

I-068 - QUALIDADE DA ÁGUA DA REDE PÚBLICA DE ABASTECIMENTO EM MACEIÓ: ESTUDO DE CASOS

Selêude Wanderley da Nóbrega⁽¹⁾

Professora Associada do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

Christiano Cantarelli Rodrigues

Professor Associado do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas.

Heloísa Vital Domingos

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Alagoas.

Nicolas Wesley Jatobá da Silva

Graduando do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Alagoas.

Endereço⁽¹⁾: Campus A. C. Simões, Av. Lourival de Melo Mota S/N - Tabuleiro do Martins - Maceió - AL - CEP: 57072-900 - Tel: (82) 3214 - 1661 - e-mail: swn@ctec.ufal.br.

RESUMO

No Brasil, a Portaria de Consolidação do MS Nº 5/2017 consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, entre elas a Portaria MS Nº 2914/2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Embora esta norma estabeleça, dentre outras coisas, que a água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar no mínimo por cloração, a realidade tem mostrado que uma grande parcela da população brasileira consome água sem qualquer tipo de tratamento e/ou controle, sendo os estados das regiões Norte e Nordeste do país os que apresentam os piores cenários. Tal situação leva à distribuição de águas em desacordo com a referida Portaria e, sobretudo, contaminada por agentes microbiológicos e físico-químicos, gerando surtos de enfermidades de veiculação hídrica e comprometendo a qualidade de vida das populações. Assim, torna-se imprescindível realizar o monitoramento da qualidade da água de forma a verificar o atendimento ao padrão de potabilidade estabelecido pela legislação vigente. O presente trabalho teve por objetivo realizar o monitoramento de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água destinada ao consumo humano, proveniente de diversos bairros da cidade de Maceió – AL. Escolas públicas dessas comunidades foram selecionadas como pontos de coleta, e as análises tiveram por base uma série de indicadores, como pH, cloro residual livre, cor aparente, turbidez, coliformes totais e *E. coli*, e, eventualmente, sólidos dissolvidos totais e cloretos. Dentre os parâmetros analisados, o pH apresentou valores constantemente fora da faixa recomendada em quase todas as amostras. Em uma das regiões monitoradas também foram obtidos valores até três vezes maiores que o limite legal para os parâmetros sólidos dissolvidos totais e cloretos. Quanto ao cloro residual livre (CRL), um alto percentual de amostras situou-se fora da faixa desejada, sendo a maioria com ausência de CRL, o que indica que a água de abastecimento dessas regiões não passa pelo tratamento mínimo adequado na forma de cloração. Os resultados das análises microbiológicas indicavam constantemente contaminação de origem fecal, caracterizando tal água como imprópria para o consumo humano. Portanto, os dados obtidos neste estudo comprovam a situação de vulnerabilidade a qual estas comunidades estão submetidas, bem como o descumprimento constante da norma legal.

PALAVRAS-CHAVE: Monitoramento, Qualidade da Água, Padrão de Potabilidade.

INTRODUÇÃO

A problemática da água é tema de relevância para a humanidade desde as sociedades antigas, uma vez que a disponibilidade hídrica, bem como a qualidade da água, são fatores determinantes para a saúde e o desenvolvimento econômico e social de uma população. Por este motivo, as primeiras grandes civilizações desenvolveram-se às margens de rios, que permitiam a irrigação das terras e, conseqüentemente, a subsistência por meio da agricultura, além de fornecer a água necessária para diversas atividades cotidianas (BRASIL, 2006). Assim, os recursos hídricos caracterizam-se como condicionantes dos assentamentos humanos.

