



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

AMANDA CRISTINA GUARNIERI

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS

Assis

2013

AMANDA CRISTINA GUARNIERI

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito do Curso de Graduação em Química Industrial.

Orientador: Prof^a. Ms^a. Patrícia Cavani Martins de Mello

Área de Concentração: Química

Assis

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

GUARNIERI, Amanda Cristina.

Tratamento de efluentes de produtos domissanitários / Amanda Cristina Guarnieri. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2013.

72 p.

Orientador: Patrícia Cavani Martins de Martins de Mello.

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

1. Produtos domissanitários. 2. Tratamento de efluentes. 3. Determinação Química.

CCD: 660

Biblioteca da FEMA.

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS

AMANDA CRISTINA GUARNIERI

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

Orientador: Prof^a. Ms^a. Patrícia Cavani Martins de Mello.

Analisador: Prof^a. Dr^a Sílvia Maria Batista de Souza.

Assis
2013

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento maior vai Àquele que me permitiu a vida: Deus. Se não fosse a vontade Dele, não haveria a possibilidade de eu concluir este curso. Obrigado meu Deus por me mostrar a cada dia que eu sou capaz de realizar meus sonhos e que a cada dia eu possa Te amar mais.

Aos meus pais Otavio e Sirlene e também a minha irmã Luana, por cada palavra de conforto, por cada oração, pela paciência infinita que demonstraram a mim principalmente em períodos de provas, enfim, por todo amor e carinho. Obrigado por ensinarem a honestidade, o caráter e a dedicação.

Ao meu namorado Diego, que com pequenas palavras aumentou o meu ânimo, fazendo com que eu acreditasse cada vez mais no meu potencial.

A minha orientadora Patrícia pela dedicação, pelos os e-mails explicativos, pela paciência e por confiar em mim. Muito obrigada Pati!

Ao pessoal do CEPECI que me acolheu, em especial a estagiária Adriana que me ajudou a fazer as análises. Dri não sei se conseguiria realizar as análises sem sua ajuda, sua paciência e sua consideração. Obrigado por tudo!

A todos os meus companheiros de sala. Quanto sofrimento, angústia, medos, alegrias, emoções! Mas em especial aos meus amigos: Bruna, Camila, Fernanda, Flaviana, Marcelo e Vanessa. Vocês são demais! Obrigado pelas risadas, por nossos encontros, pelas palavras de conforto e motivação. Nossa amizade vai além da faculdade. Amo a cada um de vocês!

A todos da empresa Altolim. Obrigado pela colaboração com a coleta das amostras, pela compreensão com algumas dispensas e pela motivação dada ao longo desses anos.

A todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente com o sucesso deste trabalho

Porque nada no mundo é de graça.
Você pode até ter medo, mas ande,
caminhe, e só não pare, não pare
nunca.

(Rosa de Saron)

RESUMO

A água é de fundamental importância na vida da sociedade moderna, porém ela vem sendo poluída por resíduos oriundos da fabricação e consumo de vários produtos, dentre eles se encontra os classificados como domissanitários. Estes tem a função de higienizar, desinfetar, desinfecionar e conservar ambientes. Este trabalho tem o objetivo de fazer uma caracterização química dos macrocomponentes de efluente gerado numa fábrica de produtos domissanitários, situada na cidade de Assis/SP.

O efluente foi coletado em três dias diferentes e através de análises físico químicas foi possível determinar a quantidade de macronutrientes (nitrogênio e fósforo) contidos neste, além de provar a sua complexidade por testes de DBO, DQO, COT, OD, NKT, nitrato, nitrito, pH, condutividade elétrica, resíduo filtrável, resíduo não filtrável, temperatura, óleos e graxas, onde todos os resultados foram distintos um do outro. A partir destes resultados e da análise da rotina da fábrica foi possível identificar como surgiram resultados diferentes de uma coleta para outra. e apresentar algumas soluções para que a fábrica possa se adequar à legislação antes que encaminhe o efluente a uma estação de tratamento de esgoto (ETE.)

Palavras chave: Efluente, Produtos domissanitários, Tratamento; Macrocomponentes.

ABSTRACT

Water is of fundamental importance in the life of modern society , but it has been polluted by waste derived from the manufacture and consumption of various products , among them is the classified as disinfectants . These have the function to sanitize , deodorize , disinfect and store environments . This work aims to make a macroconstituents chemical characterization of effluent in household cleaning products factory , located in the city of Assis / SP .

The effluent was collected on three different days and by physicochemical analysis was possible to determine the amount of nutrients (nitrogen and phosphorus) contained on this , and to prove the complexity for testing BOD, COD , TOC , DO, NKT , nitrate , nitrite, pH , electrical conductivity , filterable residue , non- filterable residue , temperature , oil and grease , which all results were distinct from one another . From these results and analysis routine of the plant was possible to identify different values appeared as a collection to another. and present some solutions for the plant can adapt to the legislation before it forwards the effluent to a sewage treatment plant (WWTP)

Keywords: Wastewater, household cleaning products, Treatment; macroconstituents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Reações de obtenção da lixívia	18
Figura 2 - Reação de saponificação.....	21
Figura 3 - Reação de produção do alquilbenzeno sulfonato de sódio.....	22
Figura 4- Estrutura micelar com a indicação de polaridade.	23
Figura 5 - - Tensoativo Aniônico	25
Figura 6 – Tensoativo catiônico	26
Figura 7 – Tensoativo Não iônico.....	26
Figura 8– Tensoativo anfótero	27
Figura 9 Comportamento do íon fosfato como uma base fraca	28
Figura 10 Comportamento do íon fosfato como ácido.....	29
Figura 11 – Experimento de tensão superficial.	42
Figura 12 – Local de coleta	46
Figura 13 Curva analítica de nitrato, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de nitrato por espectrometria ($\lambda= 410 \text{ nm}$).....	58
Figura 14 Curva analítica de nitrito, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de nitrito por espectrometria ($\lambda=543 \text{ nm}$).....	59
Figura 15 Curva analítica de nitrato, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de NKT por espectrometria ($\lambda= 660 \text{ nm}$)	60
Figura 16 Curva analítica de nitrato, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de DQO por espectrometria ($\lambda= 600 \text{ nm}$)	62
Figura 17: Curva analítica de fósforo, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de fósforo por espectrometria ($\lambda = 880\text{nm}$).....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos produtos segundo Resolução n°184/2001 da ANVISA	16
Tabela 2 - Tabela 2 – Porcentagem de glicerina de acordo com o material graxo utilizado	21
Tabela 3 - Espécie de Tratamento de um Efluente e suas respectivas etapas	37
Tabela 4 - Diluição, volumes correspondentes e fator de multiplicação para determinação da DBO pelo método Oxitop®	48
Tabela 5 - Comparação de resultados entre as amostras.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS	16
3. A HISTÓRIA DO SABÃO	17
4. SABÃO X DETERGENTE	20
4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TENSOATIVOS	24
4.1.1 Aniônicos:.....	24
4.1.2 Catiônicos:.....	25
4.1.3 Não Iônicos:.....	26
4.1.4 Anfóteros:	27
5. POLUIÇÃO POR EFLUENTES CONTENDO FOSFATO	28
6. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE INDUSTRIAL.....	31
6.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO	32
6.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	32
6.3 CARBONO ORGÂNICO TOTAL	33
6.4 ÓLEOS E GRAXAS	33
6.5 SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO	34
7. TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL.....	36
7.1 RADIAÇÃO IONIZANTE.....	38
7.2 OXIDAÇÃO POR OZÔNIO.....	38
7.3 PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS	38
7.4 ADSORÇÃO POR CARVÃO ATIVADO	39
7.5 REMOÇÃO DE NUTRIENTES	39
7.6 OSMOSE REVERSA.....	40
7.7 TROCA IÔNICA.....	40
8. ENSINO MÉDIO.	41
9. MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
9.1 REAGENTES	43
9.2 VIDRARIAS	44

9.3	EQUIPAMENTOS.....	45
9.4	MÉTODOS	45
9.5	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DO EFLUENTE.....	46
9.5.1	Determinação de pH.....	47
9.5.2	Determinação de condutividade	47
9.5.3	Determinação de DBO.....	47
9.5.4	Determinação de resíduo filtrável.....	48
9.5.5	Determinação de resíduo não filtrável.....	49
9.5.7	Determinação de Nitrato (NO_3^-)	49
9.5.8	Determinação de Nitrito (NO_2^-)	49
9.5.9	Nitrogênio Kjeldahl (NKT).....	50
9.5.10	Determinação de DQO	51
9.5.11	Determinação de carbono orgânico total (COT).....	51
9.5.12	Determinação de Óleos e Graxas	52
9.5.13	Determinação de oxigênio dissolvido.....	53
9.5.14	Determinação de Fósforo.....	53
9.5.15	Determinação de Turbidez.....	54
10.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
11.1	pH	55
11.2	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	56
11.3	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)	56
11.4	RESÍDUO FILTRÁVEL E RESÍDUO NÃO FILTRÁVEL	57
11.5	NITRATO (NO_3^-)	58
11.5	NITRITO (NO_2^-)	59
11.6	NITROGÊNIO TOTAL (NKT).....	60
11.7	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)	61
11.8	CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)	62
11.9	ÓLEOS E GRAXAS	63
11.10	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	63
11.11	FÓSFORO TOTAL	64
11.12	TURBIDEZ.....	65

11.13 TEMPERATURA.....	66
11. CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

1. INTRODUÇÃO

Em 12 de Abril de 1961, o cosmonauta soviético Yury Gagarin (1934-1968) que foi o primeiro homem a circular a Terra em vôo orbital, constatou: a Terra é azul (SANTOS et al., 2008).

A Terra tem sua superfície composta de 75% de água, onde: 97,5% são de água salgada, não potável; 1,97% é água doce, na forma de geleiras; 0,51% água doce subterrânea, na forma de vapor; 0,006% é a água disponível para o consumo em rios e lagos, nos quais grande parte já se encontra poluída; 0,001% é a água que existe na atmosfera (DAE, 2012).

A água é um recurso natural fundamental para a manutenção da vida e sociedade moderna. Sendo assim, vem sofrendo um consumo maior devido à industrialização, ao aumento populacional, ao aumento da produção de alimentos e à migração de pessoas para os grandes centros (SANTOS et al., 2008). Com seu uso indiscriminado os rios vêm sofrendo com os despejos de dejetos provenientes de esgotos domésticos e industriais (SANTOS et al., 2008).

Segundo BAIRD (1995, p.498), rios e lagos proporcionam a nós uma possibilidade de transporte e recreação além de uma fonte de água potável e habitat da vida animal ali presente.

Dentre os causadores da poluição hídrica estão os resíduos oriundos da fabricação e uso de xampus, sabonetes, detergentes, etc., que formam sobre as águas uma camada de espuma que provoca danos ambientais e estéticos.

As indústrias de produtos domissanitários vêm utilizando novas substâncias que possam minimizar esses efeitos negativos sobre as águas. Os tensoativos aniônicos, por exemplo, devem ser biodegradáveis, segundo a portaria n° 40, de 5 de junho de 2008, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2008).

Apesar de menos nocivos, os detergentes e sabões em pó tem em sua composição fosfatos que acabam por promover um crescimento acelerado das algas em rios.

Quando estas morrem, as bactérias que são responsáveis por sua decomposição consomem o oxigênio disponível da água e exalam mau cheiro (TURÍBIO, 2011).

De acordo com a ANVISA (2013) substâncias que tenham finalidade de higienizar, desinfetar, desinfecionar e conservar ambientes em geral são considerados produtos domissanitários.

Este trabalho tem o objetivo de realizar a caracterização química dos macrocomponentes de efluente gerado numa fábrica de produtos domissanitários, situada na cidade de Assis/SP.

2. PRODUTOS DOMISSANITÁRIOS

A ANVISA foi criada em pela lei n° 9782, de 26 de Janeiro de 1999 e tem como objetivo proteger a saúde da população por meio do controle sanitário da produção, comercialização e fiscalização de produtos e serviços, sendo vinculada ao Ministério da Saúde, incluindo-se os produtos domissanitários.

Cada saneante tem que estar devidamente autorizado pelo Ministério da Saúde para que possa ser colocado à venda. A classificação dos produtos domissanitário, segundo a resolução n°184, de 22 de outubro de 2001, da ANVISA, é mostrada na tabela 1.

