



NITRATO NOS POÇOS TUBULARES ÀS MARGENS DO RIACHO DOS MACACOS EM JUAZEIRO DO NORTE - CE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.XV-015>

Lindamar Bezerra da Silva(*), Cícera Cilene Bezerra Moreira, Alyne Gessick Pinheiro da Silva Lima, Jane Paulino Pereira, Daniel Salgado Pifano

* Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, lindabezerrabrasiliano@gmail.com

RESUMO

As águas subterrâneas têm sido constantemente acometidas por efluentes agrícolas, urbanos e industriais, os quais têm contribuído para a elevação dos níveis de nitrato (NO_3^-) a valores não toleráveis. Dessa forma avaliou-se os valores de nitrato na água de abastecimento público proveniente de 8 poços da Bateria da Timbaúba – Riacho dos Macacos, na sede do município de Juazeiro do Norte – CE, no período de 2016 – 2022. De acordo com os dados registrados, os poços analisados apresentaram maioria valores de nitrato acima do valor estabelecido na legislação vigente. Considerando que as águas provenientes de poços são a única fonte de abastecimento para a população de Juazeiro do Norte - CE, a ampliação do sistema de esgotamento sanitário é fundamental na prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Subterrâneas, Consumo Humano, Nitrato.

ABSTRACT

Groundwater has been constantly affected by agricultural, urban and industrial effluents, which have contributed to the elevation of nitrate (NO_3^-) levels to non-tolerable levels. In this way, the nitrate values were evaluated in the public supply water from 8 wells of the Timbaúba - Riacho dos Macacos Battery, at the headquarters of the municipality of Juazeiro do Norte - CE, from 2016 to 2022. According to the data recorded, the analyzed wells presented most nitrate values above the value established in the current legislation. Considering that water from wells is the only source of supply for the population of Juazeiro do Norte, the expansion of the sanitary sewage system is fundamental in preventing the transmission of waterborne diseases and, therefore, in guaranteeing the groundwater.

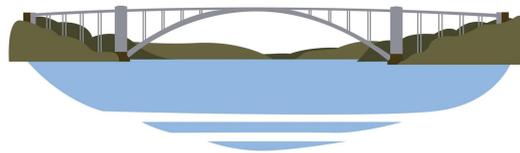
KEY WORDS: Groundwater, Human Consumption, Nitrate.

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são essenciais para a vida, não apenas por abastecerem as cidades e o campo e servirem de insumo para diversas atividades econômicas, mas também por sustentarem vários sistemas aquáticos como rios, lagos, mangues e pântanos. Ao contrário das águas superficiais, as águas subterrâneas não se revelam facilmente aos olhos, fato que compromete sua gestão. De acordo com Tavares et al. (2009), é inegável o papel fundamental que esse recurso assume no desenvolvimento socioeconômico dos países e, neste sentido, identifica-se uma situação que merece crescente preocupação: garantir o abastecimento econômico e seguro de água potável nos meios urbano e rural, sem comprometer a oferta e qualidade de tais recursos hídricos. Nesse contexto, as fontes de água subterrânea se mostram com importância estratégica, uma vez que oferecem uma alternativa de suprimento de qualidade a relativo baixo custo.

As águas subterrâneas desempenham um importante papel no desenvolvimento econômico, isso devido à sua disponibilidade e abundância, e servem como fonte de água potável na maioria dos países do mundo. Em muitos casos é a única fonte de abastecimento em comunidades rurais e áreas industriais (SINGH et al., 2015; ZHANG; ANGELIDAK, 2013). Nos últimos anos as atividades industriais e agrícolas têm aumentado consideravelmente, resultando na geração de poluentes tóxicos, tais como ânions inorgânicos, íons metálicos, substâncias químicas e orgânicas sintéticas (BARTUCCA et al, 2016; BHATNAGARA; SILLANPÄÄB, 2011). Até a década de 1970, acreditava-se que as águas subterrâneas estavam naturalmente protegidas da contaminação, pelas camadas de solo e de rochas. Entretanto, a partir de então, foram detectados traços da presença de contaminantes em águas subterrâneas, e diversos estudos foram sendo conduzidos no sentido de se avaliar sua segurança (BIGUELINI; GUMY, 2012).

