



XVII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

GEODIVERSIDADE COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO AO CONHECIMENTO DO MEIO FÍSICO - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS UTILIZADAS EM MUNICÍPIOS DO LITORAL SUL DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Margarida Regueira da Costa¹; Alexandre Luiz Souza Borba²; Fernanda Soares de Miranda Torres²; Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff.

RESUMO – O consumo humano de água potável constitui-se em uma das ações de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade. Estudos mostram que muitos municípios brasileiros são abastecidos total ou parcialmente por águas subterrâneas, especialmente os municípios menores, sendo muitas vezes, a única opção para populações difusas. Assim, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM teve como um dos objetivos, elaborar um diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas utilizadas pelos diversos tipos de usuários localizados na faixa costeira sul de Pernambuco. A área é composta por cinco municípios: Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande. Para o diagnóstico foram coletadas amostras de água subterrânea para análises dos padrões físico-químicos de potabilidade e de coliformes totais e fecais, num total de 73 pontos representativos, no período de junho a novembro de 2019. A metodologia aplicada foi baseada na Portaria GM/MS Nº 888 de 04/05/21, tomando-se os devidos cuidados com as técnicas de coleta e estocagem. Os resultados mostraram que a população estudada está vulnerável em relação aos riscos à saúde, em muitos pontos coletados, quanto às doenças relacionadas com a água. Para isso, é necessário informar a população e promover políticas públicas que garantam o acesso generalizado à água adequada ao consumo.

ABSTRACT– The human consumption of drinking water constitutes one of the public health actions with the greatest impact on the prevention of diseases and mortality rates. Studies show that many Brazilian municipalities are supplied totally or partially by groundwater, especially smaller municipalities, which are often the only option for diffuse populations. Thus, one of the objectives of the Geological Survey of Brazil – CPRM was to prepare a diagnosis of the quality of groundwater used by different types of users located in the southern coastal strip of Pernambuco. The area comprises five municipalities: Sirinhaém, Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros and São José da Coroa Grande. For the diagnosis, groundwater samples were collected for analysis of the physicochemical patterns of potability and total and fecal coliforms, in a total of 73 representative points, from June to November 2019. The applied methodology was based on Ordinance GM/ MS No. 888 of 05/04/21, taking due care with collection and storage techniques. The results showed that the studied population is vulnerable in relation to health risks, in many points collected, in terms of water-related diseases. For this, it is necessary to inform the population and promote public policies that guarantee widespread access to water suitable for consumption.

Palavras-Chave - Qualidade das Águas; Padrões de Potabilidade.

¹) Pesquisadora do Serviço Geológico do Brasil; Professora Doutora em em Recursos Hídricos - UPE

²) Pesquisador do Serviço Geológico do Brasil.



1. INTRODUÇÃO

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando um bem escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido. 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, mesmo tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular (IBGE, 1994).

O estudo feito pelo Instituto Trata Brasil mostra que 52% dos 5.570 municípios brasileiros são abastecidos, total (36%) ou parcialmente (16%), por águas subterrâneas (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019). Essas águas são fundamentais especialmente para os municípios menores, sendo a única opção de 48% dos municípios com população menor que 10 mil habitantes e para 30% daqueles com 10 a 50 mil habitantes.

As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas são, em geral, diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo, que contaminam os lençóis freáticos com micro-organismos patogênicos (FREITAS; ALMEIDA, 1998). Além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como o ferro e o manganês (NORDBERG *et al.*, 1985), também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente. Águas coletadas podem revelar a presença de índices elevados de coliformes fecais, estreptococos fecais, bactérias de diversas categorias, salmonela e elevados teores de nitratos ou metais, como alumínio, cromo, cádmio, manganês, bário e chumbo.

Assim, os constituintes químicos das águas subterrâneas podem ser influenciados por vários fatores, como a deposição atmosférica, os processos químicos de dissolução e/ou hidrólise no aquífero e, também, a mistura com esgoto, modificando as características qualitativas e quantitativas dos aquíferos subterrâneos, principalmente devido às misturas de águas de diferentes profundidades ocasionadas por poços tubulares mal construídos, com falhas nos níveis de cimentação e/ou defeitos nos enrocamentos dos tubos de revestimentos e filtros, ao longo dos diversos tipos de rochas e ambientes deposicionais.

