

ANÁLISE DOS NÍVEIS DE NITRATO NAS ÁGUAS URBANAS DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE/RN ENTRE 2016 E 2019

Felipe Justino Maia de Lima¹

Adriano Lima Troleis²

Resumo

Objetivo: avaliar a influência do processo de urbanização espontâneo na concentração de Nitrato (NO_3^-) nas águas distribuídas para consumo humano das áreas urbanas do município de São Gonçalo do Amarante/RN. Métodos: revisão bibliográfica, análise, sistematização e espacialização dos dados referentes ao parâmetro NO_3^- obtidos através do monitoramento contínuo de qualidade de água realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Gonçalo do Amarante (SAAE) entre 2016 e 2019. Resultado: o exame do parâmetro NO_3^- indica a presença de contaminação de origem orgânica, em diferentes níveis, em todos os 35 pontos analisados na área de estudo. Conclusões: a contaminação por NO_3^- é presente na área de estudo indica a necessidade de intervenção devido às águas captadas serem destinadas ao consumo humano e a sua contaminação pode trazer sérios riscos à saúde da população.

Palavras-chave: qualidade das águas; urbanização; nitrato (NO_3^-).

ANALYSIS OF NITRATE LEVELS IN URBAN WATERS OF SÃO GONÇALO DO AMARANTE/RN BETWEEN 2016 AND 2019

Abstract

Objective: to evaluate the influence of the spontaneous urbanization process on the concentration of Nitrate (NO_3^-) in water distributed for human consumption in urban areas of the municipality of São Gonçalo do Amarante/RN. Methods: bibliographic review, analysis, systematization and spatialization of data referring to the NO_3^- parameter - obtained through continuous monitoring of water quality carried out by the Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Gonçalo do Amarante (SAAE) between 2016 and 2019. Result: the examination of the NO_3^- parameter indicates the presence of contamination of organic origin, at different levels, in all 35 analyzed points in the study area. Conclusions: NO_3^- contamination is present in the study area, indicating the need for intervention collected is intended for human consumption and its contamination can bring serious risks to the health of the population.

Key-words: water quality; urbanization; nitrate (NO_3^-).

¹Mestre em Geografia pelo Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN bolsista CNPq. E-mail: felipejustino@gmail.com

²Professor associado do Departamento de Geografia e docente permanente do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN. E-mail: adrianotroleis@gmail.com

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE NITRATOS EN LAS AGUAS URBANAS DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE/RN ENTRE 2016 Y 2019

Resumen

Objetivo: evaluar la influencia del proceso de urbanización espontánea en la concentración de Nitrato (NO_3^-) en el agua distribuida para consumo humano en áreas urbanas del municipio de São Gonçalo do Amarante/RN. **Métodos:** revisión bibliográfica, análisis, sistematización y espacialización de datos referentes al parámetro NO_3^- obtenidos a través del monitoreo continuo de la calidad del agua realizado por el Servicio Autónomo de Agua y Alcantarillado de São Gonçalo do Amarante (SAAE) entre 2016 y 2019. **Resultado:** el examen del parámetro NO_3^- indica la presencia de contaminación de origen orgánico, en diferentes niveles, en los 35 puntos analizados en el área de estudio. **Conclusiones:** La contaminación por NO_3^- está presente en la zona de estudio, lo que indica la necesidad de intervención debido a que el agua captada se destina al consumo humano y su contaminación puede traer serios riesgos para la salud de la población.

Palabras clave: calidad del agua; urbanización; nitrato (NO_3^-).

INTRODUÇÃO

O presente estudo avalia os níveis de NO_3^- presentes nas águas urbanas do município de São Gonçalo do Amarante/RN (SGA) e a influência que o processo de urbanização espontâneo exerce sobre a qualidade das águas distribuídas para consumo humano na sua área urbana, buscando a indicação do grau de poluição e dos potenciais agentes poluidores. Além de auxiliar na tomada de decisões da administração municipal e do órgão responsável pela captação, tratamento e distribuição dos recursos hídricos, com o intuito de diminuir os danos ambientais e a saúde potencialmente causados para as atuais e futuras gerações.