Classificação	Produtos			
Limpeza Geral e Afins	Alvejantes	Branqueadores	Desincrustantes	Detergentes
	Limpadores	Saponáceos	Removedores	Finalizadores
	Polidores de metais	Neutralizadores de odores	Pré-lavagem e pós-lavagem	
Ação antimicrobiana	Algicidas	Desinfetantes	Desodorizantes	Esterilizantes
	Fungicidas	Germicidas	Sanitizantes	Potabilizadores
Biológicos a base de microrganismo				
Desinfestantes	Inseticidas domésticos	Repelentes	Jardinagem amadora	Moluscicidas
	Raticidas domésticos	Raticidas para empresas especializadas	Inseticidas para empresas especializadas	

Tabela 1 - Classificação dos produtos segundo Resolução n°184/2001 da ANVISA

3. A HISTÓRIA DO SABÃO

A produção de sabão é uma das mais antigas reações químicas conhecidas. (BARBOSA; SILVA; 1995) As primeiras provas registradas sobre esta produção datam de 2800 a.C, em escavações da Antiga Babilônia, porém não havia indícios da finalidade do produto obtido. Documentos em papiros do Egito Antigo de aproximadamente 1500 a.C apresentaram provas circunstanciais de que os egípcios produziam um material semelhante ao sabão, formado por uma combinação de óleos vegetal e animal com sais alcalinos, que tinham por objetivo o tratamento doenças de pele e também o banho (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004)

O historiador romano Plínio, O Velho (23-79 d.C), já descreve a fabricação do sabão duro e do mole (BARBOSA; SILVA; 1995). De acordo com SOUZA sabão duro consiste na saponificação com o hidróxido de sódio (NaOH), no qual a reação ocorrerá com os sais sódicos, já o sabão mole, a reação de saponificação acontece por meio do hidróxido de potássio (KOH) na qual a reação irá ocorrer na presença dos sais de potássio e ácidos graxos. A fabricação exigia muito mais paciência que perícia, pois o que tinha a se fazer era misturar dois ingredientes: cinza vegetal rica em carbonato de potássio e gordura animal e esperar até que eles reagissem entre si (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Quando houve a queda do Império romano, a população deixou o hábito de banho, o que ajudou a disseminar grandes epidemias (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004). Isso ocorreu porque a Igreja passou a ver como pecado, pois este hábito pertencia aos pagãos gregos e romanos. Além da religião, a falta de água aquecida e sabão não incentivavam a prática do banho (BARBOSA; SILVA;1995).

Foi somente no século IX que o sabão começou a ser comercializado como produto de consumo em Marselha, na França. Posteriormente na Itália, mais precisamente nas cidades de Savona, Veneza e Gênova.

O primeiro passo ao aperfeiçoamento da fabricação do sabão se deu quando houve a substituição das cinzas de madeira pela lixívia (água de cinza), rica em hidróxido de potássio. Esta era obtida percolando-se água através da mistura de cinzas e cal

de acordo com as reações 1 e 2 (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004). Ainda hoje, os sabões produzidos artesanalmente são produzidos por essa água de cinza. A reação que descreve a obtenção da lixívia se encontra na figura 1 abaixo:

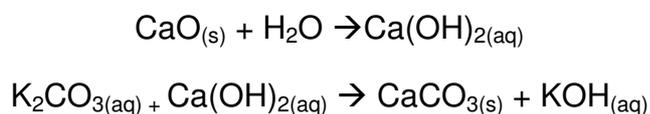


Figura 1 Reações de obtenção da lixívia (In: BORSATO; MOREIRA; GALÃO; 2004, p.4)

A partir do século XIII a quantidade produzida de sabão passa a ser condizente com a classificação de produção industrial. No ano de 1791 Nicolas Leblanc (1742-1806) sintetizou o carbonato de sódio (barrilha) através do aquecimento do cloreto de sódio com o ácido sulfúrico, isto contribuiu para que a fabricação do sabão se tornasse uma grande indústria (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Até o início do século XIX pensou-se que o sabão fosse uma mistura mecânica de gordura e álcali (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004), até que o químico francês Michel-Eugène Chevreul (1786-1889) apresentou essa mistura como na verdade uma reação química. (BARBOSA; SILVA; 1995).

Em 1907 o sabão acabou tornando-se detergente quando uma companhia alemã colocou no mercado um produto que continha a mais em sua formulação o perborato de sódio, silicato de sódio e carbonato de sódio.

De acordo com Borsato et al. (2004, p.6):

Os primeiros detergentes sintéticos foram os óleos sulfonados, obtidos a partir do tratamento de óleos vegetais, compostos predominantemente por glicerídeos de ácidos graxos não saturados, com ácido sulfúrico concentrado.

A sua solubilidade em água dura (presença de sais alcalinos terrosos na água, principalmente cálcio e magnésio), tornou-se o fator mais importante dos

detergentes sintéticos. Sua eficácia foi comparada a do sabão devido ao tripolifosfato de sódio. (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

As regiões européias, tais como Espanha (Alicante), França (Marselha) e Itália (Nápoles e Bolonha) no século XVIII produziam os sabões mais finos e conhecidos. (NETO; PINO)

Nos EUA a produção de detergentes sintéticos para uso doméstico se deu na década de trinta, porém seu aumento significativo aconteceu depois da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), devido à falta de óleos e gorduras e pela necessidade militar de produtos que tivessem uma ação de limpeza que fossem eficazes em água do mar, rica em sais minerais. (BARBOSA; SILVA; 1995).

No Brasil, os sabões começaram a ser fabricados em fazendas, utilizando-se sebo e banha de porco como matérias-primas. Quando posteriormente as fábricas começaram a surgir, eram associadas às indústrias de óleos vegetais que ficavam situadas principalmente em São Paulo e no Nordeste e tinham como principal objetivo aproveitar os subprodutos de indústrias de óleos vegetais, com enfoque nas de algodão. Esta foi a primeira etapa da evolução da fábrica saboeira nacional. (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Em meados de 1910 surge no país as primeiras fábricas de óleo de coco, esta nova matéria-prima possibilitou uma excepcional qualidade de produtos, tais como os sabões marmorizados, ou pintados que continham em sua composição um alto percentual de óleo de coco (normalmente mais de 40%).

Até 1950 eram fabricados artesanalmente, por processos de batelada e resfriados em caixotes. Esse método teve fim quando em 1960 importou-se a primeira extrusora, assim deu-se o início à segunda fase das indústrias de sabão no Brasil.

4. SABÃO X DETERGENTE

Segundo Borsato et al. (2004) detergente deriva da palavra em latim “detergere”, que tem como significado limpar, fazer desaparecer.

O termo detergente usualmente é utilizado para designar os substitutos sintéticos do sabão (BARBOSA; SILVA,1995).

Tanto sabões como detergentes são utilizados para a remoção de sujidades. Esta na maioria das vezes é composta por óleos ou gorduras seguidas ou não por microorganismos ou outras substâncias apolares como pó, restos de alimentos, etc. (NETO, PINO).

Os óleos e gorduras que são utilizados para a fabricação de sabões são ésteres que sofrem uma reação básica e acabam produzindo glicerol e sais do ácido graxo. Essa reação é chamada de saponificação, e esses sais são os sabões (PERUZZO; CANTO; 2003).

Também conhecida como hidrólise alcalina, essa reação tem como reagentes um éster de glicerol, que no caso um triéster de glicerol, pois é o mais comum em óleos e gorduras e o hidróxido de sódio. Para que ocorra a reação de saponificação precisa-se estar em um meio aquecido e de três moléculas de hidróxido de sódio para que cãda uma quebre a molécula de triéster e forme como produtos o sabão que é o sal do ácido graxo e o glicerol.

A figura 1 mostra essa reação de modo simplificado.

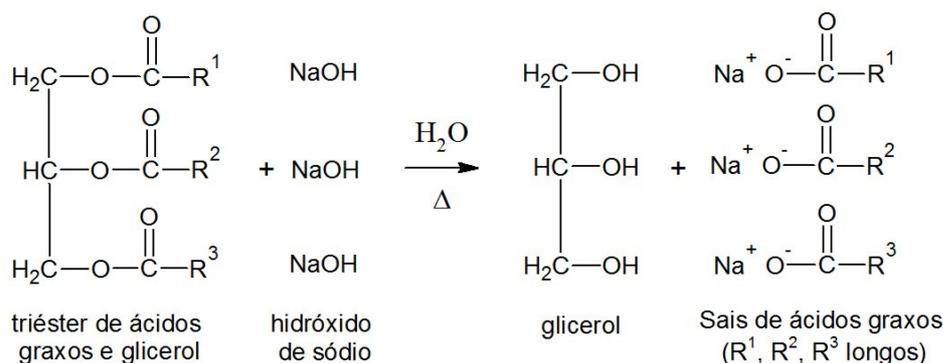


Figura 2 - Reação de saponificação (In: PERUZZO; CANTO et al. 2003)

Estes óleos e gorduras envolvidos na reação de saponificação possuem diferenças entre si: os ácidos graxos formadores dos óleos possuem em sua estrutura insaturações (ligações π) em sua cadeia. Isso faz com que seu ponto de ebulição seja mais baixo que as gorduras, fazendo com que sejam líquidos em temperatura ambiente. Já as gorduras possuem sua cadeia toda saturada, sendo geralmente sólidas. E ainda há diferenças entre o óleo vegetal e animal, os de origem animal são mais densos do que os de origem vegetal devido ao menor número de insaturações na cadeia carbônica. (NETO; PINO).

A produção de sabão tem como subproduto a glicerina (glicerol), que pode ser utilizada em produção de explosivos ou cosméticos. Sua porcentagem varia de acordo com o tipo de material graxo que se utiliza para a produção de sabão. A tabela 2 apresenta alguns tipos de matérias primas para a fabricação do sabão e o quanto elas podem fornecer de glicerina.

Gordura ou óleo	Matéria graxa (%)	Glicerina (%)
Estearina do sebo de boi	92	8
Estearina do sebo de carneiro	91	9
Sebo de toucinho	91,5	8,5
Estearina graxa de toucinho	92	8
Oleína da graxa de toucinho	90	10

Tabela 2 - Tabela 2 – Porcentagem de glicerina de acordo com o material graxo utilizado (Fonte: MELLO, R. - Como Fazer Sabões a Artigos de Toucador. SP, Cone, 1986)

O sabão tem sua solubilidade afetada quando sua cadeia carbônica for muito grande. Cadeias alifáticas, de fórmula geral $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO}^- \text{X}^+$ ($\text{X}=\text{Na}$ ou K) possuem atividades sobre tensão superficial quando n é igual ou superior a oito. Após n igual a vinte os sais se tornam praticamente insolúveis impossibilitando ocorrer solubilidade em água fria e conseqüentemente sua inutilização como sabão. (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Os agentes tensoativos são compostos que alteram as propriedades de tensão superficial das soluções (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004). Tendo isso em vista BUENO et al. (2000, p.610) define tensão superficial como as propriedades das superfícies líquidas, devido às forças de coesão molecular, pela qual parece existir uma delgada membrana elástica em estado de tensão.

O ácido sulfônico é obtido a partir da reação entre um hidrocarboneto e o ácido sulfúrico, onde sua fórmula geral é:

$\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$, onde R é derivado de qualquer hidrocarboneto. São utilizados no Brasil os alquilbenzenos sulfonatos de sódio com cadeia linear em detergentes sintéticos aniônicos linear (FOGAÇA; 2012) pois possuem um boa solubilidade e biodegradabilidade além de poder ser utilizado com outras matérias primas, como o lauril sulfato de sódio. A figura 2 mostra a reação entre o ácido sulfônico e o hidróxido de sódio resultando em um alquilbenzeno sulfonato de sódio que é amplamente utilizado como tensoativo aniônico nas formulações de detergentes sintéticos.

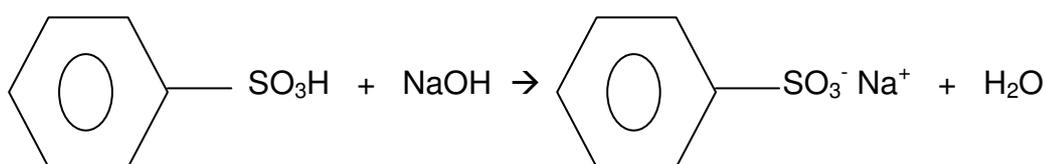


Figura 3 - Reação de produção do alquilbenzeno sulfonato de sódio

A água é o componente insubstituível no processo de limpeza, pois ela é o solvente de sujeiras solúveis, umectante, veículo para conduzir os componentes do detergente e arrastar as sujidades. (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

A estrutura dos detergentes sintéticos é igual a dos sabões, existindo uma parte orgânica com um grupo com carga na extremidade da cadeia. A figura 2 mostra a cadeia apolar (hidrofóbica) que interage diretamente com o óleo e a extremidade que é polar (hidrofílica) que possui afinidade pela água.

