

# COMPOSIÇÃO ÂNIONICA E QUALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO NORDESTE PARAENSE SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 396/2008

Felipe Branco <sup>1</sup>, Silvia Kawakami <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01. Belém (PA). z.felipebranco@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01. Belém (PA). skawakami@ufpa.br

**Palavras-Chave:** hidrogeologia; recursos hídricos; qualidade da água.

## INTRODUÇÃO

O Nordeste Paraense é a região do Norte brasileiro que se encontra mais suscetível à contaminação por agrotóxicos e nutrientes devido aos avanços de diversas monoculturas, com destaque para os plantios de soja e cítricos (GOMES & BARIZON, 2014). A captação de água subterrânea, quando realizada por técnicas inadequadas de construção de poços, por exemplo, fragilizam o solo e, conseqüentemente, aumentam o risco à contaminação das águas dos aquíferos. A contaminação de águas subterrâneas pode, além de alterar as propriedades físico-químicas da água, transformá-la em um veículo de transmissão de doenças.

Uma vez que o abastecimento na Região Norte é em grande parte realizado a partir de águas subterrâneas (SOUZA, 2010), faz-se necessário a realização de estudos hidrológicos para se obter um quadro da qualidade da água do aquífero explotado, no Nordeste Paraense, assim como realizar um acompanhamento deste. A qualidade da água, segundo Von Sperling (1996), é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, ou seja, é determinada em função da ocupação do solo na bacia hidrográfica.

A Resolução CONAMA nº 396/2008 trata a respeito da qualidade das águas subterrâneas para os seus determinados fins, e estabelece padrões de qualidade a partir de Valores Máximos Permitidos (VMP), por lei. Portanto, a partir do estudo da presença e determinação das concentrações dos ânions (fosfato e nitrato, por exemplo), bem como com a comparação entre os valores estabelecidos pela Resolução, pode-se inferir a influência antrópica, ou não, sobre o corpo hídrico. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar, de forma preliminar, a qualidade das águas subterrâneas dos aquíferos relacionados às formações geológicas Pós-Barreiras e Barreiras, a partir da concentração dos ânions dissolvidos e parâmetros físico-químicos básicos nos municípios de Bragança, Capitão Polo e Salinópolis; comparando-os com os VMP's estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008.

## ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange a mesorregião do Nordeste Paraense, que é dividida nas microrregiões Bragantina, Cametá, Guamá, Salgado e Tomé-açu. Para este trabalho, foram consideradas as microrregiões Bragantina, Guamá e Salgado, mais especificamente os municípios de Bragança, Capitão Poço e Salinópolis (Figura 1), respectivamente. Tais municípios foram escolhidos dadas as suas relevâncias no setor turístico, agrícola e da pesca para o estado do Pará, e a utilização de água subterrânea para os seus devidos fins.

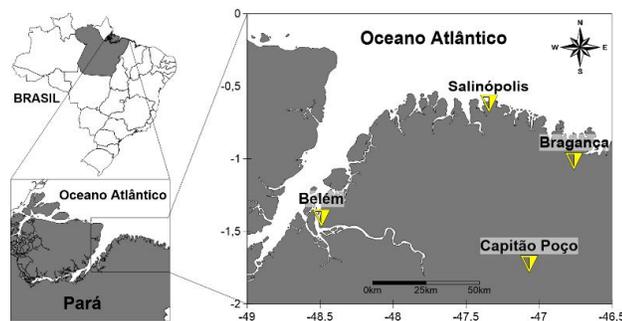


Figura 1: Mapa do Nordeste Paraense, e a localização dos municípios que compõem a área de estudo. Fonte: Autor.

O Nordeste Paraense é a mesorregião do estado com o maior índice pluviométrico ao longo do ano, isso devido à associação de sistemas climáticos ambientais tanto locais como de grande escala. Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o clima do Nordeste Paraense, para a presente área de estudo, é classificado como “Am”, ou “Clima Tropical de Monção” (CORDEIRO et al. 2017). Possui dois períodos pluviométricos: um mais chuvoso (dezembro a maio) e um menos chuvoso (junho a novembro).

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de águas subterrâneas foram coletadas seguindo as recomendações da Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB/ANA, 2011). Com o auxílio de um Analisador Multiparâmetros da marca HANNA HI 991301, previamente calibrado, foram medidos *in situ* os parâmetros físico-químicos: Condutividade Elétrica (CE), pH, Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Temperatura.

As coletas das amostras foram realizadas em meses diferentes, sendo no município de Salinópolis no dia 05 de janeiro de 2018, e nos municípios de Capitão Poço e Bragança nos dias 06 e 07 de abril de 2018, respectivamente. Ambas as amostragens foram realizadas no mesmo período mais chuvoso (dezembro a maio) da região, não implicando em divergência quanto ao nível do lençol freático. Para cada município foram escolhidos dois pontos de amostragem (Tabela 1).

Tabela 1: Informações referentes aos pontos de amostragem.

\* sdr = sem dados de referência.