A potabilidade da água para consumo humano é uma exigência mundial, a Organização Mundial de Saúde (OMS), bem como entidades ligadas ao monitoramento e proteção ambiental manifestam significativa preocupação com a qualidade das águas distribuídas à população. Com base nos direcionamentos dessas instituições, foram estabelecidos padrões de qualidade para que as águas destinadas ao consumo humano possam ser consideradas potáveis. (MPRN, 2007)

No Brasil estes padrões encontram-se na Portaria do Ministério da Saúde (MS) n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que normatiza os padrões de qualidade de água para o consumo humano e na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 396 de 07 de abril de 2008 que dispõe sobre a classificação das águas subterrâneas de acordo com os seus usos. Devido a relevância apresentada e as características da fonte de captação das águas que abastecem o município de SGA serem os aquíferos subterrâneos, essas normativas foram selecionadas para subsidiar as análises realizadas neste estudo.

As questões relativas à qualidade da água distribuída à população mostram-se relevantes na região, tendo em vista a situação vivenciada pelo município do Natal, cidade vizinha a SGA onde segundo dados da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) em 2017, cerca de 40% dos poços de captação responsáveis pelo abastecimento de água da cidade foram desativados por apresentarem contaminação, principalmente por NO_3^- , com valores identificados acima do tolerado pela legislação vigente. A presença de NO_3^- na água está frequentemente associada à poluição de origem antrópica, sobretudo em áreas urbanas.

Nesse contexto, a área urbana do município de SGA denota atualmente uma evidente ampliação em seu espaço urbano, aumentando a pressão pela disponibilidade e qualidade de água, além de contribuir com o incremento de uma maior carga de efluentes no sistema hídrico no município. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2018 SGA contava com uma rede de esgotamento sanitário de apenas 102 km contando com 7.278 ligações ao sistema que coletavam um volume 1.823,6 m³/ano de efluentes líquidos que foram totalmente tratados, esse sistema atende a uma população de 31.127 habitantes cerca de 30% da população do município.

O abastecimento de água no município é realizado exclusivamente por meio da captação de água em poços subterrâneos e o tratamento é realizado com a adição de Cloro (Cl) diretamente no poço. O exame do NO_3^- nas águas urbanas de SGA indicou a presença deste poluente em todos os 35 locais de monitoramento entre 2016 e 2019 evidenciando a poluição de origem antrópica no aquífero subterrâneo. A ingestão de água com concentrações superiores a 10mg/l como estabelecido nas legislações está relacionada à ocorrência de doenças em humanos, entre as mais comuns estão a metehemoglobinemia, conhecida como “síndrome do bebê azul” e alguns tipos de cânceres. (BRASIL, 2008; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011) .

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo se baseia na análise dialética entre a sociedade dentro da perspectiva da Geografia Socioambiental (MENDONÇA, 1993, 2001). Entendendo a cidade como palco da relação entre a sociedade e a natureza (CORRÊA, 1989), avaliou-se os elementos antrópicos presentes no espaço a partir das categorias: Forma, Função, Estrutura e Processo, propostas por (SANTOS, 2012).

Fez-se a revisão sistemática da literatura acadêmica somada ao levantamento de dados que teve como subsídio principal o banco de informações do monitoramento de qualidade das águas realizado pelo SAAE, os dados sobre saneamento básico disponibilizados na plataforma do SNIS.

Os dados de qualidade das águas do município compõem o banco de informações disponibilizado pelo SAAE, neste monitoramento foram selecionados pontos de interesse no território do município, principalmente locais com maior concentração de pessoas, como escolas e postos de saúde. Diante disto, foram selecionados 35 pontos inseridos na área de estudo, com a qualificação do parâmetro NO_3^- , escolhidos considerando a maior frequência de coleta dos dados durante o período em análise na pesquisa.

As etapas metodológicas de tabulação, classificação e interpretação dos dados obtidos foram desenvolvidas no software Microsoft Office Excel versão 16.0/2019. Como forma de auxiliar a interpretação das informações elaborou-se gráficos, quadros e tabelas neste mesmo *software*.

Os procedimentos utilizados para a confecção dos produtos cartográficos deste estudo atenderam as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e foram desenvolvidos com auxílio de *softwares* de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e geoprocessamento ArcGIS versão 10.3, tendo as bases de dados oficiais vetoriais e *raster*.

