ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Luana Ricken Gonçalves Dias[(1)]
Engenheira Ambiental (UEM), Pós graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho (UEM) e Especialista em Saneamento (FAVENI).
Luciana Nunes dos Santos[(2)]
Engenheira Ambiental (UEM), Mestre em Sustentabilidade (PSU-UEM) e Especialista em Saneamento (FAVENI).
Arildo Aparecido Camargo[(3)]
Diretor Administrativo e Operacional do Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Paraná.

Endereço[(1)]**:** Largo General Osório, 63 – Zona 6 – Maringá - Paraná - CEP: 87015-540 - Brasil - Tel: +55 (44) 99965-9399 - e-mail: luana.responsaveltecnica@gmail.com.

RESUMO

O crescimento urbano não planejado implica em uma série de problemas, entre outros, relacionados a água. A população urbana brasileira já ultrapassa os 80% e a precariedade da infraestrutura destinada ao abastecimento e tratamento de esgoto agravam o cenário do saneamento no Brasil, que promove o tratamento de apenas 46% dos esgotos gerados. Com estre trabalho pretendeu-se verificar a eficiência do tratamento de esgoto de um município do norte do paranaense. Para isso foram analisados laudos de resultados de análise de efluente bruto e tratado do município, com atenção às concentrações de DBO_5 e DQO, analisando a eficiência da estação e se os resultados estão de acordo com a legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto, Efluente, Eficiência.

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um direito garantido pela constituição federal instituído pela lei n° 11.445/2007. Saneamento básico é um conjunto de serviços fundamentais para o desenvolvimento socioeconômicas de uma região tais como abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2017, o Brasil ocupou o 117º lugar quanto ao percentual da população com acesso a saneamento básico. A posição mostra a dura realidade ambiental com mais atraso no país, o que implica em temas sobre saúde das famílias, educação das crianças, produtividade dos trabalhadores e competitividade das empresas.

O saneamento básico contribui com a saúde, a educação, o meio ambiente e a economia. A modernização e ampliação do sistema de saneamento básico beneficia, em qualquer lugar do mundo, a sociedade como um todo: as empresas, o país, as cidades e o desenvolvimento social e econômico.

De forma simplificada, a cadeia do saneamento tem início na captação em reservatórios de água, onde acontece o tratamento e distribuição aos pontos de consumo, sejam eles residenciais ou industriais. Em seguida, é feito o descarte em uma rede de esgoto, direcionando o resíduo para tratamento. O ciclo tem conclusão quando a água tratada é devolvida ao ciclo natural.

A coleta e tratamento de esgoto evita a contaminação e transmissão de doenças e a poluição de córregos, rios e mares. Esse sistema preserva os recursos hídricos e as fontes de abastecimento de água. Dentro dos imóveis, a água pós-utilização passa por encanamentos e vai até as redes coletoras, que se localizam nas ruas. Esse esgoto chega em grandes tubulações que fazem o transporte até a estação que fará o tratamento para retirada de poluentes, devolvendo a água até os cursos.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA disciplina o lançamento de efluentes ao recurso hídrico, devendo este obrigatoriamente atender aos padrões de seu corpo receptor. O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, o qual atribui e estabelece normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente (MMA, 2013); no âmbito

estadual, o órgão responsável pela fiscalização e manutenção da qualidade das águas é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Desta forma, o presente trabalho busca mensurar a eficiência de uma estação de tratamento de esgoto – ETE de um município do norte paranaense por meio da análise de parâmetros físico-químicos do efluente e comparação com a legislação vigente.

