

XIV ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

ANÁLISE DOS PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO LESTE SERGIPANO PARA A DESSEDENTAÇÃO ANIMAL

Rayane Oliveira Andrade ¹ & Paulo Sérgio de Rezende Nascimento ²

RESUMO: *A qualidade da água para dessedentação animal deve atender aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes, pois o fornecimento de água com qualidade inferior pode promover a transmissão de patógenos e ocasionar doenças nos animais. Desta forma, o presente trabalho apresenta a análise preliminar dos parâmetros químicos cálcio, magnésio e condutividade elétrica da água subterrânea do aquífero granular do Leste Sergipano para a dessedentação animal. O resultado da comparação dos Valores Máximos Permitidos (VMPs) com os dados espacializados dos poços tubulares, empregando os guias de qualidade da água da Organização Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e do Ministério Federal Alemão da Agricultura e Alimentação (BMELV), foi: (i) as regiões que mais apresentaram poços com restrição de uso para dessedentação animal foram as bacias hidrográficas do rio Sergipe e Piauí e Vaza-Barris e (ii) o município com maior restrição foi Aracaju. Conclui-se que o maior impacto na qualidade da água foi a presença elevada dos parâmetros supracitados, em 24 poços de um total de 278, ocasionada pelas cunhas salinas decorrentes da intrusão marinha na região costeira e intemperismo químico por dissolução das rochas. Em Aracaju, as maiores concentrações podem estar associadas aos lançamentos de efluentes por atividades domésticas e industriais.*

Palavras-Chave – Hidrogeologia; aquífero granular; poços tubulares.

INTRODUÇÃO

A água subterrânea é uma fonte essencial em diversas regiões do país, principalmente em períodos de estiagem, quando os recursos hídricos superficiais não estão disponíveis em quantidade e qualidade adequados, potencializando o uso dos recursos hídricos subterrâneos. Dentre os principais usos da água subterrânea se destacam o abastecimento humano, irrigação e dessedentação de animais. No Estado de Sergipe ela está em crescente exploração e em alguns casos é a única fonte de obtenção do recurso hídrico.

A região Leste Sergipana é caracterizada pela presença do aquífero granular, que possui elevada permeabilidade e garante excelentes condições de armazenamento de água. No entanto, de acordo Andrade *et al.* (2021) por causa dessas particularidades, o aquífero granular facilita a contaminação das águas subterrâneas por poluentes oriundos da urbanização, industrialização e agropecuária e por processos geológicos decorrentes da salinização pela intrusão subterrânea da cunha salina do mar em direção ao continente. Destaca-se também o intemperismo químico na trajetória da água subterrânea nos sedimentos inconsolidados e consolidados, que enriquecem as águas subterrâneas em cátions e ânions.

1) Graduada do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Bolsista CNPq PIBIC, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Cândido Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP:49100-000, (79) 32437121, rayane27andrade@gmail.com

2) Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análises de Bacias e Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Cândido Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP:49100-000, (79) 32437121, psm.geologia@gmail.com

A qualidade da água para dessedentação animal deve atender aos padrões estabelecidos nas legislações vigentes, pois o fornecimento de água com qualidade inferior pode promover a transmissão de patógenos e ocasionar diversas doenças nos animais. Nesse sentido, segundo Lima e Garcia (2008) o monitoramento dos parâmetros físico-químicos é imprescindível para a manutenção da saúde animal e para o diagnóstico de prováveis fontes de poluição que interferem na qualidade da água. Conforme afirma Amorim *et al.* (2010), a espacialização das características físico-químicas das águas subterrâneas proporciona a geração de informações que podem subsidiar o processo de tomada de decisão relacionado à adoção de políticas de uso dos recursos hídricos e ao processo de outorga.

As principais legislações nacionais que fornecem informações e valores sobre os parâmetros físico-químicos das águas são: CONAMA 357/2005, que classifica as condições e padrões de qualidade das águas superficiais para a dessedentação animal (classe 3, água doce); CONAMA 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes das águas subterrâneas para o enquadramento; e a Portaria nº 888/2021 do Ministério da saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Diante do exposto e considerando que a distribuição de água com qualidade é um direito garantido por lei, bem como um indicativo de salubridade ambiental, o presente estudo teve como objetivo a análise preliminar dos parâmetros químicos cálcio, magnésio e condutividade elétrica dos recursos hídricos subterrâneos do Leste Sergipano para a dessedentação animal, empregando ferramentas de geoprocessamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo, região Leste Sergipana, possui uma taxa de urbanização de 60%, composta por 40 municípios inseridos em 8 (oito) Bacias Hidrográficas. Localiza-se entre as coordenadas 10°15'24" e 11°28'36" de latitude Sul e 36°10'18" e 37°41'32" de longitude Oeste (Figura 1).

