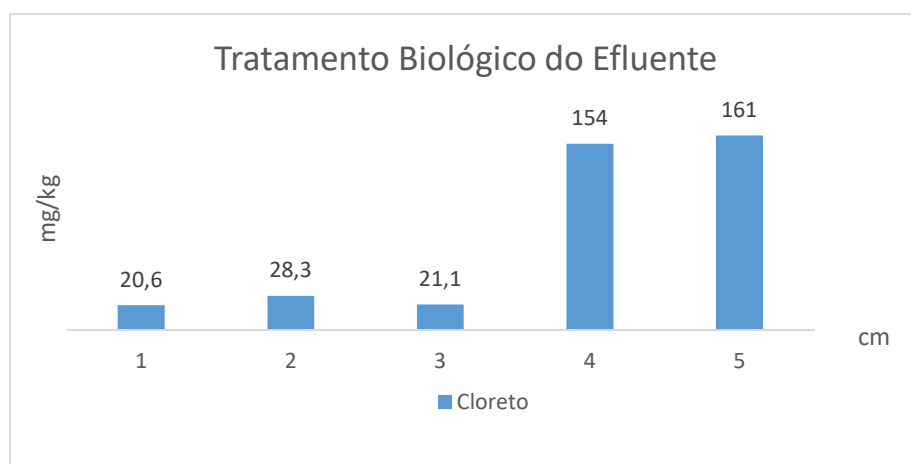


Gráfico 5 – Níveis de cloreto

4.1.3. Resultados da Decantação do Efluente (Decantadores)

Os resultados obtidos para a estrutura de decantação, pode ser considerado o mais linear entre o comparativo, evidenciado nos pontos de cloretos. Conforme Tabela 12 abaixo.

Local da Coleta	Amostra em cm	Parâmetros			
		Sulfato		Cloreto	
		mg/kg	%	mg/kg	%
Decantação do Efluente (Decantadores)	1,00	320	0,032	5,38	0,000538
	2,00	906	0,0906	<5	<0,0005
	3,00	2520	0,252	<20	<0,002
	4,00	158	0,0158	<50	<0,005
	5,00	92,1	0,00921	<90	<0,009

Tabela 12 – Resultados obtidos para amostras da estrutura de decantação

Como os Gráficos de Sulfatos apresentados nas estruturas anteriores, o Gráfico 6 apresenta um pico de concentração no 3º cm analisado, evidenciando um crescimento do 1º e 2º cm e um elevado decréscimo no 4º e 5º cm.

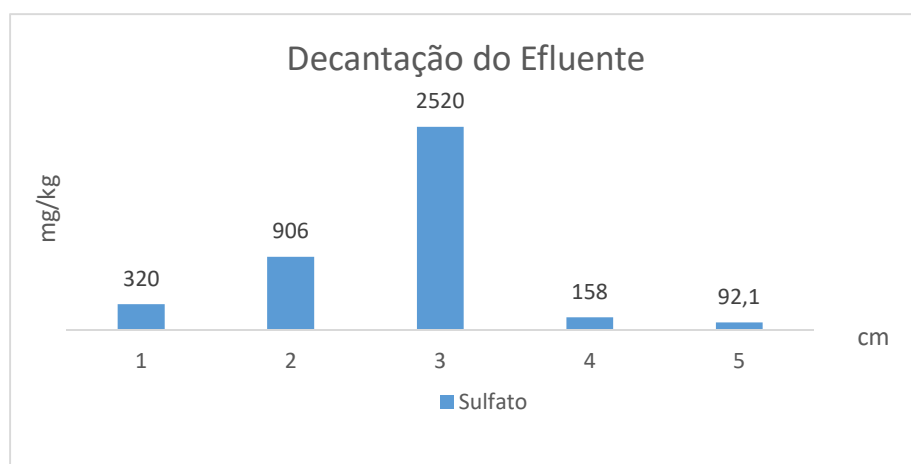


Gráfico 6 – Pico de concentração de sulfato

Assim como os resultados de sulfato citados acima, o Gráfico 7 de cloreto da estrutura de decantação apresenta um crescimento de concentração no perfil que vai do 1° ao 5° cm.

