

ANÁLISE DA POTABILIDADE DE ÁGUA DE CHAFARIZES DE DOIS BAIROS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ

Antonia Diana Alves BEZERRA¹, Elcivania Rodrigues NOGUEIRA¹, Francisco Gabriel Dias Mota ARAÚJO¹, Maíra Gadelha Alves BRANDÃO^{1,2}, Bruno Edson CHAVES¹ & Lydia Dayanne Maia PANTOJA^{1*}

1 Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

2 Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza, Ceará, Brasil.

*Autor para correspondência: lydia.pantoja@uece.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.18571/acbm.119>

RESUMO

Devido ao quadro de déficit hídrico, em algumas regiões do Brasil, especialmente no Nordeste, vem emergindo um evidente consumo de água procedente de fontes hídricas alternativas, entre elas o consumo de água originário de chafarizes. Essa ação é frequente em determinadas comunidades, entretanto, sua distribuição não costuma passar por tratamento. Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou analisar a potabilidade da água de chafarizes dos bairros Lagoa Redonda e Curió, município de Fortaleza-CE. Para tanto, foram analisados os parâmetros físico-químicos e bacteriológico de oito amostras coletadas, sendo seis do bairro Lagoa Redonda e duas do bairro Curió. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, cor, turbidez, alcalinidade total, dureza, cálcio, magnésio, cloretos, sódio, potássio, nitrito, nitrato, amônia, condutividade, ferro, sulfato e sólidos totais dissolvidos. Já as análises bacteriológicas foram realizadas para a determinação de *Escherichia coli*, utilizando-se a metodologia dos tubos múltiplos. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, e revelaram que 37,5% das amostras apresentaram pH abaixo do recomendado, 25% estão com teores de nitrato acima do permitido e 62,5% das amostras apresentaram-se positivas para contaminação bacteriológica. Os demais parâmetros estão dentro dos padrões estabelecidos. Os resultados acima dos limites máximos revelaram a má qualidade sanitária de águas provenientes dos chafarizes monitorados, logo, o consumo dessas águas são potenciais fontes de risco à saúde pública.

Palavras-chave: Fontes hídricas alternativas; Monitoramento da água; Abastecimento de água.

ABSTRACT

Due to the water shortage that affects many regions of Brazil, especially the Northeast, a trend has been observed of greater water consumption for drinking from fountains in certain communities. However, this water often does not undergo treatment, making its ingestion potentially harmful to health. Within this context, this study analyzed the potability of fountain water in two districts of the city of Fortaleza, capital of the state of Ceará: Lagoa Redonda and Curió. For this purpose, the physico-chemical and bacteriological parameters were analyzed of eight fountain water samples, six from Lagoa Redonda and two from Curió. The physico-chemical parameters measured were pH, color, turbidity, conductivity, total alkalinity, hardness, and concentrations of calcium, magnesium, chlorides, sodium, potassium, nitrite, nitrate, ammonia and total dissolved solids. The bacteriological analyses involved determination of the load of *Escherichia coli*, using the multiple-tube method. The results obtained were compared with the standards established by Edict 2,914/2011 from Brazil's Ministry of Health, and revealed that 37.5% of the samples presented pH below the recommended level, 25% had nitrate concentrations above the allowed threshold, and 62.5% were positive for bacteriological contamination. The other parameters were within the established

standards. The finding of nitrite and *E. coli* levels above the maximum limits reveals the poor sanitary quality of the water from the two fountains, so ingestion of water from them poses a risk to public health.

Keywords: Alternative water sources; Water monitoring; Water supply.

1 Introdução

A água é um elemento essencial à manutenção da vida no planeta Terra (BACCI; PATACA, 2008). No que tange a espécie humana, a água constitui mais de 60% do organismo, sendo devido a isso, depois da necessidade vital de oxigênio, a água, é o elemento mais requerido pelo corpo humano (SERAFIM et al., 2004).

Algumas patologias que acometem os seres humanos estão relacionadas à qualidade da água, dentre elas, podem ser citadas como exemplo: hepatite A e E, cólera, febre tifoide, doenças entéricas e diarreicas causadas por bactérias, parasitas e vírus (ANA, 2013). De acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS) citada por Baptista Neto et al., (2008), a água contaminada é responsável por 80% das doenças em países em processo de desenvolvimento, como o Brasil.

As doenças acarretadas pela água podem ser classificadas como doenças de origem hídrica e doenças de transmissão hídrica, as primeiras são geradas por substâncias orgânicas ou inorgânicas presentes na água em concentrações superiores aos padrões para consumo humano, enquanto, as doenças de transmissão hídrica, a água atua como condutor do agente infeccioso como, por exemplo, micro-organismos patogênicos (BAPTISTA NETO et al., 2008; TORTORA et al., 2017).

