



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ- BELA VISTA**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES,
EM VÁRZEA GRANDE – MT, POR MEIO DE PARÂMETROS FÍSICO-
QUÍMICOS**

HIGOR DE MATOS RAMOS

**CUIABÁ/MT
NOVEMBRO 2011**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
CAMPUS CUIABÁ- BELA VISTA**

DEPARTAMENTO DE ENSINO

COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES,
EM VÁRZEA GRANDE – MT, POR MEIO DE PARÂMETROS FÍSICO-
QUÍMICOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Superior em
Gestão Ambiental do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Estado de Mato Grosso Campus Cuiabá -
Bela Vista para obtenção do título de
graduado.

Orientadora: Professora Dra. Adriana Paiva de Oliveira

**CUIABÁ/MT
NOVEMBRO 2011**

R175a

RAMOS, Higor de Matos

Avaliação do processo de tratamento de efluentes líquidos industriais de uma indústria de refrigerantes, em Várzea Grande – MT, por meio de parâmetros físico-químicos / Higor de Matos Ramos – Mato Grosso: IFMT / O autor, 2011.

49f.: il.

Orientadora: Professora Dra. Adriana Paiva de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

1. Avaliação. 2. Tratamento de Efluentes. 3. Indústria de Refrigerantes.
I. Oliveira, Adriana Paiva de II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDDi bb1

HIGOR DE MATOS RAMOS

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES
LÍQUIDOS INDUSTRIAIS DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES,
EM VÁRZEA GRANDE – MT, POR MEIO DE PARÂMETROS FÍSICO-
QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores convidados e do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em 25 de Novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Professora Dr^a. Adriana Paiva de Oliveira - IFMT

Professora Orientadora

Msc. Abílio José Martins Junior

Convidado

Professor Msc. James Moraes de Moura - IFMT

Professor Convidado

Cuiabá - MT

Novembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por proporcionar a vida e todo conhecimento conferido a mim e a oportunidade impar de cursar Gestão Ambiental no IFMT.

A meu Pai João Olivares Ramos, minha Mãe Eloiza de Matos Ramos, minhas irmãs Kátia de Matos Ramos e Joanne de Matos Ramos pelo apoio nos momentos bons e ruins de minha jornada universitária tanto no material quanto no incentivo moral.

A minha futura Esposa Sabrina Schmidt Correa por me suportar e me ouvir nos momentos de stress emocional e pelas palavras e atos de incentivo e carinho.

A minha ex-colega de empresa e amiga Esp. Eldirene Alves de Lima pela ajuda e incentivo em prosseguir com esta pesquisa.

Ao ex-chefe e professor da UFMT Ms. Lourivaldo Bernardino pelo conhecimento transmitido, mesmo sem saber, sobre os sistemas de tratamento de água e efluente e consultoria ambiental, também pela oportunidade de atuar junto a ele em diversas consultorias e serviços prestados a empresas privadas.

A toda equipe LAPROTEC onde atuei por uma ano e dois meses, pelo companheirismo e incentivo principalmente da Sra. Divina Siqueira uma grande amiga.

Ao Gerente de Asseguração da Qualidade do Grupo RENOSA MATO GROSSO, e meu mais novo Grande Amigo Ms. Abílio José Martins Junior pelo incentivo à busca do conhecimento e constante apoio no desenvolver deste Trabalho de Conclusão de Curso.

A Dra. Adriana Paiva de Oliveira, por prestar uma ótima orientação para este trabalho de conclusão de curso e ser bastante solícita nos momentos em que precisei.

Ao corpo docente do IFMT que em sua maioria conseguiu fixar em nosso intelecto uma parte do conhecimento a eles conferido.

E finalmente a banca examinadora pelos questionamentos pertinentes e aos comentários críticos que somente engrandecem os alunos nesta nova jornada que será a vida profissional.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de um sistema de tratamento de efluente industrial de uma indústria de refrigerantes, localizada no município de Várzea Grande-MT, por meio da determinação de parâmetros físico-químicos, tais como, potencial hidrogeniônico (pH), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos dissolvidos totais (SDT), óleos e graxas (OG), nitrogênio amoniacal e fósforo total. As coletas dos efluentes brutos e dos efluentes finais foram feitas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011. Os resultados obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos da Resolução CONAMA 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementam e alteram a Resolução CONAMA 357/2005. Tendo em vista que o corpo receptor é o Rio Cuiabá, a comparação foi feita para águas doces, classe 2. O efluente final está de acordo com os padrões de lançamento de efluentes previstos na Legislação para o pH. A eficiência média de remoção entre o efluente bruto e o efluente final indicaram a remoção de 98,52% da DBO; 98,95% de DQO; 96,9% de ST; 97,07% de STD; 100% de OG; 83,63% de nitrogênio amoniacal e 78,13% de fósforo total. Estes resultados sugerem que o sistema de tratamento aplicado pela indústria de refrigerantes atende a legislação vigente e que a avaliação da eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes industriais é de extrema importância para garantir a integridade dos recursos hídricos.

Palavras-chave: efluentes industriais, tratamento, parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the efficiency of a industrial effluent treatment system of a soft drink industry located in Várzea Grande City - MT, by means of the determination of physic-chemical parameters such as hydrogen potential (pH), chemical demand oxygen (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total solids (TS), total dissolved solids (TDS), oils and grease (OG), ammonia nitrogen and total phosphorus. The raw and final effluent collect were made in January, February and March 2011. The results were compared with the maximum allowed values of the Resolution 430/2011 of the Brazilian Environmental Nation Council (CONAMA) that establishes the conditions and standards for the effluent discharges, and complement the Resolution 357/2005. Considering that the body receiving is the Cuiabá River, the comparison was performed for fresh water, class 2. The final effluent was in agreement with the effluent discharge standards for the pH. The medium efficiency of removal between raw effluent and final effluent indicated a 98.52% removal of BOD, 98.95% of COD; 96.9% for ST, 97.07% of STD, 100% OG, 83 63% of ammonia nitrogen and 78.13% of total phosphorus. These results suggest that the treatment system applied by the soft drink industry meets the Legislation, and the evaluation of the industrial effluent treatment system efficiency is of great importance to guarantee the water resources integrity.

Keywords: industrial effluents, treatment, physic-chemical parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da produção de refrigerantes	16
Figura 2. Representação esquemática de uma estação de tratamento de efluentes industriais de uma indústria de refrigerantes	20
Figura 3. Tratamento Preliminar	21
Figura 4. Tanque de Equalização/Hidrólise	22
Figura 5. Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – RAFA	23
Figura 6. Tanque de lodo ativado	24
Figura 7. Clarificador secundário (A) e sistema de desinfecção (B)	24
Figura 8. Lagoa de Maturação	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de pH encontrados nas amostras.	40
Tabela 2. Valores da DBO (em mg/L) encontrados nas amostras.	40
Tabela 3. Valores da DQO (em mg/L) encontrados nas amostras.	41
Tabela 4. Valores dos sólidos totais (em mg/L) encontrados nas amostras.	42
Tabela 5. Valores dos sólidos totais dissolvidos (em mg/L) encontrados nas amostras.	43
Tabela 6. Valores dos teores de óleos e graxas (em mg/L) encontrados nas amostras.	43
Tabela 7. Valores da concentração de nitrogênio amoniacal (em mg/L) encontrados nas amostras.	44
Tabela 8. Valores da concentração de Fósforo Total (em mg/L) encontrados nas amostras.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Equipamentos, técnicas analíticas e unidades de medida utilizadas nas determinações dos parâmetros físico-químicos deste trabalho 28

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

APHA - American Public Health Association
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIP - Cleaning in Place
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO - demanda bioquímica de oxigênio
DQO - Demanda Química de Oxigênio
EPDM - Ethylene Propylene Diene Monomer
EPI – Equipamento de Proteção Individual
ETEI - Estação de Tratamento de Efluente Industrial
NKT - Nitrogênio Kjeldahl Total
ODF – Oxigênio Dissolvido Final
ODI – Oxigênio Dissolvido Inicial
OG - Óleos e Graxas
PET - Tereftalato de Polietileno
pH - Potencial Hidrogeniônico
PT – Fósforo Total
RAFA - Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente
ST - Sólidos Totais
STD - Sólidos Totais Dissolvidos
TD - Tubo de Digestão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 ETAPAS DE PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES.....	16
2.1.1 Preparo do xarope simples.....	17
2.1.2 Obtenção do xarope composto ou xarope final	17
2.1.3 Fabricação do refrigerante - Diluição e carbonatação	18
2.1.4 Lavagem de garrafas de vidro retornáveis.....	18
2.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES.....	19
2.2.1 Pré-tratamento ou preliminar	20
2.2.2 Tanque de equalização / hidrólise	21
2.2.3 Tratamento secundário	22
2.2.3.1 Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA)	22
2.2.3.2 Tanque de lodo ativado	23
2.2.3.3 Clarificador secundário e sistema de dessinfecção	24
2.2.3.4 Tratamento do lodo gerado em excesso.....	25
2.2.4 Pós-tratamento ou Polimento	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	26
3.2 Coleta, preservação e armazenamento das amostras	27
3.3. Equipamentos e Reagentes.....	28
3.4 Métodos	29
3.4.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)	29
3.4.2 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO _{5,20})	30
3.4.3 Demanda Química de oxigênio (DQO)	32
3.4.4 Determinação de sólidos	33
3.4.4.1 Determinação de sólidos totais (ST)	33
3.4.4.2 Determinação de sólidos dissolvidos totais (SDT)	34
3.4.5 Teor de óleos e graxas (OG)	35
3.4.6 Determinação da concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT)	36
3.4.7 Determinação da concentração de fósforo total (PT)	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39