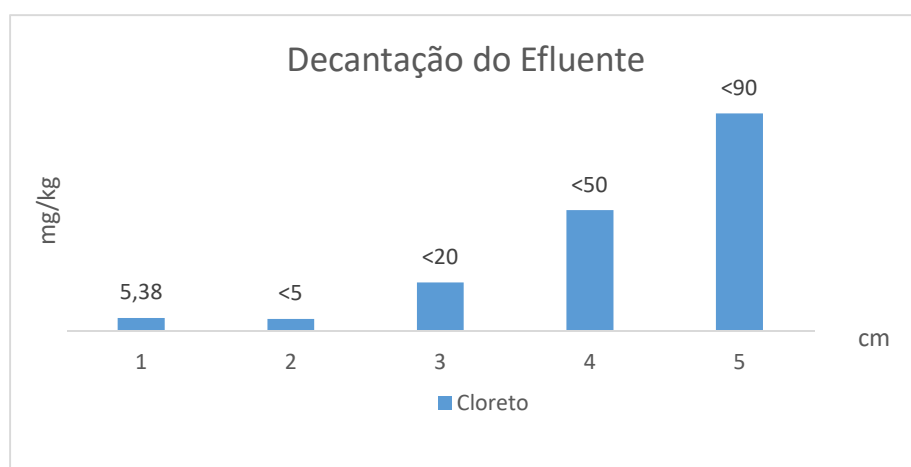


Gráfico 7- Crescimento de concentração de Cloreto

4.1.4. Resultados da Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída)

Nos resultados mostrados na Tabela 13, é possível visualizar a diferença entre as demais estruturas desse comparativo, ficando mais evidente nos gráficos abaixo.

Local da Coleta	Amostra em cm	Parâmetros			
		Sulfato		Cloreto	
		mg/kg	%	mg/kg	%
<i>Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída)</i>	1,00	1040	0,104	29,2	0,00292
	2,00	1300	0,13	22,6	0,00226
	3,00	444	0,0444	<50	<0,005
	4,00	<90	<0,009	<90	<0,009
	5,00	178	0,0178	<50	<0,005

Tabela 13 – Diferença de concentração na estrutura

Diferente dos gráficos de sulfatos apresentados nas três estruturas anteriores pode-se visualizar uma maior concentração nos dois primeiros centímetros e em seguida uma redução considerável no terceiro centímetro em diante.

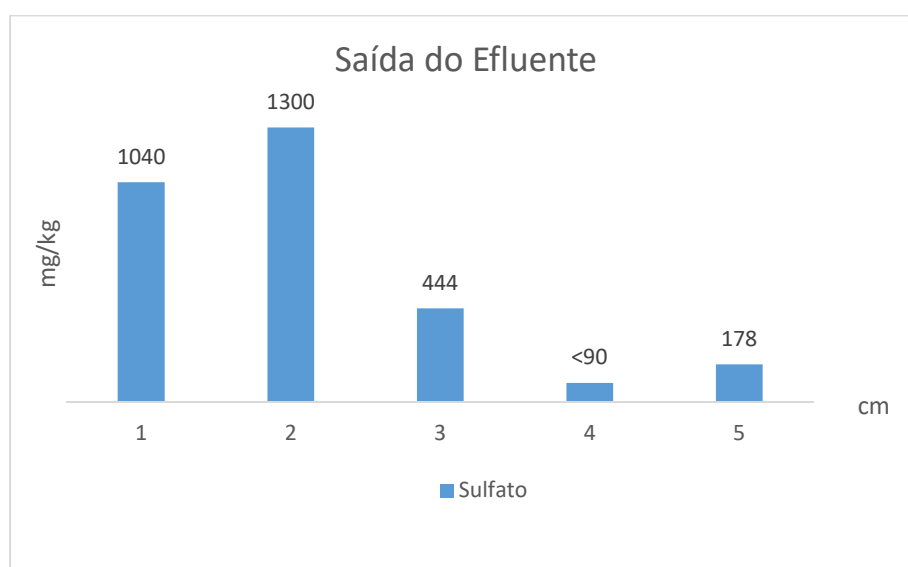


Gráfico 8 – Concentração de Sulfato por centímetro na saída do efluente

Assim como no gráfico de sulfato acima, no Gráfico 9 é possível notar uma diferença para as demais estruturas. Enquanto nas outras estruturas o pico da concentração fica entre os dois últimos centímetros, nesse existe uma certa homogeneidade.

