
RECURSOS HÍDRICOS

EFICIÊNCIA NA REMOÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS NO TRATAMENTO DA ÁGUA: O CASO DE PARAGOMINAS - PA

Ana Beatriz Matos Rodrigues - anabrodriguesz@gmail.com

Universidade do Estado do Pará - UEPA

Nathália Melo Giuliatti - nathaliagiuliatti@hotmail.com

Universidade do Estado do Pará - UEPA

Vinycius Lima Brito - vinyciuslima00@gmail.com

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Iram Abib Valente da Silva - profuepa@yahoo.com.br

Universidade do Estado do Pará

Antônio Pereira Júnior - antonio.junior@uepa.com

Universidade do Estado do Pará - UEPA

1. RESUMO

A eficiência na remoção de coliformes totais no tratamento de água em todo e qualquer município deve ser efetuada de modo adequado. O objetivo dessa pesquisa foi realizar uma avaliação quantiquantitativa da eficiência na remoção de coliformes totais nas etapas do processo de tratamento da água: (1) Coagulação; (2) Floculação, (3) Decantação; (4) Filtração; (5) Desinfecção. A pesquisa baseou-se no método observativo, sistemático e direto, com a realização de dezoito coletas de amostras da água (três em cada etapa do tratamento) e, em seguida, foram executadas análises laboratoriais para aferir a presença ou não de coliformes totais, a fim de conferir à população, melhor qualidade de vida. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente com o auxílio do *software* BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007), com o uso da Estatística Descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação). Com os dados obtidos verificou-se que a remoção de coliformes foi mais efetiva na última etapa do tratamento, que corresponde ao tanque de contato e promove a retirada de 100% de coliformes totais presentes na água, o que beneficia o produto final consumido pela população. Logo, o método empregado para desinfecção utilizado no município de Paragominas mostrou-se eficaz e eficiente, pois, abastece a população local com água cuja concentração de coliformes totais encontram-se em consonância com a Portaria n.2914:2011, do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Água, Rio Uraim, Análise microbiológica.

2. INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A água é uma substância indissociável para a vida na Terra, sendo uma das principais substâncias ingeridas pelo ser humano (BRANCO, 2010). A potabilidade da água é alcançada mediante etapas convencionais de tratamento e inclui a coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção (SCURACCHIO, 2010). Dentre esses processos, a desinfecção é o estágio que visa a remoção de micro-organismos patogênicos na água destinada ao consumo humano a fim de assegurar a qualidade do produto final que chega à casa dos consumidores (RODRIGUES & SCALIZE, 2016).

Nesse contexto, em obediência à Portaria n.2914:2011 do Ministério da Saúde, a água ideal para consumo humano deverá ser livre de coliformes totais e *Escherichia coli* (BRASIL, 2009). Estas são bactérias gram-negativas, não esporuladas, na forma de

bastonetes que fermentam a lactose com formação de gás (Dióxido de Carbono – CO₂) (MOURA *et al.*, 2009). Portanto, a presença de coliformes totais após o tratamento em uma estação de tratamento de água (ETA), indica falha no processo de tratamento da água ou possíveis contaminações pós-processamento, por meio de equipamentos eivados e manipulações inadequadas, que contribuem para a distribuição de uma água de má qualidade para a população.

Em suma, o trabalho buscou realizar uma análise quantiquantitativa da eficiência na remoção de coliformes totais em cada etapa do processo de tratamento de água, destinada ao consumo da população no município de Paragominas - PA.

3. METODOLOGIA

3.1. FISIOGRAFIA DO MUNICÍPIO

O município de Paragominas, localizado na mesorregião do sudeste paraense, possui uma área de 19.330 quilômetros quadrados. O clima do município é do tipo quente e úmido com temperatura média anual de 26 °C e umidade relativa do ar média igual a 81%. O período mais chuvoso compreende entre dezembro a maio e outro mais seco entre junho e novembro (ANDRADE, 2011). A população estimada é de 108.547 habitantes (IBGE, 2016). Na atualidade, restam 54,8% das florestas que recobriam Paragominas, o equivalente a 1 milhão de hectares, devido a intensa atividade agropecuária no município. Quanto a hidrografia, há duas bacias principais: a do rio Capim, cujos tributários se ramificam por 54% da área do município, e a do rio Gurupi que ocupa os 46% restantes (PINTO *et al.*, 2009).