4.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)	39
4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	40
4.3 Demanda Química de Oxigênio (DQO)	40
4.4 Determinação de sólidos	41
4.4.1 Sólidos totais (ST).....	41
4.4.3 Sólidos totais dissolvidos (STD)	42
4.5 Teor de óleos e graxas	43
4.6 Nitrogênio amoniacal total	44
4.7 Fósforo Total.....	44
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. PERSPECTIVAS	47
7. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

Com a globalização e o aumento do consumo de produtos e serviços pela sociedade, são gerados resíduos ou efluentes que para serem descartados necessitam ser tratados. Dentre todos os setores da sociedade, o setor industrial é o principal alvo, tanto pela quantidade, como pela toxidez dos resíduos gerados. A criação de técnicas de produção mais limpa pode prevenir e/ou minimizar a geração da maior parte dos resíduos industriais, mas, em circunstâncias comuns, algum resíduo sempre é gerado durante os processos produtivos. Nestes casos, é necessário coletar e tratar adequadamente estes resíduos visando à reciclagem ou disposição segura no meio ambiente com o menor impacto possível, com baixo custo e alta eficiência, fazendo com que seu tratamento seja sustentável.

Além do consumo doméstico, a água é amplamente utilizada nos processos de produção industrial, como por exemplo, sendo a matriz chave para a produção e engarrafamento de bebidas como a cerveja, o refrigerante e a água mineral. Na produção de refrigerantes, por exemplo, o consumo médio de água é de 2,5 a 3,5 L por litro de refrigerante. Um balanço de água total realizado pelas indústrias de refrigerantes revelou que 76% da água consumida diariamente acabam em plantas de tratamento biológico de efluentes.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de refrigerantes. Os efluentes líquidos das indústrias de refrigerantes são ricos em carboidratos, que são facilmente biodegradáveis e têm, relativamente, baixo teor de sólidos suspensos. Além disso, esses efluentes são constituídos de águas servidas e residuárias de preparação de xaropes, efluentes de limpeza CIP (do inglês, Cleaning in Place), descartes de águas residuárias da recuperação do hidróxido de sódio (NaOH, soda caustica) e produtos químicos auxiliares utilizados no processo, entre eles lubrificantes de esteira, produtos de limpeza de pisos e desinfetantes.

Caso este efluente seja despejado in natura no corpo receptor pode ocasionar a depleção de oxigênio dissolvido causando perturbação no ciclo natural da fauna e flora aquática, aumento da turbidez das águas, odores nocivos, mortandade de peixes, depósitos de areia no leito dos rios e a contaminação da água com substâncias tóxicas, vírus e bactérias patogênicas, além da degradação ambiental estética.

Um dos principais processos de tratamento de efluentes líquidos industriais do processo de fabricação de refrigerantes, além dos tratamentos preliminares e primários, é o reator UASB (do inglês upflow anaerobic sludge blanket) que se trata de uma modalidade mais flexível de tratamento secundário anaeróbico operando em fluxo ascendente e manta de lodo. Este processo é caracterizado por grânulos de lodo metanogênico, altamente floculados, compactos e decantáveis, resultando em alto conteúdo de biomassa. Este tipo de reator tem alta velocidade de tratamento, sendo adequado para tratar efluentes líquidos com alto teor de sólidos solúveis e baixo teor de sólidos suspensos. Além disso, são utilizados para vários tipos de despejos industriais, notadamente oriundos das indústrias alimentícias, como, açúcar, conservas e bebidas que se caracterizam por apresentar altas cargas orgânicas com elevados níveis de biodegradabilidade.

Após esta unidade operacional o efluente pode ser enviado para um tanque de aeração onde, por meio de lodos ativados, microorganismos aeróbios terminam de decompor a matéria orgânica. No tanque de clarificação há uma sedimentação do lodo e a separação do filtrado e, finalmente, o líquido clarificado retorna à fábrica para ser reutilizado (reuso direto) ou é enviado para o curso de água receptor (reuso indireto). Porém, durante o tratamento destes efluentes são gerados lodos provenientes dos reatores aeróbios, anaeróbios e dos decantadores primários e secundários.

Neste contexto, a avaliação da eficiência dos processos de tratamento destes efluentes industriais por meio de análises físico-químicas de parâmetros de qualidade das águas e de lançamento de efluentes estipulados pela legislação é de suma importância, tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico e de saúde coletiva.

Frente ao exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do tratamento de efluentes líquidos gerados numa indústria de refrigerantes da cidade de Várzea Grande - MT, por meio da comparação dos resultados da determinação da demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, teor de fósforo total, sólidos totais dissolvidos (STD), sólidos totais (ST), potencial hidrogeniônico (pH) e dos teores de óleos e graxas (OG) obtidos no efluente bruto e tratado com os valores máximos permitidos na Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as

condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dão outras providências.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ETAPAS DE PRODUÇÃO DE REFRIGERANTES

O refrigerante é uma bebida industrializada, não alcoólica, composta de CO₂ usado para carbonatação, açúcar cristal ou adoçante e com adição de aromas, são produzidos a partir da mistura de concentrados aromatizados, água, conservantes, estabilizantes, acidulantes, corantes, essências (guaraná, cola, limão, laranja, tutti-frutti), entre outros.

As etapas de produção de refrigerantes podem ser divididas em: preparo do xarope simples, obtenção do xarope composto, e fabricação do refrigerante (Figura 1).

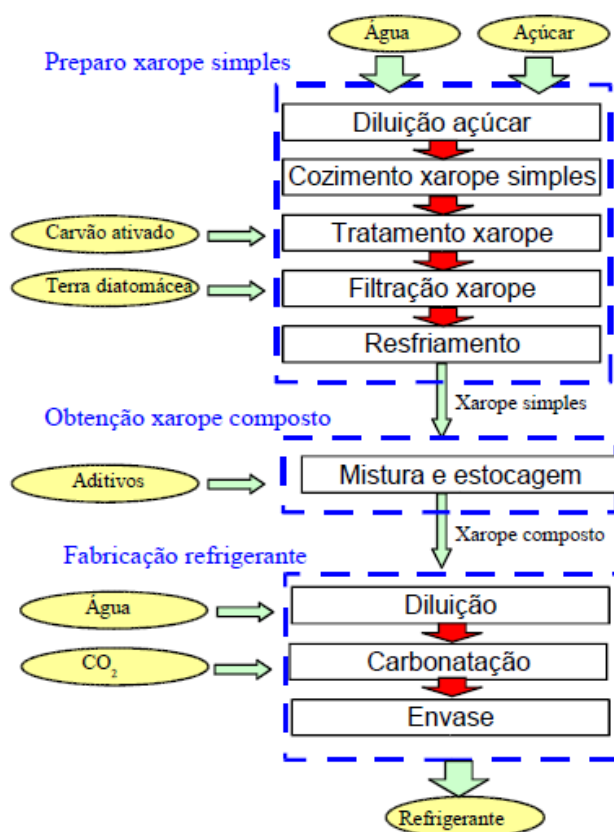


Figura 1. Representação esquemática da produção de refrigerantes (**Fonte:** SANTOS; RIBEIRO, 2005)

2.1.1 Preparo do xarope simples

O xarope simples é a mistura de água e açúcar cristal cozida a alta temperatura e filtrada para retirar impurezas.

O xarope simples, também conhecido como calda base, é uma solução aquosa de açúcar, eventualmente enriquecida com ácidos orgânicos. Sua obtenção se dá pela diluição do açúcar em água quente, seguido de cozimento à temperatura de 85-100 °C, de modo a retirar impurezas que possam gerar problemas de odor e sabor no produto final. Esta calda é então tratada e clarificada, usando como elementos de clarificação e purificação o carvão ativado em pó, terra diatomácea ou outro produto semelhante. Os refrigerantes dietéticos recebem edulcorantes sintéticos, em substituição ao açúcar, na elaboração do xarope simples. (SANTOS; RIBEIRO, 2005, p. 27).

Logo após esses processos o xarope simples é enviado à trocadores de calor até chegar a uma temperatura aproximada de 20 °C (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

2.1.2 Obtenção do xarope composto ou xarope final

Os aditivos incorporados ao xarope simples para obtenção do xarope composto ou final é que distinguem os refrigerantes entre si, conferindo as características de cor, sabor, odor e propriedades químicas adequadas à sua conservação. (Santos e Ribeiro, 2005).

Os aditivos incorporados podem ser sucos naturais de frutas, flavorizantes, estabilizantes, conservantes, corantes, antioxidantes, entre outros. Estes compostos são incorporados ao xarope simples em tonel agitado mecanicamente. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

Alguns extratos vegetais são adicionados, como nos refrigerantes de guaraná e cola. No caso dos refrigerantes de guaraná, o extrato é obtido de sementes da planta do guaraná, que passa por um processo de torrefação, moagem e depois é tratada com solventes alcoólicos que auxiliam na liberação da essência de guaraná, operação realizada em extratores rotativos. Esta essência, dita primária, passa por uma decantação, filtração e concentração a vácuo. (SANTOS e RIBEIRO, 2005, p. 28)

No caso dos refrigerantes de “cola”, os extratos são obtidos a partir de formulações vegetais secretas, que constituem um dos segredos do setor. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

2.1.3 Fabricação do refrigerante - Diluição e carbonatação

Para fabricar o refrigerante propriamente dito, o xarope composto é diluído em água tratada, de acordo com os requisitos necessários de qualidade, e acrescido de CO₂ (carbonatação). Diversas pequenas empresas, ou mesmo algumas plantas de empresas maiores, realizam apenas esta parte do processo, recebendo o xarope final já pronto para diluição, carbonatação e envase. (SANTOS e RIBEIRO, 2005, p. 28).