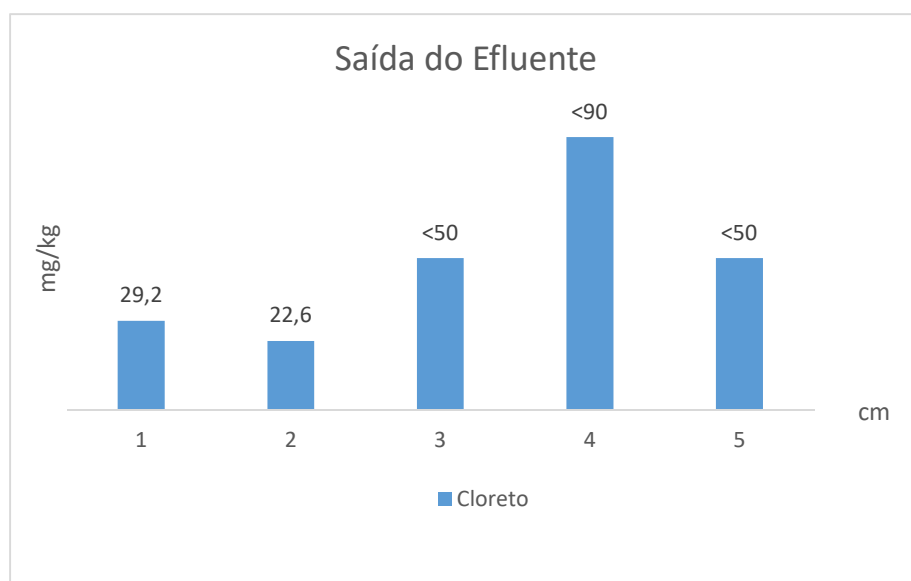


Gráfico 9 – Concentração de Cloreto por centímetro na saída do efluente

Como foi possível observar os resultados e gráficos apresentados anteriormente, em todas as estruturas analisadas, foi apresentada uma variação de concentrações entre as espessuras amostradas (1° ao 5° cm) de cada uma delas e consequentemente entre as diferentes estruturas como um todo. Essas variações de resultados são observadas tanto para o Sulfato, quanto para o Cloreto, como podem ser visualizados nos itens a seguir.

4.1. ANÁLISES DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste item do trabalho vamos compilar e analisar os resultados obtidos conforme descrito anteriormente. Abaixo, na Tabela 14, é possível analisar e observar as diferentes concentrações de sulfato e cloreto nas diferentes profundidades (Amostra) e estruturas (Local da Coleta).

Local da Coleta	Amostra em cm	Parâmetros			
		Sulfato		Cloreto	
		mg/kg	%	mg/kg	%
<i>Entrada do Efluente (Gradeamento)</i>	1,00	2100	0,21	<9	<0,0009
	2,00	5340	0,534	<20	<0,002
	3,00	6450	0,645	<20	<0,002
	4,00	181	0,0181	<90	<0,009
	5,00	132	0,0132	<90	<0,009
<i>Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)</i>	1,00	301	0,0301	20,6	0,0021
	2,00	604	0,0604	28,3	0,00283
	3,00	4110	0,411	21,1	0,00211
	4,00	225	0,0225	154	0,0154
	5,00	<90	0,009	161	0,0161
<i>Decantação do Efluente (Decantadores)</i>	1,00	320	0,032	5,38	0,000538
	2,00	906	0,0906	<5	<0,0005
	3,00	2520	0,252	<20	<0,002
	4,00	158	0,0158	<50	<0,005
	5,00	92,1	0,00921	<90	<0,009
<i>Saída do Efluente (Calha Parshall da Saída)</i>	1,00	1040	0,104	29,2	0,00292
	2,00	1300	0,13	22,6	0,00226
	3,00	444	0,0444	<50	<0,005
	4,00	<90	<0,009	<90	<0,009
	5,00	178	0,0178	<50	<0,005

* Limites considerados: Sulfato 3,5%, Cloreto 0,15%.

Tabela 14 – Concentrações de sulfato e cloreto nas diferentes amostras e local da coleta.

Analisando-se os resultados na tabela acima, nota-se a maior concentração do Sulfato na estrutura denominada de “Entrada do Efluente (Gradeamento)” em seu 3º cm, totalizado em 6450 mg/kg de amostra, já para o Cloreto a maior concentração é apresentada é no “Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)”, a qual apresenta 161 mg/kg de amostra no seu 5º cm de profundidade.

