



Hydrochemical characterization of underground waters in the Metropolitan Region of Recife - PE

Caracterização hidroquímica de águas subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE

CHAVES, Suzane Cleia de Santana⁽¹⁾; CARVALHO, Vânia Soares de⁽²⁾; BARBOSA, Ioná Maria Beltrão Rameh⁽³⁾; FERREIRA, Aida Araújo⁽⁴⁾

- ⁽¹⁾ 0000-0002-3699-0072; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil. suzanecschaves@gmail.com.
⁽²⁾ 0000-0002-8849-7095; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil. vaniacarvalho@recife.ifpe.edu.br.
⁽³⁾ 0000-0002-5795-1398; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil. ionarameh@recife.ifpe.edu.br.
⁽⁴⁾ 0000-0002-0322-6801; Instituto Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil. aidaferreira@recife.ifpe.edu.br

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Human activities have a great influence on the quantity, as well as the quality of water available on the planet. In recent years, the demand for groundwater for various purposes has increased, making it necessary to monitor these waters, as even though they are more protected from surface pollution, the lack of control and urban expansion can result in their degradation. The present work sought to bring a study about the hydrochemical characteristics of groundwater from wells located in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco, according to the Piper diagram, provided by the Qualigraf program in addition to evaluating the quality of groundwater used for human consumption from wells with a grant in the period 2013-2019 database made available by the Pernambuco Agency for Water and Climate, the agency issuing grants in the state. The results indicate the classification of the waters of the analyzed wells as: 53% sodium chlorinated, and the rest divided into: calcium chlorinated, sodium bicarbonate, mixed sodic, chlorinated mixed, magnesian chlorinated, calcium bicarbonated, calcium mixed, magnesian bicarbonate, bicarbonate mixed and mixed. Regarding the quality of water for human consumption, 87 of the 173 analyzed wells presented substances with values above the permitted level in relation to the legislation, with a predominance for the parameters of total dissolved solids, nitrate, iron and chloride.

RESUMO

As atividades humanas são de grande influência para a quantidade, e também, qualidade da água disponível no planeta. Nos últimos anos a demanda de água subterrânea para diversos fins tem aumentado, fazendo-se necessário o monitoramento dessas águas, pois mesmo encontrando-se mais protegidas da poluição da superfície, a falta de controle e expansão urbana podem resultar na degradação das mesmas. O presente trabalho buscou trazer um estudo acerca das características hidroquímicas das águas subterrâneas de poços outorgados situados na Região Metropolitana do Recife, em Pernambuco, de acordo com o diagrama de Piper, disponibilizado pelo programa Qualigraf, além de avaliar a qualidade das águas subterrâneas usadas para o consumo humano dos poços com outorga no período de 2013-2019 disponibilizado pela Agência Pernambucana de Águas e Clima, órgão emissor de outorgas no estado. Os resultados apontam a classificação das águas dos poços analisados como: 53% sódicas cloretadas, e o restante divididos em: cálcicas cloretadas, sódicas bicarbonatadas, sódicas mistas, cloretadas mistas, magnesianas cloretadas, cálcicas bicarbonatadas, cálcicas mistas, magnesianas bicarbonatadas, bicarbonatadas mistas e mistas. Em relação à qualidade da água para o consumo humano, 87 poços de 173 analisados apresentaram substâncias com valores acima do permitido em relação à legislação, com predominância para os parâmetros de sólidos totais dissolvidos, nitrato, ferro e cloreto.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 19/12/2021

Aprovado: 10/09/2022

Publicação: 10/10/2022



Keywords:

water quality, Piper diagram, Pernambuco

Palavras-Chave:

qualidade da água, diagrama de Piper, Pernambuco

Introdução

Apesar de ser um planeta coberto por água, aproximadamente 97% das águas da Terra são salgadas, restando cerca de 3% de água doce. Para a utilização humana, o percentual se torna ainda menor. Segundo a Agência Nacional de Águas, excluindo aproximadamente 2,5% de águas congeladas no Ártico e Antártica em forma de geleiras, e dos últimos 0,5% que sobram, a maior parte se encontra em aquíferos subterrâneos (ANA, 2020).

