



ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA EM COMUNIDADES INSERIDAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS RURAIS: O CASO DOS DISTRITOS DE JUBAIA E CACHOEIRA EM MARANGUAPE, CEARÁ

Water quality index in communities inserted in rural hydrographic basins: the case of Jubaia and Cachoeira districts in Maranguape, Ceará

Índice de calidad de agua en comunidades insertadas en bacías hidrográficas rurales: el caso de los distritos de Jubaia y Cachoeira en Maranguape, Ceará

Antonia Ádnna Guedes de Lima¹
Marta Celina Linhares Sales²

RESUMO

A bacia hidrográfica foi abordada como unidade territorial de análise deste estudo. A área da pesquisa compreende a sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia pertencente à bacia hidrográfica do rio Pacoti, está localizada na vertente a sotavento da Serra da Aratanha/Pacatuba e se estende por Lages, Jubaia e Cachoeira, distritos do município de Maranguape. Possui uma extensão aproximada de 12 km e uma área de 26 km². O objetivo deste estudo é elaborar uma caracterização inicial da qualidade das águas superficiais, disponíveis para o abastecimento público, na sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia. A metodologia está pautada nos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Ministério da Saúde e nas seguintes etapas metodológicas: levantamento bibliográfico, trabalho de campo, coleta de água, sistematização das informações e diagnóstico da qualidade da água. O sensoriamento remoto foi usado como ferramenta básica a partir da imagem de satélite SRTM-Topodata do INPE (04S39) resolução de 30 metros, em uma escala de 1:40.000. A sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia apresentou problemas relacionados à qualidade da água, a partir de análises do Índice de Qualidade da Água (IQA), principalmente devido às ações antrópicas inadequadas e à falta de saneamento básico.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Qualidade de água. Áreas rurais.

ABSTRACT

The hydrographic basin was approached as the territorial unit of analysis of this study. The research area comprises the sub-basin of the Jubaia stream belonging to the Pacoti river basin, located on the leeward slope of the Serra da Aratanha/Pacatuba and extending through Lages, Jubaia and Cachoeira, districts of the municipality of Maranguape. It has an approximate extension of 12 km and an area of 26 km². The objective of this study is to elaborate an initial characterization of the surface water quality, available for public supply, in the sub-basin of the Jubaia stream. The methodology is based on the data provided by the National Water Agency, Environmental Company of the State of São Paulo, Ministry of Health and in the following methodological steps: bibliographical survey, field work, water collection, systematization of information and

¹ Doutoranda em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC.
Email: adnags@yahoo.com.br.

² Professora Doutora Associada do Departamento de Geografia da UFC. Professora permanente do PRODEMA/UFC e do Programa de Pós-Graduação de Geografia da UFC. Email: mclsales@uol.com.br.

diagnosis of water quality. Remote sensing was used as a basic tool from the INPE SRTM-Topodata satellite image (04S39) resolution of 30 meters, on a scale of 1: 40,000. The sub-basin of Jubaia stream presented problems related to water quality, based on analyzes of the Water Quality Index (IQA), mainly due to inadequate anthropic actions and lack of basic sanitation.

Keywords: River basin. Water quality. Rural areas.

RESUMEN

La cuenca hidrográfica fue abordada como unidad territorial de análisis de este estudio. El área de la investigación comprende la sub-cuenca hidrográfica del riacho Jubaia perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Pacoti, está ubicada en la vertiente la sotavento de la Sierra de la Arataña / Pacatuba y se extiende por Lages, Jubaia y Cachoeira, distritos del municipio de Maranguape. Tiene una extensión aproximada de 12 km y un área de 26 km. El objetivo de este estudio es elaborar una caracterización inicial de la calidad de las aguas superficiales, disponibles para el abastecimiento público, en la sub-cuenca hidrográfica del riacho Jubaia. La metodología está pautada en los datos disponibles por la Agencia Nacional de Aguas, Compañía Ambiental del Estado de São Paulo, Ministerio de Salud y en las siguientes etapas metodológicas: levantamiento bibliográfico, trabajo de campo, colección de agua, sistematización de las informaciones y diagnóstico de la calidad del agua. El sensor remoto fue utilizado como herramienta básica a partir de la imagen de satélite SRTM-Topodata del INPE (04S39) resolución de 30 metros, en una escala de 1: 40.000. La sub-cuenca hidrográfica del arroyo Jubaia presentó problemas relacionados a la calidad del agua, a partir de análisis del Índice de Calidad del Agua (IQA), principalmente debido a las acciones antrópicas inadecuadas y a la falta de saneamiento básico.

Palabras-clave: Cuenca hidrográfica. Calidad del agua. Áreas rurales.

INTRODUÇÃO

A água sempre foi importante para as pessoas e para o desenvolvimento das sociedades, pois é um elemento natural vital para o ser humano. Ao longo da história da humanidade muitas comunidades surgiram e se desenvolveram próximas a um corpo hídrico, na maioria das vezes, próximas a um rio que permitisse saciar as necessidades básicas como beber, realizar higiene pessoal e plantar. Para Bacci e Pataca (2008, p.211) “a presença ou ausência de água escreve a história, cria culturas e hábitos, determina a ocupação de territórios, vence batalhas, extingue e dá vida às espécies, determina o futuro de gerações”.

A água atualmente é um recurso natural de extrema importância porque possui múltiplos usos, e segundo Kobiyama *et al.* (2008, p.10) “atualmente os diversos e numerosos usos da água estão contribuindo para sua escassez e contaminação. Entre eles pode-se citar: o abastecimento público, as práticas agrícolas, a geração de energia elétrica e as atividades de lazer”, mas devido à demanda cada vez mais intensa e as condições climáticas características de cada local, essa vem adquirindo uma imensa preocupação que não é apenas com a quantidade de água existente, mas desta, quanto poderá ser considerada adequada para o consumo. Teixeira *et al.* (2008, p.422) afirma que “a água como substância está presente em toda parte, mas o recurso hídrico, entendido como um bem econômico e que pode ser aproveitado pelo ser humano dentro de custos financeiros razoáveis, é mais escasso”. De acordo com Machado e Torres (2012, p.5) “a utilização indevida dos recursos hídricos e a falta de planejamento e de gestão adequada dos usos e ocupação do solo

têm gerado graves problemas econômicos e ambientais, especialmente nas áreas dos mananciais destinados ao abastecimento público”.