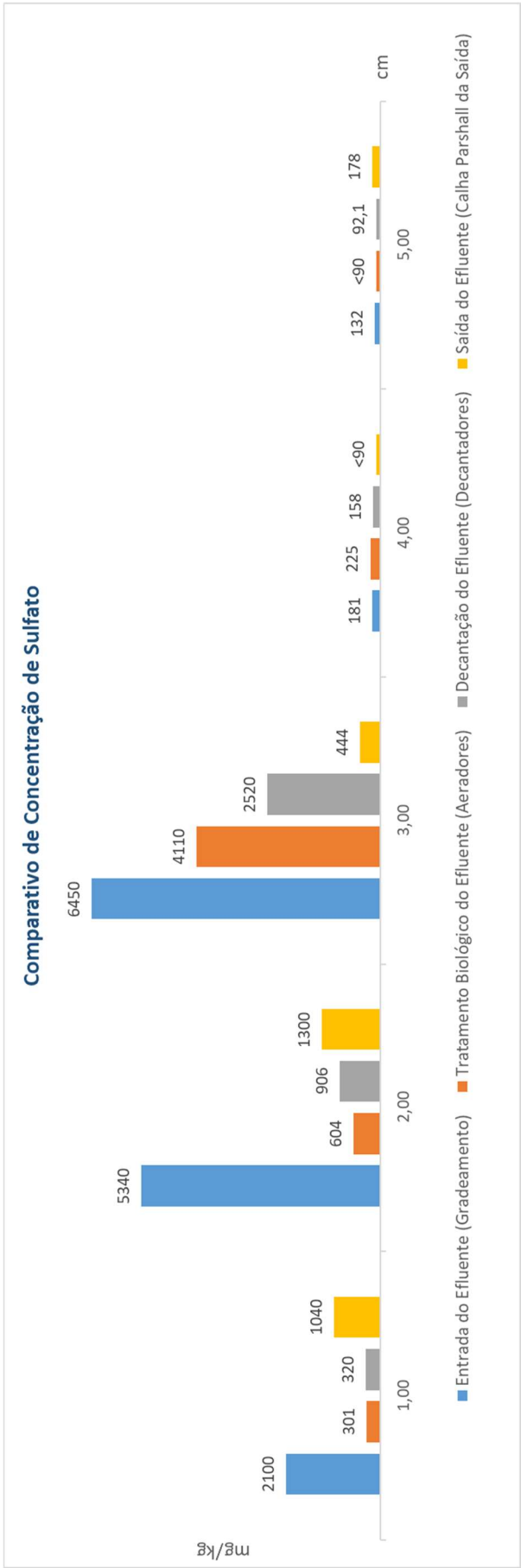


Gráfico 10 – Diferentes concentrações de sulfato

No Gráfico 10, é possível observar as diferentes concentrações de Sulfato nas estruturas de concreto e em suas amostras de profundidade (frente de penetração), as quais vão de 1 a 5 cm. Cabe ressaltar, que em nenhuma das amostras tiradas das estruturas da estação de tratamento de esgoto (ETE) Toledos I, tivemos um valor acima do limite admitido de 3,5% de presença de sulfato sobre a massa, o qual é descrito no item “2.4.1 Sulfatos” anteriormente.