2. ÁREA EM ESTUDO

A área estudada corresponde à faixa costeira sul de Pernambuco composta por cinco municípios:

- Sirinhaém: área de 374,32 km², população total de 46.361 habitantes, taxa de mortalidade infantil de 17,45‰ (IBGE, 2020) e esperança de vida de 58,7 anos.
- Rio Formoso: área de 227,45 km², população total de 23.628 habitantes, taxa de mortalidade infantil de 14,88‰ (IBGE, 2020) e esperança de vida de 57,4 anos.
- Tamandaré: área de 213,75 km², população total de 23.623 habitantes, taxa de mortalidade infantil de 22,56 ‰ (IBGE, 2020) e esperança de vida de 62,7 anos.
- Barreiros: área de 233,43 km², população total de 42.764 habitantes, taxa de mortalidade infantil de 15,67‰ (IBGE, 2020) e esperança de vida de 60,9 anos.
- São José da Coroa Grande: área de 69,18 km², população total de 21.586 habitantes, taxa de mortalidade infantil de 11,90‰ (IBGE, 2020) e esperança de vida de 57,4 anos.

3. METODOLOGIA

Foram realizadas as seguintes etapas:

3.1 Etapa de escritório

A) Seleção de poços tubulares por município e por aquífero, selecionados com base na análise dos dados do Banco de Informações do SIAGAS e posterior confecção de mapa para análise.

B) Seleção de áreas possíveis de contaminação de poços (mapeamento). As fontes destas informações foram o HIDROREC I, o SIG SGB/CPRM (PFALTZGRAFF *et al.*, 2003), as análises de imagens de satélite e o cadastro executado no âmbito do estudo, onde foram identificadas as possíveis fontes de poluição como: canais e rios, cemitérios, estações de tratamento de esgotos, hospitais, lixões e postos de combustíveis.

3.2 Etapas de campo (coletas de amostras das águas subterrâneas)

Foram coletadas amostras de água subterrânea para análises, num total de 73 pontos representativos, no período de junho a novembro de 2019.

A metodologia aplicada foi baseada na Portaria GM/MS N° 888 de 04/05/21, tomando-se os devidos cuidados com as técnicas de coleta e estocagem. Devido ao fato de alguns constituintes serem instáveis, foram realizadas algumas análises *in situ* (o pH; o cloro; o sulfeto; o oxigênio dissolvido; a alcalinidade; a temperatura e a condutividade elétrica), logo após a coleta da água do poço. Para as demais, a coleta da amostra correspondeu a um volume de água subterrânea suficiente para efetuar a análise duas vezes separadamente. As condições da “boca do poço” e a existência ou não de base de proteção sanitária também foram verificadas.

4. RESULTADOS

4.1 Análise dos padrões físico-químicos de potabilidade

Os resultados foram armazenados em um banco de dados e submetidos à análise de consistência. Ao total, foram realizadas coletas em 73 pontos nos diversos municípios do litoral sul do estado de Pernambuco, observando-se os possíveis pontos de contaminação da água (Figura 1), como postos de combustível, aterros sanitários e cemitérios.

Os cemitérios mais antigos não apresentam nenhum tipo de planejamento e foram construídos em locais bastante vulneráveis. Na maioria, a drenagem da água da chuva é precária, ocorrendo inclusive a inundação de alguns túmulos. Nos locais onde o lençol freático é pouco profundo, as chances de contaminação das águas subterrâneas são grandes.

A preocupação com a proximidade dos cemitérios das cidades vem desde o século 18, mas com a poluição por eles causada é bem mais recente. Apenas em 1998, a OMS publicou um relatório afirmando que os cemitérios seriam uma fonte potencial de poluição, podendo causar impactos ambientais no solo e lençóis freáticos em razão da liberação de substâncias orgânicas e inorgânicas e microrganismos patogênicos (CIÊNCIA HOJE, 2009). Amostras da água subterrânea, coletadas ao redor dos cemitérios, constataram a contaminação da água pelos íons nitrato (NO_3^-), 34,3% das amostras e cloreto (Cl^-), 1,4% das amostras.

O cloreto é o ânion Cl^- que se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Alta concentração de cloreto confere sabor à água e efeitos laxativos em quem está acostumado a consumir água com baixas concentrações (BATALHA; PARLATORE, 1993). De acordo com a Portaria GM/MS Nº 888, é recomendável uma taxa de até 250 mg/L para consumo humano.