METODOLOGIA UTILIZADA

O esgotamento sanitário é um dos componentes do saneamento e constitui-se como condição para o controle da transmissão de doenças, da proliferação de vetores e da poluição ambiental. Neste sentido, a Norma Brasileira NBR 9648: 1986 define esgoto sanitário como o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

No Brasil, de modo geral, os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólido; por esta pequena parcela de sólidos faz-se necessário o tratamento destas águas, uma vez que representa quantidade significativa de poluentes capazes de afetar o sistema ambiental. No entanto, cabe ressaltar que cada região apresenta características distintas em seu esgoto podendo variar conforme o clima, hábitos e situação econômica regional (PHILIPPI JR, 2005; BARROS et al., 1995).

Para Nascimento e Heller (2005) a defasagem na infraestrutura e na gestão dos sistemas de saneamento existentes no Brasil, como dito anteriormente, está diretamente relacionada com o crescimento da população brasileira, além da falta de atualização tecnológica e do nível de renda da população atendida, notando-se uma melhor cobertura em regiões onde há maior concentração de renda.

O tratamento do esgoto consiste na remoção dos principais poluentes presentes, no intuito de que o efluente retorne ao corpo hídrico sem que haja alteração de sua qualidade e obedecendo as legislações ambientais vigentes. Os processos para tratamento são uma série de operações unitárias, empregadas para a remoção dessas substâncias indesejadas ou na transformação dessas substâncias em outras de formas aceitáveis (AISSE, 2000; JORDÃO; PESSOA, 2016).

Os processos de tratamento são classificados em físicos, químicos e biológicos uma vez que os poluentes contidos no esgoto possuem essas naturezas. Desta forma, a escolha do processo dependerá das características físico-químicas e biológicas do efluente bem como da qualidade da água dos corpos receptores (SPERLING, 2005; JORDÃO; PESSOA, 2016). Além dos três principais processos citados anteriormente, existem outros métodos frutos de pesquisas ou de implantações recentes, constituindo o que se tem denominado “tratamento avançado”, podendo citar a adsorção por carvão, eletrodiálise, troca de íons, filtração rápida e entre outros. Acredita-se que ao passo que o desenvolvimento tecnológico tornar estes processos mais econômicos ou de simples aplicação serão considerados formas normais de tratamento de esgoto (JORDÃO; PESSOA, 2016).

Os processos biológicos são aqueles que dependem da ação de microrganismos presentes nos esgotos e procuram reproduzir, em dispositivos projetados, os fenômenos biológicos observados na natureza, condicionando-os às áreas e tempo disponíveis e desejados. Os fenômenos inerentes à alimentação são predominantes na transformação dos componentes complexos e compostos simples, tais como: sais minerais e gás carbônico. Os processos biológicos comumente empregados são os de: (i) oxidação biológica aeróbia (lodos ativos, filtros biológicos aeróbios, valos de oxidação e lagoas de estabilização) e anaeróbias (reatores anaeróbios de fluxo ascendente, manta de lodo, lagoas anaeróbias, tanques sépticos); e (ii) digestão de lodo: aeróbia e anaeróbia, fossas sépticas (JORDÃO; PESSOA, 2016).

De forma a adequar as características finais do efluente à qualidade desejada, o tratamento pode ser classificado através dos seguintes níveis ou fases: tratamento preliminar, primário, secundário e terciário (avançado) (NUNES, 2001; VON SPERLIN, 2005).

Para Matos (2010) o tratamento preliminar de esgotos tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros, consistindo em uma preparação dos esgotos pra o tratamento posterior, no intuito de evitar obstruções e danificações em equipamentos eletromecânicos. Este processo é constituído pelo: (i) gradeamento: age na

remoção de sólidos grosseiros como plásticos e papelões e (ii) desarenação: remoção de sólidos com características de sedimentação semelhantes à da areia.

O tratamento secundário é constituído por processos biológicos, realizado por reações bioquímicas, atuando na remoção dos sólidos, matéria orgânica dissolvida e em suspensão e nutrientes como nitrogênio e fósforo. Bactérias, protozoários e fungos são exemplos de microrganismos que fazem parte desta etapa, que se dá por meio do contato entre esses seres e a matéria orgânica presente no esgoto que serve de alimento aos microrganismos, tendo como resultado a transformação da matéria orgânica em gás carbônico, água e material celular, responsável pelo crescimento e reprodução dos microrganismos na presença de oxigênio, já na produção anaeróbia tem-se a formação do gás metano (BAIRD, 2002; VON SPERLING, 2005).