Quando existe escassez de água a dependência desse recurso natural se torna maior. A região semiárida do Nordeste do Brasil faz parte desta realidade devido às características climáticas que lhe conferem apenas duas estações bem definidas, uma quadra chuvosa e uma longa estação seca e grande parte do seu território formado por material rochoso cristalino de baixa permeabilidade. Estas características contribuem para que a população passe por sérias dificuldades de acesso aos recursos hídricos. Estas características, climática e geológica, promovem uma escassez hídrica para grande parte desta região e essa situação se torna grave porque “este regime de chuvas sobre os solos rasos do cristalino na depressão sertaneja, impõe a existência de rios intermitentes em diversas regiões” (SOUZA FILHO, 2011, p.5).

Arelada a estas questões, a qualidade da água é de extrema importância, pois a sociedade faz diferentes usos, como o doméstico, agrícola, para o lazer, para a produção industrial, entre outros. A qualidade da água é fundamental para a proteção da saúde e para o meio ambiente. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005) na sua Resolução nº 357, Artigo 3º “As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade”. Destas classes interessa para a pesquisa as águas doces, especificamente, as da classe 1 composta pelas águas que podem ser destinadas, entre outros, ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado. Para que a população possa usufruir de água potável é preciso que sejam realizados estudos e monitoramento constantes, principalmente pelos órgãos públicos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos.

Os estudos sobre a má qualidade da água podem tomar como base a ação antrópica, como também, muitos aspectos da vida humana, perpassando pelos aspectos individuais, sociais, culturais, econômicos e políticos, para ajudar a compreender sua ocorrência e consequências. Associando estes aspectos é possível encontrar uma zona de interferência entre eles, o que possibilita um melhor entendimento desta problemática de modo mais completo e sistemático. Assim, não podem ser encarados como problemas somente de cunho ambiental, ou em reduzidas vezes, no âmbito social, mas deve ser visto como um problema gerado pela interferência da sociedade na natureza e esta por sua vez vai responder de diversas formas. Contudo, podemos designá-lo de problema socioambiental. “O termo “sócio” aparece, então, atrelado ao termo “ambiental” para enfatizar o necessário envolvimento da sociedade enquanto sujeito, [...] dos processos relativos à problemática ambiental contemporânea” (MENDONÇA, 2001, p.117).

Para realizar este estudo baseado em caracterização inicial da qualidade da água a bacia hidrográfica foi tomada como uma unidade territorial de análise, pois pode ser abordada sobre diversos aspectos devido a abundância e complexidade dos usos que se pode fazer dos recursos naturais que a compõe e “constituindo

uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido” (CEARÁ-SRH, 2010, p.15). É necessário enfatizar também seus aspectos geoambientais e atrelar o uso e a ocupação da bacia e o seu entorno que, muitas vezes, causam transformações constantes em sua dinâmica, devendo assim estudá-la a partir de múltiplas abordagens.

Diante destas informações, o objetivo geral deste trabalho é elaborar uma caracterização inicial da qualidade das águas superficiais, disponíveis para o abastecimento público, na sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia.

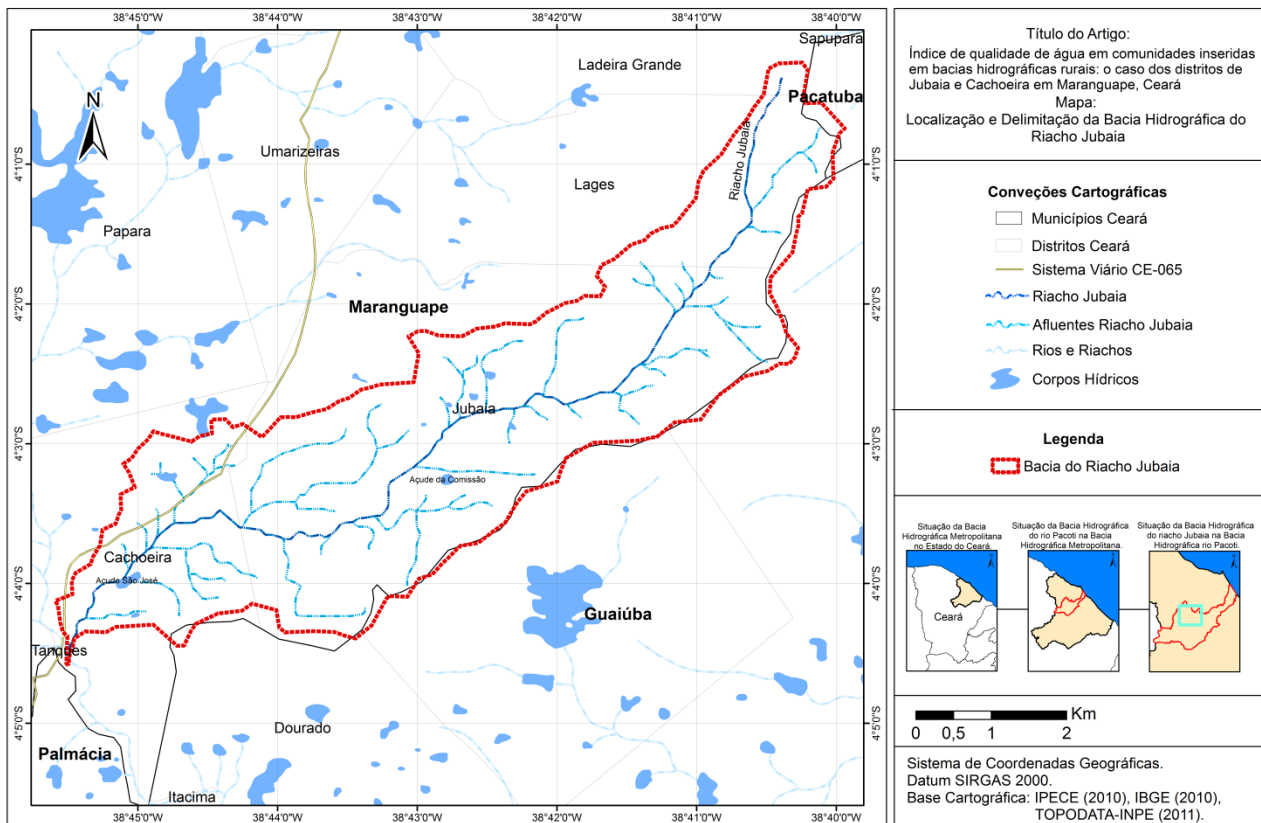
A sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia faz parte da bacia hidrográfica do rio Pacoti e se localiza na Serra da Aratanha. O riacho Jubaia apesar de ser intermitente alimenta muitos poços, usados pela população e algumas barragens em propriedades particulares, além dos açudes. Dentre eles estão o açude da Comissão e o açude São José que pertencem aos distritos de Jubaia e Cachoeira respectivamente, são públicos e se localizam no centro de cada distrito. A maioria da população destes distritos não possui um sistema de abastecimento e tratamento de água e esgoto adequado, dependendo dos recursos hídricos locais.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA EM ESTUDO