Para definição dos limites da área de estudo utilizou-se como fonte de informações os arquivos vetoriais disponibilizados pelo IBGE com a divisão política dos estados brasileiros, os dados da SEMURB foram utilizados para identificação dos limites territoriais do município de SGA.

Para delimitação dos limites urbanos da área de estudo fez-se uso dos dados dos limites dos setores censitários urbanos do último censo demográfico do IBGE, a partir desse primeiro esboço realizou-se o georreferenciamento supervisionado da imagem de satélite disponibilizada pelo *Google Earth* com resolução espacial de 15m, em escala de 1:20.000, onde verificou-se no território as áreas com maior adensamento urbano, com isso delimitou-se área de estudo em questão.

A identificação e mapeamento dos pontos de monitoramento de qualidade de água e das unidades foram realizados através da busca dos endereços disponibilizados pelo SAAE e pela Vigilância Ambiental do município no *Google Earth*, quando necessário para melhor identificação do local utilizou-se a função *Street View* facilitando a identificação dos locais com a visão de terreno.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

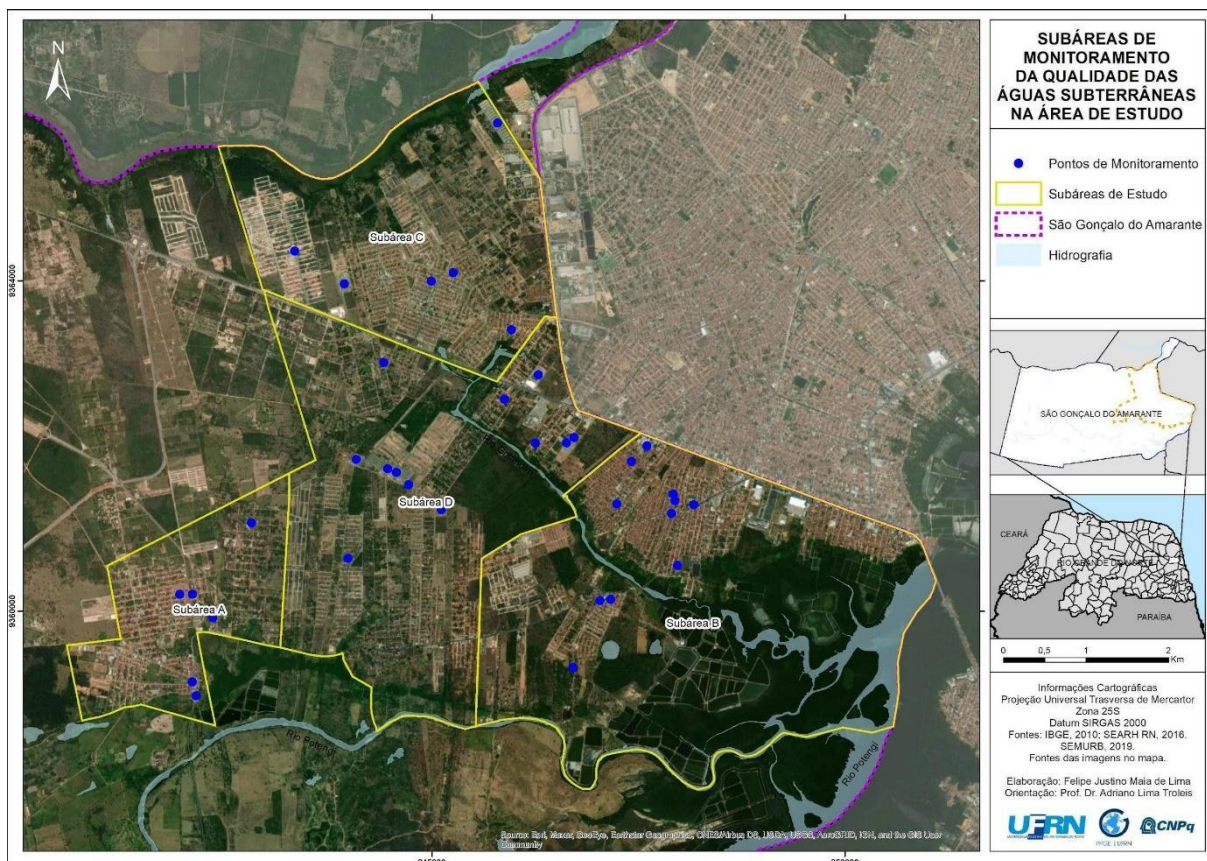
O município de SGA apresenta uma área territorial de 249,8 km², inserida na Região Metropolitana de Natal (RMN), em um espaço conurbado com a cidade de Natal capital do Estado do RN, limitando-se com as cidades de Natal a leste, Macaíba a sul, Ceará-Mirim e Extremoz a norte e Ielmo Marinho a oeste. Do ponto de vista regional o município insere-se nas Regiões Geográficas Imediata e Intermediária do Município de Natal e apresenta segundo dados do IBGE uma população estimada para 2018 com cerca de 101.102 habitantes sendo o quarto município mais populoso do Rio Grande do Norte. (SÃO GONÇALO DO AMARANTE, 2019; IBGE, 2010, 2017, 2018)

