

CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO – UNIDADE MANGABEIRA – JOÃO PESSOA/PB

Isla Marcolino da Silva (*), Maria Laiz de Fátima Cabral Pontes, João Paulo Ramalho Leite, Keliana Dantas Santos

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, isla.marcolino@gmail.com

RESUMO

O monitoramento de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE tem como função verificar a eficiência do tratamento, bem como se o efluente produzido está de acordo com as Resoluções CONAMA nº 357/ 2005 e 430/2011. O presente trabalho tem por objetivo, analisar a qualidade do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto – Unidade Mangabeira, por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas a fim de verificar se o efluente lançado atende aos parâmetros legais exigidos. As coletas ocorreram com periodicidade mensal de maio de 2014 à janeiro de 2015. Analisaram-se os parâmetros físico-químicos: temperatura, turbidez, cor, condutividade, pH, alcalinidade, acidez total, acidez carbônica, dureza total, dureza de cálcio, cloretos e demanda biológica de oxigênio (DBO₅); e microbiológico: coliformes termotolerantes.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Efluente, Lagoas de Estabilização, Monitoramento ambiental

INTRODUÇÃO

O tratamento de águas residuárias apresenta uma fundamental importância para que o lançamento do efluente esteja de acordo com o enquadramento específico daquele corpo receptor. Isto é, as Estações de Tratamento de Efluentes – ETE assumem a responsabilidade, através de processos químicos, físicos e biológicos, de não comprometer a capacidade de autodepuração do corpo aquático receptor.

O saneamento básico é imprescindível tanto para o abastecimento de água potável, manejo dos resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas, quanto para o esgotamento sanitário, pois, com isso, observa-se um conjunto de instalações e operações na cidade que irão beneficiar a população com mais estrutura, acessibilidade, menor número de doenças de veiculação hídrica que por consequência irá diminuir os custos com a saúde pública, entre outros benefícios (BRASIL, 2007).

A Resolução CONAMA nº 430/2011, “Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005”. Limitando os parâmetros onde o efluente final dentro dos padrões estabelecidos podem ser lançados no rio, e no caso da Estação de Tratamento de Esgoto em estudo, o efluente é lançado no rio Cuiá (BRASIL, 2011).

No Brasil, o ponto de vista econômico sempre esteve relacionado com a apropriação dos recursos naturais de forma voraz traduzindo uma relação em que o meio forneça matéria e energia, mas também seja receptor de seus poluentes e rejeitos de suas atividades (PHILIPPI Jr, 2014).

O rio Cuiá, segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A), enquadra-se nas classes 1 e 2, corresponde a 41 km² de sua bacia hidrológica, considerada como uma Zona Especial de Preservação Ambiental pelo Plano Diretor do Município de João Pessoa (1992) e à medida que o setor imobiliário avança, aumenta sua degradação e poluição devido ao lançamento de efluentes domésticos, desmatamento e lançamento de resíduos sólidos.

A ETE - Estação de Tratamento de Esgoto - Unidade Mangabeira utiliza o sistema do tipo de Lagoas de Estabilização para o seu tratamento que é bastante eficiente pelas condições climáticas encontradas no Brasil.

As Lagoas de Estabilização consistem em um sistema alternativo para o tratamento de efluentes sanitários, tendo como principal mecanismo de remoção de poluentes a natureza biológica, em que os próprios microrganismos presentes naturalmente no esgoto atuam degradando a matéria orgânica. Podem ser classificadas em: anaeróbias, aeróbias e facultativas.

As Lagoas anaeróbias são responsáveis pelo tratamento primário, geralmente são as mais profundas, possuem entre 3 e 4 metros e a razão para tal dimensão é devido ao recebimento de cargas orgânicas elevadas, que impedem a existência de oxigênio dissolvido, e também para proteger as bactérias formadoras do metano para o caso de mudanças climáticas e temperatura, pois as lagoas mais profundas retêm mais calor, que é fundamental no processo de digestão.

Nas Lagoas aeróbias, os microrganismos decompõem as substâncias orgânicas, que são assimiladas como "alimento" e fonte de energia, mediante processos oxidativos.

