

**CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA
SUBTERRÂNEA NO ESTADO DA BAHIA QUANTO AOS TEORES DE
SULFATO**

Maiana Azevedo Vasconcelos¹; Iara Brandão de Oliveira²

Resumo

A água subterrânea possui uma dinâmica própria e, com isso, as características químicas refletem os meios por onde percolam, sendo influenciadas pela interação entre as mesmas e a rocha na qual o aquífero está inserido. Desta forma, a qualidade da água poderá ser alterada não apenas por ação antrópica, como também pela evolução do processo de intemperismo. O sulfato é muito comum na natureza, sendo as fontes principais: decomposição de solos e rochas, dissolução de gesso e anidrita, chuvas e agricultura. O Relatório Técnico FAPESB - Determinação do Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS (Negrão, 2007), elaborado com base nos dados de análises físico-químicas de amostras de água subterrânea de poços tubulares do estado da Bahia, do banco de dados da CERB, aponta que 17% dos poços analisados apresentam teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L). Os aquíferos cristalino e calcário apresentam os maiores percentuais de poços com teores elevados de sulfato, variando entre 0 até 1900 mg/L. Observa-se que no aquífero cristalino 92% das águas sulfatadas ou cloretadas são impróprias para consumo humano. Como as variações naturais de qualidade das águas subterrâneas são pequenas, características diferentes daquelas esperadas indicam a presença de anomalias.

Abstract

Groundwater has its own dynamic and, therefore, the chemical characteristics reflect the means by which percolate, being influenced by the interaction between them and the rock on which the aquifer is inserted. In this way, water quality can be changed not only by human action, but also by the evolution of the weathering process. Sulfate is very common in nature, being the main sources: the decomposition of soil and rocks, gypsum and anhydrite dissolution, rainfall and agriculture. The

¹ Mestranda em meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA / UFBA): R. Prof. Aristίδes Novis, 2 - Federação, Salvador - BA, 40210-630, (71) 98813-4684, maiana_mayazevedo@hotmail.com

Technical Report FAPESB - Determination of Natural Quality Index of Groundwater - IQNAS (Negrão, 2007), prepared on the basis of data of physical-chemical analysis of groundwater samples from wells of Bahia, the database of CERB, points out that 17% of analyzed wells have sulfate levels above the limit allowed by law (250 mg / L). The crystalline limestone aquifers and have the highest percentage of wells with high levels of sulfate, ranging from 0 to 1900 mg / L. It is observed that the crystalline aquifer 92% of sulfated or chlorinated water is unfit for human consumption. Because the natural variations in groundwater quality are small, different characteristics from those expected indicating the presence of anomalies.

Palavras-Chave: águas subterrâneas, qualidade da água subterrânea, sulfato em água subterrânea.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei nº 9433/97, a água é um bem de domínio público, e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, devendo ser utilizada pelo homem para a sua sobrevivência e melhoria das condições econômicas, sociais e comunitárias, garantindo o uso para as futuras gerações. Como também, é o meio onde habitam diversos organismos que necessitam de condições ambientais adequadas para a sua sobrevivência.

A água que se infiltra e se torna subterrânea possui uma dinâmica própria e, com isso, as características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, sendo influenciadas pela interação entre as mesmas e a rocha na qual o aquífero está inserido. De acordo com o tipo de aquífero, pode sofrer constante recarga (como de chuvas e corpos de água), bem como interferência direta e indireta das ações do homem.

Estudos mostram que outros fatores intervenientes, tais como clima, solo, geologia, relevo e vegetação podem ter um impacto na qualidade química da água subterrânea (Carmo, 2016). Desta forma, a qualidade da água subterrânea poderá ser alterada não apenas por ação antrópica, como também pela evolução do processo de intemperismo e fatores ambientais.

Como a recarga das águas no subsolo ocorre, na maioria dos casos, devido à infiltração da água de chuva em excesso no solo, atividades realizadas neste solo podem ameaçar a qualidade da água subterrânea. A poluição de aquíferos ocorre onde o descarte da carga contaminante gerada pela atividade antrópica (urbana, industrial, agrícola, mineradora, etc.) é inadequadamente controlada e certos componentes excedem a capacidade de atenuação das camadas do solo.