Verifica-se, no entanto, que padrões não sustentáveis de desenvolvimento e processos de urbanização sem planejamento adequado acabam pressionando os ecossistemas. Isto gera um cenário de degradação ambiental, que afeta especialmente mananciais e corpos hídricos (MEDEIROS et al., 2016). Além disso, em países marcados pela desigualdade social como o Brasil, os serviços de abastecimento de água e de saneamento apresentam muitas deficiências. Na região Sudeste, por exemplo, 91,16% da população é atendida pelo sistema de abastecimento de água, enquanto no Norte esse índice é de 56,9%. Quanto ao esgotamento sanitário, a situação é alarmante: mais de 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto (BRASIL, 2017).

Tal situação contribui, sobretudo, para a contaminação da água por agentes microbiológicos e físico-químicos, gerando surtos de enfermidades de veiculação hídrica e comprometendo a qualidade de vida das populações (PONTES e SCHRAMM, 2004; SILVA e ARAÚJO, 2003). Em um estudo realizado no Reino Unido, Galbraith et al. (1987) concluíram que 43% dos surtos de doenças de veiculação hídrica, ocorridas no período de 1937 a 1986, foram causadas pelo consumo de água contaminada. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2004), o saneamento inadequado é responsável por 88% dos casos de diarreia no mundo, enquanto processos de tratamento da água, como a cloração, poderiam reduzir quase 40% dos episódios dessa doença.

Assim, o monitoramento da qualidade da água é imprescindível, uma vez que ela é considerada um bem essencial à vida e um dos direitos fundamentais humanos. Neste contexto, diversos organismos internacionais têm instituído metas e programas de cooperação entre nações buscando soluções para a crise da água. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), por exemplo, dão destaque para a necessidade de disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

No Brasil, a competência de fiscalizar e inspecionar a água destinada ao consumo humano é atribuída ao Sistema Único de Saúde (SUS), através de instrumentos institucionais como o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA). Ele foi instituído com o objetivo de garantir o acesso à água em quantidade suficiente e de qualidade compatível com o padrão de potabilidade, estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/2011. Portanto, são adotados nas atividades de monitoramento diversos parâmetros que indicam a qualidade da água, tais como teor de cloro residual livre, pH, coliformes totais, entre outros. A referida Portaria também estabelece que a água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar no mínimo por cloração (BRASIL, 2011).

Não obstante, diversos estudos apontam para a baixa qualidade da água consumida no país. Amaral et al. (2003) analisaram a água utilizada em propriedades do Estado de São Paulo e a consideraram como fator de risco à saúde de seus usuários, devido ao não atendimento dos padrões estabelecidos. Cavalcante (2014) constatou a presença da bactéria entérica *E. coli* em todas as fontes de água de uma comunidade no interior alagoano. Freitas et al. (2001) concluíram que mais de 50% das amostras de água de poço em regiões de Duque de Caxias e São Gonçalo apresentavam contaminação por coliformes fecais.

No estado de Alagoas, embora o abastecimento de água seja predominantemente realizado por sistemas de abastecimento de água (SAA), uma parcela da população não recebe água com tratamento adequado, e um grande percentual das amostras realizadas pela vigilância não atende aos padrões de potabilidade (BRASIL, 2012). Neste contexto, o presente trabalho objetivou monitorar parâmetros de qualidade da água de abastecimento fornecida a diversos bairros da cidade de Maceió, AL, utilizando escolas públicas como pontos de coleta, e analisar criticamente a possível vulnerabilidade da população abastecida por essas águas, considerando-se os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria MS nº 2.914/2011.

MATERIAIS E MÉTODOS

Definição das áreas de estudo

Foram selecionados seis bairros de Maceió – AL, sendo as amostras coletadas em seis escolas da rede pública de ensino, conforme apresentado na Figura 1. A escolha das escolas como pontos de coleta se deve ao fato delas oferecerem maior facilidade de acesso, quando comparadas a domicílios particulares, e por atenderem a um grande número de crianças, consideradas mais vulneráveis e suscetíveis a doenças.

A Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) é a responsável pelos sistemas de abastecimento de água (SAA) que atendem grande parte da cidade, e cada bairro selecionado para o estudo é abastecido por um diferente SAA, conforme apresentado na Tabela 1. Haja vista que a água fornecida a um determinado SAA é a mesma em todos os pontos do sistema, é possível inferir sobre sua qualidade, em toda região de abrangência daquele SAA, por meio das amostras coletadas nas escolas.

Monitoramento

Este estudo foi realizado de setembro de 2016 a maio de 2017, e consistiu na coleta e subsequente análise de amostras de água destinada ao consumo humano. Semanalmente foram coletadas amostras, geralmente em cinco diferentes pontos de coleta, de forma que havia uma rotatividade entre os pontos a cada semana. As amostras foram coletadas logo após o hidrômetro de cada estabelecimento, com o objetivo de avaliar a qualidade da água fornecida pelo referido SAA. Os locais escolhidos para as coletas e os respectivos SAA nos quais os pontos de coleta estão inseridos são apresentados na Tabela 1.

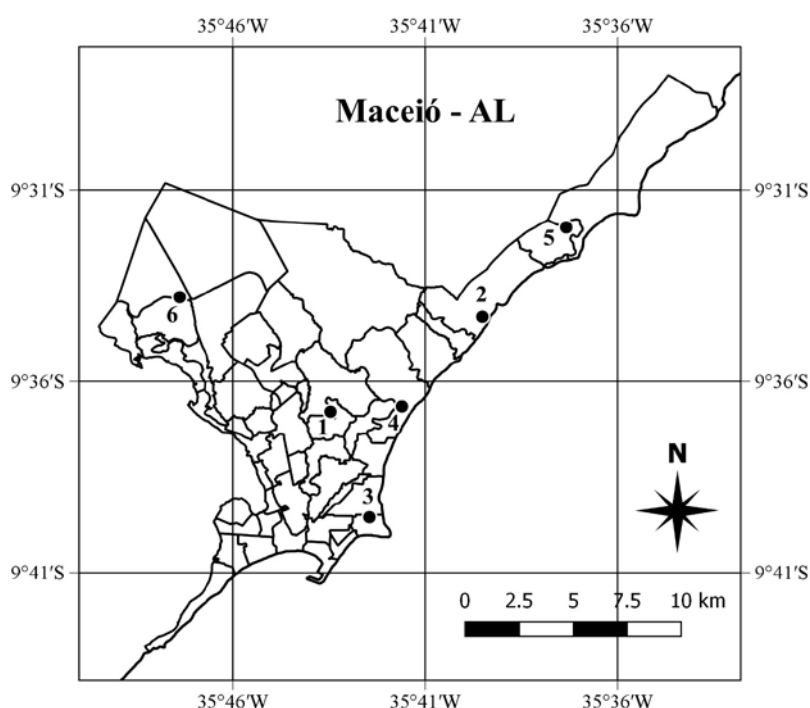


Figura 1 – Mapa da área de estudo.

Tabela 1 - Pontos de coletas das amostras de água analisadas.

Código	Ponto de Coleta	SAA	Comunidade representada
1	Escola Municipal 1	SAA Maceió Barro Duro	Barro Duro
2	Escola Estadual 1	SAA Maceió Riacho Doce	Riacho Doce
3	Escola Municipal 2	SAA Maceió Pratagy/Catolé/Cardoso	Ponta Verde
4	Escola Estadual 2	SAA Maceió Alfredo Gaspar de Mendonça	Conjunto Alfredo Gaspar de Mendonça (Jacarecica)
5	Escola Estadual 3	SAA Maceió Pescaria	Pescaria (Ipioca)
6	Escola Municipal 3	SAA	Clima Bom II

Parâmetros de qualidade

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade da água, objetos do monitoramento, e seus respectivos valores máximos permitidos (VMP) ou faixas permitidas, de acordo com a Portaria do MS Nº 2914/2011, constam na Tabela 2. As análises e coletas seguiram os procedimentos estabelecidos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Tabela 2: Parâmetros de potabilidade

