

Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil

Correlation between drinking water quality and occurrence of diarrhea and hepatitis A in the Federal District/Brazil

Rossana Santos de Castro¹, Vanessa Resende Nogueira Cruvinel², Jaime Lopes da Mota Oliveira³

DOI: 10.1590/0103-11042019S301

RESUMO O abastecimento público de água de maneira segura e eficiente ainda é um desafio no Brasil. Isso pode levar a um aumento na incidência de agravos como Doença Diarreica Aguda (DDA) e hepatite A. O objetivo deste trabalho foi associar a qualidade da água distribuída e a ocorrência de DDA e hepatite A no Distrito Federal (DF) (Brasil) entre 2012 e 2017. Os dados referentes aos índices de reclamação relativos à água e da não conformidade da sua qualidade foram cedidos pela Companhia de Abastecimento do DF. As taxas de ocorrência de DDA e hepatite A foram obtidos pela Secretaria de Saúde. Os índices de reclamação tiveram relação direta com os de não conformidades na concentração de cloro residual livre e de turbidez da água; no entanto, essa relação foi inversa aos agravos. Isso mostra que o monitoramento realizado pelo controle de qualidade da concessionária teve relevância na redução desses agravos, inclusive durante o período de intermitência no abastecimento (2017). O canal de comunicação entre os usuários e o prestador de serviços, portanto, foi fundamental para as ações corretivas da empresa, o que refletiu na redução de casos de DDA e de hepatite A.

PALAVRAS-CHAVE Saneamento básico. Racionamento de água. Diarreia. Hepatite A.

ABSTRACT *Safe and efficient public water supply is still a challenge in Brazil. This may lead to an increased incidence of diseases such as Acute Diarrheal Disease (ADD) and hepatitis A. The aim of this study was to associate the quality of water distributed and the occurrence of ADD and hepatitis A in the Federal District (FD) (Brazil) between 2012 and 2017. Data regarding the complaint rates related to water and the non-compliance of its quality were provided by the Supply Company of the FD. The occurrence rates of ADD and hepatitis A were obtained by the Department of Health. Complaint rates were directly related to the non-conformities in relation to free residual chlorine concentration and turbidity of water; however, that relation was inverse to the injuries. This shows that the monitoring carried out by the concessionaire's quality control was relevant in reducing these problems, even during the intermittent supply period (2017). Therefore, the communication channel between users and the service provider was fundamental for the company's corrective actions, which reflected in the reduction of ADD and hepatitis A cases.*

KEYWORDS *Basic sanitation. Water rationing. Diarrhea. Hepatitis A.*

¹Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa) - Brasília (DF), Brasil.

²Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Ceilândia (FCE) - Brasília (DF), Brasil.

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (Ensp), Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental (DSSA) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil. jaimelmoliveira@gmail.com

Introdução

A preocupação de distribuir a água de maneira segura para evitar a ocorrência de doenças de veiculação hídrica já ocorre desde as civilizações antigas¹. No entanto, a correlação entre a ocorrência de agravos à saúde e o sistema de abastecimento público foi realizada somente em 1832 por John Snow na Inglaterra². A partir desse marco, regulamentações foram criadas para garantir que todas as formas de abastecimento de água passassem a ocorrer de maneira sanitariamente segura para evitar que as doenças de veiculação hídrica ocorressem.

A água pode conter constituintes impróprios, sendo necessário o seu tratamento prévio antes do consumo. Após esse procedimento, a água é normalmente distribuída por tubulações e reservatórios até os usuários. Assim, o sistema de abastecimento público é constituído pelo tratamento e pela distribuição da água. Vazamentos nas tubulações e intermitência do sistema podem comprometer a qualidade da água que chega à população e assim carrear agentes etiológicos causadores de doenças, sendo um dos sintomas mais comuns a diarreia aguda^{3,4}. A denominada Doença Diarreica Aguda (DDA) é de origem infecciosa e pode ser causada por diferentes agentes, sendo caracterizada pela evacuação constante, podendo chegar à desidratação⁵.

Somente de 2010 a 2014, foram notificados 21 milhões de DDA em menores de 5 anos no Distrito Federal (DF) provavelmente devido ao abastecimento inadequado de água; entretanto, tem sido observada uma redução deste quadro epidemiológico nos últimos anos⁶. Além da DDA, um indicador de saúde bem característico em relação ao abastecimento de água é a ocorrência de hepatite A.

A Portaria MS nº 2.914⁷ define parâmetros e critérios de aceitação da qualidade da água nos seus diversos níveis: após tratamento, reservatórios e rede de distribuição. A qualidade da água distribuída em uma cidade deve ser verificada tanto pela concessionária que administra esses serviços por meio de seu

controle de qualidade quanto pelo município ou pelo DF a partir da vigilância em saúde. Dentre os parâmetros prioritários utilizados no monitoramento da qualidade da água, destacam-se a turbidez, o cloro residual livre e a contaminação microbiológica (Coliformes Totais e *Escherichia Coli*). Esses parâmetros podem sinalizar irregularidades no sistema de abastecimento. A norma diz que a água da rede de distribuição deve ter entre 0,5 e 5,0 mg.L⁻¹ de cloro residual livre e uma turbidez abaixo de 5 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez), além de estar livre de contaminação microbiológica.