O envase de refrigerantes deve ser realizado logo após a carbonatação, de modo a evitar perdas de CO₂. As latas de alumínio, garrafas de vidro e PET são as embalagens mais utilizadas. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

Em geral, o que se encontra nas fábricas de refrigerante é uma instalação composta basicamente de dois equipamentos: um que mistura o xarope e a água (proporcionador), e outro que mistura o gás carbônico (conhecido como *carbocooler* ou carbonatador) (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

Em seguida, o refrigerante é enviado às máquinas enchedoras, com diversas válvulas de enchimento.

2.1.4 Lavagem de garrafas de vidro retornáveis

Santos e Ribeiro (2005) constatarem que “os vasilhames são cuidadosamente inspecionados e aqueles que estejam fora das especificações para uso (garrafas trincadas, bicadas, lascadas, lixadas, quebradas, sujas) são retirados. Após a seleção, as garrafas são colocadas na esteira de transporte e entram na lavadora, onde iniciam o processo por um tanque de pré-lavagem com água.”

Logo depois as garrafas são imersas em um tanque com solução alcalina de soda cáustica quente, para retirada de sujeiras, impurezas e esterilização. Por último, são enxaguadas em tanque com esguichos de água clorada limpa. Ao final, uma nova inspeção e seleção são realizadas antes de seu envio para a máquina enchedora. (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

O refrigerante é encaminhado para a máquina enchedora, que deposita o líquido através de sistema automático isobarométrico nas garrafas previamente lavadas a temperaturas de 55 a 65 °C, jateadas com solução alcalina e inspecionada. (BERENHAUSER, 1999).

A seguir as garrafas são capsuladas, para seguirem para o datador que imprime no corpo da garrafa a data de validade do produto. (BERENHAUSER, 1999).

Após nova inspeção, as garrafas cheias são encaixotadas em garrafeiras plásticas, empilhadas e seguem para expedição. (BERENHAUSER, 1999).

Berenhauser (1999) afirma que no caso da linha PET, como a embalagem é de material descartável, as garrafas são sopradas, rotuladas, passam pelo lavador ou *rinser*, onde é esguichado água tratada para retirada de impurezas, e em seguida são preenchidas, capsuladas, datadas inspecionadas, caminham para o *shrink* e o *stretch*, onde são envolvidas em plástico grosso e seguem para expedição.

2.2. TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES

Berenhauser (1999) constatou que os efluentes gerados na indústria de refrigerantes são provenientes principalmente das etapas de lavagens dos seguintes processos: tanques de preparação dos xaropes simples e compostos, das tubulações e filtros do setor de preparação do xarope simples, dos pisos da área de estocagem de matéria prima, dos pisos da xaroparia simples e final, limpeza das garrafas, máquinas, tanques, equipamentos, pisos e tubulações do setor de envasamento e limpeza de caixas plásticas. Além das etapas citadas acima os efluentes da indústria de refrigerantes também são oriundos de descargas dos tanques de solução de soda cáustica, restos de refrigerantes resultantes da quebra de garrafas durante o envasamento.

O sistema de tratamento dos efluentes líquidos é composto basicamente pelos seguintes tratamentos: pré-tratamento ou preliminar, tanque de equalização/hidrólise, tratamento secundário e pós-tratamento ou polimento (Figura 2).

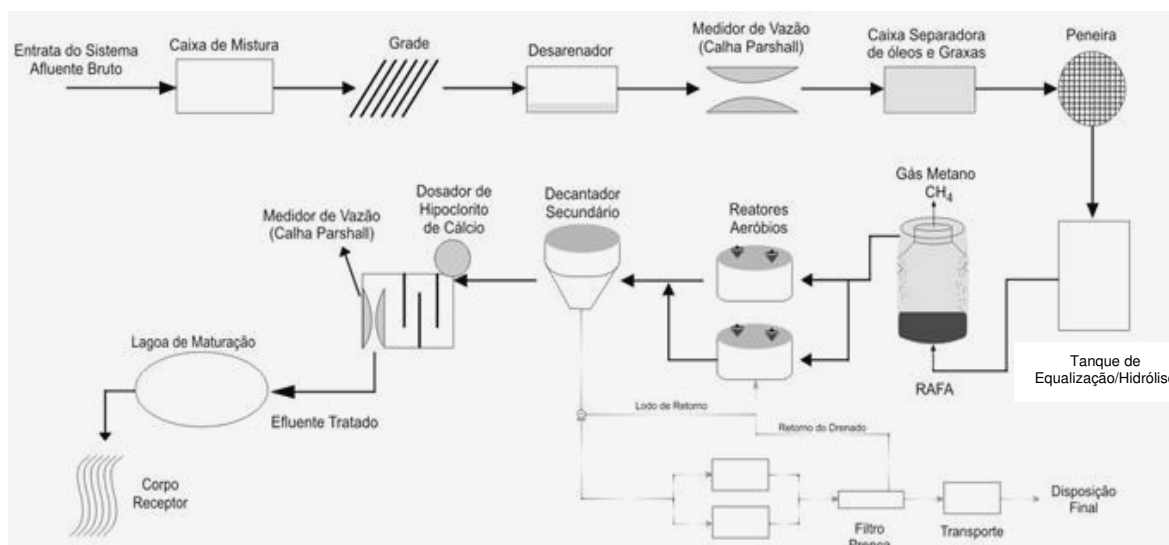


Figura 2. Representação esquemática de uma estação de tratamento de efluentes industriais de uma indústria de refrigerantes (**Fonte:** RAMOS, 2011).

2.2.1- Pré-tratamento ou preliminar

Dacach (1991) explicita que, esta etapa do tratamento tem como finalidade promover um pré-tratamento, por meio de processos físico-químicos de todo o efluente, removendo materiais flutuantes, sólidos grosseiros, areia e outras substâncias, a fim de adequá-los às condições da etapa seguinte de tratamento biológico. Outra finalidade é a proteção dos equipamentos instalados à jusante, os quais poderão ter o seu funcionamento prejudicado na presença das impurezas antes descritas.

Os efluentes provenientes da fábrica são recebidos na Estação de Tratamento de Efluente Industrial - ETEI pelo sistema de pré-tratamento composto por caixa de mistura, uma grade de contenção de sólidos grosseiros seguido de caixa de areia, medidor de vazão Parshall, caixa separadora de óleos e gorduras e vertendo finalmente em uma elevatória de efluente bruto (Figura 3). Após o pré-tratamento o efluente é bombeado para o tanque de equalização/hidrólise, porém antes passa por peneira estática para retirada dos sólidos remanescentes. Os sólidos remanescentes são depositados em uma caçamba para disposição posterior.



Figura 3. Tratamento Preliminar do Efluente (**Fonte:** RAMOS, 2011)

2.2.2 Tanque de equalização / hidrólise

“O efluente depois de peneirado cai por gravidade no tanque de equalização/hidrólise, para a sua homogeneização. Este por sua vez, trabalhará com nível variado absorvendo toda a vazão de pico da fábrica. Este tanque é denominado também de Reator de Condicionamento e Controle Biológico e é do tipo fechado, com agitação interna.” (BIOTECS, 2005) (Figura 4).

“Nele, a matéria orgânica insolúvel é primeiramente atacada por uma classe de microorganismos chamados de fermentativos. As moléculas orgânicas são solubilizadas, hidrolizadas e convertidas em ácidos orgânicos (ácidos graxos, ácido láctico, ácido fórmico e aminoácidos), etanol, hidrogênio e dióxido de carbono” (BIOTECS, 2005).

“Ele é dimensionado levando-se em consideração as severas mudanças na composição das águas, que podem ocorrer durante o período de trabalho, principalmente em relação ao pH” (BIOTECS, 2005).

Nele, é realizada a primeira fase do processo, quando o efluente recebe a adição de nutrientes e tem o pH corrigido com soda ou ácido clorídrico, para ser, em seguida enviado para o reator de metanização (RAFA) através de um sistema de distribuição instalado em sua base.



Figura 4. Tanque de Equalização/Hidrólise (**Fonte:** RAMOS, 2011).

2.2.3 Tratamento secundário

Dacach (1991) afirma que o tratamento secundário são processos biológicos combinados, ou seja, processos anaeróbios (ausência de oxigênio) e aeróbios (presença de oxigênio) com a finalidade de remover a matéria orgânica presente no efluente.

Nesta etapa do tratamento estão incluídas as unidades do Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – RAFA, os tanques de aeração de lodos ativados e um decantador secundário para remoção de sólidos por meio do processo de decantação.

2.2.3.1. Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA)

O reator é do tipo fluxo ascendente e os efluentes passam por meio de um leito expandido de lodo ativo metanogênico, seguindo para um separador mecânico de três fases, denominado separador de placas paralelas de fluxo cruzado, constituído de várias placas que são projetadas para obter a máxima eficiência na separação da mistura: lodo, gás e líquido clarificado. (BIOTECs, 2005, p. 4).

