

## II-366 - AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM 11(ONZE) ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO, NO MUNICÍPIO DE PETROLINA-PE, BRASIL

### **Thaimara de Araujo Souza(1)**

Estudante de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF.

Estagiária da Companhia Pernambucana de Saneamento- COMPESA

### **Marcella Vianna Cabral Paiva (2)**

Bióloga/Cientista Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Mestre Engenharia Civil- Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Funcionária da Companhia Pernambucana de Saneamento- COMPESA

### **Silvia Mariana da Silva Barbosa(3)**

Bióloga/Cientista Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Mestre Engenharia Civil- Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Doutoranda em Engenharia Civil- Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos

### **Enedina Louise Souza(4)**

Engenheira Agrícola/ Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF.

### **Bárbara Ribeiro(5)**

Estudante de Engenharia Agrícola/Ambiental pela Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF.

**Endereço** <sup>(1)</sup> Antônio C. Magalhães, 510 - Country Club, Juazeiro - BA, CEP 48902-300-Brasil. Tel(74) 9 9144-8613 email: thaimara.camatto@hotmail.com

**Endereço** <sup>(2)</sup>: Avenida Presidente Tancredo Neves, s/n - Centro - Petrolina - PE- CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (81) 9 9922-233 - e-mail: [marcellavcpaiva@yahoo.com.br](mailto:marcellavcpaiva@yahoo.com.br)

**Endereço** <sup>(3)</sup> : Avenida. Professor. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-901-Brasil- Tel.(81) 9 9558-6769 email: [barbosasms@gmail.com](mailto:barbosasms@gmail.com)

**Endereço** <sup>(4)</sup> Antônio C. Magalhães, 510 - Country Club, Juazeiro - BA, CEP 48902-300-Brasil. Tel(74) 9 8863-9389 email:louise\_souza1@hotmail.com

**Endereço** <sup>(5)</sup> Av. Antônio C. Magalhães, 510 - Country Club, Juazeiro - BA, CEP 48902-300. email: [babyfj17@hotmail.com](mailto:babyfj17@hotmail.com)

## **RESUMO**

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados de remoção de coliformes termotolerantes a partir de coletas e análises laboratoriais em 11(onze) Estação de Tratamento de Esgoto –ETE, com diferentes configurações e tecnologias de tratamento, localizada no município de Petrolina, Pernambuco, Brasil.

A pesquisa foi realizada nos meses de agosto a novembro de 2016, com a realização de coletas do esgoto bruto e tratado nas ETE's. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de esgoto da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), onde ocorreu à execução da análise de coliformes termotolerantes e a partir dos resultados foi possível avaliar a eficiência de remoção dessa bactéria que é indicadora da contaminação fecal de águas e efluentes.

As ETE's apresentaram resultados satisfatórios de remoção de coliformes termotolerantes, apresentando as seguintes eficiências médias: ETE João de Deus (89,6%), ETE COHAB VI(92,3%), ETE Ouro Preto (99,0%) ETE COHAB IV (90,5%), ETE Loteamento Recife (99,4%), ETE Manoel dos Arroz, ETE Vila Marcela (89,51%), ETE Jardim Petrópolis (95,6%), ETE Centro (99,6%), ETE Antônio Cassimiro (99,4%) e ETE Dom Avelar (98,3%). Apesar, da alta eficiência na maioria das ETE's, é necessário a avaliação da concentração de coliformes no esgoto tratado, como também avaliação do corpo receptor após o descarte do esgoto tratado para garantir que não haja efeitos adversos ao meio ambiente, nem a saúde pública

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de Esgoto Doméstico, Remoção de Coliforms Termotolerantes, Eficiência de Tratamento.

## INTRODUÇÃO

Os constituintes do esgoto podem ser caracterizados em termos de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, como por exemplo, temperatura, pH, sólidos, orgânicos biodegradáveis, metais pesados, microorganismos, entre outros. As características biológicas do esgoto tratado são de importância fundamental no controle de doenças causadas por organismos patogênicos de origem humana. Os principais microorganismos encontrados em esgoto bruto incluem bactérias, fungos, protozoários, helmintos, algas, entre outros. (METCALF & EDDY, 2015).

