



Avaliação da qualidade da água de poços domésticos em comunidades rurais no Arquipélago de Marajó - PA

Marcelo Coelho Simões¹; Gundisalvo Piratoba Morales²; Cléa Nazaré Carneiro Bichara³

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Pará. Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626 - Marco, Belém - PA. marcelo.uepa14@gmail.com

²Doutor em Ciências Geoquímicas e Petrologias com ênfases em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal do Pará. gundymorales@gmail.com

³Doutora em Agentes Infecciosos e Parasitários, Universidade Federal do Pará. cleabichara@ig.com.br

Artigo recebido em 04/06/2020 e aceito em 03/08/2020

RESUMO

O estudo trata da avaliação da qualidade da água de poços domésticos utilizados pelas comunidades rurais no arquipélago de Marajó- PA, a partir da análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As amostras de água foram coletadas obedecendo as normas técnicas em vigor, ocorrendo no período de maior índice pluviométrico da região, com temperatura entre 23°C e 32 °C. Para cada amostra físico-química analisou-se: Potencial de hidrogênio (pH), Temperatura (T), Oxigênio Dissolvido (OD), Sólido Totais Dissolvidos (STD) e Condutividade Elétrica (CE). Para as análises microbiológicas as amostras foram coletadas utilizando recipientes previamente esterilizados, e a sua quantificação foi realizada usando de análise de membrana e Placa de Alta Sensibilidade 3M™ Petrifilm™ para identificar a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Os dados foram interpretados usando análise estatística, realizando o teste de variância (ANOVA) e equivalentes não paramétricos (Mann Whitney e Kruskal wallis). A partir de cada análise, os valores de CE e STD apresentaram-se relativamente baixos, não evidenciando níveis de contaminação nesses poços, embora tenha sido identificada a presença de c. totais e *E. coli*, fato que limitaria o uso deste recurso para consumo humano. Os parâmetros em desacordo com valores de potabilidade podem estar relacionados com hábitos e manuseio inadequado na captação de água, além da falta de proteção desses poços com profundidade rasa de aquífero livre, pois, estão susceptíveis à entrada de poluentes derivadas de atividades antrópicas potencialmente poluidoras.

Palavras- chave: População rural; recurso hídrico; vulnerabilidade.

The evaluation of the quality of the water in the wells in the rural communities of the Archipelago of Marajó island - PA

ABSTRACT

The study deals with the evaluation of the quality of the water in the wells that are used by the rural communities in the archipelago of the Marajó island (PA), based on the analysis of the physico-chemical and microbiological. The water samples were collected according to the technical standards in force, during the period of the highest rainfall in the region, with a temperature of 23°C and 32 °C. For each sample, of analysis: the Potential of hydrogen (pH), Temperature (T), Dissolved Oxygen (OD), a Solid-Total solids content (a STD) and Electrical Conductivity (EC). For the microbiological analyses of the samples were collected using containers, pre-sterilized, and the quantification was carried out using the analysis of the membrane and the Plate of the High Sensitivity of the 3M™ Petrifilm™ to identify the presence of total coliforms and *Escherichia coli*. The data were interpreted by using a statistical analysis, using the test of variance (ANOVA), and the equivalent non-parametric (Mann Whitney e Kruskal wallis). From each analysis, the values of CE and STD showed to be relatively low, the levels of contamination in these wells, even though it has been identified that the presence of c. total and *E. coli*, a fact that would limit the use of water for human consumption. All the parameters are at odds with the values of drinking may be related to habits, and improper handling on the water, in addition to the lack of protection from these wells with the depth of the shallow aquifer is free, therefore, they are susceptible to the entry of any pollutant derived from anthropogenic activities.

Keywords: Rural population; water resources; vulnerability.

Introdução

Durante muitos séculos a humanidade considerou a água como um recurso inesgotável e utilizou-a de forma irracional e insustentável, refletindo hoje em consequências negativas à população (Cappi et al., 2012). Segundo a Constituição Federal Lei nº. 11.445/2007, do Ministério da Saúde, todo cidadão tem direito a água potável, entretanto, muitas regiões carecem de redes de abastecimento hídrico, fazendo-se valer de fontes alternativas, sem nenhum tratamento (Cruz e Clain, 2010; Brito, 2013).

No Brasil, a água subterrânea é fonte de abastecimento em aproximadamente 39% dos municípios brasileiros, principalmente em assentamentos rurais onde é capitada através de poços ou cisternas (ANA, 2011; Santana, 2014). Porém, por vezes construídos sem critérios técnicos adequados, tornam suscetíveis à contaminação (Vasconcelos et al. 2016). Importante ressaltar que a legislação não considera os poços amazonas como fonte de água potável, são tipos apenas como alternativa econômica encontrada por comunidades que não tem acesso a serviços governamentais de fornecimento de água potável.

A contaminação nos reservatórios brasileiros tem comprometido a qualidade dos recursos hídricos, afetando o balanço ecológico e trazendo vulnerabilidade socioambiental a muitas populações (Rangel et al., 2012). É indiscutível que, esses fatos acarretam problemas de saúde pública, seja em agravos relacionados à qualidade microbiológica da água como diarreias, problema gastrointestinal ou até mesmo elevação da mortalidade infantil em uma determinada localidade (Oliveira et al., 2017).

O conceito de qualidade de água é muito mais amplo do que sua simples caracterização pela fórmula molecular, pois, devido à característica de solvente universal e a capacidade de transportar partículas incorpora em si diversas impurezas, as quais definem sua qualidade (Garcia et al., 2015). Para ser consumida, a água deve cumprir exigências rigorosas no controle de qualidade, pois, não é de proibição o uso de águas naturais, seja de quaisquer fontes hídricas, porém, é importante a ausência total de agentes contaminantes para que não comprometa a integridade e componentes da água, advindas principalmente de ação antrópicas (Nunes et al., 2010; Bucci et al., 2015).

A qualidade hídrica pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as principais características físicas, químicas e biológicas (Pereira et al., 2013). Para que a água seja considerada potável, estes parâmetros devem estar de acordo com a Portaria de Consolidação No. 5/2017 do Ministério da Saúde que apresenta as normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano (BRASIL, 2017). Para isso, parâmetros físico-químicos são indicadores primordiais no controle de qualidade, pois, é possível diagnosticar alterações que comprometam o uso e abastecimento hídrico (Bozzini et al., 2018). Ademais, ressalta-se também a importância dos ensaios microbiológicos, que têm por objetivo verificar os índices de microrganismos por vezes altamente patogênicos (Cech, 2013).

