

TÍTULO: TRATAMENTO DE EFLUENTES ATRAVÉS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE EFICIÊNCIA TEÓRICA E EFICIÊNCIA REAL.

AUTORES: Paulo Sérgio do Livramento Magno¹ e Josafá Ribeiro de Oliveira².

RESUMO

Dentre os processos para tratamento de efluente de laticínios, o mais empregado é o de lagoas de estabilização, processo aeróbio e anaeróbio que consiste na degradação de substâncias orgânicas complexas por microorganismos, com um efluente final de acordo com a legislação ambiental vigente. A matéria orgânica constitui-se o principal poluente das águas residuárias de um laticínio. Pode-se avaliar a eficiência do emprego das lagoas de estabilização no tratamento de efluentes. Esta pode ser caracterizada pelos parâmetros como DBO, DQO, sólidos totais e sólidos sedimentáveis. Pelos resultados alcançados, verifica-se que a eficiência de remoção destes parâmetros, compatível com que estabelece a Resolução CONAMA N° 357/2005 [5], dessa forma poderá ser lançado em um corpo receptor, visto que não comprometeria a concentração de oxigênio dissolvido da água e não traria prejuízos ao meio ambiente.

Palavras-chaves: Laticínios, Efluentes e Corpo receptor.

ABSTRACT

Amongst the processes for treatment of effluent of industry of dairy product, the most used it is of stabilization lagoons, aerobic and anaerobic process that consists of the complex organic substance degradation for microorganisms, with an effluent end in accordance with the effective ambient legislation. The organic substance consists the main pollutant of residuary waters of a industry of dairy product. The efficiency of the job of the lagoons of stabilization in the treatment of effluent can be evaluated. This can be characterized by the parameters as BOD,COD, total solids and solid you sedimented. For the reached results, it is verified that the efficiency of removal of these parameters, then compatible with that it establishes Resolution CONAMA N ° 357/2005, of this form could be launched in a receiving body, since it would not compromise the concentration of oxygen dissolved of the water and it would not bring damages to the environment.

Key-words: Dairy product, Effluent and Receiving Body.

¹ Eng°. Químico especialista em Engenharia Ambiental, Tecnologia de Alimentos, Perícia, Gestão e Auditoria Ambiental e Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade de Taubaté. Avenida Marques de Herval N° 1316 Apt° 308 B Bairro: Pedreira – Belém - Pa Fones: (91) 3276-6202 / 8128-7964. E-mail: pauloconsultor@yahoo.com.br

² Geólogo. Conjunto Cidade Nova VI, WE/79, nº 901. Coqueiro, Ananindeua Pará-Brasil. CEP: 67.140-200. Fone (091) 3263-3097/9166-9563. E-mail: josavno@ig.com.br.

1.0 – INTRODUÇÃO

A contribuição de efluentes gerados nas indústrias de laticínios em termos de poluição hídrica é bastante significativa devido ao alto teor de material orgânico presente nos seus descartes. As lagoas de estabilização são tradicionalmente usadas no tratamento deste tipo de efluente, pois além do baixo custo de implantação e manutenção, mostra-se eficaz na remoção da matéria orgânica.

Os efluentes das indústrias de laticínios são oriundos das diversas etapas, lavagens de pisos e equipamento que arrastam resíduos de leite e seus derivados incluindo também produtos de limpeza. A matéria orgânica está contida na fração de sólidos solúveis, mas normalmente é medida de forma indireta pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO).

A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microorganismos biodegradem a matéria orgânica. A DQO é a 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.

As obtenções das características físico-química dos efluentes industriais permitem a comparação com os padrões da legislação ambiental e quando associadas com as suas vazões indicam, também o cálculo da carga poluidora industrial.

As análises dos efluentes nas lagoas de tratamento permitem o cálculo das suas eficiências, tendo como base a resolução CONAMA nº 357 de 17 de Março de 2005.

Existem várias alternativas tecnológicas para tratamento de esgotos, entretanto no Brasil, principalmente no estado do Pará, devido o clima quente úmido, há condições favoráveis Sperling,1986 [4] para implantação de Lagoas de Estabilização, e é certamente o meio mais utilizado nos laticínios do Estado.