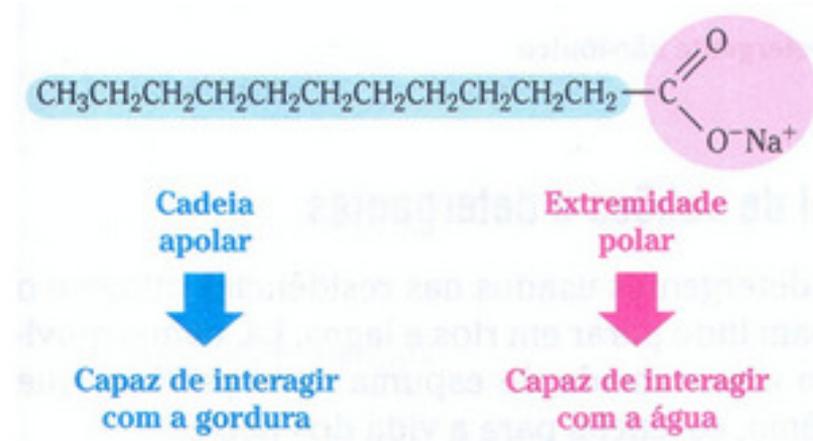


Figura 4- Estrutura micelar com a indicação de polaridade. (In: PERUZZO; CANTO et al. 2003)

Aumentando-se a concentração de tensoativo na água ele ocupará a parte interna da solução e formará dímeros, trímeros, tetrâmeros, até que se formem agregados esféricos chamados micelas (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004), quando esses agregados atingem a concentração micelar crítica que se dá em uma determinada temperatura e em uma certa concentração eletrolítica ocorre a solubilização de gorduras (RIZZATTI; ZANETTE; MELLO; 2009), em que as partes hidrofóbicas são voltadas ao centro ligando-se a gordura por ligações de Van Der Waals, e as hidrofílicas para a superfície que este em contato com a água por ligações de hidrogênio (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004).

Logo após a Segunda Guerra Mundial a composição do surfactante (tensoativo) era dada pelo propileno ($\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$), o benzeno, ácido sulfúrico e uma base, geralmente carbonato de sódio (BARBOSA; SILVA; 1995), estes detergentes eram classificados como ABS que são de acordo com CORRALES et al.(2006, p.23) detergentes que empregam como tensoativos o sulfonato de alquilbenzeno, uma

estrutura orgânica molecular ramificada e com a presença de um anel benzênico, o que não é biodegradável.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TENSOATIVOS

A classificação dos tensoativos varia de acordo com a parte polar. Esta em solução aquosa pode apresentar carga negativa (aniônico), carga positiva (catiônico), sem nenhuma carga (não iônico) ou anfóteros (possuem grupos positivo e negativo). A Resolução normativa da ANVISA n° 1/78 caracteriza-os da seguinte maneira:

4.1.1 Aniônicos:

O agente tensoativo aniônico é aquele que possui um ou mais grupos funcionais que, se ionizando em solução aquosa, fornece íons orgânicos carregados negativamente e que são responsáveis pela atividade superficial.

Em 1981, o Ministério da Saúde proibiu a fabricação, comercialização ou importação de saneantes contendo surfactantes aniônicos não biodegradáveis, como por exemplo, o ABS. Isso ocorreu devido a produção de espumas em curso d'água e em estações de tratamento (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004). O dodecilbenzeno sulfonato de sódio é considerado o tensoativo mais utilizado em detergentes e produtos de limpeza, pois possui excelentes propriedades de detergência e poder espumante (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004).

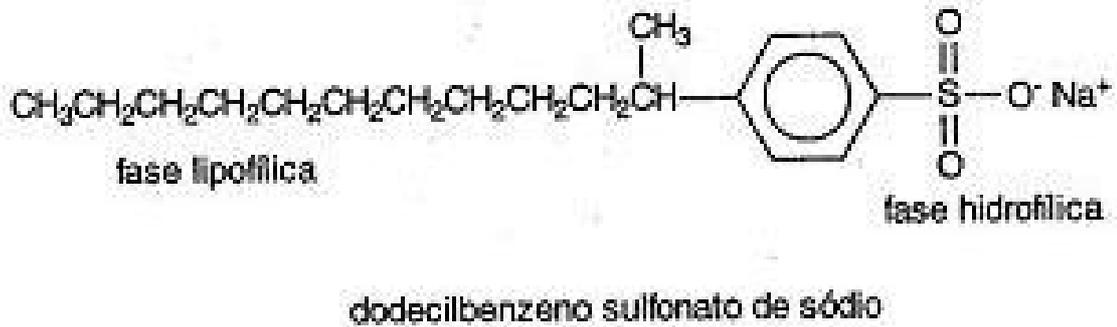


Figura 5 - - Tensoativo Aniônico (In: BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004,p.23).

4.1.2 Catiônicos:

Agente tensoativo catônico é aquele que possui um ou mais grupos funcionais que, se ionizando em solução aquosa, acaba fornecendo íons orgânicos carregados positivamente e que são responsáveis pela atividade superficial.

Esses tensoativos não são utilizados em detergentes domésticos, pois não possuem um bom poder de detergência, porém são notáveis como umectantes e tem ótimo poder de dispersão. Os quaternários de amônio são os utilizados atualmente, eles possuem quatro átomos de carbono ligados ao átomo de nitrogênio covalentemente (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004)

Estão presentes em amaciantes, germicidas, algicidas, sanitizantes em produtos de limpeza doméstica e em piscinas, além de serem utilizados como bactericidas, pois são absorvidos pela membrana celular do microrganismo. Sua concentração pode levar ao rompimento da membrana da celular do microrganismo, levando-o então à morte (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004).

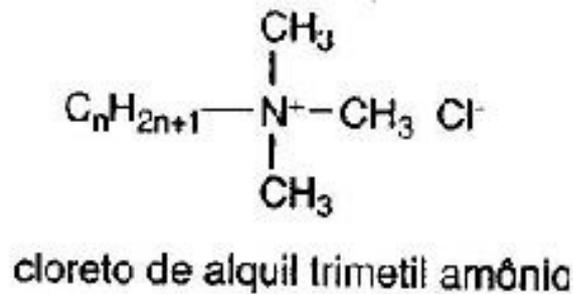
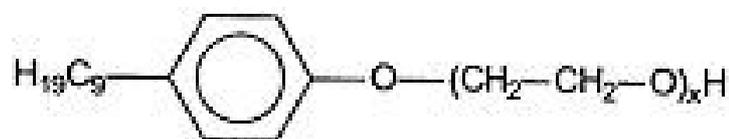


Figura 6 – Tensoativo catiônico (In: BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004,p.26)

4.1.3 Não iônicos:

É o agente tensoativo que não fornece íons em solução aquosa e sua solubilidade em água se deve à presença, em suas moléculas, de grupamentos funcionais que possuem forte afinidade pela água.

Estes agentes tem como característica a baixa formação de espuma, tendo uma ação de desespumante e de incremento à detergência. No Brasil o mais conhecido é o nonilfenol etoxilado, este apresenta uma adequada biodegradabilidade primária, onde perde suas características de tensoativo. É utilizado em cosméticos como emulsionante, como agentes de limpeza em detergentes líquidos industriais alcalinos, detergentes líquidos lava roupas institucional e em pó para máquinas de lavar, melhorando a umectação e tendo baixo poder espumante (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004).



Éter nonil fenol poliglicólico
 $x = n^\circ$ de mols de óxido de eteno por mol
 de nonilfenol

Figura 7 – Tensoativo Não iônico (In: BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004,p.29)

4.1.4 Anfóteros:

É aquele tensoativo que contém na sua estrutura o radical ácido e o radical básico. Estes compostos quando em solução aquosa exigem as características aniônicas ou catiônicas que depende das condições de pH da solução.

Os tensoativos anfóteros são geralmente utilizados junto a tensoativos aniônicos, formando assim micelas mistas. As betaínas são as mais conhecidas. Seu poder detergente e de geração de espuma não é tão bom quanto à dos etoxilados, são de uso específico e atuam em uma larga faixa de pH sendo mais caro do que outros tensoativos. São empregados em xampus infantis, amaciantes, removedores de maquiagem e preparados íntimos, pois não existem restrições quanto à compatibilidade com a pele (BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004). A figura abaixo mostra alguns exemplos de tensoativos anfóteros:

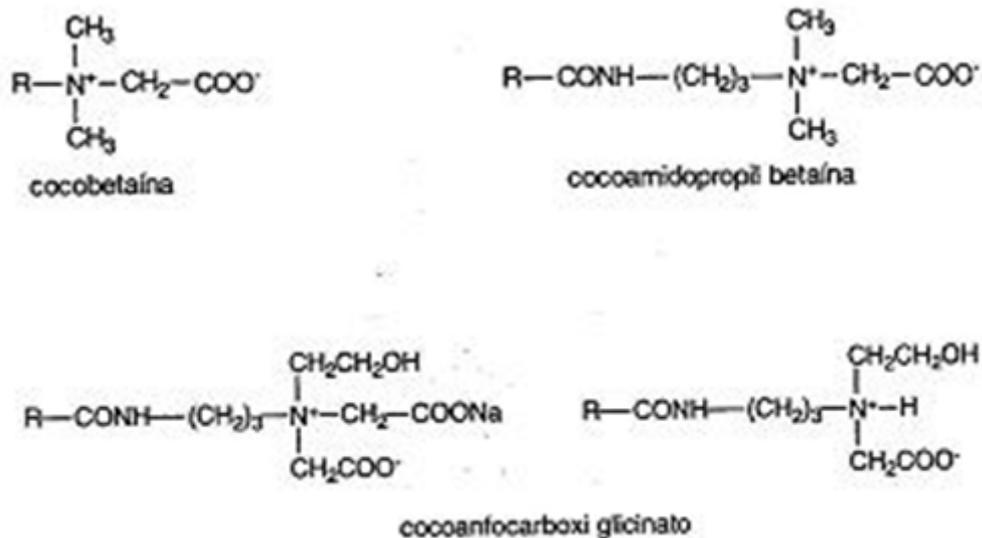


Figura 8– Tensoativo anfótero (In: BORSATO; MOREIRA; GALÃO,2004,p.31).

5. POLUIÇÃO POR EFLUENTES CONTENDO FOSFATO

A capacidade de corpos hídricos diluírem efluentes que tem origens diversas está intimamente associada à poluição hídrica. Essa capacidade natural é chamada de autodepuração, que é o processo da atividade microbiológica associada à diluição do efluente no corpo receptor (BOOKS; 1992).

A presença de ingredientes ativos do tipo aniônico como os sais sódicos de alquilbenzeno sulfonados ramificados (ABS) ou lineares (LAS) no esgoto causa a formação acentuada de espuma. O LAS é muito mais biodegradável que o ABS, pois sua parte lipofílica é mais linear, porém tanto um quanto o outro podem sofrer biodegradação primária ou total em um meio aeróbio e tempo adequados (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

Já os sabões por terem origem em gorduras animal e/ou vegetal, são rapidamente biodegradados pelo ambiente (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

A ação dos detergentes sintéticos acontece sobre as células dos microorganismos dificultando a decomposição, além de prejudicar a assimilação de oxigênio pelo corpo hídrico e conseqüentemente a autodepuração (BOOKS; 1992).

Para se ter um maior poder de detergência é utilizado os reforçadores. Os mais empregados são os fosfatos complexos, como o tripolifosfato de sódio (STP). Estes ajudam a garantir o bom desempenho de tensoativos aniônicos, além de impedirem a redeposição da sujeira da água de lavagem sobre os tecidos e o abrandamento da água mediante retenção de íons endurecidos (BORSATO; MOREIRA; GALÃO, 2004).

O fornecimento de um ambiente alcalino torna a limpeza efetiva, já que como o íon fosfato, o íon tripolifosfato ($P_3O_{10}^{-5}$) é uma base fraca como mostra a reação da figura 9 (BAIRD, CANN; 2011):

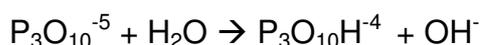


Figura 9 Comportamento do íon fosfato como uma base fraca (In: BAIRD, CANN, 2011; p.663)

Quando esta água que possui STP é descartada no corpo aquático, o tripolifosfato reage gradativamente com a água e acaba por se transformar no íon fosfato, PO_4^{-3} (também chamado de ortofosfato). Comportando-se mais como ácido do que como uma base, como demonstra a figura 10 abaixo:

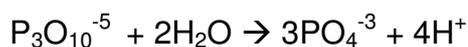


Figura 10 Comportamento do íon fosfato como ácido (In: BAIRD. CANN, 2011, p.663)

Despejando esse nutriente nas águas receptoras eles acabam por favorecer a proliferação de algas. Desse modo há um crescimento exagerado das mesmas, impedindo a entrada de luz solar, matando assim as algas que estão no fundo (por falta de luz) e apodrecendo. Este apodrecimento consome o oxigênio da água, acarretando a morte dos peixes (PERUZZO; CANTO; 2003).

Algas podem ser classificadas como eucariotos fototróficos. A maior parte das espécies são microscópicas, porém há algumas espécies que podem formar colônias e outras formam arranjos lineares (filamentosas). Em sua maioria apresentam coloração verde, porém algas marrons e vermelhas não são incomuns. Em geral as algas não são nocivas, porém algumas espécies produzem toxinas (JR SANT'ANNA; 2010)

Os casos de ambientes que sofriam eutrofização se tornaram freqüentes após a Segunda Guerra Mundial, onde os detergentes que possuíam em sua composição os polifosfatos eram descartados diretamente em rios e lagos, e também efluentes domésticos, em que os excrementos humanos possuem em sua composição quantidade considerável de fósforo. (MENDES; ALMEIDA; 2008).