As Lagoas Facultativas, cujo termo refere-se à dualidade ambiental, pois são aeróbia na superfície (em que a oxidação aeróbia e a redução fotossintética ocorrem para estabilização de matéria orgânica) e anaeróbia no fundo (onde ocorrem os fenômenos típicos da fermentação anaeróbia), possuem cerca de 1 ou 1,5 metro de profundidade e o processo consiste no armazenamento e retenção dos esgotos por um período de tempo suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam.

Segundo Passos (2012, p. 22) “no tratamento de esgotos domésticos, esse tipo de sistema é utilizado com sucesso e com grandes vantagens, dada a associação entre simplicidade operacional e elevadas eficiências de remoção de poluentes que se observa no tratamento”. De acordo com Kato *et al.* (1999) citado por Cardoso *et al.* (2003), o sistema combinado mais utilizado no mundo, em escala real, continua sendo a lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

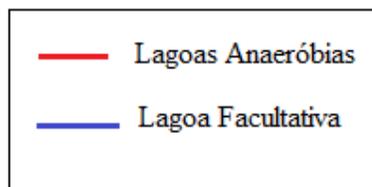
OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo realizar um diagnóstico da qualidade do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto – Unidade Mangabeira, por meio de análises físicas, químicas e microbiológicas, a fim de verificar se o efluente lançado atende aos parâmetros legais exigidos.

METODOLOGIA

O efluente tratado utilizado no estudo provém da Estação de Tratamento de Esgoto Doméstico – Unidade Mangabeira - da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de João Pessoa – PB, no bairro de Mangabeira, projetada no ano de 1982 e configurada em três módulos de tratamento, como podemos observar na Figura 1.

Figura 1 – Fotografia aérea ETE – Mangabeira, Fonte: Google Earth



A ETE – Unidade Mangabeira recebe os efluentes dos bairros de Gramame, Grotão, Valentina, João Paulo II, Funcionários I e II, Jardim São Paulo, Bancários, Monsenhor Magno, Ernesto Geisel e Mangabeira.

Funciona com três módulos de tratamento, cada módulo opera com duas lagoas anaeróbias seguidas de uma facultativa. Os efluentes gerados em cada módulo são reunidos e encaminhados para a zona de mistura para posterior lançamento no rio Cuiá.

O tempo de detenção hidráulico (TDH) é de 1,8 dias de cada lagoa, alimentadas de modo contínuo. As amostras de efluente foram coletadas na zona de mistura dos três módulos de operação das lagoas, como ilustra a Figura 2. Analisaram-se os parâmetros físicos e químicos: temperatura, turbidez, cor, condutividade, pH, alcalinidade, acidez total, acidez carbônica, dureza total, dureza de cálcio, cloretos e demanda biológica de oxigênio (DBO_5); e microbiológico: coliformes termotolerantes. Para determinação de coliformes termotolerantes foram realizados pelo método do Número Mais Provável (NMP), metodologia da *American Public Health Association*, descrita no Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos (SILVA *et. al.*, 2001, p.32).

O transporte das amostras foi realizado em caixas isotérmicas com gelo e destinado ao laboratório do Programa de Monitoramento de Águas - PMA e Laboratório de Análises Microbiológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus João Pessoa.

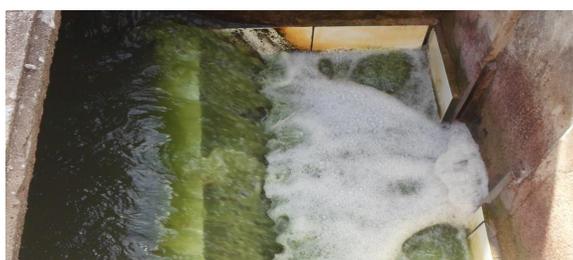


Figura 2 – Zona de Mistura

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta todos os dados obtidos nas análises físicas, químicas e microbiológicas durante o monitoramento no período de nove meses, o que permitiu a avaliação de desempenho da ETE no que concerne as variáveis em questão.