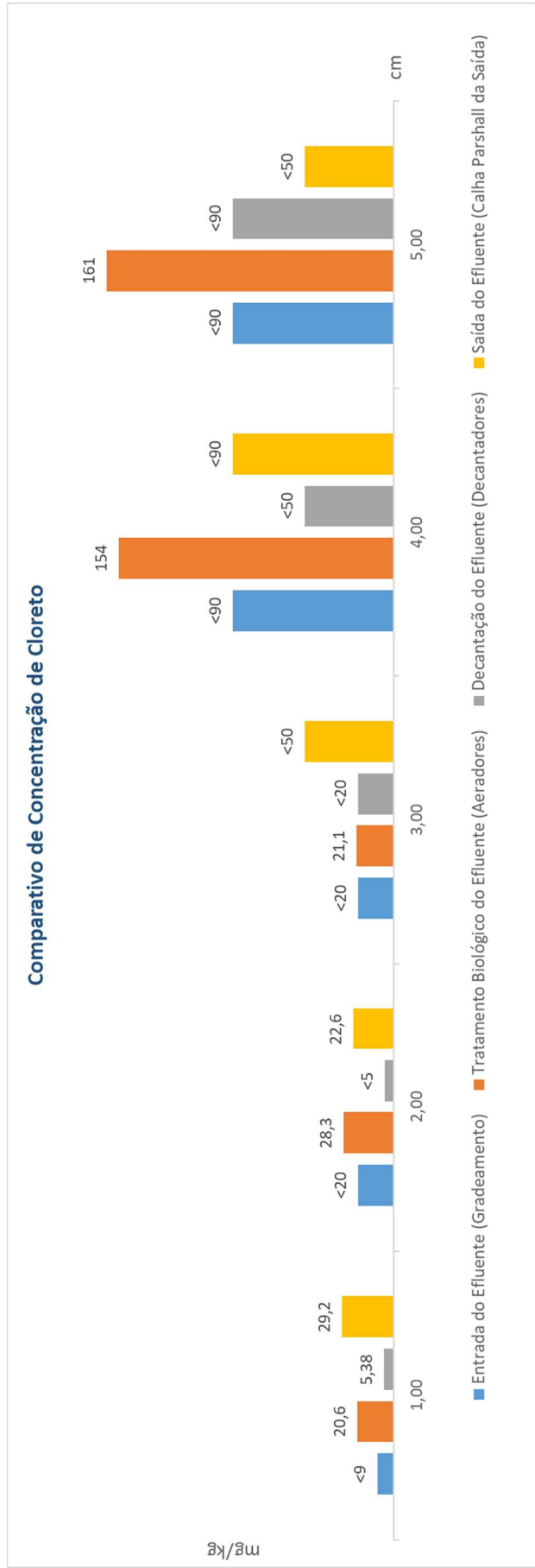


Gráfico 11 – Diferentes concentrações de Cloreto

Analisando o Gráfico 11, constata-se uma maior concentração do Cloreto no 4º e 5º centímetro, mas evidencia as diferenças de uma estrutura para as demais. Onde pode-se ver as maiores concentrações é nos últimos dois cm da estrutura “Tratamento Biológico do Efluente (Aeradores)” (Barras laranjas do gráfico acima.) Com tudo, assim como na análise do Sulfato, as concentrações de Cloretos ficaram abaixo da estabelecida no item “2.4.2 Cloreto”, que é de 0,15% sobre a massa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O intuito deste capítulo é apresentar as considerações finais do presente estudo de caso, bem como as recomendações para novos trabalhos que venham a abordar o mesmo tema.

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de análise da concentração de sulfatos e cloretos em diferentes estruturas de uma mesma ETE foi viabilizada por meio de um estudo de caso realizado com coletas de amostras in loco, análises químicas destes resultados e em um estudo detalhado da bibliografia disponível com a aplicação das normas técnicas vigentes. Considera-se que foram atingidos os objetivos propostos no início deste trabalho e que a hipótese foi corroborada e pode-se observar que:

- Diferentes estruturas de uma mesma ETE possuem graus de concentração de cloretos e sulfatos distintos;
- A 3 cm de profundidade o teor de sulfato atingiu o ápice de concentração nas amostras em três estruturas: Entrada do efluente, Aerador e Decantador;
- Observa-se pelos gráficos apresentados que o teor de sulfato se manteve com um crescimento e queda em sua concentração em 3 estruturas: Entrada do efluente, Aerador e Decantador, apenas na estrutura denominada Saída do efluente que o mesmo não manteve uma proporção no aumento e diminuição da sua concentração;
- Na estrutura denominada Saída do efluente as concentrações de sulfato foram as mais baixas;

- A concentração de cloretos a 4 e 5 cm de profundidade nas estruturas analisadas foi mais elevada se comparada aos primeiros centímetros, diferente do que aconteceu com a concentração de sulfatos;
- A maior concentração de cloreto se deu a 5 cm de profundidade na estrutura denominada Saída do efluente;

Os resultados dos ensaios mostram que a concentração de sulfatos e cloretos nas estruturas está bem a baixo do que a bibliografia e os parâmetros utilizados atualmente regem. Ao ser executado o levantamento das informações construtivas da ETE estudada, foi observado que para a proteção da estrutura utilizou-se no concreto um aditivo cristalizante denominado: XYPEX ADMIX C-500, isso pode ter colaborado com os baixos resultados nas concentrações de sulfatos e cloretos, embora o DAE de Santa Barbara D'Oeste não tenha a carta traço e os projetos executivos para nos fornecer a informação foi passada por funcionários que acompanharam a obra.

Conforme citado nas análises dos resultados foi observado que diferentes estruturas possuem distintas concentrações de sulfatos e cloretos e uma mesma estrutura dependendo da profundidade em que são retiradas as amostras também não segue um padrão de resultados.

5.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de aperfeiçoar o estudo de caso realizado neste trabalho, sugere-se para trabalhos futuros:

- a) Extração de corpos de provas das estruturas em substituição ao pó do concreto, para evitar contaminações nas amostras e se obter uma maior precisão nos resultados de sulfato e cloreto, é possível determinar a dimensão do corpo de prova para se obter

a gramatura necessária a ser analisada em laboratório para cada centímetro;

