240 - CONTAMINAÇÃO POR NITRATO NA BATERIA DE POÇOS TUBULARES ÀS MARGENS DO RIACHO DOS MACACOS EM JUAZEIRO DO NORTE - CE

Lindamar Bezerra da Silva[(1)]
Mestranda em Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela UFCG, Campus Sumé, Empregada Pública na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, Supervisora de Produção na UN BSA. Possui graduação em Construção Civil e em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri – URCA e Especialização em Recursos Hídricos pela UFC, Especialização em Ecologia pela URCA e Especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projeto p/ Gestão Munic. de Recursos Hídricos pelo IFCE.
Cícera Cilene Bezerra Moreira[(2)]
Mestranda em Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela UFCG, Campus Sumé e Empregada Pública na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE na UN BSA.
Alyne Gessick Pinheiro da Silva Lima[(3)]
Mestranda em Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela UFCG, Campus Sumé e Empregada Pública na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE na UN BSA.
Paulo da Costa Medeiros[(4)]
Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e Professor Adjunto IV da UFCG, Campus Sumé.
Renato de Sousa Silva[(5)]
Graduação em Administração de Empresa pela Universidade do Vale do Acaraú –UVA e Empregado Público na Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, exercendo a função de Coordenador Técnico pela CAGECE na UN- BSA.

Endereço[(1)]**:** Rua Terezinha Santos Macêdo, n. 526 - José Geraldo da Cruz – Juazeiro do Norte – Ceará – CEP: 63033-270 – Brasil – Tel: +55 (88) 99618-7464 - e-mail: lindabezerrabrasiliano@cagece.com.br

RESUMO

As águas subterrâneas têm sido acometidas por efluentes agrícolas, urbanos e industriais, os quais têm contribuído para a elevação dos níveis de nitrato (NO3-) a valores não toleráveis. Foram avaliados os valores de nitrato na água de abastecimento público proveniente de 8 poços às margens do Riacho dos Macacos, no município de Juazeiro do Norte – CE, no período de 2010 – 2014(com exceção de 2012). De acordo com os dados registrados, os poços analisados apresentaram aumento considerável no teor de nitrato no primeiro semestre dos anos de 2011, 2013 e 2014. No ano de 2013, todos os poços apresentaram uma concentração acima do valor máximo permitido. Também se avaliou os teores de nitrato dos mesmos anos, tendo como período amostral o segundo semestre de cada ano, no qual se verificou a detecção dos maiores valores de nitrato. Observou-se que apenas o ano de 2010 apresentou valores de nitrato dentro do padrão de tolerância. Portanto, 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 garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

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

INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental para a manutenção de todas as formas de vida em nosso planeta. Apesar de dois terços da superfície da Terra ser coberta por água, apenas uma pequena porção dessa água é doce e não está uniformemente distribuída pela superfície do planeta, ocorrendo regiões de extrema escassez e outras com relativa abundância. No Brasil, um dos países com maior disponibilidade hídrica da Terra (13,8%), existem regiões extremamente ricas, como a Amazônica, e outras com baixa disponibilidade (ANA, 2005).

A água tem papel fundamental 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. (Tavares et al., 2009).

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. A água subterrânea, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

O crescimento natural da população e da contaminação das águas por substâncias químicas, o suprimento de água potável e de boa qualidade nas áreas mais desenvolvidas torna-se cada vez mais difícil e de maior custo o acesso a água (FILIZOLA et al., 2002).

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 seguridade (BIGUELINI; GUMY, 2012). A constante necessidade de monitoramento dessas águas veio se afirmando cada vez mais no decorrer das últimas décadas, e segundo Tucci e Cabral (2003), tal realidade está relacionada ao desenvolvimento urbano, agrícola e industrial, o qual tem produzido grandes impactos sobre os mananciais superficiais e subterrâneos. Os impactos são do tipo quantitativo, quando o rebaixamento do nível d'água dos aquíferos ocorre em face da superexploração do manancial e qualitativo quando o manancial é contaminado por poluentes. Os constituintes químicos das águas subterrâneas podem ser influenciados por vários fatores, entre os quais deposição atmosférica, processos químicos de dissolução e/ou hidrólise no aquífero e mistura com esgoto e/ou águas salinas por intrusão, fatores esses que modificam as características qualitativas e quantitativas dos mananciais subterrâneos (FREITAS; BRILHANTE; ALMEIDA, 2001).