O DF pertence ao Planalto Central, onde ficam as principais cabeceiras das três grandes regiões hidrográficas brasileiras: Tocantins-Araguaia, São Francisco e Paraná. Desse modo, a disponibilidade hídrica da região depende diretamente da incidência de chuvas. No entanto, o ano de 2016 foi marcado por uma queda no índice pluviométrico, o que provocou uma redução significativa nesses principais reservatórios da cidade⁸. Medidas de contenção como fiscalização e redução na outorga para as atividades agropecuárias e de conscientização de uso racional da água não foram suficientes para se evitar um rodízio no abastecimento público de água em 2017. Esse revezamento funcionou com um dia de interrupção, dois para o retorno da água (período de regularização) e quatro com o abastecimento normalizado⁹.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma possível correlação entre as não conformidades referentes à qualidade da água que abastece o DF, os índices de reclamação dos usuários referente à água consumida e a ocorrência de DDA e hepatite A no período de 2012 a 2017.

Material e métodos

Foi realizado um estudo ecológico tendo como unidade de análise a população do DF, Brasil. Esta abordagem busca relacionar indicadores de exposição com os indicadores

epidemiológicos de determinados grupos populacionais. Os indicadores de exposição foram os diferentes parâmetros utilizados para definir a qualidade da água que abasteceu o DF, já os indicadores epidemiológicos foram a ocorrência de agravos reconhecidamente associados à qualidade da água. O período deste estudo foi entre 2012 e 2017, no qual foi incorporado o ano em que foi declarada escassez hídrica e rodízio no abastecimento público.

Os resultados sobre a qualidade da água distribuída foram cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (Adasa). Esses dados estão abertos à população por determinação da lei de acesso à informação. Os parâmetros obtidos foram: Cloro Residual Livre (CRL), Turbidez (T), Coliformes Totais (CT) e *Escherichia Coli* (EC). Normalmente, a concessionária realiza a coleta de um número mínimo de amostras da rede de distribuição dependendo do parâmetro a ser analisado. As amostras que, porventura, tiverem o resultado fora dos padrões recomendados pela portaria (*tabela 1*), estão identificadas como Não Conformes (NC). Foram disponibilizados pela Adasa os dados mensais de amostras totais coletadas na rede, bem como a quantidade de amostras NC. Os Índices de Não Conformidade (INC) da água distribuída no DF para cada parâmetro foi calculado a partir da razão entre a quantidade de amostras NC e a quantidade total de amostras coletadas no período. Para que fosse possível realizar uma correlação com os índices de agravos (DDA e hepatite A), foi realizada a integração desses dados por ano.

Os dados de reclamações referentes à qualidade da água foram acessados diretamente do Relatório de Indicadores de Desempenho da Companhia, que também são dados abertos à população. Nesse relatório, constam todas as reclamações feitas à empresa relativas ou não à água. Desse modo, o Índice Relativo de Reclamações (IRR) foi calculado pela razão entre as reclamações sobre a qualidade da água e o total das reclamações que chegaram à companhia.

Os dados referentes à ocorrência de DDA e de hepatite A no DF foram cedidos pela Secretaria de Saúde. Foi possível obter todos esses dados para cada mês do período deste estudo. A taxa de DDA e de hepatite A para cada mil habitantes foi determinada a partir da razão entre a ocorrência de cada agravo com a população estimada no ano correspondente multiplicada por mil.

Todos os dados obtidos foram plotados por mês a fim de conhecer a tendência de cada indicador no período, exceto para os índices de reclamação, pois não estão disponíveis. Os INC para cada parâmetro de qualidade da água e IRR por ano (variáveis independentes) foram analisados por meio de sua correlação 'um a um' com a taxa de DDA e a taxa de hepatite A (variáveis dependentes). Além disso, foi realizada uma análise de provável correlação entre os INC (variáveis independentes) e o IRR (variável dependente).