Sabendo da necessidade de abastecimento de rede de água pública de qualidade, o estudo teve como embasamento de que algumas comunidades rurais carecem de uma água de qualidade, visto que os poços são utilizados tanto para o consumo humano como nas atividades dentro das propriedades rurais. Logo, é primordial avaliar a água nesses espaços, a fim de verificar a qualidade físico-química e microbiológica de acordo com os padrões exigidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Com base nisso, objetivou avaliar a qualidade da água de poços domésticos utilizados pelas comunidades rurais no arquipélago da Ilha de Marajó- PA, a partir dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Material e métodos

Locos e população do estudo

Este foi conduzido na mesorregião do Marajó, no município de Salvaterra- PA. Este se insere geopoliticamente na Microrregião Geográfica do Arari, na parte meridional da Ilha, de latitude “00°45'12” sul e “longitude 48°31'00” oeste, a 5 metros acima do nível do mar (Geografos, 2012). O município está a 86 km de Belém, capital do Estado do Pará.

Foram escolhidas três comunidades rurais para compor a amostra de trabalho, sendo Comunidade São Veríssimo, Comunidade Ceará e Comunidade Julho (Figura 1).

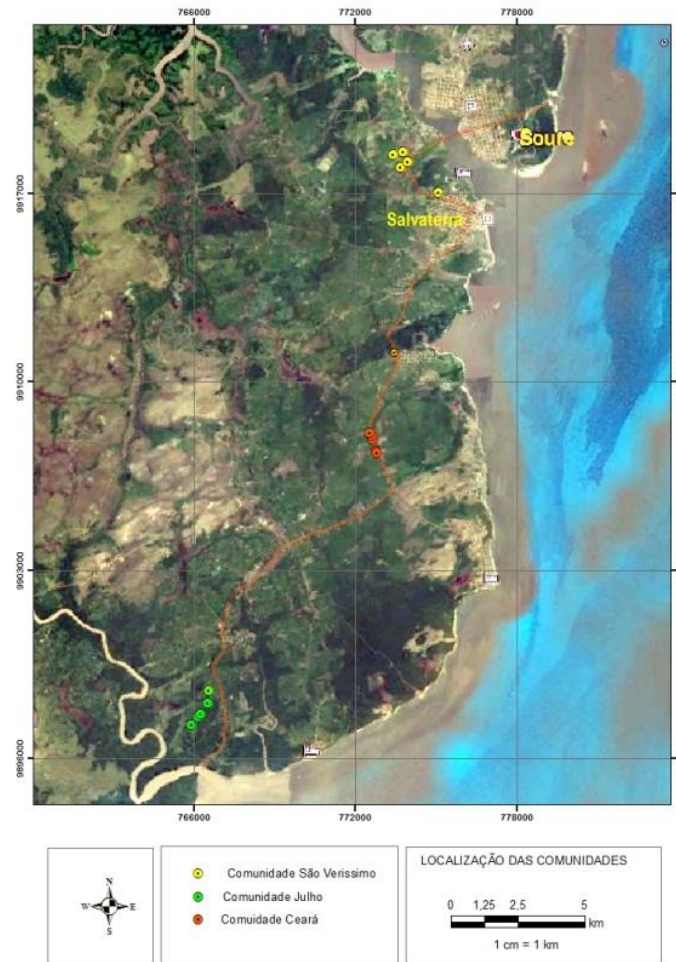


Figura 1. Localização geográfica dos poços das comunidades rurais de São Veríssimo, Ceará e Julho no município de Salvaterra- PA. Fonte: dados da pesquisa.

A margem leste da Ilha de Marajó está definida em dois períodos sazonais bem característicos, sendo dezembro a maio a estação de maior influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), registrando os maiores índices pluviométricos, com precipitação média de 2.566mm, e junho a novembro com baixa média pluviométrica, com 414,3mm (PARÁ, 2012). A população total do município é de 23.424 habitantes, com densidade de 19,42 hab./km² (IBGE, 2016). O índice de desenvolvimento humano (IDH) apresentou crescimento nos últimos anos, atingindo atualmente 0,608 pontos (PNUD, 2010), e com produto interno bruto (PIB) no valor de \$123 110,15 mil, e PIB per capita de \$5.599,22 (IBGE, 2014).

Aspectos éticos

O estudo obedeceu aos critérios éticos de pesquisa, com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) 11810919.3.0000.8767.

Estudo de campo

Uma visita técnica antecedeu a pesquisa para avaliar a infraestrutura das comunidades, podendo-se então delimitar os pontos de coleta (Figura 02). Em cada comunidade, selecionou-se cinco (5) residências por amostra de conveniência. A partir disso, foi levantada a caracterização de cada propriedade, analisando a estrutura do poço, bem como presença ou ausência de animais doméstico e/ou de criação, além de medidas em média padrão (metros) para calcular a distância do poço em relação ao banheiro doméstico e a floresta, a fim de verificar se estão dentro das normas estipuladas pela NBR12244, que recomenda uma distância mínima de 15m entre poços e semidouros (ABNT, 2006). Cada comunidade foi georreferenciada via GPS de acordo com ponto de amostragem.

Coleta e frequência da amostragem

As amostras de água dos poços foram coletadas manualmente no mês de fevereiro de 2019, período mais chuvoso na região, com temperatura mínima de 23 °C e máxima de 32 °C

(INMET, 2019). Para cada coleta, utilizou-se balde de inox com capacidade de 1L, cordas do tipo barbante e luvas, conforme os métodos de coleta (APHA, 2012). Para as análises microbiológicas, foram utilizados frascos plásticos de 200 ml esterilizados em autoclave. O material coletado foi identificado e acondicionado em caixas isotérmicas contendo gelo e transportada para o laboratório de

Ciências Naturais, da Universidade do Estado do Pará, Campus XIX- Salvaterra- PA, analisando-as de acordo com as recomendações da Funasa (2006). Para inoculação das diluições em placas *Petrifilm*TM todas as análises foram realizadas em triplicata.



Figura 2. Estrutura sanitária de alguns poços avaliados no município de Salvaterra- PA.

(a) poço 4 – comunidade julho; (b) poço 3 – comunidade São Veríssimo; (c) poço 2 – comunidade Ceará; (d) poço 2 – comunidade julho.