O comprometimento da qualidade dessas águas se intensifica nas cidades densamente povoadas que fazem uso do sistema de saneamento in situ (quer por fossas sépticas ou fossas rudimentares) e são abastecidas, totais ou parcialmente, por águas subterrâneas captadas de aquíferos rasos, livres ou semiconfinados. Dentre os contaminantes presentes nesse sistema de saneamento destacam-se o nitrato (NO_3^-) e o amônio (NH4+). Além do saneamento in situ, o uso de fertilizantes agrícolas e a criação de animais constituem outras importantes fontes de nitrato e/ou amônio em água subterrânea (CABRAL, 2007). O nitrato é o poluente de ocorrência mais frequente nas águas subterrâneas, e em concentrações superiores a 10mg/L NO_3^--N, constituem importantes ameaças 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). Dessa forma, a regulação e a gestão dos impactos sobre a qualidade da água subterrânea devido a efluentes agrícolas, urbanos e industriais despejados diretamente nas águas subterrâneas consistem nos principais problemas atuais em todo o mundo. Geralmente, esses impactos ocorrem em áreas onde parte da população retira água desses mananciais subterrâneos poluídos para seu uso, gerando riscos e impactos para a saúde (TUCCI; CABRAL, 2003).

É importante enfatizar que o aumento da contaminação das águas por compostos nitrogenados vem merecendo atenção especial, uma vez que está se tornando um problema mundial, devido a sua ampla e diversificada procedência (BIGUELINI; GUMY, 2012). Dessa forma, o presente trabalho tem como 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.

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.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

O município de Juazeiro do Norte, local do presente trabalho, 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, e tem como municípios limítrofes: Norte – Caririaçu; Sul - Crato, Barbalha e Missão Velha; Leste – Missão Velha, Caririaçu; Oeste – Crato. É caracterizado ainda, por um clima tropical quente semiárido e tropical quente semiárido branco, com pluviosidade média anual de 925,1 mm (IPECE, 2011).

Ainda sobre a caracterização de Juazeiro do Norte, este se encontra inserido na Bacia Hidrográfica do Salgado e apresenta como principais drenagens o Riacho dos Macacos e o Rio Salgado. Possui como fonte hídrica direta ou indireta o manancial subterrâneo, que representa a única fonte de abastecimento d'água (FRANCA, et al. 2006). Assim, baseado na importância das águas subterrâneas para o município, foram selecionados no presente estudo 08 poços tubulares localizados às margens do Riacho dos Macacos, cuja localização geográfica se encontra detalhada na figura 01, a fim de avaliar a correlação existente entre as interferências antrópicas e a variação nos seus teores de nitrato.