Muitas espécies de bactérias que habitam o trato intestinal humano são inofensivas e rotineiramente eliminadas nas fezes, contudo alguns desses microorganismos que são excretados por humanos infectados ou por outros animais infectados por doenças. As bactérias de origem humana causam tipicamente doenças do trato gastrointestinal, como febre tifóide e paratífóide, disenteria, diarreia e cólera. As principais bactérias encontradas no esgoto doméstico são as dos gêneros *Salmonella*, *Vibrio*, *Mycobacterium*, *Clostridium*, *Leptospira*, *Escherichia*, *Pseudomonas* (METCALF & EDDY, 2015). Para indicar poluição fecal em um corpo d'água, e para medir a extensão dessa contaminação, analisa-se a presença de bactérias de origem fecal no mesmo. Os organismos mais utilizados como indicadores são as bactérias do grupo coliforme, que se dividem em totais e termotolerantes.

Segundo JORDÃO (1975), para se indicar a poluição de origem humana e mensurar a grandeza desta contribuição, adota-se as bactérias do grupo “coliforme termotolerante” (CT) como seu indicador. Esses tipos de bactérias que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$  em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal e são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos em geral), e justamente por estarem sempre presentes em grande número no excremento humano, da ordem de 100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia, são de simples detecção. Este grupo de bactérias é usualmente adotado como referência para indicar e medir a grandeza da poluição de origem humana.

A razão da escolha do grupo de bactérias coliformes como indicador de contaminação da água deve-se aos seguintes fatores: estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos; sua presença na água possui uma relação direta com o grau de contaminação fecal; são facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, em qualquer tipo de água; possuem maior tempo de vida na água que as bactérias patogênicas intestinais, por serem menos exigentes em termos nutricionais, além de ser incapazes de se multiplicarem no ambiente aquático e são mais resistentes à ação dos agentes desinfetantes. Os métodos mais utilizados para avaliação da densidade bacteriana nas amostras de esgoto tratado são realizados principalmente através das análises de tubos múltiplos e da membrana filtrante (FUNASA, 2013).

Nos últimos anos, em decorrência de maiores exigências legais e de maior fiscalização dos órgãos ambientais, as estações de tratamento de esgoto começaram a investir em sistema de desinfecção para que o efluente tratado tenha características adequadas para lançamento nos corpos receptores. Os processos de desinfecção são utilizados para se atingir um nível de destruição ou inativação de organismos patogênicos para minimizar o risco de surtos de infecção. Contudo, lagoas de maturação e de polimento, muitas vezes apresentam elevada eficiência de remoção de organismos patogênicos, pois esse tipo de lagoa possui baixa profundidade da lagoa, com intuito de elevar a penetração da energia luminosa na massa líquida, resultando em elevada eficiência da fotossíntese, maior concentração de oxigênio dissolvido e maior valor de pH. Esses fatores promovem a mortalidade dos organismos patogênicos (CAVALCANTI, 2001).

## MATERIAIS E MÉTODOS

As 11 (onze) Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) possuem diferentes configurações e operam com diferentes vazões médias de acordo com o detalhamento apresentado na Tabela 1.

As coletas foram realizadas na entrada e saída da estação de tratamento, ou seja, o esgoto bruto e tratado, nos meses de agosto a novembro de 2016. Para amostragem foram utilizados recipiente plásticos de 125 mL que foram autoclavados. Após a coleta as amostras foram encaminhadas ao laboratório de esgoto da Companhia

Pernambucana de Saneamento (COMPESA), onde foi realizada a análise de coliformes termotolerantes a partir da técnica de membrana filtrante, conforme metodologia estabelecida por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Apesar da Resolução CONAMA nº 430/2011, que é legislação ambiental a nível nacional que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes não estabelecer limite de concentração de coliformes termotolerantes no efluente tratado, a avaliação das características biológicas do esgoto na saída de ETE's é de fundamental importância no controle de doenças causadas por organismos patogênicos de origem humana, dentre os quais as bactérias do grupo coliformes, que são rotineiramente eliminadas nas fezes. As bactérias do grupo coliforme são utilizadas como bioindicadoras da poluição fecal em corpos d'água, e para medir a extensão dessa contaminação.

