



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JOSIANE GASPARINI MARCONDES

TRATAMENTO DE EFLUENTES

Assis

2012

JOSIANE GASPARINI MARCONDES

TRATAMENTO DE EFLUENTES

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientador: Dra Silvia Maria Batista de Souza

Área de Concentração: Química

Assis

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

MARCONDES, Josiane Gasparini

Tratamento de água/ Josiane Gasparini Marcondes. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

49p.

Orientador: Dra Silvia Maria Batista de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Eletroflotação. 2.Eletrocoagulação. 3.Tratamento Eletrolítico

CDD:660
Biblioteca da FEMA

TRATAMENTO DE EFLUENTES

JOSIANE GASPARINI MARCONDES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Dra Silvia Maria Batista de Souza

Analisador: Ms Patrícia Cavani Martins de Mello

Assis

2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Arlindo
Marcondes e Roseneide G. Marcondes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que sempre me deu coragem e ânimo pra nunca desistir e chegar ate aqui.

Em especial agradeço ao meu pai e minha mãe, que sempre me apoiaram e foram o meu porto seguro durante toda esta caminhada.

A professora, Dra Silvia Maria Batista de Souza, pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho, e também a todos os outro professores que fizeram parte da minha vida, e principalmente aos professores da faculdade que foram responsáveis pela minha formação.

A todos os meu amigos, que mesmo nas horas mais difíceis estavam sempre ao meu lado, mais em especial aos meus amigos Eduardo, Bruno José, Adrienne e Talita, agradeço também ao meu namorado Diego que me deu incentivo e força para concluir mais essa etapa e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

“A mente que se abre a uma nova
ideia jamais voltara ao seu tamanho
original”.

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho descreve alguns dos principais métodos de tratamento de efluente, tais como os processos físicos, biológicos e químicos; em especial o processo eletrolítico. Esse último, por sua vez se divide em três principais etapas, sendo elas a eletrofloculação, eletocoagulação e a eletroflotação, tendo em vista que todos esses métodos de tratamento buscam manter a preservação do meio ambiente. O presente trabalho demonstra também o reaproveitamento do resíduo oriundo do tratamento eletrolítico, para a produção de um produto secundário, mostrando assim que esse tipo de tratamento se faz eficiente para a não degradação ambiental.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes; Processo eletrolítico; Degradação ambiental.

ABSTRACT

This paper describes some of the principal methods of effluent treatment, such as physical, biological and chemicals process; in special the electrolytic process. The last one is divided in three main steps, being the electroflocculation, electrocoagulation and the electroflotation, in view that these treatments methods seeks keep the preservation of the environment. The present study also demonstrates the recycling of a residue coming from the electrolytic treatment, to produce a secondary product, shown thus that this type of treatment is efficient to don't make environmental degradation.

Keyword: Effluent treatment; Electrolytic process; Environmental degradation.

LISTA DE FIGURA

Figura 1	– Fluxograma dos processos de tratamento de efluentes.....	19
Figura 2	–Grade de contenção de uma estação de tratamento de esgoto.....	20
Figura 3	– Peneira rotativa.....	21
Figura 4	–Sistema típico de sucessivos tanques de decantação para a sedimentação dos sólidos dos efluentes.....	22
Figura 5	–Flotação por injeção de ar.....	23
Figura 6	– Principais reações decorrentes no metal.....	28
Figura 7	– Reações de hidrolise do alumínio.....	29
Figura 8	– Dispositivo para eletrodeposição do cobre.....	34
Figura 9	– Efluente antes do tratamento.....	37
Figura 10	– Efluente a ser tratado com os eletrodos e fonte de tensão.....	38
Figura 11	– Efluente após inicio do tratamento e após 12h do termino do tratamento.....	38
Figura 12	– Matéria graxa removida do efluente.....	41
Figura 13	– Sabão.....	42

LISTA DE TABELA

Tabela 1	– Quantidade requerida para saponificação da massa base.....	39
Tabela 2	– Quantidades utilizadas para saponificação com adição da matéria graxa.....	40
Tabela 3	– Quantidades utilizadas para saponificação com adição da matéria graxa.....	40

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA ÁGUA.....	15
2.1	COR.....	15
2.2	TURBIDEZ.....	15
2.3	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	16
2.4	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	16
2.5	POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH).....	17
2.6	ÓLEOS E GRAXAS.....	17
3	TIPOS DE TRATAMENTOS PARA EFLUENTES INDUSTRIAIS.....	19
3.1	PROCESSOS FÍSICOS.....	20
3.1.1	Gradeamento.....	20
3.1.2	Peneiramento.....	21
3.1.3	Sedimentação ou Decantação.....	21
3.1.4	Flotação.....	22
3.2	PROCESSOS BIOLÓGICOS.....	23
3.2.1	Processo Biológico Aeróbico.....	24
3.2.2	Processo Biológico Anaeróbico.....	24
3.3	PROCESSOS QUÍMICOS.....	24
3.3.1	Cloração.....	25
3.3.2	Ozonização.....	25
3.3.3	Radiação Ultravioleta.....	25

4	PROCESSO ELETROLÍTICO.....	27
4.1	HISTÓRICO.....	27
4.2	PROCESSOS DECORRENTES DO TRATAMENTO ELETROLÍTICO.....	27
4.2.1	Eletrofloculação.....	28
4.2.2	Eletroflotação.....	29
4.2.3	Eletrocoagulação.....	29
5	POLUIÇÃO EM ÁGUAS DECORRENTES DE ÓLEOS E GRAXAS.....	31
6	APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: PROCESSOS ELETROLÍTICOS.....	33
7	MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
7.1	MATERIAS E REAGENTES.....	36
7.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	37
7.2.1	Fabricação do sabão.....	39
8	RESULTADOS E DISCUSÕES.....	41
9	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

A quantidade total de água no planeta Terra tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos. A distribuição dos volumes estocados nos principais reservatórios de água da Terra mostra que 97,5% do volume total constituem os oceanos e mares sendo somente 2,5% é de água doce. Porém, a maior parte dessa água encontra-se congelada nas calotas polares e nas geleiras ou ainda se situa no subsolo. Assim, somente 0,3% da água existente no planeta Terra encontram-se acessível, podendo ser utilizada pelo ser humano para o consumo, irrigação e usos gerais (FELIX et al., 2005).