Uma forma perigosa de poluição da água ocorre quando fezes humanas ou de outros animais são introduzidas em seu abastecimento. Muitas doenças são transmitidas pela via oral-fecal, em que o contaminante é disseminado pela a água e ingerido. O Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) estima que as doenças transmitidas pela água no mundo sejam responsáveis por mais de 2 milhões de mortes a cada ano, principalmente entre crianças com menos de cinco anos (TORTORA et al., 2017).

A ausência de infraestrutura de saneamento básico compromete o bem-estar e a saúde da população (SANTOS; SOUZA, 2014). No Brasil, 85,4% dos domicílios brasileiros são atendidos pela rede geral de abastecimento de água, quanto ao acesso à rede coletora de esgoto 65,3% dos domicílios dispõem deste serviço (IBGE, 2016).

Já no que se refere ao Estado do Ceará, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE relata que abastece 151 municípios, com índice de cobertura de abastecimento de 98,16% em todo o Estado e chegando a uma cobertura de abastecimento de 98,64% em Fortaleza, a capital. Sobre o esgotamento sanitário, a CAGECE ainda informa que o índice de cobertura no Estado e na Capital chega a 40,11% e 57,10%, respectivamente (CEARÁ, 2016). Mesmo com acesso a água tratada ainda se observa chafarizes em pleno uso em Fortaleza (LEMOS, 2013).

Chafariz é uma obra de alvenaria, constituída por um compartimento para acúmulo de água e outro para a distribuição de água por intermédio de torneiras (BRASIL, 2007). Historicamente, os chafarizes surgem para atender a demanda por água da população, em especial a periférica, sendo implantados pelo poder público e acarretando conforto aos bairros mais populosos das cidades; entretanto, esse modelo de abastecimento público, desde seu surgimento, permite acesso a água sem tratamento (NUNES NETO, 2014).

Antes do acesso a água tratada, chafarizes e poços artesianos eram as únicas fontes de abastecimento público em alguns bairros cearenses. Em Fortaleza, o primeiro chafariz data de 1813, construído no terreno de propriedade de João da Silva Feijó, no lugar a que veio se chamar de Prainha, nas proximidades do porto (NOBRE, 1978). Em anos mais recentes, são relatados 218 chafarizes públicos dos quais apenas 32,11% encontra-se em uso (LEMOS, 2013), possivelmente

este número tenha diminuído após monitoramentos da prefeitura, seja por falta de manutenção de alguns equipamentos ou pela qualidade de água inadequada.

Haja vista a utilização de certos chafarizes, observou-se que alguns residentes de certos bairros da capital, como, Lagoa Redonda e Curió em Fortaleza-CE, ainda utilizam chafarizes como fonte de água alternativa. Acredita-se que esta prática ainda ocorre porque, segundo alguns moradores dos bairros em questão, a preferência pela água de chafarizes é devido à ausência do sabor de cloro, substância com finalidade desinfetante que é utilizada em estações de tratamento de água. Fato semelhante ocorre em Ji-Paraná no Estado de Rondônia, onde a população por considerar desagradáveis as características organolépticas (turbidez, cor e gosto) de águas distribuídas por estações de tratamento preferem o consumo de águas subterrâneas provenientes de poços (HELBE, 2010).

No geral, águas subterrâneas são consideradas de excelentes qualidades químicas e físicas podendo ser consumidas sem necessidade de tratamento prévio, porém quando sofrem contaminações colocam em risco à saúde da população (HIRATA, 2003), desta forma águas provenientes de fontes subterrâneas que são utilizadas para abastecimento humano, como é o caso de chafarizes necessitam de monitoramento constante da qualidade.

Dentro desse contexto e devido à escassez de publicações recentes, o presente trabalho objetivou analisar a potabilidade da água de chafarizes dos bairros Lagoa Redonda e Curió (Regional VI), município de Fortaleza-CE.

2 Material e Métodos

Foram selecionadas amostras de água de oito chafarizes em pleno funcionamento na Regional VI do município de Fortaleza-CE, sendo seis amostras do bairro Lagoa Redonda e duas amostras do bairro Curió (Figura 1).

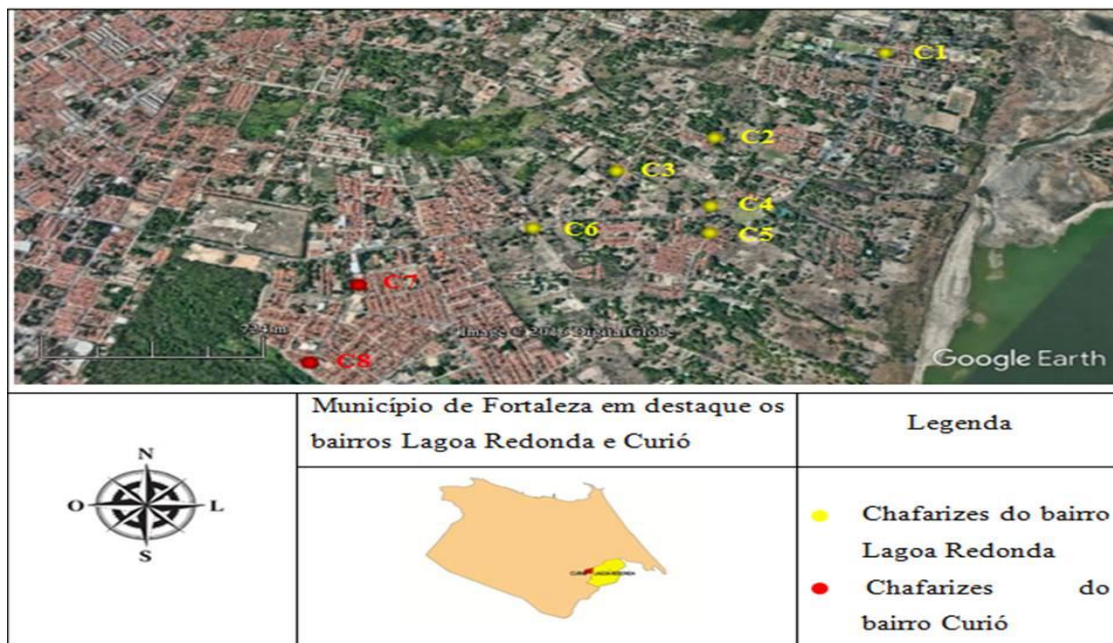


Figura 1. Mapa destacando a localização dos chafarizes analisados.

Fonte: Adaptado (Google Earth; acessado, 2016).

As amostras coletadas foram no ano de 2015 e analisadas no laboratório da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – Fort/CE - SEMACE, seguindo a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 2005) e os resultados obtidos comparados com os limites preconizados pela Portaria N° 2914, de 12 de

dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água para consumo humano, bem como os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água. Os parâmetros físico-químicos e os métodos utilizados para estes encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros analisados, métodos e unidades de leitura.

Parâmetro	Método	Unidade de Leitura
pH	Método potenciométrico, utilizando um phmetro de banca modelo Orion Star A211.	-
Cor	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda de 455 nm.	Unidade Hazen (uH).
Turbidez	Medida por um turbidímetro de banca da marca HACH 2100Q, através do método nefelométrico.	Unidade de turbidez (UT).
Alcalinidade	Método titulométrico. A titulação foi realizada com a solução de H ₂ SO ₄ (ácido sulfúrico a 0,02N) na presença de indicador misto.	Miligrama por litro (mg/L)
Dureza	Método titulométrico do EDTA na presença do indicador metalocrômio Negro de Eriocromo T.	Miligrama por litro (mg/L)
Cálcio	Método titulométrico do EDTA na presença do indicador murexida.	Miligrama por litro (mg/l)
Magnésio	Obtidos a partir da diferença entre dureza e o cálcio.	Miligrama por litro (mg/L)
Cloretos	Obtidos por titulação pelo método argentométrico (Método de Mohr). A titulação foi realizada com a solução padrão de nitrato de prata (AgNO ₃) 0,0141N na presença do indicador (K ₂ CrO ₄) cromato de potássio.	Miligrama por litro (mg/L)
Sódio	Obtidos por fotometria de chama, utilizando um fotômetro de chama modelo Digimed.	Miligrama por litro (mg/L)
Potássio	Obtidos por fotometria de chama, utilizando um fotômetro de chama modelo Digimed.	Miligrama por litro (mg/L)
Nitrito	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda 507 nm. O reagente utilizado foi Nitriver 3 Nitrite.	Miligrama por litro (mg/L)
Nitrato	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda 400 nm. O reagente utilizado foi Nitriver 5 Nitrate.	Miligrama por litro (mg/L)
Amônia	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda 425 nm. O reagente utilizado foi o reativo de Nessler.	Miligrama por litro (mg/L)
Ferro	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda 510 nm. O reagente utilizado foi o Ferrover Iron Reagent.	Miligrama por litro (mg/L)
Sulfato	Método colorimétrico em espectrofotômetro no comprimento de onda 450 nm. O reagente utilizado foi o Sulfaver (Sulfate Reagent).	Miligrama por litro (mg/L)
Condutividade	Método condutivimétrico. O equipamento usado foi uma sonda multiparamétrica da marca HQ40d.	Microsiemens (µS).
Sólidos Totais Dissolvidos	Utilização de sonda multiparamétrica HQ40d.	Miligrama por litro (mg/L)

Nota: Para os testes de cor, nitrito, nitrato, amônia, ferro, sulfato foi utilizado o espectrofotômetro DR 5000, este já informa o resultado em concentração mg/L, uma vez que equações armazenadas no programa do equipamento realizam a conversão dos valores de absorbância em valores de concentração.

Os aspectos bacteriológicos foram avaliados quanto a presença ou ausência de *Escherichia coli* através da técnica de tubos múltiplos utilizando o meio A-1, este teste dá-se em uma única etapa em séries de cinco tubos. As inoculações foram realizadas em 3 séries de 5 tubos, sendo na 1ª série inoculada 10 mL da amostra em cada tubo, na 2ª série 1 mL da amostra e na 3ª série 1 mL do diluído, este consiste na diluição de 10 mL da amostra em 90 mL de água de diluição, desta maneira 1 mL do diluído consiste em 0,1 mL da amostra (10⁻¹). Após as inoculações, as amostras foram para incubadora a 35 ± 0,5 °C, durante 3 horas e posteriormente levadas para um banho-maria a 44,5 ± 0,2 °C durante 21 horas, sendo os resultados lidos após 24 horas após a semeadura. O resultado positivo para *Escherichia coli* é considerado a partir da formação de gás no tubo de

Durham e o Número Mais Provável (NMP) por 100 mL que expressa a densidade de *Escherichia coli* foi obtido através da tabela com índice de NPM e limites de confiança de 95% indicada para inoculações de volumes 10 mL, 1 mL e 0,1 mL (APHA et al., 2005).

3 Resultados e Discussão

3.1 Análises Físico-químicas

Os resultados das análises das amostras dos oito chafarizes encontram-se na tabela 2, estes resultados são comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

Tabela 2. Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados frente as amostras de água de chafarizes da Regional VI, Fortaleza-Ce, com indicação do valor máximo permitido pela Portaria N. 2.914/2011.

Parâmetros	Chafarizes								Valor Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	
pH	6,5	4,8	6,3	7,6	5,4	7,3	7,2	5,8	6,0-9,5
Cor (uH)	<LD	6,0	<LD	<LD	<LD	<LD	1	<LD	15
Turbidez (UT)	0,86	0,53	0,24	0,44	0,25	0,60	0,27	0,12	5
Alcalinidade (mg/L)	52	4,0	50	128	16	184	54	10	-
Dureza	34	82	80	58	104	82	42	48	500
Cálcio (mg/L)	4,01	7,21	11,22	3,21	8,02	8,02	4,81	6,41	-
Magnésio (mg/L)	5,83	15,55	12,64	12,15	20,42	15,07	7,29	7,77	-
Cloretos (mg/L)	49,23	124,5	123,5	26,12	110,5	34,29	40,19	63,30	250
Sódio (mg/L)	75	92,9	109,1	68,5	64,8	86,3	35,9	44,7	200
Potássio (mg/L)	4,7	11,8	4,3	6,0	8,6	8,8	6,5	2,7	-
Nitrito (mg/L)	0,004	0,054	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	1
Nitrato (mg/L)	5,3	18,4	8,5	1,1	12	1,3	1,9	3,5	10
Amônia (mg/L NH ₃)	<LD	0,6	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	1,5
Condutividade (µS)	426	678	671	375	542	505	261	310	-
Ferro (mg/L)	0,06	0,02	0,01	0,01	<LD	<LD	0,02	0,02	0,3
Sulfato (mg/L)	43	9,0	18	30	<LD	43	1,0	<LD	250
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	195,7	316	313	174,9	258	240	124,6	149	1000

Legenda: <LD= menor que limite de detecção; Aus= ausente; - = limite máximo não estabelecido pela Portaria 2914/2011.

As amostras dos chafarizes 2, 5 e 8 (37,5%) apresentaram pHs abaixo do padrão estabelecido pela Portaria, tais valores indicam que as águas desses chafarizes estão mais ácidas que o recomendado. O potencial hidrogeniônico (pH) é a expressão da condição de acidez ou alcalinidade de um meio (SILVA; OLIVEIRA, 2001). Segundo Von Sperling (2014), o pH da água não é capaz de causar danos à saúde pública, abrindo exceção para valores extremamente ácidos ou alcalinos, podendo causar irritação na pele ou olhos. Este autor complementa afirmando que o pH da água pode ter origem natural sendo proveniente da dissolução de rochas ou absorção de gases atmosféricos, ou origem antropogênica a partir de despejos domésticos ou industriais.

Embora, nenhuma das amostras de chafarizes apresentaram-se em desacordo quanto ao parâmetro físico cor (tabela 1), este é um importante parâmetro a ser analisado, uma vez que a cor

da água pode ter origem natural resultante da decomposição de ácidos húmicos e fúlvicos e de íons dissolvidos de ferro e manganês (POHLING et al., 2005) ou antropogênica proveniente de resíduos industriais e esgotos domésticos (VON SPERLING, 2014). É possível determinar tanto a cor verdadeira como a cor aparente da água para abastecimento. Para a determinação da cor verdadeira é necessário que a amostra antes passe por processo de centrifugação para remoção de partículas em suspensão, já para a cor aparente esse procedimento não se faz necessário uma vez as partículas em suspensão fazem parte do valor da cor aparente (BRASIL, 2006).

Para a turbidez, todas as amostras analisadas estão dentro do padrão de potabilidade estabelecido. Tal parâmetro é a medida do grau de dificuldade à passagem da luz através da água. O grau de dificuldade é gerado pela presença de materiais em suspensão na água (BRASIL, 2006).

A alcalinidade de uma água é a medida de sua capacidade de tamponação de ácidos e equivalentes (SILVA; OLIVEIRA, 2001). Em águas naturais, a alcalinidade é oriunda da presença de íons de hidróxidos, carbonatos e bicarbonato (POHLING, 2009). A alcalinidade em concentrações moderadas não confere nenhum dano à saúde, sendo que valores elevados apenas conferem sabor desagradável água, desta maneira a importância da determinação da alcalinidade está relacionada aos processos de tratamento da água (PEREIRA et al., 2010). Uma vez que não representa riscos à saúde, a Portaria 2914/2011 não estabelece padrão de potabilidade para tal parâmetro.

Quanto a dureza da água, as amostras dos chafarizes 1, 7 e 8 apresentaram valores menores que 50 mg/L, desta forma são consideradas moles ou brandas, enquanto as demais amostras estão incluídas em águas de durezas moderadas (50 - 150 mg/L de CaCO_3) de acordo com a classificação de Brasil (2014a). Quanto a esse parâmetro de potabilidade as amostras se mostraram próprias para consumo, pois estão em acordo com o limite máximo de 500 mg/L, estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde. A dureza da água está associada principalmente a presença de cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}) e em menor grau de influência, ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}), estrôncio (Sr^{+2}) e alumínio (Al^{+3}) (BRASIL, 2014a). Segundo Von Sperling (1996 apud ABDALLA et al., 2010), durezas elevadas conferem sabor desagradável água e efeitos laxativos.

As concentrações de cálcio (3,21 a 11,22 mg de Ca^{2+} /L) e magnésio (5,83 a 20,42 mg Mg^{2+} /L) encontradas nas águas dos chafarizes estão dentro da faixa comumente encontrada em águas subterrâneas, que segundo Pohling, (2009) variam respectivamente, de 2 a 200 mg Ca^{2+} /L e de 1 a 40 mg Mg^{2+} /L. O Ministério da Saúde por meio de sua Portaria não estabelece valor máximo para concentração destes cátions, mas a determinação desses elementos se faz importante uma vez que são constituintes da dureza.

As principais fontes de cálcio são minerais como dolomitas e gipsitas. Doenças como cálculos renais e hipercalcemia podem ser provocadas por elevados teores de cálcio na água (BECKER, 2008).

O magnésio, por sua vez, desempenha importantes papéis no corpo humano, tanto que é indicado em tratamentos de casos de obesidade, disfunções intestinais, doenças de fígado e vesícula. Quando encontrado em altas concentrações na água, o Mg^{2+} é responsável por sabor amargo, tanto que concentrações acima de 125 mg Mg^{2+} possuem efeitos diuréticos e laxativos (POHLING, 2009).

As concentrações de cloreto (34,29 a 124,5 mg de Cl^- /L) e sódio (35,9 a 109,1 mg de Na^+ /L) também encontram-se dentro da normalidade (Tabela 1). Em águas doces, o íon Cl^- pode ter origem natural ou ser resultante da ação antropogênica no caso desta a partir das disposições inadequadas de esgoto doméstico ou efluente industrial (BECKER, 2008).

O sódio (Na^+), por sua vez, está presente em todas as águas naturais. Em águas superficiais, mesmo as que recebem efluentes, os teores de Na^+ estão abaixo de 50 mg/L, já em águas subterrâneas frequentemente são encontrados valores acima de 50 mg/L. Elevados teores de Na^+ podem ser resultantes de despejos de esgotos domésticos, efluentes industriais ou intrusão de águas marinhas em regiões litorâneas (CETESB, 2009). Das amostras analisadas 75% apresentaram

teores de Na⁺ acima de 50 mg/L de acordo com valores estimados pela CETESB para águas subterrâneas.

O potássio apresentou variação entre 4,7 a 11,8 mg de K⁺ /L (Tabela 1), e embora o Ministério da Saúde não estabelece limites para teores deste cátion, normalmente, em águas naturais são encontrados teores de K⁺ abaixo de 10 mg/L, estando, assim, o chafariz 2 acima do valor normalmente encontrado. Em águas subterrâneas o potássio (K⁺) é proveniente da dissolução de minerais, decomposição de plantas e fertilizantes agrícolas (BECKER, 2008).

Quanto aos parâmetros amônia e nitrito, todas as amostras apresentaram-se em acordo com os limites máximos de 1,5 mg/L e 1,0 mg/L estabelecidos pela Portaria nº 2914, respectivamente. Já quanto ao parâmetro nitrato, cujo valor limite permitido é de 10 mg/L, os chafarizes 2 e 5 apresentaram valores de nitrato acima do permitido. Bouchard et al., (1992 apud FREITAS et al., 2001), relata que a presença de nitrato em águas de abastecimento causa danos à saúde pública, pois tal composto químico induz a metemoglobinemia, e a formação de nitrosamina carcinogênica.

A amônia, nitrito e nitrato são algumas das formas em que o nitrogênio pode ser encontrado em águas naturais. Em águas subterrâneas, a amônia é encontrada em baixos teores. A desaminação de compostos contendo nitrogênio orgânico e hidrólise da ureia são as principais fontes de amônia. O nitrito é um estado intermediário de oxidação entre a amônia e o nitrato. O nitrogênio na forma de nitrato é comumente encontrado em baixos teores em águas superficiais, já em águas subterrâneas pode chegar a altos teores (SILVA; OLIVEIRA, 2001).

Teores elevados de nitrato também foram encontrados por Silva Neto et al., (2010) em pesquisa sobre as características físico-químicas de águas subterrâneas de quatro bairros da cidade de Fortaleza, Ceará. Os resultados da pesquisa revelaram que os poços em estudo, apresentaram teores de nitrato variando de 1 a 45 mg/L N-NO₃⁻, sendo que 40 % das amostras estavam acima do recomendado.

De acordo com Von Sperling (2014) a forma predominante do nitrogênio encontrada no corpo d'água pode indicar o estágio da poluição, de maneira que a predominância de amônia indica que a poluição é recente, já a forma de nitrato é indicativo de poluição antiga. Logo, os chafarizes 2 e 5 (25% das amostras) indicam apresentar uma poluição antiga, bem como, com base na literatura a presença de nitrato em águas subterrâneas pode ser oriunda da infiltração e oxidação de esgotos originários de fossas sépticas (POHLING, 2009).

A condutividade elétrica expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica e está relacionada com a quantidade de material iônico dissolvido na água (POHLING et al., 2005). Nenhum valor máximo é preconizado para esse parâmetro, porém a determinação do mesmo se faz importante por estar correlacionado com os valores de sólidos totais dissolvidos.

Quanto ao parâmetro ferro todas as amostras estão dentro do padrão de potabilidade uma vez que todas apresentam teores abaixo de 0,3 mg/L. O ferro é um elemento comumente encontrado em águas subterrâneas, normalmente em teores abaixo de 0,3 mg/L (KEMERICH *et al.*, 2012). Águas com altos teores de ferro apresentam sabor desagradável, causam manchas em tecidos entre outros prejuízos (RICHTER; AZEVEDO NETTO, 1991 apud LOPES, 2014).

As amostras de chafarizes apresentaram níveis abaixo de 250 mg/L para o sulfato, que é o valor máximo preconizado pelo Ministério da Saúde. Em águas naturais, este composto, é proveniente da dissolução de solos e rochas e também oxidação do sulfeto que poderá se reduzir a sulfato. Em água para consumo, altos teores de sulfato provocam efeito laxativo (CETESB, 2009).

Os teores de sólidos totais dissolvidos (STD) das amostras variaram de 124,6 a 316 bem inferior ao valor máximo estipulado para consumo que é de 1000 mg/L. STD é resultante da soma de compostos iônicos, sais e compostos orgânicos dissolvidos na água. Os valores de STD tem correlação direta com a condutividade elétrica (TUNDISI; MATSUMURA TUNDISI, 2008 apud MARQUES et al., 2015).

3.2 Análise Bacteriológica

No que tange, à análise bacteriológica, a Portaria N° 2.914/2011 determina que a água para consumo humano esteja ausente de *Escherichia coli* em 100 mL da amostra. Os chafarizes 3, 4, 6, 7 e 8, totalizando 62,5% das amostras (tabela 3) apresentaram resultados positivos para *Escherichia coli*, uma espécie de bactéria pertencente ao grupo coliforme termotolerante e que é utilizada para identificação de contaminação de um corpo d'água por esgotos domésticos, uma vez que tais micro-organismos são abundantes em fezes humanas e animais (TORTORA et al., 2017).

Devido às baixas concentrações de micro-organismos patogênicos em amostras d'água, dificultando assim sua detecção, se tornou conveniente a utilização dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal, entre estes está *Escherichia coli*. Tais organismos indicadores não são predominantemente causadores de doenças, mas pelo fato de serem eficazes na identificação de contaminação fecal e nestas poderem estar presentes micro-organismos patogênicos originários do trato gastrointestinal aqueles organismos indicadores são satisfatoriamente utilizados em análise bacteriológica da água com fins de potabilidade (VON SPERLING, 2014).

Tabela 3. Resultados dos parâmetros bacteriológicos frente as amostras de água de chafarizes da Regional VI, Fortaleza-Ce, com indicação do valor máximo permitido pela Portaria N. 2.914/2011.

Parâmetro	Chafarizes								Valor máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Escherichia coli</i>	Zero	Zero	50	500	Zero	23	70	2	Ausência em 100 mL

O resultado positivo para a presença de *Escherichia coli* nos chafarizes já mencionados, possivelmente, é influenciado pelo precário saneamento básico que dispõem os bairros Lagoa Redonda e Curió, obrigando os moradores a utilizar fossas rudimentares construídas nos quintais. É recomendada que a construção de poços ou qualquer outra espécie de captação de água proveniente de lençol freático respeite a distância mínima de 15 metros de fossas rudimentares (BRASIL, 2014b). Durante as coletas, foi constatado que esta recomendação não foi cumprida, existindo até residências a menos de 5 metros de alguns chafarizes (Figura 2).



Figura 2. Proximidade do chafariz a residências que ainda utilizam fossas rudimentares. **Fonte:** Os autores.

Pereira et al., (2009) em avaliação da qualidade bacteriológica das águas subterrâneas nos bairros da Barra do Ceará, Cristo Redentor e Pirambu, Fortaleza – CE, identificaram que 31% das amostras analisadas estavam contaminadas por coliformes termotolerantes. Segundo os autores, a área em estudo é considerada com alto índice de saneamento básico, mas apesar disso ainda pode-

se observar alguns locais com esgotos a céu aberto, o que colabora para a contaminação da água subterrânea.

4 Considerações Finais

As análises físico-químicas apontam que somente o chafariz 1 está em conformidade com os padrões de potabilidade, uma vez que os chafarizes 2 e 5 estão impróprios para consumo humano devido a elevada concentração de nitrato e juntamente com o chafariz 8 apresentaram pH abaixo do recomendado, já o consumo de águas dos chafarizes 3, 4, 6, 7 e 8 se tornam inadequados devido a presença de *Escherichia coli*, desta maneira a utilização da água de tais chafarizes pode acarretar danos à saúde das populações dos bairros Curió e Lagoa Redonda. O não cumprimento da recomendação da distância mínima requerida entre fontes de captação provenientes de lençol freático e fossas rudimentares é uma potencial causa da contaminação dos chafarizes estudados.

Considerando-se os resultados, o presente estudo fornece um alerta aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de vigilância em saúde, visando estimular um estudo de implementação de controle mais constante na análise das águas dos chafarizes da zona urbana da cidade de Fortaleza, bem como de prevenção de doenças de transmissão e de origem hídrica e para melhoria das condições e qualidade de vida das comunidades abrangidas por esses chafarizes.

5 Referências

ABDALLA, K. V. P.; CAVALCANTE, P. R. S.; COSTA NETO, J. P.; BARBIERI, R.; MESQUITA NETO, M. C. de. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16., ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 17., São Luís . **Anais...** São Luís: ABAS, 2010. p. 1- 11.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos.** 2.ed. Brasília: ANA, 2013.

APHA/AWWA/WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21. ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

BACCI, D. de La. C; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 211- 226, 2008.

BAPTISTA NETO, J. A.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. **Poluição Marinha.** 1.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

BECKER, H. **Controle analítico de águas.** Fortaleza – CE, Versão 4. 2008, p. 46.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014a .112p.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares**. Brasília: Funasa, 2014b. 44p.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria nº 2914 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, Seção 1, p. 266, 16 dez. 2011.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de bastecimento de água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 40 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212p.

CEARÁ. ÍNDICES DE COBERTURA. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/numeros/indice-de-cobertura>. Acesso: 03 de abr. de 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Série de relatórios – Apêndice A: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2009.

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. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

HELBE, A. F. **Análise da qualidade das águas subterrâneas no perímetro urbano de Ji-Paraná/ RO –BRASIL**. 2011. 110 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná. 2011.

HIRATA, R. **Recursos hídricos**. In: Decifrando a terra. TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. 2. ed. Reimpressão, São Paulo: Oficinas de textos, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 108p.

KEMERICH, P. D. C.; SILVA, J. L. S.; BARROS, G.; BORBA, W. F.; UCKER, F. E.; FOLETTI, C. V. Caracterização química da água subterrânea em área ocupada por cemitério: uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-X por energia dispersiva (EDXRF). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.3, p.166-182, 2012.

LEMONS, E. C. L. **Análise integrada dos efeitos da expansão urbana nas águas subterrâneas no município de Fortaleza- CE**. 2013. 199 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Pernambuco, Recife – PE, 2013.

LOPES, B. V. **Eficiência de coagulantes na remoção de diferentes concentrações de ferro e manganês para ETA Terras Baixas**. 2014. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2014.

MARQUES, P.C.M.N.; SILVA, E.R.M. da; BARBOSA, I.C.da C. SOUZA, E.C. de; SILVA, A do. S. **Determinação de turbidez, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica da água de poços artesianos no município de Ananindeua – PA.** In: ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA: ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA QUÍMICA FRENTE AOS DESAFIOS ATUAIS, 14., 2015, Amazônia.p.572- 777.

NOBRE, G. S. **João da Silva Feijó: um naturalista no Ceará.** Fortaleza: GRECEL, 1978.

NUNES NETO, F. A. Entre fontes, chafarizes e o dique: a introdução do sistema de abastecimento de água em Salvador. **Revista FSA**, Teresina, v. 11, n. 4, p. 134-157, 2014.

PEREIRA, S.; CAVALCANTE, N.I.; GOMES, M. da C. R.; GOMES, D.F. Qualidade Bacteriológica das Águas Subterrâneas nos Bairros da Barra do Ceará, Cristo Redentor e Pirambu, Fortaleza/Ceará. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 1., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2009. p. 16.

PEREIRA, S.de F.P. C.; COSTA, A.de C.; CARDOSO, E. do S.C.; CORRÊA, M. do S.S.; ALVES, D.T.V.; MIRANDA, R.G.; OLIVEIRA, G.R.F. de. Condições de Potabilidade da Água Consumida pela População de Abaetetuba- Pará. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**, Blumenau, v.12, n.1, p.50-62, 2010.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água.** Fortaleza: Editora Arte Visual, 2009.

POHLING, R.; FERREIRA, R. de L. U. de C.; FARIAS, M. K. **Métodos de procedimentos laboratoriais – Métodos analíticos para água e ar aplicados na Semace.** Fortaleza, 2005.

SANTOS, S. O. dos. SOUZA, A.C. Panorama do Saneamento Básico no Município de Itabuna (Bahia) de 2000 a 2010. In: SEMANA DE ECONOMIA DA UESB, 13., Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: UESB, 2014. p. 19.

SERAFIM, A. L.; VIEIRA, E. L.; L, I. L. A importância da água no organismo humano. **Revista Eletrônica Vidya**, Santa Maria, v. 24, n. 41, p.147-157, 2004.

SILVA, F. J.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Rev. Tecnol. Fortaleza**, v. 28, n. 2, p. 136-159, 2007.

SILVA NETO, R. C. da; CAVALCANTE, I. N.; GOMES, M. da C. R.; SOARES, F. R.; MATTA, M.A. da S. Características físico-químicas das águas subterrâneas nos Bairros Aerolândia, Engenheiro Luciano Cavalcante, Jardim das Oliveiras e Cidade dos Funcionários, Fortaleza-Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16., ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADOS DE POÇOS, 17., São Luís . **Anais...** São Luís: ABAS, 2010. p. 13.

SILVA, S.A.; OLIVEIRA, R. de. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias.** Campina Grande, Paraíba: O Autor, 2001.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia.** 12. ed. Ed. Artmed. 2017.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.