Tabela 1 – Resultados dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da ETE

| Parâmetros | Maio | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Dezembro | Janeiro |
|--|-------|-------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|---------|
| Efluente Tratado na Zona de Mistura | | | | | | | | | |
| Temperatura [°C] | 23,6 | 25 | 24 | 23,7 | 30 | 30 | 25,7 | 30 | 34 |
| pH | 8,3 | 8,2 | 7,8 | 8 | 8 | 7,9 | 7,7 | 7,9 | 7,4 |
| Cor [mgPt.L ⁻¹] | 180 | 150 | 150 | 180 | 150 | 100 | 240 | 280 | 200 |
| Condutividade [$\mu\text{s cm}^{-1}$] | 601,3 | 523,1 | 486,6 | 471,3 | 649,8 | 651,3 | 598,6 | 620 | 645,7 |
| Turbidez [NTU] | 134 | 129 | 110 | 112 | 142 | 120 | 184 | 208 | 138 |
| Cloretos [mg L ⁻¹] | 91,4 | 82 | 74,3 | 73 | 101 | 93 | 95 | 101 | 90 |
| Dureza cálcio [mg L ⁻¹] | 138 | 142 | 40 | 150 | 40 | 80 | 48 | 130 | 330 |
| Dureza total [mg L ⁻¹] | 80 | 64 | 76 | 100 | 39 | 136 | 132 | 148 | 112 |
| Alcalinidade [mg L ⁻¹] | 189 | 166 | 176 | 185 | 205 | 214 | 215 | 200 | 218 |
| Acidez total [mg L ⁻¹] | 71 | 78 | 100 | 102 | 76 | 94 | 71 | 178 | 166 |
| Acidez carbônica [mg L ⁻¹] | 71 | 78 | 100 | 102 | 76 | 94 | 71 | 47 | 166 |
| DBO_5 [mg O ₂ L ⁻¹] | – | 48 | 54 | 37 | 118 | – | – | – | – |
| Coliformes Termotolerantes[NMP] | – | – | – | 350 | 17 | 34 | >2400 | – | – |

Análises Físicas e Químicas

- **Determinação de Temperatura:** observa-se uma baixa oscilação entre os meses de maio com 23,6°C agosto com 23,7°C, um aumento entre os meses setembro com 30°C e janeiro com 34°C, referente ao período de transições de estação do ano. Segundo a legislação vigente, a temperatura não deve exceder 40 °C. Com isso, o efluente está de acordo com a norma.
- **Determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH):** os valores obtidos no ponto de saída do efluente tratado variaram entre 7,4 a 8,33. Não comprometendo assim a faixa de pH do corpo receptor permitida pela Resolução CONAMA nº430/2011, que estabelece valores de emissão para efluentes para o pH entre 5,0 a 9,0 (BRASIL, 2011).
- **Cor:** o valor mais alto é do mês de novembro com 280 mg PtL⁻¹ e o menor valor em outubro com 100 mg PtL⁻¹, ambos estão em desacordo com a legislação vigente, visto que 75 mg PtL⁻¹ é o limite para enquadramento de Classe 2 que corresponde ao trecho do rio Cuiá da zona de mistura da ETE (BRASIL, 2005).
- **Condutividade:** causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio, mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos. Como podemos observar na Tabela 1, os valores variaram de 471,3 (agosto) a 651,3 $\mu\text{s cm}^{-1}$ (outubro) indicando um aumento no precipitado dissolvido com ionização. Baixos valores de alcalinidade podem dificultar a saturação da água pelo carbonato de cálcio – CaCO₃, o qual previne a corrosão nas partes metálicas do sistema de abastecimento.
- **Turbidez:** apresenta uma variação entre 110NTU (julho) a 208NTU (dezembro), evidenciando modificações na iluminação da água e no alcance da radiação luminosa. O que influencia diretamente no processo de fotossíntese e no crescimento das plantas aquáticas, especialmente em águas paradas ou com baixa velocidade de escoamento. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 no enquadramento de Classe 2 assume até 100 NTU, logo está em desacordo com a legislação (BRASIL, 2005).
- **Íon Cloreto:** os valores obtidos expressam um aumento entre o mês de agosto (73 mg L⁻¹) e dezembro (101 mg L⁻¹), o que compromete as tubulações que conduzem o efluente ao rio Cuiá.
- **Dureza Total e de Cálcio:** a dureza total apresenta um crescimento entre os meses de setembro (39 mg L⁻¹) e dezembro (148 mg L⁻¹) o que significa um aumento na presença de determinados cátions na água, principalmente de cálcio e magnésio. Os dados obtidos entre os meses de julho (40 mg L⁻¹) e janeiro (330 mg L⁻¹), confirmam o aumento significativo de Ca²⁺, que possui um alto poder de incrustação.
- **Alcalinidade:** em ambientes aquáticos a alcalinidade é caracterizada pela presença de bicarbonatos. Uma variação alta, como a ocorrida entre os meses de junho (166 mg L⁻¹) e janeiro (218 mg L⁻¹) está associada a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microrganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água.
- **Acidez Total e Acidez Carbônica:** tendo em vista os meses de maio (71 mg L⁻¹) e dezembro (166 mg L⁻¹) constata-se a capacidade da resistência da água em alterar o pH.
- **Determinação de DBO₅:** responsável por indicar a matéria orgânica mineralizada por atividade dos microrganismos apresentou uma variação entre os meses de agosto (37mg O₂L⁻¹) e setembro (118mg O₂L⁻¹) o que indica redução de oxigênio dissolvido ocasionando na extinção da fauna aquática. Na legislação vigente para Classe 2, o índice de DBO₅ possui limite até 5 mg O₂L⁻¹ logo está em desacordo com a legislação (BRASIL, 2005).