As bactérias do grupo coliforme se dividem em totais e termotolerantes. Segundo JORDÃO (1975), as bactérias do grupo "coliforme termotolerante" (CT) fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$  em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal e são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente (mamíferos em geral).

A técnica para análise das bactérias coliformes termotolerantes baseia-se na preposição de que indivíduos com diâmetro superior a porosidade da membrana filtrante estéril irão ficar retidas na superfície dela e assim serão identificadas e enumeradas. A membrana após a filtração é colocada numa placa de Petri, contendo o meio de cultura seletivo e diferencial, e incubada por tempo e temperatura adequada para que as bactérias presentes se desenvolvam, formando colônias na superfície do meio (FUNASA, 2013). A partir da contagem dessas colônias, calcula-se a densidade de coliformes presentes na amostra. O cálculo da densidade das mesmas em 100 mL da amostra filtrada, através da aplicação da seguinte fórmula geral.

$$UFC / 100ml = \frac{n}{v * f} * 10^2$$

Onde, n é o número de colônias contadas, v é o volume de amostra inoculado na placa e f é o fator de diluição da amostra.

**Tabela 1: Configurações e vazões médias das 11(once) ETE's localizadas no Município de Petrolina, PE, Brasil.**

Estação de Tratamento de Esgoto	Configuração	Vazão (L/s)
João de Deus	<b>01 Lagoa Facultativa + 02 Lagoas de Maturação</b>	<b>35 L/s</b>
COHAB VI	<b>02 Reatores UASB + 03 Lagoas de Polimento</b>	<b>25L/s</b>
Ouro Preto	<b>01 Lagoa Facultativa + 02 Lagoas de Maturação</b>	<b>12 L/s</b>
COHAB IV	<b>01 Lagoa Facultativa</b>	<b>79 L/s</b>
Loteamento Recife	<b>01 Lagoa Facultativa + 02 Lagoas de Maturação</b>	<b>24 L/s</b>
Manoel dos Arroz	<b>01 Lagoa Facultativa</b>	<b>42 L/s</b>
Vila Marcela	<b>01 Lagoa Facultativa + 02 Lagoas de Maturação</b>	<b>5 L/s</b>
Jardim Petrópolis	<b>02 Reatores UASB + 02 Filtros Biológicos Anaeróbios + 01 Tanque de Contato</b>	<b>15 L/s</b>
Antônio Cassimiro	<b>02 Reatores UASB + 02 Filtros Biológicos Anaeróbios + 02 Decantadores Secundários + 01 Tanque de Contato</b>	<b>50 L/s</b>
Dom Avelar	<b>01 Lagoa Aerada + 02 Lagoas de Maturação</b>	<b>22 L/s</b>
Centro	<b>04 Reatores UASB + 03 Filtros Biológico Aerador+03 Decantadores Secundários+ Tanque de Contato</b>	<b>275 L/s</b>

## RESULTADOS

Os resultados da concentração coliformes termotolerantes no esgoto bruto e tratado e a eficiência de remoção, nos meses de agosto a novembro de 2016 estão demonstradas na Tabela 2. De modo geral, as ETE's apresentaram resultados satisfatórios de remoção de coliformes termotolerantes, com eficiências médias de: ETE João de Deus (89,6%), ETE COHAB VI(92,3%), ETE Ouro Preto (99,0%) ETE COHAB IV (90,5%), ETE Loteamento Recife (99,4%), ETE Manoel dos Arroz, ETE Vila Marcela (89,51%), ETE Jardim Petrópolis (95,6%), ETE Centro (99,6%), ETE Antônio Cassimiro (99,4%) e ETE Dom Avelar (98,3%).

