

401 - QUANTIFICAÇÃO DAS FRAÇÕES NITROGENADAS DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO EM DOIS BAIRROS DE JUAZEIRO DO NORTE - CE

Clara Beatryz Gomes Vieira⁽¹⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária E-mail, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *campus* Juazeiro do Norte.

Paulo Sérgio Silvino do Nascimento⁽²⁾

Graduado em Geografia, Universidade Regional do Cariri - URCA (1995), Mestre em Desenvolvimento Regional, URCA/UFPB (2002), Doutor em Geografia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro-SP (2013), Professor EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE, *campus* Juazeiro do Norte).

Francisca Adriana Fernandes Simões⁽³⁾

Graduação em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri - CENTEC (2005), Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande UFCG (2011), Servidora Técnica em Laboratório/Área: Meio Ambiente no IFCE *campus* Juazeiro do Norte.

Hellen da Silva Sousa⁽⁴⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária E-mail, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, *campus* Juazeiro do Norte.

Germário Marcos Araújo⁽⁵⁾

Graduação em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Cariri (2001), Mestrado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2004) e Doutorado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos - CAPES 7) pela Universidade Federal do Ceará (2016).

Endereço⁽¹⁾: Rua Das Dores, nº 578 - Bairro Salesianos - Juazeiro do Norte - Ceará - CEP: 63050-215 - Brasil - Tel: +55 (88) 99924-6143, e-mail: clarabegomes@gmail.com

RESUMO

Sabendo-se que a alta concentração das frações nitrogenadas na água pode trazer diversos malefícios para a saúde humana, a legislação vigente disponibiliza os valores máximos permitidos para que a água seja considerada segura para o consumo humano. Dessa forma, as frações nitrogenadas: amônia, nitrito e nitrato, foram estudadas na presente pesquisa, com o objetivo de quantificar suas concentrações na água de abastecimento em seis pontos da cidade de Juazeiro do Norte - CE, compreendendo os bairros Timbaúba e João Cabral. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária (LEAS) do IFCE - *campus* Juazeiro do Norte, utilizando as metodologias APHA e do Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias. A partir disso, obteve-se resultados de amônia abaixo de 1,2 mg/L e nitrito abaixo de 1 mg/L para todos os pontos de ambos bairros em estudo. Já para o parâmetro nitrato, os resultados obtidos foram acima de 10 mg/L em todos os pontos do Bairro Timbaúbas, e, no Bairro João Cabral as concentrações foram abaixo de 10mg/L. Os valores de cada ponto estão representados em gráficos. Concluiu-se que, quanto a amônia e nitrito, todos os pontos de coleta apresentaram valores dentro dos padrões de potabilidade exigidos, apesar que os pontos de coleta localizados no bairro João Cabral apresentaram uma concentração maior de amônia do que o esperado. Com relação às concentrações de nitrato, na água do bairro Timbaúbas, observou-se um comprometimento da qualidade dessa água.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água; Abastecimento humano; Frações nitrogenadas.

INTRODUÇÃO

É imprescindível que a água tenha uma boa qualidade para o consumo humano. Segundo a Resolução A/RES/64/292 da Assembleia Geral das Nações Unidas de 28 de Julho de 2010, a água limpa e segura e o saneamento é um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei n.º 9.433/97, no artigo 2º demonstra seus objetivos e entre eles, o de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Para que isso seja possível, cada país conta com uma legislação própria de controle de qualidade da água, desenvolvida a partir de uma série de estudos de determinação de níveis de concentrações seguras de determinadas substâncias. Nessas legislações são apresentados os valores máximos permitidos (VMP) de cada parâmetro considerado importante à determinação e controle de qualidade da água para cada país.

Segundo a SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) do estado de São Paulo, a qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que demonstram as suas principais características físicas, químicas e biológicas. (SÃO PAULO, 2022)

No Brasil, a legislação vigente é a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. Nesta Portaria estão descritos diversos parâmetros que, em concentrações superiores aos permissíveis, podem trazer graves consequências à saúde da população que faça uso contínuo dessa água, como por exemplo, temos as frações nitrogenadas: amônia (NH_3), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Sabe-se que esses compostos são bastante prejudiciais à saúde humana, dentre esses, o mais tóxico é a amônia, no entanto, o nitrato, apesar de ser a forma mais estável e, quimicamente inerte, está associado a diversas doenças.