Fonte: dados da pesquisa.

Análises físico-químicas

Para cada amostra de água coletada analisou-se: Potencial de hidrogênio (pH), Temperatura (T), Oxigênio Dissolvido ppm (OD), Sólido Totais Dissolvidos (STD) e Condutividade Elétrica (CE), seguindo os critérios oficiais mediados pela *American Public Health Association* e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (APHA, 2012; CETESB, 2017). Para as análises foi utilizada uma sonda móvel *Multiparameter*, Hi 9829- HANNA, calibrada, de acordo com o determinante de estudo.

Na avaliação da potabilidade da água para consumo humano, os resultados foram comparados aos parâmetros de potabilidade da Portaria de Consolidação No. 5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 396 de 2008 (CONAMA, 2008).

Análises microbiológicas

Consistiu em análise de membrana para identificar a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, por meio de Placa de Alta Sensibilidade, sendo realizadas as análises em triplicata. Utilizaram-se Placas 3MTM *Petrifilm*TM específica para cada microrganismo avaliado, baseando-se nos métodos do “Manual Prático de Análise de Água”, elaborado pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006). O método de análise resume-se em três passos: 1) Inoculação e espalhamento do inoculo em meio de cultura apropriado; 2) Incubação; 3) Contagem de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2011).

Análise estatística

As diferenças do nível de contaminação entre as áreas amostradas foram testadas usando modelos de análise de variância (ANOVA). Quando os pressupostos da análise não foram

atingidos (amostras independentes, homogeneidade das variâncias, resíduos com distribuição normal) foram utilizados testes equivalentes não paramétricos (Mann Whitney e Kruskal wallis) (Zar, 2009). Para testar a correlação entre as variáveis independentes, como: (distancia, presença de animais, entre outros) com quantidade de c. totais e *E. coli*, foi aplicado a Correlação de Person. Para a realização destes testes foi usado o programa *PAST version 3.18* (Hammer et al., 2001).

Resultados e discussão

Foi observado que as três comunidades necessitam de abastecimento de rede pública de

água, sendo poços domésticos individuais (poço amazonas) principal fonte de abastecimento dos entrevistados. De modo geral, a captação dessa água é utilizada para suprir todas as necessidades humanas dos moradores. Do ponto de vista estatística não houve diferença na quantidade de microrganismos presentes nas amostras entre as três localidades de acordo com o confidente de correlação, onde o valor de p não foi significativo (Totais: H = 0,86, p=0,65/ *E. coli*: F = 0,74, p= 0,49).

O perfil dos moradores entrevistados nas três comunidades revela que, a maioria foi do sexo masculino (60%), assim como a faixa etária predominante foi maior de 40 anos (Figura 3).

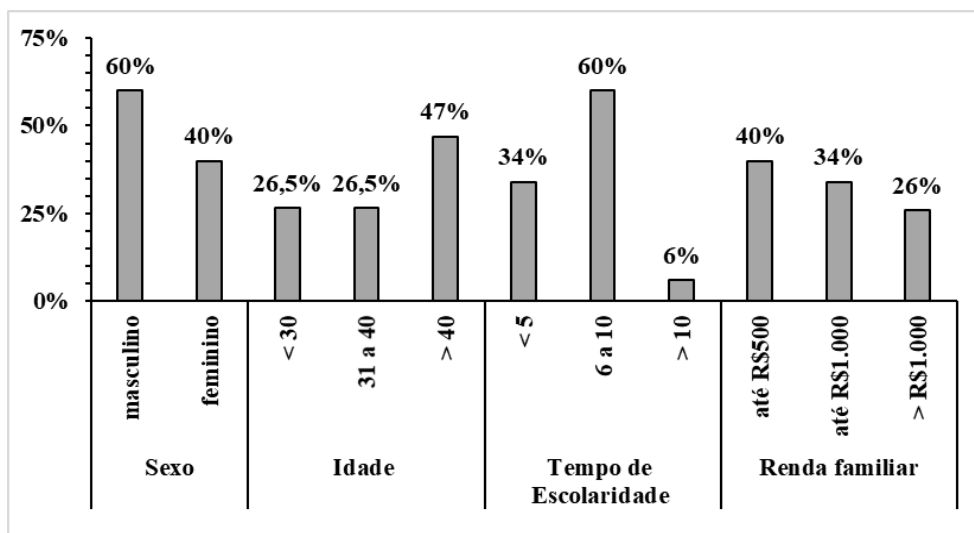


Figura 3. Perfil socioeconômico do público amostral das três comunidades analisadas no estudo.

Fonte: dados da pesquisa

Com relação à escolaridade, predominaram os que tiveram tempo de estudo de 6 a 10 anos (60%). A falta de estudo numa determinada população é um indicativo de problemas sociais, pois, estão relacionados com índices de pobreza e até mesmo vulnerabilidade social. Entretanto, a escolaridade dos responsáveis pelos poços não esteve relacionada à quantidade de coliformes totais nas amostras ($r = -0,43$, $p = 0,10$) ($p > 0,05$). Educação é forma de prevenção e melhores condições de vida, pois, é tida como importante fator de desenvolvido de uma determinada sociedade. Evidenciou-se que quanto maior a escolaridade menor o número de *E. coli* nas amostras ($r = -0,54$, $p = 0,00$) ($p < 0,05$).

A educação em saúde deve ser mais bem desenvolvida numa sociedade em geral, visto que torna-se um determinante para uma melhor qualidade de vida, principalmente em relação a temática abordada (Oliveira et al., 2017).

Foi observado que a maioria dos entrevistados tem renda mensal de até R\$500,00 (40%), seguido dos que vivem com até R\$1.000,00 (34%) e acima deste valor (26%), respectivamente. As localidades mais afastadas do centro da cidade ainda vivem em precárias situações sociais, até mesmo pobreza extrema, devido à ineficácia de redistribuição dos recursos e falta de oportunidade de trabalho, porém neste estudo, a renda familiar não esteve relacionada à quantidade dos microrganismos (c. totais: $r = -0,16$, $p = 0,55$ / *E. coli*: $r = -0,09$, $p = 0,73$).

Quanto aos resultados higiênico-sanitários em relação aos poços, não houve diferença

significativa em nenhuma das variáveis analisadas nas três comunidades ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos poços estudados de três comunidades rurais de Salvaterra- PA, no ano de 2019.