3.2. ÁREA DE ESTUDO

O Rio Uraim é essencial para o desenvolvimento dos serviços de saneamento realizados no município, uma vez que viabiliza a captação da água para o abastecimento público, assim como o lançamento dos efluentes domésticos tratados nas Estações. O processo convencional de tratamento de água da ETA Uraim é dividido em fases: (1) Captação; (2) Coagulação; (3) Floculação; (4) Decantação; (5) Filtração; (6) Desinfecção. Cada uma delas, passa por um rígido controle de dosagem de produtos químicos e monitoramento constante para tratar a água e obter resultados dentro dos padrões de

qualidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. A utilização de cloro (Cl) no processo de desinfecção é extremamente importante para se obter a redução das doenças provocadas pela água contaminada.

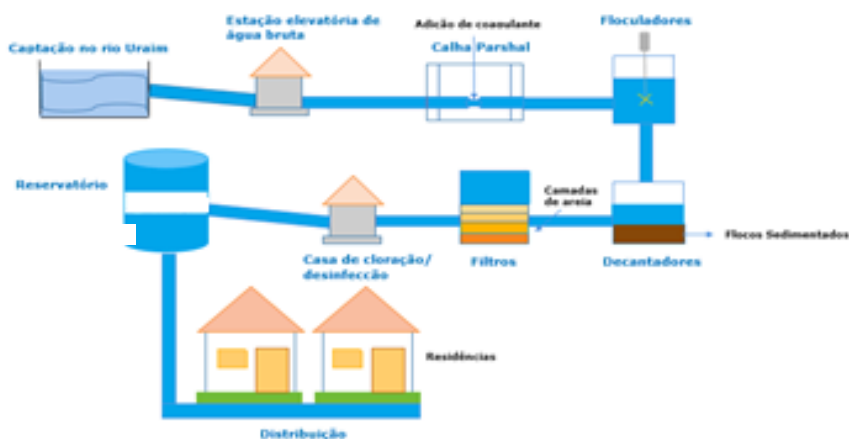


Figura 1- Fluxograma da ETA. Paragominas – PA.
Fonte: SANEPAR, (2014)

3.3 QUANTO A METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa empregada foi observativa, sistemática, direta, com a realização de experimentos para análises quantitativas, associadas aos levantamentos de dados documentais cujo recorte temporal compreendeu o período entre 2007 a 2017. As análises microbiológicas foram efetuadas de acordo com o protocolo estabelecido pela Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2013)

3.4 QUANTO À AMOSTRAGEM DA ÁGUA E ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As dezoito amostras da água (três em cada etapa de tratamento) em frascos de vidro branco, com área vazada larga, tampa de vidro bem ajustada e capacidade de 125 mL, previamente esterilizados, foram efetuadas na Estação de Tratamento de Água (ETA) do município de Paragominas – PA, na captação, calha Parshall, floculador, decantador, filtro e tanque de contato (Figura 2).