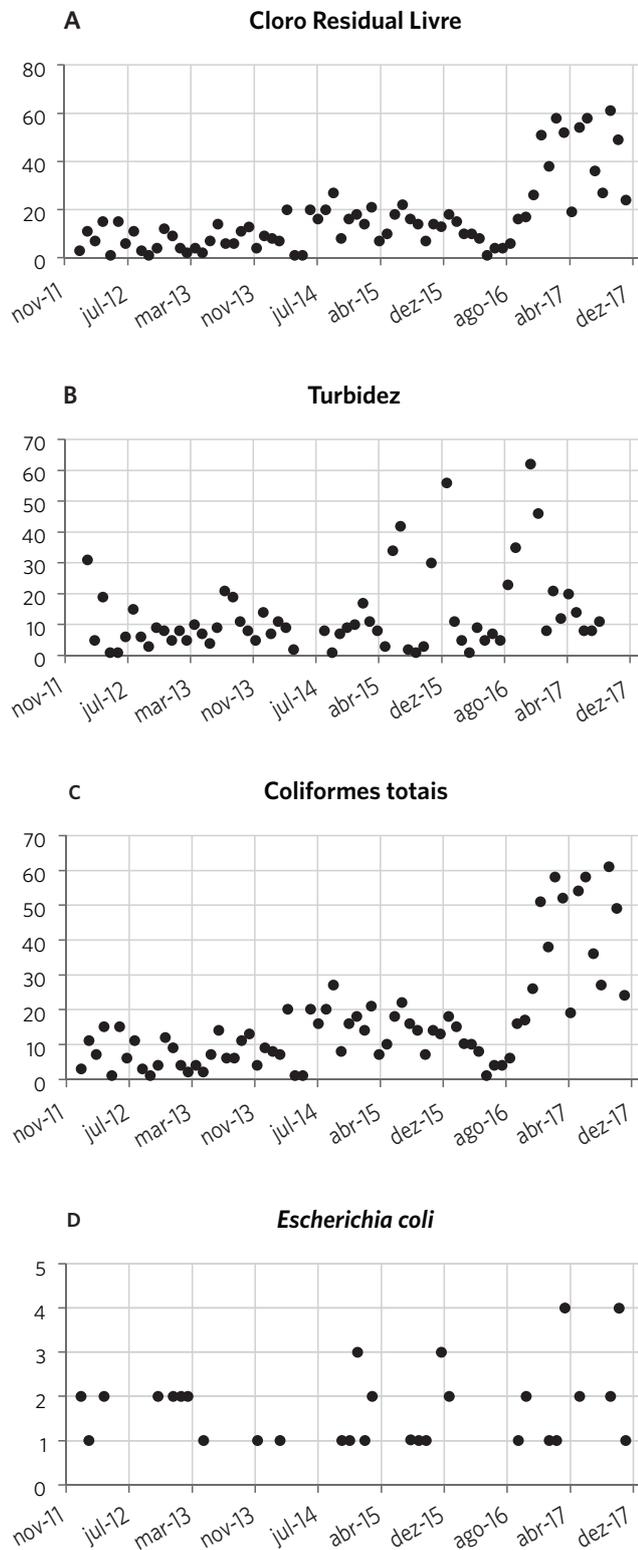
Inicialmente, foi realizada a análise de regressão linear simples entre cada grupo de variáveis (dependentes e independentes) para selecionar os indicadores que foram utilizados na análise de Stepwise. O nível de significância adotado nessas correlações foi de 20% ($p \leq 0,2$). Todos os testes estatísticos foram realizados no programa R-Studio.

Resultados e discussão

Qualidade da água distribuída no Distrito Federal

A *figura 1* mostra que, a partir de 2015, houve um aumento no número de amostras de água do DF com não conformidade em relação ao padrão de qualidade aceitável para CRL, T, CT e EC. Observa-se que as não conformidades dessas amostras foram mais expressivas no ano em que foi implantado o rodízio no abastecimento (*figura 1*). No entanto, nesse período, a quantidade de amostras retirada da rede foi maior do que nos anteriores (*tabela 1*).

Figura 1. Número de amostras mensais Não Conformes (fora do padrão de potabilidade) na água distribuída no DF entre 2012 e 2017 de acordo com os parâmetros prioritários de Cloro Residual Livre (A); Turbidez (B); Coliformes Totais (C) e *Escherichia Coli* (D). Dados cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (Adasa)



A *tabela 1* mostra a quantidade de amostras coletadas pelo controle de qualidade da concessionária entre 2012 e 2017, bem como os INC da qualidade da água em relação aos parâmetros CRL, T, CT e EC, os índices anuais de agravos para DDA e hepatite A, a população estimada em cada ano e a taxa de crescimento populacional.

Os parâmetros que tiveram uma quantidade mais expressiva de amostras NC foram CRL, CT e T (*tabela 1*). Morais e colaboradores¹⁰ obtiveram valores de CRL abaixo do recomendado pela portaria quando realizaram o monitoramento da água distribuída em Goiás. A baixa concentração de cloro na rede de distribuição pode ocorrer devido a erros operacionais durante o processo de tratamento de água (dosagem inadequada de cloro) e/ou o seu consumo na própria rede (matéria orgânica presente na rede)¹¹. A intermitência no abastecimento de água pode causar ressecamento interno nas tubulações e isso pode

provocar o desprendimento de incrustações e do limo, os quais, com o retorno da água, podem ser carregados, ocasionando aumento da T e da concentração de matéria orgânica na água; e este aumento pode consumir o cloro da rede¹². A incrustação e o limo se formam com o tempo de uso e são comuns nas redes de distribuição¹³. O INC de CT e de T em 2017, ano em que foi operacionalizado o rodízio de água, foi menor do que em 2016 (*tabela 1*). Uma possível explicação para esse fato pode ser a manobra durante o período de racionamento, na qual a amostragem da água era realizada somente após a normalização do abastecimento, ou seja, 48 horas após o retorno da água. Com isso, a frequência de amostras NC para estes dois parâmetros tende a ficar menor, fato que não refletiu no CRL. Portanto, 48 horas pode não ter sido suficiente para a real normalização da rede de abastecimento.