Pontos de Amostragem	Coordenadas Geográficas	Data da Coleta	Profundidade do Poço (m)
Fonte do Caranã (Salinópolis)	00°37'00.12"S 47°21'09.84"W	05/01/2018	sdr*
Sede COSANPA (Salinópolis)	00°37'17,91"S 47°21'15,72"W	05/01/2018	154
Sítio Particular (Capitão Poço)	01°40'30,96"S 47°02'23,25"W	06/04/2018	~ 30
Residência Local (Capitão Poço)	01°40'22,2"S 47°03'45,5"W	06/04/2018	~ 30
Residência Local (Bragança)	01°03'31,5"S 46°46'22,0"W	07/04/2018	22,5
Sede SIACA (Bragança)	00°59'52,9"S 46°43'11,2"W	07/04/2018	30

A concentração dos ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) foi determinada pelo método cromatográfico otimizado por Paranhos (2010), com cromatógrafo de íons Dionex DX-120. Para a análise dos ânions utilizou-se coluna aniônica (ASRS ULTRA-AS14 Dionex), e como eluente foi utilizada uma solução 3,5 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ /1,0 mM  $\text{NaHCO}_3$  e fluxo 1,2 mL  $\text{min}^{-1}$ . Além da determinação das concentrações, foram feitos gráficos de abundância por ponto amostral e de predominância dos ânions.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respeito dos parâmetros físico-químicos analisados, a condutividade variou de 70 a 350  $\mu\text{S}/\text{cm}.$ , e embora a Resolução CONAMA nº 396/2008 não disponha sobre um VMP para este parâmetro, ele possui relação direta com os Sólidos Totais Dissolvidos, que por sua vez possui. Ainda sobre a CE, os resultados obtidos corroboraram com trabalhos realizados anteriormente nos mesmos municípios e municípios adjacentes (ARAÚJO, 2011; MATTA *et al.* 2010; SILVA *et al.* 2018; SOUZA, 1996), e Silva *et al.* (2018) destacam,

ainda, a importância da forçante pluviométrica sobre o corpo hídrico subterrâneo, aumentando a concentração de sais em áreas que sofrem influência da atividade antrópica, e conseqüentemente, aumentando a condutividade elétrica. O pH variou de 3,25 nos pontos amostrais sob o grupo geológico do Barreiras, a 7,91 no ponto amostral sob a formação geológica do Pirabas, bem como foi observado em trabalhos anteriores no Nordeste Paraense e na Região Metropolitana de Belém – RMB (ARAUJO, 2011; MATTA *et al.* 2010; PARANHOS, 2010; OLIVEIRA, 2018; RODRIGUES, 2016; SILVA *et al.* 2018; SOUZA, 1996). Os Sólidos Totais Dissolvidos, que segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008 devem estar abaixo de 1.000 mg/L, variaram de 4 a 18 mg/L corroborando com estudos anteriores realizados por Matta *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2018), e Souza (1996) sobre os valores mais elevados no ponto amostral da Fonte do Caranã. A Temperatura, por sua vez, variou de 25 a 30,7°C refletindo as condições climáticas em superfície, bem como propõe Tancredi (1996).

O íon predominante do estudo foi o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), cujas concentrações tiveram uma média que variou entre 2,81 mg/L a 23,50 mg/L. Segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008, o Valor Máximo Permitido do cloreto em águas subterrâneas para o consumo humano é de 250 mg/L, estando este dentro do padrão de qualidade que dispõe a Resolução. Segundo Matta (2002, apud SANTOS, 1997), os teores de cloreto nas águas subterrâneas normalmente são inferiores a 100 mg/L, devido seu alto teor estar relacionado com a existência de rochas sedimentares evaporíticas, o que não é o caso do Grupo Barreiras.

O íon fluoreto foi o de menor concentração entre todos os ânions que puderam ser quantificados, onde em Capitão Poço e Bragança este não entrou no limite de detecção do método cromatográfico. A Resolução CONAMA nº 396/2008 estabelece 1,5 mg de  $\text{F}^-/\text{L}$  como o Valor Máximo Permitido em águas subterrâneas para consumo humano. Por outro lado, a partir de literaturas prévias (FRAGA, 1992; PONTES, 2011; SOUZA, 1998) sobre o referido ânion, baixas concentrações já eram esperadas para águas naturais. Pode-se ter a ocorrência do fluoreto associado à  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}^{3+}$ , contudo estes não foram analisados no presente estudo.

Dentre todos os ânions analisados, o fosfato foi o único que não pôde ser quantificado em nenhum ponto amostral dada sua concentração tão baixa nas amostras das águas subterrâneas, a ponto de não entrar no limite de detecção do método analítico empregado. Segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008 o Valor Máximo Permitido do referido íon em águas subterrâneas, para consumo humano, é de 1 mg de  $\text{PO}_4^{3-}/\text{L}$ . Em águas subterrâneas, a ocorrência do íon fosfato se dá em pequenas concentrações, uma vez que sua solubilização é muito difícil, dependendo de fatores físicos e geoquímicos.

