ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Qualidade da água em áreas rurais: análise bacteriológica e físico-química das águas dos tanques de pedra das comunidades KM 21 (Campina Grande) e Pedra Redonda (Pocinhos)

Laise do Nascimento Cabral¹, Sérgio Murilo Santos de Araújo²

¹Graduada em Geografia (Licenciatura) – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestra em Recursos Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutoranda em Recursos Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Autor correspondente: E-mail: laise.ufcg.rn@gmail.com. ²Doutor em Geociências, Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – PPGRN – Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário – CEP: 58.429-900 – Campina Grande, PB. E-mail: sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

Artigo recebido em 06/07/2016 e aceito em 24/11/2016

RESUMO

Nesse trabalho, foi analisada a qualidade da água em níveis bacteriológicos para consumo humano e demais usos em reservatórios denominados Tanques de Pedra nas comunidades rurais do Semiárido Paraibano: KM 21, Campina Grande (Agreste paraibano)-PB, e Pedra Redonda (Curimataú paraibano), Pocinhos-PB. Como critério de escolha das comunidades, considerou-se a importância dos reservatórios para a população, haja vista serem o principal reservatório para captação de água da chuva e armazenamento. A qualidade da água foi analisada a partir de sete coletas com a determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. A metodologia aplicada foi o método enzimático de substrato definido *Colilert*. Para as análises físico-químicas, utilizou-se 24 parâmetros identificados pelo Valor Máximo Permissível (VMP). Os resultados, para parâmetros microbiológicos e físico-químicos, estão fundamentados na Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. Utilizou-se registro fotográfico para obtenção de imagens dos reservatórios. Os resultados mostraram que a qualidade da água das comunidades encontrava-se comprometida, tendo em vista que se encontrava infectada nos níveis bacteriológicos (*Escherichia coli* e Coliformes totais) e físico-químicos para cor e turbidez, sendo estes parâmetros utilizados para consumo humano. Assim, concluiu-se que, nos casos da utilização do recurso hídrico para usos múltiplos da água, pode haver utilização, porém com algumas restrições. Por fim, é válido destacar que os tanques de pedra são o maior provedor de água para as famílias de ambas as comunidades, por este motivo a análise da qualidade da água deu-se para este tipo de reservatório dado a sua importância aquífera e social.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Sustentabilidade; Gestão hídrica; Agreste da Paraíba; Semiárido brasileiro.

Water quality in rural areas: bacteriological and physical-chemical analysis of the waters of the stone tanks of the communities KM 21 (Campina Grande) and Pedra Redonda (Pocinhos)

ABSTRACT

In this study, the water quality was analyzed for bacteriological levels for human consumption and other uses in so-called reservoirs Stone Tanks in rural communities Paraibano Semi-Arid: KM 21, Campina Grande (Agreste Paraibano)-PB, and Pedra Redonda (Curimataú Paraibano), Pocinhos-PB. As a criterion of choice of the communities, it considered the importance of reservoirs for the population, given as the primary reservoir for capturing rainwater and storage. The water quality was analyzed from seven collections with the determination of physical, chemical and microbiological parameters. The methodology applied was the enzymatic method of substrate defined *Colilert*. For the physico-chemical analysis, we used 24 parameters identified by the Maximum Permissible Value (MPV). The results for microbiological and physico-chemical parameters are based on the Ministry of Health Ordinance 2914/11. We used photographic record to obtain images of the reservoirs. The results showed that the water quality of communities found compromised, considering that was infected in the bacteriological level (*Escherichia coli* and Coliforms totals) and physico-chemical for color and turbidity, these parameters being used for human consumption. Thus, it was concluded that in cases where the use of water resources for multiple uses water can be used, but with some restrictions. Finally, it is worth noting that the stone tanks are the largest water provider for the families of both communities, for this reason the analysis of water quality was given for this type of reservoir given its importance aquifer and social.

Keywords: Water resources; Sustainability; water management; Agreste of Paraíba; Brazilian semiarid.

Introdução

No mundo a oferta de água tem relação intrínseca com a segurança alimentar, o estilo de vida das pessoas, o crescimento industrial e agrícola e a sustentabilidade ambiental (Bernardi, 2003). Insumo básico do século e de quase todos os processos produtivos, a água é vital para a produção de alimentos que atendem à demanda da população mundial neste cenário de crescimento, ao passo que esta população vem demandando cada vez mais água em quantidade e qualidade para o consumo.

Na região semiárida brasileira, os recursos hídricos são escassos e com mananciais não perenes, ou seja, que podem permanecer secos durante grande parte do ano. Dessa forma, os problemas correlacionados com a indisponibilidade de água são muitos, tais como: grande esforço físico da população em percorrer longas distâncias, carregando baldes ou em carroças, para captar a água, comprometimento do desenvolvimento social e econômico local, além de aumento no número de casos de doenças provenientes da ingestão da água imprópria para consumo. Como reforço a essa afirmativa, tem-se que de cada quatro mortes de crianças na região do semiárido, estima-se que uma ocorre em razão da diarreia causada por água contaminada (Fome zero, 2005; Lima Silva et al., 2013; Silva et al., 2014).

Independente de a população mundial estar quase dividida de modo igualitário entre habitantes urbanos e rurais, a grande maioria dos que não têm acesso à água e saneamento, cerca de 75% dessa população, vive nas áreas rurais. Sete a cada dez pessoas sem acesso ao saneamento básico são habitantes rurais e mais de oito a cada dez pessoas sem acesso às fontes melhoradas de água potável vivem em áreas rurais (World Health Organization, 2008; Costa et al., 2012).