Observa-se ainda que, os próprios poços tubulares, cisternas e cacimbões, quando construídos sem o devido acompanhamento técnico de profissional capacitado e fora das exigências das normas técnicas, constituem-se em possível fonte de contaminação dos aquíferos, comprometendo a sua

qualidade, particularmente devido à contaminação por agentes biológicos, associados à falta de saneamento básico.

No Brasil, em relação aos padrões de potabilidade (e conseqüentemente qualidade das águas), os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos são fixados pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, tendo como principal referência as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS). Algumas legislações importantes, referentes às águas subterrâneas, são a Resolução CONAMA 396/2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas; bem como a Resolução CNRH n. 15, de 11 de janeiro de 2001, que estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas, entre outras.

Dentre os inúmeros cátions e ânions presentes na água subterrânea, o ânion sulfato (SO_4^{2-}) é muito comum, sendo uma das formas de enxofre presente na água. As fontes principais em ambientes aquáticos são: a decomposição de solos e rochas (exemplo: gesso (CaSO_4) e sulfato de magnésio (MgSO_4)), a oxidação de sulfatos (exemplo: pirita, sulfeto de ferro), dissolução de gipso ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e anidrita (CaSO_4), a presença de calcilutitos maciços e calcários oolíticos e pisolíticos, chuvas e agricultura (através da aplicação de adubos contendo enxofre).

Existem algumas ferramentas para representação gráfica de análises de cátions e ânions em águas que simplificam a comparação e avaliação de diferentes análises. Uma dessas ferramentas são os diagramas triangulares em que diversas análises podem ser comparadas simultaneamente, direta e rapidamente. O diagrama mais comum deste tipo é o diagrama de PIPER, possibilitando a determinação e a visualização das tipologias químicas de várias análises de água.

No diagrama de PIPER, plota-se em duas bases triangulares os resultados (porcentagem de miliequivalentes) para os cátions e os ânions, possibilitando a classificação das águas em função da concentração de íons. Normalmente os cátions mais abundantes são dois "terrosos", cálcio (Ca) e magnésio (Mg), e também um "alcalino", sódio (Na). O potássio (K) também ocorre, mas geralmente é muito menos abundante do que o sódio. Os ânions mais comuns são um "ácido fraco" bicarbonato (HCO_3) e dois "ácidos fortes", sulfato (SO_4) e cloreto (Cl).

Outra ferramenta utilizada para águas subterrâneas é a classificação com base no Índice de Qualidade Natural de Águas Subterrâneas (IQNAS), desenvolvido por Oliveira et al. (2007), sendo uma primeira tentativa de formulação de um índice de qualidade para as águas subterrâneas explotadas nos quatro domínios hidrogeológicos do Estado da Bahia: sedimentar, cárstico, metassedimentar e cristalino. O objetivo do IQNAS é compactar, em um único número representativo, as informações sobre a qualidade química da água subterrânea do Estado da Bahia.

Alguns autores como Mubarak et. al. (2015), Casado et. al. (2013), Liu et. al. (2013), Castro et. al. (2009), Gómez-Alday et. al. (2004), desenvolveram trabalhos referentes à presença de sulfato

em águas subterrâneas, voltados para descobrir a origem do sulfato nessas águas. A maioria dos autores propõem duas hipóteses: origem geológica e origem antrópica, e constataram que uma pequena parte da concentração de sulfato nas águas subterrâneas é devido à origem geológica do intemperismo das rochas do aquífero por onde percolam, justificada pela mesma composição isotópica. Porém estudos mostram que a maioria das águas subterrâneas que apresentam elevadas concentrações de sulfatos estão relacionadas com processos de poluição antrópica, através de fertilizantes, indústrias de mineração, pó de gesso, dentre outras causas antrópicas.

