



## Avaliação da qualidade da água para consumo humano na zona urbana de Campo Maior – PI

### Evaluation of the quality of water for human consumption in the urban area of Campo Maior - PI

Diogo Augusto Frota de Carvalho<sup>1</sup> & Cleto Augusto Baratta Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, Brasil.

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil.

**RESUMO:** A água disponibilizada para o consumo humano na zona urbana de Campo Maior-PI pode apresentar uma qualidade ruim, devido às precárias condições de saneamento básico da cidade. O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade dessa água através de coletas e monitoramento mensal dos seus principais indicadores qualitativos. As coletas e análises foram realizadas entre janeiro e junho de 2014; e os resultados foram confrontados com os padrões normativos da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Foram avaliados nove indicadores, sendo dois físicos (turbidez e condutividade), cinco químicos (nitrito, nitrato, amônia, pH e alcalinidade) e dois biológicos (coliformes totais e *E.coli*). A metodologia consistiu na análise estatística do valor máximo e mínimo, média, desvio-padrão, análise de variância e testes não paramétricos de correlação (qui-quadrado, correlação de Spearman e teste de Wilcoxon) desses indicadores. Correlacionou-se também a presença de bactérias patogênicas na água com os casos de diarreia notificados no período analisado. Concluiu-se que a água analisada é imprópria para consumo humano, com dois indicadores destoando da portaria: coliformes termotolerantes e *E.coli*, que foram detectados em 47,9% e 37,5% do total de amostras, respectivamente. Foi verificada ainda associação entre a presença de coliformes e *E.coli* com os casos de diarreia notificados no período, indicando que a água fornecida à população influencia negativamente na saúde pública municipal. Sugere-se que a análise da água feita pelo SAAE insira mais parâmetros qualitativos, bem como o poder público desenvolva, em conjunto com a população, campanhas para a limpeza periódica dos reservatórios hídricos.

**Palavras-chave:** Água. Zona Urbana. Portaria 2914/2011.

**ABSTRACT:** The water available for human consumption in the urban area of Campo Maior-PI may be of poor quality due to the poor sanitation conditions of the city. The objective of the present study was to evaluate the quality of this water through monthly collections and monitoring of its main qualitative indicators. The collections and analyzes were performed between January and June 2014; and the results were compared with the normative standards of Ordinance 2914/2011 of the Ministry of Health. Nine indicators were evaluated, two physical (turbidity and conductivity), five chemical (nitrite, nitrate, ammonia, pH and alkalinity) and two biological (total coliforms and *E.coli*). The methodology consisted of the statistical analysis of the maximum and minimum value, mean, standard deviation, analysis of variance and nonparametric correlation tests (chi-square, Spearman correlation and Wilcoxon test) of these indicators. The presence of pathogenic bacteria in the water was also correlated with the diarrhea cases reported in the analyzed period. It was concluded that the analyzed water is unfit for human consumption, with two indicators deviating from the ordinance: thermotolerant coliforms and *E.coli*, which were detected in 47.9% and 37.5% of the total samples, respectively. It was also verified association between the presence of coliforms and *E.coli* with the diarrhea cases reported in the period, indicating that the water supplied to the population negatively influences the municipal public health. It is suggested that the SAAE's analysis of water should introduce more qualitative parameters, as well as public authorities to develop, together with the population, campaigns for periodic cleaning of water reservoirs.

**Keywords:** Water. Urban area. Ordinance 2914/2011.

## INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais que mais se relaciona com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos praticados em qualquer sociedade. É um recurso natural indispensável, seja como componente bioquímico de seres vivos, fonte vital, ente que representa valores sociais e culturais e também como elemento de produção de bens de consumo (GOMES, 2011).

Aceito para publicação em 07/01/2020.

Rev.Bras.de Gestão Ambiental (Pombal, PB)14(01)69-75, jan./mar. 2020.

Entretanto, o uso irracional deste recurso vital vem provocando problemas de natureza quali-quantitativos, que ameaça o futuro da civilização humana.