Com a expansão desordenada dos centros urbanos, a ocupação de áreas que ficam às margens dos mananciais superficiais e subterrâneos, combinada com a precariedade ou a falta de saneamento básico nessas regiões, têm sido os



principais fatores responsáveis pela deterioração da qualidade sanitária da água dos mananciais de mais fácil acesso à população. Esses mananciais geralmente recebem excessivos aportes de carga orgânica, nutrientes e patógenos, resultantes das atividades antrópicas em seu entorno, com lançamento in natura ou sem tratamento adequado das águas residuárias, de forma direta sobre o solo ou na água, comprometendo, assim, a capacidade de suporte destes corpos hídricos, diminuindo sua capacidade de restaurar suas características ambientais naturalmente.

Devido à sua alta solubilidade em água, o nitrato (NO_3^-) é, possivelmente, o contaminante mais difundido na água subterrânea no mundo, resultando numa séria ameaça para o abastecimento de água potável. Um grande número de ânions inorgânicos tem sido encontrado em concentrações potencialmente nocivas em inúmeras fontes de água potável. Destes, o nitrato é uma preocupação ambiental em escala global. (HOU et al., 2015; SINGH et al., 2015; BHATNAGARA; SILLANPÄÄB, 2011; GANESAN et al., 2013).

O nitrato é o poluente de ocorrência mais frequente nas águas subterrâneas, e em concentrações superiores a 10mg/L NO_3N , constitui importante ameaça à saúde humana (VARNIER; HIRATA, 2000). Esse íon geralmente ocorre em baixos teores nas águas superficiais, mas pode atingir altas concentrações em águas profundas. O seu consumo por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BOUCHARD; WILLIAMS; SURAMPALLI, 1992).

O presente trabalho apresenta os resultados de monitoramento do período de 2016 a 2022 da bateria de poços tubulares (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08) da Timbaúba, localizados às margens do riacho dos Macacos, sendo analisado o parâmetro de nitrato, e discutido a questão da influência antrópica na qualidade das águas subterrâneas.

OBJETIVO

Avaliar os valores de nitrato na água de abastecimento público proveniente de poços da bateria da Timbaúba – Riacho dos Macacos, na sede do município de Juazeiro do Norte - CE, e discutir sobre a influência antrópica na qualidade das águas subterrâneas.

REFERENCIAL TEORICO

CRESCIMENTO POPULACIONAL E SANEAMENTO

O desenvolvimento urbano pode ser descrito como a melhoria das condições materiais e subjetivas de vida nas cidades, com diminuição da desigualdade social e garantia da sustentabilidade ambiental, social e econômica. Os impactos causados pelo crescimento urbano afetam intimamente os serviços de saneamento básico. Quanto maior a população, mais intenso será o consumo de água, a geração de lixo e o acúmulo de poluição. Por isso, o grande desafio é alcançar a eficiência nas quatro vertentes do segmento, buscando a preservação ambiental e a promoção de um espaço urbano saudável.

Quando se tem investimento no saneamento básico em um município, sabe-se que há uma melhora na qualidade de vida da população e na proteção ao meio ambiente urbano, o município se desenvolve, gerando emprego e renda para a cidade. A universalização do saneamento traz resultados positivos a todos, em particular os que estão ligados ao meio ambiente, à redução da pobreza e da mortalidade infantil, à educação e à igualdade de gênero.

O acesso ao saneamento é considerado direito e condição para a manutenção da saúde e de um ambiente sustentável. Esgotamento sanitário é um dos componentes do saneamento e ele controla a proliferação de vetores, a transmissão de doenças e da poluição ambiental, em caráter complementar ao abastecimento de água, coleta e tratamento de lixo e a drenagem urbana (Brasil, Lei do Saneamento Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007).

O município de Juazeiro do Norte é um exemplo de como as atividades antrópicas deterioram a qualidade sanitária de suas águas, resultando em prejuízos não somente para o meio ambiente como também à saúde da população, uma vez que a falta de saneamento em diversos bairros do município contribui para o lançamento de efluentes domésticos e industriais, in natura ou parcialmente tratados, neste rio. Esta prática contamina as águas deste manancial, tornando-as veículo de transmissão para diversas doenças. Trabalho realizado por Bezerra *et al.* (2012), com amostragem de águas da bateria de poços localizados às margens do Riacho dos Macacos, demonstrou que, em 57,14% das amostras, os níveis de nitrato estavam acima do valor permitido. Santos *et al.* (2014), em estudo também envolvendo a bateria de



poços de Juazeiro do Norte, afirmam que devem ser tomadas precauções para impedir a presença de esgoto e lixo na área do aquífero, a fim de evitar a infiltração de efluentes que poderão, no futuro, levar as comunidades que o exploram através de poços mais rasos à calamidade sanitária.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Juazeiro do Norte está situado no Sul do Ceará, especificamente na Região do Cariri, onde apresenta uma área de 248,55 km² e localiza-se sob as coordenadas 7°12'47''S e 39°18'55''W. Possui uma população estimada em 249.939 habitantes, é caracterizado ainda, por um clima tropical quente semiárido e tropical quente semiárido branco, com pluviosidade média anual de 925,1 mm (IPECE, 2011).