Atualmente, com o surgimento de problemas relacionados à escassez e poluição de água nos grandes centros urbanos, há um grande interesse por parte de vários setores econômicos, ambientais e políticos pelo tratamento adequado da água (SAUTCHÚK et al., 2009).

Os tratamentos de efluentes industriais estão diretamente ligados a preservação ambiental, sendo que estes envolvem a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria (CRESPILHO et al., 2004).

Os processos de tratamento de efluentes antes de serem adotados devem levar em consideração os seguintes fatores: os custos de investimento; a qualidade e a quantidade de resíduo gerado na estação de tratamento de efluente; a qualidade do efluente tratado; a geração de odor; a segurança operacional; a confiabilidade para o atendimento à legislação ambiental, e também a possibilidade de reuso dos efluentes tratados (GIORDANO, 1999).

O presente trabalho tem como objetivo realizar, por processo eletrolítico, o tratamento de efluentes industrial contendo alto teor de matéria graxa e óleo e converter esse resíduo em produtos secundários.

2. PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA ÁGUA

Os principais parâmetros relacionados a qualidade da água são parâmetros físico-químicos e microbiológicos, tais como: cor, turbidez, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), pH e óleos e graxas.

2.1 COR

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico. Dentre os colóides orgânicos, pode-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos.

Há também compostos inorgânicos tais como ferro, capaz de provocar os efeitos de matéria em estado coloidal (CETESB, 2012).

2.2 TURBIDEZ

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento da luz, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plânctons em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas

dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas (CETESB, 2012).

2.3 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGÊNIO

A $DBO_{5,20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $DBO_{5,20}$ 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, 2012).

2.4 DEMANDA QUIMICA DE OXIGÊNIO

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. 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 $DBO_{5,20}$ para observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2012).

2.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (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. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação estadual, os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (CETESB, 2012).

2.6 ÓLEOS E GRAXAS

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros, são raramente encontradas em águas naturais, normalmente são oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas, óleos e graxas, de acordo com o procedimento analítico empregado, consiste no conjunto de substâncias que em determinado solvente consegue-se extrair da amostra e que não se volatiliza durante a evaporação do solvente a 100°C. Essas substâncias, solúveis em n-hexano, compreendem ácidos graxos, gorduras animais, sabões, graxas, óleos vegetais, ceras, óleos minerais, etc. Este parâmetro costuma ser identificado também por MSH – material solúvel em hexano. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, entre eles os de refinarias, frigoríficos, saboarias, etc, a presença de material graxo nos corpos hídricos, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área

de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa maneira, a transferência de oxigênio da atmosfera para a água (CETESB, 2012).

3. TIPOS DE TRATAMENTOS PARA EFLUENTES INDUSTRIAIS

Um sistema de tratamento de efluentes é constituído por uma série de etapas e processos, os quais são empregados para a remoção de substâncias indesejáveis da água ou para sua transformação em outra forma que seja aceitável pela legislação ambiental, os principais processos de tratamento são reunidos em um grupo distinto, sendo eles os processos físicos, químicos e biológicos (PROJETO MUNICIPIO VERDE, 2012).

Os principais processos estão sendo representados na figura 1.

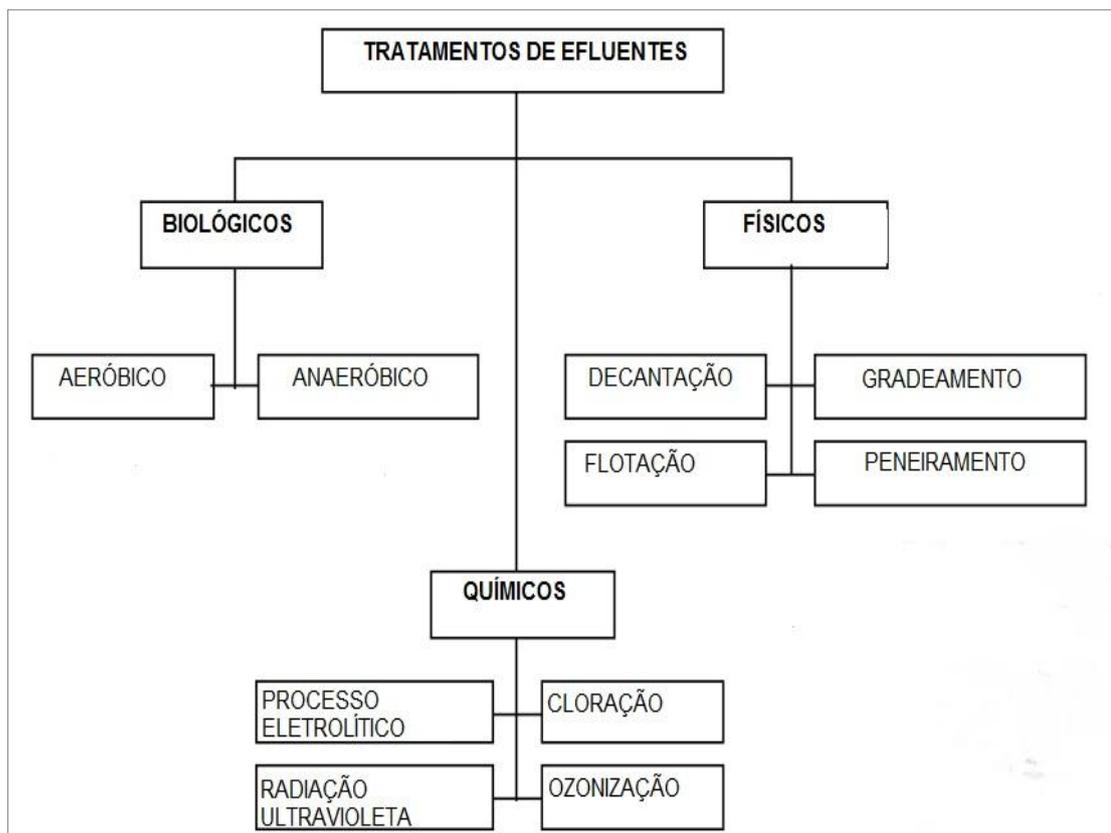


Figura 1: Fluxograma dos processos de tratamento de efluente

3.1 PROCESSOS FÍSICOS

Dentre os vários processos de tratamento de efluentes, pode-se destacar os processos físicos, que são caracterizados por métodos de separação de fases, sendo que este fato pode ocorrer através de gradeamento, peneiramento, sedimentação ou decantação e por flotação dos resíduos (CRESPILHO, et al., 2004)