○ Análises Microbiológicas

As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Não são patogênicas, mas em grandes quantidades indicam a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como por exemplo: disenteria bacilar, febre tifóide e cólera.

Os coliformes termotolerantes nos meses de agosto (350 NMP) e novembro (>2400 NMP) confirmando a existência de microrganismos patogênicos, exclusivo do trato intestinal dos animais de sangue quente. De acordo com as normas de efluentes, o limite máximo na zona de mistura é de 1000 coliformes termotolerantes (BRASIL, 2011). Portanto, podemos denotar que o tratamento executado pela ETE não atende aos padrões estabelecidos pelo CONAMA Resolução nº 430/2011.

CONCLUSÕES

Segundo o Artigo 5º da Resolução do CONAMA de Nº 430 de 13 de maio de 2011, o efluente tratado que está sendo lançado no rio, não pode ultrapassar o limite dos padrões da classe em que o rio está enquadrado, sendo o rio Cuiá de classe 1 e 2. Tendo em vista que os dados obtidos através de análises, em sua maioria foram positivos, conclui-se que o efluente tratado em questão está legalmente correto.

Porém, os dados recomendam atenção das autoridades públicas para uma melhor eficiência no processo executado na estação de tratamento de efluentes. Principalmente quanto aos valores elevados de Demanda Bioquímica de Oxigênio, que implica em possível processo de eutrofização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/enquadramento/ENQUADRAMENTO_DOS_CORPOS_HIDRICOS_PB.pdf. Acesso em: 18.09.2016
2. APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for Examination of Water And Wastewater**. 20.ed. Washington: American Public Health Association, p.1268, 1998.
3. BRASIL. Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília/DF: **Diário Oficial da União**, 2007.
4. BRASIL. Leis, decretos etc. Resolução nº 357/2005. **Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
5. BRASIL. Leis, decretos etc. Resolução CONAMA nº 430/2011. **Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Brasília: CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2011.
6. CARDOSO, Frieda et al. (2003). **Avaliação da eficiência em termos de remoção de DBO e DQO de duas estações de tratamento de esgoto em escala real, envolvendo reatores anaeróbios e pós tratamento em lagoa facultativa**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, Joinville, 14 – 19 Setembro 2003. (CD-Room)
7. CETESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. 1ª ed. São Paulo, 1987. 155p.
8. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2ªed.Campinas: ITAL., p. 31-52.
9. PHILIPPI Jr., Arlindo; ROMÉRO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet. **Curso de Gestão Ambiental**. Col. Ambiental. 3ª Ed.Barueri, SP: Manole, 2014.
10. PASSOS, R.G. **Avaliação de desempenho de lagoas de estabilização por meios de dados de monitoramento e modelagem em fluidodinâmica computacional (CFD)**. Dissertação (Mestrado). Belo Horizonte, 2012.
11. **PLANO DIRETOR DA CIDADE DE JOÃO PESSOA**. João Pessoa – PB, 1992.