Baseado na importância das águas subterrâneas para o município, dos 70 poços que abastecem a cidade de Juazeiro do Norte, foram selecionados no presente estudo, 08 poços tubulares localizados às margens do Riacho dos Macacos, (Figura 1), a fim de avaliar a correlação existente entre as interferências antrópicas e a variação nos seus teores de nitrato.



Figura 1: Vista Satélite dos 08 Poços Tubulares (PTs) ao Longo do Curso do Riacho dos Macacos.
Fonte: Google Earth, 2023.

METODOLOGIA

As amostras de águas subterrâneas foram coletadas semestralmente (primeiro e segundo semestres dos anos de 2016 a 2022) nos oito poços tubulares, para quantificação dos teores de nitrato. As determinações analíticas foram realizadas de acordo com o Procedimento Operacional Padrão – POP, no Laboratório Regional em Juazeiro do Norte, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e de acordo com Standard Methods, APHA (2012). Foram utilizados os métodos da Brucina e da Coluna Redutora de Cádmio para quantificação dos teores de nitrato.

Quadro 1: Informações dos Poços Tubulares.

Fonte: CAGECE, 2023.

Descrição	Coordenadas Geográficas	Profundidade do Poço (m)	Crivo da Bomba	Vazão (m ³ /h)	Início de Operação
PT 01	Latitude – 07°13'49''; Longitude – 39°18'27''	160,0 m	46,0 m	100,0m ³ /h	1976
PT 02	Latitude – 07°13'41''; Longitude – 39°18'28''	150,0 m	60,0 m	100,0m ³ /h	1976
PT 03	Latitude – 07°13'33''; Longitude – 39°18'02''	248,0 m	55,0 m	150,0m ³ /h	1976
PT 04	Latitude – 07°13'24'';	152,0 m	60,0 m	150,0m ³ /h	1976



	Longitude – 39°18'01''				
PT 05	Latitude – 07°13'12''; Longitude – 39°18'17''	194,0m	57,0m	150,0m³/h	1976
PT 06	Latitude – 07°13'02''; Longitude – 39°18'21''	196,0 m	63,0 m	90,0m³/h	1976
PT 07	Latitude – 07°12'48''; Longitude – 39°18'19''	130,0 m	57,0 m	150,0m³/h	1976
PT 08	Latitude – 07°12'36'' Longitude – 39°18'09''	210 m	60,0 m	60,0m³/h	1985

RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com os dados registrados, os poços analisados apresentaram um aumento considerável no teor de nitrato no primeiro e segundo semestres dos anos de 2016 a 2022, com exceção dos poços 01, 05 onde os valores mantiveram estáveis durante todo período analisado. O poço tubular 08 manteve os valores estáveis durante o primeiro semestre dos anos analisados, 2019, 2021 e 2022, mas houve um crescimento nos teores de nitrato no segundo semestre dos anos 2020 e 2021.

Pode-se observar no Quadro 2 que, em relação aos dados do ano de 2016 (primeiro semestre), apenas um ponto de coleta (PT 01) apresentou teor de nitrato abaixo do valor máximo permitido pela legislação, mostrando que apenas 16,67% destas amostras estavam dentro do padrão de potabilidade para nitrato. Para o primeiro semestre dos anos 2017 (PT 01 e PT 04), 2018 (PT 01, PT 04 e PT05), 2019 (01, 04, 05 e 08), 2021 e 2022 (PT 01, 05 e 08) corresponderam 33,33%, 42,86%, 57,14% e 46,67%, respectivamente, das amostras com teores de nitrato abaixo do limite permitido.

Quadro 2: Resultados Laboratoriais das Análises Químicas das Amostras Coletadas no Primeiro Semestre dos Anos de 2016 a 2022. Fonte: CAGECE, 2023.

