

457 – PERFIL DE MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA BRUTA CAPTADA NO ESTADO DE GOIÁS - BRASIL

Patrícia Pereira Ribeiro Keller⁽¹⁾

Farmacêutica-Bioquímica (UFG), Mestra em Engenharia do Meio Ambiente (UFG), Técnica em Saneamento (ETFGO), MBA Sistema de Abastecimento de Água (IPOG), Gerente da Proteção Ambiental e Qualidade do Produto (Saneago).

Maura Francisca da Silva⁽²⁾

Bióloga (UCG). Especialista em Saúde Pública (UNAREP). Mestra em Engenharia do Meio Ambiente (UFG). Superintendente de Tecnologia e Suporte Operacional (Saneago).

Keyle Borges e Silva Monteiro⁽³⁾

Farmacêutica-Bioquímica (UFG), Mestra em Engenharia do Meio Ambiente (UFG), Supervisora do Laboratório de Água (Saneago)

Endereço⁽¹⁾: Avenida Fued José Sebba - nº 1245 - Bairro Jardim Goiás - Goiânia – GO - CEP 74805-100 - Brasil - Tel: +55 (62) 32433288 e-mail: patriciakeller@saneago.com.br

RESUMO

Em atendimento aos requisitos legais de potabilidade da água tratada pela Saneago no Estado de Goiás em prol da saúde pública de seus clientes, conforme o Plano de Controle de Qualidade da empresa, realiza-se o monitoramento de *Escherichia coli* nos mananciais superficiais em suas respectivas captações. Anualmente calcula-se a média geométrica desses resultados a fim de verificar a qualidade hídrica da água bruta captada. Assim, em 2024 evidenciou-se que 17% dos mananciais monitorados obtiveram resultados superiores a 1000 E. coli / 100 mL. Esse valor considerado preocupante mobilizou não apenas a equipe laboratorial para tratativas de implementação do controle de esporos, mas também a necessidade de preservação e/ou recuperação das bacias hidrográficas correspondentes. Quanto mais degradada a bacia maior é o custo no monitoramento e nos processos de tratamento a fim de tornar a água potável. Como as análises de protozoários são onerosas este estudo permitiu delinear economicamente o monitoramento de EBA, mesmo sendo necessárias análise de água bruta captada e da água filtrada, totalizando 1440 coletas anuais.

PALAVRAS-CHAVE: *Escherichia coli*, EBA, Monitoramento, Qualidade

INTRODUÇÃO

A garantia da saúde pública brasileira por meio do saneamento básico institucionalizada pela Lei nº 11.445 em 2007, atualizada pela Lei nº 14.026 em 2020, corroboram com a dignidade humana pela oferta de água potável a população e coleta/tratamento de esgoto, tendo como benefício a reintrodução hídrica na cadeia produtiva ambiental de forma segura.

A estratégia política advinda do Marco Legal do Saneamento é um arcabouço legal, administrativo e regulatório para que a universalização do saneamento básico ocorra até 2033, considerando como meta o acesso de 99% da população brasileira à água tratada potável e de 90% da população brasileira à coleta e tratamento de esgoto. Tendo como objetivo macro a qualidade de vida e a saúde pública da população brasileira, o Marco Legal do Saneamento agrupa outros princípios de unidade, como a uniformização da regulação do setor, prestação regionalizada, governança interfederativa, efetividade na prestação dos serviços, formalização contratual, expansão do setor econômico, faturamento, maior participação do Estado, sustentabilidade e equilíbrio sócio-econômico-financeiro.

Tecnicamente, as companhias de saneamento no Brasil devem atender aos requisitos legais em vigor. O principal fator determinante para o tipo de tecnologia a ser implementada no processo produtor é a característica físico-química e bacteriológica da água bruta captada. O monitoramento é uma ferramenta imprescindível no que tange a necessidade de determinar o perfil da matéria-prima (água bruta captada) e do produto acabado (água tratada potável) a ser fornecido ao consumidor. A excelência dos serviços prestados é a garantia da segurança hídrica, satisfação do cliente e da promoção de saúde pública.

Um delineamento experimental quantitativo foi realizado na zona rural do Rio Grande do Sul, Brasil, por Colet e colaboradores (2021) evidenciando que o acesso de água potável constitui uma das ações de saúde pública de

maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade. Com 22,5% das amostras positivas para *Escherichia coli* e com resistência a antimicrobianos, observou-se a susceptibilidade da população local à doenças infecciosas que são fatores de aumento de morbidade e elevação do custo no tratamento. Assim, o controle e ações profiláticas podem subsidiar a qualidade da água a ser consumida (água tratada potável); bem como a redução da contaminação de microorganismos patogênicos (coleta/tratamento de esgoto).

