

# Análise da qualidade da água nos aquíferos aluviais da bacia Riacho do Tigre – PB: Uma abordagem hidrológica em ambientes fluviais semiáridos no Brasil

## Water Quality Analysis of Alluvial Aquifers in the Riacho do Tigre Basin - PB: A Hydrological Approach in a Semi-Arid Fluvial Environment in Brazil

Adonai Felipe Pereira de Lima Silva<sup>1</sup>  y Jonas Souza<sup>2</sup>

### RESUMO

A escassez hídrica no semiárido brasileiro é vista como um problema que pode afetar a qualidade da água dos aquíferos e reservatórios, principalmente a salinização. A presente pesquisa visou avaliar a qualidade da água retida nos aquíferos aluviais da Bacia Riacho do Tigre – PB, no semiárido brasileiro. As análises foram realizadas nos poços aluviais, a partir da utilização de uma sonda multiparamétrica. Para as análises, foram selecionados cinco poços aluviais em ambientes distintos, os quais foram monitorados, observando os valores de pH, condutividade, temperatura, sólidos totais dissolvidos e salinidade. Foi observado que a qualidade da água foi pior em novembro e melhor em março, constatando uma melhora de acordo com o aumento da umidade e recargas hídricas. Os resultados apontam que a água mais adequada para o consumo humano é a do poço 3 e a menos apropriada é a do poço 1, conforme os valores obtidos. Os dados podem servir de base para uma gestão integrada e manejo dos recursos hídricos, oferecendo meios para criação de estratégias em multiescala no sentido de melhorar a qualidade da água através de tratamento adequado, e assim, utilizar a água para diferentes fins conforme a qualidade apresentada.

**Palavras-chave:** Sistema Fluvial Semiárido, Qualidade da Água, Poços Aluviais

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba. Correo electrónico: ad.felipelima@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil. jonasgeoufpe@yahoo.com.br

### ABSTRACT

Water scarcity in the Brazilian semi-arid is seen as a problem that can affect the quality of water in aquifers and reservoirs, especially salinization. This research aimed to evaluate the water quality of alluvial aquifers in the Riacho do Tigre Basin - PB, in the Brazilian semi-arid region. The analyzes were performed in shallow alluvial wells, using a multiparametric probe. Five alluvial wells were selected in different environments, which were monitored, observing the values of pH, conductivity, temperature, total dissolved solids and salinity. It was observed that the water quality was worse in November and better in March, with an improvement according to the increase in humidity and water recharges. The results show that the most suitable water for human consumption is that of well 3 and the least appropriate is that of well 1, according to the values obtained. The data can serve as a basis for integrated management and management of water resources, offering ways to create multi-scale strategies in order to improve water quality through proper treatment, and thus, use water for different purposes according to the quality presented.

**Keywords:** Semi-arid Fluvial System, Water Quality, Alluvial Wells.

As características geoquímicas dos depósitos e aquíferos são determinantes para saúde humana, visto que sua exploração é comum em ambientes com déficit hídrico. As reservas dos aquíferos são bastante utilizadas pelas comunidades para consumo doméstico e agricultura no semiárido brasileiro, portanto, é importante que a água e os elementos interligados mantenham características que estejam dentro dos padrões aceitáveis para o consumo humano. Desse modo, a análise geoquímica desses ambientes é fundamental, sendo de grande importância para as regiões semiáridas do Brasil, que por muito tempo são afetadas pelo déficit hídrico.

Por sua vez, a Geoquímica Ambiental consiste em utilizar os conhecimentos aplicáveis a uma convivência harmoniosa entre o homem e o meio ambiente, visto que é necessária a busca de alternativas para superar o esgotamento dos combustíveis fósseis, a escassez de recursos naturais, as consequências do crescimento populacional, as demandas sobre o solo agricultável e as matérias primas minerais e vegetais que constituem causas de poluição do solo, da água e do ar (Carvalho, 1989).

Logo, a aplicação da Geoquímica Ambiental nos recursos hídricos é crucial, pois uma comunidade precisa de água para suas necessidades, pois se trata de uma fonte fundamental para existência da vida. Porém, existem no planeta inúmeras situações em que os ecossistemas se encontram em estresse, devido à escassez de água, o que causam várias disputas entre países que dispõem da mesma fonte de água. Acredita-se que haverá no mundo uma crise hídrica semelhante à crise do petróleo de 1973, relacionada à disponibilidade de água de boa qualidade (Rocha et al., 2004).

Apesar de vários esforços realizados para diminuir as emissões decorrentes das atividades humanas, é praticamente impossível evitar contaminações ambientais. A contaminação ocorre quando uma substância estranha entra no ambiente; e a poluição é justamente a alteração de alguma qualidade ambiental para a qual a comunidade em contato é incapaz de neutralizar os efeitos negativos. No entanto, nem todos os problemas relacionados com a qualidade da água são devidos a impactos causados pela ação humana (Rocha et al., 2004).

