

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO ESGOTO DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA COM PROPOSTA DE TRATAMENTO BIOLÓGICO PARA REUSO NA PRÓPRIA INSTITUIÇÃO

Matheus Urtiga Sousa

Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
matheusurtiga@gmail.com

RESUMO: Nos últimos anos, a preocupação com as questões ambientais vem sendo bastante discutidas, onde merece destaque, o descarte indevido do esgoto doméstico no meio ambiente, portanto o presente estudo objetivou realizar a caracterização físico-química e microbiológica do esgoto descartado em uma caixa de PVC de 1000 litros, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, campus de Campina Grande – PB. Para tanto foram desenvolvidas análises físico-químicas, tais como pH, Fósforo Total, DBO, DQO, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Amoniacal, Orto-Fosfatos e Alcalinidade, bem como análise microbiológica (coliformes). Observou-se que o efluente na unidade em questão não recebe tratamento para seu descarte, sendo identificadas características físico-químicas e microbiológicas de esgoto *in natura*. Faz-se necessário desta forma, investimentos em análises periódicas para assim realizar um tratamento adequado ao efluente visando reduzir os riscos ambientais e de saúde pública. Após os resultados das análises, foi proposto, além do tratamento preliminar, um tratamento biológico para o efluente, do tipo, lagoa facultativa primária seguida de duas lagoas de maturação, onde a eficiência do tratamento nos parâmetros analisados se enquadra aos padrões estabelecidos pelo CONAMA 430/2011, na qual o efluente pós - tratado poderia ser reutilizado para fins menos nobres, destinando a água potável para atividades que requerem uma qualidade melhor.

Palavras-chaves: Esgoto bruto, Análise físico-química, Coliformes, Tratamento biológico, Reuso.

1. INTRODUÇÃO:

Em anos recentes, a preocupação com as questões ambientais vem sendo bem difundidas, uma vez que o desequilíbrio gerado de uma forma global encaminha-se ao surgimento de grandes impactos ambientais negativos para sociedade. Grande parte dessa problemática é resultante do descarte indevido de esgoto doméstico no meio ambiente (PALMEIRA, 2014).

Esgotos são definidos como águas que, após consumo humano (uso doméstico, comercial ou industrial) apresentam alterações nas suas condições naturais. Sendo compostas de 99,9 % de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos dissolvidos e suspensos, bem como, os microrganismos (SPERLING, 2002).

O esgotamento sanitário se constitui como único meio seguro para evitar as doenças transmitidas pelas excretas humanas. Sua implantação é tão importante quanto o abastecimento de água. A experiência mostra que comunidades onde foi implantando o abastecimento de água e não foram coletados os esgotos, as condições sanitárias foram agravadas, pelo fato dos dejetos correrem a céu aberto.

É válido ressaltar a relevância de se tratar os esgotos, haja vista a grande proliferação de

vetores parasitários e infecciosos, bem como, a degradação de corpos de água, tornando-as com qualidade inferior ao natural. As substâncias presentes nos esgotos desempenham função de certa forma deletéria aos corpos de água, tais como: Diminuição do Oxigênio dissolvido, aumento da turbidez da água, emissão de odores, entre outros.

Os lançamentos de esgotos de origem urbana em cursos de água são um dos principais fatores pela degradação da qualidade do ambiente aquático, bem como pelo surgimento de efeitos tóxicos à comunidade do referido ambiente. A legislação brasileira não permite que o efluente lançado não cause ou possua potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos, sendo requerido testes de toxicidade periodicamente com espécies representativas de pelo menos de dois níveis tróficos (AQUINO, 2013).

O saneamento é um conjunto de medidas que visam promover, proteger e preservar a saúde. São medidas de saneamento, os sistemas de abastecimento de água, sistema de esgotamento sanitário, coleta de lixo, controle da poluição ambiental, controle de vetores biológicos (ratos, moscas, baratas), controle microbiológico de alimentos.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar o esgoto sanitário oriundo do Centro de Ciências e Tecnologia da UEPB, através de parâmetros físico-químicos e biológicos, comparando os resultados com a literatura bibliográfica e com a resolução CONAMA 430.

2. METODOLOGIA

O sistema experimental para recepção do esgoto sanitário é constituído de um PVC com volume de 1000 litros (Figura 1), onde está sendo lançado o esgoto advindo do Bloco C do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Figura 1 – Sistema experimental para recepção do esgoto sanitário.