Tabela 1. Variáveis coletadas pelos bancos de dados: quantidade de amostras coletadas na rede de distribuição de água pela concessionária, percentual relativo de amostras com não conformidade (INC), índice de reclamação relativa (IRR) à qualidade da água, população total estimada do DF e a taxa de crescimento populacional

Variáveis		Período de Coleta de Dados					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
Quantidade de Amostras Coletadas	CRL ⁽¹⁾	9.174	9.243	8.474	10.546	8.552	19.517
	T ⁽²⁾	9.117	9.237	8.408	10.544	8.540	19.512
	CT ⁽³⁾	9.172	9.241	7.754	10.532	8.560	19.526
	EC ⁽⁴⁾	9.171	9.241	7.754	10.532	8.560	19.526
INC	CRL ⁽¹⁾	0,010	0,009	0,018	0,016	0,016	0,023
	T ⁽²⁾	0,021	0,012	0,007	0,013	0,030	0,019
	CT ⁽³⁾	0,018	0,011	0,017	0,028	0,031	0,022
	EC ⁽⁴⁾	0,0007	0,0009	0,0004	0,0011	0,0006	0,0008
Índice de Agravos ⁽⁵⁾	DDA ⁽⁶⁾	27,12	21,56	28,79	12,03	11,01	7,18
	HEP A ⁽⁷⁾	0,060	0,028	0,020	0,010	0,004	0,005
IRR ⁽⁸⁾		0,22	0,14	0,15	0,15	0,23	0,32
População Estimada ⁽⁹⁾		2.648.532	2.789.761	2.852.372	2.914.830	2.977.216	3.039.444
Taxa de Crescimento Populacional ⁽¹⁰⁾		1,015	1,053	1,022	1,022	1,021	1,021

Notas: (1) Cloro Residual Livre; (2) Turbidez; (3) Coliformes Totais; (4) *Escherichia coli*; (5) Índice de Agravos Relativos para cada 1.000 habitantes; (6) Doença Diarreica Aguda; (7) Hepatite A; (8) Índice Relativo de Reclamações; (9) Dados coletados do IBGE¹⁴; (10) Razão entre a população do ano vigente e a do ano anterior. Dados de qualidade da água foram cedidos pela Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF (ADASA). Dados de saúde foram cedidos pela Secretaria de Saúde do DF.

A quantidade mínima de amostras que devem ser coletadas para o monitoramento depende da população atendida pelo sistema de abastecimento⁷. O DF possui cerca 2,5 milhões de habitantes, logo, o monitoramento realizado pela concessionária deveria retirar aproximadamente 8.460 amostras por ano no sistema de distribuição de água⁷; entretanto, em 2017, a Companhia realizou mais de 19 mil amostras (*tabela 1*). Esse resultado pode denotar uma maior preocupação da companhia no monitoramento do sistema de abastecimento devido à intermitência. Essa medida corrobora as recomendações citadas por O'Connor¹⁵ no inquérito de Walkerton em Toronto que coloca o monitoramento como uma barreira efetiva no risco de contaminação na gestão dos sistemas de abastecimento de água.

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano deve ser realizado por dois diferentes atores: a vigilância em saúde ambiental e a concessionária responsável pelo abastecimento. Enquanto a vigilância busca associar e/ou prevenir agravos que podem ser transmitidos pela água, a concessionária tem o objetivo de controlar a qualidade do seu produto ofertado. Para ela, uma não conformidade mostra a ocorrência de algum erro no sistema de distribuição de água, e a companhia deve seguir protocolos para as correções dessas falhas. Após as ações corretivas, uma nova amostragem nos pontos com não conformidade deve ser realizada para verificar a eficácia da ação e confirmar a melhora do sistema⁷. Logo, o resultado de não conformidade pode não corresponder a uma água de má qualidade que chega ao usuário final. A vigilância normalmente coleta uma quantidade de amostras menor do que a praticada pelo controle de qualidade da concessionária¹⁶. Conforme consta na Diretriz Nacional de Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano do Ministério da Saúde¹⁶, o número de amostra de água da cidade de Ubatuba, São Paulo, coletado pela vigilância foi bem inferior ao do controle da concessionária em 2003. Enquanto a vigilância coletou 463, 463 e 448 amostras para as análises de CRL, T e CT, respectivamente, o controle realizou uma amostragem de