O tratamento terciário destina-se à remoção de poluentes que não foram suficientemente removidos no processo secundário, por isto é considerado um tratamento adicional. Abrange os processos de remoção de microrganismos patogênicos e de nutrientes e também tratamentos avançados (filtração final, absorção por carvão, membranas) (TOSETTO, 2005 apud TCHOBANOGLOUS, 1991; JORDÃO; PESSOA, 2016).

As legislações ambientais nacionais e regionais foram implementadas no Brasil no intuito de estabelecer valores de referência que normalizem a emissão de efluentes em corpos hídricos, buscando o controle do lançamento de poluentes no meio ambiente. No âmbito nacional o órgão que regulamenta o lançamento de efluentes é o CONAMA por meio da Resolução 357/2005, complementada e alterada pela Resolução 430/2011. No âmbito estadual, atuando com metas de lançamentos progressivas e mais restritivas o IAP regulamenta este quesito, por meio da Resolução 021/09 – SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente). O Tabela 1 apresenta os valores máximos aceitáveis quanto à emissão de efluentes em corpos receptores conforme critérios dos órgãos nacional e paranaense. Ressalta-se que estão listados apenas os parâmetros que serão crivo de análise deste trabalho.

Tabela 1 – Valores limites de parâmetros específicos para lançamento de efluente em corpos hídricos

PARÂMETROS	CONAMA 430/2011 (Nacional)	SEMA 021/09 (Estadual)
Demanda Química de Oxigênio	Não Especificado	225mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	120 mg/L ou ≥ 60 %	90 mg/L

Fonte: Adaptado da Resolução n° 430/2011 do CONAMA e Resolução n° 21/09 da SEMA.

O município objeto de estudo deste trabalhado localiza-se no norte do estado do Paraná, possui cerca de 3000 habitantes e o índice de desenvolvimento humano (IDH), conforme classificação do IBGE, é alto (IBGE, 2010).

A responsabilidade pelo tratamento da água e esgoto é do município, havendo uma Autarquia responsável pelo serviço. O sistema de tratamento de esgoto é composto por duas lagoas anaeróbias e uma lagoa facultativa, dispostas em série. Os pontos de coleta das amostras de efluente bruto e tratado que deram origem aos relatórios utilizados neste trabalho, conforme informado pelo responsável, foram na entrada e saída da ETE.

O corpo hídrico que recebe o efluente após o tratamento é classe 2, conforme critério estabelecido pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Para avaliação da eficiência da do tratamento de esgoto foram analisados os laudos disponibilizados pelo órgão municipal responsável pelos serviços, contendo valores dos parâmetros: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5). Ressalta-se que os valores foram obtidos a partir da análise de amostras de efluente bruto e tratado, na entrada e saída da ETE respectivamente, com periodicidade mensal. Ainda, conforme informado pela Autarquia Municipal, as análises foram executas por um provedor externo, que segue as práticas indicadas no "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". Quanto à temporalidade dos laudos disponibilizados para tabulação de dados deste trabalhado, são referentes ao período de janeiro a junho do ano de 2022.