3.1.1 Gradeamento

O sistema de gradeamento tem por objetivo reter o material sólido grosseiro em suspensão no esgoto, para proteger tubulações, válvulas, bombas e outros equipamentos. O gradeamento pode ser feito utilizando grades constituídas por barras metálicas paralelas e igualmente espaçadas (de limpeza manual) ou por grades mecanizadas (de limpeza mecânica) (BRANDÃO; CASTILHO. 2001).

Um dos principais modelos de grades pode ser visualizado na figura 2.



Figura 2: Grade de contenção de uma estação de tratamento de esgoto (In: FRANCANOTÍCIAS, 2012)

3.1.2 Peneiramento

O peneiramento tem como objetivo principal, a remoção de sólidos grosseiros com granulometria maior que 0,25 mm. As peneiras podem ser classificadas em estáticas e rotativas estas devem ser usadas principalmente, em sistemas de tratamento de águas residuárias industriais, sendo que em muitos casos, os sólidos separados podem ser reaproveitados (MELLO, 2007).

A figura 3 apresenta um dos vários modelos de peneiras rotativas que podem ser encontradas no mercado atualmente.



Figura 3: Peneira rotativa (In: CARREIRA, 2006)

3.1.3 Sedimentação ou Decantação

O processo de sedimentação reduz parte da matéria orgânica presente nos esgotos, removendo os sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes, pois o processo ainda contém sólidos em suspensão, não grosseiros, e mais pesados que a parte líquida. O processo de sedimentação ocorre em decantadores ou tanques de

sedimentação, nos quais os sólidos se sedimentam, indo para o fundo destes, formando assim o lodo primário bruto (MELLO, 2007).

Na figura 4 pode ser observado um dos tipos de tanques de decantação mais convencionais.



Figura 4: Sistema típico de sucessivos tanques de decantação para a sedimentação dos sólidos dos efluentes (In: TASAÍCO, 2007).

3.1.4 Flotação

A flotação é uma técnica de separação de misturas que consiste na introdução de bolhas de ar a uma suspensão de partículas. Com isso, verifica-se que as partículas aderem às bolhas, formando uma espuma que pode ser removida da solução e separando assim seus componentes de maneira efetiva. O importante nesse processo é que ele representa exatamente o inverso da sedimentação das partículas (MASSI, et al., 2008).

Na figura 5 pode ser observado um sistema de tratamento de efluente através do processo de flotação.



Figura 5: Flotação por injeção de Ar (In: BERGER, 2012).

3.2 PROCESSOS BIOLÓGICOS

São considerados como processos biológicos, aqueles que necessitam da ação de microrganismos aeróbios ou anaeróbios, na transformação da matéria orgânica, sob a forma de sólidos dissolvidos e em suspensão, em compostos simples como sais minerais, gás carbônico, água e outros, sendo que este processo se subdivide em aeróbios e anaeróbios (PROJETO MUNICIPIO VERDE, 2012).

3.2.1 Processo Biológico Aeróbico

No tratamento biológico aeróbio, os microrganismos, mediante processos oxidativos, degradam as substâncias orgânicas, que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia, sendo que nesse processo ocorre a utilização de O_2 para que ocorra a

biodegradação. Dentre os processos aeróbios o processo de lodo ativado é o mais aplicado e também o de maior eficiência, o termo lodo ativado designa a massa microbiana floculante que se forma quando esgotos e outros efluentes biodegradáveis são submetidos à aeração (BARCELLO; CARVALHO, 2012).

3.2.2 Processo Biológico Anaeróbico

Nos processos anaeróbios de tratamento de efluentes são empregados microrganismos que degradam a matéria orgânica presente no efluente, na ausência de oxigênio molecular, tendo como resultado final a produção de metano e dióxido de carbono, deixando na solução aquosa subprodutos como amônia, sulfetos e fosfatos. O processo de digestão é desenvolvido por uma sequência de ações realizadas por uma gama muito grande e variável de bactérias, tendo-se então uma cadeia sucessiva de reações bioquímicas, onde inicialmente acontece a hidrólise ou quebra das moléculas de proteínas, lipídios e carboidratos até a formação dos produtos finais, sendo esses essencialmente o gás metano e dióxido de carbono (FERNANDES, 2012).

3.3 PROCESSOS QUÍMICOS

Processos químicos são aqueles onde a utilização de produtos químicos é necessária para aumentar a eficiência de remoção de um elemento ou substância, modificando seu estado ou estrutura, ou simplesmente alterar suas características químicas, sendo que esses são utilizados em conjunto com os processos físicos e algumas vezes a processos biológicos. Os processos químicos visam à remoção de substâncias não eliminadas a níveis desejados nos tratamentos físicos e biológicos como os nutrientes e microrganismos patogênicos, sendo estes, cloração, ozonização, radiações ultravioleta, processo eletrolítico, entre outros (PROJETO MUNICIPIO VERDE, 2012).

3.3.1 Cloração

A cloração é um processo adotado como sistema de desinfecção tanto de águas como de esgotos, o cloro é o desinfetante mais utilizado nesses casos e é normalmente aplicado na forma de cloro gasoso, hipoclorito de sódio ou de cálcio, apresentando um menor custo de implantação e operação quando comparado a outros processos químicos, é uma tecnologia muito conhecida sendo que esta é considerada efetiva para diversificada gama de microrganismos. O cloro quando adicionado na entrada das estações de tratamento de esgoto reduz a geração do gás sulfídrico, que causa odor desagradável e é prejudicial às instalações da ETE e ao ser humano (DIAS; STIPP; SOUZA, 2012).