Em áreas urbanas, essa irracionalidade relaciona-se com o rápido e desordenado crescimento da população em cidades com péssima infraestrutura sanitária. Segundo Heller (2010), as necessidades de uso da água estão frequentemente mais diversificadas, incluindo-se a exigência por maior qualidade no abastecimento. Portanto,

faz-se necessário o estabelecimento de novas tecnologias para o tratamento dessa água, que demandam monitoramento constante.

A Portaria que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade é a 2914/2011, publicada pelo Ministério da Saúde (MS). Tal portaria, atualmente na sua quinta versão, agrega novos conhecimentos diferentes de suas versões anteriores, em especial fruto dos avanços científicos conquistados em termos de tratamento, controle e vigilância da qualidade da água e de avaliação de risco à saúde (RIBEIRO, 2012).

No Brasil, cerca de 80% das diarreias são provocados por água contaminada e de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, 24,3% dos municípios do Piauí fornecem água à sua população sem o tratamento adequado. A Região Nordeste merece destaque nesse índice negativo. Nessa região, é alta a proporção de municípios dos Estados de Piauí (24,3%) e Maranhão (21,8%) que não efetuaram nenhum tratamento na água distribuída por rede geral à população (BRASIL, 2010).

Campo Maior está inserida na região abastecida pela bacia hidrográfica do Parnaíba, que ocupa uma área de 333.056 km<sup>2</sup> e drena a quase totalidade do estado do Piauí (BRASIL, 2012). O aquífero que abastece a cidade é o Poti-Piauí e a água para consumo humano na zona urbana é proveniente, na sua totalidade, de poços subterrâneos, com profundidade média de 60 a 120 metros. O sistema de abastecimento (captação, tratamento, reservação e distribuição) é gerenciado pela autarquia municipal Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE), através da exploração, na zona urbana, de 17 poços profundos. Na zona urbana, existem 13.045 ligações

hídricas na rede de abastecimento, sendo 7.858 com hidrômetro e 5.187 sem hidrômetro.

Considerando os problemas de saneamento básico da cidade, é possível que a água distribuída para consumo humano na zona urbana da cidade pode não atender aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente. Salienta-se que, à época da pesquisa, a análise da qualidade da água de Campo Maior realizada pelo SAAE não contempla os principais indicadores físico-químicos da portaria, além de não ser feita periodicamente em pontos de coleta constantes.

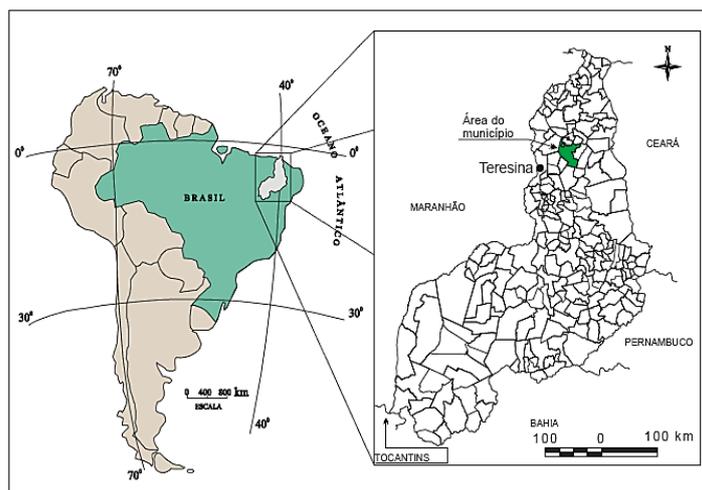
Este trabalho teve como objetivo principal analisar a qualidade da água destinada ao consumo humano na zona urbana de Campo Maior – PI, conforme as normas da portaria MS nº 2914/2011. Também foram correlacionados os indicadores físico-químicos e biológicos entre si, estabelecendo-se uma relação entre a presença de bactérias patogênicas na água com os casos de diarreia notificados durante o período monitorado.

A hipótese que se testou é que pode haver uma fonte de contaminação antrópica no sistema de abastecimento urbano, ocasionando doenças de veiculação hídrica e afetando o equilíbrio entre o homem, meio ambiente e saúde pública.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área pesquisada está inserida no centro urbano de Campo Maior, município piauiense localizado na porção norte, distante 84 km da capital Teresina (Figura 1). Possui uma extensão territorial de 1.675,713 km<sup>2</sup>, sendo definido como de médio porte, com população estimada em 45177 habitantes, sendo 33.524 moradores na zona urbana (BRASIL, 2015).