O nitrato (NO_3^-) é um ânion indicador de contaminação por efluentes sanitários e indica contaminação antiga. Os valores para água subterrânea são de até 10 mgL^{-1} . Valores acima de 5 mgL^{-1} podem ser indicativos de contaminação da água.

A contaminação por nitrato na água potável pode ser nociva à saúde humana. No organismo humano, o nitrato se converte em nitrito que, por sua vez, combina-se com a hemoglobina para formar a meta-hemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio no sangue. Exposições contínuas estão associadas ao aumento de risco para câncer do trato gastrointestinal, dores de cabeça, diarreia e mal-estar (FERNÍCOLA; AZEVEDO, 1981).

Figura 1 - Pontos de coleta de amostras e de possíveis fontes de contaminação. Fonte: elaborado pelos autores (2020).



A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas

carregadas eletricamente, e à alcalinidade, que tem relação direta com a presença e/ou ausência de carbonatos e bicarbonatos (SANTOS, 1997).

Quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros: o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, os carbonatos, os carbonetos, os sulfatos e os cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem.

De acordo com os resultados, observou-se que 79,2% das amostras (Figura 2), apresentaram valores de condutividade elétrica (CE) <400 uS/cm, classificando a água como **excelente**; 5,6% de 400 a 600 uS/cm, indicando uma água **boa**; 9,7% de 600 a 1000, como **utilizável**; 4,1% maior que 1000 uS/cm, como de **difícilmente utilizável**, e 1,4% maior que 1500 uS/cm, como **não utilizável** (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

Figura 2. Classificação quanto à CE das amostras de água. Fonte: elaborado pelos autores (2020).



Em relação à turbidez nas águas subterrâneas dos poços, que é provocada por sólidos em suspensão (silte, argila, matéria orgânica etc.), observou-se que 20,84% das análises realizadas encontravam-se acima dos valores máximos permissíveis ao consumo humano de 5,0 uT (VMP). Destas, 80% eram resultados de poços rasos, 6,67% de poços profundos e 13,33% de cacimbas.

Para fins de potabilidade, a restrição dos valores máximos permissíveis ao consumo humano fundamenta-se na influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos micro-organismos patogênicos e minimizando a ação do desinfetante.

Quanto aos teores de ferro dissolvido, 12,3% das 73 amostras coletadas apresentaram valores superiores a 0,3 mg/L, o que corresponde ao valor máximo estabelecido pela Portaria GM/MS Nº 888, sendo 88,9% dessas, coletadas em poços rasos, o que pode caracterizar uma má construção desses poços, e 11,1% em cacimbas (Figura 3).

Os locais onde foram identificadas águas subterrâneas com excesso de ferro e de manganês correspondem, em geral, às áreas com relevos ondulados, devido à tendência de circulação de água onde há formação de maiores espessuras de solos, bem como pelo manto de alteração, favorecendo também a concentração desses dois elementos. Os íons de ferro e manganês podem conferir cor e sabor às águas. Além disso, propiciam incrustações, manchas em roupas e utensílios sanitários, havendo a necessidade do emprego de tratamentos para o consumo dessa água.

