



Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria
Brasil

da Silva Sousa, Santana; Sousa Silva, Wanderson; Leal de Miranda, João Antônio;
Almeida Rocha, Jefferson
Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA
Ciência e Natura, vol. 38, núm. 3, septiembre-diciembre, 2016, pp. 1615-1625
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467547716050>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA

Physicochemical and microbiological analysis of water Grajaú river in the Grajaú city - MA

Santana da Silva Sousa¹, Wanderson Sousa Silva¹, João Antônio Leal de Miranda², Jefferson Almeida Rocha¹

¹Grupo de Pesquisa em Ciências Naturais e Biotecnologia (CIENATEC), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Grajaú/MA, Brasil

²Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato/CE, Brasil

Resumo

A cidade de Grajaú conta com o rio Grajaú como fonte de água para o abastecimento da população. A água destinada a consumo humano deve prezar pelo padrão de potabilidade determinado na portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. O presente trabalho objetivou avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú, MA. Na presente pesquisa foram selecionados seis pontos de coleta da água do rio Grajaú para verificação das características físico-químicas e microbiológicas, tais como: alcalinidade total, cloretos, dureza total, pH, ferro, amônia, cloro, oxigênio consumido, turbidez, cor, coliforme fecais e totais. Os resultados das análises nos seis pontos de coleta do rio Grajaú, evidenciaram que, pelo menos em um dos parâmetros analisados, todos os pontos de coleta da água encontravam-se em fora do valor máximo permitido (VMP), tornando-os impróprios para o consumo humano. Com destaque para o ponto de coleta Limoeiro, que encontra-se fora limites permitidos em quatro parâmetros físico-químico. Ademais, no presente estudo, não evidenciou-se presença de coliforme fecais e totais, em quaisquer dos pontos de coleta avaliados. Assim, este estudo destaca a necessidade de medidas interventivas para controle e adequação dos parâmetros que encontram-se em desacordo com as normativas legais.

Palavras-chave: Água; Análise; Físico-química e microbiológica.

Abstract

The Grajaú city has Grajaú river as a water source to supply the population. Water intended for human consumption must appreciate the potability standard determined in the decree nº 2.914/2011 of the Ministry of Health. This study aimed to evaluate the physical, chemical and microbiological parameters of the Grajaú river water in the Grajaú city, MA. In this study were selected six collection points Grajaú River water to check the physicochemical and microbiological characteristics, such as: total alkalinity, chloride, total hardness, pH, iron, ammonia, chlorine, consumed oxygen, turbidity, color, fecal and total coliform. The results of the analyzes in the six collection points Grajaú river, showed that at least one of the parameters analyzed, all the points of collection of water were in out of the maximum allowed value (PMV), making them unfit for human consumption. Highlighting the point of Limoeiro collection, which is outside the limits allowed in four physicochemical parameters. Moreover, in this study, it did not show up the presence of fecal and total coliform in any of the points of this collection. This study highlights the need for interventional measures for control and adjustment of parameters that are not in accordance with legal regulations.

Keywords: Water; Analysis; Physical-chemical and microbiological.

Recebido: 02/08/2016 Aceito: 30/08/2016

Introdução

Os rios são fontes de um dos recursos naturais indispensáveis aos seres vivos, têm grande importância cultural, social, econômica, histórica da cidade onde se encontram. A origem e manutenção da vida dependem totalmente da água, pois este é o mais abundante componente das células (PONGELUPPE et al., 2009; REIS et al., 2012), recurso insubstituível, compõem aproximadamente 75% do nosso corpo humano, e o cérebro consiste em cerca de 85% (YAMAGUCHI, et al., 2013).

Devido suas funções e seu caráter indispensável à vida (CARVALHO, et al., 2009; FREITAS et al., 2013), a disponibilidade de água potável e saudável deve ser acessível a todos (RIGOBELLO et al., 2009; MELLO; RESENDE, 2015), sendo de responsabilidade do estado e da nação, devendo o primeiro assegurar que seja feita a gestão adequada dos recursos hídricos, e o segundo de usar o recurso conscientemente (REIS et al., 2012).

Falhas no manuseio da água, principalmente, na maioria dos países em desenvolvimento, onde ainda há carência de saneamento básico, em especial, no tratamento de água tem contribuído para que a qualidade na alimentação diária de parte da população mantenha-se abaixo da considerada ideal (ROCHA et al., 2010). A água em condições de má qualidade, passa a trazer riscos à saúde servindo de veículo para vários agentes biológicos e químicos.

As principais fontes de contaminação através dos recursos hídricos são esgotos de cidades sem tratamento que são lançados em rios e lagos; aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, os defensivos agrícolas que escoam com a chuva sendo arrastados para os rios e lagos, os garimpos que lançam produtos químicos, como o mercúrio, em rios e córregos e as indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos, mostrando que tais ações trazem problemas difíceis de serem solucionados (BETTEGA et al., 2006).

O lançamento de efluentes líquidos e sólidos de origem urbana e industrial nos rios tem grande influência na qualidade da água em que se encontra no rio, afetando a disponibilidade desse recurso natural e gerando graves problemas de desequilíbrio ambiental (LIMA; MEDEIROS, 2008). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima-se que 25 milhões de pessoas no mundo morrem por ano em virtudes de doenças transmitidas pela água, causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, e transmitidos basicamente pela rota fecal-oral.

O propósito primário para a exigência de qualidade da água é a proteção à saúde pública. Os

critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde. (D'AQUILA et. al., 2000).

Legislações específicas referentes à qualidade da água vigoram no Brasil. Entre elas, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 2005 (BRASIL, 2005), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, estabelecendo limites individuais a cada substância a ser analisada; e as Portarias do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de Março de 2004 e nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, que estabelecem os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2005; BRASIL, 2011). Ainda de posse de embasamento jurídico, a Lei 11.445, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, tem como fundamento a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico entre eles o abastecimento de água potável (BRASIL, 2007). O que torna o acesso à água potável, livre de micro-organismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde, é direito fundamental de todo cidadão (ZERWES et al., 2015).