2.0 – OBJETIVOS:

O objetivo desse trabalho é avaliar a eficiência teórica do sistema de tratamento instalado comparando com a eficiência real obtida.

Objetivos Gerais:

- Realizar pesquisa bibliográfica para mostrar quais os sistemas propostos e adotados;
- Avaliação do projeto de tratamento instalado conferindo se o mesmo está projetado corretamente conforme a literatura específica;
- Caracterizar quimicamente os efluentes de interesse visando à determinação de sua carga poluidora nas indústrias de laticínios;

- Verificar a eficiência do processo de tratamento e a situação com os parâmetros e padrões de qualidade formais;

3.0 – CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DA ÁREA:

A área de estudo encontra-se inserida em um meio industrial e apresenta-se desprovida da sua vegetação original.

A região trabalhada está inserida no contexto de três unidades geotectônicas que são os Cinturões Itacaiuna e Araguaia e importantes segmentos da Bacia do Parnaíba a qual compõem aquíferos multi camadas. Coberturas atuais subatuais estão presentes ao longo das principais drenagens.

A região sul do Pará englobada pelo município de Tucuruí, Novo Repartimento, Pacajá, Anapu, dentre outras, apresenta uma estrutura geológica complexa, predominantemente, constituído por rochas cristalinas e metassedimentares de idade Pré-Cambriana, que constituem as unidades: Complexo Xingu, de natureza granito-gnáissica-migmática; Grupo Grão Pará, de natureza vulcano-sedimentar (greenstone belts); Supergrupo Uatumã, de natureza vulcano-plutônica e sedimentar; Granito Velho Guilherme, magmática intrusiva e, finalmente, a seqüência de cobertura de plataforma, representadas pelas formações Gorotire e Triunfo. Lembrando que estas estão encimadas por coberturas Lateríticas e Aluviões quaternários.

As águas subterrâneas da área foram caracterizadas e reunidas em dois grandes domínios hidrogeológicos, em função da litologia e das estruturas em que circulam: um sedimentar e outro metamórfico / ígneo. O primeiro é constituído por aquíferos de porosidade intergranular e o segundo por aquíferos fraturados.

Na primeira categoria encontram-se as coberturas aluvionares tércio - quaternárias, onde o armazenamento e a circulação da água dependem basicamente dos poros ou interstícios da rochas.

Na segunda são englobadas rochas metamórficas e ígneas que compõem o embasamento proterozóico da folha, cujas porosidades e permeabilidade secundária são oriundas de uma tectônica rúptil ou de processo de intemperícos. O armazenamento e circulação das águas estão intrinsecamente condicionados a existências de juntas e fraturas abertas, eventualmente interconectadas e associadas ao manto de alteração, dessas áreas, e a zona de recarga.

4.0 – FISIOGRAFIA (Clima, Hidrografia, Vegetação e Solo):

4.1-MORFOLOGIA

O relevo foi analisado segundo o modelo de BOAVENTURA et al. (1974), ao qual adicionou-se observação próprias, adquiridas no decorrer a visita. Foram identificadas duas unidades morfológicas: Depressão Periférica do Sul do Pará, constituída por terrenos rebaixados, adjacentes às bacias sedimentares do Parnaíba e do Amazonas e resultantes de processos de pediplanação pleistocênica que atuaram sobre parte do planalto dissecado do sul do Pará e Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins, sob a forma de amplos patamares estruturais, edificados sobre as formações paleozóicas da bacia do Parnaíba. Na Depressão Periférica observam-se três sistemas predominantes de relevo:

- Relevo Montanhoso, caracterizado por maciços montanhosos dissecados em cristas e ravinas, com cotas mínimas entre 400 e 550 m. Exibem padrão de drenagem radiais e dendríticos.

- Relevo de Morros, ocorre na parte centro-leste da folha, sob a forma de morros e serras restritas, com topos arredondados a ligeiramente aplainados e dissecados em colinas e ravinas. A densidade de drenagem é média, com padrões dendríticos, por vezes radiais, em consequência do controle estrutural. As cotas, no geral, situam-se entre 200 e 400 metros.