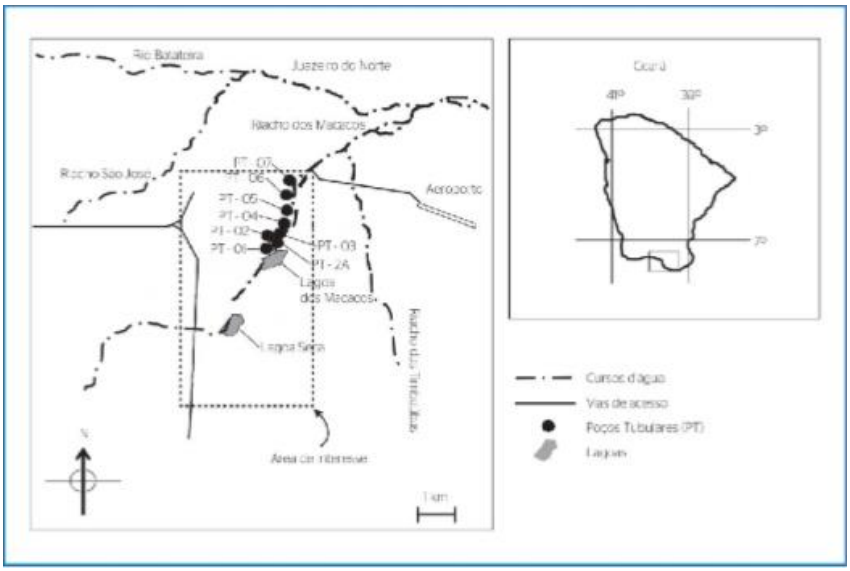


Figura 01: Disposição dos poços tubulares estudados à margem do Riacho dos Macacos – Juazeiro do Norte – CE. Fonte: Adaptado de Santos et al. (2014).

A localização geográfica (Latitude S e Longitude W) dos 08 poços tubulares analisados, bem como algumas de suas características descritivas, pode ser verificada na tabela 01.

Tabela 01: Poços tubulares utilizados na amostragem, sua localização no município e demais características.

DESCRIÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	PROFUNDIDADE (m)	VAZÃO (m³/s)	INÍCIO DE OPERAÇÃO
PT 01	Latitude – 07°13'49'' Longitude–39°18'27''	160 m	0,0280m³/s	11/07/76
PT 02	Latitude – 07°13'41'' Longitude–39°18'28''	150 m	0,0280m³/s	23/08/76
PT 2A	Latitude – 07°13'39'' Longitude-39°18'30''	80 m	0,0083 m³/s	1976
PT 03	Latitude – 07°13'33'' Longitude–39°18'02''	248 m	0,0420m³/s	18/06/76
PT 04	Latitude – 07°13'24'' Longitude–39°18'01''	152 m	0,0420m³/s	27/06/76
PT 05	Latitude – 07°13'12'' Longitude–39°18'17''	194 m	0,0420m³/s	01/08/76
PT 06	Latitude – 07°13'02'' Longitude–39°18'21''	196 m	0,0250m³/s	12/05/76
PT 07	Latitude – 07°12'48'' Longitude–39°18'19''	130 m	0,0420m³/s	18/09/76

A exploração dos aquíferos na Bacia do Cariri é intensa, e esta se dá por meio de poços que geralmente são dispostos em baterias, especialmente ao longo das zonas aluviais dos rios – Rio da Batateira (em Crato), Riacho dos Macacos (em Juazeiro do Norte), Rio Salamanca (em Barbalha) e Riacho dos Porcos (em Milagres) (SANTIAGO, 1997).

Grande parte da área urbana de Juazeiro do Norte é abastecida por águas subterrâneas provenientes de poços (MENDONÇA et al. 2005). E há muitos anos, a prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município é realizada pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, sendo que a água captada para esse fim, e que é proveniente do manancial subterrâneo, atualmente, é obtida através de uma bateria de 47 poços tubulares, dentre os quais estão os 8 poços distribuídos à margem do Riacho dos Macacos, cuja disposição pontual pode ser vista na figura 02.



Figura 02: Vista satélite da disposição pontual dos 8 poços tubulares (PT) ao longo do curso do Riacho dos Macacos – Juazeiro do Norte/CE.

Alguns desses poços encontram-se implantados às margens do Riacho dos Macacos, e segundo Santos et al. (2014), constituem uma bateria que totaliza 17 poços tubulares. A produção máxima atual dessa bateria é de 2.592 m3.h−1 com os poços bombeando 24 hd−1. Os filtros dos poços penetram somente o aquífero Rio da Batateira e o poço mais profundo (PT-06) possui 200 m de profundidade.

Com a perfuração indiscriminada de poços, a insipiente cobertura de saneamento básico, bem como atividades agrícolas que se utilizam de diversos produtos químicos para otimizar a produção e combater insetos nas plantações, também o crescimento industrial acentuado dos mais variados setores de produção, como têxtil, couro e galvanoplastia, vem comprometendo às principais drenagens da cidade (Riacho dos macacos e Rio salgado) e consequentemente comprometendo também a qualidade das águas subterrâneas que abastecem não só o município de Juazeiro do Norte, mas também as cidades do entorno (BEZERRA et al., 2012).

