



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE
Núcleo de Pós-Graduação
Curso: Especialização Auditoria, Perícia Ambiental e
Desenvolvimento Sustentável.

MAYRA SANDRINE SANTOS

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: ESTUDOS E
APLICABILIDADES

ARACAJU,

2018



Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe -FANESE
Núcleo de Pós-Graduação
Curso: Especialização Auditoria, Perícia Ambiental e
Desenvolvimento Sustentável.

MAYRA SANDRINE SANTOS

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: ESTUDOS E
APLICABILIDADES

Trabalho submetido como Trabalho de
Conclusão de Curso em Esp. Auditoria,
Perícia Ambiental e Desenvolvimento
Sustentável.

Aracaju,

2018

MAYRA SANDRINE SANTOS

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: ESTUDOS E
APLICABILIDADES**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e
Extensão – NPGE, da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe
FANESE, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Auditoria,
Perícia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.**

**Heloísa Thaís Rodrigues de Souza
Orientadora**

**Felora Daliri Sherafat
Coordenador de Curso**

**Mayra Sandrine Santos
Aluna**

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2018.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Aterro em estudo	29
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Padrões de Lançamentos de Efluentes.....	26
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Valores dos parâmetros obtidos da saída do Aterro para os Óleos e Graxas.....	35
Tabela 02: Valores dos parâmetros obtidos da saída do Aterro para o DBO.....	37
Tabela 03: Valores de eficiência para remoção do DBO.....	38
Tabela 04: Valores dos parâmetros obtidos da saída do Aterro para os pH, Temperatura, Sólidos Sedimentáveis e Materiais Flutuantes.....	38

RESUMO

O tratamento de efluentes é um processo de muita importância para a humanidade. Os métodos para o tratamento de efluentes industriais mais utilizados envolvem parâmetros físicos (Cor, turbidez, temperatura, odor e série de sólidos), químicos (pH, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, cloretos, óleos e graxas, DBO, DQO, matéria orgânica e metais) e parâmetros biológicos (Coliformes totais, coliformes termotolerantes, helmintos, protozoários e cianobactérias). O referente trabalho teve como finalidade, determinar e avaliar os impactos ambientais negativos das atividades da estação de tratamento de efluentes industriais, dando ênfase aos problemas da poluição causada pelas operações que constituem as mesmas. Sendo assim, tais parâmetros acima descritos foram utilizados como método da referente pesquisa. Foram aplicados em 04 amostras no período de outubro/16 a janeiro/17 no sistema de tratamento de efluente tratado (saída), os resultados foram baseados na RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011, estabelece que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. Na amostra de efluente tratado (saída), demonstra-se uma uniformidade do efluente próximo do neutro, apresentou pH médio de 7,48 e apresentou temperatura média de 24,9°C. Os materiais sedimentáveis de acordo com a resolução 430/2011 (CONAMA) rege que em concentrações de até 1mL/L o efluente está em condições para o lançamento no corpo receptor. Os materiais sedimentáveis devem estar virtualmente ausentes. As amostras encontravam-se com os materiais flutuantes ausentes, por tanto nos meses de outubro/16, novembro/16, dezembro/16 e janeiro/17 a ETE obteve 100% de eficiência atendendo a legislação vigente. As concentrações de óleos e graxas no efluente do aterro, apresentaram resultados dentro do padrão permitido pela Resolução CONAMA Nº 430/2011. Diante do exposto, os resultados indicam que no período de outubro/2016 a janeiro/2017, o sistema apresentou uma eficiência média de remoção de DBO de 68,94%, com valores máximos atingidos de 78,78% no mês de novembro de 2016 para remoção do mesmo. Tais resultados demonstram que o sistema está atuando satisfatoriamente para a remoção da carga poluidora do efluente, de acordo com os dados do CONAMA 430/2011 para o tratamento de efluente da saída. É importante que tais resultados sejam

mantidos, pois são parâmetros de controle determinantes para o perfeito funcionamento do sistema de tratamento de efluentes, levando a um mundo mais sustentável.

Palavras chaves: Efluentes industriais; Parâmetros físicos, químicos e biológicos; impactos ambientais; tratamento de efluentes.

ABSTRACT

The treatment of effluents is a process of great importance for humanity. The methods for the treatment of industrial effluents most used involve physical parameters (Color, turbidity, temperature, odor and series of solids), chemical (pH, nitrogen, phosphorus, dissolved oxygen, chlorides, oils and greases, BOD, COD, organic matter and metals) and biological parameters (total coliforms, thermotolerant coliforms, helminths, protozoa and cyanobacteria). The purpose of this work was to determine and evaluate the negative environmental impacts of the activities of the industrial effluent treatment plant, emphasizing the pollution problems caused by the operations that constitute the same. Therefore, such parameters described above were used as a reference method. The results were based on the CONAMA RESOLUTION No. 430, of MAY 13, 2011, which establishes that the effluents of any pollution source may only be released directly or indirectly into bodies of water after due treatment and provided they comply with the conditions, standards and requirements set forth in this Resolution and other applicable standards. In the treated effluent sample (effluent), effluent uniformity is shown close to neutral, with an average pH of 7.48 and an average temperature of 24.9 ° C. The sedimentable materials according to resolution 430/2011 (CONAMA) governs that in concentrations of up to 1mL / L the effluent is in conditions to the launching in the receiver body. Settling materials should be virtually absent. The samples were with floating materials absent, so in the months of October / 16, November / 16, December 16 and January 17 the ETE obtained 100% efficiency according to the current legislation. The concentrations of oils and greases in the effluent of the landfill, presented results within the standard allowed by CONAMA Resolution No. 430/2011. Considering the above, the results indicate that in the period from October / 2016 to January 2017, the system had an average BOD removal efficiency of 68.94%, with maximum values reached of 78.78% in the month of November 2016 to remove it. These results demonstrate that the system is performing satisfactorily for the removal of pollutant load from the effluent, according to CONAMA data 430/2011 for the treatment of effluent from the outlet. It is important that these results be maintained, as they are control parameters that determine the perfect functioning of the effluent treatment system, leading to a more sustainable world.

Keywords: Industrial effluents; Physical, chemical and biological parameters; environmental impacts; wastewater treatment.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	153
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. Efluentes Industriais.....	15
2.2. Parâmetros da Qualidade dos Efluentes.....	16
2.2.1. Parâmetros Físicos.....	16
Cor e Turbidez.....	16
Temperatura	17
Odor.....	17
Sólidos.....	17
2.2.2. Parâmetros Químicos	18
pH.....	18
Nitrogênio e Fósforo	18
Oxigênio Dissolvido (OD)	19
Cloretos	19
Óleos e graxas	20
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	20
Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	20
Matéria Orgânica Carbonácea.....	21
Metais.....	21
2.2.3. Parâmetros Biológicos.....	22
Coliformes totais	22
Coliformes termotolerantes	22
Microorganismos.....	22

Helmintos	23
Protozoários.....	23
Cianobactérias	23
2.3. Legislação Brasileira do Tratamento de Efluentes	24
2.3.1. Classificação.....	26
2.4. Etapas do tratamento de Efluentes	27
2.4.1. Tratamento Preliminar.....	28
2.4.2. Tratamento Primário	28
2.4.3. Tratamento Secundário	28
2.4.4. Tratamento Terciário.....	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. Caracterização da área de estudo.....	29
3.1.2. Amostragem	30
3.2. Metodologia	30
3.2.1. Análise dos Parâmetros	30
3.2.1.1 Determinação de pH.....	30
3.2.1.2. Determinação da Temperatura	30
3.2.1.3. Determinação de sólidos sedimentáveis (cone de Imhoff).....	31
3.2.1.4. Determinação de óleos e graxas	31
3.2.1.5. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Determinação de óleos e Graxas.....	35
4.1.2. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	36
4.1.3. Determinação da temperatura, pH, Sólidos Sedimentáveis e Materiais Flutuantes.....	38
5. CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

A poluição dos recursos hídricos é um problema socioambiental de elevada gravidade, considerando-se a grande dependência em relação à água para a sobrevivência e para o desenvolvimento da sociedade, apesar da água ser um recurso natural renovável, a mesma pode ficar cada vez mais limitada, haja vista que somente a água potável é própria para o consumo (VIEL, 1994).