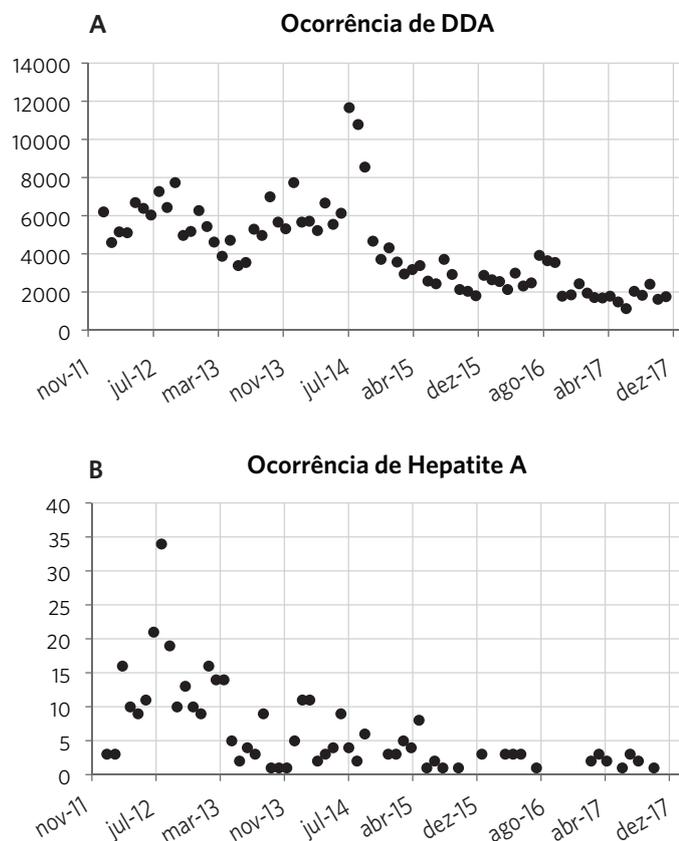
1.232, 1.275 e 1.257 para estes mesmos respectivos parâmetros. Isto resultou em um percentual maior de amostras fora do padrão de qualidade (não conformidade) na amostragem realizada pela vigilância. Essa diferença apresenta diferentes INC obtidos por esses dois atores. O fato do número de amostras realizado pela concessionária do DF ter sido maior principalmente no período de intermitência (2017) provoca uma queda no INC, o que provavelmente não seria observado pela vigilância (*tabela 1*). Logo, os valores absolutos de não conformidade das amostras refletem os impactos ao sistema de distribuição de água sofrido pelo rodízio no abastecimento em 2017.

O Relatório de Indicadores da concessionária mostra que o IRR da qualidade da água aumentou nos anos de 2016 e 2017 (*tabela 1*). Em valores absolutos, em 2015, foram contabilizadas 721 reclamações quanto à qualidade da água distribuída no DF contra 894 em 2016 e 1.382 em 2017. Esses valores representam um aumento de aproximadamente 24% em 2016 e 91% em 2017 em relação a 2015. A reclamação pelos usuários ocorre normalmente pela percepção das características organolépticas da água consumida. A presença de cor, sabor e odor, bem como de T, são fatores que levam o usuário a questionar a qualidade da água¹⁵. Esse resultado reforça a ideia de falhas na gestão das manobras no período de racionamento, em que, provavelmente, os usuários podem ter sido atendidos pela água antes do período de normalização, ou seja, no período intermediário entre o corte e o abastecimento normal e, com isso, terem armazenado e até consumido esta água que não estava própria para o seu consumo.

Taxas de Doença Diarreica Aguda (DDA) e hepatite A no Distrito Federal

A *figura 2* mostra os casos mensais de DDA e hepatite A registrados na secretaria de saúde do DF entre 2012 e 2017. Pode ser observado que nos três últimos anos (2015, 2016 e 2017) a quantidade de casos desses dois agravos reduziu. Além disso, a *tabela 1* mostra também uma redução nas taxas de incidência desses dois agravos ao longo desse período.

Figura 2. Quantidade de notificações de Doença Diarreica Aguda (DDA) (A) e de Hepatite A (B) no DF entre 2012 e 2017. Dados cedidos pela Secretaria de Saúde do DF



Esse resultado mostra que esses dois agravos vêm sendo reduzidos ao longo dos anos, o que corrobora os estudos realizados por Meneguessi e colaboradores¹⁷ entre 2003 e 2012. Esses autores encontraram em torno de 70 mil registros de DDA em 2012 – que foi próximo ao encontrado neste estudo –; e em 2017, esse valor chegou a menos de 22 mil casos. Apesar de um resultado positivo em relação à ocorrência desses agravos nessa população, essa tendência não pode ser comemorada. A DDA é um agravo que pode ser evitado com melhorias simples de saúde pública. Destaca-se que não só a água de abastecimento é a responsável pela sua transmissão, mas também o esgotamento sanitário e a drenagem também são formas de disseminação

dos agentes patogênicos responsáveis por esse agravo. Almeida¹⁸ associou a ocorrência de DDA provocada por agentes bacterianos em Anápolis (GO) às condições precárias de higienização e conservação dos seus reservatórios de água. Ela elucidou que o hábito de consumir água da torneira a partir de reservatórios malconservados teve correlação com DDA de origem bacteriana. Portanto, mesmo com a garantia de um sistema de distribuição de água satisfatório, os índices de DDA somente poderão ser reduzidos a um limiar satisfatório quando outros problemas intrínsecos a sua transmissão forem resolvidos.