Devido a este problemas, outras substâncias vem substituindo o tripolifosfato de sódio, como por exemplo o citrato de sódio, carbonato de sódio e silicato de sódio. Há também algumas substâncias chamadas de zeólitas que são minerais aluminossilicatos abundantes consistindo de sódio, alumínio, silicone e oxigênio. Elas seqüestram o íon Ca^{2+} similarmente aos íons fosfatos (embora não faça o mesmo com o íon Mg^{2+}), controlam o pH, porém são insolúveis, aumentando assim a

quantidade de lodo que deve ser removido nas estações de tratamento de efluentes.
(BAIRD; CANN; 2011).

6. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE INDUSTRIAL.

De acordo com a NBR 9800/1987 efluente do processo industrial são todos os despejos que provém das águas de processamento industrial, que compreende os que tem origem no processo de produção, águas de lavagem de operação de limpeza e outras fontes que possam receber poluição por produtos utilizados ou produzidos no estabelecimento. Sendo assim ele se torna o resultado da mistura de várias correntes geradas em diferentes etapas do processo produtivo (CAMMAROTA; 2011).

Sua composição possui além de matéria orgânica, outros tipos de poluentes que podem se apresentar de modo solúvel ou suspenso na água em forma de partículas (sólidas ou líquidas) (JR SANT'ANNA; 2010).

O material suspenso presente neste efluente pode ser removido por métodos físico químicos, que será de acordo com as características desse material particulado (tamanho, densidade, carga elétrica, etc), gerando um resíduo pastoso ou sólido, cujo sua destinação deve ser analisada. Os compostos orgânicos podem também se encontrar solúvel em fase aquosa e sua remoção é um pouco mais complexa, tendo que empregar métodos físico-químicos ou biológicos, além de que podem ser classificados como biodegradáveis ou não (JR SANT'ANNA; 2010).

Os poluentes contidos no efluente dependem do tipo da indústria em questão, da espécie das matérias-primas utilizadas no processo produtivo, do porte da indústria e da gestão empregada. (CAMMAROTA; 2011)

Desse modo o efluente industrial acaba por ser muito complexo, tornando a identificação das substâncias que o compõe muito difícil e inviável (JR SANT'ANN; 2010). Para contornar esta dificuldade foi estabelecido os chamados indicadores globais de matéria orgânica.

Os principais indicadores são demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico total (COT), óleos e graxas (OG), sólidos em suspensão totais (SST).

6.1 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

De acordo com Jr Sant'anna (2010; p.41) DBO é definida como a “quantidade de oxigênio requerida por microorganismos (com predominância de bactérias) para oxidar os compostos presentes na amostra”. É expressa em mg de oxigênio/L.

A análise de DBO geralmente é realizada em um período determinado de tempo (5 dias) e em temperatura de incubação específica (20°C), DBO_{5,20} (CETESB, 2013).

Pode-se considerar que o teste de DBO é um bioensaio, pois simula a biodegradação dos poluentes do efluente. Em efluentes industriais, resultados de DBO elevados indicam possivelmente perda de matérias-primas e/ou produtos nas atividades e nos processos de fabricação (JR SANT'ANNA; 2010).

Além de que de acordo com a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) esse alto valor de DBO pode fazer com que peixes e outras formas de vida aquáticas desapareçam, interferindo no equilíbrio aquático, chegando a produzir sabor e odor.

6.2 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

A DQO pode ser entendida como a quantidade de oxigênio necessária para que haja a oxidação química dos poluentes presentes na amostra (JR SANT'ANNA; 2010). Essa oxidação da matéria orgânica é realizada, por exemplo, pelo reagente químico dicromato de potássio (CETESB; 2013).

A DQO e DBO são geralmente utilizadas em conjunto, pois elas fornecem indicações sobre a biodegradabilidade do efluente (JR SANT'ANNA; 2010) o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que pela ação de microorganismos, exceto raríssimos casos como hidrocarbonetos aromáticos e piridina. Assim sendo, os resultados da DQO são superiores aos de DBO. Já que a DBO mede apenas a fração biodegradável, se o valor de DQO se aproximar do valor da DBO, indica que o efluente é biodegradável (CETESB; 2013).

Valores da razão DQO/DBO₅ de 1,5 a 2,5 mostram o que os compostos presentes nos efluentes são majoritariamente biodegradáveis, enquanto que valores de 5

indicam a presença de poluentes não biodegradáveis, tendo que se considerar processos de tratamento físico-químicos para este efluente (JR SANT'ANNA; 2010).

6.3 CARBONO ORGÂNICO TOTAL

De acordo com a CETESB Carbono orgânico total é a concentração de carbono orgânico oxidado a CO_2 , em um forno a alta temperatura, e quantificado por meio de analisador infra-vermelho.

Há dois tipos de carbono orgânico no sistema hídrico: carbono orgânico particulado - COP e carbono orgânico dissolvido - COD. O COT considera as parcelas biodegradáveis e não biodegradáveis da matéria orgânica, e quantifica somente os átomos de carbono, independente de quais outros átomos estão ligados a ele. O carbono orgânico em água doce provém de toda matéria viva e da composição de vários tipos de efluentes e resíduos. Serve como fonte de energia para bactérias e algas, em concentrações elevadas de excrementos de algas o carbono pode se tornar tóxico e causar problemas estéticos.

Sendo assim o Carbono Orgânico Total pode ser considerado como um indicador de poluição hídrica.

6.4 ÓLEOS E GRAXAS

Pode se entender que óleos e graxas são substâncias que são solubilizadas e extraídas por solventes orgânicos (JR SANT'ANNA; 2010).

Podem ter origem mineral, vegetal ou animal. Sendo que geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, etc. São provenientes de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB; 2013).

O material graxo acarreta problemas estéticos, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar fazendo com que tenha um impedimento a transferência de oxigênio para a água. Reduzem o oxigênio dissolvido na água e conseqüentemente há a elevação da DBO e da DQO.

6.5 SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO

Sólidos em suspensão conferem à água turbidez. Os de origem inorgânica podem também prejudicar a captação de oxigênio por organismos que fazem fotossíntese e comprometer esta. Metais pesados contribuem para o surgimento de toxicidade para a flora e fauna do curso receptor. Já os de origem orgânica fazem DBO e DQO, em cursos d'água lentos o material particulado pode acabar por se sedimentar e criar depósitos que posteriormente podem sofrer degradação anaeróbica e em cursos rápidos pode acontecer de esse material ser colocado novamente em suspensão, sendo degradados por bactérias aeróbias gerando um deficit de oxigênio dissolvido comprometendo a fauna aquática (JR SANT'ANNA; 2010). Os sedimentos destroem organismos que fornecem alimentos e podem também danificar os leitos de desova de peixes. Altos teores de sais minerais tais como sulfato e cloreto, podem causar corrosão em sistemas de distribuição e conferir sabor às águas (CETESB; 2013).

Os sólidos totais em suspensão são divididos em: sólidos em suspensão voláteis (SSV) que são associados ao material de origem orgânica e os sólidos em suspensão fixos (SSF) que se associam ao material inorgânico (JR SANT'ANNA; 2010). Os SSV apesar de serem associados a matéria orgânica, deve se ressaltar que não há o fornecimento de qualquer informação sobre a origem específica das diferentes moléculas orgânicas que se encontram presentes e que inclusive, iniciam a volatilização em temperaturas diferentes, tendo uma faixa compreendida entre 550-600°C, além de que existem compostos orgânicos que se volatilizam a partir de 250°C, enquanto há outros que alcançam a faixa de 1000°C (CETESB; 2013).

Além dos indicadores citados acima é de extrema importância a utilização de alguns parâmetros específicos que possam identificar certas substâncias que podem ter efeitos danosos ao meio ambiente, como por exemplo: cianetos, fenóis, amônia, nitrato, fosfato e sulfetos. (CAMMAROTA; 2011)

A cor do efluente também é de extrema importância, pois algumas colorações podem ser interpretadas de maneira errada. A coloração marrom ou amarelada em águas superficiais em águas que não foram poluídas pela ação humana pode ser de substâncias húmicas, provenientes de decomposição vegetal. Já em efluentes existe uma gama muito grande de compostos que podem conferir com a água, exigindo

assim técnicas específicas de tratamento para que sejam lançadas aos corpos d'água de maneira adequada (JR SANT'ANNA; 2010).

A turbidez de acordo com a CETESB:

Pode ser considerada como o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, 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, plâncton em geral, etc.

A alta turbidez pode ocasionar a redução da fotossíntese da vegetação enraizada submersa e algas, suprimindo assim a produtividade de peixes.

Outro parâmetro de qualidade que vem sendo difundido é a ecotoxicidade. Esta é realizada por meio de bioensaios, onde se observa a resposta de certos organismos (bactérias, algas, microcrustáceos, peixes) diante de vários níveis de diluição do efluente. Na toxicidade aguda o ensaio ocorre por menor tempo de exposição, varia de horas a alguns dias dependendo do organismo a ser observado até que chegue a letalidade de 50% da população teste (CL50) ou efeito adverso em 50% (CE50). Já a toxicidade crônica o tempo de exposição é maior, pode ser compreendida por pelo menos parte da vida ou o ciclo de vida inteiro do organismo teste. Os efeitos crônicos não levam à morte, porém afetam algumas de suas funções biológicas. O parâmetro utilizado neste caso é o CENO (Concentração de Efeito não Observado) que nos mostra a maior concentração de um agente tóxico que não causa efeito adverso nos organismos (JR SANT'ANNA; 2010).

7. TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL.

A CETESB (Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente) é um órgão do Governo Estadual, que tem função de estabelecer e executar planos para o controle da poluição, faz e executa coletas e análises de amostras de fontes poluidoras, elabora normas, fiscaliza, analisa e aprova planos e programas de tratamento e disposição de esgotos e de acordo com os decretos dela é que se pode determinar o destino dos efluentes gerados.

De acordo com o Decreto N° 8468, de 8 de Setembro de 1976, Artigo 3 da CETESB consideram-se poluentes qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, ar ou solo.

De acordo com o artigo 18 desta norma, os parâmetros pH, temperatura, material sedimentável, DBO, arsênico, bário, boro, cádmio, chumbo, cianeto, cobre, cromo hexavalente, cromo total, estanho, fenol, ferro solúvel, fluoretos, manganês solúvel, mercúrio, níquel, prata, selênio e zinco, deverão seguir os valores máximos ali descritos..

De acordo com artigo 19-C Os efluentes industriais devem ser coletados separadamente, através de sistemas próprios independentes, conforme sua origem e natureza. Sendo assim, o efluente gerado pela empresa de produtos domissanitários só poderá ser lançado ao esgoto caso esteja devidamente dentro dos padrões da CETESB. Considerando que o local onde se encontra a empresa não há saneamento básico e sim fossas, existe uma empresa de terceiros competente que tem a função de transportar o efluente até a empresa que cuida do esgoto da cidade.

A composição dos efluentes industriais varia de acordo com a indústria, pois possui uma grande variedade de poluentes. (JORDÃO; PESSOA; 1995). E de acordo com o artigo 24 da Resolução CONAMA n°357/2005 só poderão ser lançados direta ou indiretamente em corpos d'água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigência dispostos nesta resolução e em outras normas

aplicáveis. No tratamento de efluentes tem se utilizado dois conceitos que cada vez mais vem sendo difundidos no meio industrial (CAMMAROTA; 2011):

- End of pipe: o efluente é considerado como é, devendo-se buscar técnicas de tratamento que atendam os padrões de descarte;
- In-plant design: o efluente é o produto de vários processos dentro da indústria. Deste modo procura-se analisar todo o processo, as fontes poluidoras, o consumo de água e a composição das correntes, acabando por diminuir o custo de seu tratamento.

Estas águas residuárias vão para uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) onde sofrerá processos físicos, químicos e biológicos para retornar ao corpo receptor. Pois de acordo com o artigo 30 da resolução CONAMA nº357/2005 o efluente não pode ser misturado com águas de melhor qualidade antes de ter seu devido tratamento.

Tendo isso em vista, o objetivo primordial de se fazer um tratamento adequado é atender à legislação ambiental e em alguns casos fazer a reutilização da água (GIORDANO; p.24). Na tabela 3 é possível observar as etapas do tratamento que tanto um efluente doméstico quanto um efluente industrial é submetido.

Tratamento	Etapas			
Primário	Floculação	Decantação primária	Peneira rotativa	
Secundário	Tanque de aeração	Decantação secundária	Elevatória do lodo excedente	
Tratamento de lodo	Adensamento do lodo	Digestão anaeróbia	Condicionamento Químico do lodo	Desidratação do lodo

Tabela 3 - Espécie de Tratamento de um Efluente e suas respectivas etapas

Quando necessário o efluente passa por uma etapa terciária de tratamento. Esta etapa visa remover a matéria orgânica e nutrientes que restaram, como por exemplo nitrogênio, fósforo, sódio e bactérias patogênicas Sendo assim, a escolha do método certo depende da composição do efluente, das características desta composição. Nestas etapas podem ser empregados os processos de radiação

ionizante, oxidação por ozônio, processos fotocatalíticos, adsorção por carvão ativado, remoção de nutrientes, osmose reversa e troca iônica.