Segundo o último Censo, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2010, aproximadamente 26% da população nordestina vive na zona rural. São mais de 14 milhões de pessoas que vivem sem acesso aos serviços de saneamento - como, por exemplo, água tratada, destino adequado dos esgotos e resíduos sólidos, sem controle de vetores e com dificuldades no manejo da água pluvial. Para milhões de pessoas o fato de não terem uma instalação sanitária segura, privada e conveniente é uma fonte diária de

indignidade, assim como uma ameaça ao bem-estar.

O crescimento do acesso aos serviços de saneamento ambiental no nordeste nos anos de 2007 a 2009 ainda é desanimador. De acordo com dados do IBGE, a cobertura dos serviços de abastecimento de água da população urbana cresceu de 87,8% para 89,8%. Já o acesso da população rural, embora tenha crescido, não atinge 20%. Em relação ao acesso a serviços de esgotamento sanitário, seja por rede geral ou fossa séptica, a população urbana passou de 68,4% para 63,9% e da população rural de 14,5% a 16%.

Com isso, nota-se claramente a priorização do saneamento urbano e esquecimento do saneamento rural. Um reflexo dessa situação pode ser observado na saúde da população, já que há um índice de mortalidade causado pela diarreia (principal doença causada pela falta de saneamento) semelhante ao constatado em países pobres da África, segundo a (Organização Mundial da Saúde, 2004).

De acordo com Lemos (2011), sem saneamento básico os benefícios do acesso à água potável diminuem e desigualdades sociais relacionadas à saúde e gênero, por exemplo, associadas ao déficit de saneamento, dificultam sistematicamente o progresso na educação, na redução da pobreza e na criação de riqueza. Em contrapartida, as melhorias no saneamento podem aumentar o leque das reais escolhas e dar liberdade aos serviços essenciais, dos quais as pessoas têm direito de usufruir, atuando como catalisador de uma gama de possibilidades que contribuem para o desenvolvimento humano. Além disso, essas melhorias podem proteger as pessoas (especialmente as crianças e idosos) de condições de saúde precárias, retirá-las da pobreza, reduzindo os riscos e as vulnerabilidades que perpetuam os ciclos de privação, aumentar a produtividade, incrementar o crescimento econômico e criar emprego. Somado a isso, também contribuem para o aumento na autoestima das pessoas nas suas casas e comunidades.

O fato é que o esgoto tratado e o fornecimento de água potável, além dos benefícios mais diretos, como o aumento do índice de desenvolvimento humano e diminuição da mortalidade, principalmente infantil - trazem também uma grande economia e eficiência na aplicação dos recursos públicos, podendo, a água potável ser destinada a outras áreas mais urgentes.

Ainda assim, é compreensível que a prioridade dos investimentos deva ser a zona urbana, por se tratar de uma área densamente mais povoada; apesar disso, não se deve esquecer a zona rural, deixando-a a mercê da capacidade depurativa do meio ambiente. Observa-se, no que se refere à zona rural, que a coleta e tratamento de esgotos no Brasil não abrangem as zonas rurais, deixando por conta do proprietário rural a destinação dos dejetos, que quase sempre se dá por meio de fossa negra.

Ainda a respeito de tal realidade, o investimento anual em fossas sépticas, que tem uma sobrevida de dez anos, equivale ao investimento para prevenção da dengue pelo controle do inseto vetor, que, segundo o Ministério da Saúde (Martins et al., 2010; Brasil, 2011) foram de 700 milhões em 2009. Entretanto, segundo a Organização Mundial de Saúde (2004), este número foi apenas 1,4% do número de mortes provocadas por doenças diarreicas no país, no mesmo ano. Considerando que as fossas sépticas ainda trazem retorno ambiental e econômico para o produtor rural, tal investimento poderia trazer um benefício muito maior para a sociedade, quando comparados com outros problemas.

Uma alternativa para viabilizar as estruturas de saneamento para a zona rural é o barateamento desses investimentos com adoção de novas tecnologias de captação, armazenamento e tratamento de água e esgoto de fácil apropriação ao nível educacional das famílias, dispensando maiores conhecimentos.

O desenvolvimento de tecnologias para o tratamento e utilização de resíduos orgânicos é um desafio para os pesquisadores nas regiões com alta concentração populacional; como no nordeste Brasileiro, que abriga a Região do Semiárido Brasileiro, considerado o semiárido mais populoso do mundo.

No mercado há inúmeras técnicas de tratamento de água e dejetos que podem ser empregadas com sucesso, contudo, o custo de aquisição de equipamentos, os insumos utilizados e a elevada manutenção dos sistemas inviabilizam sua implantação no meio rural. A alternativa que se tem é a construção de fossa séptica, todavia, esse meio de coleta oferece grande possibilidade de contaminação da população por doenças veiculadas através da urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelas, dentre outras doenças (Bertoncini, 2008).

Material e métodos

Para concretização do presente estudo, alguns procedimentos foram necessários na busca das informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Nesse sentido, tomando como elemento norteador o contato com o objeto de estudo, por intermédios das visitas a campo, realizamos a aplicação dos questionários, bem como execução de entrevistas semiestruturadas com alguns dos membros das comunidades e a coleta da água nos tanques de pedra para análise laboratorial. A respeito disso, vale ressaltar a caracterização das metodologias adotadas, quais sejam:

Caracterização da área de estudo

A área estudada compreendeu os sítios do KM 21, no município de Campina Grande (latitude: 7° 13' S, longitude: de 35° 53' W e altitude de 720 m) e Pedra Redonda, em Pocinhos (latitude: 07° 24' 54" S, longitude: 39° 24' 36" W e altitude de 624 m), localizados nas microrregiões do Agreste e Curimataú do Estado da Paraíba (Figura 1).