O consumo contínuo de águas com altas concentrações de nitrato, segundo Eskiocak, *et al* (2005, p.70), além do risco de indução de metahemoglobina, formada a partir da exposição da hemoglobina à substâncias químicas (dentre essas o nitrito e nitrato) que impedem o transporte de oxigênio e causando uma anemia funcional, um segundo fator de risco à saúde pode implicar em disfunção tireoidiana. Em casos extremos, onde boa parte da hemoglobina é convertida em metahemoglobina, isso pode causar cianose e asfixia. De acordo com Ward *et al.* (2018), o consumo de águas com concentrações elevadas de nitrito e nitrato, à médio e longo prazo estão ligados ao desenvolvimento de diversos tipos de câncer, entre eles o de bexiga e o de ovários. Na legislação vigente em nosso país, temos os valores máximos permitidos para esses parâmetros na água sendo: Amônia 1,2 mg/L, Nitrito 1 mg/L e Nitrato 10 mg/L.

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2010), mais da metade dos municípios têm seu abastecimento (total ou parcialmente) proveniente das águas subterrâneas, que são captadas a partir de poços tubulares, como exemplo, Juazeiro do Norte - CE é um desses municípios que conta com o abastecimento completamente proveniente de águas subterrâneas.

Sabendo-se que a cidade de Juazeiro do Norte - CE já foi quase completamente rural e, pensando no possível uso de fertilizantes que foi realizado no passado, considerando que esses fertilizantes são ricos em nitrogênio que, com o tempo, oxida para suas respectivas frações, é importante que haja esse monitoramento periodicamente. Considerando também que, a maior parte dos sistemas de disposição local de excretas e esgotos existente no município do Juazeiro do Norte são as fossas, já que aproximadamente 63% da população do município utilizam fossas rudimentares ou não tem sistema de saneamento, despejando seus dejetos diretamente nos leitos dos rios (IPECE, 2012 *apud* SILVA, 2020). Podendo ainda ser possível observar, no município, o descarte de esgotos em vias públicas, visto que, apenas 38,63% da área urbana tem ligação ao sistema de esgotamento sanitário. (MOREIRA *et al*, 2012).

A partir de consulta em literatura, foram encontrados estudos anteriores que apontam concentrações de nitrato acima do padrão permitido ao consumo da população em alguns poços do bairro Timbaúbas e João Cabral, ambos localizados na cidade de Juazeiro do Norte - CE. Diante disso, sabendo-se que as frações nitrogenadas se acumulam na natureza e sofrem um processo de conversão (onde ocorre a oxidação da amônia em nitrito e, na sequência, em nitrato), os valores devem ser monitorados ao longo dos anos, pois, possivelmente, pode ocorrer um aumento com o tempo, configurando uma poluição antiga.

OBJETIVO

A presente pesquisa tem como objetivo quantificar os níveis das frações nitrogenadas amônia, nitrito e nitrato, nas águas utilizadas para o abastecimento humano de dois bairros populosos do município de Juazeiro do Norte – CE, averiguando se as mesmas atendem aos padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021.

METODOLOGIA UTILIZADA

A área de estudo selecionada está dentro do município de Juazeiro do Norte, o qual está localizado na região sul do estado do Ceará, nas coordenadas 7° 12' 46" S e 39° 18' 54" W, com uma população estimada de 278.264 pessoas (IBGE, 2010), assim como está descrito na Figura 1.

A cidade conta com 38 bairros, dentre eles, os bairros que foram objeto deste estudo, o bairro João Cabral e o bairro Timbaúba, como está representado na Figura 2, 3 e 4. Esses bairros são, respectivamente, o primeiro e o quinto mais populosos, como pode ser vista no quadro da Figura 5, e dividem diversas características, como o fato de se encontrarem em uma situação de vulnerabilidade social, não têm saneamento básico, onde pode ocorrer uma contaminação do solo devido a esses efluentes domésticos, dispostos de forma inadequada dentre vários outros problemas.