3.3.2 Ozonização

O processo de ozonização é uma importante tecnologia aplicada tanto ao tratamento de águas de abastecimento como residuárias, isso ocorre devido ao seu elevado potencial de oxidação, é aplicado como uma tecnologia capaz de reduzir ou remover inúmeros parâmetros de poluição ambiental, tais como cor, concentração de fenóis, toxicidade entre outros (ASSALIN; DURÁN, 2006).

3.3.3 Radiação Ultravioleta

A irradiação UV pode ser usada sozinha com muito sucesso na inativação de algas e na inativação de micro-organismos patogênicos, pois ela causa um dano no seu DNA, impedindo sua reprodução. Além disso, a radiação UV pode ser usada na destruição de compostos orgânicos em processos de degradação fotoquímicos e fotocatalítico, as lâmpadas no processo de radiação ultravioleta apresentam uma vida útil que pode variar em função de vários fatores, tais como: o composto que está sendo tratado, pois dependendo da sua natureza, ele pode atacar a superfície

da lâmpada, assim deve-se ter certeza de que sua eficiência, medida pela intensidade luminosa está garantida, pois caso isso não ocorra, o processo pode ser afetado (VASCONCELOS; GOMES, 2009).

4. PROCESSO ELETROLÍTICO

4.1 HISTÓRICO

O processo eletrolítico foi utilizado, na prática, pela primeira vez, por Webster em 1889, logo após ser concebido por Leeds no ano de 1888, esse foi aplicado no tratamento de esgotos em Crossness, na Inglaterra e fazia uso de eletrodos de ferro e da adição de água do mar ao efluente a tratar. Operando com o sistema a uma tensão de 10 volts, já nos Estados Unidos, na primeira década do século XX foram desenvolvidos estudos realizados por Harris, em 1909, sobre o tratamento eletrolítico aplicado a esgotos, usando-se eletrodos de ferro e de alumínio (ABES, 2012).

No Brasil, só em 1985, foi implantada a primeira estação de tratamento usando o processo eletrolítico em Itacemópolis – SP, nos anos seguintes outras estações de tratamento utilizando o processo eletrolítico também foram instaladas nos municípios de Limeira, Pirassununga, Marília, Campinas e Águas de Lindóia, sendo todas no Estado de São Paulo, no entanto em 1989, essas instalações foram gradativamente abandonadas devido o processo demonstrar inviabilidade financeira (ANGELIS et al., 1997).

4.2 PROCESSOS DECORRENTES DO TRATAMENTO ELETROLÍTICO

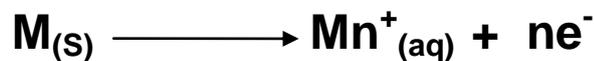
Entre os processos ocorridos relacionados aos processos eletrolíticos, podemos destacar o processo de eletrocoagulação, eletroflotação e eletrofloculação.

4.2.1 Eletrofloculação

A eletrofloculação está disponível há mais de cem anos e ressurgiu nas últimas duas décadas como uma das técnicas mais interessantes para tratamento de água e efluentes, devido às crescentes restrições ambientais, consiste na utilização de reatores eletroquímicos para, com utilização de corrente elétrica para gerar coagulantes “*in situ*” por oxidação eletrolítica de um material apropriado no anodo, geralmente Fe ou Al onde espécies iônicas carregadas são removidas dos efluentes através de reações destas com um íon de carga oposta ou com floco de hidróxido metálico gerado dentro do efluente. Os gases produzidos durante a eletrólise da água e da dissolução do metal resultam nos flocos que promoverão a eletroflotação, removendo assim as partículas presentes no meio (MACHADO et al., 2007).

Na figura 6 podem ser observadas as reações decorrentes no metal.

No ânodo:



No cátodo:



Figura 6: Principais reações decorrentes no metal (In: MOLLAH et al., 2004).

4.2.2 Eletroflotação

A eletroflotação consiste em um processo eletroquímico baseado na geração de bolhas de gás, sendo geralmente os gases O_2 e H_2 . O processo consiste em quatro etapas: a geração de pequenas bolhas de gás; contato entre as bolhas e as partículas em suspensão; adsorção das pequenas bolhas de gás na superfície das partículas e ascensão do conjunto de partículas com as bolhas para a superfície, desse modo toda a matéria em suspensão é eletroflotada, proporcionando assim o clareamento do líquido tratado e formando na superfície uma camada de espuma que contém as partículas flotadas, podendo ser facilmente removidas do meio (PASCHOA; TREMILIOSI; FILHO. 2005).

4.2.3 Eletrocoagulação

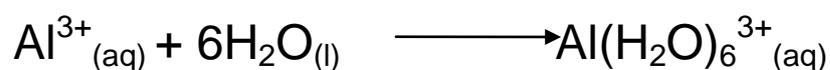
A eletrocoagulação é um processo que envolve a geração de coagulantes “in situ” pela oxidação de íons de ferro ou alumínio a partir de eletrodos, pela ação da corrente elétrica aplicada a esse eletrodo. A geração de íons metálicos ocorre no anodo, enquanto o gás hidrogênio surge no catodo (PALACIO, 2009).

Esse fenômeno pode ser observado nas seguintes reações presentes na figura 7.

Oxidação do Al sólido (reação anódica)



Solvatação do cátion formado



Formação do agente coagulante



Figura 7: Reações de hidrólise do Alumínio (In: FORNANI, 2007).

5. POLUIÇÃO EM ÁGUAS DECORRENTES DE ÓLEOS E GRAXAS

Atualmente, problemas relacionados à agressão ao meio ambiente tem gerado grandes discussões na comunidade principalmente no que se refere a qualidade das águas subterrâneas, que vem apresentando grau de poluição preocupante ocasionado por despejos domésticos e industriais *in natura*. Sendo assim, os esgotos sanitários podem provocar os mais sérios problemas de poluição ambiental e de saúde pública, quando não são convenientemente tratados (MELO et al. 2002).