O uso do sistema de separação estática no topo do reator resulta em um longo tempo de retenção do lodo e no acúmulo do mesmo nas partes baixas deste reator. A ausência de qualquer agitação mecânica permite a seleção natural de pesados flocos de lodo metanogênico ativo. (BIOTECS, 2005).

O biogás produzido no digestor anaeróbico é enviado para um queimador atmosférico, passando antes, por um separador de umidade/eventuais sólidos, purificador e um medidor de fluxo, antes de ser queimado. (BIOTECS, 2005).



Figura 5. Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente – RAFA (**Fonte:** RAMOS, 2011).

2.2.3.2- Tanque de lodo ativado

Biotecs (2005) descreve que o efluente final do sistema anaeróbico segue para um tanque coletor, sendo enviado por gravidade a um sistema de polimento final aeróbico, constituído de dois tanques paralelos, circulares de aço carbono com sistema de injeção de ar forçada, proporcionada por sopradores de lóbulos, que introduzem ar no sistema distribuidor de micro-bolhas de ar, formado por difusores de ar, com membranas em EPDM dotadas de micro-furos (aeradores superficiais), que as espalham de forma homogênea e eficiente em toda a massa líquida do tanque de aeração (figura 6). A aeração do tanque é contínua.



Figura 6. Tanque de lodo ativado (**Fonte:** RAMOS, 2011).

2.2.3.3. Clarificador secundário e sistema de dessinfecção

“Após o tanque de aeração, o efluente, os sólidos e os microorganismos novos (lodo ativado) são conduzidos para um clarificador secundário (Figura 7A), do tipo cilíndrico com ponte removedora de lodo.” (BIOTECS, 2005).

Biotecs (2005) expõe que o efluente tratado deixa o aparelho pela parte superior, sendo encaminhado, ainda por gravidade, para o sistema de desinfecção, onde é adicionado hipoclorito de cálcio, tendo em seguida sua vazão medida através de um medidor Parshall, de leitura local (Figura 7B).



Figura 7. Clarificador secundário (A) e sistema de desinfecção (B) (**Fonte:** RAMOS, 2011)

A seguir o efluente tratado é conduzido para a Lagoa de Maturação. O lodo sedimentado nessa fase no tratamento é recirculado e o excesso é tratado como veremos a seguir.

2.2.3.4 Tratamento do lodo gerado em excesso

O lodo gerado no decantador secundário que provem dos tratamentos anteriores é recirculado e o excesso é bombeado para um leito de secagem. Após a secagem, o mesmo é bombeado para um filtro prensa para a retirada da umidade restante, o lodo já desidratado é coletado em caçambas e enviado ao aterro industrial controlado.

2.2.4 Pós-tratamento ou Polimento

Após o sistema de desinfecção o efluente é enviado por gravidade para o pós-tratamento ou polimento, representado por uma lagoa de maturação.

Segundo Von Sperling (1986), a lagoa de maturação tem como objetivo a remoção de matéria orgânica através de microorganismos fotossintéticos, remoção de nutrientes como ferro, fósforo e nitrogênio, por volatilização da amônia, redução e/ou eliminação do nitrogênio e do íon sulfeto por oxidação química, remoção de cloro por volatilização e por destruição (através da radiação solar), precipitação química dos fosfatos, e eliminação dos patogênicos do grupo coliformes por meio de radiação solar, temperatura, pH, escassez de alimento, organismos predadores, competição, compostos tóxicos entre outros, não removidos nos processos anteriores.

Adequando assim, o efluente a Seção II, das condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução CONAMA nº 430 de 13 de Maio de 2011 que complementa e substitui o Capítulo IV, das condições e padrões de lançamento de efluentes da Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Na indústria de refrigerantes em questão, o processo utilizado na etapa de polimento é uma lagoa de maturação (Figura 8).



Figura 8. Lagoa de Maturação (**Fonte:** RAMOS, 2011)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo é uma indústria de refrigerantes de grande porte, localizada na cidade de Várzea Grande/MT, constituída de quatro linhas de produção. Esta indústria possui um melhor e mais moderno tratamento do xarope simples, contendo como parte deste: filtro magnético para remoção de metais, filtro bolsa 5 micra, coluna iônica, filtro de carvão, filtro bolsa 1 micra e um pasteurizador para remoção de microorganismos e outras sujidades que possam interferir na cor do xarope simples.

Esta possui uma vazão do afluente bruto e de efluente final de 30 m³/hora. A ETEI é composta por várias unidades de tratamento, sendo a mais importante o Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA), um do tipo de reator UASB, que tem com objetivo de diminuir a alta carga orgânica do afluente bruto. Este efluente então é direcionado ao pós-tratamento por meio do processo de lodos ativados. Em seguida, o efluente é disposto numa lagoa de maturação que é utilizada para: a remoção de nutrientes, tais como, ferro, fósforo por precipitação química; redução e/ou eliminação do nitrogênio e do íon sulfeto por oxidação química; remoção de cloro por volatilização e por destruição (através da radiação solar) e a eliminação de microrganismos do grupo coliformes.

Diante do exposto, para a determinação da demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), sólidos totais

dissolvidos (STD), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal ou amônia total, fosfato total, e óleos e graxas (OG) foram escolhidos os seguintes pontos de coleta: efluente bruto na calha parshall, após a grade e o desarenador e o efluente tratado após o tanque de clarificação. As determinações dos parâmetros físico-químicos que foram utilizadas neste trabalho foram feitas nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011.

3.2 Coleta, preservação e armazenamento das amostras

O objetivo de uma amostragem é coletar uma quantidade de amostra suficientemente pequena e representativa para os propósitos a que se destina (APHA, 1998).

As amostras dos efluentes brutos e tratados foram coletadas em frascos de polietileno com tampa auto-lacrável com volume de 1000 mL. No caso da coleta para a determinação de óleos e graxas, utilizou-se um frasco de vidro âmbar com gargalo largo, tampa rosqueável e esmerilhada com volume de 1000 mL.

Todos os frascos para coleta foram previamente lavados e descontaminados de acordo com o Manual Técnico de Coleta de Amostra de Água – Florianópolis/SC e o Guia para Orientação de Coleta e de Preservação das Amostras da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (1984).

As amostras foram do tipo simples, ou seja, coletadas ao acaso em hora e dia aleatório, sem repetição nem intervalo de tempos e o método de amostragem foi o manual.

O procedimento de coleta das amostras para as análises físico-químicas e de óleos e graxas foi executado da seguinte maneira:

a) Em uma ficha de coleta anota-se o nome da empresa, responsável pela coleta, endereço, telefone, data da coleta, hora da coleta, vazão do ponto coletado, e se nas ultimas 24 horas ocorreu chuva no local;

b) Já com os EPIs devidamente em uso, mergulha-se o frasco de polietileno 15 à 20 cm abaixo da lamina superficial da água, se o ponto de coleta for em local com água parada, afim de obter maior representatividade na amostra. Em locais com vazão continua se mergulha o frasco 10 a 15 cm abaixo da lamina d'água;

c) O mesmo descrito no item b se repete para os óleos e graxas, mantendo o cuidado para mergulhar o frasco a partir dos 5 cm abaixo da lamina d'água;

Após a coleta, as amostras foram acomodadas em caixa térmica contendo gelo para a conservação, a tampa é vedada com fita adesiva, até a chegada ao laboratório privado de análises de água e efluentes industriais de Cuiabá/MT, onde é colocada em geladeira de armazenamento de amostras e conservadas a uma temperatura de 2°C a 5°C.

3.3. Equipamentos e Reagentes

O Quadro 1 mostra os equipamentos, bem como, as técnicas analíticas e as unidades de medida utilizadas nas determinações dos parâmetros físico-químicos dos efluentes brutos e tratados da indústria de refrigerantes deste trabalho.

Quadro 1. Equipamentos, técnicas analíticas e unidades de medida utilizadas nas determinações dos parâmetros físico-químicos deste trabalho. (APHA, 1998)

Parâmetro Físico-Químico	Técnica Analítica	Equipamentos	Unidades de medida
DQO	Refluxo fechado método colorimétrico	Espectrofotometro DR 4000 Marca Hach Company	mg/L
DBO	Potenciometria direta	DBO5,20	mg/L
pH	Potenciometria direta	pHmetro	Adimensional
Sólidos totais	Gravimétrico	Banho Maria, Mufla, Estufa de secagem	mg/L
Sólidos totais dissolvidos	Gravimétrico	Banho Maria, Mufla, Estufa de secagem	mg/L
Nitrogênio amoniacal	Espectrofotometria (método do sal de fenol)	Espectrofotômetro DR 4000 Marca Hach Company	mg/L
Fosfato total	Colorimetria (Molibdato)	Espectrofotômetro DR 4000 Marca Hach Company	mg/L
Óleos e graxas	Extração por soxhlet	Filtro, Banho Maria	mg/L

Para todas as determinações foram utilizadas vidrarias comuns a um laboratório de análises de águas e efluentes e reagentes químicos com qualidade necessários para a determinação dos parâmetros físico-químicos propostos no trabalho.

