

IX-023 – QUALIDADE DA ÁGUA DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS/RN

Cibele Gouveia Costa Chianca⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Engenharia Sanitária pela UFRN. Doutoranda em Manejo de Solo e Água na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Professora do Curso de Engenharia Civil da UFERSA.

Cássio Kaique da Silva⁽²⁾

Engenheiro Civil pela UFERSA

Alice Andrade Souza⁽³⁾

Engenheira Civil pela UFERSA

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Orlando de Azevedo, 1947, Residencial Maria Azevedo, Apto. 600 – Capim Macio – Natal – RN – CEP: 59082-050 – Brasil – Tel. (84) 99991-8653 – email: cibele.chianca@ufersa.edu.br

RESUMO

As barragens subterrâneas vêm sendo largamente implantadas no interior do estado do Rio Grande do Norte, com o objetivo de atenuar os efeitos provocados pela escassez de água nessas áreas. A determinação do local de implantação e o manejo desses barramentos são primordiais para evitar a salinização do solo e poluição de sua água. Diante desse cenário, esse trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de três barragens subterrâneas localizadas na área rural do município de Caraúbas/RN, levando em consideração seus usos potenciais. Foram realizadas duas coletas no período de seca em anos alternados (2016 e 2018), sendo avaliados parâmetros que definem a qualidade para cada uso potencial. No geral as barragens apresentaram qualidade de água satisfatória para uso na pecuária e recreativo. Com relação ao consumo humano, o estudo apontou a necessidade de tratamento dessa água. Ao levar em consideração o uso na agricultura, às águas das barragens dos sítios Boágua e Timbaúba 2 podem ser utilizadas na agricultura, desde que monitorados as concentrações de sódio, para evitar problemas de sodificação do solo e de elementos que podem ocasionar o entupimento de sistemas de irrigação localizada. Já a água da barragem de Timbaúba 1 apresenta uma pior qualidade, uma vez que sua utilização pode provocar moderados problemas de salinização, sodificação e toxicidade, além de sérios problemas de entupimento do sistema de irrigação localizada. A qualidade da água das barragens subterrâneas apresenta uma grande variabilidade, mesmo sendo situada em uma mesma região. Essa variabilidade provavelmente é ocasionada pelos diferentes manejos praticados nas barragens. Sendo assim, necessária a inclusão dessa prática na avaliação da qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: Água do lençol freático, Qualidade da água, Consumo humano, Consumo agrícola, Consumo na pecuária.

INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas do Brasil são caracterizadas por baixos índices pluviométricos, distribuição irregular das precipitações no decorrer do tempo e espaço, e elevada evapotranspiração, os quais proporcionam escassez de água na região (SOUZA et al., 2015). Aliado aos fatores climáticos, essa escassez tem-se intensificado com o uso irracional e o desperdício da água, além da crescente poluição dos corpos hídricos, tornando-as imprópria à diversos usos.

Diante desse cenário, várias medidas de enfrentamento foram adotadas pelos órgãos governamentais e algumas ONG's (Organizações Não Governamentais), com intuito de minimizar os seus efeitos. Dentre elas, pode-se destacar a barragem subterrânea que é uma obra hidro ambiental, construída em depósitos aluvionais (rios e riachos intermitentes) e linhas de drenagem, que objetiva interceptar o fluxo de água subterrâneo ou subsuperficial, através de um septo impermeável, instalado transversalmente ao sentido do fluxo de água de forma a favorecer seu acúmulo dentro do solo (EMBRAPA, 2011 e LIMA, 2013). O modelo mais utilizado no Brasil é o COSTA & MELO, o qual é dotado de um poço escavado permitindo a utilização da água para produção agrícola, dessedentação de animais e consumo humano.

Segundo Cirilo e Costa (1999), essas estruturas têm sido largamente implantadas no nordeste do Brasil, por serem de construção simples, de baixo custo de implantação, fácil operação, além de reduzir as perdas d'água por evaporação, possuir uma maior proteção da água contra poluição externa e não haver perdas de áreas superficiais por inundações.