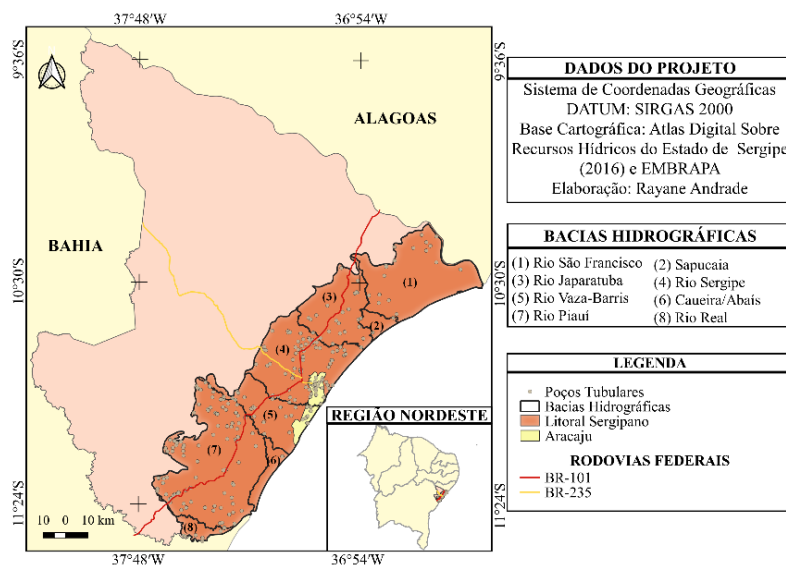


Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo

Inicialmente foram realizadas pesquisas bibliográficas para a melhor compreensão sobre as características da água subterrânea para a dessedentação animal e os parâmetros físico-químicos presentes. Os 278 dados de poços tubulares, cedidos pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, em formato vetorial (*shapefile*) foram importados para o *software* livre QGIS, versão 3.10. São dados secundários que foram armazenados em um Banco de Dado Georreferenciado, submetidos a tratamentos estatístico e geoestatístico por Resende *et al.* (2009). A seguir, esses dados foram padronizados no Sistema de Referências de Coordenadas (SRC) de cada camada vetorial (plano de informação), sendo adotado o Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum Sirgas 2000.



Os parâmetros químicos selecionados para análise foram o cálcio, o magnésio e a condutividade elétrica, pois apresentam uma relação maior com a dessedentação de animais e dependendo da concentração podem causar riscos à saúde dos animais. Gerou-se uma planilha na tabela de atributos para análise da restrição de uso de cada parâmetro. Para isso foi utilizada a camada vetorial referente aos dados dos poços tubulares e a partir das coordenadas de cada ponto foi possível classificar em qual bacia hidrográfica estava inserido e contabilizar quais regiões apresentaram mais poços impróprios para dessedentação animal.

Embora exista uma legislação específica para as águas subterrâneas (CONAMA 396/2008), ela não fornece informações acerca do Valor Máximo Permitido (VMP) para a dessedentação animal dos parâmetros em análise nesse estudo. Dessa forma, as referências contendo os VMPs escolhidos foram (Tabela 1): os guias de qualidade da água da Organização Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e do Ministério Federal Alemão da Agricultura e Alimentação (BMELV).

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos utilizados na análise

Parâmetro	VMP	Fonte
Cálcio	500 mg/L	BMELV
Condutividade Elétrica	< 1,5 dS/m	FAO
Magnésio	< 250 mg/L	FAO

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar que o cálcio (Figura 2) apresentou valores satisfatórios em quase todas as bacias hidrográficas da região Leste Sergipana, com exceção da bacia do rio Sergipe, onde foram identificados 4 poços com valores superiores ao VMP (500 mg/L) definido pelo BMELV. Vale salientar que dentre os 278 poços presentes na região Leste, 274 foram considerados adequados para o referido parâmetro, no entanto 1,44 % do total de poços apresentaram restrições de uso para o parâmetro cálcio. O valor máximo encontrado foi de 943 mg/L num poço localizado em Aracaju.