Segundo a Organização Mundial da Saúde em 1998, a água está poluída quando a sua composição ou o seu estado está de tal modo alterado que já não reúne as condições necessárias (propriedades físicas, químicas e biológicas) para a utilização as quais estava destinada no seu estado natural. Sabendo que, é fundamental a necessidade do tratamento de efluentes líquidos, como esgotos e resíduos industriais, antes que estes sejam lançados nos rios e corpos receptores.

Na indústria, a água é consumida em muitos processos como matéria-prima, solvente de processos, meio de transporte, agente de limpeza, fonte de vapor, etc., e normalmente parte dessa água é devolvida para a natureza com dejetos, suja, sem possibilidade de uso e, quando chega aos rios, está com alto poder contaminante, causando a sua poluição.

A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011, estabelece que “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

Diante do exposto, é necessário que sejam adotadas medidas para diminuir a poluição das águas no sentido de garantir esse recurso natural para as futuras gerações.

Com isso, os tratamentos de efluentes são uma das medidas de controle da poluição doméstica, da agricultura e das atividades industriais. Sendo que, os dois últimos são os mais nocivos, pois podem conter metais pesados, entre outras substâncias que acarretam problemas ambientais graves.

Quando o esgoto sanitário, coletado nas redes, é lançado in natura nos corpos d'água, isto é, sem receber um prévio tratamento, dependendo da relação entre as vazões do esgoto lançado e do corpo receptor, pode-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água. Além do aspecto visual desagradável, pode haver um declínio dos níveis de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida

aquática; exalação de gases malcheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo do consumo ou do contato com essa água (esgoto sanitário).

Dessa maneira, os efluentes devem ser previamente tratados antes de lançados nas águas. O tratamento adequado para cada tipo de efluente é determinado de acordo com a carga poluidora e a presença de contaminantes. Existem diversos tipos de tecnologias que são utilizadas para essa finalidade, os principais tratamentos de efluentes consiste em três: primários, secundários e terciários.

Os procedimentos realizados em cada tratamento são os físicos, químicos e biológicos. Os físicos são processos que retiram a matéria orgânica em suspensão coloidal e reduzem ou eliminam a presença de microrganismos, através de processos de filtração em areia ou em membranas. Ou seja, são aqueles que removem os sólidos em suspensão sedimentáveis e flutuantes por meio de separações físicas, tais como gradeamento, peneiramento, caixas separadores de óleos e gorduras, sedimentação e flotação.

Enquanto, que os processos químicos são utilizados para produtos químicos, como: agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação, redução e desinfecção em diferentes etapas dos sistemas de tratamento. É através das reações químicas que acontece a remoção dos poluentes, além de condicionar a mistura de efluentes que será tratada nos processos subsequentes. Tendo como os principais processos o clarificação química, eletrocoagulação, precipitação de fosfatos e outros sais, cloração para desinfecção, oxidação por ozônio, redução do cromo hexavalente, oxidação de cianetos, precipitação de metais tóxicos e troca iônica.

Já o tratamento biológico de esgotos e efluentes indústrias tem a finalidade de retirar a matéria orgânica dissolvida em suspensão, transformando em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos) e gases. Os principais processos são: processos aeróbicos (lodos ativados) e processos facultativos, que são realizados pela utilização de biofilmes e por algumas lagoas, devidamente como pelos biocontactores. Os processos anaeróbicos acontecem em lagoas anaeróbias e biodigestores.

O referente trabalho tem como finalidade, determinar e avaliar os impactos ambientais negativos das atividades da estação de tratamento de efluentes industriais, dando ênfase aos problemas da poluição causada pelas operações que constituem as mesmas e Avaliar os impactos ambientais causados pela estação de tratamento de efluentes, os riscos ambientais presente na estação de tratamento de efluente e as

concentrações dos parâmetros conforme o CONAMA 430/2011, agência reguladora no tratamento de efluentes.

Neste sentido, busca-se mostrar através deste estudo de que maneira o tratamento da estação de tratamento de um aterro sanitário pertencente a uma empresa da região da grande Aracaju vem se comportando, desde a sua geração até o tratamento final. E por quais etapas passa até se ser completamente descartada. Além disso, verificar se esta empresa faz de maneira correta respeitando a legislação ambiental vigente, tomando as devidas precauções em relação ao meio ambiente e a sociedade na qual está inserida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Efluentes Industriais

Os esgotos industriais, extremamente diversos, provêm de qualquer utilização da água para fins industriais, e adquirem características próprias em função do processo industrial empregado. Assim sendo, cada indústria deverá ser considerada separadamente, uma vez que seus efluentes diferem até mesmo em processos industriais similares (JORDÃO, 1995).

Interpretar as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) como plantas industriais que prestam serviços à comunidade, possuindo um sistema produtivo e de transformação, reflete que estas enfrentam problemas, como qualquer outra indústria, nas questões de segurança do trabalho (BUDA, 2004).

Sperling (1996), afirma:

Deve-se entender a estação de tratamento de esgoto como uma indústria, transformando uma matéria-prima (esgoto bruto) em um produto final (esgoto tratado). Os mesmos cuidados, como a otimização e a qualidade dos serviços das indústrias modernas devem estar presentes nesta indústria de tratamento de esgotos.

O principal produto de uma ETE é o efluente tratado, que além de cumprir o seu papel mais óbvio de sanear o ambiente, pode servir como insumo, quer para uso industrial, quanto para seu reuso na irrigação de culturas, de recarga de aquífero, ou restauração de vazão de rios. Desta forma, o conceito de gestão ambiental aplicado a

industrias se torna aplicável também a uma empresa de saneamento como um todo, assim como as ETEs industriais. (LA ROVERE et. al., 2002)

A principal função de uma estação de tratamento de esgoto é a preservação dos recursos naturais e também da saúde humana. Segundo Almeida (2005, p. 170), os projetos de esgotamento sanitário têm a função de minimizar os efeitos do lançamento do esgoto in natura sobre o ambiente, permitindo assim a redução dos índices de doenças e de perigo à saúde da população e a melhoria de qualidade das águas.

A importância da implantação dos serviços de saneamento básico deve ser tratada como prioridade, sob quaisquer aspectos, na infraestrutura pública das comunidades. O bom funcionamento desses serviços implica numa existência com mais dignidade para a população, pois melhora as condições de higiene, saúde, segurança e conforto (FERNANDES, 1997).

De acordo com Viel (1994), para se obter um saneamento adequado é necessário contemplar uma ampla variedade de atividades básicas, tais como: abastecimento de água, destino das águas servidas e dos dejetos, destino do lixo, controle de animais vetores (mosquitos, caramujos, entre outros) de doenças e saneamento de alimentos, habitação, local de trabalho, escolas, locais de banho e etc.

2.2. Parâmetros da Qualidade dos Efluentes

2.2.1. Parâmetros Físicos

Caracterizam-se principalmente por substâncias fisicamente separáveis dos líquidos, ou que não se encontram dissolvidas. Segundo Alegre (2004), para a determinação dos parâmetros físicos, é necessária a determinação das seguintes características: cor, turbidez, temperatura e sólidos.