Como saúde humana e qualidade da água estão intimamente relacionadas, visto que a incidência de moléstias em homens e animais tem mostrado relação com abundância ou deficiência de concentrações de elementos químicos no meio ambiente, particularmente nas águas, faz-se necessário uma atenção especial à qualidade das águas, principalmente quando utilizadas para consumo humano.

Concentrações de sulfato em níveis elevados nas águas de abastecimento público podem dar um gosto amargo ou adstringente à água, provocando rejeição por parte do consumidor, e também podem provocar efeitos laxativos, causando diarreia e desidratação.

Diante do exposto, este artigo tem como objetivo caracterizar, de forma preliminar, a qualidade das águas subterrâneas no estado da Bahia quanto aos teores de sulfato, analisando os dados apresentados no Relatório Técnico FAPESB - Determinação do Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS, elaborado por Francisco Negrão em 2007, com base nos dados de análises físico-químicas de amostras de água subterrânea de poços tubulares do estado da Bahia, do banco de dados da Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB), compilados em planilhas eletrônicas pelo Núcleo de Pesquisa em Engenharia Ambiental (NUPEA/DEA – UFBA).

Este artigo é produto da revisão bibliográfica do projeto de mestrado, e a partir dele será possível identificar as espécies de sulfato existentes nas águas subterrâneas do Estado da Bahia, para uma futura análise através do uso do diagrama de PIPER, bem como do método do Tableau (Morel, 1993).

METODOLOGIA

O procedimento metodológico iniciou-se com um levantamento bibliográfico de materiais acadêmicos (artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses) compreendidos entre os anos de 1996 a 2015, bem como das legislações pertinentes, tendo como palavras chaves para a pesquisa: águas subterrâneas, qualidade das águas subterrâneas, domínios hidrogeológicos do estado da Bahia e presença de sulfato em águas subterrâneas.

Como também, fez parte da metodologia uma análise documental acerca do Relatório Técnico FAPESB - Determinação do Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS, elaborado por Francisco Negrão em 2007, com base nos dados de análises físico-químicas de amostras de água subterrânea de poços tubulares do estado da Bahia, do banco de dados da Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB), compilados em planilhas eletrônicas pelo Núcleo de Pesquisa em Engenharia Ambiental (NUPEA/DEA – UFBA),.

Após a revisão bibliográfica, e tomando como ponto de referência o relatório acima mencionado, foi feita a caracterização da qualidade da água subterrânea do estado da Bahia quanto aos teores de sulfato, a partir do tratamento dos dados das análises físico-químicas de amostras de água subterrânea dos poços tubulares.

Os dados de concentração do íon sulfato, identificados no relatório (Negrão, 2007), foram sistematizados, analisados e comparados com o limite do padrão de potabilidade (250 mg/L) determinado pela legislação, Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

O Relatório Técnico (Negrão, 2007) apresenta resultados preliminares, referentes aos dados hidroquímicos, de somente 160 poços, dos 14 mil poços do cadastro da CERB, por se tratarem de poços com análise completa dos parâmetros exigidos para a classificação do Diagrama de PIPER.

A caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas, separadas por sistema aquífero, auxiliou na correlação entre o IQNAS e o diagrama de PIPER, produzida por Negrão (2007) e serviu de base para uma análise conjunta com os dados das concentrações de sulfato identificadas nas amostras analisadas.

Com base nos diagramas de PIPER apresentados no relatório de Negrão (2007), inferiu-se sobre a qualidade das águas subterrâneas do Estado da Bahia. Se algum cátion ou ânion perfaz mais de 50% do conteúdo iônico total, a água é classificada por esta espécie predominante. Quando isto não acontece, a água é classificada pelos dois mais abundantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento dos dados contidos no Relatório Técnico FAPESB (Negrão, 2007) indicou que aproximadamente 17% dos poços analisados (160 poços no total) apresentam teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação, de 250 mg/L. Pode-se perceber também que os aquíferos cristalino e calcário apresentam os maiores percentuais de poços com teores elevados de sulfato.