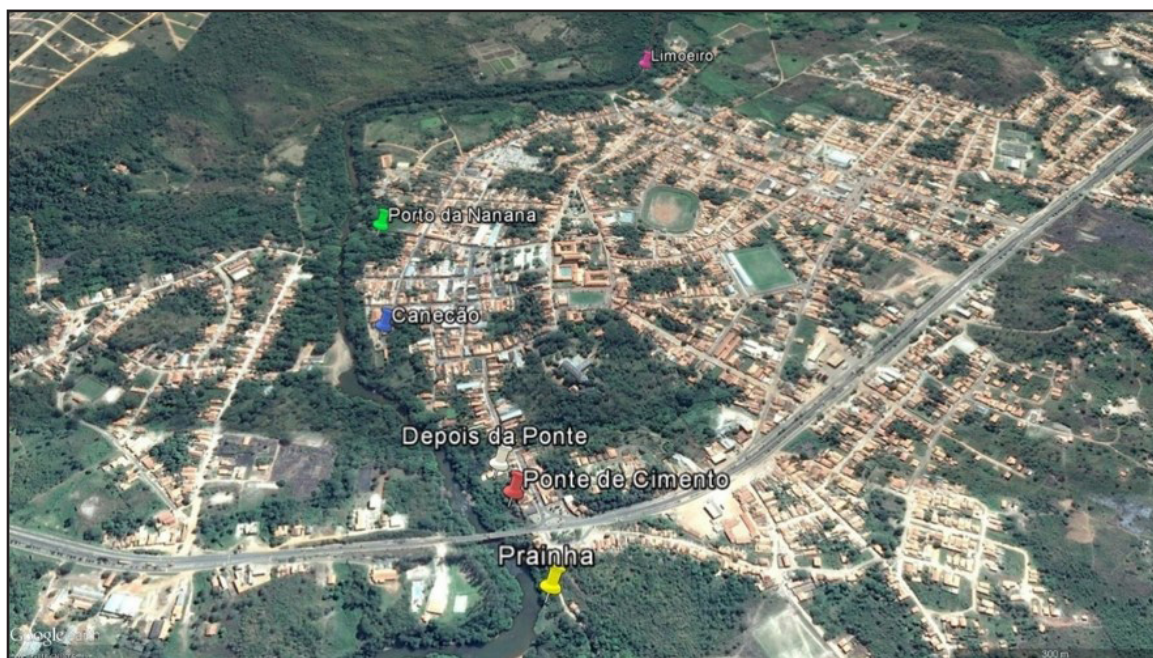
Esse estudo objetiva realizar a análise físico-química e microbiológica do rio Grajaú da cidade de Grajaú Maranhão, no intuito de analisar as condições de potabilidade da água, visto que está é distribuída para boa parte da população local da cidade, através de um serviço autônomo de água e esgoto (SAAE).

Materiais e Métodos

Área de estudo

O estudo foi conduzido no Rio Grajaú, no município de Grajaú/MA. Foram selecionados seis para coleta da água do rio Grajaú: Prainha, Ponte de Cimento, depois da Ponte, Canecão, Porto da Nanana e Limoeiro (Figura 01 e Tabela 01) para a realização das análises físico-química e microbiológicas.

As metodologias utilizadas para a determinação dos parâmetros físico-químicos seguiram o modelo do método de investigação empírica, baseado em experimentos para testar, manipular e controlar algumas variáveis do estudo já testado em laboratório.



Locais Figura 01 - de coleta identificados ao longo do rio Grajaú – MA.

Tabela 01 - Localização geográfica e altitude dos seis pontos de coleta no rio Grajaú- MA.

Locais	Coordenadas Geográficas		
	Latitude	Longitude	Altitude
Prainha	S 05° 49' 28.9"	W 046° 08' 26.4"	135 m
Ponte de Cimento	S 05° 49' 23.6"	W 046° 08' 29.2"	133 m
Depois da Ponte	S 05° 49' 21.7"	W 046° 08' 30.1"	133 m
Canecão	S 05° 49' 11.1"	W 046° 08' 38.0"	132m
Porto da Nanana	S 05° 49' 01.2"	W 046° 08' 39.6"	132 m
Limoeiro	S 05° 48' 39.9"	W 046° 08' 20.3"	131 m

2.2 Coleta e análise de dados

As coletas foram realizadas nos meses de novembro de 2015 a janeiro de 2016, no período da manhã, em seis pontos do rio Grajaú (Figura 2). No momento de cada coleta foram registrados os dados geográficos, utilizando GPS Garmin Dakota 20.

As amostras de água coletadas para análise química e microbiológicas foram coletadas em dois recipientes de vidro de 250 ml, devidamente identificados e esterilizados em autoclave. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em recipiente térmico para posterior análise em laboratório.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas no laboratório de química da Universidade

Federal do Maranhão, Campus Grajaú. Foram analisados os seguintes itens: alcalinidade total, cloretos, Dureza total, pH, Ferro, Amônia, Cloro, Oxigênio consumido, Turbidez da água, cor e coliforme totais. Para as seguintes análises foi utilizado o kit de potabilidade da Alfakit®, e seguiu-se a metodologia e o protocolo de bancada do referido kit (Tabela 02). Ao fim, de posse dos resultados físico-químico e microbiológicos, realizados em três momentos diferentes (três meses consecutivos), foram extraídas as médias para cada um dos pontos de coleta e, comparadas aos parâmetros obtidos com as definições da Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), para a verificação da potabilidade da água do rio Grajaú.