Os melhores resultados foram alcançados pelas ETE's Centro e Antônio Cassimiro, com eficiência média de remoção de coliformes de 99,6% e 99,4%, respectivamente. Essas unidades possuem sistema de tratamento compostos pela combinação de processos anaeróbios (reatores UASB) com processos aeróbios, como também pela utilização de processos de desinfecção com utilização de cloro gasoso. A ETE Loteamento Recife também apresentou elevada remoção (99,4%), mesmo operando com sistema de lagoas de estabilização, sem adição de agente de desinfecção no esgoto tratado. Em contrapartida, foram também observados resultados abaixo do esperado, como nas ETE's Vila Marcela no mês de setembro (69,23%), ETE João de Deus no mês de novembro (70,00%) e ETE COHAB VI no mês de novembro(71,43%). As duas primeiras ETE's citadas possuem sistemas de tratamento compostos por lagoas de estabilização(01 facultativa + 02 de maturação) e a última é composta por reatores UASB + lagoas de polimento.

**Tabela 2: Resultados de coliformes termotolerantes do esgoto bruto, tratado e de eficiência de remoção nas 11(onze) ETE's do município de Petrolina, PE, Brasil.**

		ETE João de Deus	ETE COHAB VI	ETE Ouro Preto	ETE COHAB IV	ETE Loteamento Recife	ETE Manoel dos Arroz	ETE Vila Marcela	ETE Jardim Petrópolis	ETE Centro	ETE Antônio Cassimiro	ETE Dom Avelar
ago/16	Esgoto Bruto	**	1,0 x 10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	3,0 x10 <sup>6</sup>	1,0 x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	3,0x10 <sup>5</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>
	Esgoto Tratado	**	1,9x10 <sup>4</sup>	3,0x10 <sup>3</sup>	4,0x10 <sup>4</sup>	4,0x 10 <sup>4</sup>	8,0x10 <sup>3</sup>	2,0x10 <sup>4</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>2</sup>	7,0x10 <sup>3</sup>
	Eficiência (%)	**	98,10	99,70	98,67	99,60	99,20	99,82	83,00	98,70	99,97	99,30
set/16	Esgoto Bruto	2,0x10 <sup>6</sup>	2,7x10 <sup>7</sup>	7,7 x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	4,0x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>7</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	1,8x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>6</sup>
	Esgoto Tratado	2,1x10 <sup>4</sup>	2,0x10 <sup>3</sup>	5,0 10 <sup>4</sup>	2,1x10 <sup>5</sup>	1,0x10 <sup>4</sup>	9,0x10 <sup>4</sup>	4,0x10 <sup>4</sup>	1,4x10 <sup>4</sup>	2,6x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	2,2x10 <sup>4</sup>
	Eficiência (%)	98,95	99,99	99,35	79,00	99,92	97,75	69,23	99,92	99,87	98,89	97,80
out/16	Esgoto Bruto	1,2x10 <sup>7</sup>	2,8x10 <sup>7</sup>	8,0x10 <sup>6</sup>	5,0x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	2,7x10 <sup>6</sup>	1,5x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>7</sup>	3,0x10 <sup>6</sup>	6,9x10 <sup>7</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>
	Esgoto Tratado	1,5x10 <sup>4</sup>	1,4x10 <sup>5</sup>	6,4x10 <sup>4</sup>	3,4x10 <sup>5</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>3</sup>	8,0x10 <sup>4</sup>	4,1x10 <sup>4</sup>	8,0x10 <sup>2</sup>	1,1x10 <sup>5</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>
	Eficiência (%)	99,88	99,50	99,20	93,20	99,99	99,96	99,47	99,59	99,97	99,84	99,00
nov/16	Esgoto Bruto	1,0x10 <sup>5</sup>	7,0x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	2,0x10 <sup>6</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	7,0x10 <sup>6</sup>	**	2,0x10 <sup>7</sup>	2,7x10 <sup>6</sup>	2,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>
	Esgoto Tratado	3,0x10 <sup>4</sup>	2,0x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>4</sup>	1,8x10 <sup>5</sup>	4,0x10 <sup>3</sup>	9,0x10 <sup>4</sup>	**	1,6x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>4</sup>	3,0x10 <sup>3</sup>
	Eficiência (%)	70,00	71,43	97,91	91,00	98,00	98,71	**	99,20	99,99	99,00	97,00