Dentre as 12 bacias hidrográficas (COGERH, 2018) que compõem o Estado do Ceará está à bacia hidrográfica metropolitana. A bacia do rio Pacoti está incluída na bacia metropolitana e tem uma de suas maiores representatividades, pois é um rio de grande porte. “Em sua maioria, as Bacias Metropolitanas são litorâneas, de pequeno porte e de pouca representatividade hidrológica, à exceção das bacias São Gonçalo, Pirangi, Choró e Pacoti” (COGERH, 2010, p. 26).

Esta bacia possui várias sub-bacias, dentre elas a do riacho Jubaia (Mapa 1), área de estudo deste trabalho e um curso d’água intermitente. Esta sub-bacia se localiza na serra da Aratanha.

Mapa 1: Delimitação da sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia.

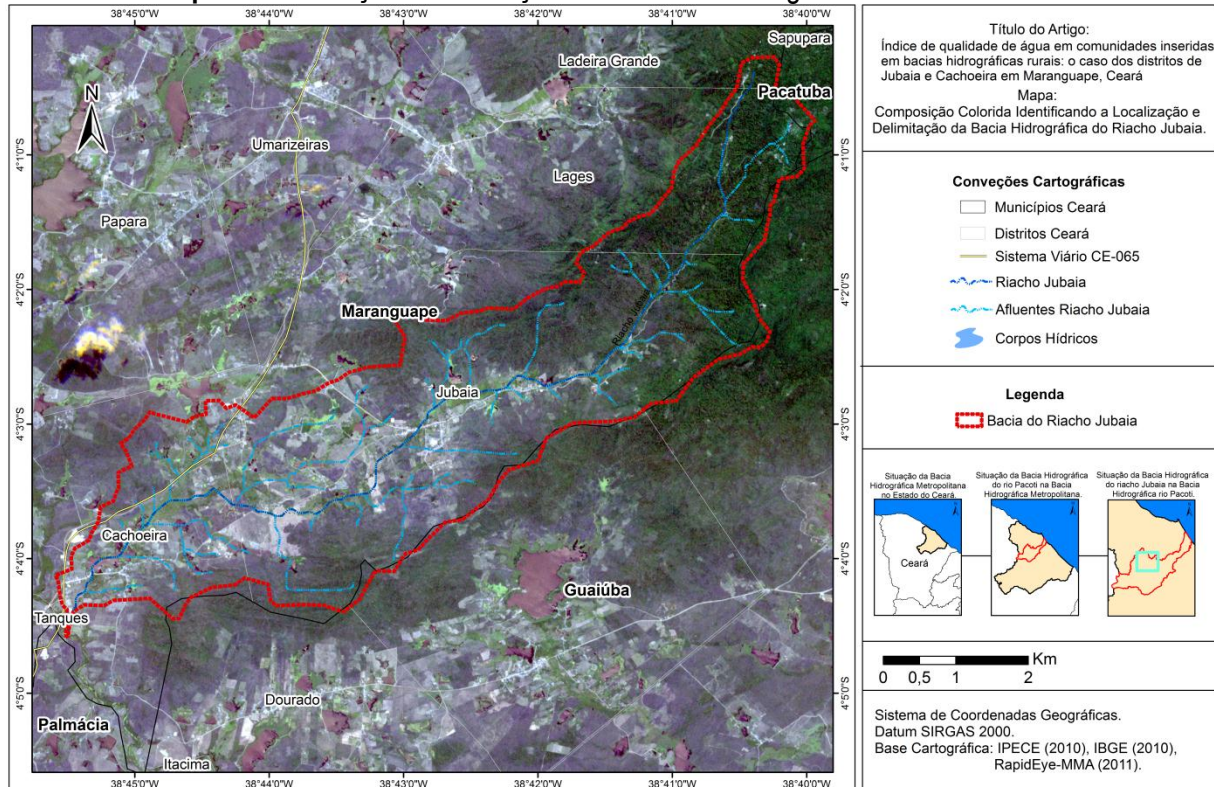


Fonte: Lima (2017).