A utilização de água para quaisquer tipos de atividades humanas põe em risco a quantidade e, principalmente, a qualidade de água no mundo. Tendo isso em vista, se tornam necessárias medidas, a exemplo da Política Nacional de Recursos Hídricos, que busca assegurar padrões de qualidade para os respectivos usos da água, a regulamentação de utilização dos recursos, e a preservação dos corpos hídricos, de acordo com o Art. 2º da Lei das águas (Lei Federal Nº 9.433, 1997).

No estado de Pernambuco, os mananciais superficiais suprem boa parte das necessidades hídricas em diversas atividades cotidianas, mas devido a longos períodos de estiagem na região juntamente com as deficiências no sistema público de abastecimento, a utilização de mananciais subterrâneos para diversas finalidades vem se consolidando.

As águas subterrâneas, encontradas nos aquíferos, são formadas pelo excedente de águas das chuvas que adentram pelas camadas do solo abaixo da superfície e instalam-se nos vazios entre as rochas. Portanto, os aquíferos são uma forma de reservatório de água subterrânea, abastecida pela água da chuva, funcionando como uma espécie de caixa d'água que também alimenta os rios (ANA, 2020).

Em Pernambuco os diversos aquíferos existentes podem ser enquadrados nos domínios hidrogeológicos relativos aos compartimentos geológicos da Bacia Pernambuco Paraíba e do Embasamento Cristalino. Os aquíferos localizados no compartimento da Bacia Pernambuco Paraíba são caracterizados por apresentarem porosidade e permeabilidade boas a regulares, a exemplo do Beberibe, Barreiras e o dos Sedimentos Diversos. Já os localizados no Embasamento Cristalino, conhecidos como aquíferos fissurais, por ocorrerem nas fissuras de rochas duras/cristalinas fraturadas, apresentam baixas porosidade e permeabilidade. O embasamento cristalino domina cerca de 85% do território estadual, e apresenta constantes problemas de salinização das águas nele contidas (CPRM, 2019).

Os principais aquíferos encontrados na Planície do Recife são Cabo, Beberibe e Boa Viagem. O aquífero Cabo é profundo, espessura média de 100 m e semiconfinado. É formado por arenitos, siltitos e argilitos. O aquífero Beberibe, também profundo, espessura média de 100 m, é confinado e predomina ao norte do lineamento Pernambuco, sendo constituído por

arenitos com intercalações de siltitos e argilitos. O aquífero Boa Viagem, pouco profundo (espessura média de 40 m) e livre, sendo mais vulnerável a salinização e contaminação, recobre os sedimentos dos aquíferos Beberibe e Cabo, sendo composto por areias, siltes e argilas (Borba, Costa Filho, & Mascarenhas, 2010)

Um dos métodos de estudo da qualidade hidroquímica das águas é o diagrama trilinear, criado por Piper em 1944, onde plota-se as proporções dos cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) e ânions (HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) principais em dois diagramas triangulares respectivos, combinando-se as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos (Merino, Alonso, Jiménez, Losada, & Prados, 2021).

Embora mais protegidas do que as águas superficiais, os aquíferos também estão suscetíveis à poluição devido a fatores hidrogeológicos e antropológicos. Uma das medidas utilizadas para regular o uso, controlar a poluição e minimizar os conflitos entre os usos dessas águas é a outorga, instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, que no caso de Pernambuco, é emitida pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC).

De acordo com a APAC, atualmente existem inúmeras outorgas vigentes para uso da água subterrânea no estado, sendo utilizadas para diversos fins, como por exemplo: abastecimento público, consumo humano, usos da indústria, construção civil, e outros.