Por outro lado, a ocorrência hepatite A está intrinsecamente associada à qualidade da água consumida. Braga e colaboradores¹⁹

identificaram o risco de hepatite A correlacionado às deficiências ou ausências de abastecimento de água em diferentes territórios no município de Duque de Caxias (Rio de Janeiro). A ocorrência de hepatite A no DF foi menor nos últimos anos deste estudo, chegando a 13 e 14 em 2016 e 2017, respectivamente, o que corresponde à metade dos casos notificados em relação a 2015. Além disso, as taxas de hepatite A para cada mil habitantes nos últimos anos foram reduzidas saindo de 0,060 em 2012 para 0,005 em 2017 (*tabela 1*). Essas observações mostram que pode estar havendo uma maior preocupação pela qualidade da água que abastece o DF, confirmando a importância tanto do controle realizado pela concessionária quanto pela participação ativa dos usuários. No entanto, o índice de hepatite em 2017 foi um pouco acima que 2016 provavelmente pela intermitência

no abastecimento. Portanto, é importante a realização de uma análise crítica na gestão da água para consumo humano quando em momentos que seja necessária a intermitência no abastecimento.

Correlação entre os dados

A *tabela 2* mostra os resultados de regressão linear simples aplicada nas variáveis taxa de DDA, taxa de hepatite A e IRR relativo à qualidade da água como variáveis dependentes com os INC para cada parâmetro de qualidade da água da rede de distribuição (CRL, T, CT e EC) e IRR relativo à qualidade da água como variáveis independentes. A partir desse resultado, as variáveis que obtiveram valores de $p \leq 0,2$ foram submetidas ao Stepwise para obter os índices de correlação de Pearson (*figura 3*) entre elas.

Tabela 2. Valores de p obtidos após a análise de regressão linear simples realizada entre as diferentes variáveis: taxa de Doença Diarreica Aguda (DDA) e Hepatite A, Índices de Não Conformidade (INC) e Índice de Reclamações Relativas (IRR)

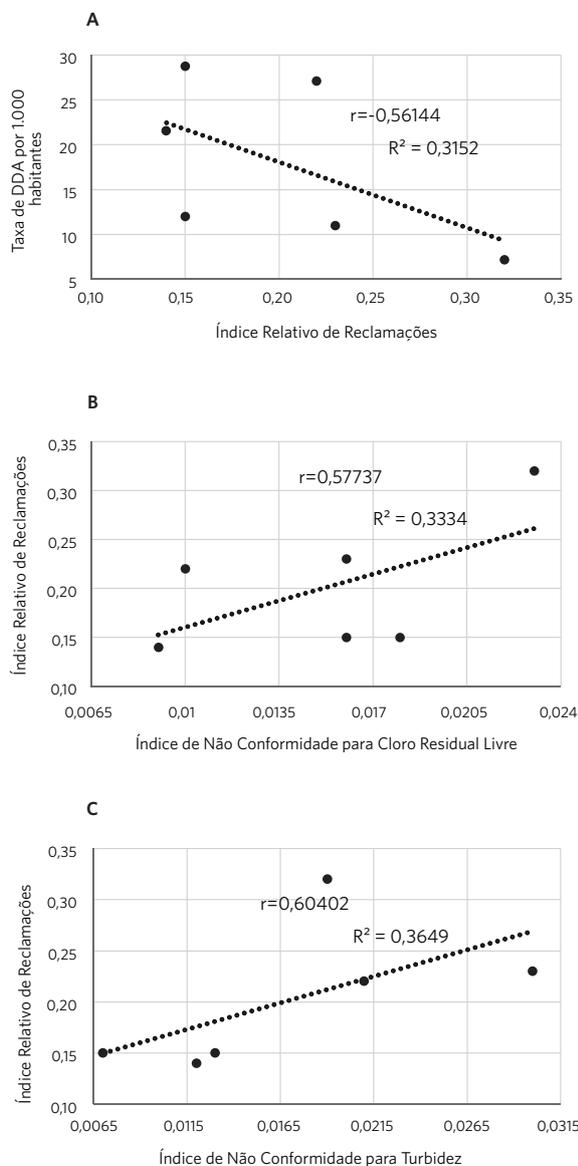
Variáveis Dependentes	Variáveis Independentes				IRR
	INC				
	CRL*	T**	CT***	EC****	
Taxa de DDA	0,52	0,70	0,68	0,23	0,19
Taxa de Hepatite A	0,58	0,90	0,77	0,85	0,70
IRR	0,20	0,20	0,30	0,55	-

*CRL - cloro residual livre. **T - turbidez. ***CT - coliformes totais; ****EC - *Escherichia coli*.