Situado em zona de baixas latitudes, em uma faixa de clima tropical que apresenta temperaturas elevadas o ano todo, além de baixa amplitude térmica, com média anual de 27 °C. As precipitações têm médias 1.500 mm, concentradas entre os meses de abril e junho onde variam entre 200mm e 300mm, já no período de menor precipitação que estende-se entre setembro e fevereiro as médias atingem níveis inferiores a 50 mm. (SEMARH, 2008; INMET, 2010; 2015, 2019; SANTOS E MEDEIROS, 2015; EMPARN, 2019)

A área de estudo (Figura 1) possui 42,3 km², 17% da superfície territorial do município. Apresenta um relevo pouco acidentado, a uma elevação média de 10 m de altitude, predominando em sua área territorial as planícies fluviais, formadas por terrenos planos e rebaixados compostos por argilas com coloração amarela e vermelha, divididas entre:

Neossolos (09%), Argissolos (22%), Gleissolos (21%) e áreas antropizadas. Nessas formações estão presentes sedimentos costeiros, sobretudo próximo às várzeas do Rio Potengi e nos terraços de tabuleiros com embasamento no Grupo Barreiras. (CPRM, 2015)

Figura 1. Localização das subáreas de estudo e dos pontos do monitoramento



Fonte: Autor, 2022.

Como estratégia para interpretação da espacialidade e a intensidade do fenômeno estudado, selecionou-se quatro subáreas de interesse para realização do monitoramento de qualidade de água descrito anteriormente, demarcadas a partir dos limites territoriais dos bairros e seguindo os seguintes critérios.

A Subárea A compreende a área urbana de ocupação mais antiga no município de SGA, com uma urbanização que se desenvolveu desde o início do século XX, apresenta características de consolidação urbana, com ruas pavimentadas, coleta de lixo e distribuição de água encanada. Esta área enfrenta problemas relacionados à qualidade da água e a coleta e tratamento de esgoto, sendo comum o uso de fossas rudimentares. A análise dessa área buscou identificar a influência

temporal na acumulação e propagação dos poluentes nos aquíferos decorrente dos problemas identificados.

A Subárea B por sua vez abrange a porção mais a leste do município, área limítrofe com o município de Natal, de onde deriva o seu processo de urbanização, expandindo-se a partir do aglomerado urbano da capital do estado. Esta área é formada por bairros originados, sobretudo, entre as décadas de 1980 e 1990, que contam com infraestrutura de ruas calçadas, coleta e tratamento de lixo, distribuição de água encanada e pequenos trechos com coleta e tratamento de esgoto disponível.

A Subárea C, no entanto, trata-se de um espaço com ocupação urbana que se intensificou nos últimos anos do século XX em momento anterior ao observado na subárea D. Exibe maior consolidação e se desenvolveu em um momento de adequação da legislação urbanística da cidade. A maior parte de suas ruas são pavimentadas, conta com sistema de distribuição de água, porém pode-se observar algumas áreas onde as infraestruturas urbanas não estão presentes como ausência de pavimentação e áreas com menor adensamento urbano, as residências geralmente contam com sistema individual de coleta de esgoto sendo comum o uso de fossas sépticas.