A área que compreende a sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia pertence administrativamente ao município de Maranguape. O alto curso se localiza no distrito de Lages a 04°00'46,4" de Latitude Sul e 038°40'32,9" de Longitude Oeste; O médio curso no distrito de Jubaia 04°03'00" de Latitude Sul e 038°42'40,6" de Longitude Oeste; e o baixo curso no distrito de Cachoeira a 04°04'04,6" de Latitude Sul e 038°45'13,4" de Longitude Oeste. A área que compreende a sub-bacia possui como principal via de acesso a CE-065 e está aproximadamente a 27 km da sede de Maranguape e a 47 km de Fortaleza tendo como ponto de referência o distrito de Jubaia, onde se localiza o médio curso do riacho Jubaia.

Sua nascente está localizada na vertente a sotavento da Serra da Aratanha/Pacatuba, também denominada de enclave úmido. O riacho Jubaia possui aproximadamente 12 km de extensão e uma área de 26 km² (Mapa 2) e possui uma população de 6.052 habitantes, sendo considerada a população de Lages de 2.310, Jubaia 2.184 e Cachoeira de 1.549 segundo o IBGE (2010).

A sub-bacia do riacho Jubaia é responsável pelo abastecimento direto da população dos distritos de Jubaia e de Cachoeira que em anos com poucas chuvas necessita de uma intervenção do poder público.

Mapa 2: Localização e delimitação da sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia.

Fonte: Lima (2017).

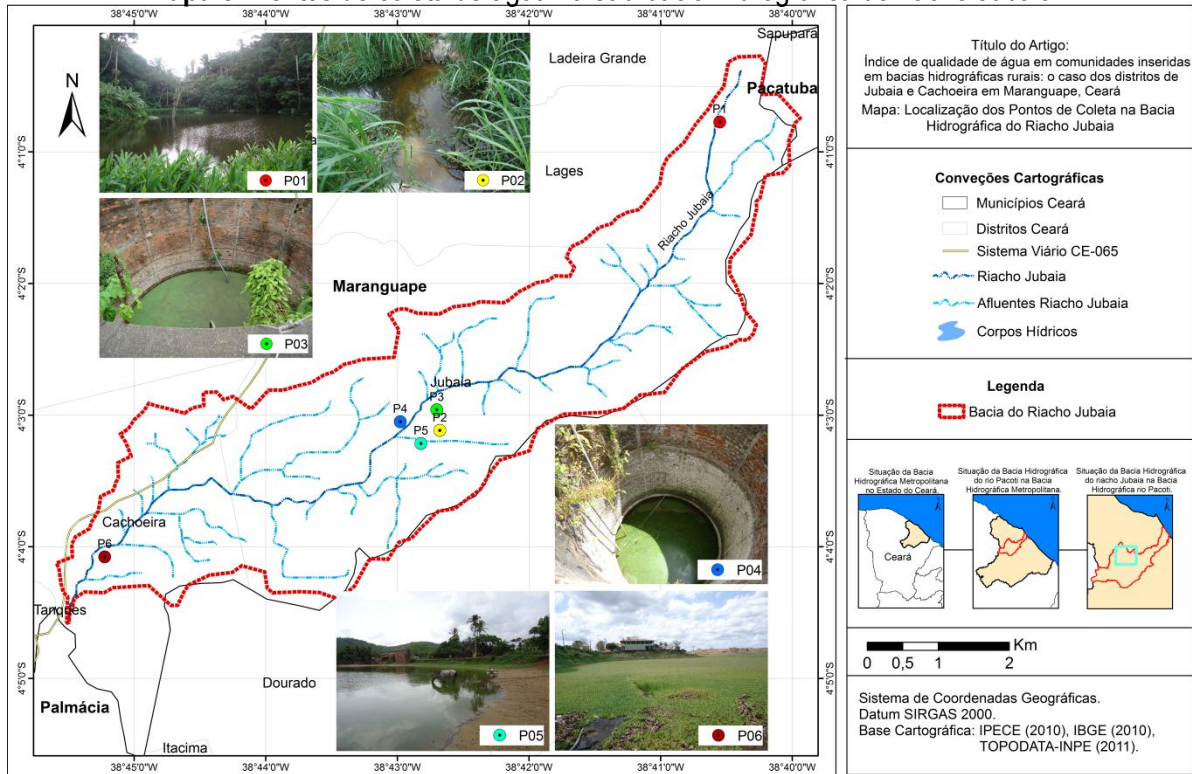
METODOLOGIA

A primeira etapa do trabalho envolveu a fase do levantamento e seleção das informações sobre a área em estudo, além da documentação cartográfica existente. A produção cartográfica teve como ferramenta básica o sensoriamento remoto com o uso da imagem de satélite SRTM–Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (04S39) resolução de 30 metros, onde a área em estudo foi representada em uma escala de 1:40.000. A projeção foi a Universal Transverso de Mercator (UTM) e o Datum geodésico foi o Sirgas 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A escolha da escala de 1:40.000 se deu em detrimento do tamanho da área que era necessário destacar, neste caso, a sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia. Foi utilizada, também imagem RapidEye do Geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em seguida foram realizados os trabalhos de campo para reconhecimento e delimitação total da área de estudo e para realização das coletas para a análise da qualidade de água (Tabela 1 e Mapa 3) realizadas nos anos de 2014 e 2015.

No alto curso a coleta foi realizada na nascente do riacho (açude, ponto 01); no médio curso a coleta foi realizada em: um trecho do médio curso do riacho Jubaia (ponto 02), em dois poços (um particular (ponto 03) e outro público (ponto 04)) e em um açude público (ponto 05); e no baixo curso a coleta foi realizada na foz do riacho (açude público, ponto 06). As coletas de água foram concentradas no médio curso do riacho porque é a área que possui a maior concentração populacional próxima ao riacho Jubaia. Destes pontos de coleta os

dados dos pontos (01, 02, 05 e 06) permitem o estudo do Índice de Qualidade das Águas (IQA) e os pontos (03 e 04) requerem uma abordagem a partir de dados do Ministério da Saúde, por serem poços.

Mapa 3: Pontos de coleta de água na sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia.



Fonte: Lima (2017).