Os municípios de Campina Grande e Pocinhos estão inseridos na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. Formados por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros, ocupam uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. No que se refere à fertilidade dos solos, podemos afirmar que é bastante variada com predominância de média para alta (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 2005 a,b). É válido destacar que Campina Grande situa-se no Agreste paraibano, entre o litoral e o sertão, e por isso possui um clima menos árido do que o que ocorre no interior do Estado.

Registros fotográficos - A partir do uso da câmera fotográfica, foi possível registrar as tecnologias sociais (tanques de pedra, barreiros, cisternas, entre outros) de captação de água da chuva existentes nas comunidades, a espacialização de ocupação e uso do solo e a disposição dos pontos de recursos hídricos fornecedores de água potável para consumo humano, além da eficiência para dessedentação animal.

Figura 1. Mapa de Localização das Comunidades Sítio Pedra Redonda (Pocinhos) e Sítio KM 21 (Campina Grande). Fonte: IBGE (2010); Google Earth (2014), elaborado por Thereza Rachel R. Monteiro; Maria Niédja S. Lima, 2014, colaboração de Laíse do N. Cabral, 2014.

Como forma de concretizar a abordagem sobre cada uma das comunidades, contribuindo grandemente nas discussões e colocações a respeito de tais projetos de captação de água para a região semiárida, as imagens digitais foram produzidas através da câmera fotográfica digital Hewlett-Packard (HP) Photosmart R837.

Metodologia de análise da qualidade da água - As análises foram realizadas pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES – entre os dias 18 e 19 de novembro de 2014, tendo como químico responsável o Professor Kepler B. França (CRQ – 9.19.3.1303118). Ao todo foram realizadas sete coletas nas comunidades KM 21 e Pedra Redonda, visando identificar e avaliar a qualidade da água para consumo humano e outros usos.

Na comunidade Pedra Redonda (Pocinhos), foram realizadas quatro análises. Essas análises foram subdivididas e denominadas como (1) Parte Alta do Tanque (análise físico-química); (2) Tanque Parte Alta (análise microbiológica); (3) Tanque Parte Baixa – Usos Múltiplos (análise microbiológica) e (4) Parte Baixa do Tanque (análise físico-química). Tais análises foram subdivididas dentro da compreensão sobre como a comunidade em questão utiliza a água dos tanques de pedra, ou seja, através de seus modos de uso.

Já na comunidade KM 21 (Campina Grande), foram realizadas duas coletas para análise, que foram subdivididas e denominadas como (1) Tanque Redondo (parâmetro microbiológico); (2) Tanque Comprido (análise para os parâmetros microbiológico e físico-

químico). Tais análises foram subdivididas para entendimento de sua utilização para o consumo humano e usos diversos.

Assim, levando em consideração os processos detalhados anteriormente, a análise teve por objetivo investigar a qualidade da água *in natura*, ou seja, sem tratamento e utilizada para o consumo humano.

Coleta - Para a realização da coleta foi necessário recipiente apropriado tanto para o recolhimento do material, quanto para o manuseio e transporte. Foram utilizados dois tipos de recipiente: frasco de polietileno autoclavável e garrafa plástica. Para o manuseio, foram utilizadas luvas descartáveis, objetivando inibir fatores externos a coleta. E para o transporte ou deslocamento dos recipientes no local utilizou-se caixa de isopor – tanques – até o laboratório. A coleta e entrega no laboratório ocorreram no mesmo dia.

Laudo - O laudo para parâmetros microbiológicos utilizou a metodologia aplicada através do método enzimático de substrato definido *Colilert*. Esse método é utilizado para investigar padrões de potabilidade da água.

Para as análises físico-químicas utilizou-se 24 parâmetros identificados pelo Valor Máximo Permissível (VMP) pela Legislação Brasileira PORTARIA 2914/11 do Ministério da Saúde.

Os resultados, tanto para parâmetros microbiológicos quanto para parâmetros físico-químicos, está fundamentado na Portaria 2914/11

do Ministério da Saúde para avaliar a procedência do recurso hídrico para consumo humano.

Resultados e discussão

Comunidade Rural KM 21 (Campina Grande) - Na comunidade KM 21 foram feitas duas

coletas de água para análise microbiológica nos tanques mais utilizados pela comunidade.

Mesmo ocupando um espaço particular, ou seja, localizado em área particular, a água é compartilhada por todos os membros da comunidade e utilizada para diversos fins.

Figura 2, 3 e 4. (2, 3) Tanque redondo/Uso múltiplo; (4) Tanque comprido/Consumo humano.
Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

As Figuras 2 e 3 mostram a vista do tanque de pedra redondo que, nesta comunidade, é utilizado para os usos múltiplos da água. Um desses reservatórios é utilizado para os diversos usos da água - como beber, cozinhar, lavar roupas, dessedentação animal e agrícola - ver análise microbiológica na tabela 3.

Já a Figura 4 mostra o tanque comprido, outro reservatório de captação que é utilizado com exclusividade para o consumo humano, em suas subdivisões para cocção de alimentos e ingestão de água – ver análise dos parâmetros microbiológicos na tabela 2.