O íon nitrato foi o segundo ânion predominante no presente estudo, com concentrações médias variando entre 0,44 mg/L a 28,13 mg/L. A Resolução CONAMA nº 396/2008 prevê que, para o estudo de qualidade de água subterrânea para o consumo humano, a análise tenha, por obrigatoriedade, a quantificação deste íon, uma vez que em concentrações acima de 44,3 mg/L (ou 10 mg N/L) pode desencadear severos problemas de saúde pública, como a incidência de câncer e a metahemoglobinemia, ou “síndrome do bebê azul” (COSTA *et al.* 2016).

O íon sulfato foi o terceiro ânion predominante no presente estudo, com concentrações médias entre 0,11 mg/L e 18,19 mg/L. A Resolução CONAMA nº 396/2008 estabelece 250 mg/L como Valor Máximo Permitido em águas subterrâneas para o consumo humano, e para os três municípios as concentrações corroboraram com estudos prévios realizados na área de estudo.

## CONCLUSÃO

Com base na avaliação dos parâmetros físico-químicos, bem como pela determinação de ânions dissolvidos nas águas subterrâneas, todos os seis pontos amostrais encontram-se dentro do padrão de qualidade estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008.

De toda a malha amostral, os pontos de amostragem situados no município de Capitão Poço apresentaram as melhores condições ambientais, naturais, com o menor indício de contaminação dos aquíferos pelos ânions estudados. O município de Bragança, por sua vez, foi o mais vulnerável à contaminação dos aquíferos, onde a concentração de nitrato, em especial, mesmo ainda estando abaixo do Valor Máximo Permitido estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008, ainda representa um risco à saúde pública.

Acredita-se que a pressão antrópica no solo representa um fator importante quanto à vulnerabilidade de um ambiente a um impacto ambiental, ou seja, quanto maior o número da população, mais vulnerável a impactos estará o ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, P. P. Avaliação dos Compostos Nitrogenados no Aquífero Livre em Agroecossistemas de Citros no Alto Rio Capitão Pocinho, Amazônia Oriental. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural da Amazônia e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2011.
- CETESB. Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011, 326pp. 2011.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 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. Brasília. 2008.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G; OLIVEIRA, F. A. (Organizadores). Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Belém: EDUFRA. 328 p. 2017.
- COSTA, D. D.; KEMPKA, A. P.; SKORONSKI, E. A Contaminação de Mananciais de Abastecimento pelo Nitrato: O Panorama do Problema no Brasil, Suas Consequências e as Soluções Potenciais. Revista Eletrônica do PRODEMA. Fortaleza, Brasil, 10(2): 49-61. 2016.
- GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de Origem Agrícola no Brasil: Cenário 1992/2011. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia: Con un Estudio de los Climas de la Tierra. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 2014.
- MATTA, M. A. S.; SENA, G. L. S.; CAVALCANTE, I. N.; CRISTO, L. C. F.; MARTINS, J. A. C.; VASCONCELOS, Y. B.; CARMONA, K. M.; VANZIN, M. M. As Águas Subterrâneas do Município de Curuçá-PA: Qualidade e Uso Alternativo para o Abastecimento Público. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2010.
- MATTA, M. A. S. Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica; Universidade Federal do Pará. 2002.
- OLIVEIRA, L. C. Avaliação Preliminar da Qualidade das Águas Subterrâneas de Dois Municípios Paraenses: Subsídios à Gestão Hídrica na Região Metropolitana de Belém. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Pará. 2018.
- PARANHOS, P. F. Caracterização Hidroquímica Do Sistema Aquífero Pirabas Em Icoaraci, Região Metropolitana De Belém – Estado Do Pará. Dissertação de Mestrado. Belém, Pará. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará. 2010.
- RODRIGUES, E. S. F. Caracterização Hidroquímica dos Aquíferos Freáticos Costeiros na Cidade de Salinópolis-PA. Dissertação de Mestrado. Belém, Pará. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Universidade Federal do Pará. 2016.
- SILVA, R. S. B.; SOUSA, A. M. L.; SODRÉ, S. S. V.; VITORINO, M. I. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Área de Influência do Lixão de Salinópolis, PA. Revista Ambiente & Água, vol. 13 n. 2. 2018.
- SOUZA, E. L. Fatores Controladores do Quimismo de Águas Subterrâneas da Região Nordeste do Pará. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica; Universidade Federal do Pará. 1996.
- SOUZA, L. C. A Efetividade da Proteção das Águas Subterrâneas no Brasil. 8º Congresso Brasileiro do Magistério Superior da Associação dos Professores de Direito Ambiental do Brasil – APODRAB e 1º Congresso de Direito Ambiental da PUC-RIO. Rio De Janeiro, 20p. 2010.
- TANCREDI, A. C. F. N. S. Recursos Hídricos Subterrâneos de Santarém: Fundamentos para Uso e Proteção. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica; Universidade Federal do Pará. 1996.
- VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2ª edição, 243 pag. 1996.