7.1 RADIAÇÃO IONIZANTE

Este método utiliza de um acelerador de elétrons onde tem como produto a radiação ionizante. Este é direcionado ao efluente a ser tratado e em contato com ele redistribui a energia dos elétrons entre os átomos e moléculas da água produzindo assim os radicais livres H e o OH. Como estes radicais são altamente reativos eles se combinam para formara moléculas ativas tais como, peróxidos de hidrogênio e de ozônio, que são importantes para a desinfecção. Desse modo, a radiação ionizante acaba por promover a degradação de compostos orgânicos, redução de carga orgânica, redução de coloração e desinfecção (SAMPA, 2004).

7.2 OXIDAÇÃO POR OZÔNIO

O gás é disperso no efluente em forma de bolhas, e incorporado à massa líquida através da interface gás-líquido. Este método tem como objetivo a redução da DQO e a destruição de fenóis e cianetos, oxidando e dissociando principalmente compostos não biodegradáveis. Ele também estabelece a cor natural do efluente, pois oxida a matéria orgânica dissolvida e formas coloidas que estão presentes em corantes (GASIL).

7.3 PROCESSOS FOTOCATALÍTICOS

Este método consiste em irradiação pela luz Ultra Violeta (UV) de semicondutores como, por exemplo, o dióxido de titânio (TiO_2). É viável a utilização deste, pois ele não é tóxico, é muito resistente à fotocorrosão, é barato e abundante, tem um band gap na região UV-A e pode ser usado em temperatura ambiente. A irradiação com comprimentos de onda menores que 385 nm produzem assim eletros (e^-) na banda

de condução e lacunas (h^+), na banda de valência dos óxidos metálicos. Os buracos formados na banda de valência do semicondutor podem reagir com íons ou moléculas de água acabando por formar radicais hidroxilas . Já as lacunas reagem diretamente com os poluentes adsorvidos, produzindo cátions radicais que continuam a dar sequência à degradação (BAIRD; 2011).

7.4 ADSORÇÃO POR CARVÃO ATIVADO

O carvão é composto por carbono puro com grande porosidade. Estes poros têm a função de adsorver as impurezas. Ele se torna ativo quando há uma mistura da matéria prima e uma solução responsável por ativar o produto e logo após é resfriado (processo químico), quando há a oxidação do carvão na presença de baixo teor de oxigênio e queima controlada (processo físico). As impurezas retidas pelo carvão são eliminadas junto com o mesmo, não gerando assim subprodutos. O carvão elimina compostos que causam odor, sabor e cor, além de substâncias fenólicas e orgânicas (LEGNER; 2012).

7.5 REMOÇÃO DE NUTRIENTES

A amônia e seus compostos podem ser removidos do efluente através do aumento de pH em cerca de 11 (com utilização do NaOH), onde os íons amônio são convertidos em amônia, seguido de borbulhamento de ar através da água para a remoção da amônia gasosa dissolvida. Além deste método, os íons amônio podem ser eliminados por troca iônica usando-se resinas que tem sítios de troca inicialmente ocupados por íons cálcio ou sódio. O nitrogênio orgânico e a amônia também podem ser removidos utilizando-se de uma bactéria nitrificante para que ocorra uma oxidação do nitrogênio para íon nitrato e este acabe por produzir nitrogênio molecular através da desnitrificação pela bactéria (BAIRD; 2011).

O íon fosfato pode ser removido pela adição de hidróxido de cálcio, onde formará precipitados, tais como $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ que pode ser prontamente removido do efluente.

7.6 OSMOSE REVERSA

Também chamada de hiperfiltração a água é forçada a atravessar uma membrana semipermeável por uma alta pressão. Esta membrana é composta por material polimérico orgânico. A água que passou pelos poros da membrana é pura e a solução que ficou retida contendo os contaminantes é descartada. Este tipo de membrana remove os íons metálicos alcalinos e alcalinos terrosos além dos metais pesados (BAIRD; 2011).

7.7 TROCA IÔNICA

As resinas de troca iônica fazem a purificação da água trocando os íons contaminantes por íons que são inertes à solução. Resinas catiônicas em solução aquosa liberam íons sódio ou hidrogênio e as aniônicas liberam o íon hidroxila. Essas resinas são copolímeros sintéticos e possuem grupos funcionais que podem adsorver cátions ou ânions de uma determinada solução e substituir por outros íons de mesma carga. Em efluentes industriais, as resinas são utilizadas para remover sais dissolvidos (SAKAI; 2012)

8. ENSINO MÉDIO.

A tensão superficial surge como conseqüência das ligações de hidrogênio, entre as próprias moléculas de água (FOGAÇA, 2012). Desse modo, forma-se na superfície da água uma membrana elástica permitindo assim que alguns insetos consigam flutuar em cima da água (GAUDIO, 2012)

A tensão superficial pode se romper quando as forças de atração das moléculas da água que são atraídas de todos os lados umas pelas outras tornando sua força resultante nula entrar em contato com substâncias apolares. Estas possuem sua carga total uniforme, enquanto que a água possui uma diferença de eletronegatividade maior, fazendo com que o contato entre as duas diminua essa tensão e faça com que o material suspenso na superfície afunde (VALE; 2012).

Com base nesta teoria, sugere-se uma prática simples para explicar a relação entre tensão superficial e seu rompimento pelo detergente:

Materiais:

Vasilha com água, lâmina de barbear e detergente.

Procedimento:

Encher uma vasilha com água e colocar sobre ela a lâmina de barbear. Pode-se notar que a lâmina não afunda e que em seu centro há um estufamento da camada de água, podendo-se visualizar uma fina película sobre a superfície.

Posteriormente pingue duas gotas de detergente próximo à lâmina e observe se esta consegue flutuar. Nota-se que há um pouco de dificuldade para que a lâmina permaneça sobre a água. Colocando-se detergente sobre a lâmina é possível perceber que é quase impossível que ela se mantenha na superfície (CURSO EXPERIMENTAL DE QUÍMICA, FEMA, 2013)



Figura 11 – Experimento de tensão superficial.

9. MATERIAIS E MÉTODOS

9.1 REAGENTES

- Ácido clorídrico p.a - DINÂMICA
- Ácido Fenoldissulfônico - DINÂMICA
- Ácido nítrico p.a - DINÂMICA
- Ácido sulfúrico p.a - SYNTH
- Água destilada
- Clorofórmio p.a - SYNTH
- Fenato - SYNTH
- Fenolftaleína - SYNTH
- Hipoclorito de sódio 20% - DINÂMICA
- Inibidor de nitrificação N-aliltiouréia - DINÂMICA
- N-(1-Naftil)etilenodiamina - SYNTH
- NaOH em escamas - DINÂMICA
- NaOH 50% - DINÂMICA
- Nitroprussiato de sódio - SYNTH
- Reagente combinado (ácido ascórbico + mistura combinada)
- Solução de NaCl + NaOH
- Solução digestora para NKT/PT
- Solução de digestão DQO faixa alta
- Solução tampão pH = 7,0 e pH = 4,0 - DINÂMICA
- Solução padrão de Biftalato de potássio - SYNTH
- Solução padrão de KCl 3 M - SYNTH
- Sulfanilamida - SYNTH

- Tartarato de sódio e potássio - SYNTH

9.2 VIDRARIAS

- Balão volumétrico 50 mL
- Balão volumétrico 100 mL
- Balão de decantação 250 mL
- Bastão de vidro
- Bastão magnético
- Béquer 500 mL
- Borracha para vedação
- Cadinho de alumínio com tampa
- Cápsula de porcelana
- Dessecador
- Erlenmeyer 250 mL
- Funil de plástico
- Funil de porcelana
- Grade para tubos de ensaio
- Kitassato 500 mL
- Papel de filtro
- Pipeta 1 mL
- Pipeta 2 mL
- Pipeta 5 mL
- Pipeta 10 mL
- Pipeta 1mL
- Proveta 50 mL
- Proveta 100 mL

- Proveta 500 mL
- Tubo de ensaio grande
- Suporte Universal

9.3 EQUIPAMENTOS

- Agitador magnético
- Balança analítica Marte - AY 220 tire os parênteses
- Bloco disgestor
- Bomba a Vácuo SA – DOA-V717-AA
- Chapa aquecedora TECNAL – TE-0181
- Condutivímetro TECNAL – TEC-4-MP
- Espectrofotômetro FEMTO – 6005
- Estufa de ar forçado 75 °C MARCONI – MA035
- Estufa 20 °C FANEM – 347CDG
- Estufa 105 °C SIBATA – SPO-450
- Mufla QUIMIS – Q-318D24
- pHmetro TECNAL – MPA-210
- Turbidímetro JUNDILAB – 2100N-HACH
- Oxímetro Lutron modelo DO-5510

9.4 MÉTODOS

Todas as análises deste trabalho foram desenvolvidas no Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI) da Fundação Educacional do Município de Assis.

9.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DO EFLUENTE

Na caracterização do efluente gerado, os seguintes parâmetros foram determinados em laboratório: pH, condutividade, turbidez, fósforo, nitrato, nitrito nitrogênio Kjeldahl, carbono orgânico total, óleos e graxas, DQO, DBO, resíduo filtrável e resíduo não filtrável.

A análise de oxigênio dissolvido foi realizada em campo.

As amostras foram coletadas e armazenadas em frascos plásticos e de vidro âmbar apropriados e mantidas em temperatura de 1°C a 4°C. Utilizou-se preservação de com H₂SO₄ em frascos plásticos de 500 mL para a realização de análise de nitrogênio e fósforo.

A figura 9 apresenta o local onde se retirou a amostra para posteriores análises.



Figura 12 – Local de coleta

9.5.1 Determinação de pH

Calibrou-se o aparelho com solução tampão 7,00 e 4,00 respectivamente, posteriormente colocou-se cerca de 100 mL da amostra em um béquer e mediu-se o pH.

9.5.2 Determinação de condutividade

Calibrou-se o aparelho com solução padrão 146,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ posteriormente colocou-se cerca de 100 mL da amostra em um béquer e mediu-se a condutividade.

9.5.3 Determinação de DBO

Corrigiu-se o pH das amostras entre 6,8 e 7,2, utilizando solução de NaOH ou HCl. Definiu-se a diluição, através da tabela 4. Como a amostra não apresenta elevado teor de matéria orgânica optou-se pela diluição 0 – 80, correspondente a um volume de 365 mL. Transferiu-se este volume para o frasco de DBO, adicionou-se 10 gotas inibidor N-alilTiouréia e uma barra magnética. Inseriu-se no sistema o reservatório de pastilhas de NaOH e fechou-se a garrafa com Oxitop[®] zerando-o em seguida. Levou-se o sistema para a incubadora de DBO regulada a 20°C por 5 dias. Após este período foi feita a leitura do oxigênio consumido registrado no Oxitop[®] nos 5 dias de análise. Para a expressão do resultado, foi utilizada a leitura do último dia, sendo que a mesma foi multiplicada pelo respectivo fator de diluição, mostrado na tabela 4.

Diluição	Volume de amostra (mL)	Fator
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43,5	50
0-4000	22,7	100

Tabela 4 - Diluição, volumes correspondentes e fator de multiplicação para determinação da DBO pelo método Oxitop®

9.5.4 Determinação de resíduo filtrável

Para a determinação de resíduo filtrável 50mL de amostra previamente filtrada em papel qualitativo Watmann (faixa preta) foram transferidos para cadinhos de alumínio tarados. Os cadinhos foram levados à estufa de ar forçado regulada a 75°C até a evaporação de todo o líquido. Posteriormente as amostras foram levadas à estufa de secagem regulada à 105°C por 2h. Após este período o cadinho foi transferido para um dessecador até o equilíbrio térmico com a temperatura ambiente e pesado novamente. O resíduo filtrado foi calculado de acordo com a equação 1.

$$\text{Resíduo filtrável (ppm)} = \frac{(P_f - P_i) \times 1000000}{\text{Volume de amostra}} \quad (1)$$

Onde:

P_f = Peso final do cadinho após a secagem, em gramas

P_i = Peso inicial do cadinho (tara), em gramas

9.5.5 Determinação de resíduo não filtrável

Para a determinação do resíduo não filtrável procedeu-se da mesma maneira que a análise de resíduo filtrável, com a diferença de se utilizar amostras não filtradas.

9.5.7 Determinação de Nitrato (NO_3^-)

Em erlenmeyer de 250 mL foram colocados 50 mL da amostra de efluente e este foi levado à chapa aquecedora a 350 °C até que restasse apenas um pequeno filete de líquido. Após o resfriamento da amostra, adicionou-se ao erlenmeyer 1 mL de ácido fenoldissulfônico, 10 mL de água destilada e 5 mL de NaOH 50%. Homogeneizou esta mistura e transferiu-se para um balão volumétrico de 50 mL, avolumando-o com água deionizada. Aguardou-se 10 minutos e efetuou-se a leitura da absorbância a 410nm em espectrofotômetro previamente calibrado e zerado com um branco. A quantificação de nitrato foi obtida através da equação 2, obtida pelos dados da curva de calibração.