Estudar a composição hidroquímica das águas dos aquíferos é importante em áreas de grande expansão urbana, onde sempre se buscam melhorias para seu aproveitamento para diversos fins. Com a avaliação da qualidade das águas subterrâneas é possível fazer uma caracterização e análise de tendências, permitindo uma melhor gestão dos recursos hídricos do local.

Este trabalho objetivou fazer a caracterização acerca da composição hidroquímica de águas subterrâneas de poços outorgados na Região Metropolitana do Recife – PE (RMR) no período de 2013 até 2019, utilizando o Diagrama de Piper. Verificou-se também, dentre os parâmetros analíticos disponíveis, a qualidade da água dos poços utilizados para consumo humano.

Desenvolvimento

Procedimentos metodológicos

Foi realizada a avaliação dos dados de 289 amostras de água de poços com outorga entre os anos de 2013-2019 procedentes da Região Metropolitana do Recife e obtidos junto a APAC. Os dados analíticos disponíveis foram: condutividade elétrica, pH, sólidos totais dissolvidos, cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, carbonato, cloreto, sulfato, dureza total, ferro, nitrato e nitrito. Devido à falta de alguns dados, foi possível classificar apenas 272 dessas amostras.

Com auxílio do software QUALIGRAF, disponibilizado gratuitamente pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, foram construídos os diagramas de Piper, através dos quais foi feita a classificação hidroquímica de cada amostra para os principais compostos químicos: sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto, carbonato, bicarbonato e sulfato (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2014).

Após a análise das amostras quanto a finalidade de uso, foi verificada sua adequação para consumo humano de acordo com a legislação em vigor (Portaria N° 888, 2021), a qual estabelece procedimentos e responsabilidades para o monitoramento das águas e seus padrões de potabilidade, analisando os valores máximos permitidos (VMP) de cada parâmetro disponível para o consumo humano.

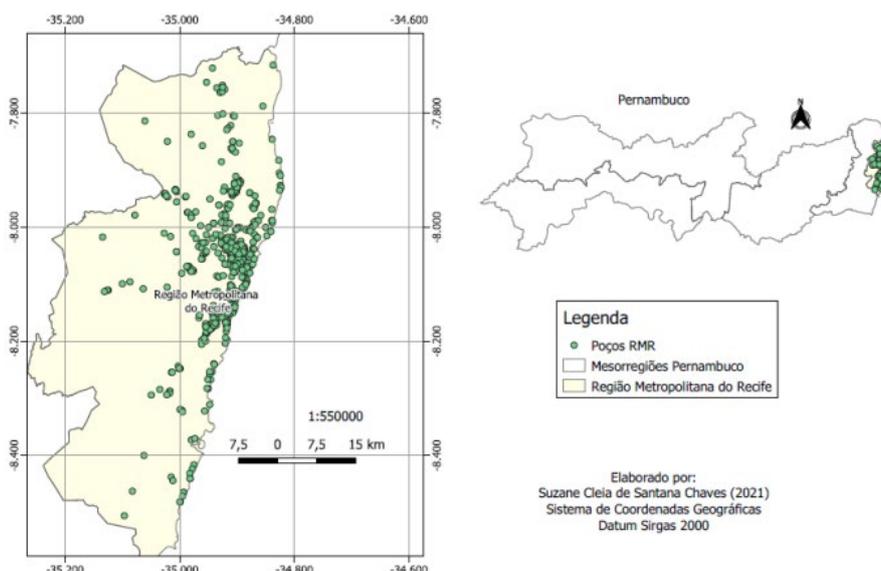
Para a confecção do mapa de localização da região de estudo, utilizou-se o Qgis 3.10, software gratuito de Sistema de Informação Geográfica.