**Figura 01** – Localização do Município de Campo Maior-PI a 80 km da capital do estado, Teresina.

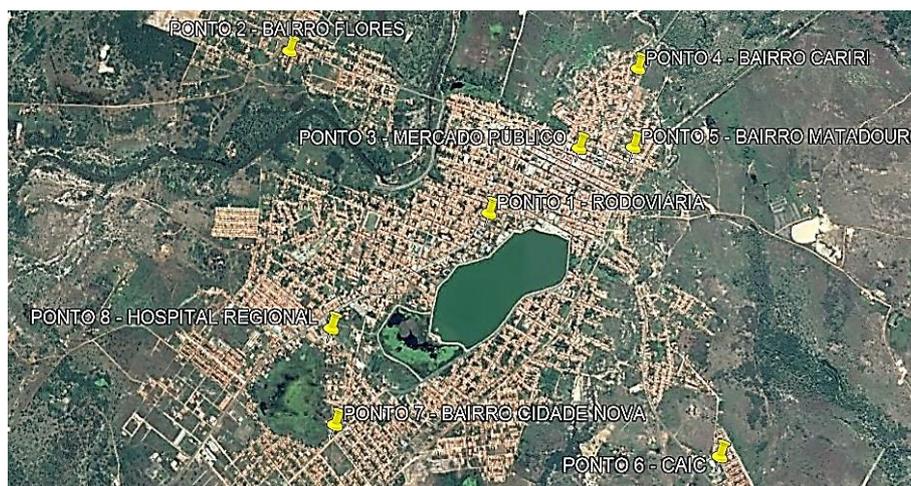


**Fonte:** VERÍSSIMO et al., 2004

Foram selecionados oito pontos de coleta na zona urbana de Campo Maior (Figura 2), a partir de uma amostra aleatória estratificada. Consideraram-se ainda na escolha desses locais os seguintes critérios: água consumida diretamente da rede de abastecimento e pós-reservatórios;

principais bairros da zona urbana, áreas com maior circulação de pessoas e locais com deficiências crônicas no sistema de saneamento, como preconiza a portaria MS nº 2914/2011.

**Figura 02** – Pontos de coleta de água na zona urbana de Campo Maior – PI. 1 – Rodoviária Municipal. 2 – Bairro Flores. 3 – Mercado Público. 4 – Bairro Cariri. 5 – Bairro Matadouro. 6 – Colégio CAIC. 7 – Bairro Cidade Nova. 8 – Hospital Regional.



Fonte: Google Earth®.

Registou-se a localização geográfica dos pontos de coleta por meio de GPS, Google Earth®, dados do IBGE e SAAE Campo Maior. As análises dos indicadores de qualidade da água foram realizadas no Laboratório de Saneamento do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), na última semana de cada mês, de janeiro a junho de 2014. As amostras coletadas foram conduzidas e analisadas no Laboratório do CT-UFPI em menos de 24h, para evitar a degradação microbiológica, que poderia intervir nos resultados. Dos oito pontos de coleta, quatro ocorreram direto da rede de abastecimento (Pontos 2, 4, 5 e 7) e quatro pós-reservatório (Pontos 1, 3, 6 e 8).

Os indicadores analisados foram: dois físicos, Turbidez (Turbidímetro portátil PLUS, marca ALPHA® Kit) e Condutividade elétrica (Condutivímetro WTW®); cinco químicos, pH (pHmetro WTW®, modelo 330i.), nitrito, nitrato, amônia (Método Espectrofotométrico Hach® DR2800) e alcalinidade (Titulação padronizada com ácido sulfúrico e metilorange); e dois microbiológicos: Coliformes totais e *E.coli* (Método Cromogênico). Mediuse também a temperatura das amostras (Termômetro centígrado de mercúrio). Os procedimentos seguiram as metodologias analíticas estabelecidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2008) e no Manual Prático de Análise de Água (BRASIL, 2009).