Os óleos e graxas compõem um grupo de substâncias que contem óleos, graxas, ceras, ácidos graxos, provenientes de resíduos alimentares como a manteiga, margarina, gorduras de origem vegetal e animal, óleos vegetais, além da matéria oleosa devido à presença de lubrificantes utilizados nos estabelecimentos industriais, principalmente refeitórios industriais, lanchonetes e restaurantes (MELO et al.2002).

Diariamente esses resíduos são descartados de forma incorreta em pias e vasos sanitários, e assim entrando no sistema de esgoto, isso se deve em grande parte a falta de informação da população ou a carência de conhecimentos ambientais. O descarte inadequado pode causar, além do entupimento dos encanamentos e filtros das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), o encarecimento do tratamento e ainda a poluição e desoxigenação da água (DIB, 2010).

Os óleos e graxas poder ser considerados como sendo os hidrocarbonetos, ácidos graxos, sabões, gorduras, óleos e ceras. Na ausência de produtos industriais especialmente modificados, os óleos e graxas constituem-se de materiais graxos de origem animal e vegetal, e de hidrocarbonetos originados do petróleo, quando essas substâncias estão presentes em quantidades excessivas, podem interferir nos processos biológicos aeróbicos e anaeróbicos, causando ineficiência do tratamento de águas residuárias. Esses quando são descartados em efluentes, podem formar filmes sobre a superfície das águas e se depositarem nas margens, causando assim

diversos problemas ambientais, tais como: morte dos organismos vivos do meio, proliferação de algas, falta de oxigenação no meio, entre outros (PERREIRA, 2004).

Devido a esse fato, o lançamento de efluentes *in natura* nos recursos hídricos não deve ocorrer sendo necessário o tratamento adequadamente para que este não resulte em vários problemas sócio-ambientais, e impactos significativos sobre a vida aquática e o meio ambiente como um todo, não existindo um sistema de tratamento padrão para ser utilizado, sendo que esse pode ser adotado através de vários fatores, tais como a disponibilidade de área, clima favorável, características do esgoto, qualidade desejada para o efluente e legislação referente ao local. (PIMENTA et al., 2002)

6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO: PROCESSOS ELETROLÍTICOS

A Química no ensino médio é muitas vezes abstrata e por isso torna-se desinteressante. A uma grande carência de aulas práticas em vista deste fato neste capítulo será abordado um tema comum no ensino médio: Eletrólise juntamente com um experimento de fácil aplicação para melhor compreensão dos alunos.

Segundo Ciscato (1988) uma forma teórica de apresentar o tema eletrólise aos alunos é da seguinte maneira: eletrólise é uma reação não espontânea provocada pelo fornecimento de energia elétrica, proveniente de um gerador. Quando um composto iônico é dissolvido em água ou fundido, ocorre à separação dos seus íons, fenômeno este que recebe o nome de dissociação iônica. A dissociação iônica corresponde a um aumento da liberação da movimentação dos íons, por exemplo, quando fundimos o cloreto de sódio, ou se o dissolvemos na água, os íons Na^+ e Cl^- libertam-se da estrutura cristalina e passam a vagar pelo sistema, dessa forma essa solução que contem os íons livres recebendo o nome de eletrólito.

A galvanização é um processo de revestimento de metais por outro a, fim de protegê-lo contra a corrosão ou melhorar sua aparência. Trata-se de um processo de revestimento de superfícies por meio da eletrolise onde o metal a ser revestido funciona como cátodo e o metal que irá revestir a peça funcionam como o ânodo. A solução eletrolítica deve conter um sal composto por cátions do metal que se deseja revestir a peça (FARIA, 2012).

Segundo Higushi e Fujikawa (2012) uma forma prática de representar o processo de galvanização aos alunos seria através do seguinte experimento utilizando os materiais abaixo:

- Bateria de 9 V
- Béquer ou qualquer recipiente de vidro transparente
- Pedacos de cobre ou zinco
- Sulfato de cobre

- Fios de cobre (os fios devem ser finos e o ideal é conectar jacarés - presilhas de metal para facilitar a montagem)
- Peças metálicas, como argolas, cliques etc.

O esquema deve ser montado como mostra a figura 8.

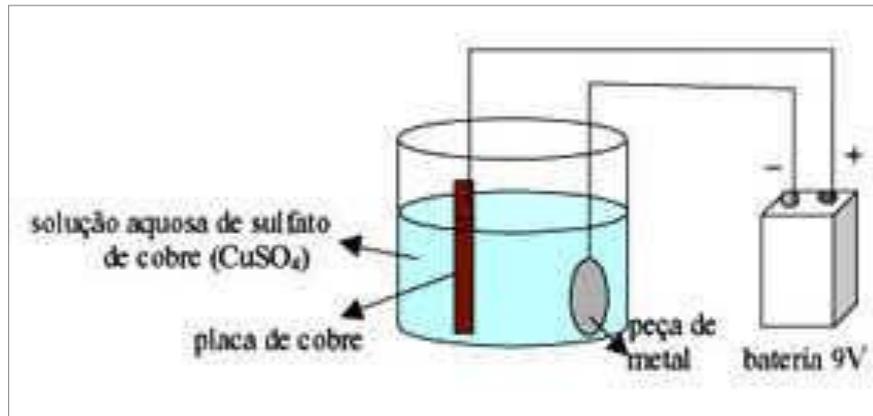


Figura 8- Dispositivo para eletrodeposição do cobre (In FUJIKAWA; HIGUSHI, 2012

- Dissolva o sulfato de cobre em 100 ml de água contida numa vasilha de vidro ou de plástico.
- Desencape 1 cm em cada extremidade dos fios elétricos.
- Prenda um pequeno objeto metálico, a ser cobreado, numa das pontas de um fio elétrico. Esse objeto deve estar bem limpo para permitir um bom contato.
A outra ponta desse fio deve ser ligada ao pólo negativo da pilha.
- Coloque esse objeto dentro da solução de sulfato de cobre.
- O outro pedaço de fio serve para estabelecer o pólo positivo na solução; ligue-o ao pólo positivo da pilha a outra ponta desse fio deverá estar conectada à placa de cobre e este arranjo deverá ser imerso na solução.
- Faça passar a corrente elétrica durante 5 minutos, pelo menos.
- Após esse intervalo de tempo, interrompa a corrente, retire a peça, lave-a com água e compare com outra não submetida ao processo.