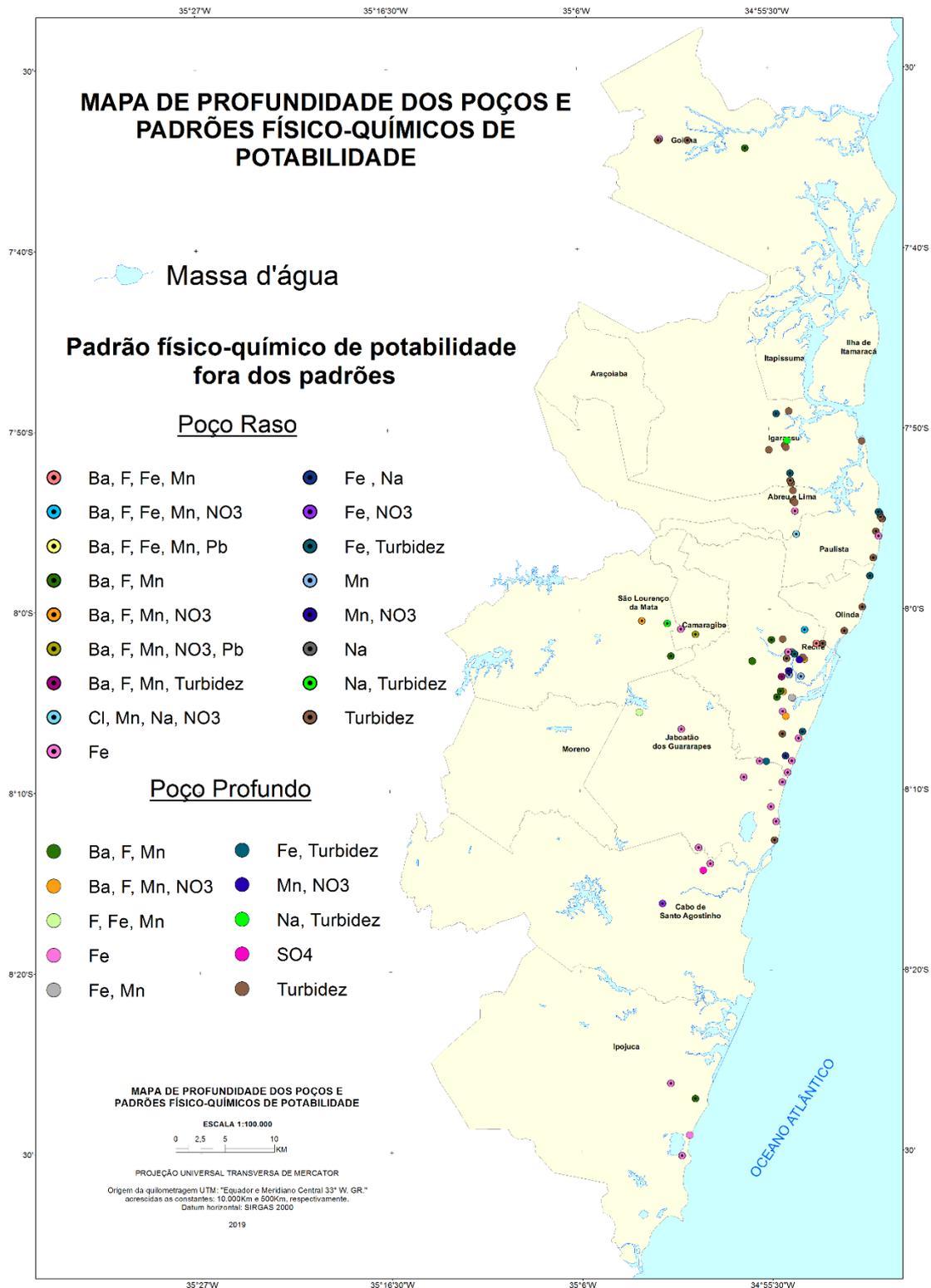
Em relação ao sódio na água subterrânea, a Portaria GM/MS Nº 888 estabelece valores de até 200 mgL⁻¹. Das amostras analisadas, apenas 1,4% apresentaram valores acima do valor máximo permitido. Estas concentrações são responsáveis pelo aumento gradativo de salinidade das águas e, conseqüentemente, pelo aumento dos sólidos totais dissolvidos (STD).

O bário pode ocorrer naturalmente na água, na forma de carbonatos, em algumas fontes minerais. Decorre, principalmente, das atividades industriais e da extração da bauxita. Não possui efeito cumulativo, sendo que a dose fatal para o homem é considerada de 550 a 600 mg. Provoca efeitos no coração, constrição dos vasos sanguíneos elevando a pressão arterial e efeitos sobre o sistema nervoso. O padrão de potabilidade, segundo a Portaria GM/MS Nº 888, é de 0,7 mg/L. Nas amostras de água analisadas para o bário, 100% apresentaram valores dentro do padrão de potabilidade.

Nas análises das amostras de água, em relação ao pH médio, uma característica observada foi a acidez. Os resultados mostram que 75,3% das amostras analisadas apresentaram pH inferior a 6,0, sendo que 81,8% em poços rasos, 7,3% em poços profundos, 3,6% em cacimbas e 7,3 em surgências. Quando foram analisados os dados para pH inferior a 7, a porcentagem sobe para 97,3% das amostras. Observa-se ainda que, pH inferior a 7 são favoráveis à permanência de ferro em solução na forma de Fe²⁺.

Em relação aos diversos elementos químicos, observou-se que os poços rasos apresentam mais resultados em desacordo com os padrões de potabilidade (Figura 3).

Figura 3 - Padrão físico-químico de potabilidade fora dos padrões. Fonte: elaborado pelos autores (2020).