- Relevo Colinoso, recobre toda a porção central e oeste da folha Xambioá, ocupando a região mais arrasada do Cinturão Araguaia e dos sedimentos cretácicos. Caracteriza-se por uma topografia suave, com cotas entre 150 e 250 m e pelo padrão dendrítico de drenagem de alta a média densidade.

Na Depressão Ortoclinal do Médio Tocantins, o relevo varia de aplainado, constituído por pequenas escarpas que desenvolvem patamares com caimento suave para leste, a colinoso, de formas alongadas. Estas feições foram construídas, respectivamente, a expensas das seqüências arenosas e pelíticas dos sedimentos da Bacia do Parnaíba. Os drenos apresentam padrão retangular aberto, com densidade média.

4.2 – CLIMA

O clima do Município insere-se na categoria de equatorial super-úmido, tipo Am, na classificação de KÖPPEN, 1948 [3] no limite de transição para o Aw. O clima Aw, predominante na parte leste, apresentando características bem distintas, verão úmido (outubro a abril) e inverno seco bem acentuado (maio a setembro). Possui temperatura média anual de 26,35° C, apresentando a média máxima em torno de 32,0° e mínima de 22,7° C. A umidade relativa é elevada, apresentando oscilações entre a estação mais chuvosa e a mais seca, que vão de 90% a 25%, sendo a média real de 78%

O clima Am, que prevalece na parte oeste, distingue-se por exibir uma estação chuvosa mais prolongada, com índice pluviométrico médio anual superior a 2.000 mm (Estação de Marabá), e uma estação seca de pequena duração (junho a agosto) e temperatura média mínima superior a 24°C.

4.3 – HIDROGRAFIA

Os municípios da região sul do Pará, a grande maioria deles estão localizados na bacia hidrográfica do Rio Araguaia, cujo eixo drenante constitui o limite com o estado do Tocantins. Os principais rios do município, descritos a seguir, são os afluentes da margem esquerda do Araguaia, dentro do território municipal, os rios Xambioázinho e Gameleira e no interior os rios Grota Vermelha, Tabocão, Sororó e Sororozinho e outros.

4.4 - VEGETAÇÃO

A área está inserida no coração da Hiléia Amazônica, que apresenta uma cobertura vegetal típica de Floresta Tropical Equatorial, com matas de várzea (matas ciliares) e matas de terra firme, que variam de acordo com a litologia, clima e morfologia local.

A vegetação de várzea está localizada nas áreas ocupadas pelas planícies de inundação do rio Araguaia e tributários, geralmente com grande espessura de aluvião (solo argiloso ou argilo-arenoso), recoberto por uma camada mais ou menos espessa de matéria orgânica em vários estágios de decomposição. São constituídas por plantas típicas de zonas afogadas, como as pertencentes à família das palmeiráceas (açazeiro, buritizeiro, paxiúba), além de uma infinita variedade de arbustos e árvores de pequeno porte, cujas raízes adventícias formam verdadeiros intrincados cipoais interligados de difícil penetração.

Nas áreas firmes observa-se a Floresta Tropical Densa constituída por árvores de médio a grande porte, que se desenvolve em solos derivados das alterações de rochas ígneas, como por exemplo, a castanheira, o cedro, a maçaranduba, a cupiuba, o mogno, o pau amarelo, o angelim, o jatobá e outras madeiras de lei típicas da Floresta Amazônica.

4.5 - SOLOS

Devido o clima ser praticamente o mesmo para toda a região, os solos mostram-se com pouca diversidade. Observam-se dois tipos: o de Terra Firme e o de Planície Aluvionar. Os solos de Terra Firme (Podzólicos e Latossolos Amarelos) ocupam a maior extensão da região. Observa-se na área somente os solos de Planície Aluvionar (Hidromórficos).

Grande parte dos municípios dessa região apresenta de uma maneira geral, Latossolo Vermelho-Amarelo, como solo predominante, que são solos semelhantes em características físicas,

químicas e morfológicas aos Latossolo Amarelos originados de litológica semelhante. Como diferenças básicas de coloração entre essas duas classes de solo, encontram-se um teor elevado de Fe /Al.

Lembrando quando se monitora a infiltração nesses terrenos a uma variação considerável na mesma, principalmente em áreas de relevo mais ondulado. Na área do empreendimento foi testado dois pontos utilizando invilrômetros.