Após esse processo será possível observar o depósito de cobre sobre a peça metálica, podendo assim demonstrar o processo eletrolítico na prática para os alunos.

A partir do experimento realizado pode-se discutir com os alunos que o processo de galvanização consiste no revestimento de um determinado metal através de íons presentes em uma solução, onde esses são levados ao metal que se deseja realizar o revestimento por meio de um campo elétrico, onde o metal a ser revestido deve usar o pólo negativo da fonte, sendo o catodo, enquanto o metal que sofre oxidação deve ser ligado ao pólo positivo, o anodo, também pode-se discutir aspectos tais como: quem foi o cátodo nesta reação, quem foi o ânodo e qual era o papel da solução aquosa também podem ser mencionados, pode-se dizer ainda que o cobre que se encontrava presente na solução, na forma de íons foi atraído pelo pólo negativo, sofrendo assim redução e fazendo com que esse elemento se depositasse na forma metálica na superfície do metal, pois dessa forma o processo de galvanização se tornará bastante claro aos alunos (FORGAÇA, 2012).

7. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho para o processo de tratamento do efluente segue a mesma utilizada por OLIVEIRA (2010, p. 66 – 72).

7.1 MATERIAS E REAGENTES

No decorrer dos ensaios serão utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Fonte de tensão contínua POLITERM HY 3003D;
- Agitador magnético;
- Balança analítica;
- Bico de busen;
- Bastão de vidro;
- Béquer de vidro;
- Béquer de polietileno;
- Proveta de 50mL;
- Pipetas graduada e volumétricas;
- Fios condutores, secção transversal de 1mm^2 ;
- Cloreto de Sódio;
- Hidróxido de sódio;
- Álcool etílico absoluto;
- Água;
- Sebo bovino (comercial).

7.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O arranjo experimental seguiu a metodologia adotada por OLIVEIRA (2010, p. 66 – 72).

A fonte de tensão utilizada permite a aplicação de tensão ou corrente constante nos eletrodos.

O material empregado para confecção do eletrodo foi o alumínio, tais eletrodos foram confeccionados a partir de tarugos de alumínio com cerca de 5 cm de largura por 1 cm de espessura e 25 cm de comprimento, foram construídos 4 eletrodos, os quais foram conectados em paralelo, dois a dois.

Os ensaios foram realizados em bateladas, sendo o volume da amostra utilizado de 1L. A fim de atingir essa corrente desejada, (1,2 A) foi mantido um potencial em torno de 15 V. Adicionou-se NaCl em torno de 0,8 g para que fosse possível a obtenção da corrente desejada.

O experimento foi realizado por uma hora, e também em tempos inferiores a este, como o de 50 minutos.

Na figura 9 pode ser observado o efluente antes de se iniciar o tratamento.



Figura 9: Efluente antes do tratamento

Na figura 10 pode-se observar o esquema montado com os eletrodos e a fonte de tensão para a realização do tratamento.

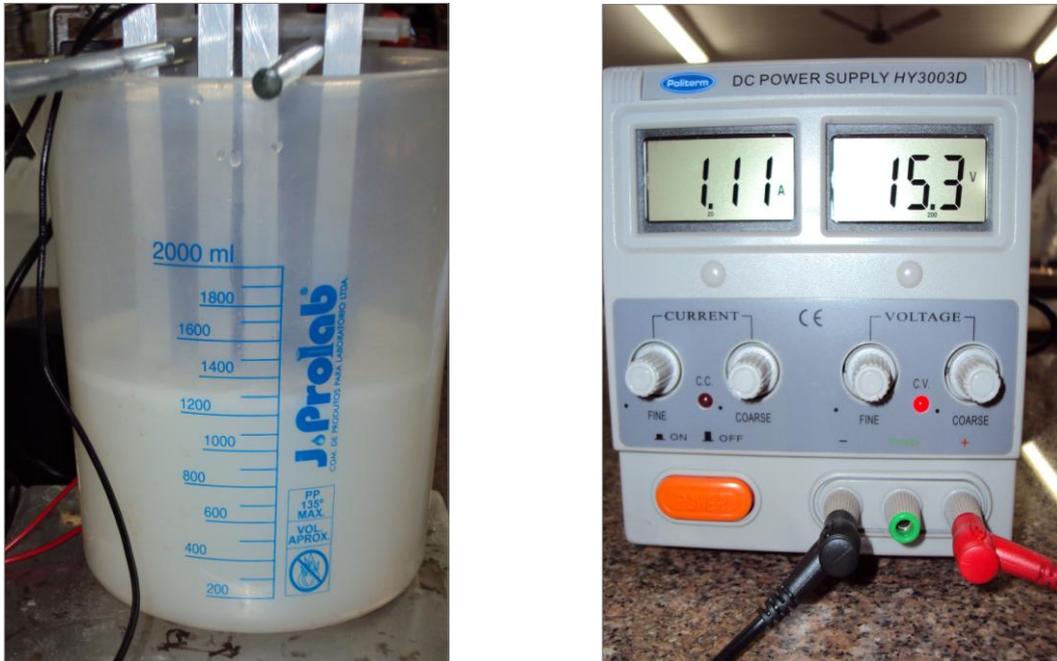


Figura 10: Efluente a ser tratado com os eletrodos e fonte de tensão.

Já na figura 11 pode ser observado o efluente após o início do tratamento e também após 12h da realização do término do tratamento.



Figura 11: Efluente após início do tratamento e após 12h do termino do tratamento.

7.2.1 Fabricação do sabão

Para a fabricação do sabão misturou-se o hidróxido de sódio com a água, adicionando lentamente e com agitação continua a essa solução, o sebo no estado fundido, logo após isso adicionou-se o álcool, com constante agitação, após a massa apresentar uma cor transparente, colocou esta para solidificar (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004, p. 101).