As coletas foram realizadas em recipientes de polietileno de 1.5 litros, utilizando-se técnicas adequadas para a preservação das amostras (resfriamento em caixa térmica e adição de tiosulfato de sódio para as amostras de Coliformes e *E.coli*) e não contaminação da água coletada (uso de luva e máscara, higienização da torneira com álcool 70% e fluxo contínuo de três minutos antes da coleta).

Foi utilizada a estatística descritiva para cada indicador, determinando-se os valores máximo e mínimo, médias e desvio-padrão. Também foi realizada a análise de variância e testes não paramétricos (qui-quadrado, correlação de Spearman e teste de Wilcoxon). O programa utilizado foi IBM SPSS Statistics 20® e o Microsoft Excel® 2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No total, durante seis meses (janeiro a junho), nos oito pontos de coleta (n= 48 amostras), foram realizadas 432 análises laboratoriais. Os níveis de amônia, nitratos, nitritos, turbidez, alcalinidade, pH e condutividade estavam em conformidade com os valores estabelecidos pela portaria MS nº 2914/2011. O indicador que violou as especificações foi o microbiológico, ou seja, os coliformes totais e *E.coli* (Tabela 1 e Figura 3).

**Tabela 01** – Estatística dos valores obtidos para os indicadores avaliados.

Medidas	Variáveis						
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	Turbidez (uT)	Alcalinidade (mg.L <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	pH	Condutibilidade (S/cm)
Média	0,003	0,058	0,620	181,31	0,038	8,937	1184,080
DP	0,003	0,154	1,263	36,28	0,053	0,343	147,856
Mediana	0,001	0,000	0,250	180,00	0,000	8,910	1134,000
Mínimo	0,000	0,000	0,000	93,00	0,000	8,20	959,000
Máximo	0,010	0,900	7,000	260,00	0,170	9,77	1561,000

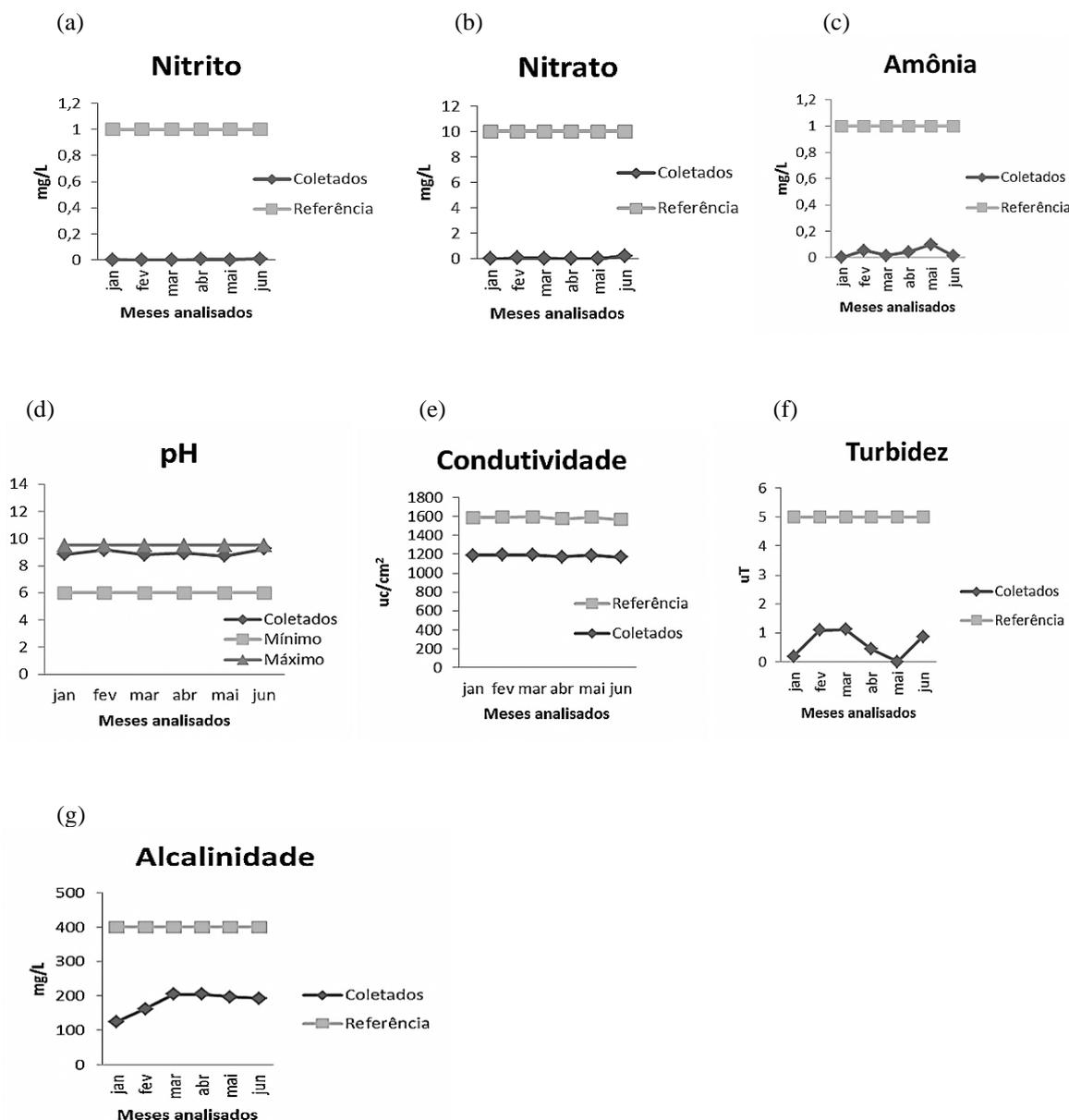
Legenda: NO<sub>2</sub><sup>-</sup> = nitrito; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = nitrato; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = íon amônio; DP = desvio padrão.