Cor e Turbidez

A cor e a turbidez indicam de imediato o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada acompanhada de alguma turbidez é típica do esgoto fresco e a cor preta é típica do esgoto velho (BRASIL, 2006).

Temperatura

A temperatura de um esgoto sanitário quase sempre é igual ou um pouco inferior à temperatura ambiente. Já o esgoto industrial, muitas vezes, apresenta temperatura superior à do ambiente, o que, de uma forma ou de outra, poderá comprometer o corpo d'água em que é lançado ou uma estação biológica de tratamento (DALTRO, 2004).

Odor

Odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico do esgoto razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico do esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico (BRASIL, 2006).

Sólidos

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos. É devido a esse percentual de 0,1% de sólidos que ocorrem os problemas de poluição das águas, trazendo a necessidade de tratar os esgotos. (BRASIL,2006). A presença de sólidos num esgoto denota que os mesmos são originários da água de abastecimento, da erosão do solo, da infiltração na rede e da própria natureza de cada despejos. (DALTRO, 2004).

Sólidos totais – É o conteúdo total de sólidos em uma amostra de esgotos, denominado sólidos totais, esses sólidos são definido como: o resíduo restante após evaporação a 103°C de um volume conhecido da amostra. Geralmente é expresso em mg/L (AVEIRO, 2010).

Os sólidos totais podem ser subdivididos em: sólidos em suspensão e dissolvidos ou sólidos fixos e voláteis.

Sólidos em suspensão (ou particulados – SS) – são os sólidos que ficam retidos no meio, selecionado de forma que o diâmetro mínimo da partícula seja de 0,1 micron, normalmente o meio filtrante é uma membrana de fibra de vidro (AVEIRO,2010).

Sólidos dissolvidos (ou solúveis – SD) – são adquiridos pela diferença entre os valores de sólidos totais e em suspensão. Apresentam além das substâncias dissolvidas presentes em solução de esgoto, e uma certa parte de matéria coloidal com diâmetro de partículas entre 10-6 e 10-3 mm (AVEIRO, 2010).

Sólidos voláteis – matéria orgânica que é volatilizada a partir dos sólidos totais a uma temperatura de 600°C (AVEIRO, 2010).

Sólidos não voláteis ou fixos – matéria mineral que mantém-se na forma de cinzas após o aquecimento dos sólidos totais a 600°C por 30 minutos. Os sólidos, para efeito de controle de operação de sedimentação, costumam ser classificados em:

Sedimentável – aquele que sedimenta um período de decantação de 1 hora no Cone Imhoff, e encontra-se tipicamente cerca de 5 a 20 ml/l no esgoto doméstico. A quantidade de matéria sedimentável é uma indicação da quantidade de lodo que poderá ser removida por sedimentação nos decantadores. É um importante parâmetro, pois está relacionado ao assoreamento do corpo receptor, caso a sua remoção não seja eficiente (AVEIRO, 2010).

Não sedimentável – não sedimenta no tempo arbitrado de 1 hora, em termos práticos, a matéria não sedimentável, só será removida por processos de oxidação biológica ou de coagulação seguida de sedimentação (AVEIRO, 2010).

2.2.2. Parâmetros Químicos

Os processos químicos são métodos de tratamento em que se realiza a atividade biológica para remoção ou conversão dos poluentes se faz pela adição de produtos químicos ou outras reações químicas, como desinfecção e precipitação, entre outras, e eventualmente adsorção por leito de carvão ativado (HENSE *et al.* 1995; METCALF e EDDY 1991).

pH

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental (CETESB, 2009). O potencial hidrogeniônico - pH, indica o caráter ácido ou básico dos efluentes. Nos tratamentos de efluentes o pH é um parâmetro fundamental para o controle do processo. (GIORDANO, 1999).

Nitrogênio e Fósforo

O nitrogênio e o fósforo são elementos presentes nos esgotos sanitários e nos efluentes industriais e são essenciais às diversas formas de vida, causando problemas

devido à proliferação de plantas aquáticas nos corpos receptores. Nos esgotos sanitários são provenientes dos próprios excrementos humanos, mas atualmente têm fontes importantes nos produtos de limpeza domésticos e ou industriais tais como detergentes e amaciantes de roupas. Nos efluentes industriais podem ser originados em proteínas, aminoácidos, ácidos fosfóricos e seus derivados. (GIORDANO, 1999).

O nitrogênio está presente nos esgotos sob a forma de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito, nitrato e gás carbônico.

Nitrogênio Orgânico: Faz parte das moléculas de proteínas (vegetais ou animais). A sua presença nas águas é característico de poluição recente por esgoto bruto (MARTINELLI *et, al*, 2011).

Nitrogênio Amoniacal: É aquele que já sofreu decomposição pelos organismos heterotróficos. Também é característico de poluição relativamente recente (MARTINELLI *et, al*, 2011).

Nitrito: Forma intermediária, de curtíssima duração, após oxidação da amônia (NH₃) pelas bactérias nitrossomonas (MARTINELLI *et, al*, 2011).

Nitrato: Forma oxidada a partir dos nitritos pelas bactérias nitrobacter. É característico de poluição antiga. Em 1940, descobriu -se que as águas com alta porcentagem de nitrato causam metemoglobinemia em crianças (MARTINELLI *et, al*, 2011).

Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido em um efluente é o parâmetro mais importante quando o processo aeróbio for escolhido, devido ao seu consumo por parte dos microrganismos que o utilizam para a oxidação da matéria orgânica poluente. A concentração de oxigênio na água pura a 20°C é de aproximadamente 9 mg/L O₂ variando consideravelmente para um valor menor com o aumento da temperatura (SAWYER *et. al*, 2003). A sua concentração é muito menor em águas contaminadas com sais minerais devido ao aumento da pressão osmótica da solução dificultando assim o equilíbrio líquido-gás do oxigênio com a água.

Cloretos

Os cloretos mesmo em razoáveis concentrações, não são nocivos aos seres humanos, a não ser o cloreto de sódio, que causa hipertensão. No entanto, em concentrações acima

de 250 mg/L, conferem à água um gosto salgado, nada agradável (MARTINELLI *et al*, 2011).

Óleos e graxas

Sob a denominação óleos e graxas estão incluídas as gorduras, as graxas, os óleos, tanto os de origem vegetal quanto animal e principalmente os derivados de petróleo. No esgoto sanitário são encontrados na faixa de 50 a 150 mg/L (MARTINELLI *et al*, 2011).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}. (CETESB, 2009). Num efluente: quanto maior a quantidade de matéria orgânica biodegradável maior é a DBO. Amostras, utilizadas no teste, são normalmente diluídas com águas destilada, pois a relação entre a DBO de um esgoto médio por volta de 300 mg/L) e o OD de saturação na água é variável em função da temperatura e da altitude do local, entre os valores: 6,0 mg/L (a 1500 m de altitude e a temperatura de 30°C) e 14,6 mg/L ao nível do mar e a temperatura de 0°C (MARTINELLI *et al*,2011).

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO _{5,20}, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Sabe-se que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o

que resulta mediante a ação de microrganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. (CETESB, 2009).

Para um determinado efluente, após obtenção de uma série de dados confiáveis, é possível estabelecer correlações entre a DBO e a DQO, o que possibilita a estimativa da DBO a partir da DQO. Segundo Von Sperling (1996a), para esgotos domésticos brutos, a relação DBO/DQO varia em torno de 1,7 a 2,4. Já os efluentes de tratamento biológicos costumam apresentar uma relação DBO/DQO maior, chegando a 3,0 ou mais, no caso de efluentes de tratamentos biológico por aeração prolongada, em decorrência da progressiva redução da fração biodegradável, que ocorre durante o tratamento. No caso de efluentes industriais, a faixa de valores dessa relação é bastante ampla, variando de acordo com o tipo de indústria.