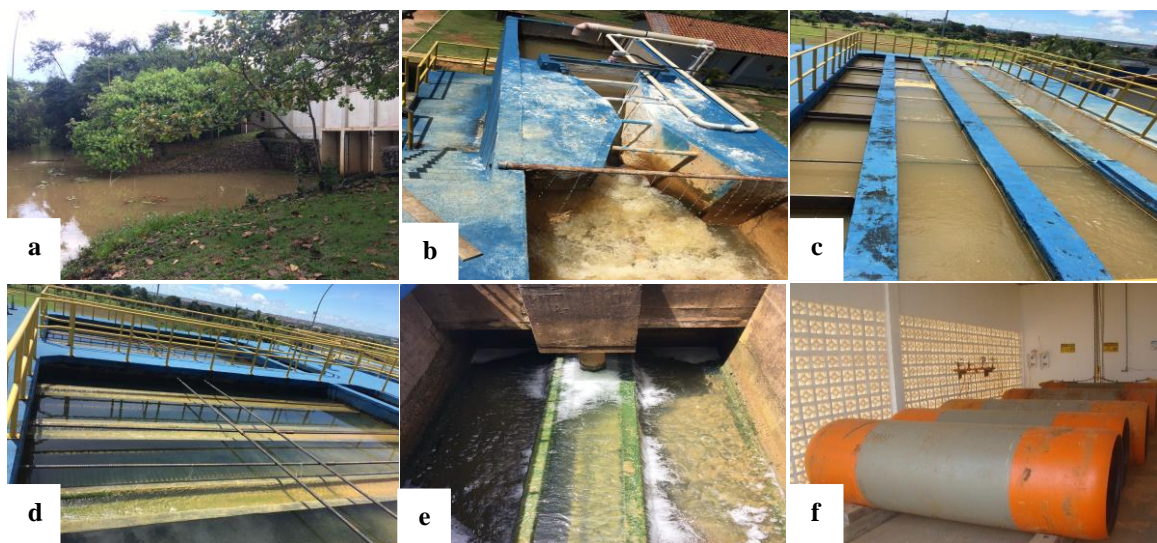


Figura 2 - Captação; b) calha Parshall; c) Floculador; d) Decantador; e) Filtro; f) Tanque de contato.
Fonte: Autores (2017)

As coordenadas geográficas inerentes aos pontos de coleta foram identificadas com o uso do *Global Positioning System* - GPS (Tabela 1).

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos pontos de coleta das amostras. Paragominas – PA.

Ponto	Latitude	Longitude
1 (captação)	02° 59' 54.3"	47° 23' 02.3"
2 (Coagulação)	02° 59' 54.2"	47° 23' 04.6"
3 (floculador)	02° 59' 54.4"	47° 23' 04.2"
4 (Decantador)	02° 59' 54.2"	47° 23' 04.1"
5 (Filtro)	02° 59' 53.8"	47° 23' 04.4"
6 (tanque de contato)	02° 59' 54.3"	47° 23' 04.5"

Fonte: Autores (2017)

As análises laboratoriais foram efetuadas no laboratório de análises de água da Agência de Saneamento de Paragominas - PA, de acordo com o preconizado pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEE, 1985). Na execução do exame para coliformes totais, utilizou-se a técnica dos 5 tubos múltiplos, com amostra coletada e meio de cultura Caldo Lactosado para promover a fermentação da matéria orgânica (FUNASA, 2013). O procedimento permite a quantificação por número mais provável (NMP) e é dividida por uma fase presuntiva e outra confirmativa.

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os resultados laboratoriais obtidos foram tratados estatisticamente com o uso do *software* BioEstat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007), no qual empregou-se a estatística descritiva (média - M, desvio padrão - DP e coeficiente de variação - CV). A média dos valores percentuais da retirada do material microbiológico manifesta o melhor valor para avaliar a eficiência da remoção de coliformes totais, pois simplifica os dados referentes aos três dias de análise nas fases de tratamento. O desvio padrão, por sua vez, é essencial para notarmos a variação de valores em relação à média. Portanto, quanto mais próximo de zero, mais regular será a remoção em cada etapa. O coeficiente de variação representa a homogeneidade dos dados, uma vez que indica a variação percentual de retirada de coliformes totais (BITTENCOURT, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. QUANTO À PRESENÇA/AUSÊNCIA DE COLIFORMES TOTAIS

Os dados obtidos indicaram presença de coliformes totais nas amostras coletadas, devido à formação e liberação de CO₂ em quatro das cinco etapas do tratamento de água. A concentração de Dióxido de Carbono nos tubos de ensaio após o método de incubação a $35 \pm 0,5$ °C durante 24 horas contribuiu para a observação da fermentação da matéria orgânica. Logo, é notório afirmar que nos tubos que apresentaram maior formação de CO₂ o percentual de coliformes totais também é significativo (Figura 3).