Fonte: Pontos de coleta da rede de abastecimento de água do município de Campo Maior, 2014.

Dados da portaria MS 2914/2011 e APHA/2009: Nitrato: 10 mg/l<sup>-1</sup>; Nitrito: 1 mg/l<sup>-1</sup>; pH: entre 6,0 e 9,5; Alcalinidade: até 400 mg/l<sup>-1</sup>; Amônia: VMP 1 mg/l<sup>-1</sup>; Coliformes e *E.coli*: ausência em 100 ml; Turbidez: VMP 5 uT (unidade de turbidez); Condutividade: Média 1200 uc/cm<sup>2</sup>.

Fonte: os autores.

**Figura 03** – Valores encontrados para os indicadores analisados na água para consumo humano na zona urbana de Campo Maior - PI entre os meses de janeiro e junho de 2014. (a) Nitrito; (b) Nitrato; (c) Amônia; (d) pH; (e) Condutividade, (f) Turbidez e (g) Alcalinidade.



O indicador Nitrito (NO<sub>2</sub>) apresentou-se dentro dos padrões da Portaria, com média de 0,003; valor mínimo e máximo de, respectivamente, 0 e 0,010. O valor do nitrato (NO<sub>3</sub>) não violou as especificações da portaria, com média 0,058 e valor mínimo e máximo de, respectivamente, 0 e 0,900. A amônia (NH<sub>3</sub>) também apresentou valores em conformidade com as normas, com média 0,38 e valor máximo e mínimo de, respectivamente, 0 e 0,170. Esses resultados ratificam a proteção natural do aquífero profundo, através da percolação, de potenciais agentes contaminantes de superfície, principalmente os efluentes domésticos e industriais.

Os valores de turbidez estavam em consonância com as normas preconizadas, que considera aceitável níveis abaixo de 5 unidades de turbidez (uT). Segundo Raposo, Barros e Magalhães Júnior (2009), a turbidez é útil em análises ambientais em bacias hidrográficas, uma vez que é possível associar o uso e a cobertura do solo com esse indicador, com o objetivo de detectar alterações no

aquífero devido às atividades antrópicas. Na zona urbana de Campo Maior, as partículas suspensas na água são mínimas (média de 0,620 uT), indicando pouca presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), de matéria orgânica e inorgânica fracionadas, microrganismos e algas.