Diante dos dados apresentados pelo laudo do LABDES, apresentados na tabela 1, abaixo,

tem-se como resultados analíticos da amostra que esta água não se encontra dentro dos padrões de potabilidade recomendados pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, no que se refere aos parâmetros microbiológicos para o consumo humano.

A análise demonstrou um nível de Coliformes Totais da ordem de $2,022 \times 10^3$ para 100 mL, e de *Escherichia Coli*, uma ordem de $0,066 \times 10^3$ para 100 mL de água coletada e analisada. De acordo com o anexo I da portaria 2914/11 MS - Tabela de padrão microbiológico da água para consumo humano – o Valor Máximo Permitido (VMP) é de ausência em 100 mL de água para *Escherichia Coli* no sistema de distribuição

(reservatórios e rede) e ausência em 100 mL de água para Coliformes Totais, avaliando que apenas

uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo.

Tabela 1. Parâmetros Microbiológicos de Coliformes totais e *Escherichia Coli* - KM 21

Procedência da Água: Tanque de Pedra redondo (Usos múltiplos) – Comunidade rural KM 21	
Tipos de microrganismos	Resultados
Coliformes Totais	$2,022 \times 10^3$
<i>Escherichia Coli</i>	$0,066 \times 10^3$

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014).

Os *Coliformes* são grupos de bactérias que normalmente vivem no intestino de animais de sangue quente. Alguns tipos também podem ser encontrados no meio ambiente. Nos laboratórios, são realizadas análises para identificar uma possível contaminação (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, 2014 a, b).

Conforme expõem os dados da Portaria 2914/11 Ministério da Saúde, capítulo V, do Padrão de Potabilidade, Art. 27, “a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme disposto no Anexo I e demais disposições desta Portaria”. O parágrafo 1º diz que, para o controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios. Já no parágrafo 2º, referente aos sistemas de distribuição, é dito que as novas amostras devem incluir no mínimo uma coleta no ponto onde foi constatado o resultado positivo para coliformes totais e duas amostras extras, sendo uma à montante e outra à jusante do local. [...] § 6º Quando o padrão microbiológico estabelecido no Anexo I a esta Portaria for violado, os responsáveis pelos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano devem informar à autoridade de saúde pública as medidas corretivas tomadas.

Diante dos resultados encontrados na tabela 1, na qual foi demonstrado que há utilização da água do tanque de pedra (redondo) tanto para consumo humano como para usos múltiplos - destacando-se que o uso principal seria para usos

diversos e não consumo humano - compreende-se que devido à impossibilidade de utilização (da forma *in natura* e sem tratamento, como se encontra a água no reservatório de captação), para ingestão humana, pôde considerar-se a utilização desta água para os demais usos múltiplos, como lavagem de roupas, limpeza das casas, dessedentação animal e agrícola, entre outros usos para os quais não seja necessário o uso de água tratada. Porém, com o tratamento adequado a água deste manancial superficial também poderá ser utilizada para o consumo humano, tanto para a ingestão da água como na cocção de alimentos e demais utilidades que necessitem da água tratada.

Ainda com base na Portaria 2914/11 Ministério da Saúde (MS) no Art. 31, “os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de *Escherichia colido(s)* no(s) ponto(s) de captação de água”.

Os dados referentes à tabela 2 fazem alusão à análise de outro tanque de pedra utilizado por esta comunidade, porém a utilização da água deste afloramento rochoso é de uso exclusivo para consumo humano, especificamente para beber e cozinhar. Aqui, também denominado pelo formato que possui na rocha, Tanque de Pedra Comprido (Consumo Humano). Nos resultados encontrados têm-se a presença de Coliformes Totais $2,022 \times 10^3$ e *Escherichia Coli* de $0,444 \times 10^3$, estabelecendo a não possibilidade para consumo humano em virtude da presença destes microrganismos. Segundo o anexo I da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, se requer ausência para 100 mL de água analisada.

Tabela 2. Parâmetros Microbiológicos de Coliformes totais e *Escherichia Coli* – KM 21

Procedência da Água: Tanque Comprido (Consumo Humano) – Comunidade rural KM 21

Tipos de microrganismos	Resultados
Coliformes Totais	2,022 x 10 ³
<i>Escherichia Coli</i>	0,444 x 10 ³

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014).

Diante da utilização desta água para consumo humano, houve a necessidade de obterem-se outros parâmetros de potabilidade para assim declarar sua utilização como própria ou imprópria ao consumo humano, assim como demonstra a tabela 3 sobre os parâmetros físico-químicos para padrões de potabilidade da água.

Conforme Portaria 2914/11 MS, capítulo VI, Art. 41, dispõe no § 3º “em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas, deve ser efetuada medição de turbidez e de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro”.

Tabela 3. Parâmetros Físico-químicos para padrão de potabilidade – KM 21

Procedência da Água: Tanque Comprido (Consumo Humano) – Comunidade rural KM 21

Parâmetros	Resultados	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C	101,1	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	8,0	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	13,8	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	60,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca^{++}), mg/L	17,6	---
Dureza em Magnésio (Mg^{++}), mg/L	1,4	---
Dureza Total (CaCO_3), mg/L	50,0	500,0
Sódio (Na^+), mg/L	19,6	200,0
Potássio (K^+), mg/L	0,3	---
Alumínio (Al^{3+}), mg/L	0,00	0,2
Ferro Total, mg/L	0,20	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO_3)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO_3)	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO_3)	34,8	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO_3)	34,8	---
Sulfato (SO_4^-), mg/L	7,4	250,0
Fósforo Total, mg/L	0,0	---
Cloreto (Cl^-), mg/L	33,4	250,0
Nitrato (NO_3^-), mg/L	0,04	10,0

Nitrito (NO_2^-), mg/L	0,01	1,0
Amônia (NH_3), mg/L	0,17	1,5
Sílica, mg/L (SiO_2)	0,4	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-0,73	≤ 0
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180 °C), mg/L	122,9	1.000,0

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014). (*) VMP – Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

De acordo com os resultados analíticos apresentados na tabela 3, a água analisada não se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros físico-químicos. Com o Valor Máximo Permissível (VMP) fora da normalidade para: Turbidez (U_t)=13,8 quando o permissível é 5,0; e Cor, Unidade de Hazen (mgPt-Co/L)=60,0 quando o permissível é 15,0.