OBJETIVOS

O objetivo desse estudo é quantificar *Escherichia coli* em captações de mananciais superficiais nos Sistemas de Abastecimento de Água do Estado de Goiás operados pela Saneago. Oportunamente, avaliou-se o perfil de monitoramento de protozoários a ser implementado pela empresa em atendimento aos requisitos legais da Portaria GM/MS nº888/2021 do Ministério da Saúde; bem como, determinou-se as ações preventivas e corretivas a serem aplicadas na recuperação de bacias dessas captações.

METODOLOGIA

A área de estudo foi composta pelo monitoramento da água bruta captada em 179 captações de mananciais superficiais da Saneamento de Goiás S/A – Saneago no Estado de Goiás – Brasil, localizadas nos municípios: Alto Paraíso, Alvorada do Norte, Buritinópolis, Campo Alegre, Campos Belos, Catalão, Cavalcante, Cidade Ocidental/ Valparaíso, Damianópolis, Divinópolis de Goiás, Formosa, Iaciara, Luziânia, Mambaí, Monte Alegre de Goiás, Ouvidor, Planaltina, Posse, São Domingos, São João da Aliança, Terezina de Goiás, Três Ranchos, Abadia de Goiás, Acreúna, Adelândia, Água Limpa, Alexânia, Aloândia, Americano do Brasil, Amorinópolis, Anápolis, Anicuns, Aparecida de Goiânia, Araçu, Aragarças, Aragoiânia, Araguapaz, Arenópolis, Aruanã, Aurilândia, Avelinópolis, Barro Alto, Bela Vista de Goiás, Bom Jardim de Goiás, Bom Jesus de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Britânia, Buriti Alegre, Cachoeira Alta, Cachoeira Dourada, Caçu, Caiapônia, Caldazinha, Campestre de Goiás, Campo Limpo (Rodrigues Nascimento), Campos Verdes, Carmo do Rio Verde, Caturaí, Ceres/Rialma, Cezarina, Cocalzinho, Córrego do Ouro, Corumbaíba, Crixás, Cromínia, Cumari, Damolândia, Diorama, Doverlândia, Edealina, Edéia, Estrela do Norte, Fazenda Nova, Firminópolis, Formoso, Goianápolis, Goianésia, Goiânia, Goiatuba, Guapó, Heitoraí, Hidrolândia, Hidrolina, Inaciolândia, Indiara, Inhumas, Interlândia, Ipameri, Iporá, Israelândia, Itaberaí, Itaguaru, Itapaci, Itapirapuã, Itapuranga, Itarumã, Itauçu, Itumbiara, Ivolândia, Jandaia, Jaraguá, Jataí, Jaupaci, Joviânia, Jussara, Leopoldo de Bulhões, Luiz Alves, Mairipotaba, Marzagão, Maurilândia, Minaçu, Moiporá, Montes Claros de Goiás, Montividiu, Morrinhos, Morro Agudo de Goiás, Mozarlândia, Mundo Novo de Goiás, Nazário, Nerópolis, Niquelândia, Nova Aurora, Nova Crixás, Nova Glória, Novo Brasil, Novo Gama, Orizona, Ouro Verde, Ouroana (Rio Verde), Padre Bernardo, Palmeiras de Goiás, Palmelo, Palminópolis, Paraúna, Petrolina de Goiás, Pilar de Goiás, Piracanjuba, Piranhas de Goiás, Pirenópolis, Pirenópolis, Pires do Rio, Pontalina, Porangatu, Portelândia, Professor Jamil, Quirinópolis, Rianápolis, Rio Verde, Rubiataba, Sanclerlândia, Santa Barbara de Goiás, Santa Helena de Goiás, Santa Rita do Araguaia, Santa Rosa de Goiás, Santa Tereza de Goiás, Sto. Antônio do Descoberto, São Francisco de Goiás, São João da Paraúna, São José dos Bandeirantes, São Luiz de Montes Belos, São Miguel do Araguaia, Serranópolis, Silvânia, Taquaral de Goiás, Terezópolis, Trindade, Turvânia, Urucuá, Uruana, Urutá, Varjão, Vianópolis.