Amostragem e procedimentos analíticos

Para condução do presente estudo foram utilizados resultados de análises de água em 08 poços tubulares de abastecimento público do município de Juazeiro do Norte - CE, as quais realizadas e disponibilizadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, totalizando 08 amostras. A periodicidade das coletas foi semestral e correspondem aos anos de 2010 (janeiro e julho), 2011 (janeiro e novembro), 2013 e 2014 (maio e novembro). Dessa forma, contemplou-se uma amostragem para cada um dos períodos, chuvoso e seco. As análises desse estudo não fazem referência ao ano de 2012, uma vez que as amostras coletadas nesse período foram obtidas após as águas se misturarem, não tendo dessa forma, validade para esse trabalho.

De acordo com a FUNCEME (2014), a estação chuvosa no estado do Ceará é compreendida de dezembro a maio, sendo dividida em dois períodos: pré-chuvoso (dezembro e janeiro) e chuvoso (fevereiro a maio), totalizando seis meses de duração. A estação seca envolve o período de junho a novembro.

Para determinação dos teores de Nitrato, as análises foram realizadas de acordo com o Procedimento Operacional Padrão – POP, no Laboratório Regional em Juazeiro do Norte e Laboratório Central em Fortaleza, ambos da CAGECE, com observância às recomendações do Standard Methods - APHA, 2005. Para quantificação do analítico, utilizou-se os métodos da Brucina e da Coluna Redutora de Cádmio. Para avaliar se o resultado analítico indicava contaminação, comparou-se com os padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação PRC n. 05/2017, anexo XX do Ministério da Saúde, que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e dá outras providências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados registrados, os poços analisados apresentaram um aumento considerável no teor de nitrato no primeiro semestre dos anos de 2011, 2013 e 2014, sendo que no ano de 2013, todos os poços apresentaram uma concentração acima do valor máximo permitido pela legislação vigente, que é de 10 mg/L. Já nos anos 2011 e 2014, 50% e 66,7% dos poços analisados também demonstraram teores fora do padrão previsto, respectivamente (tabela 02). Segundo Schafran e Driscoll (1987), uma elevada concentração de nitrato, junto a um alto teor de cloreto, em águas subterrâneas, nos leva a uma forte indicação de poluição de águas subterrâneas por águas residuárias domésticas. Já segundo Foster e Gomes (1989), nitratos podem ser resultantes da degradação por microrganismos de substâncias orgânicas nitrogenadas. Pode-se observar ainda na tabela 02, que em relação aos dados do ano de 2014, apenas dois pontos de coleta (PT 01 e PT 07), apresentaram teores de nitrato abaixo do valor máximo permitido pela legislação, mostrando que apenas 33,3% destas amostras estão dentro do padrão de potabilidade para nitrato. Isto reforça a necessidade de monitoramento destas águas e a necessidade de criação de mecanismos de controle.

De acordo com a Portaria de Consolidação PRC n. 05/2017, anexo XX do Ministério da Saúde-MS, a água destinada ao abastecimento humano com relação aos teores de nitrato deve obedecer ao VMP de 10mg N-NO3/L. As variações encontradas quanto aos teores de nitrato registrados no primeiro semestre do quadriênio 2010 – 2014 (com exceção de 2012), podem ser mais bem acompanhadas na figura 03. A qualidade da água é definida em função de valores máximos permitidos (VMP) para variáveis físicas, químicas e biológicas. A classificação dos corpos d'água é estabelecida a partir da Resolução CONAMA Nº 357 de 15 de março 2005, que enquadra as águas em nove classes através de condições indispensáveis, visando os diferentes usos e equilíbrio ecológico dos corpos d'água. A água para consumo humano deve se ajustar a padrões adequados de potabilidade segundo as normas do Ministério da Saúde e da Organização Mundial de Saúde. A Portaria do Ministério da Saúde PRC n. 05/2017, anexo XX, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como o seu padrão de potabilidade.

Dessa forma, as análises físico-químicas permitem a avaliação da potabilidade da água, a partir da comparação com os padrões aceitáveis de acordo com a portaria vigente.