Os resultados apresentados pelos laudos de ensaios laboratoriais foram submetidos ao cálculo de eficiência de remoção, por meio a Equação 1 proposta por Colares e Sandri (2013), onde foi calculado a eficiência para cada mês e posteriormente feito a média desses resultados.

$$E = \frac{Ce - Cs}{Ce} \times 100 \qquad \text{equação (1)}$$

Onde:
E = eficiência de remoção (%);
C_e = concentração na entrada;
C_s = concentração na saída;

Tabela 2 – Resultados Obtidos nas análises

PARÂMETROS	JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
Demanda Química de Oxigênio	1017	238	859	179	903	213
Demanda Bioquímica de Oxigênio	551	67,6	523	56,3	494	45,1
PARÂMETROS	**ABRIL**		**MAIO**		**JUNHO**	
	ENTRADA	**SAÍDA**	**ENTRADA**	**SAÍDA**	**ENTRADA**	**SAÍDA**
Demanda Química de Oxigênio	1416	242	802	336	1155	212
Demanda Bioquímica de Oxigênio	593	90,1	537	50,6	362	96

Fonte: Autor.

Tabela 3 – Eficiência de remoção

PARÂMETROS	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
	Eficiência %	Eficiência %	Eficiência %	Eficiência %	Eficiência %	Eficiência %
Demanda Química de Oxigênio	77	79	76	84	81,67	81,65
Demanda Bioquímica de Oxigênio	88	89	90	82	90,56	73,48

Fonte: Autor.

CONCLUSÃO

O sistema de tratamento de efluente sanitário do município que foi crivo de análise deste trabalho, composto por duas lagoas anaeróbias seguidas de uma lagoa facultativa, apresentou redução considerável para os parâmetros DBO e DQO, indicando sempre eficiências superiores a 70%.

Porém mesmo com essa alta eficiência o efluente apresentou resultados superiores aos estipulados pela legislação estadual. Os resultados de DQO foram superiores nos meses de janeiro, abril e maio. Já para a DBO os resultados foram superiores nos meses de abril e junho.

Se os resultados fossem comparados apenas com a legislação federal todos os meses os resultados estariam de acordo, já que a legislação federal não prevê um valore máximo permitido para DQO e o valor máximo permitido para DBO é 120 mg/L ou uma remoção maior ou igual a 60%.

Deste modo, avalia-se necessário um estudo aprofundado acerca da implantação de novas etapas de tratamento no intuito de aumentar a eficiência do sistema afim de cumprir-se a legislação estadual e preservar os corpos hídricos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. BARROS, R. T. V.; CASTRO, A. A.; CHERNICHARO, C. A. L.; VON SPERLING, E.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios: saneamento.* 1 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1995.

2. BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico;* altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União 2007; 11 jan.

3. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - SNSA. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento:* Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017. Brasília: SNSA/MCIDADES.

4. BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas Nacional do Brasil Milton Santos. 2010. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=247603. Acesso em 15 de maio de 2022.

5. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 7ª ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2014.

6. JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 8ª ed. Rio de Janeiro: ABRES, 2016.

7. MATOS, J. C. *Tratamento de Esgoto Sanitário*. Manaus, 2010.

8. MOTA, S. *Urbanização e meio ambiente*. 4ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

9. NASCIMENTO, N. O; HELLER, L. *Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento.* Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro (RJ), 2005.

10. NAVAL, L. P; COUTO, T. C. *Remoção de nitrogênio amoniacal em sistemas anaeróbios.* In: AIDIS Asociacíon Interamericana de Ingenieria Sanitaria y Ciencias Del Ambiente. 2005, Assunción. Avanzando hacia lós objetivos del milênio em el marco de la ingenieri sanitária ambiental. Congreso Regional. Disponivel em < http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/paraguay5/IIAS01.pdf>. Acesso em 30 jun. 2022

11. PHILIPPI JR, A. *Saneamento, saúde e ambiente*. 2. ed. São Paulo: Manole Ltda, 2005.

12. SCHLUSAZ, M. *Avaliação da Eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes* (ETE – Ronda, Ponta Grossa – PR) Através da Análise de Parâmetros Físico-Químicos. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

13. TOSETTO, M. S. *Tratamento Terciário de Esgoto Sanitário Para Fins de Reúso Urbano*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

14. TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. de M. C. *A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025*. Brasília: Agência Nacional da Água, 2000.

15. TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. *Inundações Urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

16. VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996.