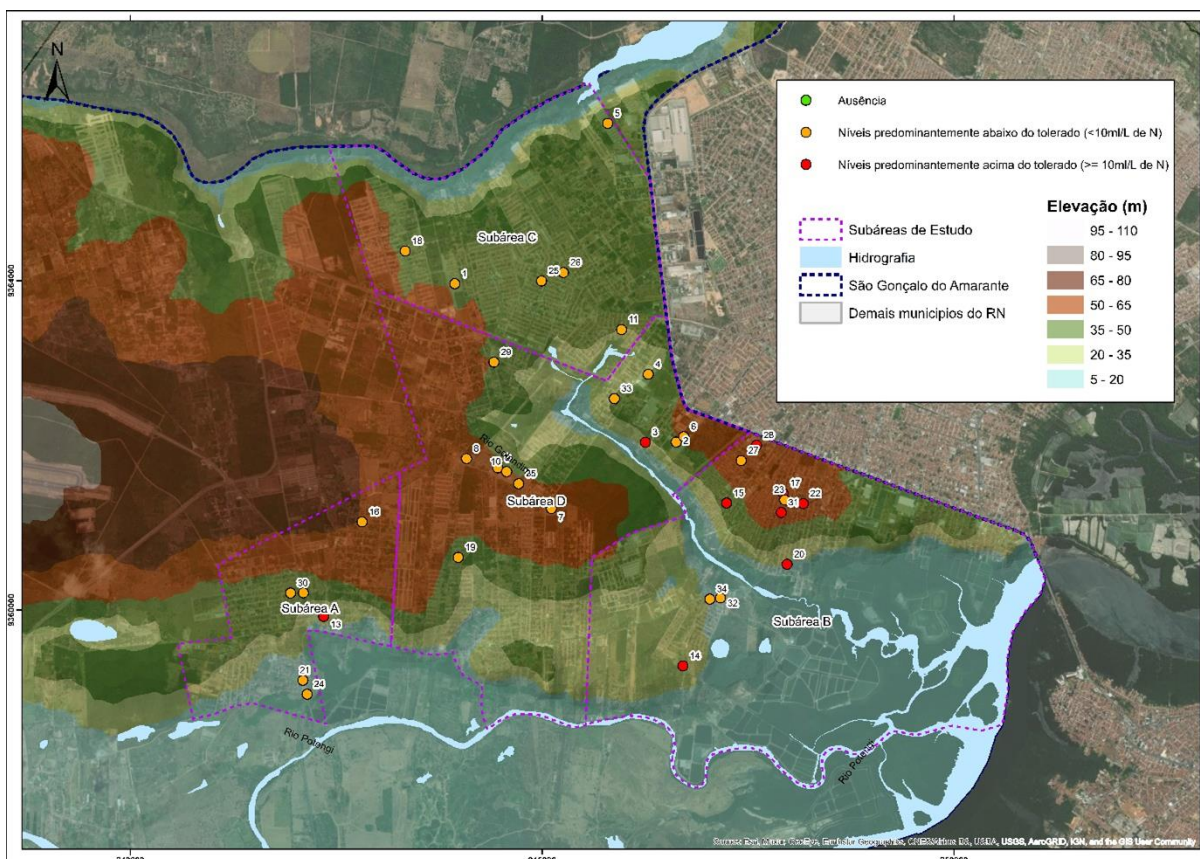
A Subárea D compreende uma área em processo de urbanização acelerado, com implementação de novos bairros e conjuntos habitacionais intensificados pelas políticas habitacionais do Governo Federal, com empreendimentos imobiliários que fazem uso de normativa urbanística e ambiental atualizada. Essa área conta com a maior parte das ruas pavimentadas e com distribuição de água encanada, porém é possível verificar algumas áreas menos adensadas que não recebem esses serviços, o sistema de coleta e tratamento de esgoto não é disponível, sendo comum a utilização de fossas sépticas e rudimentares.

COMPORTAMENTO DOS NÍVEIS DE NITRATO (2016-2019)

A avaliação da qualidade da água desenvolvida nesta pesquisa indica que há contaminação dos mananciais subterrâneos do município por NO_3^- . Traços do contaminante foram identificados nas 1.637 amostras analisadas entre 2016 e 2019, distribuídas nos 35 locais de monitoramento. A poluição é causada pela insuficiência de coleta e tratamento de esgoto e inadequações no sistema de saneamento, além do uso comum de uso de fossas rudimentares na área de estudo o que contribuem com o incremento desses e outros contaminantes na dinâmica dos aquíferos.