Nessa perspectiva, Guedes (2012) afirma que os recursos hídricos são os sistemas naturais que mais sofrem com problemas ambientais, e a partir dessa afirmação o autor enfatiza que:

Para a compreensão do estudo sustentável de recursos hídricos deve-se ter como princípio básico, que a sua qualidade ambiental deve estar inserida dentro de parâmetros mundialmente aceitáveis para consumo humano. (Guedes, 2012;147).

Apesar de que aumento das taxas de salinidade e de substâncias tóxicas nas águas pode ocorrer de diversas maneiras, umas das principais substâncias tóxicas que afetam o sistema fluvial são os pesticidas e os herbicidas, que se acumulam nos sedimentos, na qual podem reter as toxinas impedindo sua liberação durante condições químicas alteradas, como também atingir outros componentes ambientais como a fauna e a flora (Pires et al., 2001).

Embora açudes, cacimbas e poços servirem de auxílio para o abastecimento hídrico no semiárido brasileiro, um problema tem se tornado comum nessa região: a qualidade da água desses reservatórios, que por muitas vezes não tem se mostrado adequada para consumo humano. Em açudes e cacimbas, as águas ficam sujeitas às elevadas taxas de evaporação, tornando-se salinas, podendo atingir o estágio em que os sais a tornem impróprias para consumo humano e agricultura. No semiárido cearense, estudos mostram que nas áreas de geologia cristalina (que representam 75% do Estado), as águas geralmente são de elevada salinidade e de uso restrito; em alguns casos a elevada concentração salina é decorrente da dissolução dos evaporitos. (Pereira, et al., 2006). Outros parâmetros indicadores da qualidade da água são apontados por Rocha et al. (2004), como uns dos fatores básicos a serem analisados, são eles: condutividade, turbidez, pH e oxigênio dissolvidos.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa foi desenvolvida no intuito de avaliar a qualidade da água retida nos aquíferos aluviais da Bacia Hidrográfica Riacho do Tigre – PB, no semiárido brasileiro. As análises foram realizadas nos poços aluviais da área de pesquisa, a partir da utilização de uma sonda multiparamétrica. A Bacia Riacho do Tigre se localiza no município de São João do Tigre, na Paraíba, marcado pela paisagem características de terras secas, com rios intermitentes, vegetação xerófila (caatinga), altos índices de evapotranspiração e irregularidade das chuvas.

## Área de Pesquisa

A área de pesquisa se situa na bacia hidrográfica Riacho do Tigre, com aproximadamente 560 km<sup>2</sup>, localizada no município de São João do Tigre – PB, região semiárida do nordeste brasileiro (Figura N<sup>o</sup>1). O município de São João do Tigre-PB está completamente inserido na unidade de relevo do Planalto da Borborema, onde a porção mais elevada da bacia se encontra na área de Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal, enquanto que a porção mais baixa se está situada na Depressão Intraplanáltica Paraibana. As rochas cristalinas do Planalto da Borborema geram influência no controle geológico, configurando seu relevo ondulado (Corrêa et al., 2010). A altitude possui variação de 506 m a 1772 m e declividade variante entre 0% a 114,7% (Silva e Souza, 2017).

O clima é Tropical Semiárido, com chuvas de verão e pluviosidade média anual de 431,8 mm. A vegetação sobre influência do clima, a qual predomina a Caatinga Hiperxerófila (CPRM, 2005; IBGE, 2016). Já a hidrografia apresenta características típicas de rios intermitentes, com vazão média inferior a 40 dias de vazão ao ano e ausência de rios perenes (Silva e Souza, 2017). Os solos

predominantes na área são os Luvisolos Crômico, Neossolos Litólicos Eutróficos e Neossolos Regolíticos. Já a geologia é composta basicamente por Metassienito, Metatonalito, Ortognaisse, Quartzito, rochas Metavulcânicas, Metagrânito, Metamonzonito, Metagrâniodorito, Monzofranito, Granitos, Granodioritos, Metadacitos, Metapelito e Paragnaisse (Vasconcelos e Souza, 2016).

## Materiais e Métodos

Para avaliar a qualidade da água encontrada em poços aluviais foi realizada uma análise da água utilizando uma sonda multiparamétrica. A sonda multiparamétrica é um instrumento equipado com GPS, importado (fabricado pela Hanna Instruments), resistente à água e possui um cabo de 10 m de alcance para realizar as leituras dos parâmetros químicos da água. A sonda multiparamétrica foi disponibilizada pelo Laboratório de Estudos em Gestão de Águas e Território (LEGAT) do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba. A priori, foram realizadas pesquisas de campo exploratório na área, no intuito identificar, com auxílio do GPS, os principais rios da bacia, poços, barragens, cacimbas e demais tipos de depósitos aluviais, na intenção de estabelecer um monitoramento dos pontos identificados.