Lima (2013) afirma que a determinação do local de implantação e o manejo da barragem subterrânea são primordiais para evitar a salinização do solo e poluição de sua água. Sendo assim, devem ser implantadas em solos aluviais, arenosos e com certa espessura antes do barramento; solos que não apresentem características salinas; e, instalação de poços para facilitar o uso da água e sua renovação. Com relação ao manejo, seu trabalho não recomenda a utilização de fertilizantes industrializados e nem a criação ou o trânsito de animais sobre a área da barragem; os esgotos sanitários também devem ser mantidos a uma certa distância da área da barragem, de forma a evitar a contaminação da água. Deve haver rotação de culturas, de forma a empregar cultivos tolerantes a salinidade. Silva et al. (2011) recomenda ainda que as barragens devem ser monitoradas a cada dois anos, de forma a prevenir possíveis problemas de salinização.

O município de Caraúbas possui 38 barragens instaladas pelo Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, sendo 2,27% das barragens instaladas pelo mesmo no Rio Grande do Norte. Nesse sentido, esse trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de três barragens subterrâneas localizadas na área rural do município de Caraúbas/RN, levando em consideração seus usos potenciais, produção agrícola, dessedentação de animais e consumo humano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas as seguintes etapas: (i) seleção das barragens a serem utilizadas na pesquisa; (ii) coleta das amostras; (iii) análises dos parâmetros pré-selecionados de acordos com os usos múltiplos da barragem; (iv) definição dos padrões de qualidade; (v) avaliação das barragens.

SELEÇÃO DAS BARRAGENS

As barragens subterrâneas utilizadas na pesquisa estão localizadas na área rural do município de Caraúbas, situado na Microrregião da Chapada do Apodi, do estado do Rio Grande do Norte.

O município está inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, banhado por cursos d'água secundários, de regime intermitentes, que compreende o rio Umari e os riachos Sabe-Muito, Baixa Grande e Livramento. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010, possui uma população total de 19.576 habitantes, sendo 5.872 habitantes residem na zona rural. O município se encontra na região do semiárido nordestino apresentando características climáticas quentes e secas, com temperatura média de 27,5°. Segundo Padre (2015), o mesmo dispõe de uma precipitação média pluviométrica anual de 710,9 mm. O período com maiores incidências de chuvas são entres os meses março e abril (IDEMA, 2008).

Na seleção das barragens subterrâneas a serem utilizadas no trabalho, foram considerados os seguintes critérios: (a) implantada pela EMATER; (b) barragem deve ser considerada finalizada pela EMATER, ou seja, a mesma deve possuir poços, renques e barramentos instalados; (c) existência de água no poço. Existiam somente três barragens que obedeciam aos critérios previamente estabelecidos.

A primeira barragem está localizada no sítio Boágua I (coordenadas UTM: zona 24M, E 653.497 m, S 9.361.078 m). A barragem é do tipo COSTA & MELO (Figura 1), com 48 metros de comprimento e 1 metro de profundidade, a parede do barramento é revestida com lona plástica e dispõe de um poço à montante da barragem, construído em alvenaria com profundidade de 2,5 metros. A barragem encontra-se a jusante de um barramento superficial, porém o mesmo não impede a capacidade de armazenamento de água e nem cessa a recarga da barragem subterrânea, uma vez que a mesma conseguiu disponibilizar água ao sítio durante todo o período de seca, mesmo após o açude superficial secar. A água armazenada é destinada para consumo humano e dessedentação de animais.

A segunda barragem está localizada no Sítio Timbaúba I (coordenadas UTM: zona 24M, E 652.585 m, S 9.362.540 m), seu modelo construtivo também é do tipo COSTA & MELO, com 82,3 metros de comprimento e 1,53 metros de profundidade, foi utilizado lona plástica para impermeabilização da parede. O poço amazonas possui 3 metros de profundidade, construído em alvenaria. A utilização da barragem é apenas para umedecimento da área a ser cultivada, ou seja, a mesma só é utilizada em logo após o período chuvoso.

A terceira barragem está localizada no Sítio Timbaúba II (coordenadas UTM: zona 24M, E 622.163 m, S 9.363.608 m). O modelo construtivo também é do tipo COSTA & MELO, possui 60 metros de comprimento com 2 metros de profundidade, dispõe de uma lona plástica para impermeabilização do septo. A estrutura do poço raso é formada por anéis de concreto, com uma profundidade de 3,5 metros. A barragem é utilizada apenas para umedecimento da área a ser cultivada.

COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram retiradas dos poços amazonas das barragens subterrâneas (Figura 1). As coletas foram realizadas nos dias 22/09/2016, no início da manhã e no dia 13/11/2018, no início da tarde. As coletas foram realizadas com auxílio de um balde de alumínio e corda. O balde foi esterilizado com álcool 70 % e fogo, tanto na parte externa quanto interna. Antes de lançar o balde no poço aguardou o mesmo baixar a temperatura. A primeira amostra de água foi colocada em um frasco estéril de 100 ml, posteriormente foram colocadas amostras em frascos de polipropileno de 1 L. Os frascos foram conservados em recipientes térmicos com gelo e transportados para os laboratórios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró.



Figura 1: Poço à montante da barragem subterrânea: (A) Timbaúba I, (B) Timbaúba II, (C) Boágua

PARÂMETROS ANALISADOS

A seleção dos parâmetros foi realizada de com o objetivo de avaliar a água de acordo com seus usos múltiplos, levando também em consideração os equipamentos disponíveis em dois laboratórios da UFERSA, campus Mossoró. A Tabela 1 apresenta os parâmetros analisados, bem como a metodologia de ensaio utilizada.

Os ensaios realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental (LASAN) do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da UFERSA seguiu os critérios estabelecidos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2017) e os ensaios realizados no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) do DCAT da UFERSA seguiu os critérios estabelecidos por Almeida (2010).

Tabela 1: Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da água da barragem subterrânea e as metodologias de ensaio utilizadas

PARÂMETRO	METODOLOGIA
Ensaios realizados no Laboratório de Saneamento Ambiental	
Coliformes Totais e <i>Escherichia Coli</i>	Método Colilert
Coliformes Termotolerantes	Método dos Tubos Múltiplos
Temperatura da água	Termômetro digital
Condutividade Elétrica	Método Laboratorial: Condutivímetro (sonda HACH-CDC401)
Ph	Método Eletrométrico (pHmetro Teckna T-1000)
Turbidez	Método Nefelométrico (Turbidímetro Hanna HI 98703)
Sólidos Totais (ST)	Método Gravimétrico
Sólidos em Suspensão Totais (SST)	Método Gravimétrico, com papel de fibra de vidro com abertura de 1µm.
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	Diferença entre ST e SST
Oxigênio Dissolvido (OD)	Medidor de campo de oxigênio luminescência HQ30
Demanda Química Oxigênio (DQO)	Método do Refluxo Fechado – Colorimétrico
Demanda Bioquímica Oxigênio (DBO)	Método 5 dias
Fósforo Total	Método do ácido ascórbico com digestão preliminar
Nitrogênio amoniacal	Titulometria
Nitrogênio orgânico	Titulometria
Nitrato	Colorimetria
Nitrito	Colorimetria
Ensaios realizados no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta	
Sódio e Potássio	Fotômetro de Chama
Cálcio e Magnésio	Método complexométrico pelo EDTA
Cloreto	Método de Mohr
Carbonato e Bicarbonato	Método Volumétrico
Micronutrientes (Cobre, Ferro, Manganês e Zinco)	Espectrofotometria de absorção atômica
Metais Pesados (Cromo, Níquel, Cadmio, Chumbo)	Espectrofotometria de absorção atômica

PADRÕES DE QUALIDADE ADOTADOS

Para avaliação da qualidade da água para agricultura foram utilizados os critérios estabelecidos por Ayers e Westcot (1999) e por Almeida (2010) *apud* Nakayama (1982). Os mesmos indicam que os problemas de qualidade da água de irrigação estão relacionados com a salinidade, a velocidade de infiltração da água, a toxicidade de íons específicos e outros. Almeida (2010) ainda cita que a existência de material particulado, tanto de origem inorgânica (areia, silte, argila, restos de plásticos) como de origem orgânica (algas, pequenos animais aquáticos junto com seus ovos e larvas, bactérias, etc) podem obstruir ou fechar os emissores (gotejadores, microaspersores) nos sistemas de irrigação localizados. A Tabela 2 apresenta os padrões de qualidade adotados para agricultura.