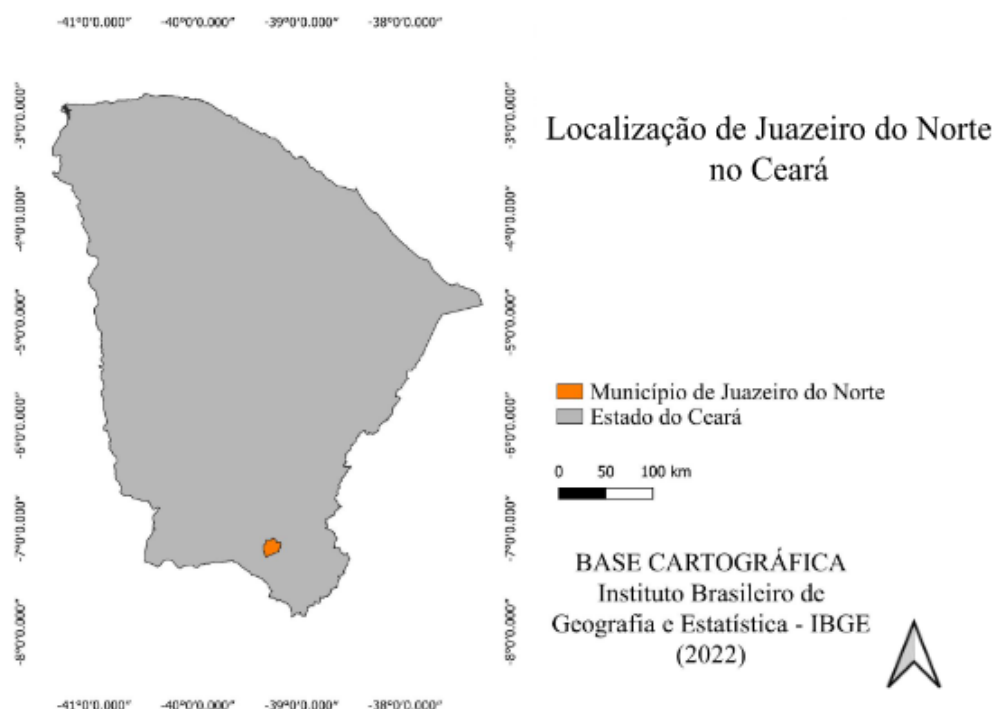


Figura 1: Mapa de localização do município de Juazeiro do Norte no Ceará.

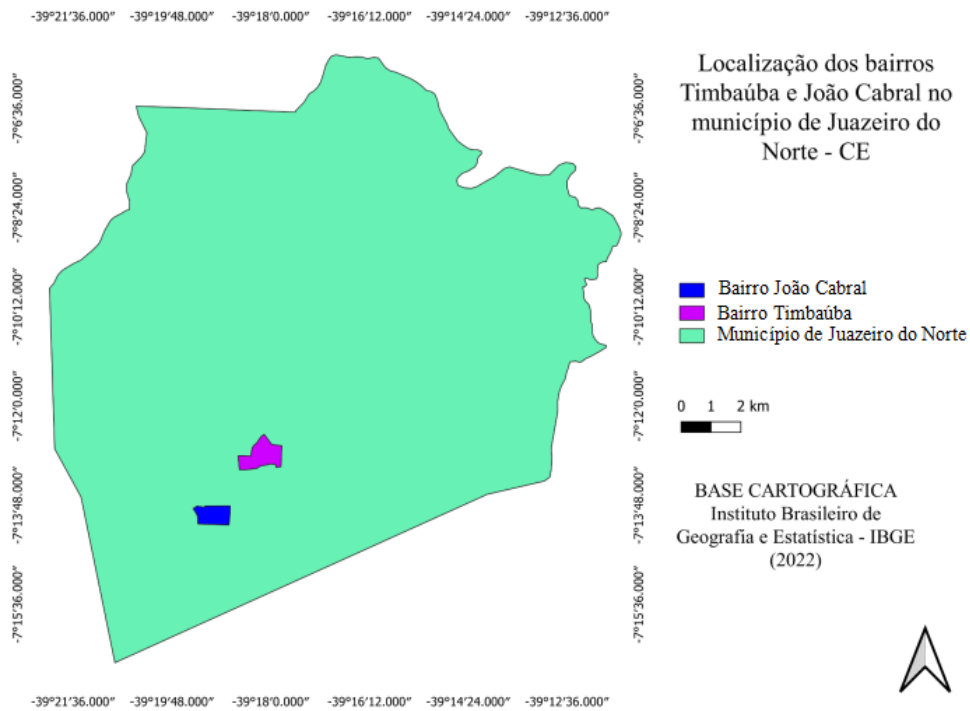


Figura 2: Mapa de localização dos bairros Timbaúba e João Cabral no município de Juazeiro do Norte – CE.