A Figura 2 apresenta o resultado do diagnóstico deste estudo e expõe a espacialização dos dados no monitoramento dos níveis de NO_3^- entre 2016 e 2019 em 35 locais de uso público e privado. Estes locais foram classificados a partir da predominância da concentração de NO_3^- em três grupos, um onde predominou os limites de NO_3^- acima do tolerado pela legislação de 10 mg/l, outro no qual os locais monitorados apresentaram predominância em níveis inferiores ao tolerado e um para indicar ausência.

Figura 2. Monitoramento dos níveis de NO_3^- na área de estudo entre 2016 e 2019



Fonte: Autor, 2022.

A análise destes dados demonstra uma contribuição temporal na intensidade da contaminação nas subáreas A e B. Nestas áreas o processo de urbanização data o início do século XX e suas características demonstram maior consolidação com a presença de bairros com estruturas urbanas tais como: postos de saúde, supermercados, rede de distribuição de água e pavimentação das ruas. Já nas subáreas C e D o processo de urbanização se mostra mais recente, em processo de consolidação com muitos bairros e conjuntos habitacionais novos financiados pelos programas habitacionais.

Na Subárea A (Quadro 1) a presença de contaminação por NO_3^- foi identificada em todos os locais de monitoramento, com destaque para o ponto 13 no qual 93% das amostras analisadas apresentaram níveis de NO_3^- acima do limite tolerado pela legislação. Neste local funciona uma escola de ensino fundamental o que traz preocupação por se tratar de um estabelecimento de ensino e ser frequentado diariamente por crianças e adolescentes que podem consumir diretamente essa água e indiretamente através das preparações da merenda, podendo resultar no surgimento de doenças.

Quadro 1. Monitoramento dos níveis de NO_3^- na Subárea A

PONTO	LOCAL MONITORADO	Nº DE AMOSTRAS	$\text{NO}_3^- \geq 10 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$
12	E. E. Ver. José Moacir de Oliveira	55	0%	100%
13	E. M. E. Fund. Benigna Silva - Oiteiros	54	93%	7%
16	E. M. Ivanildo de França	42	5%	95%
21	SAAE - SEDE	57	4%	96%
24	UBS - Centro	55	2%	98%
30	UBS - Loteamentos - Santa Terezinha	55	0%	100%

Fonte: Autor, 2022.

Esse resultado pode estar relacionado a ausência de coleta e tratamento de esgoto, sendo comum o uso de fossas que contribuem com o incremento desse contaminante na dinâmica dos aquíferos constituído por rochas sedimentares onde a percolação dos efluentes é possível devido a permeabilidade do substrato. Ressalta-se a necessidade da continuidade do monitoramento dos níveis de NO_3^- e outros contaminantes nessa área com o objetivo de minimizar os riscos à saúde da população com intervenções da concessionária para resolução dos pontos de contaminação. (CPRM, 2015)

Na Subárea B (Quadro 2) as características ambientais são semelhantes à subárea anterior. Verificou-se dois pontos de monitoramento nos quais todas as amostras apresentaram níveis de NO_3^- acima do limite tolerado pela legislação, os demais locais o NO_3^- esteve presente apesar de em níveis tolerados.

Quadro 2. Monitoramento dos níveis de NO_3^- na Subárea B

PONTO	LOCAL MONITORADO	Nº DE AMOSTRAS	$\text{NO}_3^- \geq 10 \text{ mg/l}$	$\text{NO}_3^- < 10 \text{ mg/l}$
14	E. M. E. Fund. Dr. Varela Barca - Barreiros	51	65%	35%
15	E. M. Francisco Poti Cavalcanti	45	89%	11%
17	Jardim Escola Mundo Infantil - Amarante	32	88%	13%
20	R. Manganês, 1176, Loteamento Prolar	51	75%	25%
22	SAAE - SEDE	51	100%	0%
23	UBS - Bela Vista	53	0%	100%
27	UBS - Golandim I	53	11%	89%
28	UBS - Golandim III	52	94%	6%
31	UBS - Novo Amarante II - Raimundo Mendes	39	100%	0%
32	UBS - Novo Santo Antônio	50	0%	100%
34	UBS - Regomuleiro III	43	7%	93%

Fonte: Autor, 2022.