- b) Elaboração do estudo de caso em uma ETE que não tenha utilizado em sua construção nenhum tipo de aditivo no concreto, e que possua o mesmo tempo de operação e composição do efluente semelhante a ETE estudada, assim é possível fazer um estudo comparativo;
- c) Procurar realizar ensaios em ETE's que possuam plataformas de segurança e locais onde possa-se realizar as coletas de forma confortável, não havendo risco de contaminação dos resultados;
- d) Após realizado os ensaios, providenciar um material de fácil trabalhabilidade para colmatar os buracos efetuados para a coleta de amostras;
- e) Elaboração da própria análise do percentual de sulfato e cloreto das amostras e não mais por laboratório terceirizado;
- f) Gerar novos parâmetros para o teor máximo de sulfato e cloreto relacionado com a vida útil da estrutura (especificando os teores e não mais usando referencias de outras normas);
- g) Estudo do material de "Inversão do perfil de cloreto" do Profº Pedro Castro (México)

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 12655** – Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953** – Projeto **Concreto Para Fins Estruturais** . Rio de Janeiro, 2014.

CHAO, I. R. S; MORITA, D. M; FERRAZ, T. H. Remoção de fósforo de efluentes de estações de tratamento biológico de esgotos com a utilização de lodo de estações de tratamento de água. **Revista H2O Água**, São Paulo, v.5, p. 40-46, nov./dez. 2007.

COMPANHIA MUNICIPAL DE SANEAMENTO - COMUSA. **O processo de tratamento de esgotos - Uma breve introdução**. Disponível em <<http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoesgoto>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

CONAMA, “**Resolução nº 430/2001**”. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Brasília, 2001.

CONSEMA, **Resolução nº 430/2014**. Conselho Estadual do Meio Ambiente, São Paulo, 2017.

COSTA, R. M. **Análise de propriedades mecânicas do concreto deteriorado pela ação de sulfato mediante utilização do UPV**. Belo Horizonte, 2004. 246 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

GLÓRIA, R. M. **Estudo dos processos de formação, acumulação, emissão e oxidação de sulfeto de hidrogênio em reatores UASB tratando esgotos domésticos**. Belo Horizonte, 2009. 65 f. Dissertação (Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparación, refuerzo y protección de las estructuras de concreto**. Tradução Leonel Tula e Nelson Brito. 1ª edición. México: Ed. IMCYC, 1997.

HELENE, P; ANDRADE, T. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, G. C (Org.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBrACOn, 2010.

LIMA, M. G. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1. ed. São Paulo: IBRACon, 2005. 1 v.

LIMA, R.C. **Avaliação da eficiência de inibidores de corrosão em reparos de estruturas de concreto** 2000 Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KULISH, D. **Ataque por sulfatos em estruturas de concreto**. Tese (Graduação em Engenharia Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MEHTA, P. Kumar & MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3. ed. Nicole Hasparyk; Paulo Helene & Vladimir Paulon (Rev. & Trad.). São Paulo, IBRACon, 2008.

METCALF; EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. 4. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2003.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília, 2003. Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde.

MOCKAITIS, G. **Redução de sulfato em biorreator operado em batelada e batelada alimentada sequenciais contendo biomassa granulada com agitação mecânica e “draft-tube”**. São Carlos, 2008. 348 f. Dissertação (Mestrado em engenharia hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. Tradução de: GIAMMUSSO, S. E. 2. ed. São Paulo: PINI, 1997

PETRELLI, A. G. **Ensaio tecnológicos: ETE Ponte do Caixão – Águas do Mirante** (Trabalho Técnico) - Apoen Engenharia LTDA ME, Limeira. 2013.

PIACASTELLI, Elvio Mosci. **Patologia do Concreto**. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0>. Acesso: em 20 ago. 2018.

PIVELLI R. P. **"Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos": ânions de interesse em estudos de controle de qualidade de águas: sulfato,**

sulfeto, cloreto, cianeto. Roteiro de aula da disciplina Qualidade da Água. Escola politécnica da Univerdade de São Paulo, SP, 2008. Disponível em <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%207%20-%20Anions%20em%20Aguas.pdf>> Acesso em 04 jul. 2017.

PINHEIRO, M. P; MUZARDO C. D; SANTOS, S.P: **Estruturas do Concreto.** Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade de São Paulo. 2004. <Disponível em <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto.pdf>>. Acesso em 22 maio 2018

PINTO, J.; TAKAGI, E. M. Sistemas de impermeabilização e proteção para obras de saneamento. **Revista Concreto e Construções (IBRACON)**, São Paulo, n. 47, p. 73-79, jul./set. 2007.

TERRA AMBIENTAL. **Tratamento biológico aeróbio e anaeróbio de efluentes.** 2013. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/340697/tratamento-biologico-aerobio-e-anaerobio-de-efluentes>>. Acesso em: 22 maio 2018.