VMP: Valor Máximo Permitido; DPD: Dietil Parafeni-

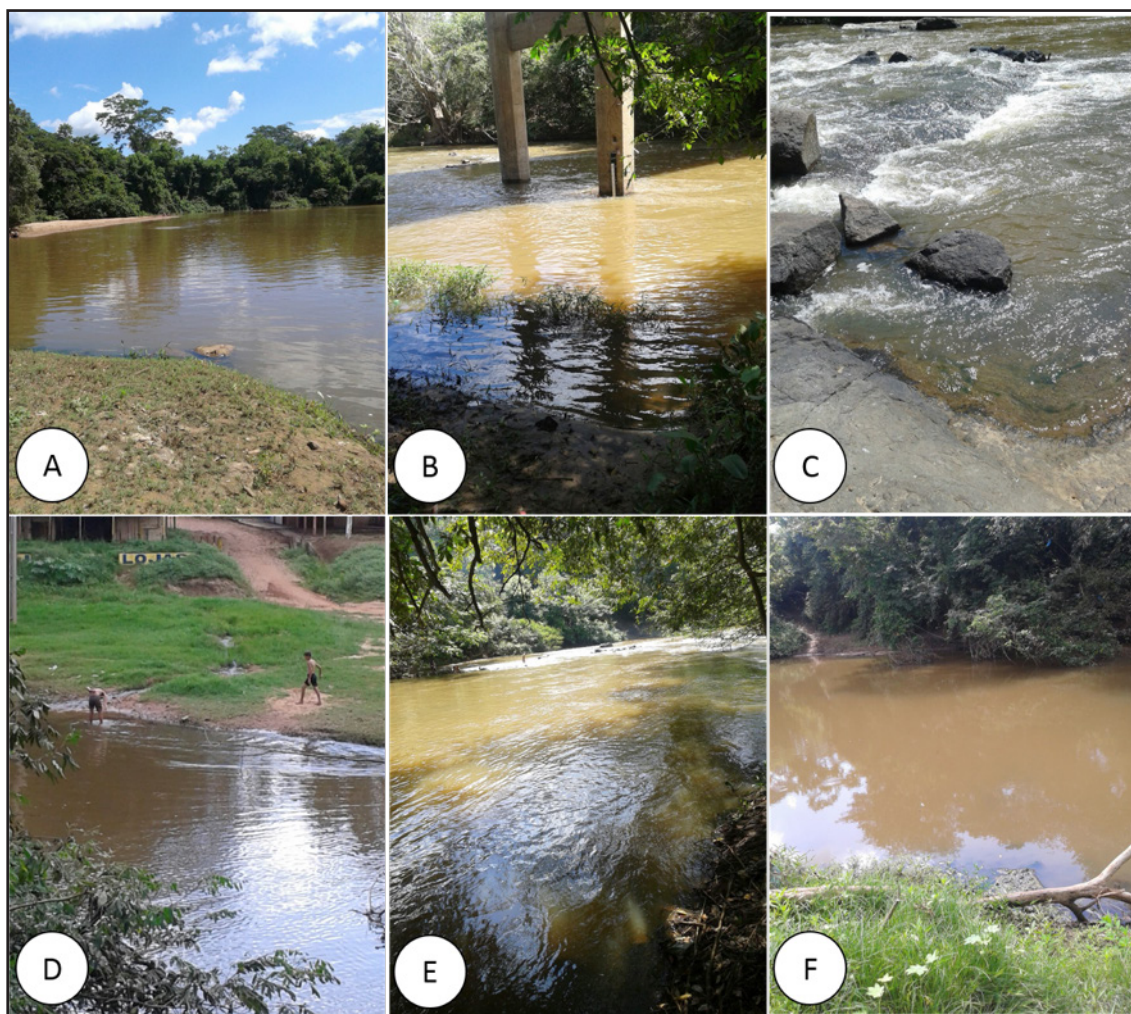


Figura 02 - Rio Grajaú e seus efluentes que são lançados pela cidade de Grajaú – MA. A- Prainha; B- Ponte de Cimento; C- Depois da Ponte; D- Canecão; E- Porto da Nanana e F- Limoeiro.

Tabela 02 - Dados das metodologias adotadas, unidades de medida adotada e valor máximo permitido para análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Parâmetros	Método	VMP	Unidade de Medida
Alcalinidade	Neutralização	500	mgL-1 CaCO ₃
Cloreto	Titulação argentimétrica	250	mgL-1 Cl ⁻
Dureza	Titulação de complexação	500	mgL-1 CaCO ₃
Amônia	Azul de indofenol	1,5	mgL-1NH ₃
Cor	-	15	mgL-1Pt/CO
Cloro	DPD	2,0	mgL-1 Cl ₂
Ferro	Ácido tioglicólico	0,3	mgL-1 Fe
Oxigênio consumido	Oxidação com permanganato	3,0	mgL-1 O ₂
Ph	Indicador	6-9,5	um. Ph
Turbidez	-	5,0	NTU
Coliforme fecais e totais	Meio cromogênio em DIP SLIDE em papel - Colipaper (Tecnobac)	0,0	UFC/ml

leno Diamino; UFC: Unidades Formadores de Colônias.

Resultado e Discussão

Os resultados obtidos para as amostras testadas nos seis pontos do rio Grajaú, estão representados na tabela 03 e figura 03.

No parâmetro químico alcalinidade total, expresso em mg/L-1 de carbonato de cálcio (CaCO₃), nenhum dos seis pontos de coleta no rio Grajaú apresentaram valores acima de 500 mg/L-1 de CaCO₃, ficando na faixa de 93,3 a 190 mg/L-1 de CaCO₃. O ponto limoeiro foi o local em

que encontrou a alcalinidade em maior nível, 190, respectivamente; já os pontos Canecão e Ponte de Cimento, apresentou os menores índices de alcalinidade, ambos expressando valores de 93,3 mg/L-1 CaCO₃. A maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L-1 de CaCO₃ (BRASIL, 2006; PEREIRA et al., 2010), o que figura a água do rio Grajaú, nos seis pontos analisados, em concentrações moderadas, e dentro da faixa de referência. Portanto, evidenciou-se que água do rio Grajaú, acerca do parâmetro alcalinidade total, não tem nenhum significado sanitário, bem como é incapaz de causar danos à saúde humana.

Do ponto de vista ecológico e ambiental, sabe-se que

Tabela 03 - Média dos Parâmetros Físico-Químicos e microbiológicos dos 6 pontos do rio Grajaú entre os períodos de novembro de 2015 a janeiro de 2016.