Contudo, foi realizado um monitoramento de avaliação dos poços, no sentido de coletar dados referentes aos parâmetros indicadores de qualidade da água de meses diferentes, em intervalos de 3 a 4 meses, no intuito de comparar os resultados com as distintas estações (após o período chuvoso, no meio do período seco e no meio do período chuvoso). Em seguida, foram realizadas coletas de dados na área de pesquisa nos meses de agosto (2018), novembro (2018) e em março (2019).

Desse modo, a tabela N°1 apresenta a média mensal dos dados de chuva (mm) referente aos meses de janeiro a dezembro, numa série histórica de 24 anos (1994 a 2018), disponibilizada pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

**Tabela N°1.**

Média mensal dos dados de precipitação em milímetros entre os anos de 1994 e 2018 em São João do Tigre-PB.

<b>Média mensal da precipitação (mm) referente aos anos de 1994 a 2018</b>											
Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
51,2	50,0	85,7	66,9	53,9	25,3	15,7	6,4	1,5	10,9	7,8	31,6

Fonte dos dados: AESA. Fonte: Elaboração Própria.

Nesta pesquisa, os resultados da análise da qualidade da água foram comparados entre si e com relação às características físicas e químicas dos depósitos aluviais. Os principais parâmetros indicadores de qualidade da água analisados foram: sólidos totais dissolvidos, salinidade, condutividade, pH e temperatura. Os valores encontrados sólidos totais dissolvidos (STD) foram comparados e classificados de acordo com o valor máximo permitido (1000mg/ L) para consumo humano, estabelecido pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria 2914/1; os resultados dos valores de salinidade obtidos nos poços foram comparados com a determinação do percentual de salinidade da Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente

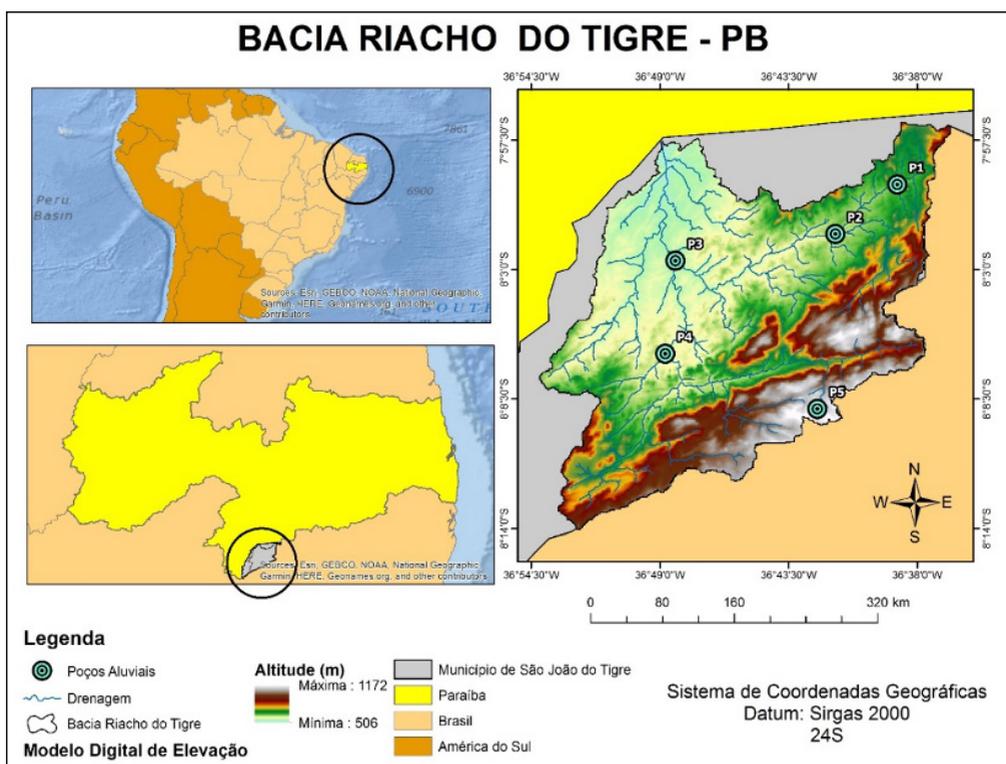
(CONAMA), que é vinculado ao Ministério da Saúde; os valores de condutividade e condutividade absoluta (valor de condutividade sem a compensação de temperatura) adquiridos nessa pesquisa foram discutidos nos resultados com base na comparação do valor equiparado aos ambientes poluídos, de acordo com a Funasa (Brasil, 2014); já valores obtidos de pH nessa pesquisa foram discutidos com base na comparação dos valores fornecidos pelo MS, referente à distribuição para consumo humano; e para temperatura,, não existe no Brasil um padrão estabelecido para aos padrões de potabilidade de águas, (Percebon et al., 2005), no entanto, nesta pesquisa os valores de temperatura admitidos como normais correspondem às variações de 20 °C a 30 °C, conforme a variação de temperatura que geralmente ocorre nos sistemas aquáticos brasileiros, de acordo com o Ministério da Saúde (2006).