Parâmetro	VMP ou faixa	Método de determinação
Cloro residual livre	0,2 a 2,0 mg/L	Fotométrico
Turbidez	5,0 uT	Nefelométrico
Cor aparente	15,0 uH	Espectrofotométrico
pH	6,0 a 9,5	Eletrométrico
Coliformes totais e <i>E. coli</i>	Ausência em 100 mL	Filtração em membrana (meio de cultura Chromocult® Coliform Agar)
Cloretos	250 mg/L	Método de Mohr
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L	Método Gravimétrico

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo de nove meses de monitoramento, foram coletadas 85 amostras de água, com uma média de nove amostras por escola e frequência de coleta aproximadamente quinzenal. Das amostras coletadas, 98% apresentaram pelo menos um dos parâmetros analisados em desconformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria do MS Nº 2914/2011. Entre os parâmetros analisados, a concentração de cloro residual livre (CRL), o pH e a análise microbiológica foram os que não atenderam aos padrões de potabilidade com maior frequência, contribuindo significativamente para a baixa qualidade da água distribuída nessas regiões.

A cor aparente está relacionada à concentração de substâncias dissolvidas e/ou suspensas na água, enquanto a turbidez indica a presença de partículas em suspensão na água. Tanto a cor aparente como a turbidez são analisadas, principalmente, devido ao seu aspecto organoléptico, e seus respectivos valores máximos permitidos pela legislação vigente são 15,0 uH e 5,0 uT. A turbidez tem importância na avaliação da qualidade da água haja vista que o material em suspensão na água tem a capacidade de abrigar possíveis patógenos existentes nestas, inibindo a ação do cloro residual livre sobre os mesmos. Na literatura já foi verificada, por exemplo, a relação direta que existe entre índices de turbidez numa região e admissão hospitalar por doenças gastrointestinais (SCHWARTZ et al., 2000).

O parâmetro pH, por sua vez, deve ser monitorado porque, mesmo não causando danos diretos à saúde humana, o teor ácido da água pode danificar as tubulações que a transportam, na forma de corrosão, enquanto o teor básico compromete a desinfecção por cloro residual livre (AAMODT, 2008).

A Tabela 3 apresenta o percentual de amostras analisadas, de cada SAA, que não atendeu aos padrões de potabilidade quanto aos parâmetros supracitados. Desses resultados é possível constatar que todas as amostras coletadas atenderam ao padrão de potabilidade referente à cor aparente (VMP = 15,0 uH). Contudo, observa-se que a turbidez (VMP = 5 uT) ultrapassou o limite permitido na maioria das amostras coletadas, demonstrando uma provável falha no sistema de tratamento e/ou problemas na rede de distribuição. O pH, por sua vez, mostrou-se abaixo da faixa recomendada em quase a totalidade das amostras, cujos valores variaram entre 4,1 e 6,4, conferindo uma característica ácida às mesmas e sugerindo não haver a correção necessária do pH na estação/unidade de tratamento.

Tabela 3: Percentual das amostras de cada SAA que não atendeu à legislação.

Código do SAA	Cor aparente	pH	Turbidez
1	0%	100%	0%
2	0%	100%	0%
3	0%	67%	44%
4	0%	100%	9%
5	0%	100%	79%
6	0%	100%	57%

O cloro residual livre (CRL) está relacionado à capacidade residual de desinfecção no sistema de distribuição em caso de eventual contaminação, garantindo que, mesmo depois de sair da estação/unidade de tratamento, a água se mantenha própria para o consumo humano em toda a extensão da rede de distribuição.