As absorbâncias obtidas para as amostras foram comparadas com os dados obtidos da curva analítica de nitrato, construída a partir de soluções padrão de nitrato nas concentrações de 0,20; 0,40; 0,80 e 1,40 ppm.

$$\text{NO}_3(\text{ppm}) = \text{leitura da amostra} \times 22,581 \quad (2)$$

9.5.8 Determinação de Nitrito (NO_2^-)

Foi adicionado em tubo de ensaio 50 mL da amostra e 1 mL da solução sulfanilamida e deixou-se em repouso por 5 minutos. Posteriormente adicionou-se 1mL da solução N-(1-Naftil)etilenodiamina, homogeneizou-se e deixou-se novamente em repouso por 10 minutos. Foi realizada a leitura da absorbância a 543 nm em espectrofotômetro previamente calibrado e zerado com um branco. A

quantificação de nitrito foi obtida através da equação 3, gerada pelos dados da curva de calibração.

As absorvâncias obtidas para as amostras foram comparadas com os dados obtidos da curva analítica de nitrito, construída a partir de soluções padrão de nitrito nas concentrações de 0,01; 0,02; 0,05; 0,08 e 0,1 ppm.

$$\text{NO}_2 \text{ (ppm)} = \text{leitura} \times 0,047 \quad (3)$$

9.5.9 Nitrogênio Kjeldahl (NKT)

Para determinação de NKT foram adicionados em erlenmeyer de 250 mL, 100 mL da amostra e 10 mL da solução digestora NKT/PT. Posteriormente colocou-se na chapa aquecedora até a formação de um filete contendo os resíduos. Após resfriamento a amostra foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL e avolumada com água deionizada, sendo este a base NKT/PT. Retirou-se 10 mL desta base NKT/PT e passou para um balão volumétrico de 100 mL adicionando também 40 mL de água destilada. Adicionou-se ao balão 2 gotas de tartarato de sódio e potássio, 1 mL de solução NaOH = NaCl, 3 mL de solução fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio 20% e 0,5 mL de nitroprussiato de sódio. Avolumou-se o balão volumétrico com água deionizada e deixou-se repousar por quarenta e cinco minutos. Posteriormente foi feita a leitura da absorvância a 660 nm em espectrofotômetro previamente calibrado e zerado com um branco. A quantificação de NKT foi obtida através da equação 4, gerada pelos dados da curva de calibração.

As absorvâncias obtidas para as amostras foram comparadas com os dados obtidos da curva analítica de NKT, construída a partir de soluções padrão de NKT nas concentrações de 0,50; 1,00; 2,00; 4,00 e 5,00 ppm.

$$\text{NKT (ppm)} = \text{leitura} \times 12,219 \quad (4)$$

9.5.10 Determinação de DQO

Transferiu-se 1,5mL solução de digestão DQO faixa alta, 3,50mL de solução ácida para DQO e 2,50mL de água destilada para uma cubeta de 16mm (cubeta de DQO). Esta amostra foi preparada como o branco. Transferiu-se em uma outra cubeta de 16mm 1,5mL solução de digestão DQO faixa alta, 3,50mL de solução ácida para DQO e 2,50mL da amostra. Fechou-se a tampa plástica e agitar vigorosamente a cubeta. Colocou-se em bloco digestor previamente aquecido, a 150°C durante 2 horas. Deixou-se esfriar até temperatura ambiente, agitou-se novamente e esperou que o precipitado decantasse. Fez-se a medição da absorbância em espectrofotômetro a 600nm, zerando o aparelho com o branco. O resultado da DQO foi obtido através da equação 5

As absorbâncias obtidas para as amostras foram comparadas com os dados obtidos da curva analítica de DQO, construída a partir de soluções padrão de DQO nas concentrações de 100; 250; 500; 700 e 1000 ppm.

$$\text{DQO (ppm)} = \frac{\text{leitura} - 0,0029}{0,0002} \times 10 \quad (5)$$

Foi feita uma diluição, pois a amostra se encontrava muito suja. Então diluiu-se 10 mL da amostra em uma balão de 100 mL. Devido a esse procedimento multiplicou-se por 10.

9.5.11 Determinação de carbono orgânico total (COT)

Transferiu-se 50 mL da amostra de efluente para uma cápsula de porcelana previamente tarada e levou-se à estufa regulada a 105°C por vinte quatro horas. Após o resfriamento pesou-a a cápsula e anotou-se o peso. Esta mesma cápsula foi levada para mufla e deixada em calcinação por 2h e posteriormente pesada. A quantificação de COT foi obtida através da equação 6.

$$\text{COT (ppm)} = 100 - \frac{[(P_f - P_i) \times 1000000]}{\text{Volume de amostra}} \quad (6)$$

Onde:

P_f = Peso final da cápsula após a calcinação, em gramas

P_i = Peso inicial do cápsula (tara), em gramas

9.5.12 Determinação de Óleos e Graxas

Para determinação de óleos e graxas acoplou-se no suporte universal um funil de separação de 250 mL onde se colocou 100 mL de amostra com o auxílio de uma proveta de 100 mL e 20 mL de clorofórmio p.a com o auxílio de uma proveta de 50 mL. Fechou-se a parte superior no funil e este foi agitado três vezes para que a mistura fosse homogeneizada. Deixou-se o sistema em repouso para a separação das fases e então se recolheu a fase orgânica em um béquer de 250 mL previamente tarado. Levou-se o béquer para estufa de 105°C para evaporação do solvente. Após resfriamento o béquer pesado e a quantidade de óleos e graxas foi determinada pela equação 7.

$$\text{Óleos e graxas (ppm)} = \frac{(P_f - P_i) \times 1000000}{\text{Volume de amostra}} \quad (7)$$

Onde:

P_f = Peso final do béquer após a secagem, em gramas

P_i = Peso inicial do béquer (tara), em gramas

9.5.13 Determinação de oxigênio dissolvido.

Para determinação de oxigênio dissolvido utilizou-se oxímetro Lutron modelo DO-5510. As medições foram feitas em campo.

9.5.14 Determinação de Fósforo.

Para a determinação de fósforo, foi colocado em erlenmeyer de 250 mL, 100 mL da amostra de efluente, adicionando a ele 5 mL de ácido sulfúrico e 10 mL de ácido nítrico. Feito isso levou o erlenmeyer à chapa aquecedora para que se formasse um filete contendo os resíduos. Após a formação do filete, retirou-se o erlenmeyer da chapa para que esfriasse em temperatura ambiente e adicionou 10 mL de ácido clorídrico. Levou-o novamente à chapa até que houvesse o aparecimento de fumos brancos. Retirou-se o sistema da chapa e após resfriamento adicionou-se 20 mL de água destilada, 4 gotas do indicador fenolftaleína e NaOH 50% até que ficasse com uma coloração rósea. Em seguida foi adicionado ácido sulfúrico até que a coloração passe de rósea para incolor, podendo desse modo transferir-se o conteúdo do erlenmeyer para um balão volumétrico de 100 mL e avolumá-lo com água deionizada. Transferiu-se 50 mL desta solução para um erlemeyer de 250 mL, adicionou-se então 10 mL de reagente combinado e homogeneizou-se o sistema, deixando-a em repouso por 10 minutos. Posteriormente foi feita a leitura da absorbância a 880 nm em espectrofotômetro previamente calibrado e zerado com um branco. A quantificação de fósforo foi obtida através da equação 8, gerada pelos dados da curva de calibração.

As absorbâncias obtidas para as amostras foram comparadas com os dados obtidos da curva analítica de fósforo, construída a partir de soluções padrão de fósforo nas concentrações de 0,01, 0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25 e 0,30ppm.

$$\text{PO}_4^- \text{ (ppm)} = \frac{(y-86,53)}{-62,96} \quad (8)$$

9.5.15 Determinação de Turbidez

Para a determinação de turbidez na amostra do efluente, o equipamento foi devidamente calibrado de acordo com as instruções do fabricante. As amostras então foram homogeneizadas e submetidas à leitura no turbidímetro, onde foram depositadas em cubeta de vidro do próprio equipamento. O resultado obtido foi expresso em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

10. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram coletadas em uma empresa que fabrica produtos de limpeza situada em Assis/SP. Foram feitas três campanhas de coleta, nos dias 11/05/2013, 17/05/13 e 10/06/13. A tabela 5 mostra os resultados obtidos das análises realizadas em cada amostra.

Análises	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta
	Amostra 11/05/2013	Amostra 17/05/2013	Amostra 10/06/2013
pH	12,50	9,95	3,74
Condutividade (ms/cma)	42,95	7,35	6,91
DBO (mg O ₂ /L)	26	82	0
Resíduo filtrável (ppm)	16754	17384	6807
Resíduo não filtrável (ppm)	16954	18388	7085
Nitrato (ppm)	58,71	38,55	59,81
Nitrito (ppm)	0,0283	0,073	0,048
NKT (ppm)	2,76	9,71	14,38
DQO (ppm)	1423	1165,5	585,5
COT (ppm)	15708	7866	3688
Óleos e graxas (ppm)	40	193	99
Oxigênio dissolvido	2,7	1,3	1,8
Fósforo (ppm)	1,27	0,9136	1,055
Turbidez (NTU)	111	389	451
Temperatura (°C)	23,2	20,3	23,5

Tabela 5 - Comparação de resultados entre as amostras

11.1 pH

As amostras 1 e 2 possuíram um pH maior devido a uma produção de formulações que continham compostos alcalinos. As matérias primas utilizadas nestes produtos acabaram por deixar resíduos nos materiais onde eram contidos antes de serem despejados no tanque (baldes, jarras, sacos, etc) e após sua lavagem a água residuária tornou-se alcalina. Já na amostra de 3 o pH não se apresentou tão alto pois foram fabricados produtos ácidos e neutros.

Dentre todas as campanhas de coleta, somente a amostra 2 estava enquadrada no que é estabelecido pelo decreto n° 8468/76, pois se apresentava entre 6,00 a 10,00.

Para a adequação da empresa, pode ser sugerido que se instalem tanques, onde o efluente seria disposto para correção de pH e posteriormente seria lançado ao tanque de tratamento de água para a cloração e para a espera de um veículo adequado para o seu transporte até uma ETE.

11.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

O resultado de condutividade obtido da amostra 1 teve valores mais altos do que os que foram determinados nas outras campanhas de coleta. É possível que nesta data a empresa tenha produzido materiais com característica de condutividade mais alta, por exemplo, sais muito solúveis e bases e ácidos fortes.

Nas coletas posteriores os resultados de condutividade foram menores, pois os compostos utilizados nas formulações dos produtos não possuíam essa capacidade de condução elétrica como, por exemplo, resinas, glicerina e ácidos fracos

Segundo a CETESB, a condutividade pode ser elevada quando sólidos dissolvidos são adicionados. Valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados podendo afetar o metabolismo de bactérias presentes no efluente, devido a alteração do transporte de espécies químicas entre o meio e a bactéria (LOMBARDI; 2009).

11.3 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)

A DBO da coleta 2 teve um resultado mais alto do que o da coleta 1, pois em seu efluente respectivo continha maior concentração de matéria biodegradável, indicando que provavelmente houve mais perdas de matérias primas que nos outros dias. Isso deve ter ocorrido por derramamento de matérias-primas e produtos acabados no piso da fábrica.

A coleta 3 obteve resultado 0mg/L para DBO pois a quantidade de matéria-prima perdida através de derramamento no piso foi de um valor muito pequeno.

Valores altos de matéria orgânica presentes na água podem fazer com que o meio se torne anaeróbico, fazendo com que populações de peixes e outras formas de vida aquática desapareçam, além de conferir sabor e odor à água (CETESB).

Para diminuir os valores de DBO sugere-se que a empresa reduza perdas de matéria primas através de uma melhor lavagem dos recipientes dentro do tanque para a fabricação do produto sempre que possível, onde os resíduos da matéria prima seriam de menor quantidade devido a essa limpeza realizada nos recipientes.

11.4 RESÍDUO FILTRÁVEL E RESÍDUO NÃO FILTRÁVEL

Resíduos filtrável e não filtrável estão relacionados não só com substâncias inorgânicas presentes no efluente, mas também com resíduos sólidos inorgânicos presentes no piso da fábrica, como por exemplo areia, terra, cimento, etc.

Toda essa matéria sólida é proveniente dos ventos, dos veículos que são guardados no barracão e dos calçados dos funcionários

Devido ao tamanho dessa matéria sólida ser relativamente grande em comparação ao filtro utilizado na análise todos os valores de resíduo não filtrável são maiores que o resíduo filtrável. Além de que a diferença que há entre os resultados é devido à quantidade de material sólido que se depositou dentro da fábrica de acordo com o clima (vento e chuva arrastam mais material pra dentro da fábrica) e com a quantidade de vezes que os veículos foram dirigidos para dentro da fábrica. Estes resíduos estão intimamente ligados aos sólidos totais, ajudando assim no aumento de turbidez do efluente, podendo aumentar os índices de DBO e DQO.