A Portaria do MS requer para padrão de Turbidez (U_t)=5 como máximo permissível e discrimina no Art. 30, que “para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez expresso no Anexo II e devem ser observadas as demais exigências contidas nesta Portaria”. E no § 3º acrescenta que o atendimento do percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso no Anexo II a esta Portaria, deve ser verificado mensalmente com base em amostras, preferencialmente no efluente individual de cada unidade de filtração, no mínimo diariamente, para desinfecção ou filtração lenta, e no mínimo a cada duas horas, para filtração rápida.

Conforme estabelecido na Portaria 2914/11 MS no, Art. 32. “no controle do processo

de desinfecção da água por meio da cloração, cloraminação ou da aplicação de dióxido de cloro devem ser observados os tempos de contato e os valores de concentrações residuais de desinfetante na saída do tanque de contato deve-se considerar a temperatura média mensal da água”.

Assim, se estabelece que, com tratamento adequado utilizando hipoclorito de sódio ou outras formas de tratamento como filtração ou fervura, a referida água possa ser utilizada para o consumo humano sem prejuízos à saúde. Ademais, esta água pode ser utilizada *in natura* para a agricultura, pecuária, lavagem de roupas e outros usos domésticos e ainda, através das temperaturas mensais (já que a temperatura é comumente utilizada para o tratamento da água), observadas nos climogramas de ambos os municípios, é possível utilizar as ferramentas disponíveis para o processo de desinfecção da água.

Não obstante, há outros tanques na comunidade KM 21 que fazem parte do agrupamento de mesmo rochedo dos tanques destacados e mencionados acima e que são descritos a seguir: as figuras 5, 6 e 7 mostram outros tanques existentes neste agrupamento de tanques presente na comunidade KM 21.

5

6

Figura 5, 6 e 7 – (5) Tanque uso múltiplo; (6) Tanque/intervenção antrópica; (7) Tanque uso múltiplo.
Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

A figura 5 mostra outro tanque que pertence ao agrupamento existente na comunidade KM 21 e, como se percebe na imagem, poluído por material flutuante/resíduo sólido. Essa poluição se deve, também, à proximidade de uma fábrica de postes na comunidade mencionada. A água do tanque em questão é utilizada para usos diversos.

A figura 6 apresenta a intervenção antrópica ao longo do tanque, permitindo que qualquer possibilidade de captar e armazenar a água da chuva não seja desperdiçada, ou seja, que não haja possibilidade de perder a água da chuva por escoamento superficial.

A figura 7 expõe outro tanque utilizado para o consumo múltiplo e que possui intervenção antrópica para ajudar a captar e armazenar a água da chuva neste espaço, determinando, também, que a parede de concreto contribui para o aumento da acumulação da água bem como a altura da água captada.

Quanto à comunidade Pedra Redonda localizada em Pocinhos foi realizada quatro coletas, subdivididas em duas coletas para análise microbiológica e duas para análise físico-química. Os tanques de pedra de onde retiramos a amostra para análise estão localizados em um agrupamento onde há três tanques. Um desses está na parte mais alta do agrupamento e por esse motivo o denominamos Tanque parte alta. Os outros dois tanques foram subdivididos por sua classe de uso e denominados, respectivamente, Tanque parte baixa – usos múltiplos – e Parte baixa do tanque (este último sendo utilizado para consumo humano, dessedentação animal e uso agrícola).

No caso do sítio Pedra Redonda, procedeu-se as análises pelas seguintes características dos tanques:

Tanque parte alta com análises microbiológicas e físico-químicas, já que serve como fonte de escoamento de água para os demais tanques agrupados. Ressaltamos, ainda, que sua água é utilizada pela comunidade com exclusividade para o consumo humano.

Tanque parte baixa (Usos Múltiplos) - análise microbiológica. Como esse tanque é uma unidade receptora do Tanque parte alta, não haveria necessidade de outra análise físico-química. Ademais, a utilização deste reservatório é para usos múltiplos, como dessedentação animal e uso doméstico, não sendo utilizado para o consumo humano.

Parte baixa do tanque - análise físico-química. Em virtude da amplitude e maior capacidade de captação e armazenamento de água pela barreira de concreto – muro - (ver figura 11), deu-se apenas da análise físico-química neste tanque. Esse reservatório é comumente utilizado pela comunidade para o consumo humano; sendo assim não houve a necessidade de análise microbiológica, pois este é receptor dos demais tanques citados.

Tanque parte alta e Tanque parte baixa - Sendo assim, a análise físico-química só foi realizada porque há consumo humano. Ainda ocorre que o reservatório denominado (parte baixa do tanque) tem sua água utilizada tanto para consumo humano, quanto para lavagem de roupas, dessedentação animal, agrícola, atividades domésticas, entre outros usos não mencionados aqui.