A legislação estabelece como obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição, devido a sua ação desinfetante. Entretanto, os resultados obtidos durante o estudo e apresentados na Figura 2 evidenciam que a maioria das amostras não apresenta CRL na faixa recomendada. Os pontos de coleta 3 e 6 foram os únicos que apresentaram amostras cujo teor de cloro residual livre estava dentro da faixa recomendada, ou seja, entre 0,2 e 2,0 mg/L. Nota-se que, no ponto de coleta 3, 57% das amostras apresentaram concentrações de CRL acima de 2,0 mg/L; vale ressaltar que valores muito elevados de CRL também devem ser evitados, uma vez que concentrações acima de 5,0 mg/L são consideradas prejudiciais à saúde humana.

A constatação de que a maior parte das amostras apresentou concentrações nulas de cloro residual livre indica que a água de abastecimento dessas regiões não passa pelo tratamento mínimo adequado na forma de cloração, o que expõe a população consumidora de tal água a possíveis microrganismos nocivos.

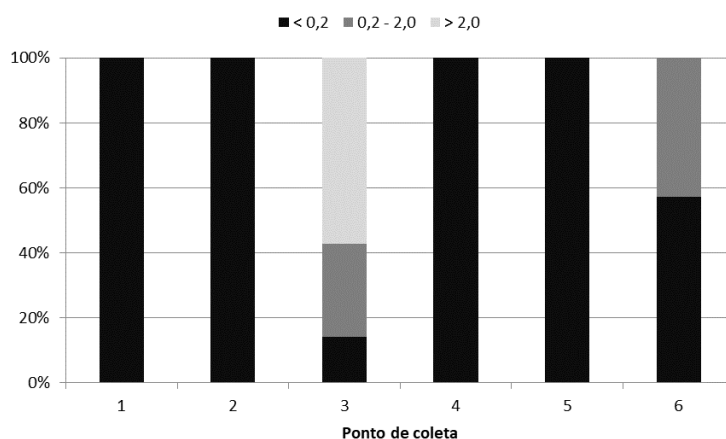


Figura 2 – Proporção das amostras de água segundo concentração de cloro residual livre (mg/L).

A análise microbiológica emprega o grupo de bactérias coliformes para caracterizar contaminação fecal, uma vez que estas são encontradas nas fezes de animais de sangue quente e sua concentração na água é um indicador de contaminação por esgoto sanitário e da possível presença de microrganismos patogênicos. A legislação estabelece que uma amostra de 100 mL de água, destinada ao consumo humano, não deve apresentar *E. coli* nem coliformes totais. Os coliformes totais possuem valor sanitário limitado, uma vez que nem todas as bactérias incluídas nesse grupo são de origem fecal. A presença de *E. coli* na água, entretanto, está diretamente relacionada à presença de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2006).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos está associado a diversos problemas de saúde, como epidemias de doenças gastrointestinais. Essas doenças têm como fonte de infecção a água contaminada e representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000).

Os resultados dos exames microbiológicos realizados revelam o descumprimento da legislação em grande parte das amostras analisadas. Na Figura 3 são apresentados os pontos de coleta e os respectivos percentuais de amostras que continham colônias de coliformes totais e de *E. coli*. No ponto de coleta 2, por exemplo, 100% e 45% das amostras analisadas durante os nove meses de monitoramento continham coliformes totais e *E. coli*, respectivamente. Nenhuma dos pontos monitorados apresentou ausência de coliformes totais na totalidade de suas amostras e apenas duas atenderam à legislação vigente quanto à ausência de *E. coli* em todas as suas amostras. Esses resultados sugerem uma possível falha no processo de desinfecção ou mesmo da ausência dessa etapa de tratamento na estação/unidade de tratamento e corroboram com a constatação da falta de CRL na rede de distribuição.