Resultados e discussões

A Região Metropolitana do Recife (RMR), abrange os municípios de Recife, Igarassu, Cabo de Santo Agostinho, Olinda, Camaragibe, Jaboatão dos Guararapes, Paulista, Moreno, São Lourenço da Mata, Ipojuca, Itapissuma, Abreu e Lima, Araçoiaba e Igarassu. Na figura 1 estão plotados os poços com outorga estudados nesta região.

Figura 1

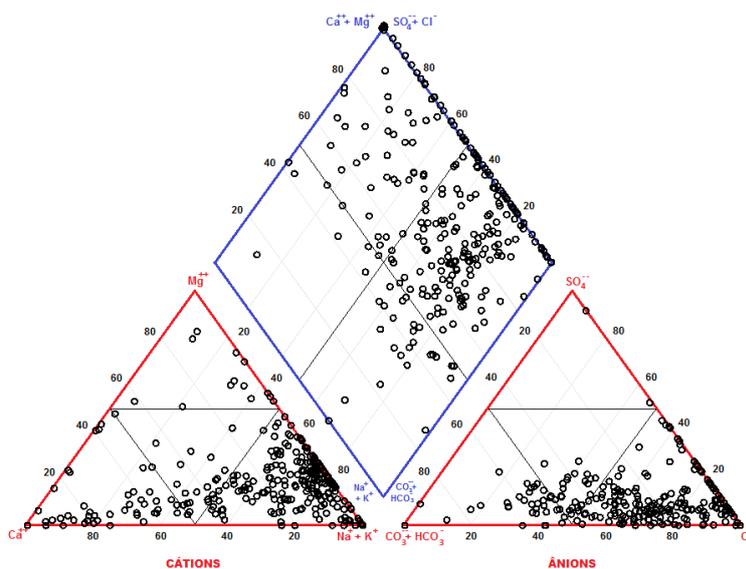
Poços outorgados na RMR no período de 2013- 2019



A classificação da água foi realizada através do diagrama de Piper, como apresentado na figura 2. Tal diagrama é um dos mais usuais para a classificação hidroquímica da água, possibilitando trabalhar com um grande número de amostras, classificando-as quanto aos seus íons dominantes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ K^+ , HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^-) e possibilitando o entendimento da química das águas e os destinos de uso que as mesmas podem ter.

Figura 2

Diagrama de Piper das águas subterrâneas da RMR



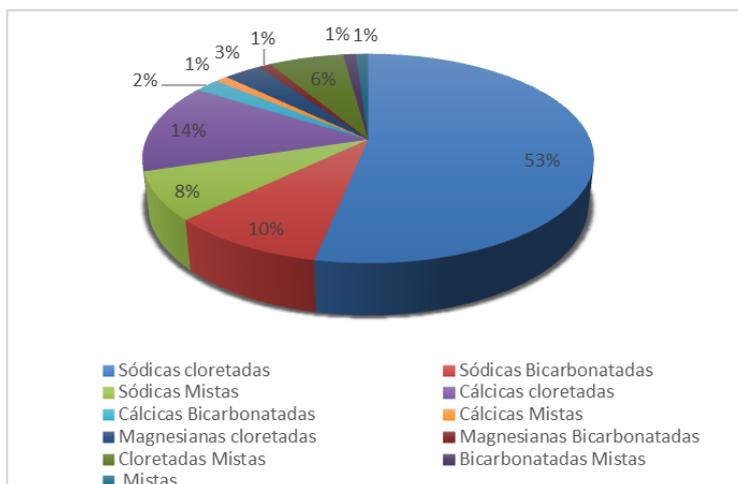
De acordo com os resultados, foi possível verificar que as águas são de diferentes tipos, sendo classificadas em sua maioria como: sódicas cloretadas, seguidas das cálcicas cloretadas, sódicas bicarbonatadas, sódicas mistas e cloretadas mistas.

Outras amostras ainda puderam ser classificadas como: magnesianas cloretadas, cálcicas bicarbonatadas, cálcicas mistas, magnesianas bicarbonatadas, bicarbonatadas mistas e mistas. Os resultados dessa classificação estão expressos na figura 3 de acordo com a quantidade de amostras que puderam ser analisadas e seu percentual.

