

INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DO SOLO URBANO NA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: UM ESTUDO PRELIMINAR NA CIDADE DE MACAU -RN

José Francisco Do Nascimento Filho ¹
Ramiro Gustavo Valera Camacho ²
Júlio César Soares de Souza Filho ³
Geferson Daniel Dantas Da Silva ⁴
Filipe da Silva Peixoto ⁵

INTRODUÇÃO

Os reservatórios subterrâneos de água são mundialmente considerados uma fonte imprescindível de recurso hídrico para o abastecimento doméstico. Nas últimas décadas, o aumento da demanda de água, a contaminação dos aquíferos e os efeitos das mudanças climáticas têm agravado o quadro de insegurança hídrica. O uso sustentável do aquífero passa pelo entendimento das problemáticas ambientais e preservar esses reservatórios se torna indispensável para a garantia de uma segurança hídrica mínima.

Para isso, é necessário por meio de estudos básicos das qualidades físicas, químicas e microbiológicas da água, compreender suas limitações de usos, ligando as substâncias às possíveis fontes presentes no sistema hídrico subterrâneo. Segundo Freitas (2012), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do ser humano, fazendo entender que as condições que um corpo de água se encontra depende de diversos fatores, sejam eles antropogênicos ou não. Caracterizar a qualidade desta água é condição *si ne qua non* compromete-se a proteção da saúde dos seres humanos (Merten; Minella, 2002).

Dessa forma, sabendo que o ser humano é um importante agente no ambiente natural, a proximidade do corpo hídrico com fontes potencialmente contaminantes podem comprometer o uso seguro da água. A qualidade da água pode ser alterada conforme o local onde o reservatório se encontra e das condições do ambiente próximo a este, sendo crucial uma investigação das possíveis fontes de contaminação no perímetro onde este se localiza (Silva, 2006).

¹Mestrando do Curso de Ciências Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, josenascimento116@alu.uern.br;

²Professor da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, ramirogustavo@uern.br;

³Graduado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, jcesar2397uern@gmail.com;

⁴Mestrando do do Curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, gefersondaniel@alu.uern.br;

⁵Professor orientador: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, felipepeixoto@uern.br;

Dentro desse quadro problemático, a cidade de Macau-RN localiza-se sobre sedimentos da planície costeira, marcados pela forte dinâmica do estuário do Rio Piranhas-Assú, tendo o clima semiárido com pluviosidade médias em torno de 750 mm/ano. As águas subterrâneas são a única fonte disponível para o abastecimento da cidade, contudo, principalmente às poços que fazem parte de soluções alternativas individuais, podem estar comprometidos pela contaminação via sistemas estáticos de esgotamento sanitário (fossas sépticas e rudimentares) e pelo necrochorume produzido pela decomposição de corpos no cemitério Monsenhor Honório.

Assim, este estudo buscou investigar a qualidade química e microbiológica das águas subterrâneas na cidade de Macau-RN, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, a fim de realizar um estudo preliminar sobre a influência do uso e cobertura do solo na qualidade da água subterrânea local. Este local foi escolhido pois compreende-se que as regiões hídricas subterrâneas próximas à cemitérios podem apresentar contaminação por necrochorume, afetando a saúde da população que utiliza-se destas águas.