Tabela 02: Valores para o teor de nitrato registrado nas amostras coletadas nos 08 (oito) poços estudados no primeiro semestre do quadriênio analisado. Fonte: CAGECE

AMOSTRAS	TEORES DE NITRATO (mg de $N\text{-}NO_3^-$/L)			
	01/2010	01/2011	05/2013	05/2014
PT 01	1,67	-	21,66	8,60
PT 02	8,05	26,16	20,98	17,88
PT 2A	5,83	7,07	-	-
PT 03	5,90	10,64	14,68	12,77
PT 04	4,38	-	16,41	11,24
PT 05	-	6,72	-	-
PT 06	0,84	10,22	14,58	11,98
PT 07	1,41	4,75	-	9,30

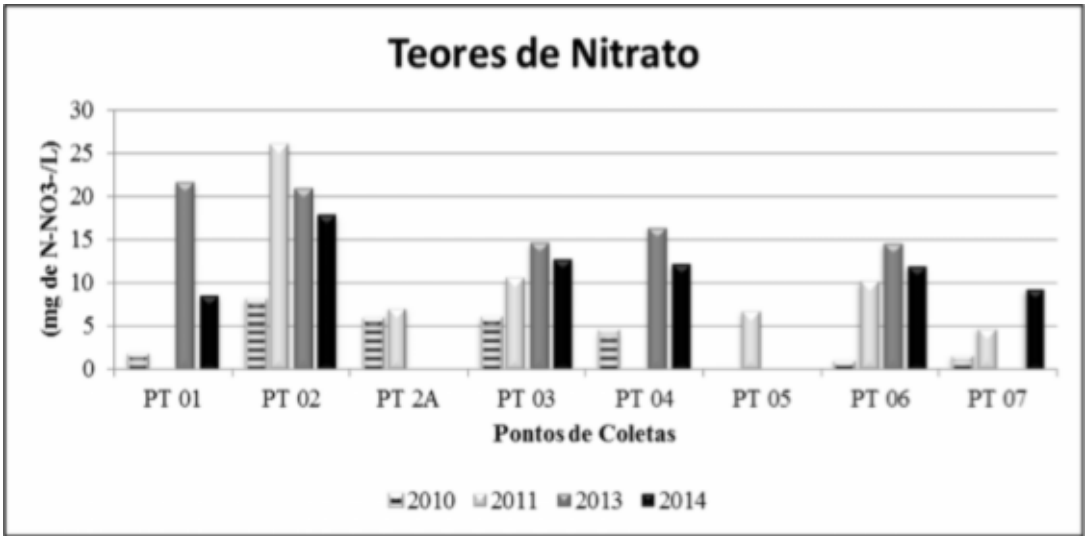


Figura 03: Representação da variação dos teores de nitrato nos diferentes poços analisados, com referência ao primeiro semestre dos anos amostrados. Fonte: CAGECE.

O contaminante inorgânico de maior preocupação em águas subterrâneas é o íon nitrato, NO3-, que normalmente ocorre em aquíferos de zonas rurais e suburbanas. O nitrato em águas subterrâneas origina-se principalmente de quatro fontes: aplicação de fertilizantes com nitrogênio, bem como inorgânicos e de esterco animal, em plantações; cultivo do solo; esgoto humano depositado em sistemas sépticos e deposição atmosférica (BAIRD; CANN, 2011). Outras fontes para o adicionamento de nitrato nas águas subterrâneas são: lixiviação de áreas agrícolas e lixões (FRANCA, 2006). Não somente locais com alto aporte de nitrogênio, mas também solos bem drenados e áreas com pouca vegetação constituem maiores riscos de contaminação por nitrato (BAIRD, 2002).

De acordo com Biguelini e Gumy (2012), a contaminação ambiental pelo nitrato é resultado da sua lixiviação em solos, derivada do uso de fertilizantes, e também dos efluentes urbanos, que podem contribuir com até 40% dos nitratos presentes em águas superficiais. Em águas subterrâneas o nitrato indica que há fonte de contaminação por esgoto doméstico (fossas), lixo, fertilizantes agrícolas, agrotóxicos e efluentes ou resíduos industriais e ainda a sua presença em águas destinadas ao consumo humano pode causar uma doença chamada de metahemoglobinemia em crianças (CETESB, 1998).