Estudos sobre a hidrogeoquímica do Aquífero Boa Viagem em Recife, observaram classes de águas variando de bicarbonatadas sódicas a mistas e cloretadas sódicas (Santos, 2020). Quanto às águas do Aquífero Beberibe são predominantemente cloretadas sódicas e as do Aquífero Cabo, foram classificadas como cloretadas sódicas e águas mistas (bicarbonatadas a cloretadas cálcicas sódicas) (Santos, 2016).

Figura 3

Classificação das águas da RMR resultante do diagrama de Piper



(Santos, 2016) aponta que a evolução química das águas com a profundidade é consequência da solubilidade das espécies iônicas, pois, à medida que se infiltram em formações geológicas, as águas tendem a apresentar a seguinte evolução: bicarbonatadas, sulfatadas e cloretadas, uma vez que os solos possuem grande capacidade de alterar a composição química das águas que por ele permeiam.

As águas dos poços do presente estudo circulam em diferentes níveis de profundidade, o que pode interferir na variação das características hidroquímicas das mesmas. Além disso a RMR é uma vasta região, e essa situação geográfica dos poços provavelmente explica o fato de haver grupos de classificação hidroquímica bastante distintos.

Com relação aos usos, avaliou-se a qualidade da água quanto aos parâmetros disponíveis de 173 poços utilizados para o consumo humano, de acordo com a legislação (Portaria N° 888, 2021). Em 87 poços, foram encontradas substâncias fora dos padrões de potabilidade (figura 4).

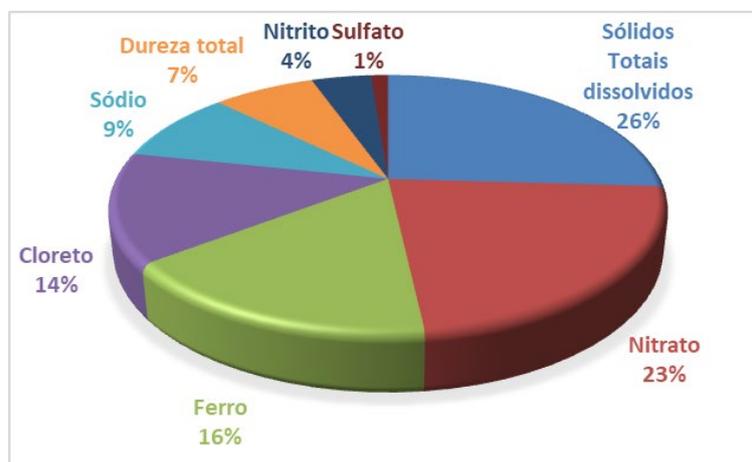
Observou-se que os principais parâmetros que comprometeram a qualidade dessas águas foram os sólidos totais dissolvidos (STD), nitrato, ferro e cloreto. De acordo com a legislação vigente, águas com valores de STD acima de 500 mg.L⁻¹, nitrato acima de 10 mg.L⁻¹, ferro acima de 0,3 mg.L⁻¹ e cloreto acima de 250 mg.L⁻¹, são impróprias para consumo humano.

Os STD refletem os teores de sais na água e ocorreu acima do valor máximo permitido em 26% das amostras. Essa salinização pode ocorrer devido alguns fatores como infiltração de água salinizada do aquífero Boa Viagem para os aquíferos sotopostos (Cabo na zona sul e

Beberibe na zona norte) em função de falhas na construção de poços, poços desativados e abandonados (Bernardino & Demétrio, 2015).