Na tabela 1, podemos observar a quantidade de reagentes requerida para a saponificação.

Álcool	4,3 L
Sebo	5,4 Kg
Hidróxido de sódio	1 Kg
Água	3 L

Tabela 1- Quantidade requerida para saponificação da massa base

O sabão foi produzido através de dois protocolos distintos, como mostra as tabelas 2 e 3:

Para a fabricação do sabão as quantias citadas a cima foram reduzidas para uma proporção menor devido ser desnecessário o uso de grandes para a realização dos testes.

Álcool	43 ml
Sebo	54 g
Hidróxido de sódio	10g
Água	30 ml
Matéria graxa	10g

Tabela 2- Quantidades utilizadas para saponificação com adição da matéria graxa 1.

Álcool	43 ml
Sebo	54g
Hidróxido de sódio	7,0g
Água	30 ml
Matéria graxa	20g

Tabela 3- Quantidades utilizadas para saponificação com adição da matéria graxa 2.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o procedimento experimental da eletrólise houve necessidade da inversão de polaridade a cada 5 minutos, que segundo Crespilho et al. (2004), este procedimento diminui a passivação dos eletrodos, aumentando a vida útil destes em até três vezes, além de que diminui a resistividade do sistema, devido a esse fato foi utilizado à inversão de polaridade durante os ensaios.

Nos ensaios realizados no período de uma hora foi possível obter um melhor resultado em comparação aqueles realizados em um menor tempo, pois dessa forma foi possível obter uma água com baixa coloração e livre de matéria graxa inicialmente existente, uma vez que essa pode ser removida.

Na figura 12 é possível observar a matéria graxa removida do efluente.



Figura 12: Matéria graxa removida do efluente

A água recuperada pelo tratamento pode ser reaproveitada na manutenção e limpeza da fábrica e para outros fins desejados, já a matéria graxa que foi removida do efluente foi reaproveitada para a produção do sabão.

O sabão obtido através das quantidades utilizadas na tabela 3 apresentou uma maior sensação de hidratação, isso se deve a maior quantidade de matéria graxa usada e também a menor quantidade de hidróxido de sódio que foi adicionado.

Na figura 13 é possível observar o sabão obtido após sua solidificação.



Figura 13: Sabão

A obtenção de espuma do sabão só foi possível após 2 dias de “descanso”, isso devido com o passar do tempo ocorrer a perda de água e assim uma maior concentração deste.

Visto que segundo CETESB (2012) em abatedouros, o alto consumo d’água reflete no grande volume de efluentes - 80 a 95% da água consumida é descarregada como efluente líquido, sendo estes efluentes caracterizados principalmente por uma alta carga orgânica, devido à presença de sangue, gordura, esterco, e um alto conteúdo de gordura, este tipo de tratamento pode ser adotado, pois apresenta uma boa eficiência, e ainda é possível realizar o reaproveitamento do resíduo recuperado pelo tratamento.

9. CONCLUSÃO

Com esse trabalho foi possível constatar que o tratamento de efluente por eletrólise se faz eficiente, e que também é possível realizar o reaproveitamento da matéria graxa retirada para a produção de um produto secundário, como o sabão, o qual não apresenta uma legislação específica que determine uma quantidade máxima de resíduo de alumínio presente, uma vez que a matéria graxa reaproveitada continha traços desse metal, proveniente dos eletrodos.

REFERENCIAS

ABES, Trabalhos Técnicos. **Tratamento Eletrolítico de Efluentes de Reatores Anaeróbicos.** Brasília. Disponível em :<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-087.pdf>> . Acesso em: 3 mar, 2012

ASSALIN, Márcia Regina; DURÁN, Nelson. Novas Tendências para Aplicação de Ozônio no Tratamento de Resíduos: Ozonização Catalítica. **Analytica.** n. 26, dez 2006/ jan. 2007.p. 76- 86.

BARCELLOS, Camila Hunbner, CARVALHO, Antonio R. P. **Tratamento biológico de Efluentes.** Disponível em: <http://www.kurita.com.br/adm/download/Tratamento_Biologico_de_Efluentes.pdf >. Acesso em: 25 fev. 2012.

BERGER, Simone Geane. **Rio Carioca Ontem e Hoje.** Disponível em : <http://www.profrios.kit.net/html/projetos/rio_carioca.htm > Acesso em 11 julho.2012.

BRANDÃO, Mayara Américo; CASTILHO, Natália. **Estação de tratamento de água e esgoto.** 2001. 4p. Universidade do Oeste Paulista

CARREIRA, Manoel Francisco. **Sistema de tratamento têxteis.** 2006. 682p. Tese de Doutorado – Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Florianópolis, 2006.

CETESB. **Variáveis de qualidade das águas.** São Paulo. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/agua/variaveis.asp>. Acesso em: 19 fev. 2012. Não paginado.

CETESB. **Câmara ambiental do setor de abate, frigorífico e graxaria.** São Paulo. Disponível em : <www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia-ambiental/cas-em-atividade/48-camara-ambiental-do-setor-de-abate—frigorifico-e-graxaria>. Acesso em: 26 nov. 2012. Não paginado.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso. Aplicação da Eletrólise. **Revista de Ensino de Ciências**, nº 21, set, 1988 p 24-36.

CRESPILHO, F. N., REZENDE, M. O. O. Eletroflotação: Princípios e Aplicações. São Carlos: Ed. Rima, 2004, 85 p. apund FERREIRA, Letícia Henn. **Remoção de sólidos em suspensão de efluente da indústria de papel por eletroflotação.** 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química – Universidade Estadual de Campinas, SP, Campinas 2006.

CRESPILHO, Frank Nelson; SANTANA, Claudemir Gomes; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. Tratamento de efluentes da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação. **Química Nova**, v. 27, n. 3, 2004, p.387-392

DIAS, Leandro H. Martins; STIPP, VIVIAN; SOUZA, Janette Beber de. **Processos Empregados na Desinfecção de Esgotos Sanitários.** Disponível em: <http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana_estudos/pdf_08/PROCESSOS%20EMPREGADOS%20NA%20DESINFEC%C7%C3O%20DE%20ESGOTOS%20SANIT%C1RIOS.pdf> Acesso em: 05 mar. 2012.