## Resultados e Discussões

A análise da qualidade da água em aquíferos aluviais foram feitas em 5 poços rasos (popularmente chamados de cacimbas ou cacimbões) que se localizam em unidades fluviais, como em leito de rio e planície de inundação (figuras N°1 e N°2). O poço 1 está localizado em área de cabeceira em ambiente pedimentar, no leito do canal, com estrutura cilíndrica composta de contenção lateral a partir de anéis de concreto e com 12 m de profundidade, ao qual a coleta de água é feita

**Figura N°1.**

Mapa de localização da Bacia Riacho do Tigre - PB.



Fonte: Elaboração própria.

**Figura N°2.**

Fotografias dos poços amazonas nos trechos 1 (P1), 2 (P2), 3 (P3), 4 (P4) e 5 (P5).



Fonte: Elaboração própria.

através de bombeamento com utilização de energia elétrica. O poço 2 também está localizado na área pedimentar, no médio curso a jusante do mesmo riacho do trecho 1, situado no leito do canal e com estrutura cilíndrica composta por tijolos, atingindo 10 m de profundidade, cuja coleta é realizada através de bombeamento e manualmente com baldes e corda. O poço 3 se encontra na área de pedimento mais próxima da foz da bacia, no leito do canal a jusante do ponto 2, com estrutura cilíndrica de revestimento lateral formada a partir de tijolos, atingindo 14 m de profundidade, ao qual a coleta de água é realizada manualmente por utilização de baldes e cordas. O poço 4 também se encontra em ambiente pedimentar, a montante do trecho 3 no riacho do Tigre, situado na planície de inundação ao lado da margem esquerda, ao qual possui estrutura cilíndrica de revestimento lateral formada por tijolos e coleta de água por meio de bombeamento. E o poço 5 se encontra no topo de serra subúmida, na planície de inundação da margem esquerda, com estrutura cilíndrica de revestimento lateral formada por tijolos, cuja coleta de água é realizada manualmente através de baldes e cordas.

As análises foram realizadas nos meses de agosto (2018), novembro (2018) e março (2019), portanto, em três períodos distintos com intervalos um trimestre de um período para o outro. Essa ordem temporal de análise foi escolhida de modo que fosse possível analisar primeiramente as águas após o período chuvoso, depois no meio do período seco e por último no período chuvoso.

**Tabela 2.**

Valores de agosto (2018), novembro (2018) e março (2019) dos parâmetros de qualidade da água nos poços.

PARÂMETROS	PONTOS	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4	Poço 5
	LOCALI- ZAÇÃO	S 7°59'22.8" W 36°38'50.6"	S 8°01'29.6" W 36°41'29.2"	S 8°02'37.3" W 36°48'20.3"	S 8°06'34.3" W 36°48'43.4"	S 8°08'55.2" W 36°42'15.7"
	ALTITUDE (m)	640	613	550	593	1099
	Unid.	(Agosto/2018)				
Temperatura	C°	23.70	24.11	24.01	25.12	20.11
pH	pH	7.22	7.02	7.04	7.52	7.54
Condutividade	µS/cm	1802	382	578	1187	1256
Condutividade absoluta	µS/cm(A)	1757	376	567	1190	1139
Salinidade	PSU	0.91	0.18	0.28	0.59	0.63
Sólidos totais dissolvidos	ppmTds	901	191	289	593	628
	Unid.	(Novembro/2018)				
Temperatura	C°	24.14	26.18	26.10	25.49	SEM ÁGUA
pH	pH	7.66	6.99	7.07	7.57	SEM ÁGUA
Condutividade	µS/cm	2894	1032	657	966	SEM ÁGUA
Condutividade absoluta	µS/cm(A)	2847	1055	671	975	SEM ÁGUA
Salinidade	PSU	1.50	0.51	0.32	0.47	SEM ÁGUA
Sólidos totais dissolvidos	ppmTds	1447	516	329	483	SEM ÁGUA
	Unid.	(Março/2019)				
Temperatura	C°	30.48	30.94	23.94	27.36	24.56
pH	pH	9.33	7.57	7.36	7.60	7.36
Condutividade	µS/cm	220	34	42	1492	631
Condutividade absoluta	µS/cm(A)	242	37	41	1559	626
Salinidade	PSU	0.10	0.01	0.02	0.74	0.31
Sólidos totais dissolvidos	ppmTds	110	17	21	746	315

Fonte: Elaboração própria.

Segundo os dados pluviométricos fornecidos pela AESA, no município de São João do Tigre - PB não choveu em agosto de 2018, porém, de janeiro a agosto de 2018 choveu 350,8 mm em São João do Tigre - PB. Em novembro de 2018 choveu 10,4 mm, contudo, de agosto a novembro de 2018 choveu somente o acumulado de 13,6 mm. Já em março de 2019 choveu 118,7 mm, com o acumulado de 219,9 mm no curto período entre dezembro de 2018 e março de 2019.