Parâmetro	Limite	Prainha	Ponte de cimento	Depois da ponte	Canecão	Porto da Nanana	Limoeiro
Alcalinidade (mgL-1 CaCO ₃)	**	96,6	93,3	96,6	93,3	106,6	190
Cloretos (mgL-1 Cl ⁻)	250	26,6	23,3	23,3	20	20	40
Dureza (mgL-1 CaCO ₃)	500	83,3	70	66,6	86,6	76,6	156,6
Amônia (mgL-1NH ₃)	1,5	0,1	1,5	1,5	1	1	1,6
Cor (mgL-1Pt/CO)	15	15	15	15	15	15	15
Cloro (mgL-1 Cl ₂)	2,0	1	1,5	1	1	1	2,5
Ferro (mgL-1 Fe)	0,3	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5
Oxigênio Consumido (mgL-1 O ₂)	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PH (um. pH)	6 - 9,5	8,0	8,0	7,8	7,5	7,6	7,6
Turbidez (N.T.U)	5,0	50	66,6	66,6	66,6	83,3	83,3
Coliforme fecais e totais	0	0	0	0	0	0	0

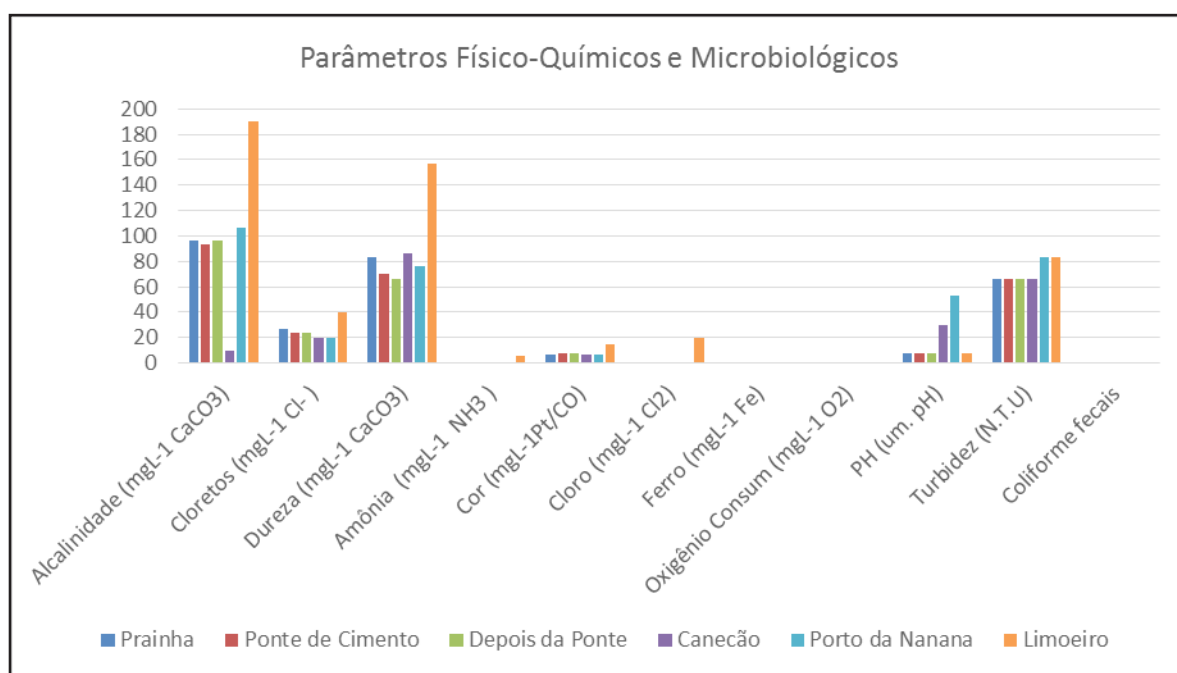


Figura 03 - Média dos Parâmetros e microbiológicos dos 6 pontos do rio Grajaú entre os períodos de novembro de 2015 a janeiro de 2016.

a medida da alcalinidade é de fundamental importância para se estabelecer a dosagem dos produtos químicos presentes na água (BRASIL, 2006b), pode-se inferir que o rio Grajaú, tem sido preservado pela população, com o controle de efluentes ao longo do rio que são jogados pelo centro da cidade de Grajaú.

Na análise do parâmetro Cloreto, expresso em $\text{mgL}^{-1} \text{Cl}^-$, os pontos Canecão e Porto da Nanana obtiveram as menores concentrações de cloreto, apresentando 20 mg-1Cl^- para cada um dos pontos, em seguida, os pontos de coleta Ponte de cimento e Depois da ponte apresentaram valores de $23,3 \text{ mg-1Cl}^-$, em cada um dos pontos analisados, já na ponto Prainha, foi obtido concentrações de $26,6 \text{ mg-1Cl}^-$ de cloreto, e no ponto Limoeiro, com concentrações de 40 mg-1Cl^- , foi o ponto de coleta onde encontrou-se maior concentração de cloreto. De acordo com a portaria nº 2. 914 /2011 (BRASIL, 2011), o limite máximo de cloreto estabelecido para água potável é de 250 mg/L , o que torna as amostras dos seis pontos de coleta do rio Grajaú, adequado para consumo humano, de acordo com o referido parâmetro físico-químico. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar, o que não é o caso do rio Grajaú, esses resultados, corroboram com os valores obtidos por Pereira et al. (2010) e Zerwes et al. (2015), em ambos os estudos os valores de cloreto encontraram-se abaixo dos limites máximos definidos pela legislação vigente.

Os valores da Dureza total, parâmetro químico e expresso em $\text{mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$, encontrados nos seis pontos de coleta apresentou significativa variação, com amplitude entre os valores mínimos e máximos de $90 \text{ mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$. O ponto de coleta Depois da ponte obteve o menor valor de dureza, no qual encontrou-se níveis de $66,6 \text{ mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$ de Dureza da água, seguido pelos pontos de coleta Ponte de cimento, Porto da Nanana, Prainha e Canecão, com valores de dureza de $70,0, 76,6, 83,3, 86,6$, respectivamente; já o ponto de coleta Limoeiro apresentou valores de Dureza elevados em comparação com os demais pontos, onde tal ponto obteve níveis de Dureza de $156,6 \text{ mgL}^{-1} \text{CaCO}_3$. A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio ($\text{Ca}^{+2}, \text{Mg}^{+2}$) e, em menor escala, ferro (Fe^{+2}), manganês (Mn^{+2}), estrôncio (Sr^{+2}) e alumínio (Al^{+3}). A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcárias, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais) (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2014). A dureza da água é classificada em: mole ou branda ($< 50 \text{ mg/L}$ de CaCO_3); dureza moderada (50 mg/L a 150 mg/L de CaCO_3); dura (150 mg/L a 300 mg/L de CaCO_3); e muito dura ($> 300 \text{ mg/L}$ de CaCO_3) (BRASIL, 2006). Para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade estabelece o limite de 500 mg/L CaCO_3 (BRASIL, 2011). No presente trabalho, pode-se

determinar que a analisada nos pontos de coleta Depois da ponte, Ponte de cimento, Porto da Nanana, Prainha e Canecão são de dureza moderada e no ponto Limoeiro é considerada dura, além dos mais pode-se inferir que água analisada se encontra nos limites aceitáveis de pela legislação vigente, já que em nenhum dos pontos de coleta obtiveram níveis de dureza igual ou superior a 500 mg/L CaCO_3 . De maneira semelhante ao presente estudo, Reda (2016) também encontrou em seu trabalho, grau de dureza abaixo do limite máximo permitido, assim como em Pereira et al. (2010). Manutenção do grau de dureza nos limites aceitáveis é relevante, já que águas de elevada dureza provocam incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, devido à precipitação dos cátions em altas temperaturas, o que é convertido em prejuízo aos sistemas de abastecimentos e, conseqüentemente a população que faz uso desta água.