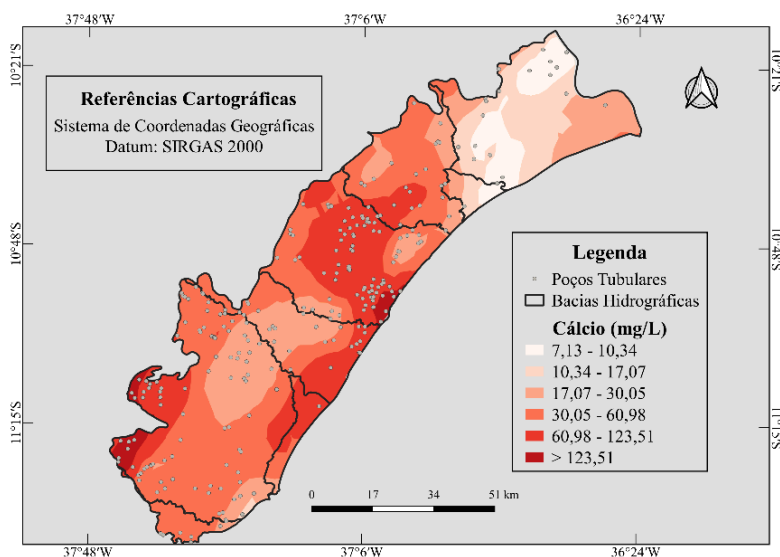


Figura 2 – Espacialização do parâmetro químico cálcio

Segundo Olkowski (2009), a depender da concentração encontrada na água, o cálcio não é considerado tóxico, porém concentrações elevadas podem afetar a palatabilidade e, diante disso, levar à diminuição da ingestão de água e desidratação. O autor ainda menciona que na maioria das situações práticas, o gado tolera água com concentração de cálcio de até 1.000 mg/L. No entanto, deve ser observado se há a presença de cálcio nas rações, como por exemplo no suplemento dietético, se

houver, o nível de cálcio disponibilizado na água subterrânea tem de ser menor ao valor máximo definido pelo autor. Vale ressaltar que uma ingestão excessiva e acumulativa de cálcio pode levar a distúrbios metabólicos. Logo deve haver um balanceamento entre o cálcio presente na água e o incluído na dieta para que não exceda o nível de tolerância.

O magnésio (Figura 3) é um nutriente indispensável para a ocorrência de vários processos bioquímicos e funções biológicas. As águas subterrâneas do Leste sergipano apresentaram um resultado satisfatório, sendo identificados, em sua maioria, valores inferiores ao VMP (< 250 mg/L) definido pela FAO. Entretanto, nas bacias hidrográficas do rio Sergipe e Piauí foram identificados poços com concentração de magnésio acima do recomendado. Nesse sentido, 273 poços foram considerados adequados para o parâmetro magnésio, e apenas 5, cerca de 1,8 % do total de poços presentes na região Leste, apresentaram concentrações superiores ao VMP e não estão aptos para a dessedentação animal. Apesar de ser um valor mínimo, foi identificado 1 poço com concentração máxima de 1.950 mg/L na bacia do rio Sergipe, no município de Aracaju.