Matéria Orgânica Carbonácea

As substâncias orgânicas presentes nos esgotos são constituídas principalmente por compostos de proteínas (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e óleos (8% a 12%) e uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas, metais e outros (em menor escala). Em termos práticos, usualmente não há necessidade de se caracterizar a matéria orgânica em termos de proteínas, gorduras, carboidratos e etc. Neste sentido, adotamos métodos que determinam a matéria orgânica de uma maneira geral (SPERLING, 2005).

Metais

Os principais elementos químicos enquadrados neste conceito são: Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se e Zn. A maioria desses elementos são encontrados naturalmente no ambiente, no entanto, o aumento da sua concentração pode trazer sérios riscos ao meio ambiente.

A maioria dos organismos vivos precisa de alguns poucos metais, e em doses muito pequenos, como é o caso do zinco, do magnésio, do cobalto e do ferro. Já o chumbo, o mercúrio e o cádmio são metais que não existem na natureza, e tampouco desempenham função nutricional em qualquer ser vivo, ou seja, a presença, destes metais em organismos vivos é prejudicial em qualquer concentração. (SPERLING, 2005).

2.2.3. Parâmetros Biológicos

Os processos biológicos dependem muito das condições em que se realiza a atividade biológica para remoção de poluentes, como o processo de estabilização da matéria orgânica no qual os microrganismos se alimentam, convertendo a matéria orgânica em gases, água e outros compostos inertes, além de tecido celular biológico que decanta como lodo (JÚNIOR,2005).

Coliformes totais

Constitui um grande número de organismos, sua presença não significa necessariamente contribuição de fezes humana ou animal, pois estes organismos podem se desenvolver no solo ou na vegetação, e serem carregados com a água de lavagem. O esgoto bruto contém cerca de 10^6 a 10^9 NMP/100 ml de coliformes totais, ou cerca de 10^9 a 10^{12} org/hab/dia (AVEIRO,2010).

Coliformes termotolerantes

Constituem um subgrupo dos coliformes totais, diferenciando-se por serem tolerantes a temperaturas mais elevadas, sendo praticamente de origem fecal. As espécies mais conhecidas são: *Escherichia coli* e em menor grau a *Klebsiella*, *enterobacter* e *Citrobacter*. A *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo CF, sendo abundantes nas fezes humanas e de animais, portanto, esta é a única que dá a garantia de contaminação exclusivamente fecal. O esgoto bruto contém cerca de 10^5 a 10^8 NMP/100 ml de coliformes fecais, ou cerca de 10^8 a 10^{11} org/hab/dia. Além das bactérias existem outros parasitos de grande importância para o processo de tratamento de esgotos (AVEIRO, 2010).

Microorganismos

Os microorganismos indicadores são organismos que respondem ao processo de tratamento de esgoto e às condições ambientais de maneira similar que os patogênicos. O monitoramento da densidade ou concentração desses organismos, provê informação sobre a sobrevivência do grupo dos patogênicos (USEPA, 1992).

Helmintos

As helmintíases são uma doença que afetam entre 25 a 33% da população dos países em desenvolvimento enquanto que nos desenvolvidos, menos de 1.5% (BRATTON & NESSE, 1993). Uma fêmea de *Ascaris lumbricoides* pode eliminar cerca de 200 mil ovos por dia. Assim, a grande quantidade de ovos expelidos, a frequência do parasitismo na população, o grande tempo de sobrevivência no meio externo, associados a fatores ambientais e precárias condições de saneamento, torna a ascariíase uma das helmintoses mais disseminadas no mundo (GODINHO, 2004). Constituem um problema dos países em desenvolvimento, e em particular das regiões onde a pobreza e as condições precárias de saneamento básico dominam (BRATTON & NESSE, 1993).

Protozoários

Em que pesem as incertezas quanto aos riscos reais de saúde impostos pela presença de reduzidas densidades de protozoários em águas tratadas, as evidências disponíveis têm concentrado novas atenções – no caso, de *Cryptosporidium* – e reacendido outras – no caso, de *Giardia* – quanto à necessidade de se aprofundarem os conhecimentos sobre as fontes de contaminação, a distribuição de protozoários em mananciais de abastecimento e a eficiência de remoção desses organismos pelos processos de tratamento (JURANEK, 1995). Considerável atenção e recursos têm sido direcionados para esclarecer a epidemiologia dessas doenças e limitar a propagação desses organismos (DUBEY, 1995, LISLE, 1995, SMITH, 1995).

Cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* apresentam, respectivamente, dimensões de aproximadamente 8-15 µm e 4-6 µm. São, portanto, potencial e significativamente removíveis por filtração. Apesar de ambos possuírem características similares de sedimentação e filtração, pelas próprias dimensões, a remoção de oocistos de *Cryptosporidium* por filtração é algo inferior à de cistos de *Giardia*. Entretanto, *Giardia* e *Cryptosporidium* são – principalmente o segundo – organismos reconhecidamente resistentes à cloração e a eficiência da remoção de oocistos por desinfecção ainda é pouco conhecida (LECHEVALLIER, 1990).

Cianobactérias

Entre os fatores que levam as cianobactérias a predominarem sobre os outros grupos fitoplanctônicos (microalgas), destacam-se as características fisiológicas pelas

quais as cianobactérias assimilam os nutrientes (N e P) do meio aquático. De maneira geral, as cianobactérias são menos eficientes na assimilação desses nutrientes do que as microalgas (algas verdes ou diatomáceas, por exemplo), que, em condições normais, crescem com maior facilidade e intensidade. No entanto, ao produzir uma descarga excessiva de nutrientes nos reservatórios, o homem propicia uma maior oferta desses nutrientes, facilitando assim, a assimilação dos mesmos com predominância das cianobactérias (FUNASA, 2003).

O tipo mais comum de intoxicação envolvendo cianobactérias está associado às hepatotoxinas, cujas espécies já identificadas como produtoras estão incluídas nos gêneros *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia*, *Planktothrix* (*Oscillatoria*), *Nostoc* e *Cylindrospermopsis* (REBOUÇAS, BRAGA E TUNDISI, 2006).

2.3. Legislação Brasileira do Tratamento de Efluentes

RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011, no Art. 3º define que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

; Art. 16. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

I - condições de lançamento de efluentes:

a) pH entre 5 a 9;

b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
- e) óleos e graxas:
 - 1. óleos minerais: até 20 mg/L;
 - 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;
- f) ausência de materiais flutuantes; e
- g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Art. 26. Os ensaios deverão ser realizados por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Os laboratórios deverão ter sistema de controle de qualidade analítica implementado.

§ 2º Os laudos analíticos referentes a ensaios laboratoriais de efluentes e de corpos receptores devem ser assinados por profissional legalmente habilitado.”

Os padrões de lançamento de efluentes estão dispostos no Quadro 01:

PARAMETROS INORGANICOS	VALOR MAXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Quadro 01: Padrões de lançamento de Efluentes.

Fonte: Resolução CONAMA 430, art. 16 de 2011 do MS.

Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

2.3.1. Classificação

As águas doces podem ser classificadas conforme as seguintes especificações da qualidade requerida para os seus usos preponderantes. (CONAMA, 2005).

No Art. 4º da Resolução CONAMA (2005), As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

2.4. Etapas do tratamento de Efluentes

A seguir apresenta-se uma breve descrição das etapas utilizadas na estação de tratamento de efluentes industriais, tendo em vista a classificação do tratamento

preliminar, primário, secundário e terciário, para fins de comparação quanto ao tratamento dos efluentes utilizados no referente trabalho.