TERRA AMBIENTAL. **Conheça as etapas do tratamento biológico de efluentes.** Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/223925/conheca-as-etapas-do-tratamento-biologico-de-efluentes>>. Acesso em: 22 maio 2018.

SANTOS, Altair. **Ataque por íons de cloreto custa R\$ 800 milhões por ano ao Brasil.** 2012. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/ataques-por-ions-de-cloreto-custa-r-800-milhoes-por-ano-ao-brasil/>>. Acesso em: 22 maio 2018.

SARTI, A. et al. **Remoção de sulfato de águas residuárias industriais em reator anaeróbio de leito fixo operado em bateladas sequenciais.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, vol.13, n.1, p. 15-22, jan./mar. 2008.

SILVA, Pedro. **Ataque em estruturas de concreto por ação de cloretos.** Disponível em: <<https://www.axfiber.com.br/single-post/2017/01/12/Ataque-em-estruturas-de-concreto-por-a%C3%A7%C3%A3o-de-cloreto/>>. Acesso em: 22 maio 2018.

SILVA, T. S. S. da. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto. Rio de Janeiro, 1999. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública.

SOUZA, R. B. de. **Suscetibilidade de pastas de cimento ao ataque por sulfatos – método de ensaio acelerado**. São Paulo, 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). **Odor Control in Wastewater treatment Plants: manual of practice nº 2**. New York: ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice nº 82, 1995.

7. BOLETINS DE ANÁLISES

Serão apresentados a seguir os boletins de análises emitidos pelo laboratório contratado para realização do trabalho.

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.611

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.611
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: ENTRADA EFLUENTE 1 CM
Coleta: 20/10/2017 - 09:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	2100	-	-
Cloreto *	mg/ka	9	<9	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.8	-	-
Sulfato	%	0.009	0.21	3.5	-
Cloreto	%	0.0009	<0.0009	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.612

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.612
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: ENTRADA EFLUENTE 2 CM
Coleta: 20/10/2017 - 09:15
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	200	5340	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	<20	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.9	-	-
Sulfato	%	0.02	0.534	3.5	-
Cloreto	%	0.002	<0.002	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.613

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.613
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: ENTRADA EFLUENTE 3 CM
Coleta: 20/10/2017 - 09:30
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	200	6450	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	<20	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	99.2	-	-
Sulfato	%	0.02	0.645	3.5	-
Cloreto	%	0.002	<0.002	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.614

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.614
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: ENTRADA EFLUENTE 4 CM
Coleta: 20/10/2017 - 09:45
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	181	-	-
Cloreto *	mg/ka	90	<90	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	97.9	-	-
Sulfato	%	0.009	0.0181	3.5	-
Cloreto	%	0.009	<0.009	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.615

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.615
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: ENTRADA EFLUENTE 5 CM
Coleta: 20/10/2017 - 10:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	132	-	-
Cloreto *	mg/ka	90	<90	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.2	-	-
Sulfato	%	0.009	0.0132	3.5	-
Cloreto	%	0.009	<0.009	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
 GERENTE DE LABORATÓRIO
 CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
 ANALISTA OUÍMICO I
 CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.616

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.616
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: AERADOR 1 CM
Coleta: 20/10/2017 - 10:15
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	301	-	-
Cloreto *	mg/ka	5	20.6	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.9	-	-
Sulfato	%	0.005	0.0301	3.5	-
Cloreto	%	0.0005	0.0021	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.617

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.617
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: AERADOR 2 CM
Coleta: 20/10/2017 - 10:30
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	40	604	-	-
Cloreto *	mg/ka	5	28.3	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	99.7	-	-
Sulfato	%	0.004	0.0604	3.5	-
Cloreto	%	0.0005	0.00283	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.618

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.618
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: AERADOR 3 CM
Coleta: 20/10/2017 - 10:45
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	200	4110	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	21.1	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.8	-	-
Sulfato	%	0.02	0.411	3.5	-
Cloreto	%	0.002	0.00211	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.619

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.619
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: AERADOR 4 CM
Coleta: 20/10/2017 - 11:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	225	-	-
Cloreto *	mg/ka	50	154	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.2	-	-
Sulfato	%	0.005	0.0225	3.5	-
Cloreto	%	0.005	0.0154	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.620

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.620
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: AERADOR 5 CM
Coleta: 20/10/2017 - 11:15
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	<90	-	-
Cloreto *	mg/ka	90	161	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	97.7	-	-
Sulfato	%	0.009	<0.009	3.5	-
Cloreto	%	0.009	0.0161	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.621