Na análise química de nitrogênio na água do rio Grajaú, obtivemos os seguintes valores de amônia (NH_3), expressos em $\text{mgL}^{-1} \text{NH}_3$, $0,1$ para o ponto de coleta Prainha, $1,0$ para os pontos de Canecão e Porto de Nanana, $1,5$ para os pontos Ponte de Cimento e Depois da ponte, e $1,6$ no ponto de coleta Limoeiro. Segundo a portaria nº 2. 914 /2011 (BRASIL, 2011), o valor máximo permitido de amônia é $1,5 \text{ mg/L}$, o que torna a água obtida do Limoeiro imprópria para o consumo humano, e os pontos de coleta Ponto de cimento e Depois da Ponte são considerados críticos, tal que se encontram no limiar permitido. Sabe-se que a além da amônia, outras formas de se avaliar a concentração do elemento nitrogênio podem ser utilizadas, como nitrogênio molecular, nitrito, nitrato (BRASIL, 2014). Ademias, tem se conhecimento que o nitrogênio tem uma significativa origem antropogênica, principalmente em decorrência do lançamento em corpos d'água de despejos domésticos, industriais e de criatórios de animais, assim como de fertilizantes, e propiciam a eutrofização do meio, toxicidade dos peixes que habitam este ambiente, danificação do sistema de abastecimento público (BRASIL, 2006; SCORSAFAVA et al., 2010) e, danos à saúde humana como diurese, dano esplênico e cianose, todos adquiridos com a ingestão de nitratos e nitritos por longo tempo (COSTA et al., 2012). O presente estudo corrobora, com o trabalho de Costa et al. (2012), que também obteve índices de amônia superior ao permitido, e contrasta com Scorsafava et al. (2010), na qual não obteve títulos de amônia acima do valor máximo permitido pela legislação vigente. A partir dos resultados obtidos no trabalho, evidencia-se a necessidade de realizar o monitoramento contínuo e por meio de outras formas, a concentração de nitrogênio nas águas do rio Grajaú, já que o referido rio, serve de abastecimento de água da cidade de Grajaú.

Na avaliação da Cor, parâmetro físico da análise da água, todos os pontos de coletas não apresentaram variação de coloração, correspondendo em todos os locais de coleta a $15 \text{ mgL}^{-1} \text{Pt/CO}$ ou uH. A cor é um indicador incluído no padrão organoléptico de potabilidade da

água, e, sua elevação muita das vezes provoca rejeição por parte do consumidor e insegurança no consumo de tal água (BRASIL, 2006b; MELO, 2016). Este parâmetro fornece indícios de contaminação, como a presença de sólidos dissolvidos em suspensão ou material em estado coloidal (orgânicos e/ou inorgânicos); além de poder estar relacionado com a elevada concentração de ferro (SCORSARFAVA et al., 2010). A portaria 2.914/2011, estabelece valor máximo permitido em água para consumo humano de 15 uH, o que permite evidenciar que todos os pontos coletados se encontram dentro do padrão de aceitação para consumo, segundo a referida legislação. Assim como no estudo em questão, Scorsafava et al. (2010) e Melo (2016) também encontraram, em todos os locais de coleta, resultados em consonância com a valor máximo permitido, já em Zerwes et al. (2015), apesar da grande maioria dos pontos de coleta estarem de acordo com o padrão de potabilidade, evidenciou-se que em um ponto o índice colorimétrico acima do permitido pela portaria.

Na determinação de Cloro Residual livre, expressos em $\text{mgL}^{-1}\text{Cl}_2$, os pontos Prainha, Depois da ponte, Canecão e Porto da Nanana, apresentaram $1,0 \text{ mgL}^{-1}\text{Cl}_2$, em cada um dos pontos, seguido pelo valor encontrado de cloro residual livre na Ponte de cimento, correspondendo a $1,5 \text{ mgL}^{-1}\text{Cl}_2$, já o ponto Limoeiro apresentou os valores de $2,5 \text{ mgL}^{-1}\text{Cl}_2$. A portaria nº 2.914/2011 recomenda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de $2,0 \text{ mg/l}$, dessa forma o ponto de coleta Limoeiro encontra-se fora dos níveis permitidos de cloro residual livre, tornando-a imprópria para o consumo humano. O cloro é um produto químico utilizado na desinfecção da água; sua medida serve para controlar a dosagem que está sendo aplicada e também para acompanhar sua evolução durante o tratamento (BRASIL 2006b). Sabendo que a água analisada em nosso estudo não se trata de água que tenha passado por tratamento, os valores de cloro encontrados são preocupantes, já que nas condições atuais os níveis de cloro residual livre esperados eram abaixo de $0,5 \text{ mg/l}$. Ademias, o resultado obtido no estudo corrobora com Farhadkhani et al. (2014), onde também foi possível observar níveis de cloro residual livre abaixo dos valores estipulados pela portaria vigente. Em Tsega et al. (2013), entretanto, observou-se os níveis de cloro aquém dos valores necessários para uma eficaz desinfecção do sistema de distribuição de água.