Realizou-se a média geométrica móvel anual (2024) proveniente do monitoramento mensal de *Escherichia coli* nos pontos de captação superficial da Saneago. Utilizou-se como referência o Art. 29 da Portaria GM/MS nº 888/2021.

Os pontos de amostragem que necessitam de monitoramento de Esporos de Bactérias Aeróbias – EBA ou Giardia e Cryptosporidium tiveram seus dados compilados com os dados de classificação dos corpos d'água, conforme CONAMA nº 357/2005 do Ministério do Meio Ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao controle sanitário dos mananciais superficiais, as bactérias indicadoras de contaminação fecal, como a *Escherichia coli*, são utilizadas como padrão microbiológico no monitoramento de rotina da água bruta captada. No levantamento realizado no Estado de Goiás em 2024, observa-se que os resultados obtidos evidenciaram baixa concentração de *Escherichia coli* nos mananciais de captação superficial analisados. Apenas 16,76% das amostras analisadas obtiveram média geométrica móvel anual acima de 1.000 *Escherichia coli*/100mL em 2024.

Vasconcellos e colaboradores (2006) analisaram a qualidade da água do Rio São Lourenço, localizado na região sul do Brasil, e verificaram uma variação entre 400 a 67.000 coliformes termotolerantes/100mL ao considerar a sazonalidade da região. Em outras variáveis, como a dinâmica populacional e classe de solo

(margens argilosas de rio tropical) observou-se no Rio Sergipe, localizado na região nordeste do Brasil, que devido a alta carga eletrolítica e retenção da água no solo por mais tempo há uma maior proliferação de *E. coli* no solo em relação a água; inferindo a importância do monitoramento e da proteção da bacia de captação (GOMES, 2015). Nas amostras analisadas no Estado de Goiás foi detectada uma variação anual entre 1 a 2.558 *Escherichia coli*/100mL; demonstrando a qualidade da preservação ambiental dos corpos hídricos nos Sistemas de Abastecimento de Água da Saneago.

A Portaria GM/MS nº 888/2021 determina que ao considerar a média geométrica móvel dos últimos 12 meses de monitoramento, valores igual ou superior a 1.000 *Escherichia coli*/100mL, deve-se avaliar a eficiência de remoção da Estação de Tratamento de Água (ETA). Assim, as 30 Estações de Tratamento de Água que se encontram na situação citada deverão ser monitoradas semanalmente para o parâmetro EBA (Esporos de Bactérias Aeróbias) na água bruta captada e na água filtrada a fim de atender aos requisitos legais e garantir a qualidade da água tratada e distribuída ao cliente, bem como sua satisfação. Anualmente (2025-2026), deve-se realizar o controle de 1440 amostras nas localizações citadas na Tabela 1. A aquisição de materiais e equipamentos, bem como a implementação da metodologia de esporos deverá ser implementada em 11 laboratórios regionais da Saneago ou terceirizada para laboratório particular. De qualquer forma faz-se necessário estudo de preço para definição do monitoramento de esporos ainda no primeiro semestre de 2014.

Tabela 1: Sistemas de Abastecimento de Água da Saneago com média geométrica móvel anual (2024) de *Escherichia coli* acima de 1000 unidades/100 mL em captações de mananciais superficiais.

ÍTEM	LABORATÓRIO REGIONAL PARA MONITORAMENTO SEMANAL – SANEAGO	NOME DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – SAA	MÉDIA GEOMÉTRICA MÓVEL ANUAL 2024 (> 1000 <i>E. coli</i> /100 mL)
1	Anápolis	Campo Limpo	1108
2	Ceres	Barro Alto ETA I	1138
3	Ceres	Crixás	1036
4	Ceres	Estrela do Norte	1986
5	Ceres	Hidrolina	1083
6	Goiás	Itaguaru	1612
7	Iporá	Diorama	1113
8	Morrinhos	Professor Jamil	2230
9	Ouvidor	Cumari	1885
10	Ouvidor	Orizona	1211
11	Ouvidor	Palmelo	1118
12	Ouvidor	Pires do Rio	1207
13	Ouvidor	Três Ranchos	1206
14	Palmeiras	Nazário	1141
15	Palmeiras	São João da Paraúna	1046
16	Palmeiras	Varjão	1078
17	Porangatu	Formoso	1046
18	Porangatu	Minaçu	1553
19	Porangatu	São Miguel do Araguaia	1733
20	Porangatu	Urubaçu	1005
21	Porangatu	ETA Sama	2420
22	P-SBA	Hidrolândia	1066
23	P-SBA	João Leite	2558
24	P-SBA	Ouro Verde	1257
25	P-SBA/Goiás	Itauçu	1565
26	P-SBA/Goiás	Petrolina	1018
27	Rio Verde	Cachoeira Alta	1136
28	Rio Verde	Central	1047
29	Rio Verde	Laje	1129
30	Santa Helena	Quirinópolis	1083