Na coleta 3 foi possível observar um valor menor, pois provavelmente não houve a presença de material particulado. O decreto n° 8468/76 estabelece de que resíduos sedimentáveis tenham uma concentração de no máximo 20mL/L. As coletas 1 e 2 possuíram valores acima do que reza o decreto, ficando portanto fora da especificação estabelecida

Para que haja uma diminuição de valores de resíduos, sugere-se que a empresa tenha um sistema de filtração que retenha estas partículas sólidas antes que o efluente seja enviado à ETE..

11.5 NITRATO (NO_3^-)

O nitrato (NO_3^-) é uma forma oxidada do nitrogênio e é menos tóxico para organismos aquáticos do que o nitrito (NO_2^-). Porém valores elevados de nitrato podem levar a uma doença chamada metemoglobinemia. Não há um parâmetro estabelecido para a quantidade de nitrato em efluente industrial, porém a portaria 518/04 do ministério da saúde estabelece que em água para consumo humanos o máximo que pode existir é de 10 mg/L (MINISTÉRIO DA SAÚDE; 2005)

A equação da reta, o coeficiente de correlação linear (R^2) e a curva analítica obtidas para a análise de nitrato são mostrados na figura 10:

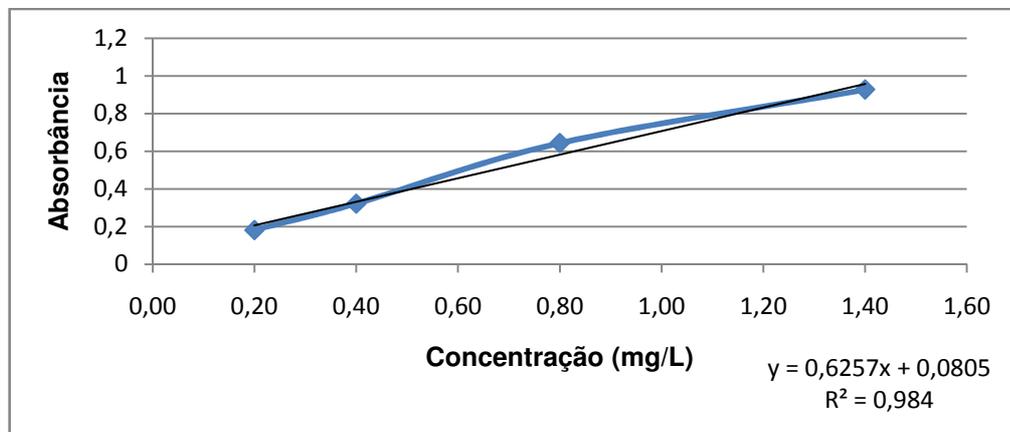


Figura 13 Curva analítica de nitrato, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de nitrato por espectrometria ($\lambda = 410 \text{ nm}$)

Os valores obtidos da curva de calibração se mostraram adequados à análise espectrométrica de nitrato, visto que a concentração dos analitos nas amostras esteve dentro do intervalo de confiança do método, pois o R^2 ficou próximo do valor recomendado de 0,99.

O resultado encontrado da coleta 1 foi alto devido a utilização de matérias primas que continham o nitrogênio como, por exemplo, quaternário de amônio e a amônia.

Na coleta 3 o valor permaneceu alto devido a estas e outras substâncias que continham o nitrogênio em sua composição.

Já na coleta 2 que obteve o menor valor, utilizaram-se mais matérias primas que não continham o nitrogênio e houve pouca fabricação de produtos que tem em sua formulação o nitrogênio, porém a quantidade utilizada foi insignificante.

11.5 NITRITO (NO_2^-)

O nitrito (NO_2^-) é outra forma oxidada do nitrogênio que favorece o crescimento das plantas e exerce demanda do oxigênio, pois pode ser oxidado a nitrato em meio aquoso. Assim como o nitrato, o nitrito não possui um parâmetro para efluente industrial, porém a portaria n° 518/04 do ministério da saúde estabelece um valor de 1 mg/L para água potável.

A equação da reta, o coeficiente de correlação linear (R^2) e a curva analítica obtidas para a análise de nitrito são mostrados na figura 11:

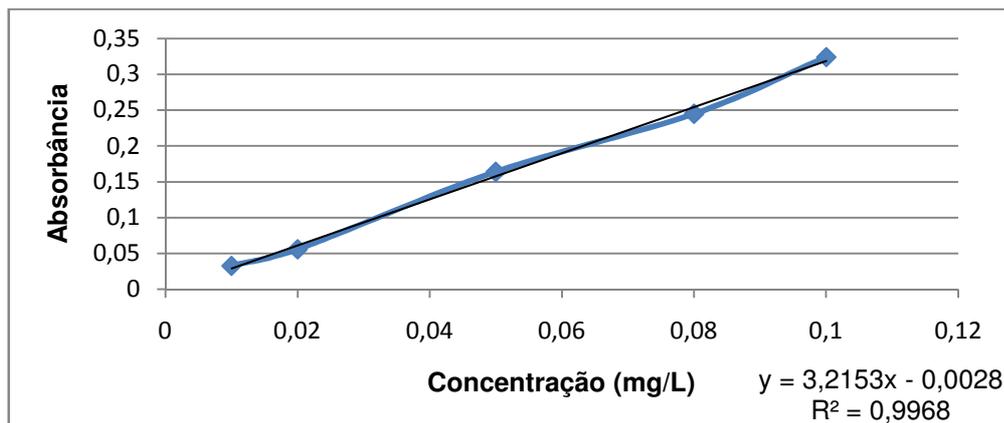


Figura 14 Curva analítica de nitrito, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de nitrito por espectrometria ($\lambda=543 \text{ nm}$)

Os valores obtidos da curva de calibração se mostraram adequados à análise espectrométrica de nitrito, visto que a concentração dos analitos nas amostras esteve dentro do intervalo de confiança do método, pois o R^2 ficou próximo do valor recomendado de 0,99.

O valor da coleta 1 foi baixo em comparação com as amostras 2 e 3. Sendo assim pode-se dizer que a poluição causada por nitrito no efluente da primeira 1 será menor do que as outras amostras, e a amostra do dia 2 que possui o valor maior pode causar uma poluição maior por nitrito.

11.6 NITROGÊNIO TOTAL (NKT)

Nitrogênio Kjeldhal Total (NKT) é um método que permite determinar o nitrogênio orgânico e o nitrogênio amoniacal em uma amostra. Estas duas formas de nitrogênio são formas reduzidas. Estes tipos de nitrogênio são nocivos ao meio aquático, sendo que o nitrogênio amoniacal pode promover um crescimento abundante de algas e plantas aquáticas. (JR SANT'ANNA; 2010)

A equação da reta, o coeficiente de correlação linear (R^2) e a curva analítica obtidas para a análise de NKT são mostrados na figura 12:

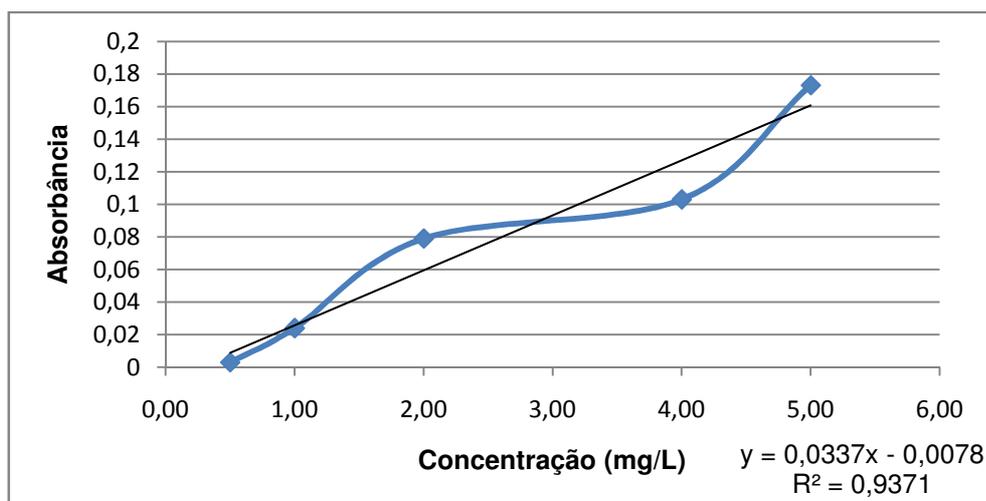


Figura 15 Curva analítica de nitrito, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de NKT por espectrometria ($\lambda = 660$ nm)

Os valores obtidos da curva de calibração se mostraram adequados à análise espectrométrica de NKT, visto que a concentração dos analitos nas amostras esteve dentro do intervalo de confiança do método, embora o R^2 não tenha estado próximo do valor recomendado de 0,99.

O maior valor encontrado foi na coleta do dia 3. Não existe nenhum parâmetro para o índice de NKT, porém para efluentes industriais a quantidade chega à ordem de centenas de miligramas por litro. A resolução CONAMA n°430/11 determina valores para concentração de nitrogênio em efluentes de 20 mg/L.

11.7 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) são parâmetros utilizados em conjunto para determinar a biodegradabilidade de um efluente. Quando os valores de DBO e DQO são próximos, pode se afirmar que este efluente contém somente poluentes que são biodegradáveis. Conforme a diferença de resultados entre os dois parâmetros vai aumentando, menor é sua biodegradabilidade. Sendo assim tratamentos físicos químicos serão mais eficientes do que tratamentos biológicos, pois os microrganismos só consomem aqueles compostos que são biodegradáveis. (JR SANT'ANNA; 2010).

A equação da reta, o coeficiente de correlação linear (R^2) e a curva analítica obtidas para a análise de DQO são mostrados na figura 13:

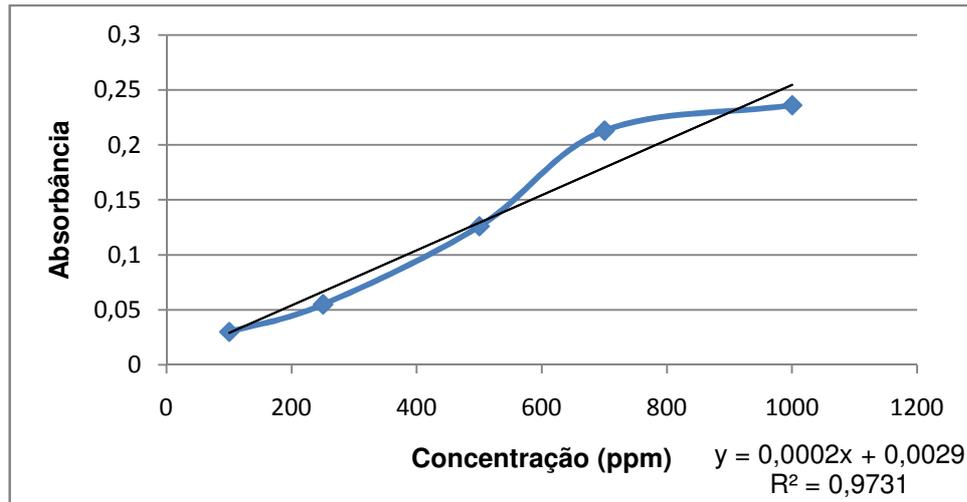


Figura 16 Curva analítica de nitrato, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de DQO por espectrometria ($\lambda = 600 \text{ nm}$)

Os valores obtidos da curva de calibração se mostraram adequados à análise espectrométrica de DQO, visto que a concentração dos analitos nas amostras esteve dentro do intervalo de confiança do método embora o R^2 não tenha estado próximo do valor recomendado de 0,99.

O valor de DQO encontrado na amostra de coleta 1 foi maior do que o valor encontrado na coleta 2, isso significa que este efluente possui uma maior biodegradabilidade do que o outro. Já a coleta 3 possui uma diferença entre DBO e DQO mais alta, porém isso não significa que o efluente representado por essa amostra seja biodegradável, pois seu valor de DBO foi 0.

11.8 CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT)

O COT da coleta 1 obteve um valor elevado se comparado as outras duas amostras, pois as matérias-primas utilizadas para a fabricação dos produtos, em sua maioria eram compostas por substâncias orgânicas, como tensoativos, corantes, essências. Já a amostra da coleta 3 possuiu um índice menor de carbono orgânico total pois neste dia foram fabricados produtos que continham em sua formulação menos compostos orgânicos como por exemplo, ácido sulfúrico, ácido fluorídrico, ácido

clorídrico, hidróxido de sódio. Apesar de não ter um parâmetro previsto em lei, uma alta concentração de carbono em águas pode causar a intoxicação desta se não tratada adequadamente, prejudicando assim a vida aquática (CETESB).

11.9 ÓLEOS E GRAXAS

Para a análise de óleos e graxas a coleta 2 obteve o valor mais elevado e em consequência disso seu valores de DBO e DQO também foram elevados. Isso ocorreu devido a pouca superfície de contato que se teve entre o efluente e o ar. Esse valor foi alcançado não somente pela utilização de substâncias apolares, mas também pela lavagem de bombas que continham alguma espécie de óleo, lavagem de tambores e também por algum desperdício de matéria prima.