5.0 – METODOLOGIA DE TRABALHO:

Foram coletadas amostras simples, manualmente, em frascos esterilizados, com capacidade para 5 litros, As amostras foram preservadas em caixa térmicas e encaminhadas ao Laboratório. Foi realizada uma única coleta em cada uma dos seguintes pontos: após o pré-tratamento do efluente e na saída do efluente final na última lagoa facultativa. A metodologia analítica foi realizada em duplicata, conforme STANDARD METHODS, 1992, 18º edição.[1]

- Visita de campo a uma indústria de laticínios para verificar o processo industrial;
- Determinação dos principais sistemas de tratamento dos efluentes gerados nos laticínios;
- Sistematização e organização da informação coletada;
 - Análises dos efluentes na entrada e saída das lagoas
 - Comparação com os resultados teóricos esperados (calculado);

6.0 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação é uma condicionante importante no tratamento dos efluentes industriais, principalmente no que diz respeito às concentrações dos parâmetros da carga orgânica (DBO e DQO) lançado no corpo receptor. A Tabela I mostra os parâmetros segundo a Resolução CONAMA nº357 de 17 de Março de 2005.

**TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES
PADROES**

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercurio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L

Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

Fonte: Resolução CONAMA N°357, 2005, p.7, 8,9.

7.0 – DESCRIÇÕES DOS PROCESSOS:

O tratamento de efluentes das indústrias de laticínios requer a instalação de projeto de tratamento, a solução técnica no tratamento do esgoto industrial deverá atender a legislação ambiental em vigor. A finalidade desse tratamento é reduzir a carga orgânica incluindo as águas utilizadas na higienização do empreendimento.

Para o cálculo das lagoas adotamos a metodologia utilizada segundo Sperling,1986 [4]

A eficiência e a capacidade nominal de uma estação de tratamento de uma indústria de laticínios são definidas a partir de uma série de fatores específicos a cada caso estudado. O tratamento pode abranger diferentes níveis, denominados tecnicamente de tratamento preliminar, primário e secundário.

Diante do exposto será adotado um sistema de tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e de gordura) para esses aportes residuários, sendo considerado o tratamento primário em lagoa anaeróbia com regime hidráulico, seguido de lagoa facultativa de regime hidráulico disperso, para finalmente lançar o efluente para o corpo receptor.

Lagoa Facultativa: A DBO solúvel e finalmente particulada é estabilizada aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobiamente por bactéria no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através da fotossíntese.

Lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa: A DBO é em torno de 50 a 70% removida na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única.

Têm-se como base, três pontos necessários que visam a diminuição dos custos de implantação de uma estação de tratamento de esgotos:

- Diminuição da carga poluidora;
- Melhorias na produtividade;
- Alterações de processos industriais.

Dependendo da vazão, volume e velocidade de um curso d'água, pode-se lançar determinada carga de efluentes no mesmo, e este por sua vez, autodepurar. Os cursos d'água possuem certa quantidade de oxigênio sob a forma de O₂ na própria água.

O esgoto industrial da empresa provém da utilização da água na higienização da plataforma de recepção de leite; da lavagem do piso e paredes, estrados, mesas e prateleiras; e do processo de dessoragem, que é o principal poluente devido a sua grande carga orgânica. Com isso, a vazão de 20 m³ também fazendo parte desse despejo, detergentes, desinfetantes e águas de lavagem, que podem provocar alterações no pH.

TABELA II- Equivalentes populacionais referentes à DBO (5 DIAS,20°C) de 54 g/m.dia

Tipo de indústria	Quantidade diária	Equivalentes populacionais
Laticínio sem queijaria	por 1000 litros leite	30-80
Laticínio com queijaria	por 1000 litros leite	100-250

Fonte: Imhoff, K & Imhoff, K. Manual de tratamento de águas residuárias. São Paulo. Ed. Edgar Blucher. 1986.301 p.

8.0 A INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS:

A matéria orgânica constitui-se o principal poluente das águas residuárias de um laticínio. Estes podem ser caracterizados pelos parâmetros de demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, dentre outros. De acordo com a legislação ambiental é necessário tratar os efluentes gerados, de modo que, ao ser lançado em um corpo receptor, não cause desequilíbrio.