A concentração de Ferro, expresso em mgL^{-1}Fe , nos seis pontos analisados apresentaram níveis acima do valor máximo determinado pela portaria nº 2.914/2011, que é de $0,3 \text{ mgL}^{-1}\text{Fe}$. Nos pontos Prainha, Ponte de cimento, Depois da ponte, Porto de Nanana e Limoeiro os valores de Ferro foram $2,5 \text{ mgL}^{-1}\text{Fe}$, em cada um dos pontos; para o ponto Canecão o valor foi menor que os demais, atingindo o valor de $2,0 \text{ mgL}^{-1}\text{Fe}$, contudo, todos os pontos encontram-se fora do padrão de potabilidade, de acordo com este parâmetro. Apesar de não

apresentar inconvenientes à saúde nas concentrações normalmente encontradas nas águas naturais (BRASIL, 2006; BRASIL, 2014), o ferro é um parâmetro restritivo na portaria 2.914/2011 (BRASIL, 2011) e, sua determinação é essencial, já que o consumo excessivo de ferro pode causar uma doença chamada hemocromatose, que se caracteriza pelo depósito deste metal nos tecidos de órgãos como fígado, pâncreas, coração e hipófise, além de seu caráter tóxico, devido seu potencial catalítico nas reações de oxidação de lipídios e proteínas. Não somente danos à saúde são observados com os níveis elevados de ferro na água, ele também acarreta problemas de ordem estética (manchas em roupas ou em vasos sanitários), ambientais (com o favorecimento do desenvolvimento das ferrobactéria, dando cor e odor desagradável à água) e, industriais (pela dificuldade de sua retirada pelas estações de tratamento de água bem como oxidação das tubulações de água) (SCORSARFAVA et al., 2010; PEREIRA et al., 2010). Alguns dos motivos da elevação dos níveis de ferro em águas superficiais podem ser devido a erosão das margens dos rios ou advindo dos efluentes industriais da região.

O parâmetro oxigênio consumido trata-se de um método de avaliação indireta da presença de matéria orgânica na água. O aumento do consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, já que provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos organismos aeróbicos, com base nisso, fundamenta-se a relevância da monitoração deste parâmetro (BRASIL, 2014). A portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), estabelece que os valores máximos permitidos de oxigênio consumido não ultrapassem $3,0 \text{ mgL}^{-1}\text{O}_2$. O Oxigênio Consumido nos seis pontos de coleta encontra-se dentro dos valores permitidos pela normatização atual sobre potabilidade da água, na qual, em todos os pontos de coletas corresponderam a $0,0 \text{ mgL}^{-1}\text{O}_2$. O resultado dos níveis de Oxigênio Consumido obtidos no presente estudo é semelhante com os resultados encontrados por Faustino et al. (2013).

O potencial Hidrogeniônico, pH, entre os seis pontos de coleta variou de 7,5 a 8,0, apresentando amplitude de 0,4 entre os dois extremos de pH. O ponto de coleta de menor pH foi o Canecão, com 7,5, seguido por 7,6 nos pontos Porto de Nanana e Limoeiro; Depois da ponte obteve o pH de 7,8, e nos pontos Prainha e Ponte de cimento o valor do pH foi de 8,0. Indubitavelmente, pH é um dos parâmetros mais comumente avaliados nos estudos de padrão de potabilidade, e de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento (BRASIL, 2006b), visto isso, a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011) recomenda que o pH da água no sistema de distribuição esteja entre 6,0 e 9,5. Em todas as amostras analisadas, o pH ficou entre os índices recomendados pela legislação brasileira, que não irá causar qualquer efeito prejudicial para a os consumidores. O pH é uma medida da concentração de

íons de hidrogênio em uma solução, ou seja, expressa o grau de acidez ou basicidade de uma solução, representando a concentração ativa de íons de hidrogênio (H⁺) na mesma. Em águas de abastecimento, o pH a afeta, visto que os baixos valores de pH podem contribuir para sua corrosividade e agressividade, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações. Assim, o pH da água precisa ser controlado, possibilitando que os carbonatos presentes sejam equilibrados, para que não ocorra nenhuma das consequências citadas (BRASIL, 2006; REDA, 2016; MELO, 2016). Assim como no presente estudo, Strohschoen et al. (2009), Buzelli e Cunha-Santino (2013), Zerwes et al. (2015) e Reda (2016), o pH não ultrapassou os limites recomendados pelo Ministério da Saúde, já em Tsega et al. (2013), alguns locais de coleta valores de pH inferiores aos limites previstos pela legislação.

A turbidez de água, expressa em unidades de turbidez - uT, também denominadas unidades de Jackson ou unidades nefelométricas de turbidez (NTU), é um indicador sanitário organoléptico de grande importância, já que tal parâmetro contribui para a estética da água e leva a sua aceitação ou rejeição de consumo humano (TSEGA et al., 2016; MELO, 2016), apesar de não ser necessariamente um parâmetro de potabilidade (CUNHA et al., 2012). Contudo, devido sua relevância, a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 5,0 uT como padrão de aceitação para consumo humano (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2011). Nos seis pontos de coleta no rio Grajaú, todos encontram-se em desacordo com os níveis de turbidez permitidos pela legislação, na qual, a Prainha obteve turbidez de 50 uT, seguido de Ponte de cimento, Depois da ponte e Canecão com 66, 6 uT, e por fim Porto de Nanana e Limoeiro com 83,3 uT. A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A turbidez dos corpos d'água é particularmente alta em regiões com solos erosivos, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila, silte, areia, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo. Grande parte das águas de rios brasileiros é naturalmente turva em decorrência das características geológicas das bacias de drenagem, ocorrência de altos índices pluviométricos e uso de práticas agrícolas, muitas vezes inadequadas. Ao contrário da cor, que é causada por substâncias dissolvidas, a turbidez é provocada por partículas em suspensão, sendo, portanto, reduzida por sedimentação. Além da ocorrência de origem natural, a turbidez da água pode, também, ser causada por ações antrópicas como despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático (BRASIL, 2006; BRASIL, 2006b; PRATTE-SANTOS et al., 2008; RIGOBELLO et al., 2009; SCORSAFAVA et al., 2010; BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; BRASIL, 2014; ZERWES et al., 2015). Os resultados elevados de turbidez

identificado no presente estudo também foi evidenciado em Pereira et al. (2010), Buzelli e Cunha-Santino (2013), Tsega et al. (2016), sugerindo-se com isso, realização de algum tipo de tratamento antes do consumo dessa água pelas famílias abastecidas por essas águas, objetivando a melhoria do acesso à água de qualidade. Ademais, outras desvantagens são perceptíveis com o aumento da turbidez das águas, como alterações no ecossistema aquático (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013) e perdas de custo financeiro, devido ao entupimento de emissores para irrigação que está diretamente relacionado com a qualidade da água (RIGOBELLO et al., 2009).