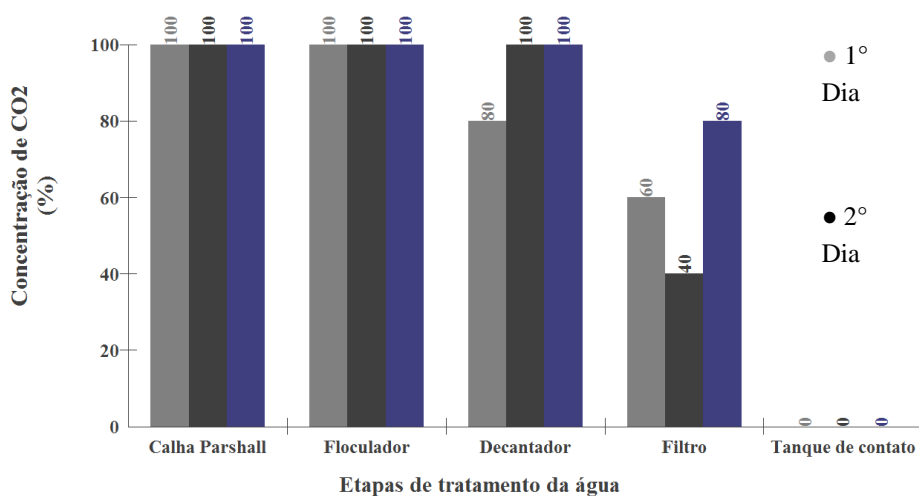


Figura 3 – Concentração de CO₂ nas etapas de tratamento da água na ETA. Paragominas – PA.
Fonte: Autores (2017)

A análise também indicou que a remoção de coliformes totais foi mais efetiva a partir da etapa de decantação, na qual ocorre a sedimentação das partículas sólidas (Figura 4 - d). Isso em função do valor médio obtido dos três dias de análise quanto à formação de CO₂ para cada etapa da ETA, com o intuito de expressar onde ocorre a maior percentual de retirada do material microbiológico da água.

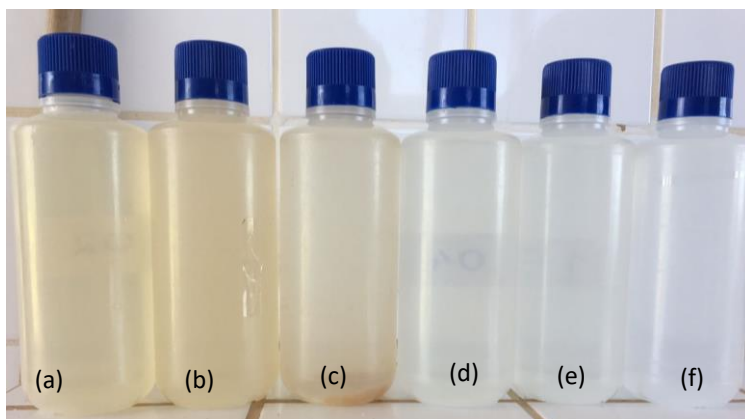


Figura 4 - Amostragem da captação e das etapas de tratamento da água. (a) Captação; (b) Calha Parshall; (c) Floculador; (d) Decantador; (e) Filtro; (f) Tanque de contato. Paragominas – PA.

Fonte: Autores (2017)

4.2. QUANTO À REMOÇÃO DOS COLIFORMES TOTAIS

A análise dos dados obtidos para essa ação indicou que a adição de Cloro (Cl) é efetiva quanto à isenção de bactérias e vírus na água tratada da estação, conforme os valores médios da remoção de coliformes totais (Tabela 2).

Tabela 2 - Média, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) da remoção de coliformes em cada etapa da ETA. Paragominas – PA.

	M	±	DP	CV
Captação	0	±	0	-
Calha Parshall	0	±	0	-
Floculador	0	±	0	-
Decantador	6.6667	±	11.5470	173.21%
Filtro	40.0000	±	20.0000	50.00%
Tanque de contato	100.0000	±	0.0000	0.00%

Fonte: Autores (2017)

A partir dos valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação, foi possível detectar a etapa de tratamento mais eficiente na remoção de coliformes. Que

corresponde ao tanque de contato, oxidando 100% da matéria orgânica remanescente da fase anterior (Figura 5).