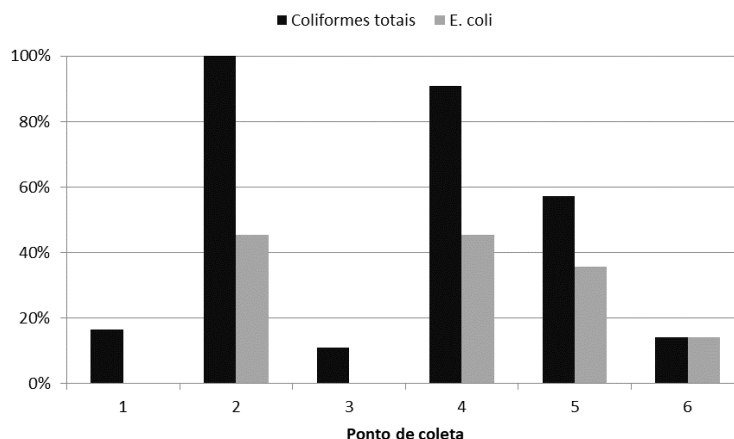


Figura 3 – Percentual das amostras que apresentaram coliformes totais e/ou *E. coli*.

A presença de cloretos na água não causa efeitos negativos significativos na saúde humana, mas afeta o padrão organoléptico da água, especialmente no que diz respeito ao sabor para concentrações acima de 250 mg/L (WHO, 1996). Observou-se no SAA representado pelo ponto de coleta 5 uma alta concentração de cloretos e, consequentemente, de sólidos dissolvidos totais, cujos valores obtidos estavam constantemente acima dos valores máximos permitidos (VMP) pela legislação. Na Figura 4 são apresentados gráficos *boxplot* com os resultados das análises realizadas, indicando os valores de concentração (em mg/L) mínimo, máximo e mediano para cada caso, bem como os VMP para cada parâmetro; além disso, o gráfico permite visualizar a amplitude de 50% dos dados, ilustrando o quanto a maioria das amostras se afastaram dos valores máximos permitidos.

A mediana da concentração de sólidos dissolvidos totais nesse SAA, por exemplo, foi de 2026 mg/L, isto é, mais do que o dobro do VMP (1000 mg/L), e 50% das amostras apresentaram concentrações entre 1699 e 2123 mg/L. Quanto aos cloretos, cujo VMP é igual a 250 mg/L, nota-se que o maior valor obtido durante as análises foi 966 mg/L, quase quatro vezes o valor máximo, e que metade das amostras se situa na faixa de 657 a 858 mg/L de cloretos. Estes resultados, revelam o cenário preocupante que a população abastecida por essa água enfrenta.

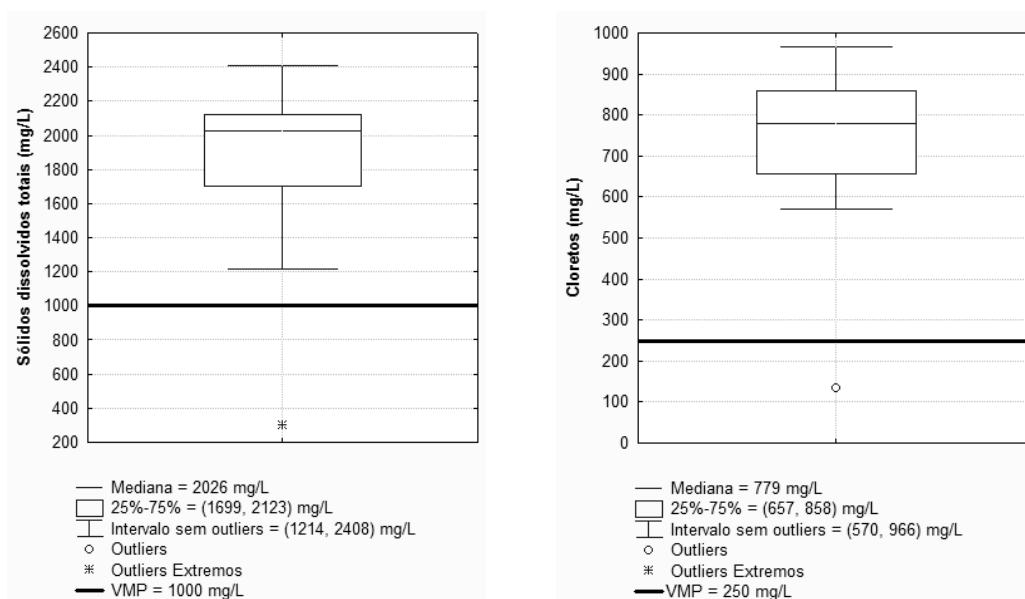


Figura 4 – Gráficos *boxplot* detalhando os valores obtidos para os parâmetros analisados, cloretos e sólidos dissolvidos totais, em amostras do ponto de coleta 5.