Tabela 1: Pontos de coleta da análise da água do Riacho Jubaia e a localização geográfica de cada ponto.

Sequência dos Pontos	Pontos de Coletas	Coordenadas Geográficas	
		Latitude	Longitude
Ponto 01	Alto curso (nascente do riacho Jubaia – açude particular).	04°00'46,4''S	038°40'32,9''W
Ponto 02	Médio curso do riacho Jubaia.	04°03'007''S	038°42'40,6''W
Ponto 03	Poço particular localizado no médio curso do riacho Jubaia.	04°02'55,8''S	038°42'42,0''W
Ponto 04	Poço Público – propriedade particular – localizado no médio curso do riacho Jubaia.	04°03'03,0''S	038°42'58,6''W
Ponto 05	Açude público (açude da Comissão) – localizado no médio curso do riacho Jubaia.	04°03'13,0''S	038°42'49,2''W
Ponto 06	Baixo curso (açude público – açude São José).	04°04'04,6''S	038°45'13,4''W

Fonte: LIMA (2017).

Ponto 01: Alto curso do riacho Jubaia.

Fonte: LIMA (2015).

Ponto 02: Médio curso do riacho Jubaia.

Fonte: LIMA (2015).

Ponto 03: Poço particular.

Fonte: LIMA (2015).

Ponto 04: Poço público, médio curso.

Fonte: LIMA (2015).

Ponto 05: Açude da Comissão (Público).

Fonte: LIMA (2015).

Ponto 06: Açude São José (Público).

Fonte: LIMA (2015).

Um dos indicadores da qualidade de água que podem ser escolhidos para ajudar a conhecer as características do corpo hídrico em um determinado momento, de colaborar com medidas preventivas e para melhorar a qualidade da água é o Índice de Qualidade das Águas (IQA) baseado nos dados fornecidos pela Agência Nacional de Águas – ANA (2017). “O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA

são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos” (ANA, 2017).

Tanto a NSF, a CETESB, quanto a ANA possuem sua classificação do Índice de Qualidade da Água (Tabelas 2 e 3). A classificação da NSF serviu de base para a CETESB e esta serviu de base a ANA, que adaptou sua classificação levando em consideração as peculiaridades dos Estados brasileiros. Abaixo estão às tabelas com as respectivas informações sobre a representação do IQA da NSF e da CETESB.

Tabelas 2: IQA – NSF

IQA – NSF		
Nível	Cor	Faixa do IQA
Excelente	Azul	$90 < \text{IQA} \leq 100$
Bom	Verde	$70 < \text{IQA} \leq 90$
Médio	Amarela	$50 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	Laranja	$25 < \text{IQA} \leq 50$
Muito Ruim	Vermelha	$0 < \text{IQA} \leq 25$

Tabela: 3: IQA – CETESB

IQA – CETESB		
Classificação	Cor	Faixa de IQA
Ótima	Azul	$80 \leq \text{IQA} \leq 100$
Boa	Verde	$52 \leq \text{IQA} < 80$
Aceitável	Amarela	$37 \leq \text{IQA} < 52$
Ruim	Vermelha	$20 \leq \text{IQA} < 37$
Péssima	Preta	$0 \leq \text{IQA} < 20$

Fonte: adaptada de Sperling (2007, p. 257).

O IQA de acordo com a ANA (2017) é composto por nove parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água e podem ser visualizados na (Tabela 4).

Tabela 4: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: adaptada de ANA (2017).

Além das características citadas acima como o peso (w) de cada um dos parâmetros, cada um possui um valor de qualidade (q).

Devido à grande extensão do território brasileiro e conseqüentemente da diversidade de suas características geoambientais a ANA (2017) adaptou os valores do IQA para cada Estado, ou seja, são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros de acordo com a (Tabela 5) abaixo.

Tabela 5: Faixas de IQA utilizadas nos Estados brasileiros.

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: adaptada da ANA (2017).

Os laboratórios responsáveis pelas análises da água coletada durante todo o estudo foram: o Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada do curso de Geologia da UFC e o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do curso de Engenharia de Alimentos da UFC. As coletas foram realizadas pela responsável pela pesquisa com as orientações de cada laboratório que realizou as análises, como também, os materiais utilizados para as coletas das amostras de água foram disponibilizados por cada laboratório.

O indicador da qualidade de água escolhido foi o Índice de Qualidade das Águas – IQA,

Criado em 1970, nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2015).

Quanto ao IQA os parâmetros utilizados foram: Oxigênio dissolvido; Coliformes termotolerantes; Potencial hidrogeniônico (pH); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20}); Temperatura da água; Nitrogênio total; Fósforo total; Turbidez e o Resíduo total.

Dos nove parâmetros trabalhados pela ANA (2017), oito parâmetros foram realizados, pelo Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada do curso de Geologia da UFC, apenas o parâmetro referente aos Coliformes Termotolerantes foi realizado pelo o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do curso de Engenharia de Alimentos da UFC. A metodologia usada em cada parâmetro foi descrita na (Quadro 1).

Quadro 1: Parâmetros da qualidade da água e a método utilizado

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA		MÉTODO
Químico	Oxigênio dissolvido	Método Winkler
Biológico	Coliformes termotolerantes	NMP/UFC
Químico	Potencial hidrogeniônico - pH	Potenciometria
Químico	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO _{5,20}	Frascos Padrões
Físico	Temperatura da água	CETESB, 2004 (valor constante – 94)
Químico	Nitrogênio total	Digestão com Persulfato
Químico	Fósforo total	Digestão com Persulfato
Físico	Turbidez	Nefelométrico
Físico	Resíduo total	Seco a 105 °C

Fonte: LIMA (2017).