De acordo com a média pluviométrica feita com os dados da AESA - PB entre os anos de 1994 e 2018 em São João do Tigre - PB, o mês de agosto apresenta média de 6,4 mm. Em novembro de 2018 a média é 7,8 mm. Em março a média pluviométrica é 85,7. Desse modo, os parâmetros analisados possuem variação nos valores (mm) conforme a alternância das estações secas e úmidas, já que o mês de agosto – que fica após ao período chuvoso – representa o segundo mês com menor

média de precipitação da série histórica, enquanto que o mês de março representa o mês onde a média pluviométrica foi a maior entre todos os meses. (quadro I).

A tabela N°2 expõe os dados adquiridos sobre os parâmetros indicadores de qualidade da água, referentes aos meses de agosto (2018), novembro (2018) e março (2019), nos cinco poços analisados. Em seguida, será apresentada a discussão de todos os pontos de forma integral, a partir da ordem dos seguintes parâmetros: temperatura, salinidade, sólidos totais dissolvidos, pH e condutividade.

De acordo com os dados adquiridos para o mês de agosto, a temperatura da água se manteve entre 20 °C a 25 °C, em todos os pontos, com temperatura maior no P4 e menor no P1, no topo de serra (tabela N°2). Desse modo, a temperatura da água nos sistemas aquáticos brasileiros apresenta média entre 20 °C a 30 °C, conforme o Ministério da Saúde (Brasil, 2006). Logo, a temperatura da água subterrânea para o mês de agosto nos poços analisados em São João do Tigre - PB se encontra dentro dos padrões de normalidade.

Em novembro, como no poço 5 não tinha água, este trecho não foi analisado. Assim, a temperatura em todos os pontos oscilou entre 24 °C e 26 °C (tabela N°2), um pouco maior do que em agosto onde a maior temperatura foi de 25 °C. Todavia, as águas de novembro nos trechos analisados também estão no padrão de temperatura dos sistemas aquáticos brasileiros.

Em março, a temperatura da água em todos os pontos foi a maior em relação aos meses de agosto e novembro (2018), certamente porque na área de pesquisa o período chuvoso ocorre no verão, com temperatura máxima da água chegando aos 30 °C (tabela N°2). Foi observada também uma maior variação de temperatura entre os pontos, enquanto que no poço 1 e 2 a temperatura chegou a 30 °C, nos poços 3 e 5 a temperatura chegou a 23 °C e 24 °C, respectivamente. A temperatura menor no poço 3 se deve ao crescimento da vegetação que proporcionou uma sombra sobre o poço, enquanto que no poço 5 a temperatura menor ocorre devido à sua localização, situada a 1099 m de altitude, o que ocorreu também um menor valor de temperatura para este poço em relação aos demais referente ao mês de agosto.

Em relação à salinidade da água (tabela N°3), no mês de agosto o trecho 1 apresentou o maior valor de salinidade, enquanto que o ponto 2 o menor. Nesse sentido, conforme a resolução 357/05 do CONAMA, os trechos 1, 4 e 5 tiveram suas águas classificadas como salobra, enquanto que as águas dos poços nos trechos 2 e 3 foram classificadas como doce. Em novembro, o trecho 1 novamente obteve o maior valor, enquanto que o trecho 3 o menor valor. Desse modo, as águas dos poços 1 e 2 foram classificadas como salobra, embora o valor do trecho 2 esteja muito próximo do limite que divide as classificações entre água doce e salobra, sendo que os valores de salinidade de agosto apontavam a classificação de água doce para o poço 2. Já em março, todos os poços analisados tiveram suas águas classificadas como doce, com exceção do poço 4, cuja água foi classificada como salobra. No entanto, foi observado que o trecho 4, de forma geral, não foi afetado significativamente pela chuva, isto é, o poço 4 pode não ter recebido recargas hídricas suficiente para aumentar o volume de água, pois o nível da água estava igual ou inferior em relação ao mês de novembro, diferente do que ocorreu com os demais poços analisados onde foi perceptível o nítido aumento de recarga hídrica nos poços. No poço 5, que estava sem água

em novembro, havia água em março, porém, o nível de volume da água não foi tão elevado em relação aos poços 1, 2 e 3.

Nessa perspectiva, foi observado que as águas com menor valor de salinidade se encontram nos poços situados com os menores valores de altitude (tabela N°5), ou seja, os poços 3 e 2, respectivamente, que estão mais próximos a jusante da bacia Riacho do Tigre. O poço 3 – que possui o menor valor de altitude, sendo o ponto mais próximo a jusante entre todos os pontos analisados – foi o único em que a água foi classificada como doce em todos os meses de monitoramento (tabela N°6).

**Tabela 3.**

Classificação da água de acordo com a salinidade e sólidos totais dissolvidos, conforme o CONAMA e MS: valores de agosto (2018), novembro (2018) e março (2019).