A alcalinidade da água decorre principalmente da presença de íons hidróxido, carbonato e bicarbonato. Fornece informações importantes para o estudo das características corrosivas ou incrustantes da amostra analisada e da tubulação distributiva do sistema de abastecimento (PIVELI; KATO 2005). Todos os valores obtidos nas análises são considerados adequados (abaixo de 400 mg/l, média de 181,31 mg/l). Como os valores encontrados apresentaram conformidade, atesta-se que o aquífero que abastece a região monitorada não apresenta significativa poluição advinda de efluentes domésticos ou industriais.

Os valores de pH observados durante o monitoramento não destoaram dos preconizados pela portaria do MS, exceto um valor do ponto 5, em fevereiro, que foi de 9,77. A média dos valores foi de 8,937 e valor mínimo e máximo de, respectivamente; 8,2 e 9,77. Esses resultados fornecem dois aspectos fundamentais no controle do tratamento da água realizada pelo SAAE: primeiro, servem de subsídios para o operador acerca de qual procedimento adotar (adicionar ou reduzir mais agentes alcalinizantes para assim encontrar o pH correto de floculação); no segundo aspecto, o pH da água final (tratada) não pode ser ácido, evitando assim incrustações nas tubulações de ferro e nem básico, pois confere gosto a água e conseqüentemente rejeição organoléptica. Foram observadas no sistema de tubulação do município incrustações (Figura 4), provavelmente ocasionada pela reação do pH alcalino com o cimento-amianto que compõe grande parte do sistema de distribuição na zona urbana. Essas incrustações podem alterar a vazão e ainda provocar fissuras na tubulação, ocasionando perdas.

**Figura 04.** Incrustações na tubulação de cimento-amianto que abastece parte da zona urbana de Campo Maior.



**Fonte:** Os autores (2014).

A condutividade elétrica apresentou valores médios de 1184  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$  (unidades de comprimento por centímetro quadrado). Esse indicador informa a capacidade que a água tem de transmitir corrente elétrica, em função

**Tabela 02** – Presença (SIM) e Ausência (NÃO) de Coliformes e *E.coli* nas amostras de água na zona urbana de Campo Maior. 2014. Observa-se que os pontos que acusaram maior presença (1, 3, 6 e 8) são aqueles que a água vem de um reservatório “caixa d’água”.

MÊS/PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8
JAN	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	SIM	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>
FEV	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
MAR	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO
ABR	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO
MAI	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	NÃO	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>
JUN	NÃO	SIM	<b>SIM</b>	NÃO	SIM	<b>SIM</b>	NÃO	<b>SIM</b>

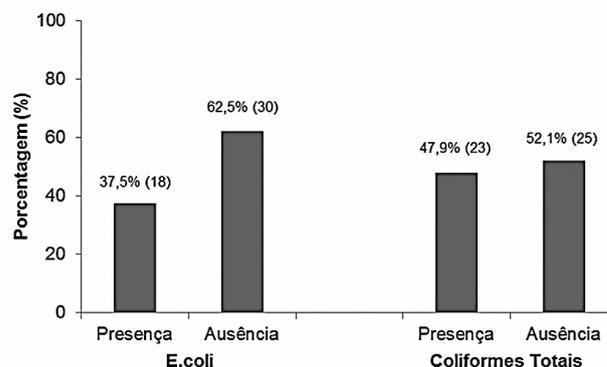
**Fonte:** Os autores.

Na análise estatística, procedeu-se uma matriz de correlação de Spearman, observando-se correlação negativa entre pH e condutividade e entre turbidez e nitrito

da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Os valores encontrados, apesar de apresentarem conformidade com as normas estabelecidas, apresentaram valor médio a alto. Uma hipótese para tais valores seria elevada salinidade, que é um importante indicador para a seleção de sistemas de desfluoretação de águas naturais.

O único indicador contrastante com a Portaria MS 2914/2011 foi o microbiológico, cuja presença de coliformes totais foi acusada em 47,9% do total de amostras e 37,5% apresentaram *E.coli* (Figura 5). A portaria determina ausência total deste indicador em 100 ml de água coletada. Portanto, essas amostras são consideradas impróprias para o consumo humano.

**Figura 05** – Valores percentuais de amostras com presença ou ausência de *E.coli* e coliformes totais. Padrão MS 2914/2012: Ausência em 100 ml.