Essas águas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10 mg/L, porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1.000 mg/L (BAIRD, 2002). As altas concentrações de nitrato podem acarretar graves consequências à saúde. No organismo humano o nitrato se converte em nitrito combinando-se com a hemoglobina para formar a metahemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio no sangue (SILVA; ARAUJO, 2003; BAIRD, 2002). Corroborando com estes fatos, em 1992, foi relatado mais de 2.000 casos de metahemoglobina, descritos em meados da década de 70, quando 8% dos casos foram fatais (PACKHAM, 1992). O nitrato possui ação na síntese de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago humano, substâncias conhecidas como carcinogênicas (FEITOSA; FILHO 1997). Ocorre um aumento no risco de aparecimento de linfomas em pessoas que ingerem, em longo prazo, água com até 4 ppm (partes por milhão) de nitrato. Patologias relacionadas ao nitrato quando, em estudos realizados na Austrália e Canadá, constataram aumento significante de malformação congênita (BAIRD, 2002).

Também se avaliou os teores de nitrato dos mesmos anos, 2010 – 2014 (com exceção de 2012), tendo como período amostral o segundo semestre de cada ano, cujos valores registrados podem ser vistos na tabela 03, na qual se verifica a detecção dos maiores valores de nitrato. De acordo com essa tabela, observou-se que apenas o ano de 2010 apresentou valores de nitrato dentro do padrão de tolerância. No ano de 2011, 62,5% das amostras ultrapassaram o limite tolerável de nitrato e 37,5% (PT 04, PT 05, PT 07) das amostras apresentaram teores de nitrato dentro da normalidade. As coletas referentes ao ano de 2013 apresentaram 85,72% das amostras com níveis acima do tolerado e apenas 14,28% (PT 04) dentro do limite aceitável. Para o ano de 2014 apenas duas amostras 33,3% (PT 01 e PT 02) apresentaram seus teores dentro do limite aceitável e 66,7% com limites acima do aceitável. Considerando o nível máximo de nitrato permitido pela legislação (10mg N-NO3-/L), verifica-se um quadro de contaminação provocada por esgotos domésticos. A maior concentração de nitrato no Riacho dos Macacos ocorreu durante o período do segundo semestre de 2013, atingindo 55,78 mg N-NO3-/L (PT 2A).

As variações encontradas quanto aos teores de nitrato registrados no segundo semestre do quadriênio 2010 – 2014 (com exceção de 2012), podem ser mais bem acompanhadas na figura 04, na qual ficaram evidenciados os altos valores detectados para o poço - PT 2A, fato que resultou na sua desativação em dezembro de 2013 pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Em trabalho realizado por Bezerra et al. (2012), com amostragem de águas da bateria de poços localizados às margens do Riacho dos Macacos, estes demonstraram que em 57,14% das amostras, os níveis de nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) estavam acima do valor permitido. Santos et al. (2014), em estudo também envolvendo a bateria de poços de Juazeiro do Norte/CE, 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 explotam através de poços mais rasos, à calamidade sanitária. Para Nugent et al. (2001), a elevação dos teores de nitrato na água é indicativo de risco potencial para a presença de outras substâncias indesejáveis, tais como muitas moléculas sintéticas de defensivos agrícolas que possivelmente comportam-se de forma análoga ao nitrato.

Em relação aos teores de nitrato em águas de abastecimento, BRASIL (2002), ressalta a importância de se trabalhar com a conscientização a respeito deste recurso natural, evidenciando que, sem efetivas mudanças comportamentais da sociedade, e sem a aplicação concreta da legislação e diretrizes de proteção ambiental, dentro de poucas décadas a população estará sujeita a um verdadeiro colapso quanto à disponibilidade de água, o que poderá colocar em perigo até mesmo a sobrevivência da humanidade.

Tabela 03: Valores para o teor de nitrato registrado nas amostras coletadas nos 08 (oito) poços estudados no segundo semestre do quadriênio analisado. Fonte: CAGECE.