PONTOS	1	2	3	4	5
<b>AGOSTO/2018</b>					
<b>SALINIDADE (0,00)</b>	0,91	0,18	0,28	0,59	0,63
<b>Classificação Salinidade CONAMA (Res. 357/05)</b>	<b>SALOBRA</b>	<b>DOCE</b>	<b>DOCE</b>	<b>SALOBRA</b>	<b>SALOBRA</b>
<b>STD Valor máximo permitido: 1000 mg/l</b>	901	191	289	593	628
<b>Classificação STD MS. (Port.2914/11)</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>
<b>NOVEMBRO/2018</b>					
<b>SALINIDADE (0,00)</b>	1.5	0.51	0.32	0.47	SEM ÁGUA
<b>Classificação Salinidade CONAMA (Res. 357/05)</b>	<b>SALOBRA</b>	<b>SALOBRA</b>	<b>DOCE</b>	<b>DOCE</b>	SEM ÁGUA
<b>STD Valor máximo permitido: 1000 mg/l</b>	1447	516	329	483	SEM ÁGUA
<b>Classificação STD MS. (Port.2914/11)</b>	<b>IMPRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	SEM ÁGUA
<b>MARÇO/2019</b>					
<b>SALINIDADE (0,00)</b>	0.1	0.01	0.02	0.74	0.31
<b>Classificação Salinidade CONAMA (Res. 357/05)</b>	<b>DOCE</b>	<b>DOCE</b>	<b>DOCE</b>	<b>SALOBRA</b>	<b>DOCE</b>
<b>STD Valor máximo permitido: 1000 mg/l</b>	110	17	21	746	315
<b>Classificação STD MS. (Port.2914/11)</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>	<b>PRÓPRIA</b>

Fonte: Elaboração própria.

A classificação dos sólidos totais dissolvidos (tabela N°3) em agosto, referente a todos os pontos, revelou valor inferior a 1000 mg/l, logo, em todos os trechos analisados a água se mostrou adequada para consumo humano em relação a este parâmetro, conforme a classificação do Ministério da Saúde (Portaria 2914/11). Em novembro, os valores revelam ser maior no poço 1, assim como também foi em agosto, entretanto, em novembro esse valor superou 1000 mg/l, portanto, a água no poço 1 apresentava ser imprópria para o consumo humano. Os demais poços com água

analisados obtiveram valores inferiores a 1000 mg/l em novembro, apresentando ser própria para consumo humano naquele mês. Em março, os valores ficaram abaixo de 1000 mg/l em todos os pontos, com os menores valores nos poços onde o nível da água estava mais próximo da superfície, que foram nos poços 1, 2 e 3. Todavia, em todos os poços analisados em março a água se mostra favorável ao consumo humano em relação a esse parâmetro.

Sobre o pH, os resultados de agosto adquiridos em todos os pontos apresentaram valores na faixa de 7, portanto, está dentro dos limites aceitáveis para o consumo humano para o mês de agosto, de acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da saúde (tabela N°2). Os valores de obtidos em novembro para os trechos analisados não tiveram tanta diferença em relação aos valores obtidos em agosto. Os valores obtidos de novembro estão na faixa de pH entre 6 e 7, logo, estão compatíveis com os valores recomendados para consumo humano, assim como em agosto. Em março, o pH da água nos poços analisados se mostraram dentro dos limites aceitáveis para consumo humano, assim como também ocorreu em agosto e novembro, no entanto, no poço 1 o pH foi de 9,33, ou seja, perto do limite máximo recomendado que é 9,5 (Brasil, 2006).

O pH mais alcalino no poço 1, em março (período chuvoso), pode ser reflexo dos valores de salinidade que foram mais altos nesse poço em relação aos demais, durante agosto e novembro, já que o aumento de sódio provoca um valor de pH mais alcalino (Schossler et al., 2012).

Já os valores de condutividade (tabela N°2), no mês de agosto, acompanharam os valores de salinidade. Foi observado que os menores valores de condutividade foram justamente nos trechos 2 e 3, onde as águas foram classificadas como doce, enquanto que os maiores valores de condutividade foram nos trechos 1, 4 e 5, onde as águas foram classificadas como salobra (tabela 3). Contudo, foram justamente nos trechos 1, 4 e 5 que a condutividade ultrapassou o valor de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que é o valor equiparado aos ambientes poluídos, de acordo com a FUNASA (Brasil, 2014). A condutividade absoluta representa o valor de condutividade sem compensação de temperatura, logo, a maior variação entre condutividade e condutividade absoluta ocorreu no trecho 5, onde a temperatura foi a menor entre todos os trechos para o mês de agosto.