As coletas foram iniciadas no dia 04 de setembro de 2014 pela manhã, utilizando-se recipiente de vidro de cor âmbar de 1 litro, previamente esterilizado, para que não ocorressem interferências externas nos futuros resultados. Em seguida, levou-se a amostra de esgoto coletada, para o laboratório de Saneamento Ambiental, localizado no mesmo bloco, para assim realizar a análise do pH do esgoto descartado.

As demais análises físico-químicas foram desenvolvidas na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgoto Sanitário (EXTRABES), tais como: Nitrito, Nitrato, DQO, Alcalinidade, Nitrogênio Amoniacal, Fósforo Total, Orto-Fosfato. No período de setembro a outubro de 2014, foram realizadas três análises de cada parâmetro (triplicata). A amostra era coletada no período da manhã e à tarde, para o procedimento das análises que eram realizadas no mesmo dia, ou seja, toda quinta-feira, porém os outros dias da semana eram destinados para preparo dos materiais e reagentes.

A análise de DBO foi feita no laboratório de Controle de Qualidade do CTCC/SENAI. Foi coletada a amostra pela manhã em recipiente âmbar (recipientes de 1 litro cada), para a análise que teve a duração de cinco dias.

A análise microbiológica foi realizada parte no laboratório de Saneamento Ambiental da UEPB, e parte na EXTRABES. O recipiente da amostra era previamente esterilizado, juntos com os tubos de ensaio para o procedimento da análise, a fim de eliminar os microrganismos ali que possam a vir existir. A coleta da amostra era sempre feita pela manhã e a análise realizada logo em seguida, para que os meios externos não pudessem a vir causar interferências no resultado final.

As análises foram realizadas obedecendo aos cuidados e técnicas apropriadas de acordo com o Manual de Análises Físico-químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias (2001), bem como no Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais voltados para análises de água, esgoto sanitário e industrial (2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises Físico-Químicas:

- pH

Parâmetro utilizado em larga escala, a fim de aferir o grau de acidez ou basicidade do efluente em questão, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio, cujos valores variam de uma escala de 0 a 14. A variação de Ph estar diretamente atrelado ao grau de decomposição da matéria orgânica.

A análise de pH (triplicata), a média foi de 7,22, o que se encontra dentro da faixa (6,7-7,5) estabelecida por Von Sperling (2005), e dentro da faixa estabelecida (6,5-7,5) por Athayde Júnior (2000), apresentando caráter levemente alcalino, o que se encontra em consonância aos padrões estabelecidos pela resolução vigente, a saber: CONAMA 430/2011, onde relata que para lançamentos de efluentes em corpos de água, deve estar entre 5 e 9.

- Nitrogênio Amoniacal

Forma reduzida do nitrogênio, esse parâmetro é bastante relevante, pois indica se o efluente sanitário é recente ou não, ou seja, quanto maior a predominância de nitrogênio amoniacal, mais recente é o esgoto.

A concentração média de nitrogênio amoniacal do efluente da unidade em questão foi de 33,206 mg.L⁻¹, estando dentro da faixa prevista para esgoto bruto (12-50 mg.L⁻¹), de acordo com Metcalf e Eddy (1991), Von Sperling (2005) (20-35 mg. L⁻¹) e Jordão e Pessoa (2011) que compreende entre (10-50 mg.L⁻¹). Pode-se concluir que quanto ao lançamento em corpos hídricos, o efluente em questão, deverá passar por um tratamento, a fim de atingir uma concentração final abaixo ou igual a 20,0 mg.L⁻¹, para atender aos parâmetros exigidos pela resolução (CONAMA 430/11).

- Nitrato

Forma oxidada do nitrogênio, demonstrando que esse parâmetro é importante, pois indica se o efluente sanitário é recente ou mais antigo, ou seja, quanto maior a predominância de nitrato, mais antigo é o esgoto.

A concentração média de nitrato no efluente é de 0,379 mg.L⁻¹, o que encontra-se dentro da faixa para esgoto doméstico que é de 0,10 – 0,40 mg/L, segundo (Jordão e Pessoa, 2005), e Von Sperling (2005) que estabelece uma faixa de 0 a 1 mg.L⁻¹, o que a torna desprezível, quando comparada a outras formas de nitrogênio presentes no esgoto bruto (Nitrogênio Orgânico e Nitrogênio Amoniacal).