Já na coleta 1, o valor de óleos e graxas e DBO foram menores, devido ao pouco desperdício e as matéria primas utilizadas. Os valores de todas as coletas exceto a coleta 2 estão enquadradas no parâmetro do decreto nº8469/76, pois não apresentaram manchas de óleo em sua superfície e este decreto reza que óleos e graxas tem de ser ausentes visivelmente e apresentar concentração de no máximo 150mg/L.

Para que a empresa se enquadre no padrão estabelecido em lei, sugere-se que a empresa instale caixas separadoras de óleo, onde este ficaria retido em caixas próprias – indica-se o polietileno, pois evita a formação de trincas e consequentemente vazamentos- e o efluente segue para ser descartado adequadamente.

11.10 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

Oxigênio dissolvido (OD) pode ser entendido como a quantidade de oxigênio atmosférico dissolvido na água (ou no caso no efluente) considerando a pressão e temperatura específicas, pois onde há temperaturas menos o oxigênio é mais dissolvido e em altitude maiores onde a pressão atmosférica é menor o oxigênio

acaba por ser menos solúvel (CETESB) Ele é utilizado por microrganismos que podem promover a degradação de compostos orgânicos biodegradáveis (JR SANT'ANNA; 2010). Se a concentração destes compostos orgânicos for alta, a concentração de oxigênio dissolvido será menor, pois os microrganismos necessitarão de uma maior quantidade de oxigênio para conseguir degradar toda a matéria orgânica.

A coleta 2 obteve um valor menor de oxigênio dissolvido, pois a composição do seu efluente apresentou uma elevada concentração de matéria orgânica se comparada as outras duas coletas. Não há parâmetro estabelecido para a concentração de oxigênio dissolvido em efluentes, porém para que a manutenção da vida aquática seja preservada, é necessária uma concentração de 5,0 mg/L de acordo com CONAMA 357/05. Caso a concentração for menor que 2mg/L acontece o fenômeno de hipoxia, isto é, baixa concentração de oxigênio na água (CETESB).

11.11 FÓSFORO TOTAL

Da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo é considerado um macro-nutriente, sendo de fundamental importância para a manutenção da célula. Porém quando o efluente que o contém é lançado em um corpo hídrico sem o devido tratamento pode ocorrer o fenômeno de eutrofização, além de promover à água sabor e odor (CETESB).

A equação da reta, o coeficiente de correlação linear (R^2) e a curva analítica obtidas para a análise de fósforo são mostrados na figura 14:

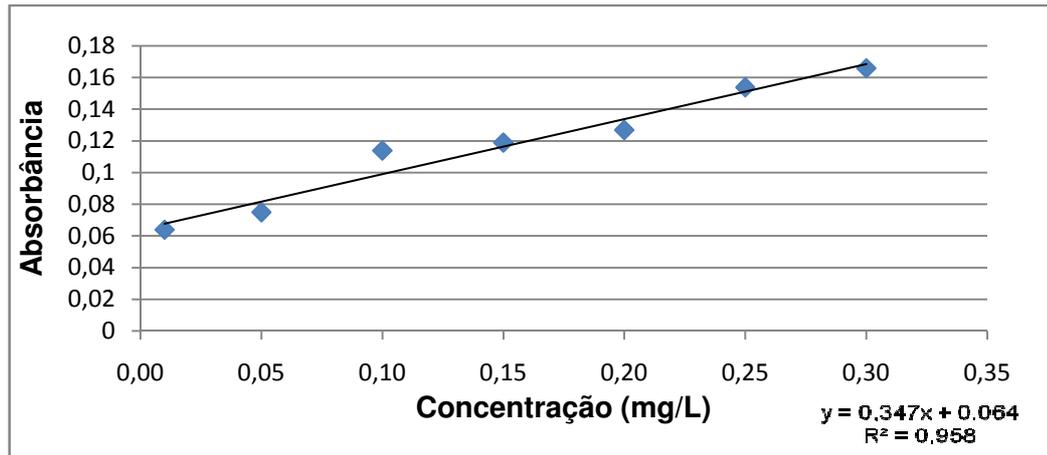


Figura 17: Curva analítica de fósforo, coeficiente de correlação linear e equação da reta para análise de fósforo por espectrometria ($\lambda = 880\text{nm}$)

Os valores obtidos da curva de calibração se mostraram adequados à análise espectrométrica do fósforo, visto que a concentração dos analitos nas amostras esteve dentro do intervalo de confiança do método, embora o R^2 não tenha estado próximo do valor recomendado de 0,99.

Na coleta 1 observou-se uma maior concentração de fósforo no efluente, isso ocorreu devido à fabricação de produtos que continham em sua formulação o tripolifosfato de sódio como por exemplo, detergentes alcalinos, sabões em pó e fosfatos, como por exemplo detergentes em geral.

A coleta 2 teve um valor baixo, pois houve a manipulação de matéria primas que não continham fósforo em sua composição, como por exemplo bases, ácidos e corantes.

Para que haja uma diminuição deste nutriente no efluente da fábrica, sugere-se que nas formulações substituía-se as matérias primas que os contem por citrato de sódio, carbonato de sódio e silicato de sódio ou por substâncias zeólitas,

11.12 TURBIDEZ

A turbidez na amostra da coleta 3 obteve um valor elevado pois na fabricação dos produtos utilizou-se por exemplo corantes, como por exemplo xampu automotivo

concentrado, detergente ácido ativado concentrado, além de sólidos inorgânicos que poderiam estar presentes neste efluente (como terra, areia, cimento, etc), afetando assim a qualidade estética do efluente, pois segundo Jr Sant'anna a turbidez está relacionada com sólidos em suspensão, tamanho e forma das partículas presentes no efluente, a cor deste, entre outros.

Na coleta 1 a turbidez foi menor, pois os produtos fabricados utilizaram corantes em menor quantidade como por exemplo desinfetantes comuns, detergentes em geral. Não existe um parâmetro que estabeleça um valor par a turbidez em efluente, porém para consumo humano o valor máximo é de 5,0 UT.

Sugere-se que a fábrica recolha todo o material particulado do piso da fábrica e os descarte em lixos específicos. Assim haverá uma menor concentração de sólidos no efluente e conseqüentemente o valor da turbidez diminuirá.

11.13 TEMPERATURA

A temperatura é um parâmetro importante, pois por meio dela sabemos se o oxigênio está bem solubilizado em água. Quanto mais alta for a temperatura, menos a quantidade de oxigênio presente na água. Para efluentes o parâmetro estabelecido pelo decreto n°8469/76 é que seja menor do que 40°C. Tendo isso em vista, todas as amostras de coleta estão de acordo coma lei.

11. CONCLUSÃO

As análises realizadas no efluente indicaram a tamanha complexidade deste. Através de análises físico-químicas foi possível determinar fatores importantes que devem ser levados em consideração quando for encaminhado a uma ETE, como pH, condutividade, DBO, resíduo filtrável, resíduo não filtrável, nitrato, nitrito, NKT, DQO, COT, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, fósforo, turbidez, temperatura. Conseguiu-se então determinar quantitativamente os macrocomponentes do efluente que são um dos maiores responsáveis pela poluição aquática.

Com isso foi possível observar que o efluente gerado pela empresa de produtos domissanitários possuiu valores diversificados de macrocomponentes sendo que a causa de tamanha diferença se deve as espécies de matérias primas utilizadas na fabricação dos produtos nos determinados dias. Concluiu-se então que este efluente precisa se adequar aos padrões estabelecidos pelas leis vigentes e posteriormente sofrer um tratamento específico na ETE para que seja lançado ao corpo hídrico sem que prejudique a vida aquática.

REFERÊNCIAS

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA

<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/U_RDC-ANVISA-184_221001.pdf> Acesso em: 30 abril. 2012

ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1e808a8047fe1527bc0dbe9f306e0947/RDC+40.2008.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso em 15 Dezembro, 2012

ARTIGONAL, Diretório de artigos gratuitos

<<http://www.artigonal.com/ensino-superior-artigos/tensao-superficial-do-detergente-liquido-caseiro-3333672.html>> Acesso em 07 novembro 2012

BAIRD, Colin; **Química Ambiental**, 2 ed; Editora Bookman, 2002

BAIRD, Colin; CANN Michael; **Química Ambiental** 4ed. Editora Bookman; 2011

BARBOSA, André B; SILVA, Roberto R. **Xampus; Química Nova na Escola**; n°2; novembro, 1995, p.3-5

BOOKS, Markon; **Ciências do ambiente, ecologia, poluição e impacto ambiental**; 1992

CAMMAROTA, Magali C, **Notas de aula: Tratamento de Efluentes Líquidos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola de Química. Disponível em: <<http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2011/eqb485.pdf> > Acesso em 20 Dezembro, 2012

CAMMAROTA, Magali C; **Notas de Aula: Biotecnologia Ambiental**; Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola de Química. Disponível em: <http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2011/apostila_eqb365.pdf> Acesso em 08 Janeiro, 2013.

CETESB

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_bioquimica_de_oxigenio.pdf> Acesso em 08 Janeiro, 2013

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/demanda_quimica_de_oxigenio.pdf> Acesso em 11 Janeiro, 2013

<[http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/carbono_organico_dissolvido_e_carbo no_organico_total.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/carbono_organico_dissolvido_e_carbo_no_organico_total.pdf)> Acesso em 14 Março, 2013

<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_fisicas/serie_de_solidos.pdf> Acesso em 24 Março, 2013

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#cor>> Acesso em: 26 Março, 2013

< <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#dbo>> Acesso em 14 Outubro, 2013

<http://www.cetesb.sp.gov.br/mortandade/causas_oxigenio.php> Acesso em 15; Outubro; 2013

< http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/variaveis/aguas/variaveis_quimicas/fosforo_total.pdf> Acesso em 15; Outubro; 2013

Como cuidar da nossa água. Coleção Entenda e Aprenda. BEI. São Paulo-SP, 2003.

<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/poluicao_da_agua.html?query=efluentes+industriais> Acesso em 30 abril.2012

CORRALES, José Miguel Ramirez. Disponível em:

<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya/ramirez.pdf>> Acesso em 13, Outubro, 2012

DAE, Departamento de água e esgoto. Disponível em:

<<http://daescs.sp.gov.br/index.asp?dados=ensina&ensi=planeta>>

Acesso em: 30 abril.2012

GASIL; Disponível em:

<<http://www.silton.com.br/pt/index.php/areas/saneamento/tratamento-de-efluentes/>>

Acesso em 14 Julho,2013

GAUDIO Anderson C.. Disponível em:

<http://profanderson.net/files/fisicanoyoutube/fluidos/tensao_superficial.php> Acesso em 07 Novembro, 2012

JR SANT'ANNA, Geraldo Lippel; **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**; Editora Interciência; 2010

LEGNER; Carla; 2012. Disponível em:

<<http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=4922>> Acesso em 14, Julho, 2013

LOMBARDI; Joselaine Broetto; **O efeito da condutividade no tratamento biológico de um efluente industrial**. Disponível em:

< <http://aplysia.com.br/blog/11-12-2009/estudo-o-efeito-da-condutividade-no-tratamento-biologico-de-um-efluente-industrial/>> Acesso em 14 Dezembro 2013

MINISTÉRIO DA SAÚDE; **Portaria 518/04**; 2005. Disponível em:

< http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf> . Acesso em 14; Outubro; 2013

NETO; Odone Gigo Zago; PINO, José Cláudio Del; 2012. Disponível em:

<<http://www.ig.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>> Acesso em: 12 Outubro, 2012

NBR 9800/1987. Disponível em:

< <http://pt.scribd.com/doc/51613605/NBR-9800-NB-1032-Criterios-para-lancamento-de-efluentes>> Acesso em: 08 Janeiro, 2013

PERUZZO Francisco M; CANTO Eduardo Leite do; 2003. Disponível em:

<<http://quimicasemsegredos.com/reacao-de-Saponificacao.php>> Acesso em: 10 Outubro, 2012

SAKAI, Suzana; **Resinas trocadoras de íons, soluções a favor do tratamento de água e efluentes**; Revista Tratamento de água e efluentes; outubro de 2012.

SAMPA, Maria Helena de Oliveira; **Radiação ionizante é eficaz para tratamento de efluentes industriais**; Revista Meio Filtrante; n.3; abril/maio/junho; 2004

SANTOS, Wildson L P; MÓL, Gerson S; MATSUNAGA, Roseli T; DIB, Siland M; CASTRO, Eliane N F; SILVA, Gentil S; SANTOS, Sandra M O; Farias, Salvia B. **Química e Sociedade**, 1 ed. São Paulo. Editora Nova Geração, 2008.

RIZZATTI, Ivanise; ZANETTE, Dilson R; MELLO, Lígia c. **Determinação potenciométrica da concentração micelar crítica de surfactantes: uma nova aplicação metodológica no ensino de Química**; Química Nova na escola; n°2; vol. 32, 2009

ANEXO 1 DECRETO N° 8468, DE 8 DE SETEMBRO DE 1976

Coloca o decreto inteiro?