METODOLOGIA

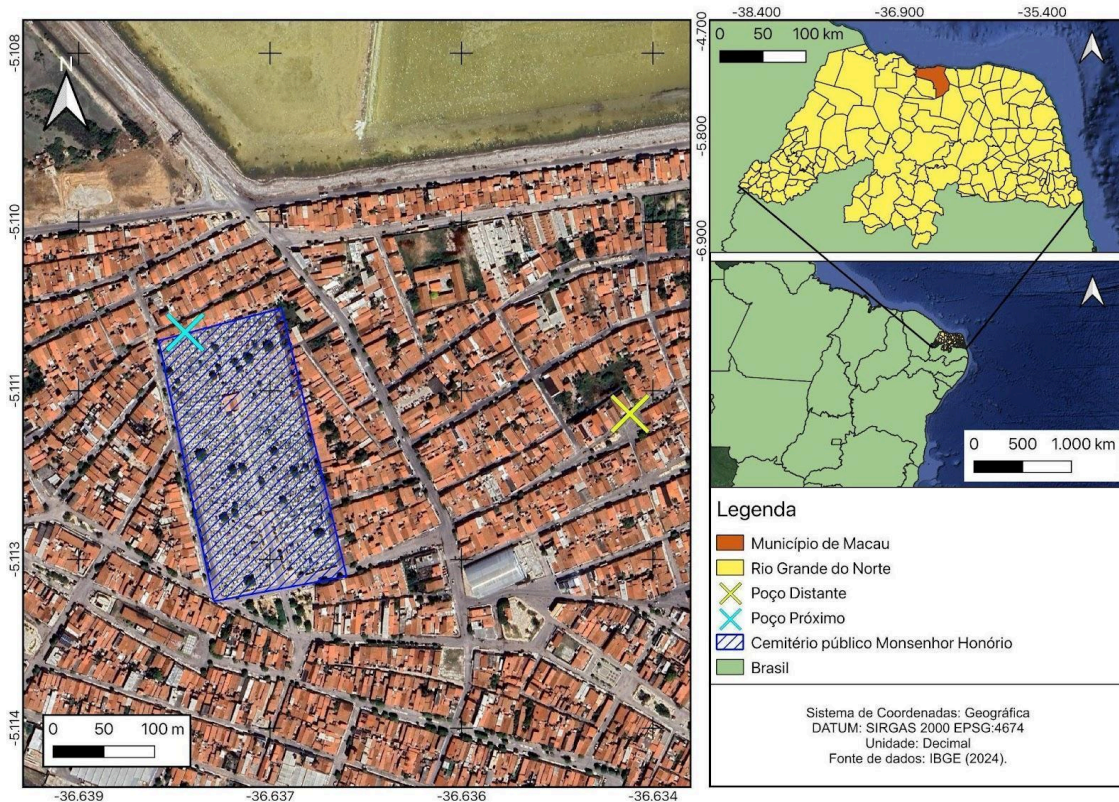
Foi realizado um levantamento de dados com a aplicação de uma ficha de cadastro de poços das residências próximas ao cemitério público Monsenhor Honório, da cidade de Macau-RN. Os dois pontos de coleta se encontram a uma distância de aproximadamente 60 e 200 metros do cemitério, respectivamente.

Após um mês da aplicação da ficha de cadastro foi realizada uma visita para coleta das amostras, para que fossem realizadas as análises em no laboratório de Biologia geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte-IFRN, campus Macau laboratório (testes físico-químicos e microbiológicos). Os procedimentos de coleta foram os mesmos nos dois pontos, no intuito de não haver interferência da forma de coleta no resultado da análise. Com relação aos testes físico-químicos foram analisados, pH, nitrato, fósforo e dureza total. No teste microbiológico foram realizados procedimentos para constatar a presença de organismos termotolerantes.

O Primeiro ponto, chamado de poço próximo, fica em uma residência na Rua Natal, tendo como coordenada 5°06'38"S; 36°38'17"W, e o segundo ponto (chamado poço distante) se encontra em uma residência Rua Acari, de coordenada 5°06'40"S;

36°38'03"W (figura 01). Uma ficha de cadastro foi aplicada para conhecer o tipo de uso da água do poço e seus aspectos construtivos nas residências pesquisadas para, em seguida, realizar a análise das condições dessa água.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo e do município de Macau - RN



Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A falta de gestão e distribuição dos recursos hídricos gera irregularidade no acesso aos sistemas de abastecimento de água e leva a população a buscar alternativas para se ter acesso a esse recurso (Melo *et al.*, 2018). Em detrimento disso, surgem as SACs (Soluções Alternativas Coletivas) e as SAIs (Soluções Alternativas Individuais) que na sua grande maioria não passam por um processo de tratamento ou análise da qualidade da água (Bezerra; Pertel e Macêdo, 2019). Nesse sentido, a gestão das águas subterrâneas em áreas urbanas necessita de diversas estratégias de vigilância e controle de uso dos recursos hídricos e qualidade da água (Tubal 2017).

Um exemplo são os poços tubulares ou manuais, que é comum ser utilizado em áreas urbanas para o abastecimento de água. No perímetro urbano com zonas de baixo desenvolvimento socioeconômico, busca-se soluções para a falta deste recurso, como a

construção de poços artesianos. Não obstante os benefícios existentes na construção de poços em locais que apresentam escassez dos recursos hídricos, existem muitos fatores que interferem na qualidade da água (Gomes *et al.*, 2017).

O abastecimento de água à população de Macau/RN é realizado através da exploração do Rio Assú, que pertence à bacia hidrográfica Piranhas/Assu, sendo distribuída para a população através da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN). O município em questão constantemente passa por desequilíbrio hídrico, sofrendo com a falta de distribuição de água pela companhia responsável, devido ao volume d'água estar abaixo do necessário, e por esse motivo a população se utiliza de poços como SAIs (Soluções Alternativas Individuais).

Devido a isso, surgem outras fontes alternativas, como a perfuração de poços, sendo uma alternativa mais comum nesses casos (Campos, 2007). Esta solução é caracterizada como de curto prazo e pode não mais resolver o problema futuramente, já que há o risco de perfurar locais em que as águas estejam contaminadas e também de esgotamento deste recurso hídrico (Kemerich, *et al.*, 2010).