Atualmente não existe parâmetro mínimo de concentração de nitrito para lançamento em corpos hídricos, segundo a Resolução CONAMA 430 (2011).

- Nitrito

Forma oxidada do nitrogênio, demonstrando que esse parâmetro é importante, pois indica de certa forma a “idade” do efluente sanitário, ou seja, quanto maior a predominância de nitrito, mais antigo é o esgoto. De modo geral, em esgotos recentes, a concentração de nitrito é praticamente ausente.

A concentração média de nitrito do efluente é de $0,023 \text{ mg.L}^{-1}$, o que encontra-se dentro da faixa para esgoto doméstico que é de $0,0 - 0,10 \text{ mg/L}$, segundo (Jordão e Pessoa, 2005), e Von Sperling (2005) que estabelece aproximadamente zero ou ausência, o que a torna desprezível, quando comparada a outras formas de nitrogênio presentes no esgoto bruto.

Atualmente não existe parâmetro de concentração mínima de nitrito em efluentes para lançamento em corpos hídricos, segundo a Resolução CONAMA 430 (2011). Porém sabe-se que em concentrações altas (bem acima de 1 mg.L^{-1}) é bastante tóxico. (AYRES e WESTCOT, 1985).

- Alcalinidade

É a capacidade do efluente em neutralizar ácidos, ou seja, é a capacidade de tamponamento. De modo geral, as substâncias mais comuns, causadoras de alcalinidade são os carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos (GARCEZ, 2004). É um importante parâmetro na caracterização do esgoto, haja vista, que o mesmo influenciará diretamente na eficiência do tratamento a ser adotado.

A concentração média da alcalinidade no efluente é de $342,45 \text{ mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$, estando na faixa estabelecido prevista para esgoto bruto ($235,2-399,75 \text{ mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$), de acordo com Palmeiras (2014) e dentro da faixa ($>300 \text{ mg de CaCO}_3.\text{L}^{-1}$) para esgotos da cidade de Campina Grande (http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/ES02_11.html). Segunda a resolução CONAMA 430 (2011), não existe uma concentração mínima de alcalinidade para parâmetros de lançamentos de efluentes em corpos hídricos.

- Fósforo Total

O fósforo pode ser encontrado em esgotos sob forma de polifosfatos, orto-fosfatos e fósforo orgânico, sendo originado de água de abastecimento, excretas, bem como dos detergentes sintéticos

A concentração média de fósforo total no efluente foi de $7,26 \text{ mg.L}^{-1}$, valor este dentro das faixas de referência apresentadas por Von Sperling (2005) e Jordão e Pessoa (2011), que são $3 \text{ a } 9 \text{ mg.L}^{-1}$ e de $3 \text{ a } 13 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

Segunda a resolução CONAMA 430 (2011), não existe uma concentração mínima de fósforo total para parâmetros de lançamentos de efluentes em corpos hídricos. Vale salientar que se o fósforo for descarregado, continuamente, sem o devido tratamento biológico, poderá ocorrer um processo, conhecido por eutrofização.

- Orto-Fosfato

É originada em sua maior parte da diluição de detergentes sintéticos e favorecido pelas condições de Ph em torno da neutralidade. Sabe-se que sua predominância tende a acentuar-se a medida que o esgoto vai envelhecendo, uma vez que os polifosfatos e os fósforos orgânicos transformam-se lentamente em ortofosfatos. A concentração média de orto-fosfato no efluente é de $3,75 \text{ mg.L}^{-1}$, o que está dentro da faixa estabelecida para esgoto bruto ($2,0$ a $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$), de acordo com Araújo (1993) e ($3,0$ a $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$) de acordo com Gonçalves e Souza (1997).

Sabe-se que não existe parâmetro para concentração mínima de orto-fosfato em efluentes para lançamento em corpos hídricos, segundo a Resolução CONAMA 430 (2011). Porém vale-se ressaltar que se o fósforo for lançando de modo contínuo em corpos de água certamente ocorrerá o fenômeno da eutrofização.

- Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Expressa-se pelo quantitativo de matéria orgânica passível de estabilização por parte dos microorganismos, sendo diretamente influenciada pelo tempo de detenção hidráulica, incidência de luz, ventos, entre outros fatores.

A concentração média da Demanda Química de Oxigênio no efluente em estudo é de $558,57 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$, o que está dentro da faixa estabelecida para esgoto bruto ($400 - 1500 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$), de acordo com SILVA e MARA (1979) e ($250-1000 \text{ mg de O}_2\text{/L}$) de acordo com Gonçalves e Souza (1997).

Sabe-se que não existe parâmetro para concentração mínima de DQO em efluentes para lançamento em corpos hídricos, segundo a Resolução CONAMA 430 (2011).

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

É a quantidade de oxigênio requerida pelos microorganismos para degradarem a matéria orgânica, parâmetro de grande relevância, haja vista que indica o grau de poluição que o efluente apresenta.

A concentração média da Demanda Bioquímica de Oxigênio foi de $306,06 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$, o que está dentro da faixa para esgoto bruto ($200 - 750 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$), segundo (SILVA e MARA, 1979), da faixa prevista por Von Sperling (1996) que é cerca de $300 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$ e também estar de acordo com a faixa estabelecida ($110-400 \text{ mg de O}_2\text{/L}$) por Gonçalves e Souza (1997). Sabe-se que quanto ao lançamento em corpos hídricos, o efluente em questão deverá apresentar-se abaixo do limite máximo de concentração ($120,0 \text{ mg de O}_2\text{.L}^{-1}$), ou remoção mínima de 60% em sistemas de tratamento (CONAMA 430/11).

Análise Microbiológica

- Coliformes Termotolerantes

Há vários organismos cuja as presenças em mananciais hídricos indicam de poluição, eventualmente adota-se as bactérias do grupo Coliformes como indicadores de poluição. As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos em geral) e, justamente por estarem no excremento humano e de fácil determinação, são adotadas como referência no grau de poluição do efluente.

A concentração média de coliformes termotolerantes foi de $2,76 \times 10^6$ UFC/100 mL, o que está dentro da faixa estabelecida para esgoto bruto ($10^6 - 10^9$ UFC/100 mL), segundo Bastos (2003). Na Tabela 1 estão descritas as diretrizes estabelecidas pela WHO (2006) em relação a concentração de coliformes em esgotos e o tipo de atividade que pode ser empregada.

Tabela 1 – Diretrizes estabelecidas pela WHO (2006).

DIRETRIZES			QUALIDADE E FLUENTE
Categoria Irrigação	Opção ¹	Tratamento de esgotos e remoção de patógenos (\log_{10})	E. Coli 100mL ⁻¹
Irrestrita	A	4	$\leq 10^3$
	B	4	$\leq 10^4$
	C	2	$\leq 10^5$
	D	4	$\leq 10^6$
	E	6 ou 7	$\leq 10^1$ ou 10^0
Restrita	F	4	$\leq 10^4$
	G	3	$\leq 10^5$
	H	<1	$\leq 10^6$

Fonte: WHO (2006).

Sabe-se que quanto ao lançamento do efluente em corpos hídricos ou reutilização deste em uma determinada atividade, o efluente em questão deverá passar por um tratamento, para atender as diretrizes propostas da WHO (2006), onde relata que para agricultura restrita, o valor para coliformes é de 1×10^4 UFC/100 mL e para agricultura irrestrita, o valor deve ser de no máximo 1×10^3 UFC/100 mL.

¹(A): Cultivo de raízes e tubérculos; (B): Cultivo de folhosas; (C): Irrigação localizada de plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo; (D): Irrigação das plantas que se desenvolvem distantes do nível do solo; (E): qualidade de efluentes alcançável com o emprego de técnicas de tratamento tais como tratamento secundário + coagulação + filtração + desinfecção; (F): Agricultura de baixo Nível tecnológico e mão de obra intensa; (G): Agricultura de alto nível tecnológico e, altamente mecanizada; (H): técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patogênico (por exemplo: Tanque séptico ou reator UASB) associada ao emprego de técnicas de irrigação.

- Caracterização do Efluente Sanitário

A Tabela 2 apresenta um resumo dos valores médios encontrados nas análises realizadas e os valores de referência do CONAMA 430/11.

Tabela 2 – Média dos parâmetros analisados.