O IQA foi calculado a partir de um *software* denominado de BasIQA desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. O BasIQA se baseia no IQA

desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* (NSF) em 1970 nos Estados Unidos adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Para facilitar a interpretação dos dados e realizar os cálculos dos modelos, faz-se a implementação de um software, que através de uma interface WEB permite ao usuário leigo realizar o cálculo do IQA, e gerar um relatório técnico da amostra. Além de classificar a amostra pelo IQA a ferramenta web também realiza a classificação de cada parâmetro segundo a Resolução do CONAMA 357/2005. (GRUNITZKI *et. al.*, 2013, p.2).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a seguinte fórmula (ANA, 2017):

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Cada componente desta fórmula está descrito abaixo:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100; **qi** = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise); **wi** = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde o **n** representa o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores encontrados em todas as análises realizadas referentes aos nove parâmetros indicados pela ANA foram inserido no BasIQA e o cálculo foi realizado rapidamente, gerando também um relatório que ajudou nos resultados da pesquisa.

Para a análise dos dados sobre os poços foram utilizadas as informações presentes na Portaria N° 2914/11 do Ministério da Saúde - Vigilância sanitária e dados fornecidos pelo Ministério da Saúde em "Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde" (2006). Após a obtenção dos dados foi realizada a sistematização dos dados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros analisados para a identificação do IQA no ponto 1 – alto curso, nascente, ponto 2 – médio curso do riacho Jubaia, ponto 5 – açude público localizado no médio curso e o ponto 6 – baixo curso do riacho Jubaia (açude São José) estão presentes na (Tabela 6).

Tabela 6: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos de amostras de água.

Análise 04/02/2015					
Parâmetros Analisados	Amostras				Metodologia (APHA, 2005)
	Ponto 1 – açude nascente	Ponto 2 – rio - médio curso	Ponto 5 – Açude da Comissão - médio curso	Ponto 6 – Açude São José	
pH	6,86	7,00	8,05	7,10	Potenciometria
Fósforo Total (mg P/L)	0,037	0,354	0,140	0,205	Digestão com Persulfato
Nitrogênio Total (mg N/L)	0,01	2,89	1,32	2,90	
DBO5 (mg/L)	2,0	9,0	18,0	4,0	Frascos Padrões
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,58	5,30	3,0	6,38	Método Winkler
Temperatura da água	0,0	0,0	0,0	0,0	Assumindo o valor constante de 94 pela CETESB, nas condições brasileiras, a temperatura da água não se afasta da temperatura de equilíbrio.
Turbidez (UNT)	19,4	65,0	74,0	36,0	Nefelométrico
Sólidos Totais (g/L)	10,7	14,0	32,7	2,0	Seco a 105 oC
Coliformes Termotolerantes	1,1x10 ²	5,1x10 ³	2,3x10 ⁵	1,1x10 ⁴	Método Coliformes a 45° NMP/1000mL

Fonte: elaboração LIMA (2017). Fonte: ANA (2015); CETESB (2015) e Sperling (2007).

Os valores encontrados para o IQA de cada ponto analisado foram calculados pelo *software* BasIQA e os valores foram dispostos de acordo com a avaliação da qualidade da água proposta pela ANA (2017), adaptada por Estado (Tabela 7). As cores utilizadas foram às indicadas pela CETESB para cada faixa de IQA.

Tabela 7: Avaliação da qualidade da água por faixas de IQA

ANÁLISE 04 – 04/02/2015						
Faixas de IQA utilizadas nos seguinte Estados: BA, CE , ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 5	Ponto 6	Classificação Resolução 357/2005 CONAMA
80-100	Ótima	85.79				Classe 1 - águas doces - destinadas, entre outros, ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.
52-79	Boa				69.81	
37-51	Razoável		43.61			
20-36	Ruim			35.61		
0-19	Péssima					

Legenda Ótima Boa Razoável Ruim Péssima

Fonte: LIMA (2017).

O ponto 1 referente a nascente do riacho Jubaia apresentou um ótimo IQA, por se tratar da nascente possui ao seu redor muita vegetação e de grande porte, estar a montante de um conjunto de três casas que não utilizam a água da nascente para as atividades domésticas, pois a água para estas atividades são retiradas de um poço localizado próximo as residências. O médio curso do riacho Jubaia, que é o ponto 2 apresentou um IQA razoável, este trecho está localizado próximo a uma vacaria e estar próximo a algumas residências. Já o ponto 5 que representa o açude público localizado no médio curso apresentou o IQA ruim, devido a proximidade com os quintais de muitas casas com a presença de fossa rudimentar, como também, resíduos de atividades domésticas como a lavagem de roupa, de louça e a dessedentação de animais.

Foto 07: Ponto 05 (Vertedouro do açude público).



Fonte: LIMA (2015).

Foto 08: Ponto 05 (açude público).



Fonte: LIMA (2015).

Foto 09: Ponto 05 (açude público).



Fonte: LIMA (2015).

Quanto ao baixo curso, apresentou um IQA bom, provavelmente porque ainda possui vegetação em boa parte de suas margens, como também, não se localiza próximo a muitos quintais e a população, em períodos mais secos utilizam menos suas águas, o açude apresentou um bom índice de qualidade da água para o período analisado.

PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE POÇOS

Dos quatorze parâmetros relacionados aos padrões de potabilidade da água em poços, nove parâmetros apresentaram algum tipo de degradação na água (Tabela 8). Destes nove parâmetros, apenas cinco se enquadram acima do limite dos padrões exigidos e apenas a condutividade elétrica esteve presente em todas as análises. Apesar da pouca incidência de valores acima do limite permitido, estes parâmetros em conjunto podem prejudicar a potabilidade da água usada pela população e necessita que a água passe por um processo de tratamento que exige no mínimo o uso do hipoclorito de sódio e o armazenamento adequado.

Tabela 8: Valores máximos exigidos dos parâmetros relacionados ao padrão de potabilidade da água.