Sabendo que os níveis freáticos subaflorantes são muito suscetível aos processos antrópicos, devido ao posicionamento espacial no meio físico e acesso facilitado aos vetores químicos e microbiológicos, proporcionado pelo carreamento e lixiviação de águas superficiais infiltradas e pluviais (Campos, 2007). Compreende-se que a presença do necrochorume pode gerar um grande potencial de contaminação em solo e água. Além do necrochorume, também existem várias outras formas de contaminação dos lençóis freáticos como as redes de esgotos, as fossas sépticas, os aterros sanitários, as atividades industriais, e os postos de armazenamento e distribuição de água (Gomes *et al.*, 2017).

É na perspectiva de diminuir as chances de contaminação que o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece em sua resolução nº 368 de 28 de março de 2006, que se tenha um licenciamento para a construção de cemitérios. Para isso é preciso que os cemitérios horizontais e verticais sejam submetidos ao processo de licenciamento ambiental (com a devida caracterização da área na qual será instalado) com mapeamento da cobertura vegetal e dos lençóis freáticos, a caracterização do terreno e do subsolo, além do estudo da fauna e da flora local.

No entanto, fatores como a presença do cemitério dentro da região de recarga de águas subterrâneas da cidade geram um grande potencial contaminante. Esta possível

contaminação é capaz de gerar problemas de saúde nos residentes que adquirem água através de poços localizados nesta região hídrica (Souza; Aguila e Ferreira, 2022).

É através da análise entre os resultados obtidos nos testes de laboratório e os índices estabelecidos pela legislação (em relação à qualidade da água) é que podemos perceber se as amostras estão dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde.

Em relação ao parâmetro de Dureza Total, a Portaria nº 888/2021 especifica que a quantidade máxima exigida para corpos de água destinados ao abastecimento doméstico, que é o caso dos poços analisados, é de 300 mg/L. As análises mostraram que o poço localizado próximo ao cemitério público indica uma dureza menor que o estabelecido em norma 265 mg/L, já o resultado obtido com relação ao poço mais distante, ultrapassa o valor máximo permitido na mesma normativa de potabilidade sendo 400 mg/L o valor encontrado.

Para o parâmetro de pH, os valores estipulados na legislação são estabelecidos em uma faixa de 6 a 9,5 para ser considerada normal. Os resultados obtidos no estudo foram de 8,25 para o poço distante e 8,78 para o poço próximo (valores dentro dos padrões).

Em relação ao fósforo, foi observada alta concentração nas amostras: 2,24 mg/L para o poço próximo e 1,33 mg/L para o distante. Para o parâmetro de fósforo total, a resolução CONAMA 340 de 2011, que é voltada para efluentes, estabelece que os níveis de fósforo estejam em uma faixa de 0,5 mg/L a 1,0 mg/L dependendo da classificação do corpo hídrico de destino. O resultado obtido permitiu observar que os dois poços apresentaram altas concentrações de fósforo, podendo essa se encontrar relacionadas com contaminação de outra origem, como o esgoto doméstico.

No que concerne ao nitrato, as amostras estão dentro dos parâmetros citados na portaria de consolidação do ministério da saúde onde o valor máximo permitido para nitrato na água potável é de 50 mg/L. Para os dois pontos de coleta, os valores encontrados foram de 0,220 mg/L para o ponto próximo ao cemitério e 0,006 mg/L para o ponto distante. Para melhor compreendermos estes dados, é importante citar que o nitrato é um dos grandes contaminantes de reservatórios subterrâneos, podendo se tornar um problema em zonas urbanas (Peixoto, 2019).

Quando tratamos da zona urbana, identifica-se que as contaminações por nitrato podem ser originadas de efluentes comerciais, domésticos ou industriais (Matiatos,

2016), chegando a causar problemas graves na saúde humana (Ebrahimi e Roberts, 2013). O problema da contaminação por nitrato é que, por ser resultado final de processos de decomposição de matéria orgânica, sua forma iônica na água não permite que ocorra remoção por tratamentos do tipo convencional (Zhao *et al.* 2012).

Com relação à análise microbiológica, foram coletadas 2 amostras para análise. A análise de coliformes termotolerantes (NMP) no poço próximo mostrou resultado positivo, resultando em 23 NMP/ml na técnica de tubos múltiplos, que está fora do padrão de normalidade e possivelmente relaciona-se com a sua proximidade ao cemitério. Já no poço distante não apresentou formação de bolha em nenhum dos tubos múltiplos, indicando a ausência de bactérias termotolerantes.