2.4.1. Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar de águas residuárias pode ser definido como a remoção de poluentes que podem causar problemas operacionais na planta ou aumento dos serviços de manutenção em equipamentos e instalações. Pode incluir, por exemplo, gradeamento, caixa de decantação de areia, óleos e graxa (JÚNIOR, 2005).

2.4.2. Tratamento Primário

O tratamento primário remove parte do sólidos em suspensão sedimentáveis e parte da matéria orgânica. Utilizam-se operações físicas como peneiramento e sedimentação. Pode incluir tanque de decantação primário, tanque séptico, entre outros (JÚNIOR, 2005).

2.4.3. Tratamento Secundário

Ainda conforme Junior (2005), o tratamento secundário é projetado para remover principalmente matéria orgânica e sólidos em suspensão e dissolvidos. A desinfecção também pode ser incluída nesse nível de tratamento. São utilizadas principalmente os processos de tratamento biológicos, como lodo ativado, lagoas de estabilização, filtro biológico, entre outros.

2.4.4. Tratamento Terciário

O tratamento terciário é projetado para maior eficiência na remoção de nutrientes, principalmente o fósforo e o nitrogênio, que resultam como principal estímulo no processo de eutrofização de corpos d'água, e também na remoção de compostos tóxicos ou não biodegradáveis, insuficientemente removidos no tratamento secundário. Exemplo de tratamento terciário incluem a troca iônica, osmose reversa, ultrafiltração ultravioleta, ozonização, adsorção em leito de carvão ativado, entre outros (JÚNIOR, 2005).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

Os aterros sanitários são o destino da maior parte do lixo gerado no Brasil. Eles são o local mais adequado para resíduos que ainda não podem ser reciclados ou reutilizados. Totalmente diferentes dos lixões, os aterros sanitários seguem uma série de protocolos que protegem o solo, os lençóis freáticos e os cursos d'água, a atmosfera e as populações do entorno.

A empresa responsável pelo Aterro opera um grande número de aterros sanitários em diferentes partes do País. Em todos os aterros sanitários, há controle total da qualidade do solo, da água e do ar. Também conhecidos como Centros de Gerenciamento de Resíduos (CGR), eles oferecem diferentes soluções complementares como unidades para destinação final de resíduos hospitalares, unidades de geração de energia e estação de tratamento de efluentes.

Os aterros sanitários são sistemas de alta eficiência e segurança para impermeabilização do solo, drenagem e coleta de líquidos percolados (chorume), que são descontaminados e viram água de reuso, drenagem e tratamento de gases que contribuem com o efeito estufa, monitoramento geotécnico com relatórios periódicos controlados pelos órgãos ambientais e controle ambiental da fauna e flora.



Figura 1: Aterro do estudo.
Fonte: Google Earth, 2016.

3.1.2. Amostragem

Para a realização do referente trabalho foram coletadas 04 amostras do efluente bruto (entrada) e do efluente tratado (saída) da estação de Tratamento do Aterro em estudo, no período de outubro de 2016 a janeiro de 2017, para as análises seguintes dos parâmetros: óleos e graxas, DBO, temperatura, pH, sólidos sedimentáveis e matérias flutuantes.

Vale mencionar que, por solicitação da coordenação do Aterro, o nome e local do mesmo serão omitidos para esta pesquisa.

As amostras foram recebidas em laboratório, coleta conforme NIT-DICLA 057 do Inmetro e encaminhadas para uma sala de preparo. Assim que as mesmas foram identificadas procedeu-se às análise.

Ressalta-se que as amostras do efluente bruto (entrada) só foram analisados para DBO, respeitando a resolução do CONOMA 430/2011 para os efluentes de saída.

3.2. Metodologia

3.2.1. Análise dos Parâmetros

3.2.1.1 Determinação de pH

Baseou-se na medida eletrométrica do pH que é a determinação da atividade dos íons de hidrogênio por medida potenciométrica, usando eletrodo padrão de vidro e um padrão de referência. Essa determinação segue o método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

O resultado é dado pela leitura feita no Medidor de pH da marca Digimed com dois algarismos significativos. Óleos e graxas podem interferir, causando resposta lenta. O eletrodo deve ser lavado com água deionizada e enxugado com papel absorvente após cada determinação. O eletrodo deve ser deixado em um becker contendo cloreto de potássio 3M quando estiver em repouso.

3.2.1.2. Determinação da Temperatura

Aplica-se a determinação da temperatura em amostras de águas superficiais, águas subterrânea, águas para consumo humano e águas residuais em laboratório e *in*

situ. O método é empregado para determinação da temperatura é o termômetro. Essa determinação segue o método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Os resultados é dado em graus Celsius (°C) com até dois algarismos significativos. Mergulhe o termômetro no fluido de forma que toda a coluna de líquido termométrico fique exposta à temperatura que se deseja medir. Esperar que o líquido termométrico estabilize na temperatura indicada em seguida efetuar correções conforme certificado de calibração, se necessário.

3.2.1.3. Determinação de sólidos sedimentáveis (cone de Imhoff)

Aplica-se às águas de abastecimento público, naturais em geral e de abastecimento industrial. Sólidos sedimentáveis são constituídos de material em suspensão de maior tamanho e de densidade maior que a da água, que se deposita no fundo do Cone de Imhoff, quando o sistema está em repouso, podendo ser expresso em peso ou volume. Essa determinação segue o método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

O resultado é dado pela leitura do depósito no fundo do cone, e é dado em mL/L com 1 casa decimal e 2 algarismos significativo. O método não inclui materiais flutuantes que possam separar-se durante a sedimentação.

3.2.1.4. Determinação de óleos e graxas

Este método é aplicável em águas de superfície, subterrâneas e salinas, efluentes industriais e efluentes domésticos.

São considerados óleos e graxas os ácidos graxos, as gorduras animais, os sabões, as graxas, as ceras, os óleos vegetais e qualquer substância que o solvente consiga extrair de um litro de amostra que é acidificada a $\text{pH} < 2$ e é extraída com três porções de n-Hexano em funil de separação. O extrato é seco com sulfato de sódio anidro.

O solvente é evaporado e o óleo é dessecado e pesado. Para a determinação de Óleos e graxas minerais, os hidrocarbonetos totais de petróleo tratar o extrato com sílica antes de evaporar o solvente. Todos os óleos de cadeia polar são adsorvidos pela sílica gel, que não se volatilize durante a evaporação.

Solventes orgânicos têm a habilidade para dissolver não somente óleos e graxas, mas também, outras substâncias orgânicas. Quaisquer substâncias solúveis no solvente, filtráveis, que são extraídas e recuperadas que são definidas como óleos e graxas (por exemplo: enxofre elementar, compostos aromáticos complexos, hidrocarbonetos contendo cloro, enxofre, nitrogênio, e certos corantes orgânicos).

Nenhum solvente conhecido dissolverá somente óleos e graxas. Residuais mais pesados de petróleo podem conter uma porção significativa de materiais que não são extraíveis por solvente. A remoção de solvente resulta na perda de hidrocarbonetos de cadeia curta e aromáticos simples por volatilização.