PONTOS DE COLETAS – POÇOS TUBULARES								
MESES/ANOS	PT 01	PT 02	PT 03	PT 04	PT 05	PT 06	PT 07	PT 08
mai/16	7,49	23,46	15,07	10,27		16,81	14,66	
mai/17	5,29	18,04	11,63	4,86		13,00	10,19	
mai/18	6,54	22,06	15,12	6,45	4,04	15,06	12,91	
abr/19	5,89	22,18	22,31					
mai/19				5,43	5,16		17,69	5,03
jan/20								
abr/21	4,80		26,65	11,51	4,99	24,03	20,42	8,34
abr/22	5,66	33,08	20,38	9,18	6,23	18,63	19,12	6,03

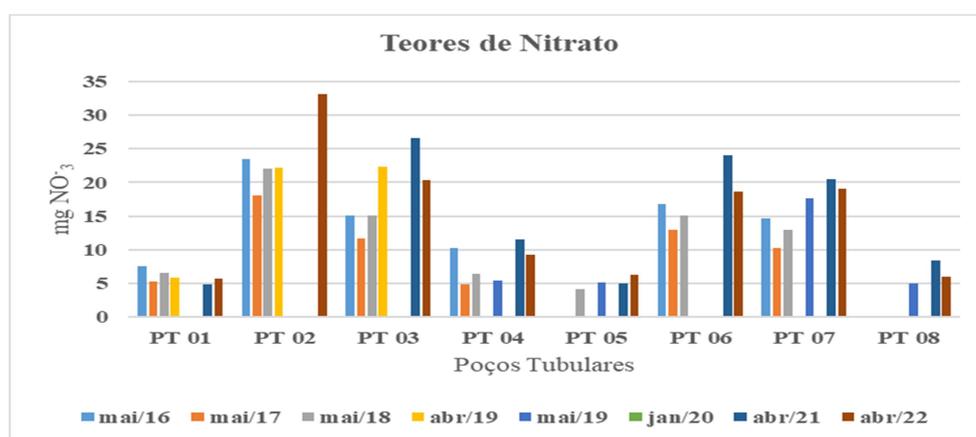




Figura 2: Teores de Nitrato – Primeiro Semestre dos Anos de 2016 a 2022. Fonte: CAGECE, 2023.

De acordo com a Quadro 3 os teores de nitrato nos poços para o período do segundo semestre dos anos de 2016 a 2022 estão bem próximo dos valores apresentados no primeiro semestre, com exceção do PT 08 que apresentou teores acima do estabelecido nos anos de 2020 e 2021. Considerando o nível máximo de nitrato permitido pela legislação (10mg N-NO₃⁻/L), verifica-se que os poços 2, 3, 6 e 7 apresentaram concentrações superiores nos anos de 2016 a 2021 em todo segundo semestre, o que indica poluição por esgotos domésticos devido à proximidade de mananciais superficiais poluídos - riacho dos Macacos, esgoto a céu aberto e lixo. A maior concentração de nitrato no riacho dos Macacos ocorreu durante o período do primeiro semestre, ano de 2022, atingindo 33,08 mg N-NO₃⁻/L no poço tubular 02.

Quadro 3: Resultados Laboratoriais das Análises Químicas das Amostras Coletadas no Segundo Semestre dos Anos de 2016 a 2021. Fonte: CAGECE, 2023.

PONTOS DE COLETAS - POÇOS TUBULARES								
MESES/ANOS	PT 01	PT 02	PT 03	PT 04	PT 05	PT 06	PT 07	PT 08
out/16	7,02	21,01	16,16	5,75		15,24	12,97	
nov/17	6,85	20,39	14,15	5,63	4,06	13,48	12,66	
nov/18	6,21	21,48	16,19	5,81	3,81		13,97	
nov/19				11,80	4,45		13,70	4,32
nov/20	5,56	31,95	13,98	7,41	5,53	14,53	13,75	12,19
jul/21	4,56		16,33	10,99	4,36	15,89	14,17	14,16

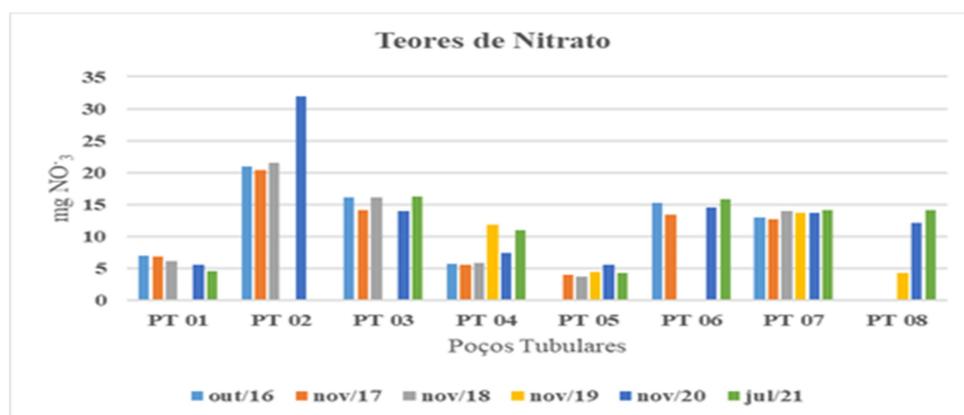


Figura 3: Teores de Nitrato – Segundo Semestre dos Anos de 2016 a 2021. Fonte: CAGECE, 2023.