4.2 Análises de coliformes totais e fecais

Verificou-se que 87,5% das amostras de água coletadas estão em conformidade com o padrão microbiológico para coliformes fecais e coliformes totais (Figura 4). Segundo a Portaria

GM/MS Nº 888 de 04/05/21, para Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes, apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo para Coliformes totais.

Em relação aos coliformes fecais ou termotolerantes, a Portaria GM/MS Nº 888, estabelece que, na água para consumo humano, incluindo fontes individuais como poços, não é permitida a presença em 100ml da água. Observou-se que, das amostras que apresentaram como resultado estar fora dos padrões para coliformes totais, 100% foram coletadas em poços rasos. Para coliformes fecais, 4,12% das amostras de água subterrânea coletadas não estão em conformidade com o padrão microbiológico estabelecidos e que 100% eram poços rasos.

Figura 4 - Parâmetros bacteriológicos de potabilidade das águas subterrâneas. Fonte: elaborado pelos autores (2020).



5. CONCLUSÕES

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde elas infiltram, guardando estreita relação com os tipos de rochas drenadas e os produtos das atividades humanas, adquiridos ao longo de seu trajeto.



A ausência dos dispositivos de segurança na construção dos poços como: a presença da calçada de proteção, coberturas adequadas, nível de profundidade da água, profundidade do revestimento interno, são requisitos importantes que visam minimizar a contaminação de suas águas. Esses dispositivos são exigidos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas;

Valores acima do que se preconiza na Portaria GM/MS nº 888 de 04/05/21, tanto para parâmetros bacteriológicos quanto para físico-químicos, colocam a população consumidora exposta a diversos riscos para a saúde;

As águas subterrâneas cumprem função importante e, em inúmeros casos, é vital para o fornecimento de água potável. Por isso, recomenda-se a sua proteção, com eliminação das causas de possíveis contaminações, bem como o uso de filtração e da desinfecção para reduzir, a um nível significativo, o risco de transmissão de parasitos;

Os resultados permitem avaliar que a população estudada está vulnerável em relação aos riscos à saúde, quanto às doenças relacionadas com a água;

O consumo humano de água potável constitui-se em uma das ações de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade. Portanto, o manancial subterrâneo que não atenda aos padrões de potabilidade recomendados precisa ser evitado. Para isso, é necessário informar a população e promover políticas públicas que garantam o acesso generalizado à água adequada ao consumo;

Essas informações fornecem um quadro parcial da qualidade da água subterrânea em municípios do litoral sul do estado de Pernambuco. Estudos ainda devem ser realizados abrangendo uma maior amostragem da região.

REFERÊNCIAS

BATALHA, B.L.; PARLATORE, A.C. **Controle da qualidade da água para consumo humano**: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, 1993.198p.

CIÊNCIA HOJE. Cemitérios - Fontes potenciais de contaminação, vol. 44 • nº 263, Setembro, 2009.

FERNÍCOLA N.G.G., AZEVEDO F.A. Metemoglobinemiae nitrato nas águas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 242-248, Abr. 1981.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Dados sobre Domicílios no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v. 54, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pernambuco**: panorama. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>. Acesso em: 20 set. 2020.

FREITAS, M.B.; ALMEIDA, L.M.. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 10., 1998, São Paulo-SP. **Anais ABAS**, 1998.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J.F.S. **Qualidade da água para o consumo humano**. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, 2004.

NORDBERG, G.F.; GOYER, R.A.; CLAKSON, T.W. Impact of effects of acid precipitation on toxicity of metals. **Environmental Health Perspectives**, v. 63, p. 169-180, 1985.

PFALTZGRAFF, P.A.S.; LEAL, O.; SOUZA JUNIOR, L.C.; LINS, C.A.C.; SOUZA, F.J.C.; ACCIOLY, A.C.A.; SANTOS, A.S.; MELO, C.R.; MOREIRA, F.M.; ALMEIDA, I.S.; ARAÚJO, L.M.N.; ROCHA, D.E.G.A.; OLIVEIRA, R.G.; SHINZATO, E.; AMARAL, C.A.; FERREIRA, R.V.; MIRANDA, J.L.F. **Sistema de Informações Geoambientais da Região Metropolitana do Recife**. Recife: CPRM, 2003. 119 p.

Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021.

SANTOS, A.C. Noções de Hidroquímica. *In*: MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, F.A.C. (coord.) **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM; UFPE, 1997.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, Ijuí, v. 13, n. 24, p. 46-53, jan./jun., 2013.