Os mananciais de captação que apresentaram *E. coli* acima do preconizado pela legislação estão classificados atualmente como Classe II, segundo CONAMA nº 357/2005. Por conseguinte, mesmo assim, intervenções de

preservação e práticas sustentáveis serão necessárias para a garantia da segurança hídrica segundo uma projeção a médio/longo prazo. Assim, a Gerência de Proteção de Mananciais da Saneago está verificando as ações mais assertivas a serem executadas a fim de minimizar o quantitativo de *E. coli* nas captações superficiais da empresa.

Após monitoramento de Esporos de Bactérias Aeróbias – EBA na Estação de Tratamento de Água da Universidade Federal de Viçosa, Oliveira e colaboradores (2018) determinaram a curva de decaimento durante o processo de tratamento de água; sendo possível demonstrar o potencial de uso de EBA como indicador da eficiência do tratamento da água e inferir o mesmo para remoção de cistos e oocistos de Giardia e *Cryptosporidium*. A análise dos protozoários é muito onerosa tanto para implementação na empresa quanto na contratação em laboratório particular. Em orçamentos realizados no mercado em 2025 obteve-se propostas com valores em torno de R\$ 3.690.000,00 para o monitoramento anual dos 30 mananciais superficiais nas captações da Saneago.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Evidencia-se que 30 Estações de Tratamento de Água no Estado de Goiás deverão ser monitoradas semanalmente para o parâmetro EBA a fim de verificar se há decaimento dos esporos durante o processo de tratamento da água. Devido a frequência e a extensão territorial do Estado, recomenda-se avaliar economicamente a viabilidade de implementação da metodologia analítica de EBA nos laboratórios regionais ou a contratação do serviço através de compra de dados.

Por conseguinte, observa-se que será necessária avaliar as condições ambientais da bacia de captação dessas estações e implementar ações mitigadoras para garantia da qualidade da água bruta captada.

Enfim, cerca de 17% os dados analisados na água bruta captada sugerem o monitoramento de esporos na água tratada para determinar sua curva de decaimento e a prática de ações preventivas e corretivas a serem aplicadas na recuperação de bacias de captação em prol da garantia da promoção de saúde pública pelas práticas otimizadas do saneamento.

Por motivos econômicos, as análises de Giardia e *Cryptosporidium* não serão implementadas neste momento. Todavia, novas propostas poderão viabilizar futuramente esse monitoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União 2020; 16 jul.

COLET, Christiane; PIEPER, Mariane; KAUFMANN, João Vinícius; SCHWAMBACH, Karin; PLETSCH, Marielei. Qualidade microbiológica e perfil de sensibilidade a antimicrobianos em águas de poços artesianos em um município do noroeste do Rio Grande do Sul. Eng Sanit Ambient. v.26 n.4, jul/ago 2021, 683-690 p.

GOMES, Luciana Godinho Nery. Dinâmica populacional de *Escherichia coli* em margens argilosas de rio tropical como habitat e a relação com sua concentração na água. UFS. São Cristovão: Sergipe, 2015.

KELLER, Patrícia Pereira Ribeiro; FARIA, André Luiz Estevam; SILVA, Augusto Antônio Ribeiro; BORGES, Maria Cecília Rodrigues; SILVA, Maura Francisca da. Automação de Dosagem de Produtos Químicos em Estação de Tratamento de Água. I-258. 32º Congresso da ABES – CBESA, 2023.

OLIVEIRA, Keila Castro; BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier; SILVA, Carolina Ventura da. Esporos de Bactérias Aeróbias são bons indicadores da eficiência do tratamento de água? Um estudo exploratório. Eng Sanit Ambient. v.23 n.6, nov/dez 2018, 1103-1109 p.

SOUSA, Ana Cristina Augusto de. O que esperar do novo marco do Saneamento? PERSPECTIVAS • Cad. Saúde Pública 36 (12) • 2020 • <https://doi.org/10.1590/0102-311X00224020>

VASCONCELLOS, F. C. Da S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.73, n.2, p.177-181, abr./jun., 2006