CONCLUSÕES

As análises de água dos poços situados às margens do riacho dos Macacos apresentaram em sua maioria teores elevados de nitrato, ou seja, acima de 10mg N NO₃⁻/L que é o valor limite estabelecido pela Portaria 888/2021 para água tratada.

Verifica-se o alto risco de contaminação nas águas derivadas da bateria de poços (aquífero rio da Batateira) no caso de contaminação do riacho dos Macacos. Pode-se observar um volume grande de esgoto lançado in natura nesse Riacho e uma quantidade de lixo exposto às margens e no corpo do riacho. Há necessidade de ser reforçada e ampliada a rede de coleta de esgotos com maior eficiência na remoção dos efluentes para áreas de tratamento, bem como adesão por parte da população à rede coletora de esgoto que ainda se encontra ociosa em alguns bairros da cidade.

Considerando que as águas provenientes de poços são a única fonte de abastecimento para a população de Juazeiro do Norte, atenta-se para a elevação do nível e distância entre as áreas de esgotamentos sanitários e os poços, bem como para o lançamento de resíduos sólidos, sendo fundamental na prevenção quanto a contaminação por veiculação hídrica e consequente transmissão de doenças e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas.



Por fim, é oportuno que aconteça um monitoramento dos teores de nitrato da água, assim como um acompanhamento da saúde da população que consome dessa água, especialmente em relação ao nitrato. A administração pública deve agir no sentido de prevenir e eliminar fontes de contaminação por nitrato dos mananciais, evitando a deposição de fonte orgânica contaminante no solo e nas águas de abastecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARTUCCA, M. L.; MIMMO, T.; CESCO, S.; BUONO, D. D. Nitrate removal from polluted water by using a vegetated floating system. *Science of the Total Environment*, v. 542, p. 803-808, 2016.
2. BEZERRA, C. O.; SOUZA, I. L. T. A.; ALMEIDA, J. R. F.; GOMES, J. P. M.; CASTRO, I. M. P.; SOUSA, J. B. Caracterização das águas subterrâneas provenientes de poços tubulares localizados às margens do Riacho dos Macacos para irrigação em Juazeiro do Norte-CE. In: VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI. Anais... Palmas - TO, 2012.
3. BHATNAGARA, A.; SILLANPÄÄB, M. A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water. *Chemical Engineering Journal*, v. 168, p. 493–504, 2011.
4. BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. Saúde ambiental: índices de nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região Sudoeste do Paraná. *Revista Faz Ciência*, v. 14, n. 20, p. 153-175, 2012.
5. BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. D.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects. *Journal of the American Water Works Association*, v. 84, 85-90. 1992.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 888 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei nº. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
8. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jan. 2007.
9. CEARÁ. Perfil Básico municipal 2011 – Juazeiro do Norte, CE. IPECE: 2011, 18 p.
10. GANESAN, P.; KAMARAJ, R.; VASUDEVAN, S. Application of isotherm, kinetic and thermodynamic models for the adsorption of nitrate ions on graphene from aqueous solution. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, v. 44, p. 808-814, 2013.
11. HOU, Mingtao et al. Nitrate reduction in water by aluminum–iron alloy particles catalyzed by copper. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.3, p. 2401-2407, 2015.
12. SANTOS, M. R. P., SANTIAGO, M. M. F., MEDONÇA, L. A. R.; FRISCHKORN, H., MENDES FILHO, J. Modelagem do transporte de cloreto proveniente de esgoto urbano em um aquífero sedimentar usando MT3D: o caso da bateria de poços de Juazeiro do Norte (CE). *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v.19, n.3, p. 283-292, 2014.
13. SINGH, Prabhat Kumar et al. Kinetic and equilibrium modeling for removal of nitrate from aqueous solutions and drinking water by a potential adsorbent, hydrous bismuth oxide. *The Royal Society of Chemistry*, v. 5, p. 35365-35376, 2015.
14. TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H.; COSTA, C. T. F.; SILVEIRA, J. G. P.; ALMEIDA JUNIOR, F. J. B. Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na bacia sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil. In: *Rem: Rev. Esc. Minas [online]*, v. 62, n. 2, p. 227-236, 2009.
15. VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no Parque Ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. In: *1st Joint World Congress on Groundwater. Anais...* p. 112, 2000.