**Fonte:** Pontos de coleta da rede de abastecimento de água do município de Campo Maior. 2014.

A presença significativa de coliformes totais e *E.coli* na água analisada indica que existe fonte contaminação no sistema de distribuição, possivelmente oriunda do sistema de reservação. Sustenta essa hipótese o fato da água cuja presença de Coliformes e *E.coli* foi detectada advém de reservatórios (“caixas d’aguas”) que armazenam a água a ser distribuída (Tabela 2). Faz-se necessário, portanto, a limpeza cíclica dos reservatórios por parte do poder público e do órgão gestor do serviço de abastecimento de água, o SAAE.

(Tabela 3). Houve correlação positiva entre alcalinidade e nitrito e entre *E.coli* e pH.

**Tabela 03.** Matriz de correlação de Spearman das variáveis estudadas. Destacam-se as correlações negativas (pH e condutividade e entre turbidez e nitrito) e as positivas (alcalinidade e nitrito e entre *E.coli* e pH).

Variáveis	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Turbidez	Alcalinidade	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	pH	Condutibilidade	<i>E.coli</i>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1							
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,182	1						
Turbidez	-	0,135	1					
Alcalinidade	0,287*	0,024	0,046	1				
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0,038	-	-0,183	0,305*	1			
pH	0,171	0,207	0,051	0,173	0,099	1		
Condutibilidade	-0,044	0,175	-0,105	-0,137	-	-	1	
<i>E.coli</i>	0,077	0,003	0,134	0,115	0,126	0,462**	-0,086	1

Através do teste não paramétrico de Wilcoxon (*Wilcoxon signed rank*), que é utilizado para comparar se as medidas de posição de duas amostras (diarreia e presença das bactérias coliformes) são iguais no caso em que as amostras são dependentes, através de um esquema de pareamento, constatou-se uma relação entre os casos de diarreia notificados pela saúde pública municipal e a presença de Coliformes fecais e *E.coli* durante o período monitorado (Tabela 4).

**Tabela 04.** Teste de Wilcoxon das variáveis Coliformes e *E.coli* associado ao índice diarreico .

Meses monitorados	Escore médio (relação amostras x doentes)	Coliformes e <i>E.coli</i> (soma dos escores)
Janeiro	7,50 – 6,5a	15,0 – 6,5a
Fevereiro	4,00 – 6,5a	8,0 – 6,5a
Março	5,50 – 6,5a	11,0 – 6,5a
Abril	5,50 – 6,5a	11,0 – 6,5a
Maior	7,50 – 6,5a	15,0 – 6,5a
Junho	9,00 – 6,5a	18,0 – 6,5a

**Fonte:** Pontos de coleta da rede de abastecimento de água do município de Campo Maior. 2014.

Obs. Escores seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ( $P < 0,05$ ).

Como nas amostras obtidas dos parâmetros físicos e químicos selecionados para se analisar a qualidade de água em Campo Maior estavam de acordo com os valores estabelecidos pela portaria 2914/2011, supõe-se que a lenta percolação da água advinda do ciclo hidrológico, associado ao relativo isolamento geográfico do aquífero profundo e a falta de industrialização na área, protege a água dos contaminantes de águas de efluentes superficiais.

## CONCLUSÕES

De todos os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos selecionados para se determinar a qualidade da água consumida na zona urbana de Campo Maior – PI, somente o microbiológico (Coliformes e *E.coli*) destoaram das especificações da Portaria MS nº 2914/2011, indicando possível falta de higienização periódica nos sistemas de reservação. Sendo assim, a água distribuída para consumo humano na nessa região não

atende aos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente.

Observou-se uma correlação negativa entre pH e condutividade; e entre a turbidez e o nitrito. Houve correlação positiva entre a alcalinidade e nitrito; e entre a *E.coli* e o pH.

Existe relação entre a presença de coliformes e *E.coli* na água para consumo e o índice de diarreia observado durante o período estudado. Na vertente de saúde pública e meio ambiente, faz-se necessário a limpeza cíclica dos reservatórios que abastecem a zona urbana da cidade, em especial Rodoviária, Mercado Público, CAIC e Hospital Regional, pois as amostras contaminadas foram provenientes dos reservatórios desses respectivos pontos de coleta.