Estes poços são perfurados em locais sem análises das fontes potenciais de contaminação, de qualidade de água, e dentre outros fatores que podem influenciar na qualidade da água de consumo. Um dos fatores perceptíveis no local de extração de água dentro da cidade é a existência de um cemitério, que sabe-se que pode ser um potencial contaminador de águas subterrâneas através do necrochorume (Rêgo *et al.*, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao investigar a qualidade química e microbiológica das águas subterrâneas na cidade de Macau-RN, por meio de análises físico-químicas e microbiológicas, a fim de realizar um estudo preliminar sobre a influência do uso e cobertura do solo na qualidade da água subterrânea local e os processos de análise das águas, foi possível observar que, com relação aos parâmetros de fósforo e coliformes termotolerantes, os resultados obtidos para estes parâmetros mostram que a água dos pontos de coleta se encontram com contaminação, já que os resultados encontrados para fósforo e coliformes termotolerantes ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação.

Conclui-se também que existe a necessidade de estudos de caracterização da qualidade da água e investigação de mecanismos de contaminação a partir do uso e cobertura do solo. Com relação ao poder público, é imprescindível um maior controle e vigilância por parte da secretaria municipal de saúde e de mais estudos e pesquisas relacionadas à qualidade da água nessa região, abordando esses e outros parâmetros para fins de se estabelecer um abastecimento de qualidade para a população que utiliza de SAIs (Soluções Alternativas Individuais) quando o SAA (Sistema de Abastecimento

de Água) não atende suas necessidades e entre essas alternativas a utiliza das águas subterrâneas (poços) para uso doméstico é o mais frequente.

Palavras-chave: Hidrogeologia; Abastecimento doméstico; Fontes de contaminação.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, S. de T. M.; PERTEL, M.; MACÊDO, J. E. S. de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 19, p. 249–258, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/cbQSDcPdLYSvqGBrPXtPCD/?lang=pt>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL, **Ministério da Saúde**. Brasília, **Portaria** nº888 de 2021. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 24 jun. 2024.

CAMPOS, Ana Paula Silva. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas Subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) -Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/>. Acesso em: 14 jan. 2019.

Ebrahimi, S.; Roberts, D. J. Sustainable nitrate-contaminated water treatment using multi cycle ion-exchange/bioregeneration of nitrate selective resin. **Journal of hazardous materials**, v. 262, 2013, p. 539 - 44. DOI: <https://10.1016/j.jhazmat.2013.09.025>

FREITAS, M. et al. Avaliação do Potencial Hidrogeológico, Vulnerabilidade Intrínseca e Hidroquímica do Sistema Aquifero Serra Geral no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 31–41, 2012. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=62&SUMARIO=829>. Acesso em: 29 nov. 2023.

GOMES, M. da C. R. et al. Similaridade de Atributos Físico-Químicos com uso de análise Multivariada Aplicada À Gestão Qualitativa De Águas Subterrâneas. **Geosciences = Geociências**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 325–337, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/1259>. Acesso em: 15 abr. 2024.

MATIATOS, I. Nitrate source identification in groundwater of multiple land-use areas by combining isotopes and multivariate statistical analysis: A case study of Asopos basin (Central Greece), **Science of the Total Environment** v. 541, 2016, p. 802–814, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.134>

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas

rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MELO, F. L. N. B. D. et al. Apoio ao processo de avaliação do serviço de abastecimento de água no Rio Grande do Norte: uma abordagem multicritério. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 23, n. 4, p.675–686, 2018. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000400675&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 18 jun. 2024.

PEIXOTO, Filipe da Silva. **Conservação e qualidade das águas dos aquíferos urbanos no Município de Fortaleza–Ceará**. 2019. Disponível em:
<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/42138>. Acesso em: 28 jun. 2024.

RÊGO, A. T. A. do *et al.* POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO HÍDRICA POR NECROCHORUME NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN. **Brazilian Geographical Journal**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 94–108, 2021. Disponível em:
<https://seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/59973>. Acesso em: 19 jun. 2024.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, p. 1019-1028, 2006.

SOUZA, T.; AGUILA, N.; FERREIRA, M. **Avaliação da contaminação por necrochorume das águas superficiais proveniente de cemitério**. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2022. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em:
<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2022/VIII-013.pdf>. Acesso em: 19 jun.2024.

TUBAU, I. VASQUEZ-SUNÊ, E. CARRERA, J.; VALHONDO, C. CRIOLO, R. Quantification of groundwater recharge in urban environments. **Science of the Total Environment**, 592, 391–402. 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.118>

KEMERICH, P. D. da C. et al. Influência dos cemitérios na contaminação da água subterrânea em cidade no sul do Brasil. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], v. 24, n. 1, 2010. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/20341>. Acesso em: 19 jun. 2024.

ZHAO, Y.; ZHANG, B.; FENG, C.; HUANG, F. ZHANG, P.; ZHANG, Z.; YANG, Y.; SUGIURA. Behavior of autotrophic denitrification and heterotrophic denitrification in na intensifield biofilm-electrode reactor for nitrate contaminated drinking water treatment. **Bioresource Techonology**, 107, 2012, p. 159 – 165. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.12.118>