Esta situação indica a contribuição da ausência de coleta e tratamento de esgoto na contaminação dos mananciais subterrâneos. Pode-se perceber nessa área o intenso adensamento urbano o que contribuiu com uma permanente duradoura pluma de poluição no subsolo, dispersando-se horizontalmente com a ausência de coleta e tratamento dos efluentes domésticos.

As Subáreas A e B estão entre as que necessitam de atenção mais imediata do poder público municipal devido a evidente contaminação observada em altas concentrações de NO_3^- que podem acarretar a longo prazo prejuízo a saúde humana, como a formação de diversos tipos de câncer no trato gastrointestinal.

Na Subárea C (Quadro 3) o processo de urbanização aconteceu a partir do início dos anos 2000 e intensificou-se com a construção de condomínios habitacionais populares financiados pelo programa do Governo Federal “Minha Casa, Minha Vida”. Nesta subárea a presença de contaminação por NO_3^- foi identificada em todas as 318 amostras e em todos os seis locais de monitoramento. Apesar de apresentarem-se abaixo do limite tolerado pela resolução CONAMA nº 396 de 2008 a presença do contaminante nas amostras sugere a contribuição de processo de urbanização na contaminação do aquífero.

Quadro 3. Monitoramento dos níveis de NO_3^- na Subárea C

PONT O	LOCAL MONITORADO	Nº DE AMOSTRA S	$\text{NO}_3^- \geq$ 10 mg/l	$\text{NO}_3^- <$ 10 mg/l
1	Bosque das Acácias	48	0%	100%
5	Condomínio Mirante da Lagoa	55	0%	100%
11	Creche M. Padre Thiago Theisen,	55	2%	98%
18	Loteamento Flores do Campo	51	0%	100%
25	UBS - Cidade das Flores	55	0%	100%
26	UBS - Cidade das Rosas	54	0%	100%

Fonte: Autor, 2022.

Além disso, na subárea está presente a nascente de um dos importantes rios do município, o rio Golandim, fato que merece atenção especial do poder público, pois as águas da região são destinadas ao consumo humano e alimentam através da interação do lençol subterrâneo a área das nascentes.

Na Subárea D (Quadro 4), o processo de urbanização verifica-se ainda mais recente ao observado na subárea C, a sua identificação se deu a partir de 2010 com a construção de condomínios residenciais e a ampliação dos bairros já existentes. Os níveis de NO_3^- mantiveram-se presentes, em diferentes níveis, nos 12 pontos monitorados, o que reforça o indicativo da contribuição da ocupação urbana na contaminação do aquífero.

Quadro 4. Monitoramento dos níveis de NO_3^- na Subárea D

PONT O	LOCAL MONITORADO	Nº DE AMOSTRA S	$\text{NO}_3^- \geq$ 10 mg/l	$\text{NO}_3^- <$ 10 mg/l
2	Condomínio Casa Nova	14	0%	100%
3	Condomínio Gênova	54	63%	37%
4	Condomínio Intercities	54	15%	85%
6	Condomínio Olho D'água	8	0%	100%
7	Condomínio Prosperar	53	0%	100%
8	Condomínio Rui Pereira I	47	0%	100%
9	Condomínio Rui Pereira IV	41	0%	100%
10	Condomínio Rui Pereira V	28	0%	100%
19	R. King Air, 771, Loteamento Santos Dummont	43	0%	100%
29	UBS - Guajirú	53	4%	96%
33	UBS - Pajuçara - R. Santa Luzia	52	0%	100%
35	UBS - Rui Pereira	34	0%	100%

Fonte: Autor, 2022.

Ressalta-se que apesar das áreas apresentarem resultados diferentes, todos os pontos monitoradas evidenciaram concentrações elevadas de contaminação por NO_3^- indicando atenção considerando que essas águas tem como finalidade de uso o consumo humano, pois foram coletadas em escolas, creches, unidades de saúde e conjuntos residenciais.