Em relação ao SAAE, é necessário o acréscimo de mais indicadores na análise de qualidade da água para consumo humano e monitoramento de pontos fixos (constantes), que permitiria um acompanhamento mais efetivo da qualidade da água do sistema.

## REFERÊNCIAS

APHA. Standart Methods for the Examination of Water and Wastwater. 21th ed. Washinton, DC – EUA: Ed. **American Public Health Association**. 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2012. 4º edição. Brasília: ANA, 2012.

\_\_\_\_\_. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aspectos físicos de Campo Maior**. Brasília-DF. 2015. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=220220>>

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro. 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em fevereiro de 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa

- do Brasil. Poder Executivo, Brasília, 14 de dezembro de 2011.
- CARNEIRO, L.C. Estudo Parasitológico em caixas d'água e torneiras residenciais na cidade de Morrinhos-GO. **Revista Vita et Sanitas**, Trindade-Go, n. 03, jan.-dez./2009.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. 2010. **Índices de Qualidade das Águas**. Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguasinteriores/documentos/indices/01.pdf>> Acesso em janeiro de 2016.
- COELHO, D. A.; SILVA, P. M. de F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 151, maio 2007.
- FREITAS, M.A.V.; SANTOS, A.H.M. **Importância da Água e da Informação Hidrológica**. Brasília, ANEEL/SIH/ MMA/ SRH/ MME, 1999.
- 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 Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17(3):651-660, mai-jun, 2001.
- GHELLERE, K. QUEIROZ, L. R. ANDRADE, F.M. SILVA, M.A.F SANTOS, L.C. **Avaliação do ph e o desenvolvimento de coliformes totais e fecal**. In: Congresso Paraguayo de Recursos Hídricos, 2005, Hernandarias. Congresso Paraguayo de Recursos Hídricos, 2005.
- HELLER, L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Léo Heller, Valter Lúcio de Pádua (organizadores). – Belo Horizonte: Editora UFMG. 2010.
- GOMES, M.A.F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. Disponível em [http://webmail.cnpmembrapa.br/down\\_hp/464.pdf](http://webmail.cnpmembrapa.br/down_hp/464.pdf) (on line). 2011. Acesso em 10 de janeiro de 2018.
- GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. 1º. Ed. CURITIBA: IESDE BRASIL S.A. 2008.
- LUNARDAO, G. **Análise microbiológica da água procedente de reservatórios residenciais do município de Lins-SP**. 2008. Unimep-SP. Disponível em: <[http://WWW.unimep.br/ph\\_pg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/538.pdf](http://WWW.unimep.br/ph_pg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/538.pdf)>. Acessado em janeiro de 2016.
- MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. N.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRÜSSEMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.18, p.1557-1568, 2012.
- PIVELI, R. P. ; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico-Químicos**. 01. ed. São Paulo/SP: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. 01. 285 p.
- RAPOSO, A.A.; BARROS, L.F.P; MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **O parâmetro de turbidez das águas como indicador de impactos humanos na dinâmica fluvial da bacia do Rio Maracujá – Quadrilátero**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 13, 2009, Viçosa.
- REIS, A.P.B; PEIXOTO, J. C; NUNES J. C; OLIVEIRA. L. S; SEGATO, N. R; PINTO, O. G. Análise microbiológica da qualidade da água armazenada em reservatórios na cidade de Campo Limpo, GO. 2010. **Revista Anápolis Digital**. Acesso em janeiro de 2016.
- RIBEIRO, M.C.M. Nova Portaria de Potabilidade da Água: Busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade de água potável distribuída no Brasil. **Revista DAE**. Sabesp. Nº 189. p.8-14. maio-agosto de 2012.
- VERÍSSIMO, L.S; MELO, F. MENESES, F.A.A; CARNEIRO, M.M.M; ALBUQUERQUE, V.C. **Diagnóstico dos poços tubulares e a qualidade das águas subterrâneas no município de Campo Maior – PI**. Águas Subterrâneas. Livro de Resumos. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. ABAS. 2004.
- VICTORINO, C.J.A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. 231 p. Porto Alegre. EDIPUCRS. 2007.