\*\* Obs; Por falhas técnicas, não foi possível avaliar os resultados das ETE João de Deus e ETE Vila Marcela

## ANÁLISE RESULTADOS

Avaliando os resultados da remoção de coliformes termotolerantes nas 11(onze) ETE´s analisadas no presente trabalho, foi possível determinar que as melhores eficiências foram alcançadas pelas ETE´s Centro e Antônio Cassimiro (eficiência média 99,6% e 99,4%, respectivamente) devido a combinação de processos biológicos aeróbios e anaeróbios com a aplicação de cloro gasoso no tanque de contato com chincanas. Apesar da ETE Jardim Petrópolis apresentar sistema de tratado com configuração semelhante ao das ETE´s supracitadas, a unidade não apresentou desempenho tão satisfatório quanto, resultando uma eficiência média de remoção de 95,6%. Esse resultado pode ser justificado pela falta de aplicação do agente de desinfecção, no período analisado, devido a dificuldades operacionais.

A ETE Loteamento Recife composta por 01 lagoa facultativa seguida de 02 lagoas de maturação também apresentou alta eficiência de remoção de coliformes(99,4%), mesmo sem haver a introdução de agente de desinfecção no esgoto tratado. Os principais mecanismos para redução de patógenos em lagoas de estabilização são: sedimentação e inativação mediada pela energia solar. As lagoas facultativas seguidas de maturação são projetadas com intuito de potencializar a remoção de matéria orgânica como também de organismos patogênicos, principalmente as bactérias do grupo coliforme, que podem ser removidas devido a penetração de energia solar em praticamente toda a coluna d'água em decorrência da baixas profundidade (0,8-1,2m) das lagoas de maturação.

Apesar dos resultados satisfatórios de remoção de coliformes termotolerantes nos meses estudados, algumas amostras apresentaram baixos valores de remoção como nas ETE´s Vila Marcela no mês de setembro (69,23%), ETE João de Deus no mês de novembro (70,00%) e ETE COHAB VI no mês de novembro(71,43%). Esses resultados podem estar relacionados com fatores operacionais, como regime hidráulico, baixo tempo de detenção hidráulico e acúmulo de lodo.

FONTES E ARAUJO (2008), avaliaram a eficiência na remoção de coliformes na Estação de Tratamento de Esgoto de Ilhéus (Bahia) composta por lagoa aerada, seguida por lagoa de maturação e para remoção dos coliformes fecais, para quatro épocas de amostragem , foram encontradas elevadas percentagens de remoção (variando de 99,86 a 99,99%),

## CONCLUSÕES

O sistema de tratamento com a combinação de processos biológicos aeróbios e anaeróbios, juntamente com a aplicação de agente de desinfecção mostrou-se bastante eficiente na remoção de coliformes termotolerantes, nas ETE Centro e ETE Antônio Cassimiro. Contudo, para garantir que o efluente descartado não causa efeitos adversos ao corpo receptor seria necessário a realização de estudos complementares para análise da água do Rio São Francisco no ponto de descarte, avaliando assim as características biológicas na zona de mistura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA-AWWA-WPCF Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA, Washington, 1691 p. (1995).
2. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n° 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.
3. JORDÃO, E. P. & PESSOA, C. A. (Tratamento de esgotos domésticos: concepções clássicas de tratamento de esgotos), São Paulo, Cetesb, 1975.
4. FUNASA. Ministério da Saúde. Manual Prático de Análise de Água -2013.
5. METCALF & EDDY. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. Ed. Aecom, 5° edição, 2015.