A *figura 3* mostra que os índices de regressão (R^2) foram baixos, mas são valores comuns para este tipo de estudo. Por outro lado, os

índices de correlação de Pearson (r) obtidos foram maiores que 0,50, mostrando que essas correlações são significativas.

Figura 3. Correlações (r) entre as diferentes variáveis que tiveram valores de regressão linear satisfatório ($p \leq 0,2$). Em (A) taxa de Doença Diarreica Aguda (DDA) por 1.000 habitantes e Índice Relativo de Reclamações ($r = -0,56144$), (B) Índice Relativo de Reclamações e Índice de Não Conformidade para Cloro Residual Livre ($r = 0,57737$), (C) Índice Relativo de Reclamações e Índice de Não Conformidade para Turbidez ($r = 0,60402$)



Os resultados estatísticos de regressão linear mostraram que, caso fosse utilizado um nível de significância mais rigoroso como 10 ou 5% ($p \leq 0,1$ ou $0,05$), por exemplo, o que é comum em estudos ecológicos, excluiria todas as variáveis para serem testadas. Desse modo, adotou-se um valor menos criterioso. Mesmo nessa condição, somente a taxa de

DDA (indicador de saúde) teve correlação com o IRR. Utilizando o IRR como variável dependente, somente os INC de CRL e de T tiveram correlação (*tabela 2*). Esse resultado mostra a dificuldade em associar variáveis ambientais e a incidência de doenças. Queiroz, Heller e Silva²⁰ não conseguiram obter uma boa correlação entre a qualidade da água e

incidência de DDA em Vitória (ES).

A taxa de DDA teve uma relação inversa com o IRR (*figura 3A*), sinalizando que quanto maior a quantidade de reclamações, menor a taxa de doenças. Uma provável explicação desse resultado seria a efetividade das reclamações promovendo melhorias no sistema de abastecimento e, com isso, promovendo uma melhor condição de saúde da população. Meisen e colaboradores²¹ também obtiveram correlação negativa entre a qualidade da água e DDA, mas pouco significativas. Além disso, eles não conseguiram apontar essas correlações com diversas características da água. Destaca-se ainda que uma não conformidade não significa que uma água com qualidade ruim chega às residências, mas, sim, a identificação de falhas no sistema que podem ter sido corrigidas. Provavelmente, o monitoramento realizado pela companhia está surtindo efeito, evitando a proliferação de DDA pela água consumida. Em relação à qualidade da água e hepatite A, embora existam relatos que indiquem que o suprimento de água segura diminui a prevalência dessa doença²², os estudos empreendidos não foram capazes de estabelecer correlações entre essas variáveis como também observado por da Silva e outros²³.

As variáveis INC de CRL e T mostraram correlação direta com o IRR (*figuras 3B e C*). A proliferação de micro-organismos na rede de distribuição, além de favorecer o consumo de cloro, pode promover a sua T e é capaz de gerar alterações de odor e sabor²⁴, o que poderia, além do aspecto visual, influenciar no aumento das reclamações sobre a qualidade da água.

Este estudo mostra o quanto é difícil obter relação segura entre as variáveis de saneamento e as condições de saúde da população. O fato de o monitoramento da rede de abastecimento encontrar uma não conformidade na qualidade da água pode refletir positivamente no estado de saúde da população se medidas corretivas forem tomadas. Um fato importante é a percepção da população como um fator de controle, pois ela pode rejeitar a água quando detecta alguma alteração. Nesse caso, a manutenção

das vias abertas de reclamação com a concessionária, principalmente nos momentos de escassez e restrição de abastecimento, é essencial ao bom gerenciamento do serviço de abastecimento de água.

Conclusões

A partir deste estudo, pode-se inferir que a quantidade de amostras com não conformidade identificadas pelo controle de qualidade da concessionária vem aumentando nos últimos anos, mas o INC para os parâmetros CRL, T, CT e EC vem sendo mantido, provavelmente pelo aumento na quantidade de amostras coletas. O número de reclamações realizados pela população em relação à qualidade da água distribuída (IRR) também aumentou. Isso mostra que a água que chega aos usuários apresentou característica organoléptica insatisfatória. Destaca-se que, no período de racionamento, tanto o INC quanto o IRR foram maiores. O número de agravos de DDA e hepatite A vem seguindo a tendência decrescente, e isso mostra que provavelmente esses agravos podem não corresponder à qualidade da água. As correlações mais significativas observadas ocorreram entre a taxa de DDA com o IRR de maneira inversa. Já o IRR teve correlação positiva com o INC de CRL e T, mostrando a dificuldade em obter uma correlação entre as condições de abastecimento de água e os agravos relativos ao saneamento inadequado mesmo nos momentos de racionamento.