Os valores de condutividade em novembro novamente acompanham os valores obtidos em salinidade. O trecho 1 novamente foi o que obteve o maior valor de condutividade, seguido do trecho 2. Desse modo, os poços 1 e 2 que teve suas águas classificadas como salobra, obtiveram valores de condutividade superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , inclusive no trecho 2 onde o valor de salinidade ficou próximo ao limite que separa as águas doces e salobras, também teve valor de condutividade próximo ao limite em que são consideradas as águas poluídas. Os demais poços (poço 3 e 4) cujas águas foram classificadas como doce, apresentaram valor de condutividade inferior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , porém, no trecho 4 os valores de condutividade estavam bem próximos de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Em relação aos valores de condutividade referentes ao mês de março, somente no trecho 4 o valor de condutividade foi superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (tabela N°2). Desse modo, os valores maiores de condutividade estão nos poços que tiveram menores recargas hídricas, pois nos poços cujas águas estiveram mais próximas à superfície o valor foi relativamente baixo. Assim como ocorreu nos meses de agosto e novembro, o aumento do valor de condutividade acompanha os valores de salinidade, logo, como o poço 4 foi o único que teve a água classificada como salobra, também teve maiores valores para a condutividade.

Os problemas mais frequentes em poços são a queda de vazão, passagem de areia (corrosão de coluna filtrante), rompimento de revestimento e filtros, desmoronamento, presença de ferro bactérias etc. No entanto, os problemas simples de sujeiras nos poços ocorrem principalmente por estarem destampados (assim como ocorre em todos os poços analisados até aqui), ou seja, expostos às intempéries, penetração de água da chuva, córregos, lagos ou ações humanas. Além disso, os aquíferos livres são mais favoráveis aos riscos de contaminação. Um dos métodos realizados para o tratamento e limpezas de poços é o emprego de ácidos, como o ácido clorídrico e o ácido sulfâmico, como também o polifosfato e o cloro atuando como complemento (excelente bactericida). Os polifosfatos são mais seguros, atuando como um dispersante do óxido e hidróxido de ferro e manganês, assim como silte e argila, sem exalações ou borbulhamentos como faz o ácido. A aplicação de polifosfato consiste na desintegração do material incrustante (obstrução de materiais constituídos principalmente por lama e lodos) e na sua dispersão, possibilitando o seu bombeamento para o lado de fora do poço. Recomenda-se aplicar 1,8 a 3,6 kg de polifosfato a cada 100 litros de água no poço, e também 120g de hipoclorito de cálcio (que possui mais cloro disponível do que o hipoclorito de sódio) para cada 100 litros, este que atua como agente de desinfecção. Esse procedimento deve ser feito duas ou mais vezes sucessivamente (Melo, 2010).

De maneira geral, em agosto os valores adquiridos referentes aos parâmetros de qualidade da água analisados se mostraram adequados para consumo humano, exceto em relação aos valores de condutividade, porém, vale ressaltar que não existem na legislação brasileira limites de valores de condutividade para consumo humano. Em novembro, somente a água do poço 1 se apresentou imprópria para consumo humano de acordo com os valores de sólidos totais dissolvidos. Já em relação aos valores de condutividade, somente o P1 e P2 tiveram valores que superaram 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Os demais parâmetros apresentaram valores adequados para consumo humano em todos os poços analisados em novembro. Em março, assim como no mês de agosto, os valores adquiridos referentes aos parâmetros de qualidade da água nos poços analisados se mostraram adequados para consumo humano, com exceção do parâmetro de condutividade, porém, em março somente o poço 4 obteve valores de condutividade acima de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , conforme também ocorreu em agosto com os poços 1, 4 e 5. Já novembro, foi o único mês onde teve águas impróprias para consumo humano referente aos valores de sólidos totais dissolvidos, justamente no poço 1 cujos valores de salinidade e condutividade foram mais elevados.

Diante do que foi exposto, foi observado que a qualidade da água foi pior em novembro e melhor em março. Nessa perspectiva, foi constatado que a qualidade da água melhora de acordo com o aumento da umidade e recargas hídricas, já que o mês de março foi o único onde houve chuva, enquanto que o de novembro foi o mês mais seco. O aumento da recarga nos poços faz com que as impurezas da água sejam diluídas em um volume maior, refletindo nos parâmetros obtidos no mês de março. É possível afirmar, com base na análise nesses três meses, que a água mais adequada para o consumo humano é a do poço 3, enquanto a menos apropriada é a do poço 1, conforme os valores obtidos de sólidos totais dissolvidos e condutividade. As águas analisadas dos poços 2, 4 e 5 possuem oscilações mensais em relação à condutividade, onde o valor ultrapassa 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em alguns meses, por conseguinte, receberam a classificação de adequação intermediária para consumo humano.