Para avaliação da qualidade da água na pecuária, segundo Feitosa et al. (2008) é mais difícil determinar os padrões devido a diversidade de espécies de animais e suas variedades de raça, além de serem influenciados pelo clima, cadeia alimentar, tamanho, sexo, entre outros. Segundo Ayers e Westcot (1999) existem padrões gerais de salinidade e níveis de magnésio e de substâncias tóxicas que podem afetar os animais que bebem água com concentrações próximas ou superiores aos valores indicados na Tabela 3.

Para avaliação da qualidade da água para piscicultura foram utilizados os limites apresentados por Feitosa et al. (2008), de acordo com a Tabela 4.

Para avaliação da qualidade da água para consumo humano foram utilizados os padrões de potabilidade existentes na Portaria 2914, de 12 de dezembro de 2011. E para recreação foram utilizados os limites apresentados na resolução CONAMA 396 de 07 de abril de 2008.

Tabela 2: Qualidade da água para agricultura

Problema Potencial	Unidades	Grau de Restrição para Uso		
		Nenhuma	Ligeira e Moderada	Severa
Salinidade (afeta a disponibilidade de água para o cultivo)				
CEa ¹	dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Infiltração (avaliada usando CEa e RAS ² , conjuntamente)				
RAS = 0 – 3	CEa =	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
= 3 – 6	=	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
= 6 – 12	=	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
= 12 – 20	=	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
= 20 – 40	=	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Toxicidade de Íons Específicos (afeta culturas sensíveis)				
Sódio (Na)³				
Irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3	-
Cloreto (Cl)³				
Irrigação por superfície	RAS	< 4	4 – 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3	-
Outros (afetam culturas sensíveis)				
Nitrogênio (NO ₃ -N) ⁴	mg/L	< 5,0	5,0 – 3,0	> 3,0
Bicarbonato (HCO ₃) – apenas aspersão convencional	meq/L	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
pH Faixa normal: 6,5 – 8,4				
Outros (problemas de entupimento no sistema de irrigação localizada)				
Sólidos em Suspensão	mg/L	< 50	50 – 100	> 100
pH	mg/L	< 7,0	7,0 – 8,0	> 8,0
Sólidos Solúveis	mg/L	< 500	500 – 2000	> 2000
Manganês ⁵	mg/L	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Ferro ⁶	mg/L	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5

Fonte: Ayers e Westcot (1999) e por Almeida (2010) *apud* Nakayama (1982)

¹ Condutividade elétrica da água de irrigação

² Relação de adsorção de sódio da água de irrigação, calculada pela equação: $RAS = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{0,5}$

³ A maioria dos cultivos arbóreos e plantas lenhosas são sensíveis ao Na⁺ e ao Cl⁻; no caso de irrigação por superfície usa-se o valor indicado. A maior parte dos cultivos anuais não é sensível; para eles usa-se a tolerância de salinidade específica. Para tolerância de fruteiras ao cloro e a dos cultivos ao sódio, usa-se tabelas específicas. No caso de irrigação por aspersão sobre a folhagem, e umidade relativa abaixo de 30%, o cloro e o sódio podem provocar toxicidade em cultivos sensíveis ao ser absorvidos pelas folhas.

⁴ Nitrogênio na forma de nitrato expresso em termos de nitrogênio elementar (no caso de análise de águas residuárias, devem ser incluídos nitrogênio amoniacal e orgânico).

⁵ Apesar dessas concentrações possam ser suficientes para causar problemas num sistema de irrigação localizada, os problemas de fitotoxicidade podem ser detectados em concentrações inferiores.

⁶ Concentrações de Ferro superiores a 5,0 mg L⁻¹ podem causar desequilíbrios nutritivos em determinados cultivos.

Tabela 3: Qualidade da água para pecuária

Salinidade da água (dS/m)	
Classificação	Limites
Excelente (adequada para todas as classes de gado e aves confinadas)	< 1,5
Muito Satisfatória (adequada para todas as classes de gado e aves confinadas, pode provocar diarreia temporária e excrementos aquosos nas aves)	1,5 – 5,0
Satisfatória para o gado (pode provocar diarreia temporária) e não apta para aves (aumento de mortalidade e redução do crescimento)	5,0 – 8,0
De uso limitado para o gado (evitar o uso em fêmeas prenhas), podendo ser usados para ovinos, suínos e equinos, e não apta para aves.	8,0 – 11,0
De uso limitado para o gado (não usar em vacas lactantes ou prenhas), grande risco para ovinos e equinos, e não apta para aves, suínos	11,0 – 16,0
Não recomendado (risco elevado)	> 16,0
Magnésio (mg/L)	
Tipo de animal	Limites
Aves confinadas	< 250
Suínos	< 250
Equinos	250
Vacas lactantes	250
Ovelhas e Cordeiros	250
Bovinos de Corte	400
Ovinos adultos alimentados com feno	500
Substâncias Tóxicas (mg/L)	
Elemento/Ion	Limites
Cádmio (Cd)	< 0,05
Chumbo (Pb) ¹	0,10
Cobre (Cu)	0,50
Cromo (Cr)	1,00
Manganês (Mn) ²	0,05
Nitrato (NO ₃ ⁻) + Nitrito (NO ₂ ⁻)	100,00
Nitrito (NO ₂ ⁻)	10,00
Zinco (Zn)	24,00

Fonte: Ayers e Westcot (1999)

1 O chumbo é acumulativo e os problemas podem começar com 0,05 mg/L

2 Não existem dados suficientes para gado. Os valores indicados são para seres humanos.

Tabela 4: Qualidade da água para piscicultura

Parâmetro	Limite de Tolerância
Oxigênio dissolvido (mg/L)	> 3,0
pH	7
Condutividade Elétrica (mS/cm)	3
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	1500
Amônio (mg/L)	10
Cromo Total (mg/L)	1
Chumbo (mg/L)	4
Ferro (mg/L)	50
Cobre (mg/L)	0,5
Coliformes Totais (NMP/100ml)	70 – 100

Fonte: Feitosa et al. (2008)

Tabela 5: Qualidade da água para consumo humano e recreação

Parâmetro	Limites para Consumo Humano	Limites para Recreação
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	-	1000
Escherichia Coli (NMP/100 mL)	Ausente	800
Turbidez (UNT)	5	-
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	1000	-
Nitrato (mg N/L)	10	10
Nitrito (mg N/L)	1	1
Sódio (Na ⁺) (mmolc/L)	8,7	13,05
Cloreto (Cl ⁻) (mmolc/L)	7,05	11,28
Dureza Total (mg/L)	500	-
Cobre (mg/L)	2	1
Ferro (mg/L)	0,3	0,3
Manganês (mg/L)	0,1	0,1
Zinco (mg/L)	5	5
Cromo (mg/L)	0,05	-
Níquel (mg/L)	0,07	0,1
Cadmio (mg/L)	0,005	0,005
Chumbo (mg/L)	0,01	0,05

Fonte: CONAMA (2008) e Ministério da Saúde (2011)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos nas duas coletas de água realizadas nos poços das três barragens subterrâneas selecionadas.

Ao avaliar da qualidade da água da barragem subterrânea do sítio Boágua com o intuito de utilizá-la na agricultura, a mesma não apresenta restrições no que se refere a salinização da área e nem a toxicidade por íons específicos, porém deve-se ter cuidados no que se refere a possibilidade de sodificação do solo, uma vez que ela apresenta grau de restrição moderado na avaliação da infiltração. Além disso, a utilização dessa água pode apresentar problemas de entupimento no sistema de irrigação localizada, devido a quantidade de ferro e manganês presentes, e provocar incrustações, depósitos brancos sobre as folhas e frutos, quando utilizada em sistemas de aspersão convencional devido a presença de bicarbonatos. Ao levar em consideração os critérios de utilização dessa água na pecuária e piscicultura, a mesma apresenta-se apta, devendo-se observar apenas a quantidade de manganês e coliforme totais presentes. O manganês em elevadas concentrações pode levar a morte vários tipos de animais. A presença de microrganismos do grupo coliformes são indicadores de possível contaminação de origem fecal, sendo assim a presença desses microrganismos pode influenciar diretamente na qualidade dos peixes cultivados e seus produtos, sendo veículo de transmissão de microrganismos patogênicos e intoxicações, constituindo-se em problema de saúde pública. No que se refere ao consumo humano e recreação, a água da barragem não é apta para consumo humano, uma vez que foi detectada a presença de *escherichia coli*, sendo necessária a desinfecção da água antes de seu consumo, além disso foi observada concentrações de ferro e manganês acima do permitido, os quais podem conferir um sabor amargo adstringente e coloração amarelada turva à água. O mesmo pode ser retirado com técnicas simples de tratamento, como aeração seguida de filtração.