As figuras 8 (Tanque parte alta), 9 (Tanque parte baixa), 10 (Tanque parte baixa – escoamento) e 11 (Parte baixa do tanque) esclarecem o posicionamento e divisão espacial dos tanques no afloramento rochoso. Tais figuras também

evidenciam a intervenção antrópica através da construção de paredes de concreto que servem para o aumento da captação e armazenamento de água nestes reservatórios. Ao redor de todo o

afloramento rochoso é possível observar tal intervenção, como mostram as figuras apresentadas.

Figura 8, 9, 10 e 11. (8) Tanque parte alta; (9) Tanque parte baixa/uso múltiplo; (10) Tanque parte baixa/escoamento; (11) Parte baixa do tanque. Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

A tabela 4 mostra os resultados obtidos mediante a análise do material referente ao Tanque Parte Alta (Consumo Humano), para os parâmetros microbiológicos de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. De acordo com o laudo analítico abaixo discriminado, esta água não se encontra

dentro dos padrões de potabilidade requeridos pela Portaria (2914/11) MS, por obterem como resultados encontrados a presença destes tipos de microrganismos relacionados acima, da ordem de $1,149 \times 10^3$ para Coliformes totais e $0,002 \times 10^3$ para *Escherichia Coli*.

Tabela 4. Parâmetros Microbiológicos de Coliformes totais e *Escherichia Coli* - Pedra Redonda

Procedência da Água: Tanque Parte Alta (Consumo Humano) – Comunidade rural Pedra Redonda	
Tipos de microrganismos	Resultados
Coliformes Totais	1,149 x 10 ³
<i>Escherichia Coli</i>	0,002 x 10 ³

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014).

Tais informações são preocupantes, já que a água deste reservatório é utilizada para o consumo humano e compreendida pelos residentes da comunidade Pedra Redonda como de boa qualidade por se concentrar na parte mais alta do tanque e assim ser a primeira receptora das águas pluviais, bem como do escoamento superficial – dados referentes à tabela 4 e a figura 8.

Assim, (de acordo com as informações prestadas pelos comunitários) os usuários da água entendem que o fato da água precipitar sob a rocha a torna limpa e, portanto, potável. Tais informações foram relevantes e se encontram inseridos nas mais diversas comunidades tradicionais como um aspecto também cultural destas comunidades

rurais. De acordo com as informações fornecidas pelo anexo I da Portaria (2914/11) MS, apenas uma amostra entre as amostras examinadas no mês poderá apresentar resultado positivo. Dentro das amostras analisadas e sobre o Valor Máximo Permitido (VMP), deve-se obter ausência de Coliformes Totais e *Escherichia Coli* dentro das amostras para 100 mL, sendo estas as motivações padrão para análise de potabilidade da água.

Os dados referentes aos parâmetros físico-químicos para padrão de potabilidade da água para o Tanque Parte Alta estão demonstrados na tabela 5, a seguir:

Tabela 5. Parâmetros Físico-químicos para padrão de potabilidade – Pedra Redonda

Procedência da Água: Tanque Parte Alta (Consumo Humano) – Comunidade rural Pedra Redonda		
Parâmetros	Resultados	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C	141,4	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	9,2	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	4,1	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	40,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca ⁺⁺), mg/L	9,4	---
Dureza em Magnésio (Mg ⁺⁺), mg/L	10,4	---
Dureza Total (CaCO ₃), mg/L	67,0	500,0
Sódio (Na ⁺), mg/L	19,6	200,0
Potássio (K ⁺), mg/L	1,6	---
Alumínio (Al ³⁺), mg/L	0,00	0,2
Ferro Total, mg/L	0,21	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---

Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO ₃)	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO ₃)	71,6	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO ₃)	71,6	---
Sulfato (SO ₄ ²⁻), mg/L	3,3	250,0
Fósforo Total, mg/L	0,1	---
Cloreto (Cl ⁻), mg/L	41,9	250,0
Nitrato (NO ₃ ⁻), mg/L	0,09	10,0
Nitrito (NO ₂ ⁻), mg/L	0,01	1,0
Amônia (NH ₃), mg/L	0,48	1,5
Sílica, mg/L (SiO ₂)	1,5	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	0,53	≤ 0
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180 °C), mg/L	175,7	1.000,0

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014). (*) VMP – Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

De acordo com o laudo do Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES/UFCG), os resultados analíticos obtidos, acima relacionados, demonstram que esta água não se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros físico-químicos. Assim, tem-se que há anormalidade nas amostras nos resultados para Cor e Unidade Hazen (mgPt-Co/L), onde o VMP recomendável pela Portaria 2914/11 MS é de 15,0 e o resultado encontrado foi de 40,0, mais que o dobro do valor permitido.

Tanto as análises para parâmetros microbiológicos de Coliformes Totais e *Escherichia Coli*, quanto os parâmetros físico-químicos para o reservatório denominado Tanque Parte Alta (Consumo Humano) obtiveram os resultados de suas análises com alterações, implicando, assim, perigo à saúde humana. Entretanto, com o sistema de tratamento da água adequado nas residências através dos processos de fervura e cloração, há a possibilidade de utilização

desta água, tanto para o consumo humano como para os demais usos múltiplos.

A tabela 6 mostra os resultados encontrados para o reservatório denominado Tanque Parte Baixa (Usos Múltiplos), retratado na figura 9. Tais parâmetros diagnosticados na amostra demonstram que a água não se encontra em estado de uso potável para consumo humano, porém, como esta água, segundo informações dos residentes na comunidade, é destinada a diversos fins – dessedentação animal, uso doméstico, lavagem de roupas, irrigação de pomares dentre outros usos – pode ser utilizada sem maiores prejuízos para os usos especificados acima.