Portanto os óleos e graxas são definidos pelo método e pelo solvente empregados. O método usualmente empregado nessa determinação é o da extração por solvente orgânico. A quantidade de matéria restante no balão, após a evaporação do solvente, é considerada óleos e graxas. Essa determinação segue o método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

O resultado da quantidade de óleos e graxas na amostra é dado pela fórmula abaixo:

$$\text{mg/L de óleos e graxas totais} = \frac{P2(\text{mg}) - P1(\text{mg})}{V \text{ frasco(L)}}, \text{ onde:}$$

P1(mg) – peso do béquer vazio, limpo e seco em mg

P2(mg) – peso do béquer+ amostra em mg

V frasco(L) – volume de amostra em L

$$\text{mg/L de óleos e graxas minerais} = \frac{P3(\text{mg}) - P1(\text{mg})}{V \text{ frasco(L)}}, \text{ onde:}$$

P1(mg) – peso do béquer vazio, limpo e seco inicial em mg

P3(mg) – peso do béquer+ amostra após passar pela sílica em mg

V frasco(L) – volume de amostra em L

mg/L de óleos e graxas vegetais e animal =

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de óleos e graxas totais} - \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de óleos e graxas minerais}$$

O resultado é expresso em mg / L e com três algarismos significativos. Os óleos e graxas saponificados tendem a permanecer na forma de emulsão, que se quebra

acidificando com 1 ml de álcool isopropílico. Frações de baixo ponto de ebulição, tais como óleos lubrificantes, querosene e gasolina, se perdem, total ou parcialmente, por evaporação na temperatura necessária para remover os últimos traços do solvente. O método, tal como apresentado. Neste caso, determina-se a quantidade de óleo, expressa em volume/volume, e a concentração de óleos e graxas na porção aquosa expressa em mg/L.

3.2.1.5. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Inicialmente é determinado o valor da Demanda Química de Oxigênio (DQO). Com base nesse valor, alíquotas das amostras são diluídas e, se necessário semeadas, colocadas em frascos específicos para DBO completamente selados e mantidos em uma incubadora a 20° C por 05 dias. O oxigênio é medido antes e após a incubação e a diferença é dada como DBO. Juntamente com a amostra é analisado um padrão misto com DBO conhecida, para garantir a eficácia da solução semente usada.

Baseia-se na quantificação do oxigênio consumido pela matéria orgânica presente em uma amostra através da oxidação biológica promovida pelos microorganismos no período de cinco dias a 20°C. Durante o processo de oxidação ocorre liberação de gás carbônico que reage com o hidróxido de sódio presente no recipiente de ensaio, provocando a formação de vácuo no meio. A pressão negativa medida pelo sensor eletrônico em função do CO₂ liberado corresponde ao oxigênio utilizado na matéria orgânica e conseqüentemente à demanda bioquímica de oxigênio da amostra. Essa determinação segue o método descrito no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

O resultado da DBO na amostra é dado pela fórmula abaixo:

$$DBO = \frac{[(OD\ inicial - OD\ final) - fc] \times Volume\ do\ frasco}{Volume\ da\ amostra}$$

Caso a leitura tenha sido efetuada com 4, 6 ou 7 dias efetuar o cálculo abaixo:

$$DBO = \frac{[(OD\ inicial - OD\ final) - fc] \times Volume\ do\ frasco}{Volume\ da\ amostra} \times F_{dias}$$

Fc = Fator de correção: OD inicial do branco – OD final do branco

F dias = Fator de dias de acordo com o item 3 das Notas a seguir.

Notas:

O Fator de Correção deve estar na faixa de 0,5 a 1,5. Se o valor estiver fora desta faixa, a massa de Gorduraklin pode ser diminuída ou aumentada. Verificar também a qualidade da água de diluição.

1- Se o OD final for $< 2,0$ mg/L a análise deverá ser refeita com menor volume de amostra. Obter uma estimativa através da análise de DQO;

2- Se o volume da amostra for $< 50,0$ mL e OD inicial - OD final for $< 1,0$ mg/L, refazer a análise com um volume maior de amostra;

3- Caso a 2ª leitura da amostra seja realizada fora do prazo normal (5 dias), efetuar as correções de valores, segundo a tabela abaixo:

* 4 dias valor da DBO encontrado x 1,133

* 6 dias valor da DBO encontrado x 0,907

* 7 dias valor da DBO encontrado x 0,850

4- Caso haja formação de bolhas de ar dentro do frasco, durante qualquer etapa, descartar, pois a mesma contribuirá para elevar o resultado de DBO;

5- Amostras com resultado insatisfatório ou que suscitem dúvidas, deve ser solicitada a coleta.

O resultado é expresso em mg O₂ / L e com 2 casas decimais. Estima-se um valor aproximado de DBO como sendo a metade do valor de DQO encontrado.

A temperatura de incubação da amostra interfere na metabolização da matéria orgânica, deve ser 20°C. O pH da amostra interfere no comportamento do microrganismo, deve-se ajustar o pH na faixa de 6,5 – 7,5. A qualidade da água de diluição interfere no desenvolvimento dos microrganismos. A água de diluição padronizada deverá conter quantidade apropriada de nutrientes minerais e de solução tampão.

A presença de luz estimula a produção de oxigênio pelas algas nas amostras, a incubação deve ser procedida no escuro. O cloro e demais agentes desinfetantes

interferem. O tempo de incubação interfere na quantidade e no tipo de matéria orgânica oxidada.

Os frascos de incubação devem ser hermeticamente fechados para que não haja vazamentos. A quantidade de hidróxido utilizada interfere se a quantidade requerida para absorção do CO₂ não for adequada, portanto deve-se utilizar uma quantidade de hidróxido em excesso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No laboratório no qual foi analisado todos os parâmetros acima mencionados, utilizou-se um padrão de referência, a qual possui o resultado bem definido. A inclusão de amostras-controles na rotina do referente laboratório possibilitou a detecção de possíveis erros devido a contaminações, falha dos operados, entre outros.

Cabe mencionar também que, atendendo ao pedido da supervisão do laboratório no qual foi realizada tal pesquisa e análise, o mesmo não terá seu nome divulgado neste trabalho de conclusão de curso.

4.1. Determinação de óleos e Graxas

A Tabela 01 apresenta os resultados das análises de Óleos e graxas, minerais e óleos vegetais e gorduras animais, referentes às quatro coletas realizadas entre outubro/2016 a janeiro/2017.

Parâmetros				
Mês	Amostra	Óleos e Graxas mg/L	Óleos Minerais mg/L	Óleos Vegetais e Gordura Animais mg/L
Outubro/16	A	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Novembro/16	B	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Dezembro/16	C	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Janeiro/17	D	< 5,0	< 5,0	< 5,0

Tabela 01: Valores dos parâmetros obtidos da saída da estação de tratamento do Aterro para o parâmetro Óleos e Graxas.

Fonte: Autora, 2017.

As concentrações de óleos e graxas no efluente do aterro, apresentaram resultados dentro do padrão permitido pela Resolução CONAMA Nº 430/2011, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes no artigo 16º, no qual determina que o descarte de fontes poluidoras de óleos e graxas minerais só poderá ser feito direta ou indiretamente na rede coletora no limite de 20 mg/L e todas as amostras de óleos vegetais e gorduras animais encontram-se abaixo do limite máximo de 50 mg/L.

Para determinar óleos e graxas (mg/L), utilizamos;

$$\text{mg /L de óleos e graxas totais} = \frac{P2(\text{mg}) - P1(\text{mg})}{V \text{ frasco(L)}}, \text{ onde:}$$

P1(mg) – peso do béquer vazio, limpo e seco em mg

P2(mg) – peso do béquer+ amostra em mg

V frasco(L) – volume de amostra em L

$$\text{mg/L de óleos e graxas minerais} = \frac{P3(\text{mg}) - P1(\text{mg})}{V \text{ frasco(L)}}, \text{ onde:}$$

P1(mg) – peso do béquer vazio, limpo e seco inicial em mg

P3(mg) – peso do béquer+ amostra após passar pela sílica em mg

V frasco(L) – volume de amostra em L

mg/L de óleos e graxas vegetais e animal =

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de óleos e graxas totais} - \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ de óleos e graxas minerais}$$

4.1.2. Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Tabela 02 apresenta os resultados das análises de DBO da entrada e da saída, referentes às quatro coletas realizadas entre outubro/2016 a janeiro/2017.