Entre os parâmetros citados é muito importante destacar a eficiência da remoção da DBO, para que se tenha uma quantidade de oxigênio dissolvido suficiente, a fim de se obter a recuperação natural do corpo receptor.

9.0 INFLUÊNCIA DAS ALGAS E O PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO:

O aumento da inserção de diversas indústrias na região sudeste do estado do Pará e conseqüentemente crescimento demográfico tem originado alterado as condições ambientais dessa região. As atividades antropogênicas tornam os meios hídricos eutróficos, fato que, além de provocar uma elevada cor, turvação e redução da concentração de oxigênio dissolvido, favorece o aparecimento de microorganismos e algas libertadoras de substância tóxicas, pondo em risco a utilização dessas águas para o consumo humano e o meio físico.

Conceito de eutropização :

E o crescimento excessivo das plantas aquáticas tanto planctônicas quanto aderidas em níveis tais que sejam consideradas como causadores de interferências com os usos desejáveis de cursos d'água THOMANN E MUELLER, 1987 [6] .

Elementos que contribuem para a eutrofização.

Existem dois importantes componentes químicos que contribuem para o fenômeno da eutrofização: nitrogênio e fósforo.

Nitrogênio

O nitrogênio possui importância no controle da poluição das águas por ser um elemento indispensável na subsidiação do crescimento dos seres vivos, como aqueles responsáveis pelo tratamento dos esgotos; torna-se também de suma importância como fertilizante da cultura irrigada, além de produzir o crescimento de algas, que quando em multiplicação descontrolada produz o fenômeno de eutrofização de lagos e represas, provocando a morte de peixes e outros animais e a formação de gases tóxicos ou de cheiro desagradável, levando até mesmo a doenças como a metemoglobinemia, afetando adultos e principalmente crianças, dificultando o transporte de oxigênio no sangue (Fenícola e Azevedo).

Fósforo

Da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo é essencial à vida. Porém, em níveis elevados, pode produzir malefícios à saúde, devido ser um nutriente essencial para o crescimento das algas, podendo

conduzir ao fenômeno de eutrofização das lagoas. Embora o fósforo seja naturalmente escasso, várias atividades humanas conduzem ao aporte de fósforo nas águas naturais. A drenagem pluvial de áreas agricultáveis (fertilizantes) e principalmente de áreas urbanas (produtos químicos contendo fósforo), e sobretudo as cargas veiculadas pelos esgotos (atividades fisiológicas e detergentes) podem contribuir para uma elevação dos teores de fósforo no meio aquático.

Efeitos da Eutrofização

Os principais efeitos indesejáveis da eutrofização são os seguintes:

- Problemas estéticos e recreacionais;
- Condições anaeróbias no fundo do corpo d'água;
- Eventuais condições anaeróbias no corpo d'água como um todo;
- Eventuais mortandades de peixes;
- Maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento de água;
- Problemas com abastecimento de água industrial;
- Toxicidade das algas;

Medidas mitigadoras

Para mitigar os efeitos da eutrofização existem métodos biológicos e físico-químicos para remoção do excesso de fósforo e nitrogênio nas lagoas.

Remoção biológica

A remoção biológica de nitrogênio (desnitrificação) é obtida em condições anaeróbicas, na presença de nitrato. As bactérias utilizam nitrato em seu processo respiratório, convertendo-os em nitrogênio gasoso.

A remoção biológica do fósforo (desfosfatação) é realizada por meio da existência de zonas anaeróbias e zonas aeróbias na linha de tratamento. A zona anaeróbia é considerada um seletor biológico para os microorganismos acumuladores de fósforo. Esta zona propicia uma vantagem em termos de competição para os organismos acumuladores de fósforo, já que eles podem assimilar o substrato desta zona antes de outros microorganismos não acumuladores de fósforo. Ao se remover o lodo excedente contendo os organismos acumuladores de fósforo, está-se removendo o fósforo do sistema.

Remoção físico-química

A remoção físico-química do nitrogênio ocorre através da retirada da amônia por meio da volatilização da amônia livre (NH₃) alcançada com a elevação do pH (adição de cal).

A remoção físico-químico do fósforo pode ser alcançada através de:

- Adição de agentes coagulantes;
- Filtração ou combinação dos dois.