Tabela 6. Parâmetros Microbiológicos de Coliformes totais e *Escherichia Coli* – Pedra Redonda

Procedência da Água: Tanque Parte Baixa (Usos Múltiplos) – Comunidade rural Pedra Redonda	
Tipos de microrganismos	Resultados
Coliformes Totais	2,022 x 10 ³

<i>Escherichia Coli</i>	0,240 x 10 ³
-------------------------	-------------------------

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014).

Havendo, ainda, a possibilidade de este uso estender-se para o uso humano, contanto que efetivadas as medidas sanitárias necessárias ao cumprimento dos pré-requisitos que são exigidos na Portaria 2914/11 MS - no capítulo IV, Das exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano Art. 24 -, “toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração”. Parágrafo único. “As águas provenientes de manancial superficial devem ser submetidas a processo de filtração para desinfecção da água”.

As alterações encontradas tanto na Cor, Unidade de Hazen (mgPt-Co/L) - tabelas 5 e 7 - como na Turbidez (uT) – tabela 7- tornam a água imprópria ao consumo humano pelo aspecto estético e mancham roupas em lavagens, além de ser imprópria ao uso em indústrias de bebidas, de alimentos, de fabricação de papéis ou em indústrias

têxteis (Richter & Azevedo Neto, 1991; Moraes, 2009).

A tabela 7 especifica os dados do reservatório – Parte Baixa do Tanque (Usos Múltiplos) - obtendo como resultado da análise alterações na Turbidez (uT) e Cor, Unidade de Hazen (mg Pt-Co/L) da água. Os valores máximos permitidos para o parâmetro de Turbidez (Ut) é de no máximo 5 uT de acordo com a Portaria 2914/11 MS, enquanto o resultado encontrado na análise para este reservatório foi de 12,9 uT.

A Turbidez (uT) é a medição da resistência da água à passagem de luz, é provocada pela presença de partículas flutuando na água e um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto.

Tabela 7. Parâmetros Físico-químicos para padrão de potabilidade – Pedra Redonda

Procedência da Água: Parte Baixa do Tanque (Usos Múltiplos) – Comunidade rural Pedra Redonda		
Parâmetros	Resultados	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C	42,6	---
Potencial Hidrogeniônico, Ph	8,4	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)	12,9	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).	75,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca^{++}), mg/L	8,4	---
Dureza em Magnésio (Mg^{++}), mg/L	1,7	---
Dureza Total (CaCO_3), mg/L	28,0	500,0
Sódio (Na^+), mg/L	6,3	200,0
Potássio (K^+), mg/L	0,8	---
Alumínio (Al^{3+}), mg/L	0,00	0,2
Ferro Total, mg/L	0,06	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO_3)	0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO_3)	0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO_3)	11,2	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO_3)	11,2	---
Sulfato (SO_4^{--}), mg/L	1,5	250,0
Fósforo Total, mg/L	0,0	---

Revista Brasileira de Geografia Física v.09, n.06 (2016) 1737-1753.		
Nitrato (NO_3^-), mg/L	0,13	10,0
Nitrito (NO_2^-), mg/L	0,02	1,0
Cloro (Cl^-), mg/L	22,0	250,0
Amônia (NH_3), mg/L	0,23	1,5
Sílica, mg/L (SiO_2)	1,3	---
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-1,08	≤ 0
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180 °C), mg/L	56,0	1.000,0

Fonte: Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial feita pelo Laboratório de Referência em Dessalinização – LABDES/UFCG (2014). (*) VMP – Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira (PORTARIA 2914/11 MS).

Ainda em referência aos dados da tabela 7, de acordo com a Portaria o valor máximo

permissível (VMP) para o parâmetro Cor, Unidade de Hazen (mgPt-Co/L) na água distribuída é de 15,0 U.C. A cor é um dado que indica a presença de substâncias dissolvidas na água. Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. Na amostra analisada o resultado encontrado foi de **75,0** U.C.

As Figuras 12 e 13 correspondem aos tanques da comunidade Pedra Redonda, onde foi possível observar a presença de agentes contaminantes e poluidores das águas deste reservatório.

12

13

Figura 12 e 13. (12) Tanque parte alta; (13) Tanque/intervenção antrópica.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

Outros parâmetros aqui analisados, como o pH (potencial Hidrogeniônico), também são considerados importantes no tocante à potabilidade da água. O pH é uma medida que determina se a água é ácida ou alcalina.

O Fator pH – ou índice pH – refere-se à água ser um ácido, uma base ou nenhum deles (neutra). Um pH 7 é neutro; um pH abaixo de 7 é ácido e um pH acima de 7 é básico ou alcalino. Esse é um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos. Esse fator não traz riscos sanitários e, para o consumo humano, recomenda-se um pH entre 6,0 e 9,5 na água distribuída (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, 2014). Como ações das etapas do tratamento destinadas à adequação da água aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde, têm-se:

Desinfecção - a desinfecção consiste na adição de agente químico ou de um processo físico

(não químico) com a finalidade de remover micro-organismos patogênicos presentes na água, dentre eles os protozoários, vírus e algas (Azevedo Neto et al., 1979; Di Bernardo, 1993). A eficiência da desinfecção depende de vários fatores, tais como: tipo de microorganismos presentes e sua concentração; característica do desinfetante, concentração e dispersão na água; período de contato do desinfetante com os micro-organismos; característica da água (Azevedo Neto et al., 1979; Di Bernardo, 1993). Os principais desinfetantes são os agentes oxidantes, como os halogênios e o ozônio, além dos agentes físicos, como a aplicação de calor, luz ultravioleta, irradiação, entre outros. Apesar dessa variedade, o principal agente desinfetante utilizado é o cloro, usado com a finalidade de destruir ou dificultar o desenvolvimento de micro-organismos que possam provocar doenças ou como agente oxidante de materiais orgânicos e inorgânicos (Azevedo Neto et al., 1979; Di Bernardo, 1993).