Figura 4

Percentual de poços e parâmetros com restrição de qualidade da água para consumo humano



Em outro estudo sobre a evolução da salinidade das águas subterrâneas na zona costeira do Recife, foi observado que em condições de super exploração, os aquíferos apresentam-se vulneráveis à degradação por salinização, pelas causas já citadas, e também por intrusão marinha. Os ânions de cloreto refletem essa concentração de sais, podendo também ter origens decorrentes de lançamento de esgotos (Paiva, Cabral, Montenegro, & Costa Sobrinho, 2014).

O ânion nitrato ocorreu acima do valor máximo permitido em 23% das amostras. Apresenta como principais fontes antrópicas, os fertilizantes nitrogenados, a disposição inadequada de resíduos e falhas nos sistemas de saneamento. A ingestão de água com elevadas concentrações desse elemento pode causar doenças como a metehemoglobinemia, conhecida como síndrome do bebê azul, alguns tipos de câncer ou mesmo problemas no sistema reprodutivo, em seres humanos e animais (SÃO PAULO, 2019)

Com relação aos altos teores de ferro em 16% das amostras, o mesmo pode provocar na água sabor adstringente e também provocar coloração amarelada nas superfícies onde entra em contato, reduzindo sua aceitação pelo consumidor por causar manchas em roupas, pisos e louças sanitárias (Soares, Costa, Gomes, Freitas, & Barros, 2021). A origem do ferro na água subterrânea pode estar associada a problemas construtivos, como poços mal construídos em lençóis superiores, corrosão de revestimentos ou filtros dos poços, além de aspectos morfológicos e pedológicos.

Considerações Finais

A utilização do diagrama de Piper permitiu a classificação hidroquímica das águas subterrâneas da RMR com predominância de composições na seguinte ordem: sódicas cloretadas, cálcicas cloretadas, sódicas bicarbonatadas, sódicas mistas e cloretadas mistas.

Com relação à análise de alguns parâmetros da qualidade da água para potabilidade, foi possível identificar 87 poços que apresentaram substâncias fora dos padrões de aceitação para consumo humano de acordo com a legislação em vigor, sendo necessário tratamento dessas águas para que possam se adequar ao uso.

REFERÊNCIAS

- ANA. (2020). *Agência Nacional de águas e saneamento básico*. Acesso em 06 de 08 de 2020, disponível em Água Subterrânea: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>
- Bernardino, F. S., & Demétrio, J. G. (2015). Análise sobre as causas de salinização dos aquíferos costeiros da planície do Recife. *Águas Subterrâneas*. Fonte: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28282>
- Borba, A. L., Costa Filho, W. D., & Mascarenhas, J. d. (2010). Configuração geométrica dos aquíferos da Região Metropolitana do Recife. *Anais do XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços*.
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos . (2014). QUALIGRAF. Ceará. Acesso em 25 de Maio de 2021, disponível em <http://www3.funceme.br/qualigraf/>
- Lei Federal Nº 9.433. (1997). *Lei Federal Nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997*. (Presidência da República) Acesso em 22 de Maio de 2021, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm
- Paiva, A. L., Cabral, J. J., Montenegro, S. M., & Costa Sobrinho, A. F. (2014). Aumento do risco de salinização da água subterrânea na planície do Recife devido à elevação do nível do mar. *Anais XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*.
- Portaria Nº 888. (2021). *Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021*. (Ministério da Saúde) Acesso em 20 de Julho de 2021, disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>
- Santos, R. M. (2016). *Caracterização e evolução hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Recife-PE*. Dissertação de Mestrado, UFPE, CTG, Recife.
- Santos, R. M. (2020). Características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas do Aquífero Boa Viagem na porção leste do bairro da Várzea-Recife-PE. *Revista de Geografia* , v.37 n.3, 405-421.
- SÃO PAULO. (2019). *Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual*. São Paulo: Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas - Claudia Varnier (Coord.).
- Soares, I. d., Costa, M. S., Gomes, M., Freitas, A. Á., & Barros, A. d. (2021). Estudo da remoção e controle de ferro nas águas da nascente Serra do Andrade-MG. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v.10 n.6. doi:<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15980>