AMOSTRAS	TEORES DE NITRATO (mg de $N\text{-}NO_3^-$/L)			
	07/2010	11/2011	11/2013	11/2014
PT 01	3,00	10,02	10,09	8,15
PT 02	5,94	10,06	22,96	8,05
PT 2A	7,38	46,40	55,78	-
PT 03	3,88	13,32	14,95	13,75
PT 04	-	8,68	8,11	12,45
PT 05	3,94	3,45	-	-
PT 06	9,35	20,14	15,38	13,85
PT 07	2,40	7,09	11,85	11,05



Figura 04: Representação da variação dos teores de nitrato nos diferentes poços analisados, com referência ao segundo semestre dos anos amostrados.

Neste panorama, em trabalho analisando os índices de nitrato em água subterrâneas de poços profundos na região Sudoeste do Paraná, Biguelini e Gumy (2012), relatam que se o risco não for eliminado com certa antecedência, poderá haver a perda completa do manancial e, conforme o caso, dos mananciais vizinhos também. Assim, salienta-se a importância e a necessidade de um monitoramento contínuo bacteriológico e físico-químico, das fontes de água subterrânea. Levantamentos das prováveis fontes de nitratos mostraram que apenas águas residuárias, oriundas da fuga da rede de esgotos sanitários, se relacionam ao contaminante. Em decorrência da maior concentração humana e em razão de um descompasso entre aumento de densidade populacional e a modernização da rede de esgotos, a sobrecarga determina fugas cada vez maiores de águas residuárias, ricas em matéria orgânica nitrogenada da rede de esgotos, permitindo a produção de nitratos na zona insaturada. Sendo solúveis e estáveis, esses nitratos misturam-se à água subterrânea bombeada pelos poços (AYACH, 2007).

CONCLUSÃO

O Brasil possui grandes potenciais de águas subterrâneas, seja como potencial localizado na forma de umidade do solo que suporta uma exuberante biodiversidade, seja como água que flui no subsolo. A produção potencial de biomassa natural ou cultivada do nosso solo pode atingir níveis superiores a 40 ton/hectare/ano. As reservas de água subterrânea móveis são estimadas em 112 mil km³, sendo que cerca de 5 mil m³/hab/ano poderiam ser extraídos de forma racional. Não obstante, a sociedade brasileira exibe um caótico quadro sanitário, sobretudo vexatório nas áreas urbanas onde já vive mais de 75% da nossa população atual. Na realidade, temos crise da saúde, educação, habitação, transporte, administração, entre outras. Todas essas situações são atribuídas a falta de “vontade política”. Entretanto, salvo melhor juízo, a conclusão é de que estes problemas resultam, basicamente, de “vontade política” que favorece, desde os primórdios do período colonial, o interesse de uns poucos, em detrimento das necessidades básicas da coletividade.

É preciso entender que no paradigma da globalização econômico-financeira, como fator competitivo dos mercados, as águas subterrâneas representam um insumo econômico mais importante do que o petróleo, na medida em que a água é um recurso insubstituível.

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 de Consolidação PRC n. 05/2017, anexo XX do Ministério da Saúde para água tratada. Durante a realização desse trabalho pode se observar um volume grande de esgoto lançado in natura no riacho dos Macacos e uma quantidade de lixo exposto às margens e no corpo do riacho. Devido à presença de efluentes, o leito do rio vem sofrendo alterações diversas, comprometendo a sua drenagem natural, bem como a qualidade da água extraída dos poços subterrâneos que ali existem.

Há necessidade de reforço e ampliação da rede de coleta de esgotos e, maior eficiência na remoção dos efluentes para áreas de tratamento. Existe ainda a necessidade de 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, a elevação do nível de esgotamento sanitário é fundamental na prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte na garantia da potabilidade das águas subterrâneas. Portanto, devem ser tomadas precauções para evitar o despejo de esgoto e lixo na área, uma vez que é preocupante a vulnerabilidade da bateria de poços às contaminações oriundas do Riacho dos Macacos por matérias de diversas naturezas, incluído os riscos daquelas de efeitos tóxicos.

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.

AGRADECIMENTOS:

Ao programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos – ProfÁgua, projeto CAPES/ANA AUXOE n^{0} 2717/2015. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Agência Nacional de Águas (ANA).

REFERÊNCIAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: ANA, 2005. 123 p.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington: APHA, 2005.
3. AYACH, L. R.; PINTO, A. L.; CAPPI, N. Concentrações de nitrato nas águas freáticas da cidade de Anastácio (MS) e suas implicações ambientais. Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 2, n. 2. p. 4., 2007.
4. BAIRD, C. Química Ambiental. 2ª ed. Porto Alegre: Bockman, 2002. 621 p.
5. BAIRD, C., CANN, M. Química Ambiental. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844 p.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água pelo nitrato. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 29p.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação PRC n. 05/2017, anexo XX. 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, 2011.
11. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
12. CABRAL, N. M. T. Teores de nitrato (NO3-) e amônio (NH4+) nas águas do aquífero Barreiras nos bairros do reduto, Nazaré e Umarizal – Belém/PA. Química Nova, v. 30, n. 8, p. 1804-1808, 2007.
13. CEARÁ. Perfil Básico municipal 2011 – Juazeiro do Norte, CE. IPECE: 2011, 18 p.
14. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo – 1997. São Paulo: CETESB, 1998. 106 p. (Série Relatórios).
15. FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M. Hidrogeologia - conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID/UFPE, 1997. 412 p.
16. FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; SANS, L. M. A.; GOMES, M. A. F.; FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação de risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.5, p.659-667, 2002.
17. FOSTER, S.; GOMES, D. C. Monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas: una evaluación de métodos e costos. Lima, Perú: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente – CEPIS, 1989. 111 p.
18. FRANCA, R. M.; FRISCHKORN, H.; SANTOS, M. R. P.; MENDONÇA, L. A. R.; BESERRA, M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte – CE. Revista Engenharia Sanitária, v. 11, n. 1, p. 92-102, 2006.
19. FREITAS, M. B., BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de águas para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para Coliformes fecais, Nitrato e Alumínio. Caderno de Saúde Pública, v. 17, n.3, p. 651-660, 2001.
20. FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em <http://www.funceme.br/index.php/perguntas-frequentes> Acesso: 10 de dezembro/ 2014.
21. MENDONÇA, L. A. R.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. F.; MENDES FILHO, J. Isotope measurements and ground water flow modeling using MODFLOW for understanding environmental changes caused by a well field in semiarid Brazil. Environmental Geology, v. 47, n. 8, p. 1045-1053, 2005.
22. NUGENT, M.; KAMRIM, M. A.; WOLFSON, L.; D'ITRI, F. M. Nitrate: a drinking water concern. Michigan State University Extension Service, Extension Bulletin WQ-19, 2001.
23. PACKHAM R. F. Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogen compounds in drinking water. Water Supply, v. 10, n. 3, p. 1-6, 1992.
24. SANTIAGO, M. F.; SILVA, C. M. S. V.; MENDES FILHO, J.; FRISCHKORN, H. Characterization of groundwater in the Cariri (Ceará, Brazil) by environmental isotopes and electric conductivity. Radiocarbon, v. 39, n. 1, p. 49-59, 1997.

25. 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.
26. SCHAFRAN, G. C, DRISCOLL, C. T. Groundwater inputs of inorganic nitrogen to an acidic lake. In: American Water Resources Association Symposium: Monitoring, Modeling and Mediating Water Quality. Anais… Syracuse, NY, 1987.
27. SILVA, R. C. A.; ARAUJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Rev. Ciência & Saúde Coletiva, v. 8, n. 4, p.1019-1028, 2003.
28. TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H.; COSTA, C. T. F.; SILVEIRA, J. G. P.; ALMEIDA JUNIOR, F. J. B. Mapeamento da vunerabilidade 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.
29. TUCCI, C. E. M.; CABRAL, J. Qualidade da Água Subterrânea. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2003. 53 p.
30. 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, 2000.1. ABES – RS - Avaliação da qualidade da água de lavagem de filtros e de Decantadores da Estação de Tratamento de Água Bom Jardim em Uberlândia. Disponível em: www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id876.pdf . Acessado em 23 de março 2013.