Colaboradores

Castro RS (0000-0002-1974-9586)* contribuiu para coleta e estruturação dos dados, elaboração e revisão do artigo. Cruvinel VRN (0000-0003-1518-4167)* contribuiu para estruturação dos dados e revisão do artigo. Oliveira JLM (0000-0002-0361-3457)* contribuiu para estruturação dos dados, elaboração e revisão do artigo. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Davis ML, Masten SJ. Princípios de engenharia ambiental. 3. ed. Porto Alegre: AMGH; 2016.
2. Snow J. On the mode of communication of cholera. London: John Churchill; Prince Street; Soho; 1849.
3. Tucci CEM. Gerenciamento da drenagem urbana. Rev. Bras. Recur. Hídricos. 2002; 7(1):5-27.
4. Castro JE, Heller L. Water and sanitation services: public policy and management. London: Earthscan; 2009.
5. Façanha MC, Pinheiro AC. Comportamento das doenças diarreicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001. Cad. Saúde Pública. 2005; 21(1):49-54.
6. Distrito Federal. Secretaria de Saúde. Subsecretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico: doenças imunopreveníveis e doenças de transmissão hídrica e alimentar. Distrito Federal: NCDIA; NATHA; 2015. [acesso 2018 ago 27]. Disponível em: <http://www.saude.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Doen%C3%A7as-Imunopreven%C3%ADveis-e-doen%C3%A7as-de-Transmiss%C3%A3o-Hidrica-e-Alimentar-n%C2%BA-01-swtembro2015.pdf>.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 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. 14 Dez 2011.
8. Capodeferro M, Smiderle JJ, Oliveira LAD. Mecanismos adotados pelo Distrito Federal no combate à crise hídrica. In: XXXVI Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; 2018 Out 28-31; Guayaquil. Equador. Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2018.
9. Caesb. Relatório da Administração. Brasília, DF: Caesb; 2017. [acesso em 2018 set 2]. Disponível em: https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/Relatorio_da_Administracao-2017.pdf.
10. Moraes WA, Saleh BB, Santos WS, et al. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. Cad. Saúde Colet. 2016; 24(3):361-367.
11. Moraes LRS, Borja PC, Tosta CS. Qualidade de água da rede de distribuição e de beber em assentamento periurbano: estudo de caso. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia sanitária e Ambiental; 1999 Set 20-25; Recife. Pernambuco: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999. p. 1462-73.
12. Lazcano CA. Fallas y problemas de la desinfección urbana. In: Anais do Simposio Regional sobre Calidad del Agua: Desinfección Efectiva [internet]; 1998 out 27-29; Lima. Peru; 1998. p. 1-11. [acesso em 2018 out 5]. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen2.pdf>.
13. Heller L, Pádua VL. Abastecimento de água para consumo humano. Minas Gerais: UFMG; 2006.
14. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População residente enviada ao Tribunal de Contas da União. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação de 2001 a 2015 [internet]. [acesso 2018 dez 15]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>.
15. O'Connor DR. Report of the Walkerton Inquiry: Part two - A Strategy for Safe Water. 2002; Toronto, Canada [internet]. [acesso em 2018 out 20]. Disponível em: http://www.archives.gov.on.ca/en/e_records/walkerton/report2/index.html.
16. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo [internet]. Brasília, DF: MS; 2006. Série A: normas e manuais técnicos. [acesso 2018 dez 5]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_vigiagua.pdf.

17. Meneguessi GM, Mossri RM, Segatto TCV, et al. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2015; 24(3):721-730.
18. Almeida FF. Influência dos fatores socioambientais, sanitários e enteropatógenos em crianças menores de 5 anos com diarreia atendidas em Unidades de Saúde do Município de Anápolis – GO. [dissertação]. Anápolis: Centro Universitário Unievangélica de Anápolis; 2016. 63 p.
19. Braga RCC, Valencia LIO, Medronho RA, et al. Estimativa de áreas de risco para hepatite A. *Cad. Saúde Pública*. 2008; 24(8):1743-1752.
20. Queiroz JTM, Heller L, Silva SR. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória – ES. *Saúde Soc*. 2009; 18(3):479-489.
21. Meisen MN, Bohn N, Tavares LBB, et al. Ocorrência de doenças diarreicas agudas (DDA) com a qualidade da água para consumo humano no município de Pouso Redondo – SC. *Rev. Estud. Ambient.* [internet]. 2011 [acesso em 2018 fev 2]; 13(2):57-67. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/2673/1803>.
22. Ferreira CT, Silveira TR. Hepatites virais: aspectos da epidemiologia e da prevenção. *Rev. Bras. Epidemiol.* 2004; 7(4):473-487.
23. Silva ALM. Direito do meio ambiente e dos recursos naturais. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. v. 2.
24. Filho SSF, Alves R. Técnicas de avaliação de gosto e odor em águas de abastecimento: método analítico, análise sensorial e percepção dos consumidores. *Eng. Sanit. Ambient.* 2006; 11(4):362-370.

Recebido em 02/04/2019

Aprovado em 14/09/2019

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve