
Qualidade das águas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, Cruz das Almas, Bahia

Water quality of the springs at river basin Paraguaçu, Cruz das Almas, Bahia

Ludmilla Santana Soares e Barros ^{1*}; Clair Rogério da Cruz ² e Valdir Carneiro Silva³

^{1,2} Docentes, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Feira de Santana, BA, Brasil

barros@ufrb.edu.br

³ Mestrando, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

valdircj2008@yahoo.com.br

Recebido: 18/11/14 - Revisado: 27/01/15 - Aceito: 01/06/15

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar a qualidade física, química e bacteriológica da água de vinte e duas nascentes, pertencentes à Bacia do Rio Paraguaçu, localizada nas imediações da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas-BA. Para tal fim, foram detectadas as concentrações de coliformes totais, *Escherichia coli*, *Enterococcus* e microrganismos mesófilos e obtidos os valores de turbidez e cor. As águas investigadas apresentaram altas concentrações de coliformes totais (>2.000 NMP/100mL), *Escherichia coli* (>2.000 NMP/100mL), *Enterococcus* (>2.000 NMP/100mL) e microrganismos mesófilos (106 a 109 UFC/mL), que de acordo com as legislações nacionais e internacionais são consideradas impróprias para o consumo humano. Os valores de cor e turbidez também estavam exacerbados e acima dos valores máximos permitidos. Os resultados servirão como base para o planejamento do uso destas águas, tais como recreação, pesca e repovoamento com peixes ornamentais, assim como de medidas mitigadoras de problemas de degradação, de modo a tornar sustentável todo o sistema hídrico desse patrimônio ecológico encerrado em área tipicamente rural.

Palavras Chave: Colimetria. Cor. Qualidade. Turbidez.

ABSTRACT

This study aimed to determine the physical, chemical and bacteriological water of twenty-two springs, belonging to the Paraguaçu River Basin and located near the Federal University of Recôncavo of Bahia, Cruz das Almas, Bahia. To this end they were detected concentrations of total coliforms, *Escherichia coli*, *Enterococcus* and mesophilic and varieties of color and turbidity values. The waters investigated were highly polluted with high concentrations of total coliforms (> 2,000 NMP/100mL), *Escherichia coli* (> 2,000 NMP/100mL), *Enterococcus* (> 2,000 NMP/100mL) and mesophilic (106 to 109 CFU / mL) and unsafe for human consumption, considering national and international laws. The values of color and turbidity were also exacerbated and above the maximum permissible values. The results will serve as a basis for planning the use of these waters, such as recreation, fishing and restocking with ornamental fish, as well as mitigation measures degradation problems, so as to make the whole water system sustainable ecological heritage that ended in typically rural.

Keywords: Colimetric assay. Color. Quality. Turbidity

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida e até 2025 dois terços da população mundial viverão em países nos quais a quantidade de água ofertada será moderada ou severa (SILVA; ARAÚJO, 2003; KUSILUKA et al., 2005; ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; SALEM et al., 2011).

Kusiluka et al. (2005) são peremptórios ao afirmar que a escassez de água ameaça a segurança alimentar, a produção de energia e a integridade ambiental, muitas vezes culminando em conflitos pelo uso da água, entre diferentes comunidades, e na contaminação da água quando compartilhada entre animais e seres humanos.

A importância do acesso a uma água de consumo de alta qualidade pode ser expressa pela declaração do Secretário Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), dita no dia mundial da água em 2002: “Uma população estimada em 1,1 bilhão de pessoas não possuem acesso à água de consumo potável; 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso a sanitização adequada da água e acima de 5 milhões de pessoas morrem a cada ano em consequência das doenças relacionadas à água, ou seja, 10 vezes o número de mortos em guerras a cada ano” (WHO, 1997; PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; CABRAL, 2010; FIGUERAS; BORREGO, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011). Adicionalmente, em aquiescência a Pironcheva; Muyima (2004), a Kusiluka et al. (2005) e a Cabral (2010), as doenças de veiculação hídrica infectam em torno de 250 milhões de pessoas a cada ano, resultando em 10 a 20 milhões de mortes ao redor do planeta.

Corroborando com a assertiva anterior, a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a Portaria 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) definem uma água potável quando as concentrações de coliformes totais e de *Escherichia coli*, em 100 mL de amostra, são nulas. Valores máximos permissíveis (VMP) para as características biológicas, organolépticas, físicas e químicas da água potável também são definidos nesta legislação.

A contaminação da água subterrânea e superficial por microrganismos e por antibióticos, em dosagens não terapêuticas, é atribuída ao escoamento superficial das águas de áreas urbanas e de pastos, ao escape de resíduos dos sistemas de disposição de dejetos e de tanques sépticos, a sobrecarga das plantas de tratamento de resíduos e aos sistemas de injeção de resíduo cru; ademais, a contaminação bacteriana em áreas rurais tende a ser mais intensa do que em áreas urbanas (STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; SILVA; ARAÚJO, 2003; SAPKOTA et al., 2007; ALOTAIBI, 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES; BARROS, 2012). Em Ontário e nos Estados Unidos, no mínimo 30% dos poços da zona rural estão contaminados com fezes, com valores que excediam aos parâmetros governamentais definidos para a água potável segura (STRAUSS et al., 2001; CABRAL, 2010).

Considerando que a maioria da população rural não tem acesso a mecanismos de higiene de prevenção de doenças, tais como o uso de latrinas e a fervura da água antes do consumo, há um aumento na predisposição de infecção com as doenças

de veiculação hídrica (HOWARD et al., 2003; KUSILUKA et al., 2005; SAPKOTA et al., 2007; CABRAL, 2010; HUNTER et al., 2010). Destarte, a contaminação microbiológica da água de consumo é o principal contribuinte para o desenvolvimento das doenças de veiculação hídrica, como diarreias, náuseas, gastroenterites, giardíase, criptosporidiose, salmoneloses, shigeloses, cólera, amebíase, febre tifóide, disenterias e outros eventos maléficos zoonóticos conectados com a saúde, especialmente em crianças, em idosos e em pessoas com a imunidade falha (ARTZ; KILLHAM, 2002; SILVA; ARAÚJO, 2003; PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; KUSILUKA et al., 2005; FAROOQUI et al., 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; HUNTER et al., 2010; LAROCHE et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES; BARROS, 2012).

As infecções do tipo disentéricas também têm sido causadas por algumas cepas de *E. coli*, as quais podem ser classificadas em cinco grandes categorias: *E. colienteroagregativa* (EAEC), *E. colienteroinvasiva* (EIEC), *E. colienterohemorrágica* (EHEC), *E. colienteropatogênica* (EPEC) e *E. colienterotoxigênica* (ETEC) (COOLEY et al., 2007; SALEM et al., 2011).

Várias atividades humanas, particularmente a disposição de resíduos industriais, municipais e rurais não tratados, são as principais fontes de contaminação para a água subterrânea e de superfície, existentes no Recôncavo da Bahia (BARROS, 2011) e em outras partes do mundo (STRAUSS et al., 2001; ARTZ; KILLHAM, 2002; HOWARD et al., 2003; SILVA; ARAÚJO, 2003; KUSILUKA et al., 2005; ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; FIGUERAS; BORREGO, 2010; AZIZULLAH et al., 2011). Uma estimativa de 2 milhões de toneladas de resíduos e de outros afluentes são descartados nas águas do mundo, a cada dia. Em países em desenvolvimento, como o Brasil, a situação é pior, pois 90% do esgoto cru e 70% dos resíduos industriais não tratados são descartados nas fontes de águas superficiais (AZIZULLAH et al., 2011; CABRAL, 2010).

Nos países africanos, asiáticos e do Oriente Médio a questão envolvendo a quantidade e qualidade da água é mais drástica, assim como nos países latinos e, espantosamente, nos países desenvolvidos, como a Grã-Bretanha (ARTZ; KILLHAM, 2002). O Brasil e, mais especificamente, a região do Recôncavo da Bahia também sofrem com a problemática da água, principalmente com as questões de qualidade e quantidade (BARROS, 2011).

Dentre a enorme gama de substâncias poluentes na água, os grupos mais comuns são os patógenos (bactérias, vírus e protozoários); os poluentes inorgânicos (ácidos, sais, e metais tóxicos); os ânions e os cátions (nitratos, fosfatos, sulfatos, Ca+2, Mg+2 e F-); as substâncias radioativas solúveis em água e os antibióticos. Em adição, compostos orgânicos, tais como óleos e pesticidas também estão presentes. Todos estes componentes, uma vez presentes acima dos valores máximos permitidos, causam problemas sérios à saúde, quer seja para com o ser humano, quer seja para outro organismo do ecossistema (ARTZ; KILLHAM, 2002; SILVA; ARAÚJO, 2003; SAPKOTA et al., 2007; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; HUACHANG et al., 2010; HUNTER et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES; BARROS, 2012).

A incidência e a prevalência de patógenos de transmissão

hídrica são sujeitas a fatores geográficos. A maioria dos patógenos possui uma distribuição cosmopolita, mas os surtos de algumas enfermidades, como por exemplo, salmonelose, cólera, shigelose e tifoide, tendem a ser regionais (PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; FAROOQUIET al., 2009; SALEM et al., 2011).

Exemplificando a assertiva anterior, assim como no Paquistão e na Tunísia, a contaminação das águas no Brasil (quer no meio rural, como no urbano) por resíduos industriais, dejetos municipais e excretas dos animais de produção e a ausência de práticas de desinfecção da água e de monitoramento das estações de tratamento existentes são as principais causas da prevalência das doenças de veiculação hídrica (DVH) (BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; RODRIGUES; BARROS, 2012). Nestes países é muito difícil quantificar exatamente as DVH's, pois há falta de registros hospitalares. Seguramente, sabe-se que as DVH's são representadas, principalmente, pela hepatite, cólera, disenterias, criptosporidiose, giardíase, doenças de rota fecal-oral e febre tifoide (FAROOQUI et al., 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; RODRIGUES; BARROS, 2012). Em 2006, a Organização Mundial de Saúde estimou uma incidência de 16 a 33 milhões de casos globais de febre tifoide a cada ano, com 500.000 a 600.000 mortes e um nível de fatalidade nos casos de 1,5 a 3,8% (FAROOQUI et al., 2009).

Em um estudo semelhante (BARROS, 2011), a qualidade microbiológica das fontes alternativas de água testadas no município de Cruz das Almas excedeu, em 100 % das amostras e considerando os coliformes e os microorganismos mesófilos, o limite máximo de segurança para água de consumo, impostos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011) e pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004).

Nesta pesquisa, realizada no Recôncavo da Bahia (BARROS, 2001), observou-se um maior percentual de poços rasos, escavados manualmente, com até 10 metros de profundidade, cuja captação da água era feita por bombeamento. Chamou a atenção o elevado percentual (87%) de propriedades nos quais os entrevistados não sabiam informar a distância entre o poço e a fossa mais próxima. Quanto ao destino final do esgoto, 100% dos entrevistados destinavam suas excretas em fossas. Em adição, os poços estudados eram superficiais, do tipo raso, perfurados manualmente, localizados no aquífero livre, situados acima da camada rochosa relativamente impermeável que protege o lençol de infiltrações e contaminações. Dentre as várias cepas há a *E. coli* O 157:H7, um agente etiológico de uma grave doença de seres humanos. As manifestações clínicas variam de excreção assintomática, diarreia sem sangue, colite hemorrágica a severas complicações renais, como a síndrome urêmica hemorrágica (SUH), com comprometimento agudo das funções renais e morte, em alguns casos. Todos os grupos podem ser afetados, mas crianças com menos de 5 anos, mulheres grávidas e idosos são o grupo de risco. A taxa anual de infecção global está entre um a três casos por 100.000 pessoas, com variações geográficas consideráveis (ARTZ; KILLHAM, 2002; SCHETS et al., 2005; COOLEY et al., 2007; CABRAL, 2010; FIGUERAS; BORRERO, 2010; MASTERS et al., 2011).

Originalmente, ruminantes, particularmente o gado, são

considerados os principais reservatórios da *E. coli* O157, com uma maior prevalência em gado leiteiro. A transmissão é predominantemente alimentar, em especial através de bife cru, leite cru, mas frutas, vegetais e sucos não pasteurizados também têm sido implicados. O patógeno também é transmitido via contato direto com animais de companhia ou de fazenda infectados ou com suas fezes, de uma pessoa para outra, e através de água de poços e recreacionais contaminadas. Animais silvestres ou de produção pastando próximos em áreas de captação de água são as possíveis fontes de infecção para a água e, desta forma, infecções por *E. coli* O157 veiculadas pela água têm sido comuns (ARTZ; KILLHAM, 2002; SCHETS et al., 2005; COOLEY et al., 2007; MASTERS et al., 2011).

Considerando toda a explanação anterior, o presente trabalho teve como objetivo determinar a qualidade física, química e bacteriológica da água de vinte e duas nascentes, pertencentes à Bacia do Rio Paraguaçu, localizada nas imediações da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas-BA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas coletas de água em vinte e duas nascentes (Figura 1, Tabela 1 e Imagem 1) nas imediações da UFRB, em Cruz das Almas, Bahia, durante o ano de 2013. As coletas de água foram realizadas segundo metodologia do American Public Health Association (APHA, 1998).

Depois das coletas, as amostras provenientes das minas foram transportadas para o Laboratório de Microbiologia Animal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCA-AB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), onde foram processadas.

A determinação dos Números Mais Prováveis (NMP) de coliformes totais e *Escherichiacoli* foi efetuada segundo metodologia do Apha (1998). Primeiramente, as amostras foram diluídas em água peptonada a 0,1% (L 37, OXOID LTD) esterilizada, adicionando-se 10 mL da amostra em 90 mL do diluente, obtendo-se a diluição 10-1. A partir dessa primeira diluição foram obtidas as diluições decimais sucessivas. A realização da colimetria foi baseada na técnica do substrato cromogênico-fluorogênico-hidrolizável, que consistiu na adição de um frasco de Colilert (IDEXX Quanti-Tray) em 100 mL da amostra ou de suas diluições, seguida de homogeneização, transferência para a cartela (IDEXX Quanti-Tray) e o uso de uma seladora modelo 1295.00 1E-E (IDEXX Quanti-Tray), onde a amostra foi distribuída nas células e vedada. Após a incubação a 35° C/24 h, a leitura foi realizada, contando-se o número de células de cor amarela e, através de uma tabela de NMP específica, obtendo-se o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais por 100 mL da amostra. Por fim, foi incidida luz ultravioleta sobre a cartela para se obter o NMP de *Escherichiacoli* por 100 mL da amostra através do número de células que apresentaram fluorescência e com o auxílio da mesma tabela.

A determinação dos Números Mais Prováveis (NMP) de *Enterococcus* foi segundo metodologia do APHA (1998). As amostras passaram, inicialmente, pelos mesmos processos de diluição descritos. A amostra de 100 mL da água ou sua diluição,



Figura 1 - Localização da região de estudo

Tabela 1 - Localização geográfica das vinte e duas nascentes, na Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu, nas quais foram realizadas as coletas de água para fins de análises laboratoriais

Nascentes	Elevação (M)	Coordenada X (Longitude W)	Coordenada Y (Latitude S)
1	167	-39,079723	-12,661283
2	167	-39,080165	-12,660368
3	182	-39,080134	-12,660047
4	188	-39,079967	-12,659143
5	190	-39,078992	-12,656738
6	206	-39,083057	-12,651129
7	207	-39,083307	-12,650841
8	210	-39,087481	-12,649606
9	200	-39,093651	-12,662606
10	197	-39,093820	-12,663154
11	194	-39,093738	-12,664195
12	204	-39,089218	-12,667867
13	206	-39,089217	-12,667867
14	206	-39,089255	-12,667969
15	204	-39,089871	-12,668467
16	206	-39,090372	-12,668560
17	203	-39,090604	-12,668397
18	201	-39,090485	-12,668115
19	206	-39,088904	-12,666190
20	164	-39,066452	-12,662369
21	163	-39,065431	-12,662266
22	185	-39,065184	-12,662041

foi misturada ao substrato fluorogênico Enterolert (IDEXX Quanti-Tray) e, após a homogeneização, foi transferida para a cartela (IDEXX Quanti-Tray), e dessa para a seladora modelo 1295.00 1E-E (IDEXX Quanti-Tray), onde a amostra foi distribuída nas células e a cartela vedada. Após a incubação a 41 °C por 24 horas, a leitura foi realizada, contando-se o número de células que apresentaram fluorescência sob a incidência de radiação UV e, através de uma tabela de NMP específica, obteve-se o NMP de enterococos por 100 mL da amostra.

Para a execução das contagens dos microrganismos mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis foram realizadas diluições seriadas das amostras, empregando-se como diluente a água peptonada a 0,1%. Após o emprego da técnica de plaqueamento em profundidade, em que 1mL da amostra, ou de suas diluições, foram homogeneizados ao meio de cultura Ágar PCA e incubados a 35 °C por 48 horas, a contagem de colônias foi feita com o auxílio de um contador de colônias. A média do número de colônias encontradas nas placas foi multiplicada pelo fator de diluição correspondente e o resultado foi expresso em unidades formadoras de colônia por mL de amostra (UFC.mL⁻¹) (APHA, 1998).

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos de cor (UHazen) e turbidez (UNT) foram utilizados, respectivamente, os seguintes aparelhos: colorímetroeturbidímetro.

Os resultados microbiológicos e físico-químicos foram avaliados de acordo com os valores padrões estabelecidos pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água para consumo humano pode ser obtida de várias fontes. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, é um recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesiano, que se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre, embora mais vulnerável à contaminação, é mais frequentemente utilizada no Brasil (STRAUSS et al., 2001; SILVA; ARAÚJO, 2003; LAROCHE et al., 2010).

Beber água segura e saudável é um direito de todo ser humano. Consumir água poluída e ter contato com condições sanitárias inadequadas aumentam o risco de vários agravos à saúde pública, tais como as doenças de veiculação hídrica. A magnitude destas doenças é maior e impossível de ser quantificada principalmente em regiões remotas do planeta, como o Recôncavo da Bahia, onde a população usualmente utiliza reservatórios privados de água, tais como poços artesanais sem nenhum tratamento da água e controle de qualidade.

Análises microbiológicas da água são realizadas a fim

de se detectar os coliformes totais e os termotolerantes, antigamente chamados de fecais. Os coliformes comumente ocorrem no ambiente e, geralmente, não são nocivos aos humanos, mas sua presença é utilizada como um indicador para a contaminação da água por doenças causadas por germes e patógenos. A presença de *Enterococcus*, de coliformes termotolerantes e de *Escherichiacoli* também são indicadores da contaminação da água por fezes de seres humanos de animais homeotérmicos (STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; COOLEY et al., 2007; ALOTAIBI, 2009; BONTON et al., 2010; CABRAL, 2010; FIGUERAS; BORREGO, 2010; HUACHANG et al., 2010; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011; SALEM et al., 2011; CHRISTENSEN et al., 2012; RODRIGUES; BARROS, 2012). Vale notificar que os *Enterococcus* foram separados do gênero *Streptococcus* na década de 80 e são representados pelos *E. avium*, *E. faecalis*, *E. gallinarum*, *E. faecium* e *E. hirae* (ALOTAIBI, 2009; CABRAL, 2010; FIGUERAS; BORREGO, 2010).

Assim como ocorreu em outros estudos (NEVONDO; CLOETE, 1999; STRAUSS et al., 2001; HOWARD et al., 2003; SILVA; ARAÚJO, 2003; PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; KUSILUKA et al., 2005; SAPKOTA et al., 2007; ALOTAIBI, 2009; FAROOQUI ET AL., 2009; AZIZULLAH et al., 2011; BARROS, 2011), as águas investigadas neste estudo (Figura2)

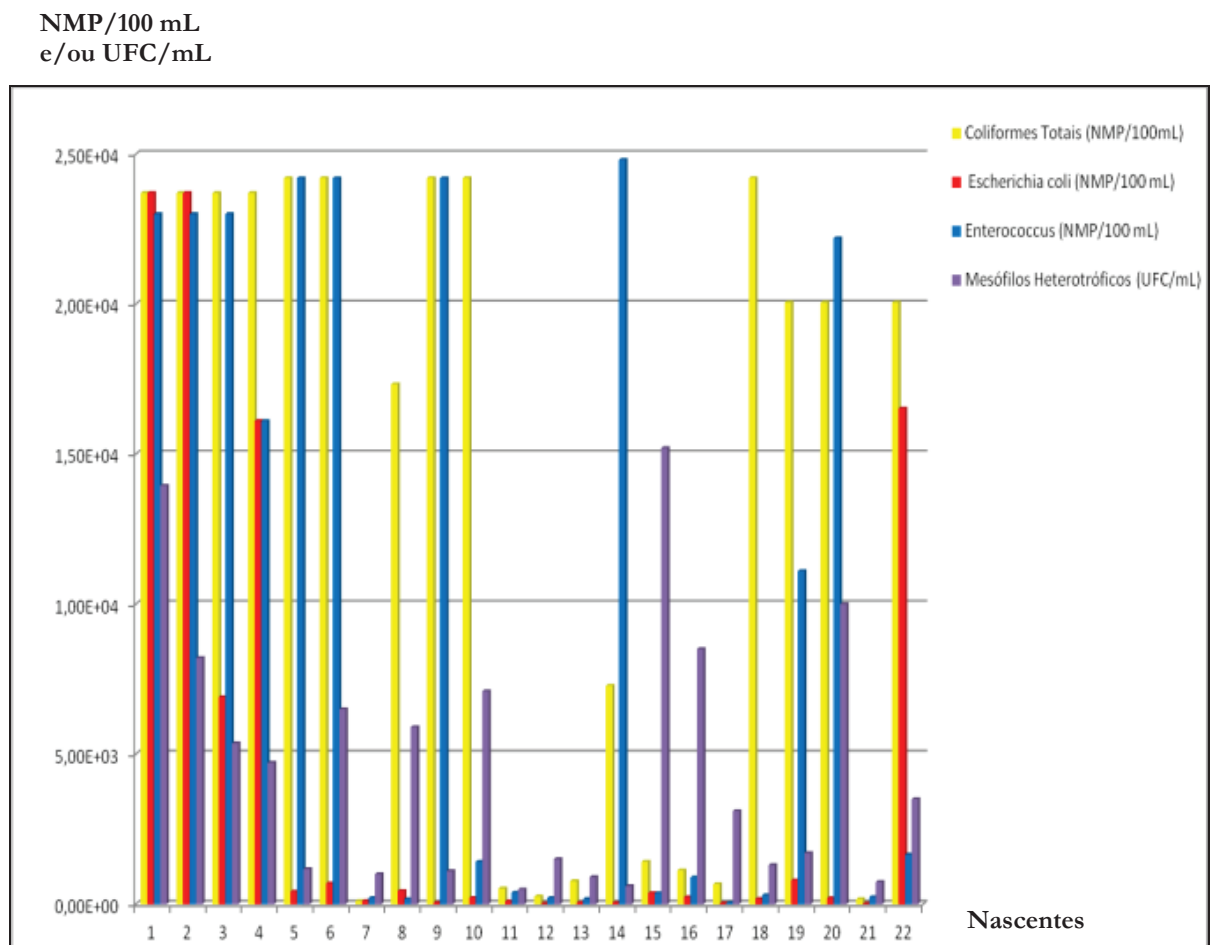


Figura 2 - Concentrações médias dos parâmetros microbiológicos detectados nas vinte e duas nascentes na Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu, Cruz das Almas, Bahia. 2013

UNT e/ou
UHazen

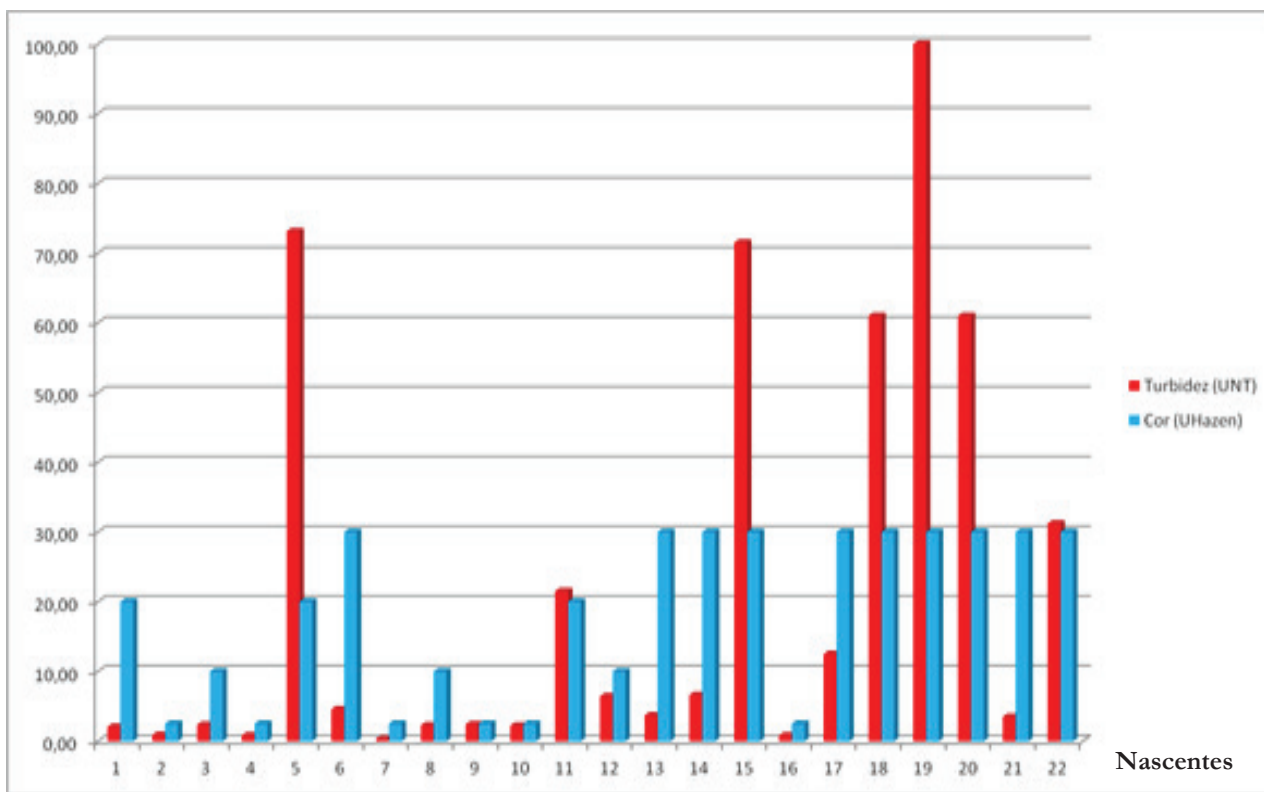


Figura 3 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos Detectados nas vinte e duas nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu, Cruz das Almas, Bahia. 2013

estavam altamente poluídas, com contaminações bacteriológicas representadas pelas altas concentrações de coliformes totais (>2.000 NMP/100mL), *Escherichiacoli* (>2.000 NMP/100mL), *Enterococcus* (>2.000 NMP/100mL) e microrganismos mesófilos (106 a 109 UFC/mL), e não seguras para o consumo humano, considerando as legislações nacionais e internacionais (Brasil, 2011; WHO, 2004). Adicionalmente, a presença exacerbada destes indicadores indica uma contaminação recente, segundo AlOtaibi (2009).

Consoante às elucubrações de Kusiluka et al. (2005), de Schets et al. (2005) e de AlOtaibi (2009), na região pesquisada deste projeto, a contaminação da água subterrânea dos poços pode ter ocorrido através de numerosos poros e pequenos canais existentes nos solos argilo-calcários, típicos da região do Recôncavo.

Ratificando os ditames dos autores e corroborando com as alegações de Howard et al. (2003), Pironcheva e Muyima (2004), Sapkota et al. (2007), Cabral (2010), Figueras e Borrego (2010) e de AlOtaibi (2009), este estudo mostrou que atividades humanas e animais nos locais de obtenção da água afetam sua qualidade, bem como a deficiência nos processos de desinfecção, contribuíram para uma péssima qualidade da água nos diferentes pontos de captação dos vinte municípios do Recôncavo da Bahia.

Em aquiescência a Howard et al. (2003); Silva e Araújo (2003), a AlOtaibi (2009), a Cabral (2010), Figueras e Borrego (2010), a Barros (2011) e a Salem et al. (2011) a presença de

E. coli, registrada nesta pesquisa, indicou uma contaminação recente da água por fezes e, conseqüentemente, por microrganismos patogênicos existentes nas mesmas, que por serem raros e mais frágeis às condições ambientais, tornam-se difíceis de serem evidenciados. Para exemplificar esta situação, Kusiluka et al. (2005) notificaram a presença de *Giardialambliia* em amostras de águas, destinadas ao uso humano, na Tanzânia. Em corroboração com as assertivas de Cabral (2010), observou-se neste trabalho que a relação entre *E. coli* e *Enterococcus* entre 1 e 2,40 pode ter configurado uma situação onde o gado encontrava-se próximo aos pontos de coleta de água.

Assim como relatos de pesquisas anteriores (HOWARD et al., 2003; PIRONCHEVA; MUYIMA, 2004; KUSILUKA et al., 2005; SCHETS et al., 2005; ALOTAIBI, 2009), neste trabalho (Figura 2) foi possível observar que sistemas de tratamento de água não estavam disponíveis nas áreas estudadas, implicando em grandes riscos de infecções aos seres humanos, caso eles não fervessem ou utilizassem de outro sistema de tratamento de água, antes do consumo. Adicionalmente, em contraste à água proveniente das estações de tratamento, a água de consumo destas fontes alternativas privadas foi sempre parcialmente tratada ou usada sem nenhum tratamento. Particularmente em áreas rurais e em períodos com grande intensidade pluviométrica, a proteção insuficiente dos poços desencadeia a contaminação das águas, via águas superficiais contaminadas ou através da lixiviação das fezes animais.

No presente estudo, foi elevado o percentual de amostras com turbidez acima do estabelecido legalmente (que é de 5 UNT) (BRASIL, 2011). Segundo outros pesquisadores (SILVA; ARAÚJO, 2003; BARROS, 2011; VESCHI et al., 2010; RODRIGUES; BARROS, 2012), a turbidez, material em suspensão na água, pode-se fixar aos patógenos existentes, protegendo-os e até dificultando a ação do cloro sobre os mesmos. Adicionalmente há indícios (SILVA; ARAÚJO, 2003) que atestam uma relação causal significativa entre índices altos de turbidez e admissão hospitalar por doenças gastrointestinais.

Os resultados físico-químicos (valores de cor e turbidez) do presente trabalho (Figura3) corroboram os achados de Pironcheva e Muyima (2004) e de Hunter et al. (2010), que identificaram valores semelhantes de turbidez nas águas de regiões rurais da África do Sul e de Porto Rico, respectivamente. Assim como na África do Sul, os valores de turbidez e de cor desta perscrutação estavam acima dos valores máximos permitidos (5 UNT e 15 UHazen, respectivamente) pela Portaria 2.914 (Brasil, 2011) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011), configurando uma água imprópria ao consumo.

As elevadas concentrações bacterianas encontradas neste trabalho possuem uma relação direta com os elevados valores de turbidez, cor e cloro residual informados neste estudo, pois, consoante Pironcheva e Muyima (2004), Hunter et al. (2010) e Laroche et al. (2010), os parâmetros físico-químicos, tais como pH, temperatura e turbidez, representam uma maior influência no crescimento populacional bacteriano. Corroborando tal fato, as constatações de Cabral (2010) notificam que baixas temperaturas, alta umidade e pH do solo alcalino ou neutro e a presença de carbono orgânico contribuem para uma maior sobrevivência das bactérias no solo e, conseqüentemente, nas águas profundas de lençóis freáticos e aquíferos.

Laroche et al. (2010) constataram em suas pesquisas que a turbidez pode ser considerada um indicador de contaminação fecal. Assim como na investigação destes autores, no presente trabalho também foi registrado uma associação estatística positiva ($p < 0,05$) entre as elevadas concentrações de turbidez e as exacerbadas concentrações de coliformes, *E. coli* e *Enterococcus*.

CONCLUSÃO

A despeito dos grandes esforços realizados por programas de desenvolvimento nacional e internacional, como a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Ministério da Saúde, a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Agência Nacional das Águas (ANA), para atingir o acesso ao saneamento e a fontes de águas potáveis, há uma falta de monitoramento apropriado para a qualidade da água, principalmente nas áreas rurais. Práticas de desinfecção da água, como a cloração, ou não existem ou são ineficientes e as estações de tratamento de água, quando existem, não oferecem uma água salutar ao público.

As seguintes recomendações podem ajudar a controlar ou minimizar os problemas provenientes da degradação da qualidade da água no Recôncavo da Bahia:

Deve haver uma monitoração contínua da qualidade da água em toda a região do Recôncavo, quer seja na área rural

ou na área urbana;

As autoridades sanitárias nacionais, estaduais e municipais devem ser treinadas com técnicas que facilitem a monitoração e a purificação da água destinada ao consumo humano;

Deve haver uma distância segura o suficiente entre os resíduos e as fontes de abastecimento, a fim de se evitar a contaminação cruzada;

Há a necessidade da existência e da implantação de leis rígidas em relação ao oferecimento de uma água de abastecimento segura;

Campanhas de educação sanitárias devem ser desenvolvidas, com o fito de educar a população sobre a importância do consumo seguro da água;

Os produtores rurais, independentes de sua categoria econômica, devem ser esclarecidos e treinados a respeito da necessidade e da urgência de se introduzir saneamento em suas propriedades, com a implantação de sistemas de tratamento dos resíduos orgânicos (de origem humana e animal), de sistemas de tratamento da água destinada ao consumo (objetivando extirpar o conceito errado de que água de fonte alternativa é potável) e de métodos seguros de uso de pesticidas e fertilizantes.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALOTAIBI, E. L. S. Bacteriological assessment of urban water sources in Khamis Mushait Governorate, southwestern Saudi Arabia. *International Journal of Health Geographics*, v.8, n.16, 2009. doi:10.1186/1476-072X-8-16.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. Washington: American Public Health Association; 1998, 339p.
- ARTZ, R. R. E.; KILLHAM, K. Survival of *Escherichiacoli* O157:H7 in private drinking water wells: influences of protozoan grazing and elevated copper concentrations. *FEMS Microbiology Letters*, v.216, p.117-122, 2002.
- AZIZULLAH, A.; KHATTAK, M. N. K.; RICHTER, P.; HÄDER, D-P. Water pollution in Pakistan and its impact on public health – A review. *Environment International*, v. 37, p. 479-497, 2011.
- BARROS, L. S. S. Grau de contaminação das águas de poços de propriedades rurais de Cruz das Almas – BA. *Magistra*, v. 23, n. 4, p. 207-214, 2011.
- BONTON, A.; ROULEAU, A.; BOUCHARD, C.; RODRIGUEZ, M. J. Assessment of groundwater quality and its variations in

the capture zone of a pumping well in an agricultural area. *Agricultural Water Management*, v.97, p.824-834, 2010.

BRASIL. Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011. O Ministério da Saúde aprova normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. *Diário Oficial*, Brasília, 14 dez. 2011, Seção 1, p.39-46.

CABRAL, J. P. S. *WaterMicrobiology. Bacterial Pathogens and Water. International Journal of Environmental Research in Public Health*, v. 7, p. 3657-3703, 2010.doi:10.3390/ijerph7103657.

CHRISTENSEN, S. C. B.; NISSEN E.; ARVIN, E.; ALBRECHTSEN, H-J. Influence of *Asellusaquaticus* on *Escherichiacoli*, *Klebsiellapneumoniae*, *Campylobacterjejuni* and naturally occurring heterotrophic bacteria in drinking water. *Water Research*, v.46, p. 5.279-5.286, 2012.

COOLEY, M.; CARYCHAO, D.; CRAWFORD-MIKSZA, L.; JAY, M. T.; MYERS, C.; CHRISTOPHER, R.; CHRISTINE, K.; JEFF, F.; ROBERT, E. M. Incidence and Tracking of *Escherichiacoli* O157:H7 in a Major Produce Production Region in California. *PLoS ONE*, v.2, n.11, p.e1159, 2007. doi:10.1371/journal.pone.0001159.

FAROOQUI, A.; KHAN, A.; KAZMI, S. U. Investigation of a community outbreak of typhoid fever associated with drinking water. *BMC Public Health*, v. 9, p.476-482, 2009.

FIGUERAS, M. J.; BORREGO, J. J. New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. *International Journal of Environmental Research and Public*, v.7, p.4179-4202, 2010. doi:10.3390/ijerph7124179.

HOWARD, G.; PEDLEY, S.; BARRETT, M.; NALUBEGA, M.; JOHAL, K. Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. *Water Research*, v.37, p.3421-3429, 2003.

HUACHANG, H.; JIANWEN, Q.; YAN, L. Environmental factors influencing the distribution of total and fecal coliform bacteria in six water storage reservoirs in the Pearl River Delta Region, China. *Journal of Environmental Sciences*, v.22, n.5, p.663-668, 2010.

HUNTER, P. R.; TORO, G. I. R.; MINNIGH, H. A. Impact on diarrhoeal illness of a community educational intervention to improve drinking water quality in rural communities in Puerto Rico. *BMC Public Health*, v.10, p.219-230, 2010.

KUSILUKA, L. J. M.; KARIMURIBO, E. D.; MDEGELA, R. H.; LUOGA, E. J.; MUNISHI, P. K. T.; MLOZI, M. R. S.; KAMBARAGE, D. M. Prevalence and impact of water-borne zoonotic pathogens in water, cattle and humans in selected villages in Dodoma Rural and Bagamoyo districts, Tanzania. *Physics and Chemistry of the Earth*, v.30, p. 818-825, 2005.

LAROCHE, E.; PETIT, F.; FOURNIER, M.; PAWLAK, B. Transport of antibiotic-resistant *Escherichiacoli* in a public rural karst water supply. *Journal of Hydrology*, v. 392, p.12-21, 2010.

MASTERS, N.; WIEGAND, A.; AHMED, W.; KATOULI, M. *Escherichiacoli* virulence genes profile of surface waters as an indicator of water quality. *Water Research*, v. 45, p.6321-6333, 2011.

NEVONDO, T. S.; CLOETE, T. E. Bacterial and chemical quality of water supply in the Dertig village settlement. *Water SA*, v. 25, n. 2, p. 215-220, 1999.

OMS. Guia para a qualidade da água. 4. Ed. Genebra, Suíça: Organização Mundial da Saúde, 2011.

PIRONCHEVA, Z. M.; MUYIMA, N. Y. O. Microbiological and physico-chemical assessment of the quality of domestic water sources in selected rural communities of the Eastern Cape Province, South Africa. *Water SA*, v.30, n.3, p.333-340, 2004.

RODRIGUES, M. J.; BARROS, L. S. S. Análises físico-química e bacteriológicas da água da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas – Bahia. *Arquivos de Pesquisa Animal*, v.1, n.1, p.31-38, 2012.

SALEM, I. B.; OUARDANI, I.; HASSINE, M.; AOUNI, M. Bacteriological and physico-chemical assessment of wastewater in different region of Tunisia: impact on human health. *BMC Research Notes*, v.4, p.144-155, 2011.

SAPKOTA, A. R.; CURRIERO, F. C.; GIBSON, K. E.; SCHWAB, K. J. Antibiotic-resistant enterococci and fecal indicators in surface water and groundwater impacted by a concentrated swine feeding operation. *Environmental Health Perspectives*, v.115, n.7, p.1040-1045, 2007.

SCHETS, F. M.; DURING, M.; ITALIAANDER, R.; HEIJNEN, L.; RUTJES, S. A.; van der ZWALUW, W. K.; HUSMAN, A. M. R. *Escherichia coli* O 157 in drinking water from private water supplies in the Netherlands. *Water Research*, v.39, p.4485-4493, 2005.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.

S'TRAUSS, B.; KING, W.; LEY, A.; HOEY, J. R. A prospective study of rural drinking water quality and acute gastrointestinal illness. *BMC Public Health*, v.1, n.8, p.1471-2458, 2001.

VESCHI, J. L. A.; BARROS, L. S. S.; RAMOS, E. M. Impacto ambiental da pecuária. In: BRITO, L. T. L.; MELO, R. F.; GIONGO, V. Impactos ambientais causados pela agricultura no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 171-187.

WHO. Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva: World

Health Organization; 1997.

WHO. Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva: World Health Organization; 2004.