Os dados obtidos no presente estudo mostram que uma grande parcela da população de Maceió (AL) é abastecida com água de péssima qualidade e em desconformidade com o estabelecido na portaria do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Tal situação exige atenção urgente, de forma a garantir que a água distribuída não exponha a população a doenças de veiculação hídrica.

CONCLUSÕES

Após a análise dos dados obtidos neste estudo é possível atestar a situação de vulnerabilidade a qual estas comunidades estão submetidas, observando o descumprimento da Portaria do MS Nº 2914/2011 quanto aos vários parâmetros de potabilidade analisados.

O não atendimento da norma preconizada quanto à concentração de cloro residual livre, por exemplo, permite a inferência de que a água fornecida a essas comunidades não recebe o tratamento de cloração adequado. Tal deficiência no tratamento da água é responsável pela presença constante de coliformes totais e *E. coli* na água, indicando que a água proveniente desses SAAs tem uma maior probabilidade de conter microrganismos nocivos à saúde humana, o que representa um risco sanitário associado ao seu consumo. Assim, a população abastecida pelos sistemas analisados encontra-se suscetível a doenças gastrointestinais, episódios de diarreia e contaminações por vírus.

Dessa forma, o cenário constatado por meio dos resultados deste estudo evidencia a necessidade de que os gestores responsáveis pelo sistema público de abastecimento de água realizem ações contundentes na forma de vigilância, de monitoramento e, especialmente, de tratamento adequado, objetivando garantir o acesso à água de qualidade para essas populações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AAMODT, G.; BUKHOLM, G.; JAHNSEN, J.; MOUM, B.; VATN, M H. The association between water supply and inflammatory bowel disease based on a 1990-1993 cohort study in southeastern Norway. *American Journal of Epidemiology*, 168(9), p.1065-1072, 2008.
2. AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, 37(4), p.510-514, 2003.
3. APHA/AWWA/WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th Ed., USA, 1998.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. *Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado de Alagoas – Ano base 2011*. Brasília, DF, 2012.
5. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011).
7. BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Seção 5.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 212 p., 2006.
9. CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. *Revista Ambiente & Água*, 9(3), p.550-558, 2014.
10. FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(3), p.651-660, 2001.

11. GALBRAITH, N. S.; BARRETT, N. J.; STANWELL-SMITH, R. Water and Disease After Croydon: A Review of Water-borne and Water-associated Disease in the UK 1937–86. *Water and Environment Journal*, 1(1), p.7–21, 1987.
12. MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(3), p.695-708, 2016.
13. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). *La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible*. Washington, D.C., OPS, 283p., 2000.
14. PONTES, C. A. A.; SCHRAMM, F. R. Bioética da proteção e papel do Estado: problemas morais no acesso desigual à água potável. *Cadernos de Saúde Pública*, 20(5), p.1319-1327, 2004.
15. SCHWARTZ, J.; LEVIN, R.; GOLDSTEIN, R. Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 54(1), p.45-51, 2000.
16. SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*, 8(4), p.1019-1028, 2003.
17. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Chloride in Drinking-water: Background document for development. In: *Guidelines for drinking-water quality: Health criteria and other supporting information*. 2. ed., v.2, Geneva: World Health Organization, 1996.
18. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Water, Sanitation and Hygiene Links to Health: Facts and Figures*. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/factsfigures2005.pdf?ua=1. Acesso em: 16/09/2017.