DIB, Fernando Henrique. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e produção de mistura em um moto-gerador.** 2010. 118p. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, 2010.

FARIA, Caroline. **Galvanização.** Disponível em: <<http://www.infoescola.com/quimica/galvanizacao>> Acesso em 24 set. 2012.

FELIX, Erika Pereira; CARDOSO, Arnaldo Alves. Fatores Ambientais que Afetam a Precipitação úmida. **Química Nova na Escola**, n. 21, MAIO 2005, p. 47-50

FERNANDES, Carlos. **Digestão Anaeróbia**. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/DigeAnae.html>>. Acesso em 25 fev. 2012.

FORGAÇA, Jennifer. **Cobreação**. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/cobreacao.htm>>. Acesso em 09 out. 2012.

FORNARI, Marilda Menchon Tavares. **Aplicação da Técnica de Eletro-Floculação no Tratamento de Efluentes de Curtume**. 2007. 112p.. Dissertação de Pós Graduação – Centro de Engenharia e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR, Toledo, 2007.

FUJIKAWA, Roosevelt; HIGUSHI, Beatriz. **Eletrólise e banho de metais**. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/16859/eletrolise.pdf>>. Acesso em 24 mar 2012

GIORDANO, Gandhi. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgoto**. 1999. 137 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Ambientais – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.

MACHADO, Felipe Gomes; RORIGUES, Bárbara Martins; RUSSO, Carlos; CERQUIRA, Alexandre Andrade; AGUIAR, Mônica Regina Marques Palermo de. **Eletrofloculação Aplicada ao Tratamento de Água de Produção**. Disponível em: <<http://www.uff.br/sbqriouff/Arquivos%20link/Resumos/P023%20045%20resumo%20P18.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2012

MASSI, Luciana; SOUSA, Sandro Rogério de; LALUCE, Cecília; JUNIOR, Miguel Jafelicce. Fundamentos e Aplicações da Flotação com Técnica de Separação de Misturas. **Química Nova na Escola**, n.28, maio, 2008. p. 20 – 24.

MELLO, Edson José Rezende de. **Tratamento de Esgoto Sanitário**. 2007. 99p. Monografia (Pós-Graduação) – Engenharia Sanitária – UNUMINAS, MG, Uberlândia, 2007.

MELO, Henio Normando de Souza; MELO, Josette Lourdes de Souza; NETO, Cicero Onofre de Andrade; GUIMARAES, Adriana Carla Virgolino. **Estudo estatístico da distribuição do teor de óleos e graxas em esgotos doméstico e efluentes de filtros anaeróbicos**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/ii-074.pdf>> Acesso em 12 mar. 2012.

MERÇON, Fábio; GUIMARÃES, Pedro Ivo Canesso; MAINIER, Fernando Benedito. Corrosão: Um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na Escola**, n. 19, mai, 2004. p. 11-14.

MOLLAH, M.Y.A.; MORKOVSKY P.; GOMES, J. A. G.; KESMEZ, M.; PARGA, J.; COCKE, D. L., **Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation**. **Journal of Hazardous Materials**, v. B114, p. 199-210, 2004.

OLIVEIRA, Rando Messias. **Estudo do Tratamento de Efluentes Oriundo da Produção de Condicionador Capilar pelo Processo Eletrolítico**. 2010. 100p. Trabalho de Conclusão de Curso (Química Industrial) – Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA/Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

PALÁCIO, Soraya Moreno. **Aplicação do processo de eletrocoagulação seguido por degradação fotocatalítica utilizando TiO₂ no tratamento de efluente têxtil**. 2009. 285p. Tese (Pós Graduação)- Departamento de Química – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2009.

PASCHOAL, Fabiana Maria Monteiro; TREMILIOSI – FILHO, Germano. Aplicação de Tecnologia de Eletrofloculação na Recuperação do Corante Índigo Blue A partir de Efluentes Industriais. **Química Nova**, v.28, n.5, jan, 2005. p. 766 – 772.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; TORRES, Felipe Ruzo Macêdo; RODRIGUES, Bernardo Silva; JÚNIOR, Josenberg Martins da Rocha. **O esgoto: A importância do tratamento e as opções tecnológicas.** Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/38F13D0429D60A5B832574250051CFB9/\\$File/](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/38F13D0429D60A5B832574250051CFB9/$File/)> Acesso em 09 out. 2012.

PERREIRA, Regis da Silva. Poluição Hídrica: Causas e Conseqüências. **Revista eletrônica de recursos hídricos**, v.1, n.1. 2004 p 20

PROJETO MUNICÍPIO VERDE. **Conceitos Fundamentais e Principais Soluções no Tratamento de Esgoto.** Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/DiretivaEsgotoTratado/ApostilaTratamentoEsgotos.pdf>>. Acesso em 26 fev. 2012.

SAUTCHÚK, Carla Araújo; LANDI, Fernando Del Nero; MIERZWA, José Carlos; VIVACQUA, Maria Carolina Rivoir; SILVA, Mauricio Costa Cabral; LANDI, Paulo Del Nero; SCHMIDT, Willian. In: **Manual de reuso da Água para as Industriais.** Federação e centro das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, 91 p. 2009.

SR JOÃO. **Como é o processo de filtragem em tratamento de esgoto.** Disponível em: <<http://www.aquarelladesentupidora.com.br/blog/como-processo-filtragem-tratamento-esgoto-desentupidoras/>>. Acesso em 10 julho. 2012

VASCONCELOS, Daniela V.; GOMES, Anderson. Tratamento de efluentes de postos de combustíveis para o reuso usando processos oxidativos avançados. **Cadernos Unifoa**, n 11, dez, 2009. p. 35- 46.

TASAICO, Daniel Ernesto Otárola. **Desenvolvimento de Processos Compactos para o Tratamento das Águas Residuárias da Indústria do Mármore e Granito.** 2007. 97p. Dissertação de Pós Graduação – Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Vitória, 2007.