3.4 Métodos

3.4.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH), indica o caráter ácido (0 – 6.9) ou básico (7,1 – 14) dos efluentes. Nos tratamentos de efluentes o pH é um parâmetro fundamental para o controle do processo. Controlar a corrosão, a proliferação de microorganismo animal ou vegetal, remoção de bactérias, entre outros. (GIORDANO, 2004)

Inicialmente o aparelho foi ligado e deixado em aquecimento durante 15 a 20 minutos, posteriormente é retirado o eletrodo do suporte, lavado com água destilada, através da pisseta, enxugado com papel toalha absorvente e introduzido na solução tampão de calibração de pH = 4,0 para calibração do eletrodo. Depois de estabilizado e calibrado, o eletrodo é retirado da solução tampão de pH 4,0, lavado com água destilada e novamente enxugado com papel toalha. O pHmetro é introduzido na solução tampão de pH 7,0 e o mesmo processo anteriormente descrito é realizado novamente. Após estabilização o eletrodo é retirado da solução, lavado com água destilada e enxugado com papel toalha (APHA, 1998).

A amostra é retirada da geladeira a fim de que fique com temperatura ambiente, e em seguida é homogeneizada a fim de garantir uma maior representatividade. Posteriormente, o eletrodo devidamente limpo e seco é introduzido na amostra, e aguarda-se o tempo de estabilização do equipamento e quando estabilizado o valor apontado pelo equipamento é anotado em uma planilha de dados. Em seguida, o eletrodo é retirado da amostra, lavado com água destilada e seco com papel toalha, a operação é repetida nas amostras subseqüentes. (APHA, 1998).

3.4.2 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20})

A DBO de uma água refere-se à quantidade de oxigênio consumido necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, em determinado período de tempo e uma temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20 °C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20} e a unidade de medida utilizada é mg/L de O₂ (APHA, 1999; GIORDANO, 2004).

A determinação da demanda bioquímica é obtida determinando-se o oxigênio inicialmente dissolvido e depois do prazo determinado o oxigênio restante por isso basicamente consiste na determinação do oxigênio cuja fundamentação já foi dada. Pode-se determinar também o oxigênio dissolvido inicialmente e o final pelo eletrodo seletivo de oxigênio (oxímetro).

A função deste parâmetro físico-químico é indicar a quantidade de matéria orgânica retirada do efluente pelo tratamento utilizado na indústria, comparando o Afluente Bruto com o efluente final. (APHA, 1998).

Para os testes de rotina a coleta de amostras do efluente poderá ser feita com o auxílio do amostrador ou então com a garrafa de Hale, para evitar aeração. Quando não se conhece o valor da DBO dos esgotos é necessário tomar amostras compostas que devem ser colocadas em geladeira a 5°C. Para se trabalhar com amostras simples faz-se a DBO de duas em duas horas após, ter encontrado os 12 valores, tira-se a média dos mesmos e, aquele valor que se aproximar mais da média servirá para indicar a hora de coleta simples para a amostra de DBO. É recomendado que o ponto de coleta seja antes da grade na chegada dos esgotos à Estação de Tratamento.

O procedimento experimental consistiu primeiramente da saturação com ar comprimido da água deionizada de maneira a obter elevado teor de oxigênio dissolvido, para cada litro de água deionizada foi adicionado 1 mL de solução tampão de fosfato, 1 mL de solução de sulfato de magnésio, 1 mL de solução de cloreto de cálcio e 1 mL de solução de cloreto férrico. O recipiente de armazenamento da água preparada acima deverá previamente ser lavado e com solução sulfocrômica e posteriormente com água corrente e água destilada (APHA, 1998).

Um cuidado especial que se deve tomar é o de não completar os estoques de água de diluição com soluções recentemente preparadas e também o de utilizar a água somente depois de decorridos 30 minutos após sua aeração.

Os frascos de DBO foram também lavados com solução sulfocrômica, para remoção de interferentes, enxaguados com água corrente e a seguir com água destilada. Em dois frascos de DBO foram colocados água de diluição, evitando bolhas de ar no interior dos mesmos, em seu exterior foi gravado volume que comportam data, horário e em um deles, ODI (Oxigênio Dissolvido Inicial), e no outro ODF (oxigênio Dissolvido Final). Mais quatro frascos foram usados, dois para o afluente bruto contendo no frasco 1 = 0,5 mL de amostra, frasco 2= 1,0 mL de amostra, e dois para o efluente final contendo no frasco 3= 5 mL de amostra e frasco 4 = 10 mL de amostra, nestes frascos foram gravados o volume exato que comportam data, horário e conteúdo da amostra. Estes foram logo após, completados com água de diluição saturada com ar comprimido, evitando a formação de bolhas de ar e homogeneizados (APHA, 1998).

O frasco marcado como ODF (água de diluição) e os frascos 1, 2, 3 e 4 (amostra diluída) foram levados para a incubadora de DBO a 20°C, deixando-os lá por 5 dias. Estes frascos foram selados pela adição diária de água destilada às rolhas apropriadas para este fim. O frasco de ODI foi determinado imediatamente o oxigênio dissolvido, segundo as instruções a seguir descritas (APHA, 1998).

Após os 5 dias, fez-se a titulação de todos os frascos que estavam na incubadora (inclusive o frasco de ODF), descartado 5 mL da amostra do frasco âmbar e adicionado 2 mL de solução de sulfato de manganês e 2 mL de solução de iodeto de ázida e homogeneizado para que ocorra a fixação de oxigênio restante. Após a decantação total do oxigênio, foram adicionados 2,0 mL de ácido sulfúrico concentrado, a amostra foi homogeneizada com isso observou-se a mudança de cor para amarelo. Retirou-se uma alíquota de 100 mL do frasco com proveta graduada e adicionada em erlenmeyer de 250 mL, e a esta solução foi adicionado uma pequena porção de amido solúvel e homogeneizado e observou-se a mudança de cor de amarelo para marrom (APHA, 1998).

Em seguida, a amostra de cor marrom foi titulada com solução de tiossulfato de sódio 0,0125 N até a viragem para transparente, o volume gasto de tiossulfato de sódio é anotado para elaboração dos cálculos (APHA, 1998).

O frasco ODI é usado somente para verificar a qualidade da água de diluição. Não deverá haver entre os frascos ODF e ODI, após 5 dias, uma depressão de oxigênio superior a 0,2 mg de oxigênio. Se ocorrer valores maiores que 0,2 a água de diluição não está em boas condições. O valor do oxigênio do frasco de ODI não entra no cálculo da DBO (APHA, 1998).

O cálculo da DBO foi executado utilizando-se a equação 1:

$$\frac{(A-B) \times \text{Volume do Frasco}}{\text{Volume da amostra}} = \text{mg/L de DBO}$$

Onde:

A = mg/L de OD da amostra do frasco de ODF.

B = mg/L de OD da amostra de 5 dias.

3.4.3 Demanda Química de oxigênio (DQO)

Segundo Giordano (2004), a DQO é a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica. A matéria orgânica ao ser biodegradada nos corpos receptores causa um decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido (OD) no meio hídrico, deteriorando a qualidade ou inviabilizando a vida aquática. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. A unidade de medida usada é expressa em mg/L de O₂. A importância deste parâmetro está na averiguação da quantidade de matéria orgânica e inorgânica que o sistema de tratamento de efluente industrial foi capaz de remover.

Em um tubo de digestão (TD) foi adicionado 3,3 mL da amostra bem homogeneizada, ou em caso de efluentes visivelmente muito poluídos uma alíquota previamente diluída, 2,0 mL da solução de digestão de alta para amostras visivelmente muito poluídas ou solução de digestão de baixa para amostras visivelmente pouco poluídas, homogeneizadas e em seguida foi adicionado 6,4 mL de uma solução catalítica (lentamente pelas paredes TD), fechando-o imediatamente, sem agitar as duas fases líquidas. O conteúdo foi posteriormente esfriar a temperatura ambiente e misturado, com muito cuidado (APHA, 1998).

Foi preparado também dois TD como branco contendo 3,3 mL de água destilada e mais os reagentes indicados para amostra, diferenciando apenas o branco contendo solução de digestão de alta e de baixa (APHA, 1998).

Em seguida, transferiram-se os TD para o reator de digestão de DQO, mantendo as amostras por duas horas à temperatura de $150^{\circ}\text{C} \pm 2,0$. Após este tempo as amostras foram retiradas do reator e esfriadas à temperatura ambiente, e cada TD foi examinado, verificando se há material nas paredes do tubo pela parte de fora (APHA, 1998).

No espectrofotômetro foi escolhido o parâmetro a ser lido, o qual já está pré-estabelecido pelo fabricante. Os valores das soluções padrão de calibração, bem como, comprimento de onda foram preparados e selecionados de acordo com o *Standard Methods* (APHA, 1998). No ato da leitura, o aparelho é zerado com o TD utilizado como branco de alta ou de baixa feito com água destilada, o resultado anotado é expresso em mg/L de O_2 , e multiplicado de acordo com a diluição resultando no valor da DQO.

O equipamento utilizado durante as análises faz a leitura direta sendo a curva de calibração salva no equipamento por mecanismos eletrônicos e o resultado é expresso diretamente em mg/L de O_2 .

3.4.4 Determinação de sólidos

3.4.4.1 Determinação de sólidos totais (ST)

Os sólidos totais são compostos por substâncias dissolvidas e em suspensão, de composição orgânica e ou inorgânica. Analiticamente são considerados como sólidos dissolvidos àquelas substâncias ou partículas com diâmetros inferiores a $1,2 \mu\text{m}$ e como sólidos em suspensão as que possuem diâmetros superiores. Obtêm-se sólidos totais através da evaporação da parte líquida da amostra. Este parâmetro é expresso em mg/L (GIORDANO, 2004; APHA, 1998).