Parâmetros			
Mês	Amostra	DBO (Entrada) mg/L	DBO (Saída) mg/L
Outubro/16	A	19,09	7,2
Novembro/16	B	7,54	< 1,6
Dezembro/16	C	10,25	2,9
Janeiro/17	D	20,53	7,59

Tabela 02: Valores dos parâmetros obtidos da saída da estação de tratamento do Aterro para o parâmetro DBO.

Fonte: Autora, 2017.

Para calcular o valor de DBO(mg/L), dos efluentes brutos (entrada) e dos efluentes tratados (saída), utilizamos:

$$DBO = \frac{[(OD\ inicial - OD\ final) - fc] \times Volume\ do\ frasco}{Volume\ da\ amostra}$$

Caso a leitura tenha sido efetuada com 4, 6 ou 7 dias efetuar o cálculo abaixo:

$$DBO = \frac{[(OD\ inicial - OD\ final) - fc] \times Volume\ do\ frasco}{Volume\ da\ amostra} \times F_{dias}$$

Fc = Fator de correção: OD inicial do branco – OD final do branco

F dias = Fator de dias

Para calcular a eficiência de remoção mínima de 60%, utilizados:

$$EF (\%) = \frac{DBO_e - DBO_s}{DBO_e} \times 100, \text{ onde:}$$

EF (%) = Eficiência de remoção em porcentagem

DBO_e = DBO entrada do reator biológico

DBO_s = DBO saída final.

DBO		
Mês	Amostra	Eficiência de remoção %
Outubro/16	A	62,28
Novembro/16	B	78,78
Dezembro/16	C	71,70
Janeiro/17	D	63,03

Tabela 03- Valores da eficiência para remoção mínima de 60% do DBO.

Fonte: Autora, 2017.

Os resultados indicam que no período de outubro/2016 a janeiro/2017, o sistema apresentou uma eficiência média de remoção de DBO de 68,94%, com valores máximos atingidos de 78,78% no mês de novembro de 2016 para remoção de DBO. Os valores de eficiência encontrados no período de outubro/2016 a janeiro/2017 ficaram dentro dos valores de eficiência para o sistema de tratamento citado no CONOMA para o tratamento de efluente de saída.

4.1.3. Determinação da temperatura, pH, Sólidos Sedimentáveis e Materiais Flutuantes

A Tabela 04, apresenta os resultados das análises de temperatura, pH, sólidos sedimentáveis e dos materiais flutuantes, referentes às quatro coletas realizadas entre outubro/2016 a janeiro/2017.

Parâmetros					
Mês	Amostra	Temperatura °C	pH	Sólidos Sedimentáveis mL/L	Materiais Flutuantes
Outubro/16	A	24,3	7,38	0,7	Ausência
Novembro/16	B	23,5	1,28	< 0,1	Ausência
Dezembro/16	C	27,8	7,57	< 0,1	Ausência
Janeiro/17	D	24,0	7,70	0,1	Ausência

Tabela 01: Valores dos parâmetros obtidos da saída da estação de tratamento do Aterro para o parâmetro pH, Sól. Sedimentáveis, Temperatura e Materiais Flutuantes.

Fonte: Autora, 2017.

De acordo com a Resolução CONAMA N°430, de 13 de maio de 2011, nos padrões de lançamento de efluente, a temperatura tem que ser inferior a 40°C, e não exceder a 3°C no limite da zona de mistura, o efluente apresentou a temperatura média de 24,9°C, confirmando que o efluente da indústria está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

Na amostra de efluente de saída, demonstra-se uma uniformidade do efluente próximo do neutro, apresentou pH médio de 7,48 o que indica que o efluente está em conformidade com a Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011, para padrões de lançamento de efluente pH entre 5 e 9, caracterizando a eficiência do tratamento biológico.

Os materiais sedimentáveis de acordo com a resolução 430/2011 (CONAMA) rege que em concentrações de até 1mL/L o efluente está em condições para o lançamento no corpo receptor. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes. As amostras estava com os materiais flutuantes ausentes, por tanto nos meses de outubro/16, novembro/16, dezembro/16 e janeiro/17 a ETE obteve 100% de eficiência atendendo a legislação vigente. As análises de sólidos sedimentáveis, obtidos no trabalho corresponderam aos parâmetros permitidos pela legislação ambiental vigente.

5. CONCLUSÕES

Através deste trabalho, pode-se estabelecer uma avaliação do sistema de tratamento de efluentes, no período de outubro/16 a janeiro/17.

Tendo em vista as análises realizadas para elaboração desta pesquisa, foi possível chegar a algumas conclusões referentes ao sistema de tratamento de efluente, citadas abaixo.

A eficiência média total de remoção de DBO do tratamento de efluentes do aterro foi de 68,94% para o período de outubro/16 a janeiro/17. Tal valor demonstra que o sistema está atuando satisfatoriamente para a remoção da carga poluidora do efluente, de acordo com os dados do CONOMA 430/2011 para o tratamento de efluente da saída.

Os valores médios obtidos para pH, temperatura, dos sólidos sedimentais e materiais flutuantes, estiveram dentro do recomendado pelo CONAMA 430/2011.

. As concentrações de óleos e graxas no efluente do aterro apresentaram resultados dentro do padrão permitido pela Resolução CONAMA N° 430/2011.

Sendo assim, é importante que esses resultados (fatos) sejam mantidos, pois são parâmetros de controle determinantes para o perfeito funcionamento do sistema de tratamento de efluentes.

Diante do exposto este trabalho analisou parâmetros fundamentais para o sistema de tratamento de efluentes líquidos, proporcionando uma visão abrangente desta área indispensável para a preocupação ambiental e na busca de um mundo mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, R.M. **Tratamento biológico das águas residuárias**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos- UNICAMP. 2004.

AVEIRO, L.G. **Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

BUDA, J.F. **Segurança e Higiene no Trabalho em estação de Tratamento de esgoto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2004.

BRASIL; Ministério da Saúde; Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 4 ed. rev. Brasília. 2006.

BRATTON, R; NESSE, R. **Ascariasis: an infection to watch for in immigrants**. Postgraduate Medicine. Minneapolis, v.93, p.171–178. 1993.

CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e do sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 2009.

CONOMA. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, altera pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DALTRO, F.J. **Saneamento Ambiental: Doença, Saúde e o Saneamento da Água**. São Cristóvão. Editora da UFS; Aracaju, Fundação Oviêdo Texeira. 2004.

DUBEY JP, SPEER CA, FAYER R. **Cryptosporidiosis of man and animals**. Boca Raton: Ed. CRC Press. 1990.

EATON, A.D; CLESCRI L.S.; RICE E.W et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd. Ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 2550 B.

FERNANDES, C. **esgotos domésticos**. João Pessoa. Editora da UFPB. 1997.

JORDÃO, E. P. e PESSOA, A. C. **tratamento de esgotos**. 2ª edição. CETESB, São Paulo. 1995. 544p.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde, 2003. **Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano na Saúde Pública e Processos de Remoção em Água para Consumo Humano**. Disponível em <http://www.bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes>. Acessado em fevereiro de 2017.

GIORDANO, G. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos**. Niterói – RJ, 1999. 137 p. Dissertação de Mestrado (Ciência Ambiental) Universidade Federal Fluminense. 1999.

GODINHO, V.A; CHERNICHARO, C.A.L; HONORIO, K.B. **Caracterização de Lodos Gerados em Sistemas de Tratamento de Esgotos quanto à presença de Ovos de Helmintos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2003. Joinville.Anais.Joinville: ABES. 2003

HENSE, M, HARREMÕES, P, JANSEN, JC, ARVIN, E. **Wastewater treatment: biological and chemical processes**. Berlin: Springer Verlag. 1995.