Parâmetros	Portaria Nº 2914/11 Ministério da Saúde	Análise 1 14/05/2014		Análise 2 30/09/2014		Análise 3 12/12/2014		Análise 4 04/02/2015	
		Ponto 3	Ponto 4	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 3	Ponto 4
pH	Entre 6 e 9,5	6,43	6,40	6,47	6,51	6,78	6,73	6,88	7,28
CE (µS/cm ¹)	10 a 100 µS/cm*	578	1056	553	760	723	1413	618	1288
Alcalinidade Total	30 a 500 mg/L*	109	154	105	152	111	180	109	242
Cloreto	250	89	161	87	117	109	269	108	257
Dureza Total	500	144	246	134	202	146	364	136	336
Sulfato	250	49	97	38	65	5	71	36	114
Sódio	200	60	113	60	86	37	62	76	129
N-Nitrato	10	1,4	5,8	0,5	3,1	7,2	1,1	<0,5	0,5
N-Nitrito	1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,04	<0,001
Nitrogênio Amoniacal (Amônia)	1,5	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	1,1	0,4
Cor Aparente (µC)	15	5,6	1,2	7,0	1,0	38,1	55,0	11	3
Turbidez (UNT)	5	6,7	4,8	8,5	6,7	19,7	18,7	18	9
Ferro Total	0,3	1,6	0,2	1,5	0,2	2,7	2,2	2,8	0,1
SDT	1000	388	671	362	535	373	731	407	887

Fonte: elaboração, LIMA (2014; 2015).

Fonte: Portaria Nº 2914/11 – Ministério da Saúde; Vigilância sanitária* - Ministério da Saúde - (2006).

Nota: As cores usadas nesta legenda não são padrão – foram usadas para ilustrar a diferença entre os dados obtidos.

Legenda:

Padrões exigidos

Próximo ao limite dos padrões

Acima do limite dos padrões

A condutividade elétrica – CE (µS/cm¹) da água Segundo o Ministério da Saúde (2006, p.47) “indica sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions”. Quanto à condutividade elétrica os dois poços apresentaram índices acima do recomendado nas quatro análises utilizadas devido a proximidade dos poços as residências, fossas rudimentares e criação de animais. “Enquanto as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS/cm, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1.000 µS/cm” (Ministério da Saúde, 2006, p.47).

O cloreto é um dos principais constituintes da alcalinidade que estão “associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂) na água” (Ministério da Saúde, 2006, p.48) e também está entre os compostos dissolvidos na água responsáveis pelo processo de eutrofização. Somente um poço (ponto 4) apresentou altas

taxas de cloreto na água na análise realizada em dezembro e mostrou valor próximo ao limite na análise realizada em fevereiro.

Dureza total, somente o ponto 4 apresentou valores próximos ao limite máximo exigido na análise realizada em dezembro e em fevereiro. “A origem da dureza das águas pode ser natural (por exemplo, dissolução de rochas calcáreas, ricas em cálcio e magnésio) ou antropogênica (lançamento de efluentes industriais)” (Ministério da Saúde, 2006, p.49). Quando um corpo hídrico apresenta baixas taxas de dureza total à biota presente se torna mais sensível ao contato com substâncias tóxicas.

N–Nitrito, somente o ponto 3 mostrou índices próximos aos valores exigidos para a presença do nitrito na análise realizada em dezembro. No meio aquático, o elemento químico nitrogênio pode ser encontrado sob diversas formas, dentre elas está *ion nitrato* (NO₃⁻).

Forma oxidada de nitrogênio, encontrada em condições de aerobiose. O nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes para o crescimento de algas e macrófitas (plantas aquáticas superiores), sendo facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato. Em condições fortemente alcalinas, ocorre o predomínio da amônia livre (ou não ionizável), que é bastante tóxica a vários organismos aquáticos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.51).

“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” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.52).

Nitrogênio Amoniacal (Amônia), somente o ponto 3 apresentou valores aproximados do limite exigido para a presença da amônia na análise realizada em fevereiro de 2015. A amônia presente na água bruta ocasiona efeitos negativos para a potabilidade da água.

Aumento das concentrações de nitrito e nitrato, redução do cloro residual, aumento das populações de bactérias heterotróficas e reduções do pH, da alcalinidade e do teor de oxigênio dissolvido, implicando um maior ônus para a remediação do problema e para o atendimento ao padrão de potabilidade. A ausência de luz solar pode promover um crescimento de bactérias nitrificantes, tornando os reservatórios cobertos mais susceptíveis à nitrificação. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.100).

Quanto aos valores exigidos para a Cor Aparente (µC) da água para abastecimento público os pontos 3 e 4 apresentaram valores acima dos exigidos na análise realizada em dezembro de 2014 e o ponto 3 apresentou valores aproximados na análise realizada em fevereiro de 2015. “Na água, a cor pode ser de origem mineral ou vegetal, causada por substâncias metálicas, como o ferro ou o manganês, ou por substâncias húmicas, taninos, algas, plantas aquáticas e protozoários, ou por resíduos orgânicos ou inorgânicos de indústrias” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.200).

Todos os pontos apresentaram valores acima dos exigidos para a turbidez presente na água em todas as análises realizadas, a exceção foi o ponto 4 na análise realizada em maio de 2014 que apresentou valores

aproximados. A turbidez segundo o Ministério da Saúde (2006, p. 199) “além do aspecto estético, pode reduzir a eficiência da cloração, pela proteção física dos microorganismos do contato direto com os desinfetantes. Adicionalmente, as partículas de turbidez transportam matéria orgânica adsorvida que podem provocar sabor e odor”.

Da água é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, que diminuem a transparência e reduzem a transmissão da luz no meio. Pode ser provocada por plâncton, algas, detritos orgânicos e outras substâncias, como zinco, ferro, compostos de manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou da adição de despejos domésticos ou industriais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.199).