Este parâmetro é importante na avaliação da estação de tratamento de efluente industrial, para mostrar a eficiência do sistema na remoção dos sólidos totais comparando a entrada do efluente com a saída.

Primeiramente lavou-se bem uma cápsula de porcelana e depois de seca foi aquecida à 600°C na mufla por uma hora, logo após ela foi levada ao dessecador para resfriamento. Pesou-se a cápsula vazia (P_0), em gramas, e o resultado foi anotado. Em seguida, a amostra foi homogeneizada e com o auxílio de uma proveta graduada foi medido 100 mL da mesma e introduzindo esta quantidade na cápsula. A cápsula foi levada ao banho maria com temperatura de 105 °C para evaporação da parte líquida, após evaporação completa da água da amostra, a cápsula foi levada à estufa para secar a 105°C por 2 horas (APHA, 1998).

Após 2 horas a cápsula é levada ao dessecador e depois de esfriar foi pesada (P_1), em gramas, o resultado foi anotado e aplicado o cálculo a seguir (Equação 2).

$$\frac{(P_1 - P_0) \times 1.000.000}{\text{mL da amostra}} = \text{mg/L de sólidos totais}$$

3.4.4.2 Determinação de sólidos dissolvidos totais (SDT)

Sólido dissolvido total é a parcela dos sólidos que avalia o peso total dos constituintes minerais dissolvidos presentes na água e é expresso em mg/L. Este parâmetro avalia a quantidade de sólidos solúveis removidos pela ETEI. (GIORDANO, 2004; APHA, 1998).

Inicialmente, uma cápsula de porcelana foi lavada com água destilada, e, seguida a mesma foi aquecida na mufla a 600 °C por uma hora, esfriada no dessecador e pesada (P_0). O resultado foi anotado, e a amostra foi homogeneizada, e com o auxílio de uma proveta graduada foi medido 100 mL e esta quantidade introduzida num sistema para filtração a vácuo utilizando como meio filtrante membrana de 0,45 µm. Uma alíquota de 100 mL da amostra filtrada foi inserida na cápsula de porcelana, e encaminhada ao banho maria a temperatura de 105°C até a evaporação total da parte líquida. Depois da evaporação a cápsula de porcelana foi

levada à estufa de secagem durante 2 horas e em seguida ao dessecador (APHA, 1998).

Posteriormente, pesa-se a cápsula (P_1) e anota-se o valor, então aplica-se o Equação 3 a seguir:

$$\frac{(P_1 - P_0) \times 1.000.000}{ml \text{ da amostra}} = mg/L \text{ de sólidos totais}$$

3.4.5 Teor de óleos e graxas (OG)

Os óleos e graxas estão comumente presentes nos efluentes tendo as mais diversas origens. É muito comum a origem nos restaurantes industriais, oficinas mecânicas, casa de caldeiras, equipamentos que utilizem óleo hidráulico além de matérias primas com composição oleosa (gordura de origem vegetal, animal e óleos minerais). Este parâmetro também expresso em mg/L (GIORDANO, 2004).

O conhecimento da remoção dos óleos e graxas é importante para se perceber a eficiência da ETEI.

Para a execução deste procedimento experimental, foi adicionado 1000 mL da amostra em uma proveta e, em seguida transferiu-se este volume para um balão de separação de 1000 mL, adicionando a seguir 30 mL de solvente orgânico clorofórmio, para lavagem da amostra e separação do óleo, agitando cuidadosamente o balão de separação, de 5 a 10 minutos para que o solvente separe o óleo e a graxa da amostra. Posteriormente, o óleo e a graxa foram filtrados em um erlenmeyer de 250 mL, utilizando um papel filtro (APHA, 1998).

A uma cápsula de porcelana (P_0) previamente pesada foi adicionado 100 mL do filtrado e em seguida a cápsula foi encaminhada ao banho-maria com temperatura de 70 à 80 °C para evaporar o solvente. Depois de evaporado o solvente, a cápsula foi levada à estufa de secagem à 105°C para a remoção da umidade. Após atingir a temperatura ambiente em um dessecador, a cápsula foi novamente pesada (P_1) (APHA, 1998).

Os cálculos para a obtenção do teor de óleos e graxas foi executado de acordo com Equação 4 :

$$\frac{(P_1 - P_0) \times 1.000.000}{ml \text{ da amostra}} = mg/L \text{ de Óleos e Graxas}$$

3.4.6 Determinação da concentração de nitrogênio amoniacal total (NAT)

Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte do nitrogênio orgânico lançando nas águas, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A amônia pode ocorrer na forma livre, que é o nitrogênio amoniacal NH_3 , tóxica aos peixes e na forma ionizada (NH_4^+), não tóxica (CETESB, 2009).

A determinação da concentração de nitrogênio amoniacal, geralmente em miligramas por litro (mg/L) é importante não só para se constatar a presença de esgotos domésticos lançados recentemente no corpo d'água, mas também como um indicador de futuro consumo de oxigênio no processo de nitrificação anteriormente citado e possível crescimento de algas, e conseqüentemente avaliar a eficiência da ETEI em estudo (APHA, 1998; GIORDANO, 2004).

Inicialmente foi feito um procedimento de preparo das amostras para posterior determinação. Com o auxílio de proveta, 100 mL da amostra não filtrada foi transferida para um erlenmeyer de 250 mL e, em seguida foi adicionado 10 mL de solução digestora para NKT/ Nitrogênio Amoniacal. Então, o erlenmeyer foi encaminhado a uma chapa elétrica para digestão da amostra até a produção de fumos brancos. Após a digestão, o digerido foi retirado da chapa e colocado em repouso até esfriar e transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL (APHA, 1998).

Em amostras visualmente muito poluídas fazer diluição 1:10; v/v, ou seja, 10 mL da amostra e 90 mL de água destilada. Em amostras visualmente pouco poluídas fazer diluição 1:2, v/v (50 mL da amostra e 50 mL de água destilada) e 1:4, v/v (25 mL da amostra e 75 mL de água destilada) (APHA, 1998).

Para as determinações foi retirada uma alíquota de 10 mL da amostra digerida e transferida para um balão volumétrico de 100 mL. Em seguida, foi adicionado 40 mL de água deionizada, 2 a 3 gotas de tartarato de sódio e potássio e agitar, 1,5mL de solução de NaOH, 3 mL de fenato, 1 mL de hipoclorito de sódio a

20% (v/v) e 0,5 mL de nitroprussiato de sódio, e a cada adição de reagente foi executada agitação mecânica manual. O volume do balão volumétrico foi completo até a marca de aferição com água deionizada. O balão volumétrico permaneceu em repouso por 45 minutos até a produção de uma coloração azul intenso. As leituras foram feitas em triplicatas e acompanhadas de um branco analítico. No espectrofotômetro foi selecionando o parâmetro Nitrogênio Amoniacal com comprimento de onda e curva de calibração pré-estabelecida pelo fabricante e de acordo com o *Standart Methods* (APHA, 1998).

O equipamento utilizado durante a análise faz a leitura direta sendo a curva de calibração salva no equipamento por mecanismos eletrônicos. O resultado é expresso em mg/L, precisando somente multiplicar o resultado de acordo com fator de diluição.

3.4.7 Determinação da concentração de fósforo total (PT)

O fósforo assim como o nitrogênio é um elemento presente nos esgotos sanitários e nos efluentes industriais e são essenciais às diversas formas de vida, causando problemas devido à proliferação de plantas aquáticas nos corpos receptores. Nos esgotos sanitários são provenientes dos próprios excrementos humanos, mas atualmente têm fontes importantes nos produtos de limpeza domésticos e ou industriais tais como detergentes e amaciantes de roupas. Nos efluentes industriais podem ser originados em proteínas, aminoácidos, ácidos fosfóricos e seus derivados (VON SPERLING, 1996; GIORDANO, 2004).

O fósforo total (PT) é medido geralmente em miligramas por litro (mg/L). A presença do fósforo na água pode ser de diversas formas. A mais importante delas para o metabolismo biológico é o ortofosfato (APHA, 1998).

Conhecer a concentração de fosfatos a fim de controlar a qualidade dos efluentes do tratamento do esgoto doméstico ou industriais a serem lançados em um curso d'água, é conhecer o potencial de eutrofização de um corpo d'água. . (VON SPERLING, 1996).

Uma grande concentração de fosfatos indica um alto grau de eutrofização. Os fosfatos ocorrem em grandes concentrações em abatedouros, e às vezes em curtumes, indústrias de refrigerantes. Em abatedouros, estão presentes no

sangue e dejetos dos animais, nos curtumes podem estar presentes nas águas do curtimento do couro e em fabricas de refrigerantes por ser usado como acidulante de bebidas na forma de ácido fosfórico. O conhecimento da efetiva remoção deste nutriente na ETEI é de grande importância para evidenciar a eficiência do Sistema. . (VON SPERLING, 1986).