Os resultados elucidam a necessidade de tratamento das águas coletadas nesses locais antes da distribuição para a rede de consumo visando evitar a contaminação da população por NO_3^- tendo em vista que esse íon pode trazer graves consequências à saúde humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados de qualidade de água possibilitou a observância de níveis detectáveis de NO_3^- em todos os 1637 laudos analisados em todos os 35 pontos monitorados no período de 2016 a 2019. Os resultados demonstram a necessidade de monitoramento constante desse contaminante no subsolo do município, especialmente pelo fato do abastecimento humano de água ser realizado somente através dos poços subterrâneos.

Tendo em vista a dimensão espacial do fenômeno observa-se que as áreas de ocupação humana mais antigas apresentaram níveis de NO_3^- mais elevados se comparadas às que apresentam a intensificação do fenômeno de urbanização nas últimas décadas. Fato que pode estar relacionado a insuficiência do sistema de coleta de esgoto presente no município visto o evidente crescimento urbano observado neste período de desenvolvimento da cidade.

O abastecimento humano de água do município depende exclusivamente de fontes subterrâneas, a evidente contaminação dos mananciais subterrâneos e a insuficiência do processo de tratamento da água mantém a população urbana do município em constante risco sanitário.

As Subáreas A e B são os locais de monitoramento que exibiram os níveis mais elevados de NO_3^- para esse período, sendo que essa área compõe a parcela urbana municipal de ocupação mais antiga, composta pelos bairros que concentram a maior parte da população do município e dotados de baixa infraestrutura de coleta e tratamento de efluentes líquidos.

Nas Subáreas C e D formadas pelas áreas de ocupação urbana mais recentes, apesar de terem como suporte uma legislação urbanística e ambiental aplicada com a instituição do Plano Diretor Municipal e da lei que regulamenta o Código de Meio Ambiente do Município a partir

de 2009 apresentarem contaminação por NO_3^- constante durante os ensaios analíticos, mesmo que em níveis tolerados pela legislação vigente.

Esse cenário mais otimista não dispensa a necessidade de atenção da concessionária e do poder público municipal em continuar monitorando e ampliar as ações de tratamento com vistas a distribuir uma água com melhor qualidade para a população.

Algumas estratégias que podem ser adotadas com a finalidade de melhorar a qualidade das águas subterrâneas, a curto prazo o tratamento da água captada antes da distribuição a população, a médio e longo prazo a implementação de políticas públicas de saneamento básico especialmente visando a coleta e o tratamento adequado de esgoto e da água distribuída à população com intuito de manter a segurança sanitária e ambiental das áreas urbanas do município.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas - ANA. **Estudos Hidrogeológicos para a Orientação do Manejo das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Natal**. Brasília: ANA, 2012. 284 p. (Volume 1 – Apêndices). Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1a1693f1-68f6-4697-9232-fecb8f42a035>> Acesso em: 22 de set. 2020.

APHA et al. (2012). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th Washington D C: American Public Health Associations, 2012.

BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm>. Acesso em: 22 de set. 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil, 18 mar. 2005. p. 01-27.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2010.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

BRASIL. Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento. **SNIS Série Histórica**. 2018. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 10 maio 2020.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de São Gonçalo do Amarante, estado do Rio Grande do Norte. Organizadores: João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Dunaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecílio Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2015**. Rio de Janeiro, 2016. 108p.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Brasília, DF, Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 20 set. 2018.

MPRN. Ministério Público do Rio Grande do Norte. **Ação Civil Pública - Contaminação de águas subterrâneas - CAERN - 45 PJ Natal/RN**. 2007.

SÃO GONÇALO DO AMARANTE (Município). Lei Complementar nº 049, de 17 de julho de 2009. **Institui O Plano Diretor Participativo do Município de São Gonçalo do Amarante e dá Outras Providências**. São Gonçalo do Amarante, RN, 17 jul. 2009.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. **Gestão da Água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.

VARNIER, Claudia (org.). **Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual**. São Paulo: SIMA/IG, 2019. 128 p. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2020/01/boletim_ig_nitrato.pdf. Acesso em: 08 jan. 2020.

Recebido em 14 de setembro de 2021.

Aceito em 15 de março de 2022.

Publicado em 29 de julho de 2022.