O valor máximo permitido para desinfecção com cloro residual livre é de 5 mg/L, de acordo com a Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde. O capítulo VIII, da Portaria 2914/11 MS das disposições finais e transitórias dispõe nos artigos 44 e 50 que, sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, em conjunto, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação com a população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão adotar as medidas necessárias ao fiel cumprimento desta Portaria.

Conclusões

Diante das coletas realizadas nos tanques e das análises laboratoriais estabelecidas, a qualidade da água das comunidades encontra-se comprometida, pois se encontra infectada nos níveis bacteriológicos (*Escherichia coli* e Coliformes totais) e físico-químicos para cor e turbidez, sendo estes parâmetros analisados ao se tratar de consumo humano. E nos casos da utilização do recurso hídrico para usos múltiplos da água, percebemos que a água analisada pode ser utilizada, todavia, mediante algumas restrições. Os tanques de pedra são o maior provedor de água para as famílias de ambas as comunidades, por este motivo a análise da qualidade da água deu-se para este tipo de reservatório, dada a sua importância aquífera e social.

Agradecimentos

A primeira autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro aos estudos.

Referências

- Azevedo Neto, J. M. de; Manfrini, J. C. 1979. Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água, 2ª ed. CETESB, São Paulo.
- Bernardi, C. C., 2003. Reuso de água para irrigação. (Monografia). Brasília, ISAEFGV/ECOBUSINESS SCHOOL. In: Martins, P. E. S.; Silva, E. R. da; Santos, N. L., Lemos Filho, M. A. F., Galzerano, L., 2010. Práticas de manejo de irrigação como medida de conservação do solo e da água. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer.
- Bertoncini, E. I., 2008. Tratamento de efluentes e reúso de água no meio agrícola. Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária [online] 1. Campinas v. 1, n. 1, p. 152-169, jun. 2008. Disponível: http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/81/Dissertacaomarcirio_corrigi_da.pdf. Acesso: 25 fev. 2014.
- BRASIL, 2011. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro.
- Costa, M. S.; Costa, Z. V. B da; Alves, S. M. C.; Ferreira Neto, M.; Marinho, M. J. C. 2012. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. Irriga, edição especial, p. 12 - 26.
- CPRM. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 2005a. Diagnóstico do município de Campina Grande, Estado da Paraíba. Recife.
- CPRM. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 2005b. Diagnóstico do município de Pocinhos, Estado da Paraíba. Recife.
- Di Bernardo, L., 1993. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, v. 1 e 2. ABES, Rio de Janeiro.
- FOME ZERO. Programa Fome Zero, 2005. Cisternas impulsionam transformações socioeconômicas no Semiárido brasileiro. Brasília.
- GOOGLE EARTH. 2014. Disponível em: <http://www.google.com.br/earth/index.html>, Acesso em: 20 mai. 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2002. Água limpa: direito de todos. Brasília.
- LABDES. Laboratório de Referência em Dessalinização, 2014. Coleta/Dados da pesquisa. Análise laboratorial. Universidade Federal de Campina Grande/Campina Grande.
- Lemos, M. de., 2011. Sistema modular para o tratamento de esgoto doméstico em assentamento rural e reuso para produção de girassol ornamental. Dissertação (Mestrado). Mossoró, Universidade Federal Rural do Semiárido.
- Lima Silva, J.; Medeiros, M.; Assis Dantas, H.; Freitas, J.; Azevedo, P., 2013. Captação de água de chuva em cisternas de placa: instrumento de gestão sustentável e socioambiental. Revista Polêm!ca [online] 12. Disponível: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/8018/5860>. Acesso: 04 Jul. 2016.
- Moraes, A. J. 2009. Gerenciamento e Tratamento de Água. FDB, Cascavel.
- OMS. Organização Mundial de Saúde, 2004. The global burden of disease. New York.
- Pinto, N. de O. 2006. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semiárido do Brasil.

- Embrapa Meio Ambiente [online]. Disponível: <<http://www.cnpma.embrapa.br/public/publicpdf21.php3?tipo=do&id=89>>. Acesso: 13 jul. 2014.
- PORTARIA, 2011. 2914/11, de 12 de Dezembro.
- Richter, C. A.; Azevedo Neto, J. M. Tratamento de Água Tecnologia Atualizada. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1991.
- SABESP. Sistema de Abastecimento de Água do Estado de São Paulo, 2014a. Qualidade da Água. São Paulo.
- SABESP. Sistema de Abastecimento de Água do Estado de São Paulo, 2014b. Tratamento de Água. São Paulo.
- Silva, J. A. L., Medeiros, M. C. S., Freitas, J. P. de, Dantas, H. F. S. A., Azevedo, P. V. de., 2014. gestão hídrica a partir de cisternas de placas: avaliação socioambiental da eficiência do plmc no município de Pedra Lavrada-PB. Holos 4.
- WHO. World Health Organization, 2008. Mudança Climática e Saúde Humana – riscos e respostas. Brasília.