Figura 3: Vista de satélite e demarcação do bairro Timbaúba.



Figura 4: Vista de satélite e demarcação do bairro João Cabral.

POPULAÇÃO E DENSIDADE DEMOGRÁFICA POR BAIRRO					
Bairros	População	Densidade Demográfica hab./10.000m ²	Bairros	População	Densidade Demográfica hab./10.000m ²
João Cabral	17.859	258,08	Centro	5.706	36,58
Pirajá	14.800	200,81	Lagoa Seca	5.136	15,66
Frei Damião	13.879	19,25	Horto	5.073	9,83
Salesiano	13.879	92,53	José Geraldo da Cruz	4.296	22,14
Timbaúba	12.446	122,02	Juvêncio Santana	4.296	23,10
Franciscano	12.390	166,98	Vila Fátima	3.833	31,16
Limoeiro	12.143	86,74	Novo Juazeiro	3.471	45,43
Pio XII	11.099	238,18	Leandro Bezerra	3.239	19,87
Tiradentes	10.107	41,76	Profa. Francisca Maria Geli Sá Barreto	2.716	12,18
São José	10.061	23,62	Socorro	2.421	100,04
Triângulo	9.632	71,35	Campo Alegre	2.401	8,76
Pedrinhas	9.198	18,62	Vila Três Marias	2.201	5,52
São Miguel	8.261	143,67	Betolândia	2.076	11,47
Romeirão	7.110	130,94	Salgadinho	1.301	7,52
Santa Teresa	6.926	105,58	Aeroporto	1.096	2,35
Antônio Vieira	6.582	73,30	Vila Carité	938	4,24
Jardim Gonzaga	6.159	14,06	Brejo Seco / Monsenhor Francisco	900	4,02
Santo Antônio	6.081	60,87	Planalto	345	2,24
			Cidade Universitária	269	1,26

Figura 5: População e densidade demográfica por bairro do município de Juazeiro do Norte – CE (SILVA, 2020).

Para que fosse possível a realização da presente pesquisa, foram realizadas quatro etapas, a saber: a pesquisa bibliográfica acerca do tema; identificação e escolha dos pontos de coleta; análises químicas para quantificação dos níveis de amônia (NH₃), nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃⁻); e a verificação dos resultados obtidos a partir das análises realizadas.

Os pontos de coleta foram escolhidos de forma aleatória e considerando um distanciamento entre eles, sendo três pontos aleatórios do bairro Timbaúba e três pontos aleatórios do bairro João Cabral. Como garantia de que a água analisada fosse realmente a água que chega à população, as coletas foram realizadas direto das torneiras

das residências. Foram realizadas três coletas em cada ponto, sendo nomeado segundo sua localidade, assim como está descrito no Quadro 01.

As coletas foram feitas e encaminhadas para o Laboratório de Engenharia Ambiental e Sanitária (LEAS) do IFCE - Campus Juazeiro do Norte, onde foram realizadas as análises das amostras, seguindo as metodologias e procedimentos descritos no Quadro 02.

Quadro 01: Relação da nomenclatura do ponto de coleta com o bairro.

Nomenclatura do ponto de coleta	Bairro localizado
PT 1	Ponto de coleta localizado no bairro Timbaúba 1
PT 2	Ponto de coleta localizado no bairro Timbaúba 2
PT 3	Ponto de coleta localizado no bairro Timbaúba 3
PJ 1	Ponto de coleta localizado no bairro João Cabral 1
PJ 2	Ponto de coleta localizado no bairro João Cabral 2
PJ 3	Ponto de coleta localizado no bairro João Cabral 3

Quadro 02: Descrição dos parâmetros e métodos analíticos utilizados.