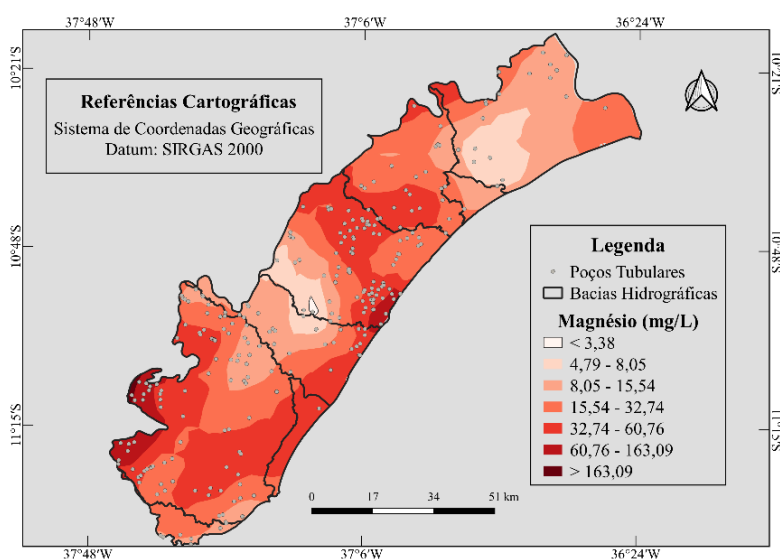


Figura 3 – Espacialização do parâmetro químico magnésio

Para Ayers e Westcot (1994), os altos índices de magnésio na água afetam a qualidade da carne e do leite produzidos, tornando-os inadequados para o consumo, resultando em perdas econômicas. De acordo com Olkowski (2009), a ingestão excessiva de magnésio pode afetar a biodisponibilidade e o metabolismo de vários elementos essenciais como o ferro, cálcio e cobre. Em contrapartida, segundo Vohra (1980), poedeiras consumiram água contendo concentração de magnésio superior a 1.000 mg/L e não diminuíram a produção, entretanto quando a concentração chegou a 4.000 mg/L foi notado a diminuição do consumo de água e da produção de ovos.

Dos parâmetros analisados, é perceptível que a condutividade elétrica apresenta espacialização menos uniforme (figura 4), pois as classes de concentrações permeiam por vários municípios, porém são mais elevadas na bacia do rio Sergipe e Piauí. Dentre o número total de poços da região Leste, 254 estão adequados para o parâmetro condutividade elétrica, enquanto 24 apresentaram valores superiores ao VMP ($< 1,5$ dS/m) definido pela FAO, ou seja, cerca de 8,63 % dos poços estão inadequados para a dessedentação de animais. É importante mencionar que os valores superiores ao VMP são demasiadamente elevados, sendo encontrado o valor máximo de 58,05 dS/m em um dos poços da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe (BHRS), no município de Aracaju.

Segundo Ayers e Westcot (1994), a FAO recomenda o uso da água com o VMP $< 1,5$ dS/m para todas as classes de pecuária e aves, pois é um valor baixo que não causa transtornos como perturbação fisiológica, à diversas espécies de animais. Além disso, se o valor encontrado ultrapassa

16 dS/m, eles não recomendam o uso dessa água em qualquer condição, pois os riscos para os animais são elevados.

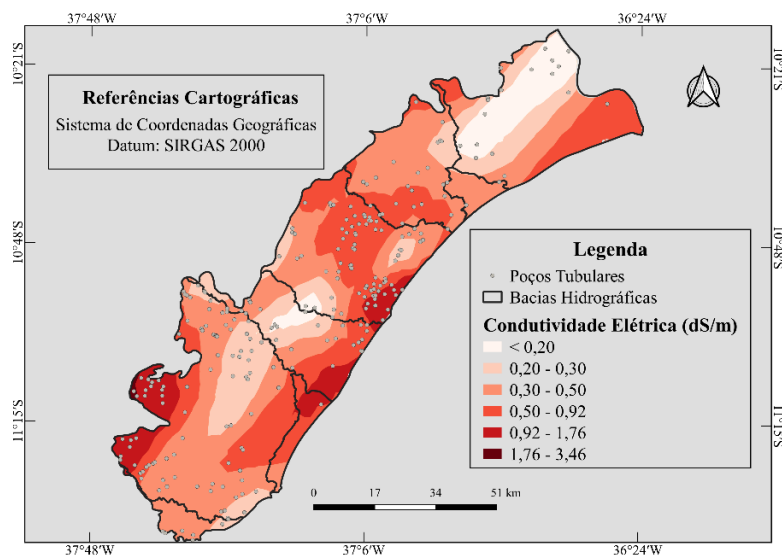


Figura 4 – Espacialização do parâmetro condutividade elétrica

É importante ressaltar que os 3 parâmetros analisado se associam, pois, os poços que apresentaram valores elevados de magnésio e cálcio, contribuíram para o aumento da condutividade elétrica. Isso era esperado, uma vez que a condutividade elétrica é a variável que expressa o teor de sais presentes na água. Com relação a restrição no uso dos poços em cada bacia (Tabela 2), em virtude dos parâmetros analisados, é notável que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe se destaca por possuir a maior porcentagem (11,36%) de poços inadequados ao uso, seguido pelas bacias dos rios Piauí (8,93%) e Vaza-Barris (7,69%). Em contrapartida, não foram identificados poços inadequados nas bacias hidrográficas dos rios Real, Caueira/Abaís e Sapucaia. Já nas bacias hidrográficas do rio São Francisco e Japarutuba foi identificado somente 1 poço inadequado em cada bacia. A Bacia do Rio Piauí apresenta a maior quantidade de poços da região Leste, cerca de 112, e desses somente 10 foram considerados inapropriados para os referidos parâmetros.