A qualidade da água da barragem subterrânea do sítio Timbaúba 1 apresenta moderado grau de restrição para utilização na agricultura devido ao seu potencial de salinização e sodificação do solo, além da presença de concentrações maiores de sódio e bicarbonato, podendo resultar em problemas de toxicidade e queda de produção dos cultivos, independentemente do tipo de irrigação. Essa água pode ainda apresentar moderado a severos problemas de entupimento dos sistemas de irrigação localizada, devido à grande presença de material em suspensão e concentrações de ferro e manganês acima do permitido. No que se refere a pecuária, piscicultura, consumo humano e recreação, a qualidade da água possui características semelhantes à do sítio Boágua, incluindo as mesmas restrições.

Tabela 6: Resultados de qualidade da água das barragens subterrâneas

BARRAGEM	OLHO D'ÁGUA		TIMBAÚBA 1		TIMBAÚBA 2	
DATA DA COLETA	22/09/20 16	13/11/20 18	22/09/20 16	13/11/20 18	22/09/20 16	13/11/20 18
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Totais (NMP/100 mL)	9,2E+02	6,1E+03	5,4E+03	3,6E+04	1,6E+04	8,3E+04
Col. Termotolerantes (NMP/100 mL)	3,5E+02	-	1,7E+01	-	1,7E+02	-
Escherichia Coli (NMP/100 mL)	-	2,0E+01	-	1,0E+01	-	6,4E+01
PARÂMETROS FÍSICOS						
Temperatura (°C)	29,3	30,5	25,8	27,9	29,1	28,7
Condutividade Elétrica (mS/cm)	0,213	0,270	0,947	0,445	0,470	0,577
Turbidez (UNT)	3,38	6,47	22,60	32,60	4,37	10,25
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	-	1,0	-	358,0	-	1,3
PARÂMETROS QUÍMICOS						
pH	6,9	7,48	7,5	7,54	7,2	7,76
Sólidos Totais (mg/L)	616,0	347,0	2220,0	809,0	744,0	523,5
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	-	346,0	-	451,0	-	522,2
Oxigênio Dissolvido (mg O ₂ /L)	7,58	5,5	5,4	0,76	5,3	2,08
D. Química Oxigênio (mg O ₂ /L)	-	29,00	-	74,00	-	56,00
D. Bioquímica Oxigênio (mg O ₂ /L)	1,81	1,00	3,22	20,00	3,42	2,00
Fósforo Total (mg P/L)	0,06	0,01	0,87	0,70	0,05	0,03
Nitrogênio amoniacal (mg N/L)	0,18	-	1,30	-	0,46	-
Nitrogênio orgânico (mg N/L)	0,25	-	0,37	-	0,12	-
Nitrato (mg N/L)	4,49	-	2,55	-	3,13	-
Nitrito (mg N/L)	< 0,10	-	< 0,10	-	< 0,10	-
Sódio (Na ⁺) (mmolc/L)	2,00	0,87	9,00	1,77	1,00	1,16
Potássio (K ⁺) (mmolc/L)	-	0,09	-	0,09	-	0,26
Cálcio (Ca ²⁺) (mmolc/L)	2,10	0,86	4,60	1,45	5,40	3,45
Magnésio (Mg ²⁺) (mmolc/L)	1,20	0,44	1,85	1,29	2,70	1,26
Cloreto (Cl ⁻) (mmolc/L)	-	1,30	-	1,60	-	1,00
Carbonato (CO ₃ ²⁻) (mmolc/L)	-	0,00	-	0,00	-	0,20
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) (mmolc/L)	-	1,80	-	3,60	-	5,15
Rel. de Adsorção de Sódio (RAS)	1,56	1,08	5,01	1,51	0,50	0,76
Cobre (mg/L)	-	0,00	-	0,00	-	0,00
Ferro (mg/L)	-	0,278	-	2,274	-	0,027
Manganês (mg/L)	-	1,024	-	1,369	-	0,000
Zinco (mg/L)	-	0,0000	-	0,0072	-	0,0000
Cromo (mg/L)	-	0,00	-	0,00	-	0,00
Níquel (mg/L)	-	0,00	-	0,00	-	0,00
Cadmio (mg/L)	-	0,000	-	0,005	-	0,000
Chumbo (mg/L)	-	0,000	-	0,030	-	0,000