O procedimento experimental consistiu na adição de 50 mL de amostra (ou se a amostra for muito poluída fazer a diluição adequada para análise da amostra) em erlenmeyer 250 mL. Posteriormente, foi adicionado 3 gotas de fenolftaleína, e caso não se desenvolver alteração de cor, adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico 1:3 (v/v). Caso ocorresse alteração de cor, seria adicionado ácido sulfúrico 1:3 (v/v) até o desaparecimento da cor. Em seguida, foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico 1:3 (v/v) e 10 mL de perssulfato de potássio ($K_2S_2O_7$) 5% (m/v) e a amostra foi digerida em chapa aquecedora elétrica até restarem aproximadamente 20 mL. Após o resfriamento a temperatura ambiente, a solução foi neutralizada com hidróxido de sódio (NaOH) 1 mol/L (bureta) até coloração rósea da fenolftaleína (APHA, 1998).

Após esta etapa, uma alíquota de 10 mL foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL com o auxílio de uma pipeta volumétrica e, em seguida foi adicionado 4 mL de solução de molibdato de amônio, 10 gotas da solução de cloreto estanhoso, e o volume do balão volumétrico foi completado com água deionizada até a marca de aferição. O balão volumétrico permaneceu em repouso por 45 minutos. Em amostras visualmente muito poluídas fazer diluição 1:10; v/v, ou seja, 10 mL da amostra e 90 mL de água destilada. Em amostras visualmente pouco poluídas fazer diluição 1:2, v/v (50 mL da amostra e 50 mL de água destilada) e 1:4, v/v (25 mL da amostra e 75 mL de água destilada) (APHA, 1998).

As leituras foram feitas em triplicatas e acompanhadas de um branco analítico. No espectrofotômetro foi selecionando o parâmetro Fósforo Total com comprimento de onda e curva de calibração pré-estabelecido pelo fabricante e com o *Standard Methods* (APHA, 1998).

O equipamento utilizado durante a análise faz a leitura direta sendo a curva de calibração salva no equipamento por mecanismos eletrônicos. O resultado é expresso em mg/L, precisando somente multiplicar o resultado de acordo com o fator de diluição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados foram comparados com a Resolução CONAMA nº 430 de 13 de Maio de 2011. O corpo receptor deste efluente se enquadra à seção II das águas doces de classe 2 da referida Resolução (Rio Cuiabá).

4.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados das determinações do pH dos afluentes bruto e tratados indicam uma variação bastante significativa no afluente Bruto nos meses apontados como referência desta pesquisa (Tabela 1), em decorrência da instabilidade do lançamento de efluente da fábrica, que nos meses de janeiro e março, no dia e horário da coleta podem ter coincidido com o despejo de ácidos utilizados no procedimento de higienização das enchedoras, CIP (Cleaning In Place), ou até mesmo com o descarte de refrigerantes, pois o pH apresentados nos produtos desta companhia são em sua maioria ácidos.

No caso do mês de Fevereiro, no dia e horário da amostragem também pode ter ocorrido a troca de água para a recuperação de soda cáustica (NaOH) utilizada no CIP ou até mesmo águas residuárias provenientes do CIP, pois, neste procedimento de higienização das enchedoras são utilizados ácidos e bases fortes, além de águas quentes, frias e carbonatadas.

Contudo, o pH do afluente bruto não interfere no processo anaeróbio, pois antes de entrar no RAFA o efluente passa pelo tanque de equalização/hidrólise onde o efluente é homogeneizado e é também onde ocorre a quebra das molécula mais complexas como dito anteriormente no item 2.2.2. E antes de entrar no RAFA é dosado no efluente soluções ácidas ou básicas, de acordo com o valor encontrado do pH, para ajuste do mesmo, o pH de entrada do RAFA pode variar entre 6,80 e 7,20.

Embora o pH de entrada tenha variações (Tabela 1), o valor obtido no efluente final está de acordo com a Resolução CONAMA 430 de 13 de Maio de 2011, que delimita valor de lançamento de efluente de 5,0 à 9,0, apontando que a Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI – obteve uma ótima eficiência em seu tratamento em relação ao pH.

Tabela 1. Valores de pH encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA VALOR MÁXIMO
Afluentes Bruto (Calha Parshall)	5,20	11,30	4,30	5,0 à 9,0
Efluente Final (Saída do Clarificador)	8,13	8,13	7,82	

4.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})

Em relação à DBO, observou-se pouca variação nos valores obtidos nas análises de janeiro para fevereiro, e um aumento de aproximadamente 34% na DBO de março em relação aos meses anteriores do Afluentes Bruto. Contudo houve diminuição de 4 mg/L de O₂ de janeiro para fevereiro e de 3 mg/L de O₂ de fevereiro para março no efluente final (Tabela 2), o que comprova o aumento da eficiência independentemente do aumento da carga orgânica biodegradável do efluente bruto.

O efluente final está enquadrado na Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 que delimita uma remoção mínima de 60 % da DBO, contudo vale salientar que o efluente final ainda será encaminhado para a lagoa de maturação, que promoverá a remoção da matéria orgânica restante, além da remoção de microorganismos patogênicos e nutrientes prejudiciais em quantidades elevadas como, compostos nitrogenados, fósforo, ferro, entre outros.

Na remoção de DBO houve uma eficiência média dos três meses de 98,52 % da entrada do efluente (Afluentes Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

Tabela 2. Valores da DBO (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluentes Bruto (Calha Parshall)	2.930	2.920	3.930	Remoção Mínima de 60% da DBO
Efluente Final (Saída do Clarificador)	52	48	45	
Eficiência mensal	≈ 98,22 %	≈ 98,36 %	≈ 98,85 %	

4.3 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os valores obtidos para a DQO indicam uma variação no Afluentes Bruto de 160 mg/L de O₂ consumido para degradar quimicamente a matéria orgânica e inorgânica, entre os meses de janeiro e fevereiro, e um elevado aumento de 660 mg/l L de O₂ consumido entre os meses de fevereiro e março (Tabela 3). Esse aumento pode ter sido gerado devido a um possível aumento no despejo de refrigerantes descartados no dia e horário das coletas.

Em relação ao efluente final houve aumento de 1mg/L de O₂ consumido entre os meses de janeiro e fevereiro. Já entre os meses de Fevereiro e Março ocorreu a diminuição de 22 mg/L de O₂ consumido.

As Resoluções CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 e CONAMA 357 de 17 de março de 2005, não estabelecem valor máximo permitido para este parâmetro.

Tabela 3. Valores da DQO (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluentes Bruto (Calha Parshall)	6.570	6.730	7.390	
Efluente Final (Saída do Clarificador)	79	80	58	Não Há Valores Máximos Permitidos
Eficiência mensal	≈ 98,80 %	≈ 98,81 %	≈ 99,22 %	

Na remoção de DQO houve uma eficiência média entre os três meses de 98,95% da entrada do efluente (Afluentes Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

4.4 Determinação de sólidos

4.4.1 Sólidos totais (ST)

O teor de sólidos totais no afluentes bruto apresentou diminuição de 580 mg/L entre os meses de janeiro e fevereiro, e um aumento de 460 mg/L entre os meses de fevereiro e março (Tabela 4). Essas variações se dão pela instabilidade das características do efluente proveniente da fábrica. No efluente final entre os meses de janeiro e fevereiro ocorreu um aumento de 50 mg/L de sólidos totais, e entre fevereiro e março obteve diminuição de 60 mg/L. O aumento se deve ao

período chuvoso, que no mês de março diminuiu a intensidade e aumentou o intervalo de tempo entre uma chuva e outra.

Este parâmetro não possui especificação em normas e resoluções nacionais e estaduais quanto à limites de lançamentos, porém ele é importante para indicar a quantidade de substancias orgânicas e inorgânicas como excesso de lodo e outras impurezas mais sólidas que não puderam ser tratadas pela ETEI.

Na remoção de Sólidos totais houve uma eficiência média entre os três meses de 96,9% da entrada do efluente (Afluente Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

Tabela 4. Valores dos sólidos totais (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluente Bruto (Calha Parshall)	4.220	3.640	4.100	
Efluente Final (Saída do Clarificador)	110	160	100	Não Há Valores Máximos Permitidos
Eficiência mensal	≈ 97,40 %	≈ 95,60 %	≈ 97,60 %	

4.4.3 Sólidos totais dissolvidos (STD)

No Afluente Bruto houve diminuição de 530 mg/L de sólidos totais dissolvidos entre os meses de janeiro e fevereiro, e um aumento de 250 mg/L STD entre os meses de fevereiro e março (Tabela 5). Essas variações são ocasionadas pela mudança constante nas características do efluente proveniente da indústria.

O efluente final sofreu aumento de 50 mg/L de STD entre os meses de janeiro e fevereiro e diminuição entre fevereiro e março de 15 mg/L. A diferença se dá em consequência das mudanças climáticas num período de até 24 horas antes das coletas realizadas, pois, a aproximadamente 15 horas antes da coleta de fevereiro choveu e um dia antes da coleta de março também choveu. A chuva causa a inversão térmica no clarificador secundário, que é o desprendimento do lodo do fundo, e com isso solta partículas que antes estavam presas na massa do lodo, dissolvendo-as no efluente.

Não há delimitações quanto ao valor máximo permitido para lançamento de efluentes segundo as Resoluções CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 e

CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, contudo este parâmetro avalia o peso total dos constituintes minerais presentes no efluente e evidencia a quantidade de sólidos solúveis removidos pela ETEI.