Em relação ao parâmetro microbiológico, avaliado pela contagem de coliformes fecais e totais, nos seis pontos de coletas do rio Grajaú não foram detectados coliforme fecais e totais. Este resultado microbiológico permite determinar que os seis pontos de coleta do rio Grajaú, no período analisado, encontram-se em conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente, a Portaria nº 2.914/2011 (BRASIL, 2011), na qual define que a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, ou seja, ausência de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de coliforme fecais e totais em 100 mL. Apesar de uma grande extensão do rio Grajaú atravessar em centro urbano do município de Grajaú, o que possibilitaria e facilitaria a contaminação do rio com dejetos produzidos pela população, indústrias e produtos agrícolas, e conseqüentemente acarretaria na presença de coliforme fecais e totais, tal fato não foi evidenciado no presente estudo, o que certamente é um fato relevante e positivo na análise do padrão de potabilidade do rio Grajaú, segundo o parâmetro microbiológico. Diversos estudos que realizaram a análise microbiológica de rios e reservatórios, entretanto, encontraram níveis elevados de contaminação com coliforme fecais e totais, tornando tais água, impróprias para consumo humano, animal e balneabilidade (VASCONCELLOS et al., 2006; KOLAREVIĆ et al., 2011; BATISTA; FUCKS, 2012; ANTONY; RENUGA, 2012; FAUSTINO et al., 2013; BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; ZERWES et al., 2015); dentre tantos, destaca-se o estudo de Júnior et al. (2014), que ao realizar a análise microbiológica do rio Mearim, no município de Bacabal-MA, evidenciou-se 18.800 UFC/100 mL de coliforme totais e 4.800 UFC/100 mL de coliforme fecais.

Conclusões

Na avaliação, como um todo, dos parâmetros físico-químico e microbiológico, nos seis de coleta no rio Grajaú, no período de estudo, permite inferir que tal rio encontra-se fora dos padrões de potabilidade, e, conseqüentemente, imprópria para o consumo humano, requerendo ainda, de medidas interventivas para controle e adequação dos parâmetros que se encontram em desacordo com as normativas legais. Ademais, com

verificação rotineira das autoridades de fiscalização cabíveis e conscientização da população do risco à saúde que o consumo de água imprópria acarreta, bem como atividades de educação sanitária à população, como prática efetiva para evitar a contaminação dos mananciais e leitos dos rios, riachos, e demais fontes de água à população.

Agradecimentos

Os autores gostariam de prestar seus agradecimentos ao curso de Ciências Naturais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao professor colaborador do curso Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Regional do Cariri (URCA).

Referências

Antony RM, Renuga FB. [Microbiological analysis of drinking water quality of Ananthanar channel of Kanyakumari district, Tamil Nadu, India]. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. [Internet]. 2012 [cited 2016 Jul 25];7 (2): 42-48. Available from: http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/881/pdf_650.

Batista BG, Mateus Batista Fucks MB. Avaliação microbiológica da água do Arroio Pessegueirinho de Santa Rosa, noroeste do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Monografias Ambientais*. [Internet]. 2012 [cited 2016 Jul 25];9: 2031-2037. Available from: <http://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/5933/3904>.

Bettega JMPR, Machado MR, Presibella M, Baniski G, Barbosa CA. Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciênc. Agrotec*. [Internet]. 2006 [cited 2016 Jul 25];30 (5): 950-954. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n5/v30n5a19.pdf>.

Brasil. CONAMA. (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2011. Available from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

Brasil; Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 357/2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília (BRASIL):Conama; 2011. Available from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

Brasil; Ministério da Saúde. Portaria nº 518/2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2005. Available from: http://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/publicacoes/portaria_518_2004.pdf.

Brasil; Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2011. Available from: http://bvsmms.saude.gov.br/bvsm/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.

Brasil. Lei nº 11.445/2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília (Brasil). Available from: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm.

Buzelli GM, Cunha-Santino MB. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. [Internet]. 2013 [cited 2016 Jul 25];8 (1): 186-205. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n1/14.pdf>.

Carvalho DR, Fortunato JN, Vilela AF, Badaró ACL. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de um campus universitário de Ipatinga – MG. *Nutrir gerais – Revista Digital de Nutrição*. [Internet]. 2009 [cited 2016 Jul 25];3 (5): 417-427. Available from: http://www.unilestemg.br/nutrirgerais/downloads/artigos/5_edicao/Artigo_AVALIACAO_DA_QUALIDADE_FISICO-QUIMICA.pdf.

Costa CL, Lima RF, Paixão GC, Pantoja LDM. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. [Internet]. 2012 [cited 2016 Jul 25];33 (2): 171-180. Available from: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/viewFile/10469/12164>.

Cunha, HFA, Lima DCI, Brito PNF, Cunha AC, Silveira Junior AM, Brito DC. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. [Internet]. 2012 [cited 2016 Jul 25];7(3): 155-165. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a13.pdf>.

D'aguila OS, Roque OCC, Miranda CAS, Ferreira APA. Avaliação da qualidade de Água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. *Cadernos de Saúde Pública*. [Internet]. 2000 [cited 2016 Jul 25];16 (3): 791-798. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v16n3/2964.pdf>.