- Ensaio não realizado

A água da barragem subterrânea do sítio Timbaúba 2 apresenta características semelhantes à do Sítio Boágua, no que se refere a sua utilização na agricultura, a única diferença se refere ao elemento que pode ocasionar entupimento no sistema de irrigação localizada, que nessa barragem pode ser ocasionada pela elevada concentração de sais dissolvidos. No que se refere a pecuária, a mesma pode ser amplamente utilizada e possui as mesmas restrições da do sítio Boágua para utilização na piscicultura. No que se refere ao consumo humano e recreação, a água da barragem não é apta para consumo humano, uma vez que foi detectada a presença de *escherichia coli*, sendo necessária a realização de desinfecção da água, além disso foi observada turbidez acima do limite permitido, ou seja, um excesso de sólidos em suspensão.

CONCLUSÕES

As águas das barragens dos sítios Boágua e Timbaúba 2 podem ser utilizadas na agricultura, desde que monitorada a concentração de sódio, para evitar problemas de sodificação do solo, e de elementos que podem ocasionar o entupimento de sistemas de irrigação localizada. Já a água da barragem de Timbaúba 1 apresenta uma pior qualidade, uma vez que a utilização dessa água pode provocar moderados problemas de salinização, sodificação e toxicidade, além de sérios problemas de entupimento do sistema de irrigação localizada.

No que se refere ao uso dessas águas na pecuária não foram observados grandes problemas de qualidade, devendo apenas haver um monitoramento da concentração de manganês nas barragens dos sítios Boágua e Timbaúba 1, para evitar assim problemas de toxicidade nos animais. Com relação à piscicultura o principal problema apresentado foi com relação à presença de coliformes totais em concentrações acima do tolerável, impondo assim restrições ao seu uso, sem um prévio tratamento.

A água das barragens analisadas só pode ser utilizada para consumo humano após tratamento. No que se refere a utilização para recreação, o único impedimento nas barragens dos sítios Boágua e Timbaúba 1 é a elevada concentração de ferro e manganês.

A qualidade da água das barragens subterrâneas apresenta uma grande variabilidade, mesmo sendo situada em uma mesma região. Essa variabilidade provavelmente é ocasionada pelos diferentes manejos praticados nas barragens e condições climáticas. Sendo assim, na avaliação da qualidade da água deve-se levar em consideração o índice de aridez do ano em questão, o manejo realizado na área da barragem, bem como as atividades praticadas no seu entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.
2. APHA. Standart Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Whater Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington. 2017
3. AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
4. BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA n° 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 20 de março de 2019.
5. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA 2914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília, DF, 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 20 de março de 2019.
6. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA.. Instruções técnicas da Embrapa Semiárido: Barragens Subterrâneas. n° 49, Petrolina, 2011.
7. LIMA, A. O. Nova abordagem metodológica para locação, modelagem 3D e monitoramento de barragens subterrâneas no semiárido brasileiro. 2013. 243f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal.

8. PADRE, L. A. A. B. Avaliação técnica e econômica da implantação de um sistema de coleta de águas pluviais na UFERSA – Campus Caraúbas. Caraúbas/RN, 2015.46f.
9. SILVA, M. S. L., PARAÍBA, R. B. V., OLIVEIRA NETO, M. B., ANJOS, J. B., CUNHA, T. J. F., CARDOSO, L. B., MOTA, C. L. Avaliação da qualidade da água para fins de irrigação em áreas de barragem subterrânea no semiárido do nordeste brasileiro. Embrapa Comunicado Técnico 64, 6p, 2011.