Tabela 5. Valores dos sólidos totais dissolvidos (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluente Bruto (Calha Parshall)	2.260	1.730	1.980	
Efluente Final (Saída do Clarificador)	30	80	65	Não Há Valores Máximos Permitidos
Eficiência mensal	≈ 98,70 %	≈ 95,40 %	≈ 96,70 %	

Na remoção de Sólidos Totais Dissolvidos houve uma eficiência média entre os três meses de 97,07% da entrada do efluente (Afluente Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

4.5 Teor de óleos e graxas

De janeiro para fevereiro, no afluente bruto, houve aumento de 8 mg/L de óleos e graxas, e de fevereiro para março diminuição de 9 mg/L. Já no efluente final não houve presença de óleos e graxas nos três meses analisados (Tabela 6), mostrando a eficiência de 100% do sistema na remoção de óleos e graxas .

Estes resultados estão de acordo com a legislação (CONAMA nº 430, 2011) e indicam que o processo de tratamento para a remoção de óleos e graxas foi eficiente.

Tabela 6. Valores dos teores de óleos e graxas (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluente Bruto (Calha Parshall)	28	36	27	Óleos Minerais: até 20 mg/L
Efluente Final (Saída do Clarificador)	0	0	0	Óleos Vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L.
Eficiência Mensal	100 %	100 %	100 %	

4.6 Nitrogênio amoniacal total

O mês de janeiro do afluente bruto apresentou o maior valor de nitrogênio amoniacal das três amostragens, porém no mês seguinte houve diminuição de 0,84 mg/L. Porém, no mês de março observou-se um novo aumento na concentração de nitrogênio amoniacal, como mostra a Tabela 7.

No efluente final o menor valor encontrado foi no mês de janeiro, nos meses seguintes foram obtidos valores em constante crescimento. Foi registrado o maior valor no mês de março, aonde o aumento chegou a aproximadamente 90%.

Estas variações se devem a aplicação de compostos nitrogenados usado para ajustar a quantidade de nutrientes necessários para que a efetividade do tratamento seja alcançada.

Porém, os três meses relacionados estão enquadrados nas Resoluções CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 e CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

Tabela 7. Valores da concentração de nitrogênio amoniacal (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluente Bruto (Calha Parshall)	3,20	2,36	2,93	20,0 mg/L N
Efluente Final (Saída do Clarificador)	0,10	0,13	1,16	
Eficiência Mensal	≈ 96,90 %	≈ 94,40 %	≈ 60,40 %	

Na remoção do nitrogênio amoniacal Total houve uma eficiência média entre os três meses de 83,63% da entrada do efluente (Afluente Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

4.7 Fósforo Total (PT)

Os valores encontrados para a concentração de fósforo no afluente bruto, nos meses estudados, são elevados, principalmente no mês de fevereiro, o que pode ser explicado devido há algum desajuste na estabilidade do logo anaeróbio e aeróbio. (Tabela 8).

No efluente final o mês de fevereiro mostrou menor concentração de fósforo, com 0,61 mg/L de PT a menos que o mês de Janeiro e 0,26 mg/L de PT menor que o mês de março. Isso se deve a variação de ácido fosfórico usado para ajustar o pH e para ajustar a quantidade de nutriente necessário para a efetividade do tratamento.

Não há delimitações quanto ao valor máximo permitido de fósforo total para lançamento de efluente final segundo as Resoluções CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 e CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Porém este é um parâmetro de suma importância para que a indústria controle a qualidade de seu efluente que será lançado no corpo receptor e conhecer o potencial de eutrofização deste corpo receptor.

Este é um parâmetro que se tem problema para a remoção completa, pois antes de ser enviado ao RAFA, o efluente, recebe no tanque de equalização/hidrólise doses de fósforo e nitrogênio, pois o efluente é rico em carboidratos e deficiente em nutrientes essenciais às bactérias metanogênicas.

Porém, vale ressaltar novamente que o efluente final será encaminhado à lagoa de maturação, que promoverá a remoção dos nutrientes, conseqüentemente do fósforo. Na lagoa de maturação devido à incidência da radiação solar, há um crescimento na biomassa algal, a qual aumenta o oxigênio dissolvido, o pH e a alcalinidade total e promove a remoção de nutrientes pela absorção biológica, precipitação do fosfato e volatilização da amônia. Além disso, a baixa profundidade da lagoa de maturação em questão facilita a remoção do fósforo (VON SPERLING, 1986). Neste contexto, o teor de fósforo ao final do tratamento na lagoa de maturação estará menor que o apresentado na saída do clarificador secundário.

Na remoção de fósforo total houve uma eficiência média entre os três meses de 78,13% da entrada do efluente (Afluente Bruto) em relação à saída (Efluente Final).

Tabela 8. Valores da concentração de Fósforo Total (em mg/L) encontrados nas amostras.

PONTOS ANALISADOS	Janeiro	Fevereiro	Março	PADRÃO CONAMA Valor Máximo
Afluente Bruto (Calha Parshall)	7,08	7,23	6,68	Não há valores Máximos permitidos
Efluente Final (Saída do Clarificador)	1,85	1,24	1,50	
Eficiência Mensal	≈73,87%	≈82,85%	≈77,54%	

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Notou-se uma ótima eficiência na remoção de contaminantes físico-químicos na associação de um sistema anaeróbio e aeróbio da indústria em questão.
- Para uma melhor remoção dos nutrientes como o nitrogênio amoniacal e fósforo, recomenda-se a efetiva ativação da lagoa de maturação.
- A fim de monitoramento por parte da indústria, os mesmos parâmetros descritos neste trabalho podem ser avaliados com mais frequência na saída da lagoa de maturação.
- Todos os parâmetros analisados, que tem padrões para lançamento no corpo receptor evidenciados neste trabalho, estão em concordância com a legislação adotada para comparação.
- É importante ressaltar que a legislação adotada e os parâmetros empregados na Resolução CONAMA nº 430/2011, determinam as condições e padrões de lançamento de efluentes, e complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005 que classifica os corpos de água e dá diretrizes ambientais para seu enquadramento, e também estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, dando ainda outras providências. Estas resoluções têm como objetivo averiguar se o manancial receptor dos efluentes lançados se mantém dentro de sua classe sem maiores preocupações no futuro quanto ao comportamento daquele manancial à jusante do lançamento.
- O monitoramento de uma forma geral é extremamente importante, pois não só visa o sistema de tratamento como também do meio circunvizinho que recebe este efluente tratado. Sendo assim, a empresa e o órgão vigilante terão a tranquilidade de visualizar até mesmo num futuro próxima as tendências do ecossistema onde a empresa esteja promovendo suas atividades de grande relevância para a região e país.

6. PERSPECTIVAS

- Executar análises físico-químicas da saída da lagoa de maturação, para verificar sua real eficiência.
- Executar análises físico-químicas a montante e a jusante do lançamento, a fim de monitorar as possíveis perturbações sofridas pelo corpo receptor após o lançamento do efluente desta indústria.
- Determinar os parâmetros microbiológicos na saída da lagoa de maturação e posteriormente comparar com as legislações vigentes, bem como, a montante e a jusante do lançamento.
- Investir em tecnologias atualizadas a fim de melhorar ainda mais a eficiência da ETEI da indústria de refrigerantes.

7. REFERÊNCIAS

APHA -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20^a Ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 1998. 1569p.

BEZERRA, L. P.; IDE, N. C.; OLIVEIRA, K. R. F. **Sistema de esgotamento sanitário** – coleta de amostras de água e esgoto – guia do profissional em treinamento – Recesa

BERENHAUSER, A. H. T. **Fabricação de cervejas e refrigerantes**. Tratamento de efluentes. 49p. 1999.

BIOTECS, Águas e Efluentes, **Sistemas de tratamento. Manual de Operação e Manutenção de sistema de tratamento de efluentes residuários industriais**. Ribeirão Preto-SP, 2005.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia para orientação de coleta e preservação de Amostras**. São Paulo, 1984.

_____. **Série Relatórios**. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo, 2009

DACACH, N. C. **Tratamento Primário de Esgoto**. 1^a Ed. Rio de Janeiro: EDC – Ed. Didática e Científica, 1991.

FARIAS, M.S.S de; SILVA, E.S da; RODRIGUES D.L.; OLIVEIRA, D.R. de; Caracterização dos resíduos líquidos de indústrias de cerveja e as medidas mitigadoras de impactos. Centro Científico Conhecer. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia/GO. 2008.

FILIPAKI, A; LETCHACOVSKI, A.C.; VIDAL, C. M. S. **Fundamentos do Tratamento de efluentes líquidos de indústria de refrigerantes**. VII Semana de engenharia ambiental. Universidade Estadual do centro Oeste - Irati/PR. 2009.

FRANÇA, A. B. de; DUARTE, M. M. L.; BRAGA, S. M.; BRAGA, M. C. B. **Avaliação da eficiência e determinação da tendência da cinética de um reator anaeróbio de leite fluidizado automatizado aplicado ao tratamento de efluentes de indústrias de refrigerantes**. Curitiba/PR, 2006.

GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de efluentes industriais**. Apostila da ABES. Mato Grosso, 2004.

Manual Técnico para coleta de amostras de água. Florianópolis/SC. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Comitê Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Comitê Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005.

SILVEIRA, B. I. et al. **Avaliação do Desempenho de um Reator UASB de uma Planta Industrial de Tratamento de Efluentes Líquidos**. In: *1º International Workshop Advances in Cleaner Production*. São Paulo: UNIP. 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à Qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v.1. Belo Horizonte/MG. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG; 1996. 243p.

_____. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lagoas de estabilização**. v.3. Belo Horizonte/MG. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG; 1986. 196p.

_____. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodos Ativados**. v.4. Belo Horizonte/MG. 2ª ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG; 2002. 428p.