## Considerações Finais

Diante dos resultados obtidos, foi observado que a qualidade da água nos poços demonstrou ser variável conforme a estação climatológica, ou seja, com características distintas de acordo com a disponibilidade hídrica nos reservatórios. No mês de agosto de 2018 (após o período chuvoso), havia água em todos os poços analisados, nenhum poço teve a água classificada como imprópria referente ao pH e sólidos totais dissolvidos, porém três poços (P1, P4 e P5) tiveram suas águas classificadas como salobras e com valor de condutividade superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Em novembro de 2018 (no meio do período seco), o nível da água estava baixo nos poços, inclusive alguns sem água, como no poço 5. O trecho 1 teve suas águas consideradas impróprias para o consumo humano, conforme o valor apresentado para sólidos totais dissolvidos. Os poços 1 e 2 tiveram suas águas classificadas como salobras e com valor de condutividade superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Já em março de 2019 (no meio do período chuvoso) o nível da água estava maior do que em novembro em todos os poços, com exceção do poço 4. Nesse mês, a água apresentou ser favorável para consumo humano em todos os poços conforme o pH e sólidos totais dissolvidos. Apenas o poço 4 teve a água classificada como salobra e com valor de condutividade superior a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

De forma geral, as informações obtidas dos parâmetros encontrados na água, referentes aos três períodos distintos, servem de apoio para as futuras pesquisas voltadas para o planejamento e gestão dos recursos hídricos na região. Os dados podem servir de base para avaliar o comportamento das recargas hídricas nos trechos analisados e sua influência em relação à qualidade da água, assim como bases para prover estratégias em multiescala no sentido de melhorar a qualidade da água por meio de um tratamento adequado, tornando possível o uso de reservas hídricas para diferentes situações de acordo com os valores de qualidade apresentados em diferentes períodos, contribuindo para um manejo adequado da gestão da água.

## Referências Bibliográficas

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Pluviometria Diário por Posto Pluviométrico entre os dias 01/01/1994 e 31/12/2018. Disponível em: <<http://sic.pb.gov.br/>>. Acesso em: 26 de jan. de 2019.

ALMEIDA, O. A. Qualidade da Água de Irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n°357*, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

CARVALHO, C. N. Geoquímica Ambiental. *Geochimica Brasiliensis*, 1989, Vol. 3, N°1, p. 17-22.

CERQUEIRA, Flávio Costa de. Hidroquímica e vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no município de São João da Barra, RJ. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2014. 144 p. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Norte Fluminense.

CORRÊA, A., TAVARES, B., MONTEIRO, K., CAVALCANTI, L., LIRA, D. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. *Revista do Instituto Geológico*, 2010, Vol. 31, N°2, p. 35-52.

COSTA, Gilsandro Santos. Análise da Qualidade da Água em Ambientes Fluviais Semiáridos em São João do Tigre/PB. Ano de Obtenção: 2017. Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São João do Tigre, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRO-DEEM, 2005.

GUEDES, J. A. Geoquímica e Meio Ambiente. *GeoTemas*, 2012, Vol. 2, N°1, p. 145-151.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades / Paraíba. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=251410&search=|inifogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

MELO, D, S, C. Manutenção e reabilitação em poços tubulares – a experiência da COPASA em MG. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Luís – MA, 18 p., 2010.

PERCEBON, C. M., BITTENCOURT, A.V.L., ROSA FILHO, E.F. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. *Boletim Paranaense de Geociências*, 2005, N°56, p. 7 – 19.

PEREIRA, L., SANTIAGO, M.M.F., FRISCHKOM, H., ARAÚJO, J.C., LIMA, J.O.G. A salinidade das águas superficiais e subterrâneas na bacia da Gameleira, município de Aiuaba/CE. *Águas subterrâneas*, 2006, Vol. 20, N°2, p. 9-18.

PIRATOBA, A.R.A., RIBEIRO, H.M.C., MORALES, G.P., GONÇALVES, W.G. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcerena, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 2017, Vol. 12, N°3, p. 435 – 456.

PIRES, M.A.F., KATSUOKA, L., COTRIM, M.E.B., MARQUES, N., LEMES, M.J., DANTAS, E.S.K. Relação da atividade agropecuária na qualidade dos sedimentos fluviais de áreas de captação de água, em municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Pardo. Sociedade Brasileira de Geoquímica – SBGq VII brasileiro de Geoquímica I Simpósio de Geoquímica dos países do Mercosul. p. 57-63, 2001.

ROCHA, J.C., ROSA, A.H., CARDOSO, A.A. *Introdução à química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SCHOSSLER, T.R., MACHADO, D.M., ZUFFO, A.M., ANDRADE, F.R., PIAULINO, A.C. Salinidade: os efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. *Enciclopédia Biosfera*, 2012, Vol. 8, N°15; p. 1563-1578.

SILVA, A.F.P. & SOUZA, J.O.P. Caracterização hidrossedimentológica dos trechos aluviais da bacia Riacho do Tigre – PB. *Caminhos de Geografia*, 2017, Vol. 18, N°63, p. 57-89. doi :<http://dx.doi.org/10.14393/RCG186303>.

VASCONCELOS, J.O. & SOUZA, J.O.P. Zoneamento e caracterização da bacia hidrográfica de São João do Tigre. *Revista de Geociências do Nordeste*, 2016, Vol. 2, p. 171-180.