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.621
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: DECANTADOR 1 CM
Coleta: 20/10/2017 - 11:30
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	320	-	-
Cloreto *	mg/ka	5	5.38	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	99.3	-	-
Sulfato	%	0.005	0.032	3.5	-
Cloreto	%	0.0005	0.000538	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIQUE MAGALHAES
 GERENTE DE LABORATÓRIO
 CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
 ANALISTA OUÍMICO I
 CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.622

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.622
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: DECANTADOR 2 CM
Coleta: 20/10/2017 - 11:45
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	40	906	-	-
Cloreto *	mg/ka	5	<5	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	99.0	-	-
Sulfato	%	0.004	0.0906	3.5	-
Cloreto	%	0.0005	<0.0005	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.623

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.623
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: DECANTADOR 3 CM
Coleta: 20/10/2017 - 12:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	200	2520	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	<20	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	99.3	-	-
Sulfato	%	0.02	0.252	3.5	-
Cloreto	%	0.002	<0.002	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.624

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.624
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: DECANTADOR 4 CM
Coleta: 20/10/2017 - 12:15
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	158	-	-
Cloreto *	mg/ka	50	<50	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	97.8	-	-
Sulfato	%	0.005	0.0158	3.5	-
Cloreto	%	0.005	<0.005	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.625

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.625
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: DECANTADOR 5 CM
Coleta: 20/10/2017 - 12:30
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	92.1	-	-
Cloreto *	mg/ka	90	<90	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	97.4	-	-
Sulfato	%	0.009	0.00921	3.5	-
Cloreto	%	0.009	<0.009	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.626

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.626
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: SAÍDA DO EFLUENTE 1 CM
Coleta: 20/10/2017 - 12:45
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	20	1040	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	29.2	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.9	-	-
Sulfato	%	0.002	0.104	3.5	-
Cloreto	%	0.002	0.00292	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.627

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.627
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: SAÍDA DO EFLUENTE 2 CM
Coleta: 20/10/2017 - 13:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	200	1300	-	-
Cloreto *	mg/ka	20	22.6	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.7	-	-
Sulfato	%	0.02	0.13	3.5	-
Cloreto	%	0.002	0.00226	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.628

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.628
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: SAÍDA DO EFLUENTE 3 CM
Coleta: 20/10/2017 - 13:15
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	444	-	-
Cloreto *	mg/ka	50	<50	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	97.8	-	-
Sulfato	%	0.005	0.0444	3.5	-
Cloreto	%	0.005	<0.005	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.629

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.629
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: SAÍDA DO EFLUENTE 4 CM
Coleta: 20/10/2017 - 13:30
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	90	<90	-	-
Cloreto *	mg/ka	90	<90	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.8	-	-
Sulfato	%	0.009	<0.009	3.5	-
Cloreto	%	0.009	<0.009	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224

BOLETIM DE ANÁLISES

Página: 1

Nº 095.630

Data de Emissão: 14/12/2017

DADOS DO CLIENTE

Cliente: ETE TOLEDOS I
Endereço: SANTA BARBARA D'OESTE - JARDIM CONCEICÃO
Município: SANTA BARBARA D'OESTE - SP
Solicitante: ANDRÉ

DADOS DA AMOSTRA

Ident. Laboratório: 095.630
Ident. Amostra: RESÍDUO
Local da Coleta: SAÍDA DO EFLUENTE 5 CM
Coleta: 20/10/2017 - 14:00
Entrada Laboratório: 27/10/2017 - 13:30
Nome do Coletor: INTERESSADO

PARÂMETROS	UNIDADE	LO	RESULTADOS	LIMITES VMP	MÉTODO
Sulfato*	mg/ka	50	178	-	-
Cloreto *	mg/ka	50	<50	-	-
Porcentagem de Sólidos*	% p/b	0.05	98.6	-	-
Sulfato	%	0.005	0.0178	3.5	-
Cloreto	%	0.005	<0.005	0.15	-

(1) Métodos de Análises baseados no Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22ª Edição de 2012.

(2) Metodologia CETESB

LQ: Limite de Quantificação

VMP: Valores Máximos Permitidos estabelecidos na Legislação vigente

Os resultados com asteriscos (*) relatados acima foram realizados em laboratório subcontratado, acreditado sob nº CRL 0172

Nota 1: Os resultados se referem apenas para as amostras analisadas

Nota 2: Plano de Amostragem: Responsabilidade TEMASA TEMA SERVICOS AMBIENTAIS LTDA EP

BRUNO HENRIOUE MAGALHAES
GERENTE DE LABORATÓRIO
CRO 04364329

GIOVANA TOSO CHAGAS I
ANALISTA OUÍMICO I
CRO 04493224