Características	São Veríssimo		Ceará		Julho	
	N	%	N	%	N	%
Tempo de uso						
1 a 5 anos	3	60	1	20	1	20
> 5 a 10 anos	1	20	2	40	2	40
> 10 anos	1	20	2	40	2	40
Limpeza/manutenção						
Uso de hipoclorito	2	40	2	40	2	40
Escavação anual	2	40	-	-	2	40
Nada	1	20	3	60	1	20
Profundidade do poço						
> 5 a 10 metros	3	60	4	80	1	20
> 10 a 20 metros	2	40	1	20	4	80
Estrutura do poço						
Cimentado	2	40	3	60	2	40
Madeira	3	60	2	40	3	60
Tipo de captação da água						
Bombeamento	-	-	1	20	1	20
Manual com balde	5	100	4	80	4	80
Presença de animais na residência						
Cachorro/gato	1	20	1	20	-	-
Búfalo/porco/galinha	4	80	4	80	4	80
Nada	-	-	-	-	1	20
Distância do poço e a fossa						
Até 8 metros	2	40	2	40	2	40
> 8 até 20	1	20	3	60	3	60
> 20	2	40	-	-	-	-
Distância do poço e a floresta						
Até 8 metros	-	-	-	-	3	60
> 8 até 20	2	40	3	60	1	20
> 20	3	60	2	40	1	20

Fonte: dados da pesquisa.

Na comunidade de S. Veríssimo, o tempo de uso dos poços variou de 1 a 5 anos em 60%. Nas comunidades Ceará e Julho, 40% afirmaram tempo de uso de 5 a 10 anos e acima deste. O número de coliformes totais e de *E. coli* não está relacionado ao tempo de uso dos poços (Totais: $r = -0,11$, $p=0,69$ / *E. coli*: $r = -0,08$, $p= 0,69$). Em relação à

manutenção dos poços, 40% das residências nas três comunidades utilizam apenas hipoclorito, em S. Veríssimo e Julho utilizam também a escavação como prática de limpeza em 40% dos entrevistados e na comunidade Ceará 60% não exerce nenhuma prática de limpeza/manutenção.

Segundo Vasconcelos et al. (2016), a construção apropriada para proteção de fontes hídricas melhora a qualidade de vida, prevenindo a contaminação de diversos patógenos, como é o caso da *E. coli*, especialmente quando não ocorre a desinfecção. Entretanto, é necessário que esse tipo de fonte de água seja periodicamente inspecionado para verificação da integridade das proteções existentes e que sejam realizadas manutenções, quando necessárias. No presente estudo, foi possível diagnosticar que os moradores não realizam de maneira adequada tais processos de manutenção, o que implica diretamente na saúde.

Quanto a profundidade dos poços, 80% destes na comunidade Ceará possui uma profundidade variando de 5 a 10 metros, e na comunidade Julho 80% apresentou profundidade de 10 a 20 metros. O número de *c. totais* e de *E. coli* não está relacionado a profundidade dos poços (Totais: $r = -0,12$, $p=0,16$ / *E. coli*: $r = -0,08$, $p=0,76$). Em relação à estrutura de revestimento dos poços, 60% nas comunidades S. Veríssimo e Julho é feito de madeira e na comunidade Ceará 60% é de estrutura cimentada, respectivamente.

Silva e Araújo (2003) ressaltam que poços do tipo “cisternas” estão mais suscetíveis a contaminação devido ser de aquíferos livre rasos, o que propicia maior escoamento de agentes contaminantes, a qual pode ocorrer via infiltração oriunda da água de chuva entre outras.

O principal meio utilizado para captação de água dos poços é o manual com uso de balde em 80% das residências de Ceará e Julho, já em S. Veríssimo essa prática foi registrada em 100% dos moradores. Quanto a criação de animais, 80% das três comunidades possui criação de porcos, galinhas e búfalos em seu quintal.

Foi analisado também a distância de cada poço em relação a fossa e a distância do poço em relação a floresta local. Nas comunidades Ceará e Julho, 60% possui distância entre 8 a 20 metros do poço para fossa, outros 40% nas três comunidades têm distância de até 8 metros. Esta variável não explica a variação na quantidade de coliformes totais e de *E. coli* (Totais: $r = -0,23$, $p=0,40$ / *E. coli*: $r = -0,23$, $p= 0,39$). Em relação a distância entre floresta e poço, a comunidade Julho apresentou maior número de residências próximo com até 8 metros de distância em 60% dos entrevistados. Já a comunidade Ceará, 60% dos poços estão numa

distância de 8 a 20 metros e S. Veríssimo com distância maior que 20 metros em 60% dos casos. O número de *c. totais* e de *E. coli* também não está relacionado à distância dos poços para a floresta (*c. totais*: $r = -0,37$, $p=0,16$ / *E. coli*: $r = -0,47$, $p= 0,07$).

A partir da caracterização, foi possível verificar as reais condições higiênico-sanitárias dos moradores, para que então pudesse ser feito as coletas de água e posteriormente as análises físico-química (in loco) e microbiológica (em laboratório). Os resultados físico-químicos das amostras de águas coletadas e analisadas dos poços domésticos individuais ou comunitária estão apresentados na Tabela 2.

No estudo, a média do pH foi de 4,15, havendo variação de medida, onde na amostra cinco da comunidade Julho apresentou o menor valor, pH 3,69 e o maior na comunidade São Veríssimo, pH 5,34. Todas as amostras estão fora dos padrões de potabilidade recomendados pela Portaria de Consolidação No. 5 de 2017, que recomenda um valor de pH 6,0 a 9,5 próprias para consumo humano.

As amostras foram coletadas no período de maior índice pluviométrico na região, o que pode ter contribuí para uma maior acidez, uma vez que, os processos de lixiviação dos solos ácidos e grande concentração de matéria orgânica dissolvida, características comuns aos solos amazônicos, promove uma diminuição do pH das águas subterrâneas e superficiais (Pinto et al., 2009).

Souza et al. (2018) estudando os parâmetros físico-químicos dos poços de uma comunidade rural do mesmo município no período de transição entre o mais e menos chuvoso, que corresponde aos meses de maio a julho, obtiveram pH entre 5,0 e 5,5, comprovando que o pH das amostras não estão em conformidade. No estudo de Grumicker et al. (2018) ao analisar a água de poços artesianos em Mundo Novo, Mato Grosso do Sul, registraram valores de pH entre 4,8 e 5,14, parcialmente semelhantes, e foram relacionados com a interação das águas subterrâneas com rochas da região, o que explica tais valores para pH. Além de o período de estudo rescindir com períodos de maior incidência de chuvas no estado, contribuindo com tais valores de pH.