Parâmetros	Métodos Analíticos
Amônia (como N) (mg/L)	Espectrofotômetro molecular - Nesslerização Direta. SILVA et al (2001)
Nitrito (como N) (mg/L)	Espectrofotométrico - NED. APHA et al (2012)
Nitrato (como N) (mg/L)	Espectrofotométrico - Salicilato de Sódio SILVA et al (2001)

Através das análises laboratoriais realizadas, os dados obtidos das concentrações dos parâmetros foram organizados em planilhas e os resultados calculados, seguindo as metodologias descritas neste trabalho. Posteriormente, foram criados gráficos relacionando os valores das concentrações obtidas para cada parâmetro. Como foram realizadas quatro coletas em dias diferentes para cada ponto e, conseqüentemente, obteve-se quatro resultados. Também foi calculado a média desses quatro valores para que esse fosse considerada a concentração em cada ponto, conforme apresentado, posteriormente, no gráfico de cada parâmetro.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos das concentrações de amônia, nitrito e nitrato constam nas Figuras 6, 7 e 8, respectivamente.

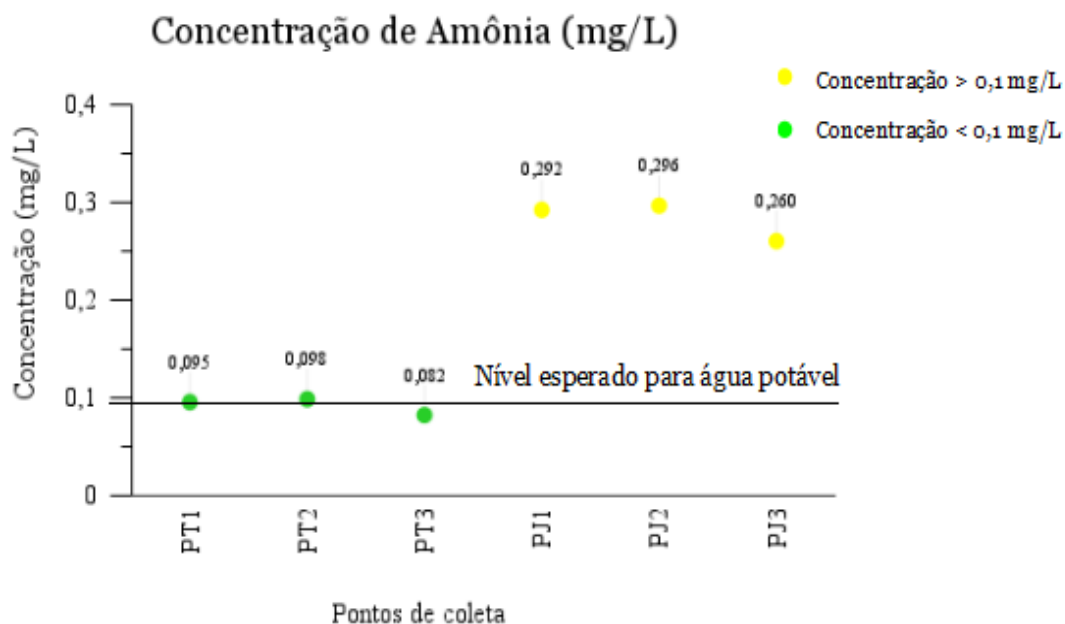


Figura 6: Concentração de amônia dos pontos de coleta.