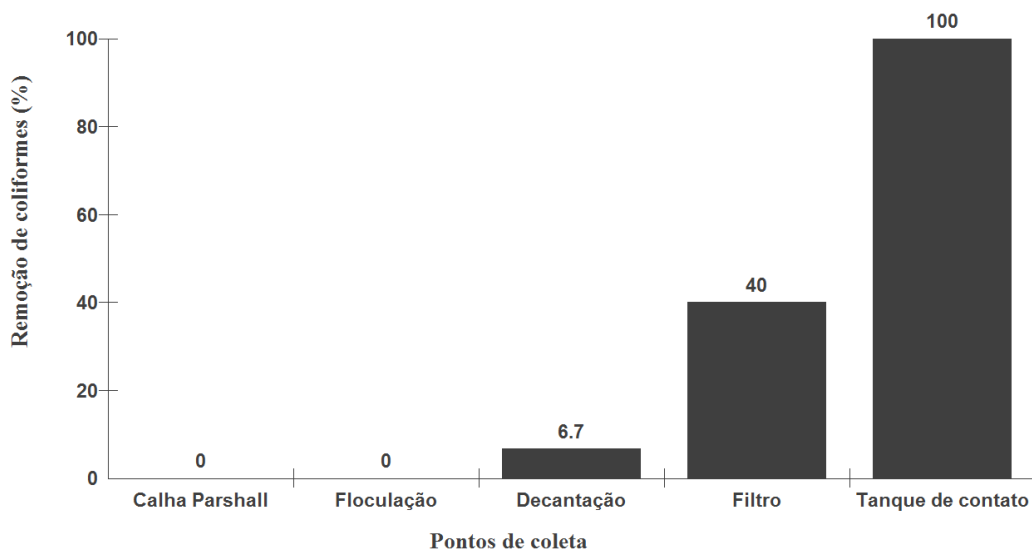


Figura 5 - Média de remoção de coliformes totais nas etapas de tratamento de água na ETA.
Fonte: Autores (2017)

A média de remoção de coliformes totais no tanque de contato é satisfatória, pois está em conformidade com o padrão microbiológico de potabilidade definido pela Portaria n.2.914:2011 do Ministério da Saúde, a qual cita que é obrigatório a ausência de coliformes totais em 100 mililitros de amostra na saída do tratamento. De forma que o coeficiente de variação expressa a heterogeneidade da desinfecção da água no decantador e no filtro, bem como a homogeneidade no tanque de contato. A retirada dessas bactérias do grupo coliforme é o principal indicador da eficiência do tratamento na ETA e releva a integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Os referidos autores Rodrigues & Scalize (2016) ratificam que, para atender a segurança microbiológica, a água passa por um processo de desinfecção, a qual visa a inativação de microrganismos patogênicos na água destinada ao consumo humano. Esse processo é constatado na Figura 5, no qual é possível verificar que a remoção se inicia na decantação, com uma média de 6,7%, e segue no filtro, com 40%, até atingir a desinfecção total que sucede no estágio do tanque de contato e exonera 100% dos coliformes totais presentes na água.

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A eficiência de remoção de coliformes totais nas etapas de tratamento de água em Paragominas – PA é evolutiva a partir da decantação e, no último estágio apresenta, eficácia total (100%) quanto à remoção dos coliformes totais presentes na água. Portanto, a água distribuída à população do município está apta ao consumo humano, pois obedece aos critérios estabelecidos pela legislação vigente. Logo, recomenda-se duas ações: potencializadora, para promoção de melhorias e incremento na qualidade da água, e de monitoramento, que deve promover análises laboratoriais constantes das cinco etapas hoje praticadas na remoção de coliformes totais, o que eleva a eficácia no tratamento na ETA desse município.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. S.; DO PARÁ, UNIIVERSIDADE DO ESTADO. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, p. 139, 2011.

AYRES, M. *et al.* Programa BioEstat 5.3. **Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Biomédicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007.

BRANCO, S.M. **Água**: origem uso e preservação. São Paulo: Moderna. 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4 ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n.2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de dez. 2011. Capítulo V, p. 11.

BITTENCOURT, H. R. **Estatística Aplicada à Engenharia**. Rio Grande do Sul: PUC-RS, 2014. Disponível em: http://www.feng.pucrs.br/professores/helio/Especializacao_em_Engenharia_de_Processos_e_de_Sistemas_de_Producao/Estatistica/Material_Helio_FINAL_2014.pdf. Acesso em: 02 de mai. 2017.

IBGE. **Cidades**. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150550>>. Aceso em 21 abr. 2017.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 17-22, 2009.

PINTO, Andréia *et al.* Diagnóstico socioeconômico e florestal do município de Paragominas. Belém: IMAZON, 2009.

RODRIGUES, M.F. da S; SCALIZE, P.S. Estudos sobre o decaimento de cloro residual em águas distribuídas em redes de abastecimento. **Anais...** Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 2, p. 424-431, 2016.

SCURACCHIO, P. A. *et al.* Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP. Araraquara. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2010.

SANEPAR. AGÊNCIA DE SANEAMENTO DE PARAGOMINAS. **Bacia do Rio Uraim**. 2014. Disponível em: < http://saneparagominas.com.br/agua/bacia_uraim/>. Acesso em 21 abr. 2017.