Tabela 2. Média dos parâmetros físico-químicos das amostras de água de poços de três comunidades rurais de Salvaterra- PA.

Amostras	pH	OD (ppm)	T (°C)	CE (µS/cm ⁻¹)	STD (ppm)
----------	----	----------	--------	---------------------------	-----------

São Veríssimo	A1	5,34	3,52	27,81	15,00	21,50	
	A2	4,11	4,63	25,73	25,00	21	
	A3	4,20		2,40	28,48	21,00	19,20
	A4	4,24	2,83	28,11	53,00	18,50	
	A5	3,75	2,03	28,28	30,12	17,40	
Ceará	A1	4,26	3,18	28,13	64,15	16,5	
	A2	4,03	2,50	27,71	27,35	20,18	
	A3	4,11	4,62	26,05	24,75	17	
	A4	4,11	4,71	26,4	24,66	15,60	
	A5	4,09	4,64	25,84	24,80	14,8	
Julho	A1	4,2	4,8	27,97	63,00	21	
	A2	4,08	2,94	27,04	29,43	19,50	
	A3	3,93	2,31	27,21	21,00	21,50	
	A4	4,10	2,54	26,53	25,55	20,50	
	A5	3,69	2,60	28,07	43,15	22	

SV= comunidade rural São Veríssimo; A= poços.

Fonte: dados da pesquisa.

Valores de pH na faixa ácida, na maioria dos casos na região amazônica são características geoquímicas dos solos da região amazônica com predomínio de elementos ácidos como alumínio, ferro característicos de ambientes lixiviados com elevadas temperaturas e precipitações. Águas ácidas podem causar em relação a problemas e complicação de saúde. Arrimar (2012) afirma que a acidificação do pH resulta em um estado crítico de desmineralização dos dentes, além de alteração no sistema digestório.

A concentração de oxigênio dissolvido OD nas amostras apresentou média de 3,35 mg/ L, variando entre 2,03 e 4,8 mg/ L. Todas as amostras analisadas tiveram baixa taxa, em virtude a que a água subterrânea não apresente fontes de oxigenação como algas e turbulência. Outra causa dos baixos valores do OD pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica dissolvida. O OD não é um parâmetro de potabilidade, sendo um indicador de fontes de oxigenação sendo que a sua a concentração, dependendo diretamente da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos (CETESB, 2017).

Os baixos níveis de OD registrados nas amostras analisadas evidencia ausência de fontes de oxigenação (algas e turbulência), sem descartar a presença de matéria orgânica provenientes de fontes antrópicas que eventualmente podem atingir o aquífero livre utilizado para captação deste recurso.

Porém, Fiorese (2019) defende que resultados como estes podem ser indicativos de contaminação hídrica relacionada principalmente por matéria orgânica, atrelada ao recebimento de efluentes domésticos aliados as precipitações pluviométricas. Dessa forma, as águas dos poços dessas comunidades estão vulneráveis à perda de oxigênio em decorrência da ação humana (Batista et al., 2017).

Esses resultados diferem dos encontrados por Macedo et al., (2017), onde estudando 15 poços do Vale do Taquari- RS, obtiveram uma média de 7,57 mg/ L, dentro dos padrões de potabilidade onde caracterizam aquelas superiores ao valor de (6 mg/ L), águas de classe 1.

O parâmetro de condutividade elétrica CE registrou valores entre 15,00 a 64,15 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com média de 32,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valores característicos de poços da região amazônica. A CE está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água, tais como: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , HCO_3^- , que são substâncias carregadas eletricamente, e que determina o estado e qualidade de um corpo hídrico (Capp et al., 2012; Piñeiro Di Blasi et al., 2013). Essa grandeza é relativamente proporcional à presença de íons dissolvidos, quanto mais dissolvidos maiores serão os valores, além de variar também com o pH e temperatura (Franco; Arcos, 2018). A Portaria de Consolidação N. 5/2017 do MS não determina um padrão para CE, porém, valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são indicativos de contaminação hídrica. De acordo

com Santos e Mohr (2013) este parâmetro isolado não interfere na saúde humana, porém, por meio do seu valor é possível calcular o teor de STD, o qual em excesso torna-se um agravante à saúde, pois consumido em excesso provoca o acúmulo de sais na corrente sanguínea, levando a formação de cálculos renais além de alterar a qualidade da água.

Para sólidos totais dissolvidos (STD), o valor médio foi de 19,08 ppm mg/L⁻¹, variando de 14,8 a 21,50, respectivamente. Os valores dos STD exibiram valores relativamente baixos se comparados como padrão organoléptico da potabilidade de 1000 mg/L definido pela Portaria de Consolidação No.5/2017. Os STD incluem todos os sais dissolvidos e componentes não iônicos, provenientes de processos de intemperismo nos corpos d'água, e são caracterizados pela quantificação de impurezas nela dissolvida, com exceção de gases. Valores acima de 500 ppm mg/L⁻¹ nas águas subterrâneas podem ser organizados por fontes solinas ou antrópicas normalmente derivadas de esgotos sanitários e/ou efluentes industriais (Garcia et al., 2015).

Casali (2008) ao estudar a qualidade da água de poços em escolas no meio rural em Santa Maria/RS verificou baixas concentrações de (STD), valores característicos dos recursos hídricos da região amazônica. Ao estudar a qualidade da água subterrânea de propriedades rurais em Taguari- RS, Bortoli et al. (2017) obtiveram valores semelhantes aos do presente estudo. Segundo Vitó et al. (2016) o despejo irregular de efluentes domésticos, resíduos sólidos, fezes humanas e de animais é um perigoso contaminante da água, pois disseminam compostos orgânicos que ocasionam muitas vezes doenças como amebíase, febre tifoide, hepatites cóleras ou mesmo por contato indireto, como verminoses e esquistossomose.

Nos estudos de Bisognin et al. (2017) analisando água de poços de áreas rurais no município de Três Passos- RS obtiveram resultados parcialmente distintos, com média de 75,4 ppm mg/L⁻¹, o que implica em partes em níveis de contaminação nesses reservatórios de água, uma vez que encontrado em grandes quantidades é indicativo de esgotos domésticos, tornando-a imprópria para consumo humano.