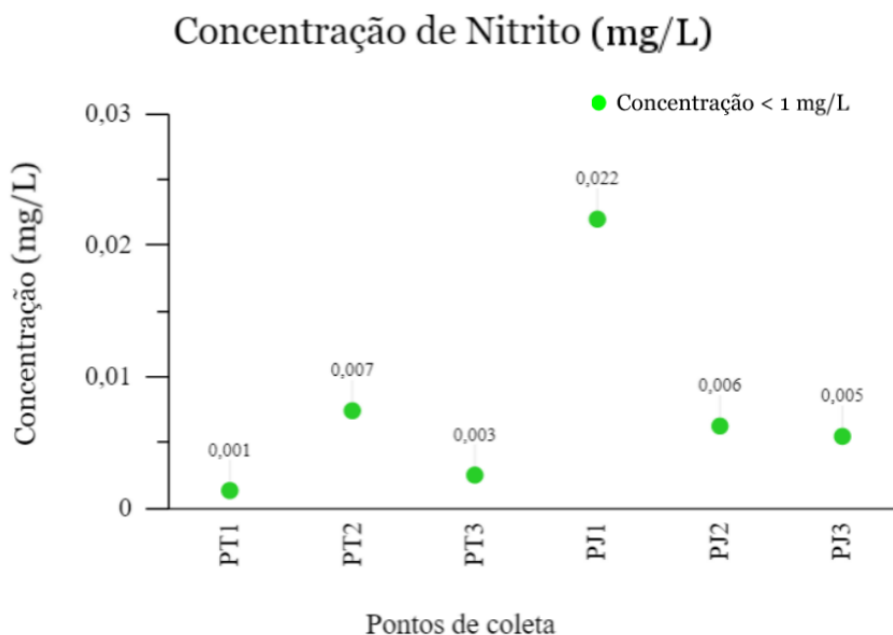


Figura 7: Concentração de Nitrito dos pontos de coleta.

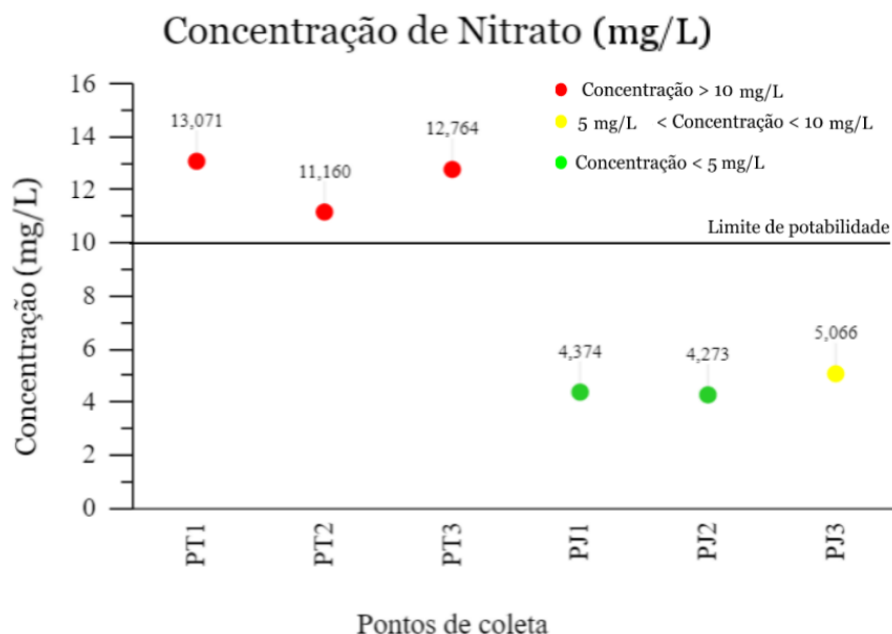


Figura 8: Concentração de Nitrato dos pontos de coleta.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com Alaburda e Nishihara (1998), a amônia pode estar presente naturalmente em águas superficiais ou subterrâneas, sendo que, geralmente, a concentração é bastante baixa devido a sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato. Segundo Ferreira e Manske (2022), as concentrações de amônia encontradas nas águas limpas são geralmente menos de 0,10 mg/L, porém é possível observar que, nos resultados demonstrados no gráfico descrito na Figura 6, há três pontos com concentrações de amônia acima desse valor.

Isso significa dizer que, apesar das concentrações de amônia estarem nos limites de potabilidade determinados pela Portaria GM/MS nº 888/2022 (1,2 mg/L), os pontos analisados no bairro João Cabral estão acima do esperado, podendo ser um indicativo de poluição recente diretamente no poço que abastece esse bairro ou no caminho até a chegada das residências deste bairro. Já o nitrito (Figura 7) apresenta valores dentro dos padrões estabelecidos na legislação vigente, para água potável.

No gráfico da Figura 8, foi possível averiguar que os pontos de coleta do bairro Timbaúba, não atendem ao padrão de potabilidade para nitrato, podendo indicar a ocorrência de poluição antiga no poço que abastece essa área, pois, segundo Von Sperling (2007), se a poluição é antiga, o nitrogênio vai se apresentar na forma de nitrato, considerando que as concentrações de nitrito são normalmente mais reduzidas.