No tratamento de efluentes, nos casos em que é desejada uma elevada qualidade do efluente final, os processos físicos químicos são utilizados de forma mais eficaz para o polimento do efluente após uma prévia remoção biológica de nitrogênio e fósforo.

10.0 – ANÁLISE DO TRATAMENTO DE EFLUENTES APLICADOS:

O sistema de tratamento de efluentes analisado consta de um pré-tratamento composto por grades, separador de gordura, seguido pelo tratamento propriamente dito através das lagoas de estabilização.

A TABELA - III Exibe os resultados para os parâmetros: PH, temperatura, cloretos, DBO5, DQO, óleos e graxas, sólidos totais e sólidos sedimentáveis nos dois locais amostrados (Entrada e saída da ETE).

PARÂMETROS	EFLUENTE BRUTO	Efluente Final Calculado	Efluente Final Real	LIMITES
pH	6,58	6,23	5,50	>5 e < 9
TEMPERATURA(°c)	28	30	30	<40°C
DBO5(MG/L O2)	1251,00	91,06	149,83	-
DQO(MG/L O2)	2568,8	165,10	162,54	-
Óleos e Graxas(MG/L)	290,8	4,3	-	100
S. Totais (MG/L)	423,0	69,0	70,1	60
S. Sedimentáveis(MG/L)	0,5	0,2	0,28	<1

A TABELA - IV Revela as concentrações médias e eficiências de remoção da matéria orgânica.

PARÂMETROS	AFLUENTE	EFLUENTE	% DE REMOÇÃO
DBO(MG/LO2) Calculado	3240,00	91,06	97,17
DBO(MG/LO2) Real	1251,00	149,83	88,02
DQO (MG/LO2)	2568,8	165,13	93,59
S. TOTAIS(MG/l)	427,0	68,9	83,84
S.SEDIMENT.(MG/L)	0,5	0,1	80,00

Do exposto acima a concentrações em termos de DBO diminuiu consideravelmente de 1251 para 91,06 mg / L, o que indica uma boa eficiência de remoção de matéria orgânica biodegradável de aproximadamente 88,02%, indicando que as lagoas estão sendo eficientes quanto a remoção da matéria orgânica biodegradável.

A concentração em termos de DQO diminuiu consideravelmente de 2568,8 mg/l para 165,13 mg/l, o que indica uma eficiência de remoção de matéria orgânica de 93,57 %, portanto dentro do controle de remoção mínima.

A relação DQO/DBO encontrado para o efluente foi de aproximadamente 1,08. Esta relação revela a existência e a magnitude da matéria orgânica não biodegradável em relação a parcela biodegradável.

11.0 – CONCLUSÕES

Pode se avaliar a eficiência do emprego das lagoas de estabilização no tratamento de efluentes, através da eficiência de remoção da matéria orgânica. Esta pode ser avaliada pelos elementos como demanda bioquímica do oxigênio (DBO), demanda química do oxigênio (DQO), sólidos totais e sólidos sedimentáveis.

Observou-se nos cálculos uma eficiência de 97,17%, segundo as Tabelas III e IV e a eficiência real foi de 88,02%, essa disparidade devido a questões operacionais. Em síntese verificou-se que houve diminuição dos valores obtidos para todos os parâmetros analisados, o que indica que os objetivos do emprego das lagoas de estabilização para tratamento de efluente estão sendo alcançados com eficácia. A exceção da concentração de sólidos totais não está de acordo com o estabelecido pela legislação Federal, a qual estabelece um valor de 60,0 mg/l para sólidos totais em efluente tratados.

12.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

[1] APHA – American Public Health Association (1995). **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 19^a th. Washington: American Public Health Association, 1155 p.

[2] IMHOFF, K . **Manual de tratamento de águas residuárias**. São Paulo. Ed. Edgar Blucher. 1986.301 p.

[3] KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

[4] VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 3. Lagoas de estabilização. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2002. 2^a ed. 196 p.

[5] **Resolução CONAMA N° 357.2005**. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 27 de Fevereiro de 2009.

[6] THOMANN, R. V.; MUELLER, J. A. – **Principles of Surface Water Quality Modeling and Control**. Harper Collins Publishers, 1987.