- Farhadkhani M, Nikaeen M, Adergani BA, Hatamzadeh M, Nabavi BF, Hassanzadeh A. [Assessment of Drinking Water Quality from Bottled Water Coolers]. *Iranian J Publ Health*. [Internet]. 2014 [cited 2016 Jul 25];43(5): 674-681. English. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4449416/pdf/IJPH-43-674.pdf>.
- Faustino E, Vanzella M, Jesus MA, Meneguetti DUO, Zan RA. Avaliação da qualidade de águas de poços rasos ou comuns da cidade de Ariquemes, Rondônia, Brasil. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*. [Internet]. 2013 [cited 2016 Jul 25];4 (2): 65-78. Available from: <http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/190>.
- Freitas LL, Silva KC, Souza TM; Demarque ILD, Agostinho L, Fernandes F. Quantificação microbiológica de bebedouros de escolas públicas em Muriaé (MG). *Revista científica da Faminas*. [Internet]. 2013 [cited 2016 Jul 25];9 (1): 81-93. Available from: www.faminasbh.edu.br/download/baixar/426.
- Fundação Nacional de Saúde; Ministério da Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. [Internet]. Brasília (Brasil): Fundação Nacional de Saúde, 2006b. [cited 2016 Jul 25]. Available from: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf.
- Fundação Nacional de Saúde; Ministério da Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS [Internet]. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2014 [cited 2016 Jul 25]. Available from: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf.
- Júnior FBF, Silva MA, Sampaio JPS, Reis AS, Duarte LHS. Avaliação dos parâmetros da balneabilidade no rio Mearim no município de Bacabal-MA. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental; 2014 novembro 24-27; Belo Horizonte; MG. BRASIL: IBEAS; 2014. Available from: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/I-054.pdf>.
- Kolarević S, Knežević-Vukčević J, Paunović M, Gačić Z, Vuković-Gačić B. [Assessment of the Microbiological Quality of the River Tisa in Serbia]. *Water Research and Management*. [Internet]. 2011 [cited 2016 Jul 25];1 (2): 57-61. English. Available from: http://www.wrmjournal.com/images/stories/casopis/no_02_pdf/Assessment_Microbiological_Quality_River_Tisa.pdf.
- Lima CV, Medeiros GA Diagnóstico da qualidade da água do rio Jaguari-Mirim no município de São João da Boa Vista – SP. *Engenharia Ambiental*. [Internet]. 2008 [cited 2016 Jul 25];5 (2): 125-138. Available from: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=133>.
- Mello CN, Resende JCP. Análise microbiológica da água dos bebedouros da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais campus Betim. *Revista Sinapse Múltipla*. [Internet]. 2015 [cited 2016 Jul 25];4 (1): 16-28. Available from: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/9362>.
- Melo RA. Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. [dissertation]. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba/UEPB; 2016. 104p.
- Pereira SFP, Costa AC, Cardoso ESC, Corrêa MSS, Alves DTV, Miranda RG. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. *REA – Revista de estudos ambientais*. [Internet]. 2010 [cited 2016 Jul 25];12 (1): 50-62. Available from: proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/1783/1298.
- Pongeluppe AT, Oliveira DB, Silva EA, Aguilera KK, Zitei V, Bastos MF. Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma instituição de ensino de Guarulhos. *Revista Saúde*. [Internet]. 2009 [cited 2016 Jul 25];3 (2): 5-9. Available from: <http://www.revistas.ung.br/index.php/saude/article/download/257/500>.
- Pratte-Santos R, Terra VR, Barbiéri RS. Perspectivas da avaliação da qualidade da água em rios por intermédio de parâmetros físicos, químicos e biológicos. *Natureza on line*. [Internet]. 2008 [cited 2016 Jul 25];6 (2): 63-65. Available from: http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_pratte-santosretal_6365.pdf.
- Reda AH. [Physico-Chemical analysis of drinking water quality of Arbaminch Town]. *J Environ Anal Toxicol*. [Internet]. 2016 [cited 2016 Jul 25];6 (2): 1-5. English. Available from: <http://www.omicsonline.org/open-access/physicochemical-analysis-of-drinking-water-quality-of-arbaminch-town-2161-0525-1000356.php?aid=70681>.
- Reis F, Dias CR, Abrahão WM, Murakami FS. Avaliação da qualidade microbiológica de águas e superfícies de bebedouros de parques de Curitiba – PR. *Revista Visão Acadêmica*. [Internet]. 2012 [cited 2016 Jul 25];13 (1): 55-70. Available from: <http://revistas.ufpr.br/academica/article/viewFile/27400/19404>.
- Rigobelo EC, Mingatto FH, Takahashi LS, Ávila FA. Padrão físico-químico e microbiológico da água de propriedades rurais da região de Dracena. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*. [Internet]. 2009 [cited 2016 Jul 25];7 (2): 219-224. Available from: <http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/academica?dd1=3349&dd99=view&dd98=pb>.
- Rocha ES, Rosico FS, Silva FL, Luz TCS, Fortuna JL. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas

das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). *Revista Baiana de Saúde Pública*. [Internet]. 2010 [cited 2016 Jul 25];34 (3): 694-705. Available from: <http://inseer.ibict.br/rbsp/index.php/rbsp/article/view/66>.

Secretaria de Vigilância em Saúde; Ministério da Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Série B. Textos Básicos de Saúde* [Internet]. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2006 [cited 2016 Jul 25]. Available from: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf.

Scorsafava MA, Souza A, Stofer M, Nunes CA, Milanez TV. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Rev Inst Adolfo Lutz*. [Internet]. 2010 [cited 2016 Jul 25];69 (2): 229-32. Available from: <http://ses.sp.bvs.br/lildbi/docsonline/get.php?id=1801>.

Strohschoen AAG, Périco E, Lima DFB, Rempel C. Estudo preliminar da qualidade da água dos rios Forqueta e Forquetinha, Rio Grande do Sul. *R. bras. Bioci.* [Internet]. 2009 [cited 2016 Jul 25];7 (4): 372-375. Available from: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/download/1227/892>.

Tsega N, Sahile S, Kibret M, Abera B. [Bacteriological and physico-chemical quality of drinking water sources in a rural community of Ethiopia]. *African Health Sciences*. [Internet]. 2013 [cited 2016 Jul 25];13 (4): 1156-1161. English. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4056515/pdf/AFHS1304-1156.pdf>.

Vasconcellos FCS, Iganci JRV, Ribeiro GA. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arq. Inst. Biol.* [Internet]. 2006 [cited 2016 Jul 25];73 (2): 177-181. Available from: http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V73_2/vasconcellos.PDF.

Yamaguchi UM, Lúcia ERC, Lilian CCO, Jully O. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O Mundo da Saúde*. [Internet]. 2013 [cited 2016 Jul 25];37 (3): 312-320. Available from: http://www.saocamillo-sp.br/pdf/mundo_saude/106/1827.pdf.

Zerwes CM, Secchi MI, Calderan TB, Bortoli J, Tonetto JF, Toldi M. Análise da qualidade da água de poços artesanais do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. *Ciência e Natura*. [Internet]. 2015 [cited 2016 Jul 25]; 37 (4): 651-663. Available from: <http://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/17385>.