Foi possível ainda averiguar que todos os pontos do bairro João Cabral estão com a concentração de nitrato dentro do padrão de potabilidade, apesar de que um dos pontos apresentou concentração acima de 5 mg/L e, segundo Feitosa e Manoel Filho (2000), teores acima de 5 mg/L de nitrato podem indicar uma contaminação da água subterrânea por atividades antrópicas, tais como esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitérios, adubos nitrogenados, resíduos de animais etc.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos dos seis pontos de coleta de água analisados no período de outubro a novembro de 2022, conclui-se que, quanto aos parâmetros amônia e nitrato, todos os pontos de coleta apresentaram valores dentro dos padrões de potabilidade exigidos, apesar que os pontos de coleta localizados no bairro João Cabral apresentaram uma concentração maior de amônia do que o esperado. Com relação às concentrações de nitrato na água do bairro Timbaúbas, observa-se um comprometimento da qualidade dessa água, dando indícios de uma contaminação remota.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALABURDA, Janete; NISHIHARA, Linda. *Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços*. *Revista de Saúde Pública*, v. 32, p. 160-165, 1998.
2. ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). 2010. *Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional*/Agência Nacional de Águas; Engecorps/ Cobrape - Brasília: ANA : Engecorps/Cobrape.
3. APHA et al., (2012) - American Public Health Association – APHA; American Water Works Association – AWWA; Water Environment Federation – WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22 ed. Washington D C, 2012.
4. ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS. Resolução da Assembleia Geral da ONU. *Resolução A/RES/64/292 de 28 de julho de 2010*. Disponível em: <https://undocs.org/Home/Mobile?FinalSymbol=A%2FRES%2F64%2F292&Language=E&DeviceType=Desktop&LangRequested=False>. Acesso em: 29/11/2022
5. BRASIL. *Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF, 1997.
6. BRASIL. *Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 24 maio 2021, Seção 1 Edição 96, P. 69. Disponível em: <https://portal.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 27 AGO 2022.
7. ESKIOCAK, Sevgi et al. The effects of taking chronic nitrate by drinking water on thyroid functions and morphology. *Clinical and experimental medicine*, v. 5, n. 2, p. 66-71, 2005.
8. FERREIRA, Alessandra Danielle; MANSKE, Caroline Hardt. *NITROGÊNIO E SUAS FRAÇÕES ANALÍTICAS*. 2022. Disponível em: <https://freitag.com.br/blog/nitrogenio-e-suas-fracoes-analiticas/>. Acesso em: 06 NOV 2022.
9. FEITOSA, F.A.C; MANOEL FILHO, J. *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. 2.ed. Fortaleza: CPRM/LABID-UFPE, 2000. 391p.
10. IBGE. *Censo demográfico 2010*. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 19 OUT 2022.
11. MOREIRA, Adolfo Átila Cabral et al. *Caracterização dos sistemas de disposição local de excretas e esgotos do município de Juazeiro do Norte-CE*. Águas Subterrâneas, 2012.
12. SÃO PAULO. Depto. de Informática do Saae de Cerquilho. Saae. *Qualidade da Água*. 2022. Disponível em: <https://www.saaec.com.br/agua/qualidade-da-agua/#:~:text=A%20qualidade%20da%20C3%A1gua%20pode,%2C%20sabor%2C%20odor%2C%20temperatura..> Acesso em: 20 SET 2022.
13. SILVA, Lindamar Bezerra da. *QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA QUE ABASTECE JUAZEIRO DO NORTE - CE: RELAÇÃO COM COBERTURA DE ESGOTO E DENSIDADE POPULACIONAL*. 2020. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2020.
14. SILVA, Salomão A.; OLIVEIRA, R. de. *Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias*. Campina Grande: DEC/CCT/UFGP, 2001.
15. VON SPERLING, M. *Estudos e Modelagem da Qualidade da Água*. 1. ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Minas Gerais: 2007. 588 p.
16. WARD, Mary H. et al. Drinking Water Nitrate and Human Health: an updated review. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, Rockville, v. 15, n. 1557, p. 3-31, 23 jul. 2018.