Tabela 2 - Restrição de uso dos poços nas bacias hidrográficas

Bacias Hidrográficas	Poços adequados	Poços inadequados	Total de poços em cada bacia	Porcentagem de adequados (%)	Porcentagem de poços inadequados (%)
São Francisco	19	1	20	95,00	5
Japarutuba	21	1	22	95,45	4,55
Rio Sergipe	78	10	88	88,64	11,36
Vaza-Barris	24	2	26	92,31	7,69
Piauí	102	10	112	91,07	8,93
Real	6	0	6	100	0
Caueira/Abaís	1	0	1	100	0
Sapucaia	3	0	3	100	0
Total	254	24	278	-	-

Os altos valores obtidos da qualidade da água refletiram as características climáticas (alta pluviosidade) que intensificam os processos geológicos de intemperismo químico tanto na infiltração pelo solo quanto na circulação de água nos interstícios dos aquíferos granulares. Outra explicação geológica é a intrusão das águas marinhas na região costeira do continente, formando uma cunha



salina no aquífero. É importante ressaltar que a Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe constitui a região mais populosa e de maior destaque econômico estadual, como por exemplo, a capital Aracaju. Desta forma, a alta concentração também pode estar relacionada com uma origem antrópica decorrente de lançamentos de efluentes no solo, água e ar por atividades domésticas e industriais. Os efluentes, por coesão nas moléculas de água, infiltram nos horizontes do solo e atingem o aquífero.

CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu a espacialização e a avaliação inicial das águas subterrâneas para o Leste Sergipano relativo a 3 (três) parâmetros químicos (cálcio, condutividade elétrica e magnésio) para a dessedentação animal. O maior impacto na qualidade da água foi a presença elevada, em 24 poços, do parâmetro condutividade elétrica.

As regiões que mais apresentaram poços com restrição de uso foram as bacias hidrográficas do rio Sergipe, Piauí e Vaza-Barris. Apesar das restrições os parâmetros se mostraram apropriados em sua totalidade. Esses casos isolados ocorrem majoritariamente em decorrência dos processos geológicos de intemperismo químico (dissolução das rochas a partir do contato com a água) e de intrusão marinha. Em Aracaju, as maiores concentrações podem estar associadas aos lançamentos de efluentes por atividades domésticas e industriais.

No geral, aproximadamente 254 poços tubulares do Leste Sergipano podem ser considerados aptos para o uso dos parâmetros cálcio, condutividade elétrica e magnésio, não havendo restrição para a dessedentação animal. Dessa forma, 24 poços restantes não são indicados para o uso com relação aos parâmetros mencionados. Portanto, é recomendável que sejam realizadas novas análises laboratoriais e um tratamento físico-químico prévio da água subterrânea nesses locais.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, J.R.A.; CRUZ, M.A.S.; RESENDE, R.S. (2010). “Qualidade da água subterrânea para irrigação na bacia hidrográfica do Rio Piauí, em Sergipe”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 14(8); pp. 804 - 811.
- ANDRADE, R. O.; SILVA, D. B. S.; NASCIMENTO, P. S. R. (2021). “Análise da qualidade da água subterrânea para dessedentação animal” in Anais do VI Congresso Baiano de Engenharia Ambiental e Sanitária, Salvador, BA, set. 2021, pp. 112-118.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. (1985). “Water quality for agriculture”. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 29(1); pp. 1-192. Disponível em: <https://www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm>.
- LIMA, W.S.; GARCIA, C.A.B. (2008). “Qualidade da água em Ribeirópolis/SE: o açude do cajueiro e a barragem do João Ferreira”. Revista Scientia plena, 4(12); pp. 1-24.
- OLKOWSKI, Andrew A. (2009). “Livestock water quality: A field guide for cattle, horses, poultry and swine”. Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, pp. 1-157.
- RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A.; AMORIM, J. R. A. (2009). “Atlas da Qualidade Subterrânea no estado de Sergipe com fins de irrigação”. Embrapa Tabuleiros Costeiros Aracaju – SE, 46p.
- VOHRA, N.P. (1980). Water quality for poultry use. Feedstuffs. Minnetonka, 7, pp. 24-25.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Pesquisa (COPES/UFES) pela Bolsa de Iniciação Científica e à Embrapa Tabuleiros Costeiros, em especial ao Pesquisador Marcus Aurélio Soares Cruz, pela disponibilização dos dados do Atlas de Qualidade da Água Subterrânea no Estado de Sergipe com Fins de Irrigação.