Parâmetros Analisados	Valores médios encontrados	Valores de referência do CONAMA 430/11
pH	7,22	Entre 5 e 9
Alcalinidade	342,45 mg CaCO ₃ /L	-
DBO	306,06 mg de O ₂ /L	120 mg de O ₂ /L
DQO	558,57 mg de O ₂ /L	-
Nitrito	0,023 mg/L	-
Nitrogênio Amoniacal	33,206 mg/L	20 mg/L
Fósforo Total	7,26 mg/L	-
Ortofosfato Solúvel	3,75 mg/L	-
Coliformes Termotolerantes	2,76 x 10 ⁶ UFC/100 mL	10 ⁴ ou 10 ³ UFC/100 mL

4. CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, o efluente sanitário proveniente do bloco C do Centro de Ciências e Tecnologia da UEPB, após análises físico-químicas e microbiológica, se assemelha as mesmas características de esgoto bruto previstos na literatura, o que impossibilita o lançamento de forma direta em corpos hídricos ou ser reutilizado em uma determinada atividade, sem um tratamento prévio. Porém sabe-se que o efluente em questão apresenta-se um grande potencial de biodegradabilidade, o que permite que o efluente possa ser tratado por processos biológicos, do tipo Lagoas de Estabilização.

5. REFERÊNCIAS

AQUINO, D. S. Avaliação Eco Toxicológica de Esgotos de redes coletoras de um campus e da área urbana da cidade de Viçosa – MG e sua influência na qualidade dos corpos receptores.

Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, MG, 46 p., 2013.

ARAÚJO, A. L. S. **Comportamento de Fósforo em Sistemas de Lagoas de Estabilização, em escala piloto, sob diferentes configurações, tratando o esgoto doméstico.** Campina Grande, 1993. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campus 2, 1993.

ATHAYDE JÚNIOR, G. B. **Estudo de Espécies de fósforo e nitrogênio em lagoas de estabilização.** Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campina Grande - PB. Artigo. Porto Alegre - RS: ABES, p. 1 – 8, 2000

AYRES, R. S., WESTCOD, D. **Water Quality for Agriculture.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Irrigation and Drainage Paper Number 29. 1985.

BASTOS, R. K. X., MARQUES, M. O. **Utilização de esgoto tratado em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Uma análise Crítica.** Rio de Janeiro – ABES, Rima, 267p. 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução n. 430 de 11 de Maio de 2011.** Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de Março de 2005. Brasília, DF, 2011.

GARCEZ, L. N. **Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais Voltados para análises de águas, esgoto sanitário e industrial.** São Paulo: Escola Politécnica de Universidade de São Paulo, 105p., 2004.

GONÇALVES, F. B.; SOUZA, A. P. **Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários: História e Prática.** Rio de Janeiro: ABES, 1ª edição. 1997.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, A.C. **Tratamento de Esgotos Domésticos, Concepções Clássicas de Tratamento de Esgotos.** 2ª edição. CETESB, São Paulo, 2005, 544p.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 6ª edição. Rio de Janeiro. 1050p. ABES, 2011.

MANUAL DE SANEAMENTO – FUNASA: **Engenharia de Saúde Pública – Orientações Técnicas.** 3ª Ed. Brasília-DF: Ministério da Saúde – Fundação Nacional da Saúde, 2004. 407p.

METCALF e EDDY. **Wastewater Engineering – Treatment, Disposal, Reuse.** 3rd Edition. McGraw-Hill. 1991.

PALMEIRA, G. F. **Tratamento Conjugado de Esgoto Doméstico e Lixiviado de Aterro Sanitário em Lagoas de Estabilização.** TCC (Graduação) – Curso de Química Industrial, Química, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 44p., 2014.

SILVA, S. A. **Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias.** Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 266 p., 2001.

SILVA, S. A.; MARA, D. D. **Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** Belo Horizonte, UFMG. 2ª edição. 196p. 1979.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 3ª Ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução á qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2ª edição. Belo Horizonte, MG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** 4ªed. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

VON SPERLING, M. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos - Princípios do tratamento biológico de Águas Residuárias.** Belo Horizonte, UFMG. V.2.1996.

WHO. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater.** V.3. Wastewater and excreta use in aquaculture. Geneva: World Health Organization, 2006.