JÚNIOR, P.A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Coleção ambiental. São Paulo, Barueri. Manole. 2005.

JURANEK, D.D; ADDISS. D.G, BARTLETT, M.E. **Cryptosporidiosis and public health: Workshop report**. Journal American Water Works Association. 1995; p.69-80.

LA ROVERE, E.L; D`AVIGOGNON, A; PIERRE, C.V; KLIGERMAN, D.C; SILVA, H. V.O; BARATA, M.M; LE MALHEIROS, T.M.M. **Manual de Auditoria Ambiental para Estações Domésticos de Tratamento de Esgotos**. Rio de Janeiro. Qualitymark. 2002. 145p.

LECHEVALLIER MW, NORTON WD. **Giardia and Cryptosporidium in raw and finished water**. Journal American Water Works Association. 1995.

LISLE JT, ROSE JB. **Cryptosporidium contamination of water in the USA and UK: a mini-review**. Journal of Water Supply Research and Technology – Aqua. 1995.

MARTINELLI, A; NUVOLARI, A; D`ALKMIN, T.D; RIBEIRO, T.J; MIYASHITA, J. N; RODRIGUES, B.R; ARAUJO, R. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2^a ed. ver. atualizada e ampliada. São Paulo: Blucher. 2011.

METCALF, L, EDDY,HP. **Wastewater engineerin: treatmen, disposal and reuse**. Nova York: MacGraw- Hill. 1991.

GIORDANO, G. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos**. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 1999.

REBOUÇAS, A. C. BRAGA, B. TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3^a Edição, São Paulo: Editora Escrituras. 2006.

RESOLUÇÃO nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.

SAWYER, C. N., MCCARTY, P. L., PARKIN, G. F. **Chemistry for Environmental Engineering and Science**. McGraw-Hill. 2003.

SERLING, M.V. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte, Vol II, EDUFMG.1996.

SMITTH HV, ROBERTSON LJ, ONGERTH JE. **Cryptosporidiosis and giardiasis: the impact of waterborne transmission**. Journal of Water Supply Research and Technology – Aqua. 1995;44(6):258–274.

SPERLING, V.M. **Introdução a qualidade da água e do tratamento do esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452p.

SPERLING, V.M. **Introdução a qualidade da água e do tratamento do esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2005. 452p

US-EPA. **Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge EPA/625/R-92-004**. Washington, D.C. 1992.

VIEL, R. **Estudo do Funcionamento da Estação de Tratamento de Esgotos do Campus da Fundação Oswaldo Cruz**..Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fiocruz, Rio de Janeiro. 1994.54p

CURRÍCULO DA ALUNA

FORMAÇÃO

- **Centro de Educação Tecnológica de Sergipe – CEFET-SE**
Curso: Técnico em Química com Habilitação em Alimentos.
Conclusão em 2008/2.
- **Centro de Educação Tecnológica de Sergipe – CEFET-SE**
Curso: Técnico em Análises e Processos Químicos.
Conclusão em 2010/1.
- **Universidade Federal de Sergipe – UFS**
Química Bacharelado
Conclusão em 2013/1.
- **Especialização em Esp. Auditoria, Perícia Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.**
Andamento pela FANESE

PERFIL PROFISSIONAL

- **Perícia Ambiental**
Instituição: EngCursos
- **Implantação de Agroindústria Alimentícia**
Instituição: Universidade Federal de Sergipe – UFS
- **Oficina em Avanços em Análise Sensorial**
Instituição: Universidade Federal de Sergipe – UFS
- **Curso de Análise Sensorial**
Instituição: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
- **I Seminário Sergipano de Alimentos (“A pesquisa em Alimentos no Estado de Sergipe”)**
Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica de Sergipe – CEFET-SE
- **Mini-Curso de Controle e Qualidade de Leite**
Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica de Sergipe – CEFET-SE
- **Curso de Embalagens**
Instituição: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
- **Workshop Sedimentos Aquáticos e Poluição por Metais Pesados**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Seminário de Segurança e Meio Ambiente**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Seminário Solo/Água**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS

- **Seminário Técnica de Absorção Atômica**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPCL) Princípios e Aplicações.**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Fluorescência e Química Forense**
Local: 32º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – Fortaleza-CE
- **O Ensino e a Pesquisa como Subsídio para Estudos da Qualidade da Água**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Alimentos, Nutrição e qualidade de vida.**
Instituição: Universidade Federal de Sergipe – UFS
- **Análise de Águas e Alimentos - A Contribuição da Cromatografia Líquida e Iônica**
Instituição: Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS
- **Soluções Analíticas para as áreas Ambiental e de Alimentos em Potenciometria e Cromatografia de Íons.**
- **Introdução à Técnica de Espectrometria de Fluorescência de Raio X**
- **Importância de Estudos Multidisciplinares em Plantas Medicinais.**
Instituição: Universidade Federal de Sergipe – UFS
- **Uso de Técnicas de Análise Multivariada na Avaliação de Resultados Ambientais.**
Instituição: Universidade Federal da Bahia – UFBA
- **Curso de curta duração em Coleta de Amostras Ambientais**
Instituição: Terra Viva Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.
- **Curso de curta duração em Estatística para Laboratórios.**
Instituição: Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP, Aracaju, Brasil
- **Curso de curta duração em Interpretação da Norma ABNT ISO/IEC 17025:2005.**
Instituição: Terra Viva Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.
- **Curso de curta duração em Validação de Métodos Analíticos.**
Instituição: Terra Viva Meio Ambiente e Segurança Ocupacional.
- **Curso de curta duração em Avaliação da Incerteza - Ferramenta da Qualidade**
Instituição: Rede de Saneamento e Abastecimento de Água, RESAG, Brasil

- **Curso de curta duração em Curso de ICP-OES.**
Instituição: Perkin-Elmer Corporation, P.E.C., Estados Unidos
- **Curso de curta duração em Outorga do Direito de Uso dos Recursos Hídricos.**
Instituição: Agência Nacional de Água - ANA
- **Auditor Interno NBR ISO 17025:2017 e NBR ISO 19011:2012**
Instituição: Estado da Arte
- **Auditor Interno NBR ISO 9001:2015; NBR ISO 14001:201; ISO 45001:2018 e NBR ISO 19011:2012**
Instituição: Estado da Arte

EXPERIÊNCIAS

- **Estágio no Instituto Tecnológico de Pesquisa do Estado de Sergipe – ITPS**
Área de Atuação: Química Analítica com sub-área Análise de traços e Química Ambiental, com ênfase na determinação de metais empregando Absorção Atômica e Cromatografia e experiência na área de Ciências e Tecnologia de Alimentos.
Ano: 2007/ 2010.
- **Estágio pelo Projeto MARSEAL/Petrobrás.**
Área de Atuação: Química Analítica com sub-área Análise de traços e Química Ambiental, com ênfase na determinação de metais empregando Absorção Atômica e Análise de Fósforo em Sedimentos.
Ano: 2010/ 2012.
- **Gerente de Infra-estrutura Tecnológica**
Área de Atuação: Lotada no Laboratório de Águas, realizando análises de metais no Absorção Atômica e ICP-OES em água, efluentes e alimentos.
Ano: 2013/2014
- **Coordenação do Laboratório de Estudos Ambientais - ITP**
Área de Atuação: em Análise de metais por ICP-OES e Absorção Atômica, físico química e Cromatográficas em água, efluente e alimentos. E Responsável Técnica do Instituto de Tecnologia e Pesquisa - ITP
Ano: 2014/Atual