A média da temperatura das amostras de água coletadas foi de 27,29 °C, com variação de 25,73 a 28,48 °C, sendo que a temperatura não está

incluída dentro dos parâmetros organolépticos de potabilidade definidos pela portaria de Consolidação No. 5/2017. Esses valores corroboram com os registrados por Mello (2009) que estudando poços amazônicos, obteve uma temperatura da água de 27,3 °C a 30,4 °C. Nos achados de Daneluz e Tessaro (2015) também não foram diferentes, que ao analisar a água de poços rasos de propriedades rurais do município de Dois Vizinhos, Paraná, onde observaram valores próximos entre 21 e 26,7 °C.

Segundo Bortoli et al. (2017) é primordial que as doenças advindas da água necessitam ser classificadas conforme procedência, seja ela transmitida por meio de ingestão, contraída durante banhos ou provocadas pelo contato direto com contaminante ou mesmo relacionado a vetores que se reproduzem nela. Tais achados das análises físico-químicas podem ser correlacionados com os aspectos higiênico-sanitários levantados no estudo, onde a maioria dos poços analisados está em desacordo com o regimento das legislações vigentes, o que implica diretamente no bem estar social.

Para a conformidade dos padrões microbiológicos das amostras de água, foram realizadas técnicas para verificar o índice de c. totais e *E. coli*. Segundo os parâmetros de potabilidade regidos pela portaria de Consolidação No. 5/2017 do MS (BRASIL, 2017), é primordial que a água deva estar isenta de qualquer microrganismo antes de ser distribuída, incluindo as bactérias do grupo Coliforme que habitam no intestino de mamíferos (não patogênica) (Tabela 3).

Nos resultados obtidos nesta investigação, foi possível verificar a presença de microrganismos em quase todas as amostras da água de poços das três comunidades estudadas. Chama a atenção a presença de c. totais, e também de *E. coli* (subgrupo das bactérias do grupo coliforme) em 65% das amostras analisadas, por serem altamente patogênicos, o que pode trazer malefícios à saúde da população. A portaria de Consolidação No. 5/2017 estabelece que, em águas procedentes de poços e outras fontes alternativas de abastecimento, poderá ocorrer a presença de c. totais, no entanto, recomenda-se ausência total para *E. coli*. A existência dessas bactérias na água, por exemplo, é um dos problemas de maior expressão que indica a presença de organismos causadores de doenças recorrentes (BRASIL, 2016).

Tabela 3. Análises microbiológicas das amostras de água de poços das comunidades estudadas em Salvaterra- PA.

	UFC/ml Amostras	c. totais (10 ⁻¹)	E. coli	c. totais (10 ⁻²)	E. coli	c. totais (10 ⁻³)	E. coli
S. V	A1	45	15	5	Ausente	Ausente	Ausente
	A2	6	4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	A3	26	13	1	Ausente	Ausente	Ausente
	A4	155	75	36	6	7	5
	A5	37	25	15	8	1	Ausente
Ceará	A1	164	96	29	13	8	10
	A2	8	2	1	Ausente	Ausente	Ausente
	A3	159	59	61	22	7	Ausente
	A4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	A5	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Julho	A1	9	6	1	1	Ausente	Ausente
	A2	114	73	19	7	5	5
	A3	12	4	4	3	Ausente	Ausente
	A4	183	116	88	63	6	8
	A5	142	81	19	14	6	6
Média							

UFC= unidade formadora de colônia; 10⁻¹; 10⁻²; 10⁻³= trélicas das amostras de água dos poços.

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 3, é possível observar que apenas as amostras 4 (quatro) e 5 (cinco) da comunidade Ceará apresentou ausência de ambos microrganismos, o que pode estar relacionado com os aspectos higiênicos-sanitários dos moradores, seja na manipulação ao captar água ou até mesmo serviços de manutenção. Ademais, todas as outras amostras de água dos poços analisados apresentaram microrganismos.

Os resultados de c. totais, em termos de média, registraram 70,76 UFC/100 ml, com teores mudando entre 0 UFC/100 ml e 239,0 UFC/100 ml, valores superiores à *E. coli*, que se verificou uma média de 37,96 UFC/100 ml, mudando entre 0 UFC/100 ml e máximo de 154,0 UFC/100 ml. Nesse contexto, a *E. coli* estaria restringido o uso da água para o consumo humano em virtude, pois, aconselha-se que ambas não devem estar presentes em fontes de abastecimento.

É importante destacar que a presença de coliformes nas amostras corresponde às bactérias que servem como indicador de contaminação fecal, normalmente encontrada em grande quantidade nos esgotos domésticos, o que se pode verificar neste estudo, pois, foi possível diagnosticar estruturas dos poços em más condições de uso, falta de cuidados no manuseio e captação da água e até mesmo carência de manutenção desses poços,

o que compromete diretamente o uso. Para tal, Scuracchio (2010) ressalta que o consumo direto da água sem antes passar por algum tratamento ou mesmo manipulada de forma errônea pode acarretar casos de diarreia, cólera, hepatites, febre tifoide e até mesmo poliomielite ao ser consumida.

Para tal, Oliveira et al. (2015) ressalta que bactérias do tipo *E. coli* é um dos microrganismos mais comuns em animais de sangue quente, habitando no trato digestório. Não é um patógeno comum, mas algumas dessas bactérias podem causar diarreia em decorrência da produção de enterotoxinas e provocar outras doenças à população humana, principalmente por ingestão de água contaminada.

Segundo Zerwes et al. (2015) estudando águas de poços artesianos no Vale do Taquari verificou a presença de coliformes termotolerantes em grande parte das amostras, e por fim chegou à conclusão que, para reverter esses números de contaminação é necessário haver uma desinfecção utilizando-se método de cloração.

Soares (2010) avaliando a água para consumo de um município rural de Minas Gerais obteve um percentual de amostras positivas para c. totais e *E. coli* em grande parte dos bairros analisados, 95%, havendo totalidade de patogenicidade em alguns locais, corroborando com os registrados neste estudo.