O ponto 3 apresentou valores acima dos exigidos para o a presença do ferro total na água, já o ponto 4 apresentou valores aproximados nas análises realizadas em maio e outubro de 2014 e na análise realizada em dezembro de 2014 apresentou valores acima dos exigidos. A quantidade excessiva de ferro total presente nestes pontos se explica pela presença de canalização antiga que fica em contato direto com a água do poço. O ferro também se associa ao processo de eutrofização. “Caso a água tratada contenha teores de ferro em solução sob a forma de íon ferroso, poderão ocorrer a oxidação e a precipitação, criando-se depósitos que, com o decorrer do tempo, aumentam de volume formando protuberâncias denominadas tubérculos” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, p.106).

Somente o ponto 4 apresentou valores aproximados aos exigidos para a presença de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) na água nas análises realizadas em dezembro de 2014 e fevereiro de 2015. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural e de forma antropogênica. Para o Ministério da Saúde (2006, p. 47) “forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos) já que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Jubaia e Cachoeira são áreas rurais que apresentam problemas relacionados ao saneamento básico e ao manejo adequado dos recursos hídricos contribuído para a degradação dos recursos naturais disponíveis. Estas áreas encontram problemas sérios de abastecimento de água e tratamento de água e esgoto.

A partir dos dados encontrados pelo Índice de Qualidade da Água – IQA, pelos trabalhos de campo e demais referenciais teóricos é possível afirmar que a qualidade da água se encontra dentro de padrões aceitáveis. De acordo com a Classificação feita na Resolução 357 do CONAMA (2005) a água presente na sub-bacia do riacho Jubaia pertence à Classe 1 - águas doces, destinadas, entre outros, ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado. Porém por ser em uma área com uma população reduzida e atividades econômicas de pequeno porte, esta qualidade já apresenta resultados preocupantes e a população

está sujeita a usar água em condições ruins de potabilidade e susceptíveis a doenças causadas por veiculação hídrica.

Faz-se necessário um acompanhamento da gestão pública para realizar ações que mitiguem estes problemas e busque medidas a médio e longo prazo, mas que possibilitem mudanças efetiva quanto ao manejo dos recursos hídricos locais. As medidas realizadas para conter os problemas causados pelas secas são para os distritos de Jubaia e Cachoeira, apenas paliativas, visando sanar a falta de água apenas por alguns dias ou alguns meses e não tendo nenhum planejamento em longo prazo. Apesar da implantação de alguns projetos ao longo dos anos, a realidade destes distritos não mudou.

Portanto, se faz necessário medidas de controle da degradação dos recursos hídricos locais, como o saneamento básico, o uso adequado da água, das áreas do entorno e informações que se traduzam em melhoria de vida quanto aos aspectos socioambientais e socioeconômicos e o estudo integrado das bacias hidrográficas permite chegar ao desenvolvimento sustentável, contribuindo para que as populações, especialmente as rurais, que dependem, muitas vezes, integralmente dos recursos hídricos locais, consigam realizar um manejo adequado e supram suas necessidades básicas com água em quantidade e qualidade adequada.

REFERÊNCIAS

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n.63, p. 211-226, mar./set. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0103-40142008000200014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 10 jan 2017.

BRASIL. ANA. **Índice de Qualidade de Água**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 20 mar 2017.

BRASIL. CETESB. **Índice do Estado Trófico**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidade-das-%C3%A1guas>>. Acesso em: 20 mar 2017.

BRASIL. CONAMA. Resolução nº 357 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. nº 053, p. 58-63 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 2 mar 2017.

BRASIL. IBGE. **SIRGAS 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/centros_apres.shtm>. Acesso em: 10 jan 2017.

BRASIL. INPE. **Banco de dados geomorfológicos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. Acesso em: 10 jan 2017.

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

BRASIL. Ministério da 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] República Federativa do Brasil**,



Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 20, n. 2, p. 51-68, Jul. 2018, <http://uvanet.br/rcgs>. ISSN 2316-8056 © 1999, Universidade Estadual Vale do Acaraú. Todos os direitos reservados.

Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, p.39.
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c36ffa004aaa91a49e9ede4600696f00/Portaria_n_2914_de_12_de_dezembro_de2011.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 2 mar 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Geocatálogo**. Imagens RapidEye de Maranguape. Disponível em: <<http://geocatalogo.mma.gov.br/>>. Acesso em 28 jul. 2016.

CEARÁ. COGERH. **Revisão do plano de gerenciamento das águas das bacias Metropolitanas: Síntese do Relatório Final, 2010**. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br/planos-de-bacias/category/57-sintese-do-relatorio-final>>. Acesso em: 10 abr 2017.

CEARÁ. COGERH. Comitês de Bacias. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<https://www.cogerh.com.br/bacias-hidrografica.html>>. Acesso em: 30 abr 2018.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. OLIVEIRA, João Bosco de. **Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso manejo e planejamento**. Fortaleza, v.1, 2010. 267 p. Disponível em: <http://prodham.srh.ce.gov.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=23>. Acesso em: 10 jan 2017.

GRUNITZKI, Ricardo *et. al.* Ferramenta web para determinação do índice de qualidade de água a partir da reestruturação das equações que descrevem as curvas dos indicadores de qualidade. *In:* simpósio brasileiro de recursos hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais** - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

KOBIYAMA, Masato *et. al.* **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic rading, 2008, 160p.

MACHADO, Pedro José de O. M., TORRES, Felipe T. P. **Introdução a hidrogeologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 178p.

MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. *In:* Associação dos Geógrafos Brasileiros. Paradigmas da Geografia - Parte I. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n.16, p. 139-158, 1º semestre. 2001. Disponível em: <http://www.agb.org.br/files/TL_N16.pdf>. Acesso em: 10 jan 2017.

SANTA CATARINA. Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Departamento de Engenharia Sanitária da UDESC. **BASIQA**. Disponível em: <<http://bsi.ceavi.udesc.br:8080/basiqa/>>. Acesso em: 2 mar 2015.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis de. A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. *In:* MEDEIROS, Salomão de Sousa *et. al.* **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido - INSA, 2011, 440p.

TEIXEIRA Wilson *et. al.* **DECIFRANDO A TERRA**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008. 557p.