Bisognin et al. (2017) avaliando a qualidade microbiológica da água de poços de áreas rurais do município de Três Passos- RS, obtiveram resultados semelhantes a estes, onde a constatação de coliformes totais e *E. coli* esteve presente em quase todas as amostras, indicando o descarte de esgotos nos cursos hídricos, bem como de dejetos de animais no solo.

O elevado nível de contaminação por bactérias nas amostras analisadas se dá em parte as atuais condições higiênico-sanitárias que esses moradores estão sujeitos, principalmente devido ao uso inadequado de terra, pois, de acordo com a caracterização obtida dos poços e banheiros foi possível diagnosticar más construções, a forma de captação do recurso normalmente usando recipientes em condições precárias de higiene e essencialmente pela falta de serviços de saneamento básico, o que em parte explica tais níveis de agentes contaminantes.

Conclusões

O estudo realizado a partir de análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água captada de poços em espaços rurais apresentaram valores característicos da região amazônica, em especial com valores de CE e STD relativamente baixos, com presença de c. totais e *E. coli*, fato que estaria limitando o uso deste recurso para o consumo humano de acordo com a Portaria de Consolidação N. 5/2017.

Os parâmetros em desacordo com valores de potabilidade estão mais relacionados com hábitos e manuseio inadequado de recipientes utilizados para a captação do recurso hídrico e pela vulnerabilidade dos poços tipo amazonas de profundidade rasa de aquífero livre e vulnerável à entrada de poluentes por infiltração e falta de estrutura higiênico-sanitária como rege a NBR12244. Portanto, o uso contínuo destes recursos pode estar diretamente relacionado com doenças recorrentes nessas localidades, levando até mesmo a futuros agravos de doenças por veiculação hídrica.

Analisar como a forma de abastecimento e armazenagem de água interfere na situação de saúde da população das comunidades rurais de Salvaterra correspondeu a um importante desafio de estudo. A geração de novas perspectivas e formas alternativas de análise, nesse contexto, incide como uma das principais contribuições deste tipo de análise, especialmente quanto à organização e associação dos seus resultados, como forma de contestar para medidas de intervenção buscando melhorar a qualidade de vida

da população, visto que esta prática é generalizada em comunidades da região amazônica marginalizadas pelos entes governamentais responsáveis pelo fornecimento de água potável.

Fica evidente a necessidade de ações de educação em saúde relacionados à qualidade da água para consumo dos moradores, mesmo que voltadas para ações pontuais de atitudes e posturas, tais como conservação e manipulação da água no ambiente domiciliar.

Os poços rasos ou amazonas são uma fonte alternativa de água para o consumo humano, não considerada pela legislação vigente, sendo apenas uma opção viável econômica e ao alcance encontrado por comunidades que não tem acesso a serviços de fornecimento de água potável por entidades governamentais responsáveis.

Agradecimentos

Agradecemos e dedicamos este estudo a todos os moradores que participaram diretamente para realização do mesmo, sem eles, nada disso seria possível. Agradecemos também ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará e o órgão de fomento Capes.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. Construção de poço para captação de água subterrânea. 2ª ed. NBR 12244, Brasília- DF.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil), 2012. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe especial. Brasília- DF.
- APHA. American Public Health Association, 1995. Microbiological examination of water. In: Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. Washington, D.C.
- Arrimar, A. C. C. 2012. Prevalência de cárie dentária e fluorose dentária numa amostra de crianças e adolescentes de um meio com água fluoretada (Ponta Delgada) e de um meio sem água fluoret (Viseu): estudo piloto. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica Portuguesa.
- Atlas do Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Ranking decrescente dos municípios brasileiros, 2010.
- Batista, D. F.; Cabral, J. B. P.; Rocha, T.; Barbosa, G. R. 2017. Avaliação do oxigênio dissolvido nas águas do Ribeirão Paraíso em

- Jataí-GO e Córrego Tamanduá em Iporá-GO. *Revista Caminhos de Geografia* [online] 18. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40935>.
- Bisognin, R. P.; Weber, F. H.; Silva, B. R. da.; Wohleberg, P. 2017. Análise e divulgação da qualidade da água de nascentes, afluentes e pontos de captação do Arroio Lajeado Eral Novo no município de Três Passos – RS. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental* [online] 6. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3625/0.
- Bortoli, J. D. E.; Maciel, M. J.; Rempel, C.; Salvi, L. C. 2017. Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no vale do Taquari-RS. *Caderno Prudentino de Geografia* [online] 1.
- Bozzini, A. C.; Prado, F. C. O.; Pereira, J. P.; Borri, M.; Paschoalado, C. F. P. R. 2018. Análise da sustentabilidade hidroambiental dos municípios com sede totalmente contida na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu, SP. *Holos Environment*, 18, 110-125.
- BRASIL. Resolução Conama nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília- DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília- DF.
- BRASIL. Ministério da saúde. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília- DF.
- Brito, S. L.; Maia-Barbosa, P. M.; Pinto-Coelho, R. M. 2011. Zooplankton as a indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. *Lake and Reservoir Management* [online] 16. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1770.2011.00484.x>.
- Bucci, M. H. S.; Delgado, F. E. da F.; De Oliveira, L. F. C. de. 2015. Water quality and trophic state of a tropical urban reservoir for drinking water supply (Juiz de Fora, Brazil). *Lake and Reservoir Management* [online] 31. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10402381.2015.1029151>.
- Cappi, N.; Ayach, L. R.; Santos, T. M. B.; Guimarães, S. T. L. 2012. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). *Geografia Ensino & Pesquisa* [online] 16. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7581>.
- Casali, C. A. 2008. Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da Região Central do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS.
- Cech, T. V. 2013. Recursos hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão, 3ª ed. LTC, Rio de Janeiro.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017. Coordenação geral Maria Helena R.B. Martins; Coordenação técnica Nelson Menegon Jr., Marta Condé Lamparelli, Fábio Netto Moreno; Coordenação cartográfica Carmen Lúcia V. Midaglia; Equipe técnica Cláudio Roberto Palombo [et al.]; Colaboradores Gisela de Assis Martini [et al.] – São Paulo.
- Cruz, J. N.; Clain, A. F. 2010. A Interferência do pH na análise de cloreto pelo método de Mohr. *Revista eletrônica TECCEN* 3, 29-44.
- Danaluz, D.; Tessaro, D. 2015. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. *Arq. Inst. Biol.* 82, 1-5.
- Fiorese, C. H. U. 2019. Estudo do oxigênio dissolvido aliado à análise do uso de solo da área de preservação permanente do Rio Castelo-ES, Brasil. *Brazilian Journal of Development* [online] 5. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/1033>.
- Franco, A. O.; Arcos, F. O.; Pereira, J. S. 2018. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. *Águas subterrâneas: seção estudos de caso e notas técnicas* [online] 32. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29178>.

- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2. ed., rev. Brasília- DF, 2006.
- Garcia, E. N. dos A.; Moreno, D. A. A. C.; Fernandes, A. L. V. 2015. A importância da preservação e conservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez da água no Brasil. Fórum Ambiental da Alta Paulista [online] 11. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1259.
- GEOGRAFOS. Coordenadas Geográficas. Salvaterra, Para, 2012. Disponível em: <https://www.geografos.com.br/cidades-para/salvaterra.php>.
- Grumicker, M. G.; Silva, V. F. B.; Baylli, D.; Silva, A. F.G.; Ruaro, R.; Moraes, A. R. 2018. Qualidade da água de poços artesianos em um assentamento do município de Mundo Novo, Mato Grosso do Sul. R. gest. sust. ambient., Florianópolis [online] 7. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5975.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. PIB municipal 2010-2014.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Website. 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.
- Kravitz, J. D.; Nyaphisi, M.; Mandel, R.; Petersen, E. 1991 Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in the Lesotho Highlands: water quality, sanitation, and village health. Bull World Health Organ 77, 829-36.
- Mello, M. P. M. 2009. Qualidade da água subterrânea em poços do assentamento Nova Amazônia (RR): influência dos agentes impactantes. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Roraima.
- Nunes, A. P.; Lopes, L. G.; Pinto, F. de R.; Amaral, L. A. do. 2010. Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais. Nucleus [online] 7. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/47727987_QUALIDADE_DA_AGUA_SUBTERRANEA_E_PERCEPCAO_DOS_CONSUMIDORES_EM_PROPRIEDADES_RURALS.
- Oliveira, A. J. de.; Santos, M. C. H. G.; Itaya, N. M.; Calil, R. M. 2015. Coliformes termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. Atas de Saúde Ambiental [online] 3. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/949/880>.
- Oliveira, J. S. C.; Medeiros, A. M.; Castor, L. G.; Carmo, R. F.; Bevilacqua, P. D. 2017. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. Cad. Saúde Colet. Rio de Janeiro 25, 217-224.
- PARÁ. Secretaria Municipal de Cultura, Esporte e Turismo. Inventário da oferta turística de Salvaterra. Sector, Salvaterra, 2012.
- Pereira, A. R.; Santos, A. A.; Silva, W. T. P.; Frozzi, J. C.; Peixoto, K. L. G. 2013. Avaliação da qualidade da água superficial na área de influência de um lixão. Revista Ambiente e Água [online] 8, 239-246. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1160>. Acesso em: 25 set. 2019.
- Piñeiro di Blasi, JI; Martínez Torres, J; García Nieto, PJ; Alonso Fernández, JR; Díaz Muñoz, C; Taboada, J. 2013. Analysis and detection of outliers in water quality parameters from 'different automated monitoring stations in the Miño river basin (NW Spain). Ecological Engineering [online] 60, 60-66. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.07.054>. Acesso em: 13 ago. 2019.
- Pinto, A. G. N.; Horbe, A. M. C.; Silva, M. S. R.; Miranda, S. A. F.; Pascoaloto, D.; Santos, H. M. C. 2009. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. Acta Amazônica 39, 627-638.
- Rangel, L. M.; Silva, L. H. S.; Rosa, P.; Roland, F.; Huszcar, V. L. M. 2012. Phytoplankton biomass is mainly controlled by hydrology and phosphorus concentrations in tropical hydroelectric reservoirs. Hydrobiologia [online] 693, 13-28. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-012-1083-3>. Acesso em: 25 set. 2019.
- Santana, A.T. 2014. Estudo da qualidade da água para consumo humano em assentamentos de Teodoro Sampaio-SP. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional-Área de Concentração: Avaliação e Análise de Impacto Ambiental) Universidade do Oeste Paulista-Unoeste, Presidente Prudente, SP.
- Santos, R. de S.; Mohr, T. 2013. Saude e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-

- químicas em análises subterrâneas. *Revista Contexto & Saúde* [online] 13. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/2877>.
- Scuracchio, P. A. 2010. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP. (Dissertação de mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêutica, Universidade Estadual Paulista.
- Silva, R. C. A.; Araújo, T. M. 2003. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva* [online] 8. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/26370346_Qualidade_da_agua_do_manancial_subterraneo_em_areas_urbanas_de_Feira_de_Santana_BA.
- Soares, Ana Carolina Cordeiro. 2010. Abastecimento de consumo de água por soluções individuais de abastecimento em Viçosa- MG: identificação de perigos e percepção da população consumidora. (Dissertação). Programa de pós-graduação em medicina veterinária. Universidade Federal de Viçosa.
- Sousa, H. S.; Freitas, S. T. R.; Cardoso, J. C. S.; Santos, T. F.; Reis, J. D. E.; Muribeca, A. J. B.; Santiago, J. C. C.; Gomes, P. W. P.; Trindade, N. S. 2018. Análises físico-químicas da nascente e do poço de abastecimento da vila de Água Boa, Salvaterra- PA. *Educação Ambiental em Ação* [online] 2018. Disponível em: <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3402>.
- Vasconcelos, C. H.; Andrade, R. C.; Bonfim, C. V.; Resende, R. M. S.; Queiroz, F. B.; Daniel, M. H. B. 2016. Surveillance of the drinking water quality in the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. *Cad Saude Colet* [online] 24. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201500040142>.
- Vitó, C. V. G.; Silva, L. J. B. F.; Oliveira, K. M. L.; Gomes, A. T.; Nunes, C. R. O. 2016. Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. *Acta biomédica brasiliensia* [online] 7. Disponível em: <https://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/view/154>.
- Zar, H. J. 2009. *Biostatistical analysis*. 5.ed. Pearson: New Jersey, 960 p.
- Zerwes, C. M.; Secchi, M. I.; Calderan, T. B.; Bertoli, J. de; Tonetto, J. F.; Toldi, M.; Oliveira, E. C.; Santana, E. R. R. de. 2015. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. *Revista Ciência e Natura*, Universidade Federal de Santa Maria [online] 37. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/17385>.