No aquífero calcário, 15 análises completas de águas subterrâneas de poços foram utilizadas para a construção do diagrama de Piper, sendo que aproximadamente 7% das amostras apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), com os teores de sulfato variando de 0 mg/L até 344 mg/L.

De acordo com o Relatório Técnico (Negrão, 2007) o aquífero calcário possui 33% de suas águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas com qualidade imprópria; 7% de águas sulfatadas ou cloretadas sódicas e 7% de águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas, ambas de qualidade boa; e ainda 7% de águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas de qualidade ótima.

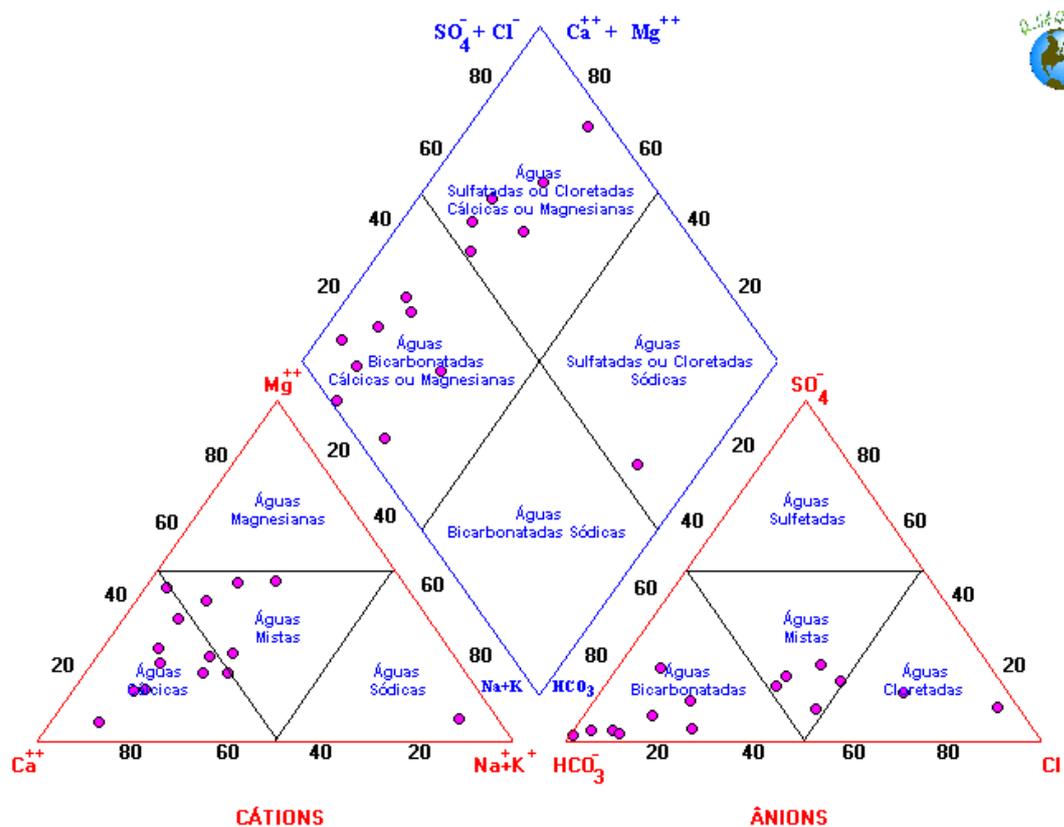


Figura 1: Diagrama de Piper para amostras de poços do aquífero calcário

FONTE: (NEGRÃO, 2007).

Das 25 análises completas de águas subterrâneas de poços do aquífero metassedimentar utilizadas para a construção do diagrama de Piper, nenhuma das amostras apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), com os teores de sulfato variando de 0 mg/L até 171 mg/L.

Para o aquífero metassedimentar, 8% de suas águas sulfatadas ou cloretadas sódicas possuem qualidade aceitável e 16% de suas águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas ou sódicas possuem qualidade boa (Negrão, 2007).

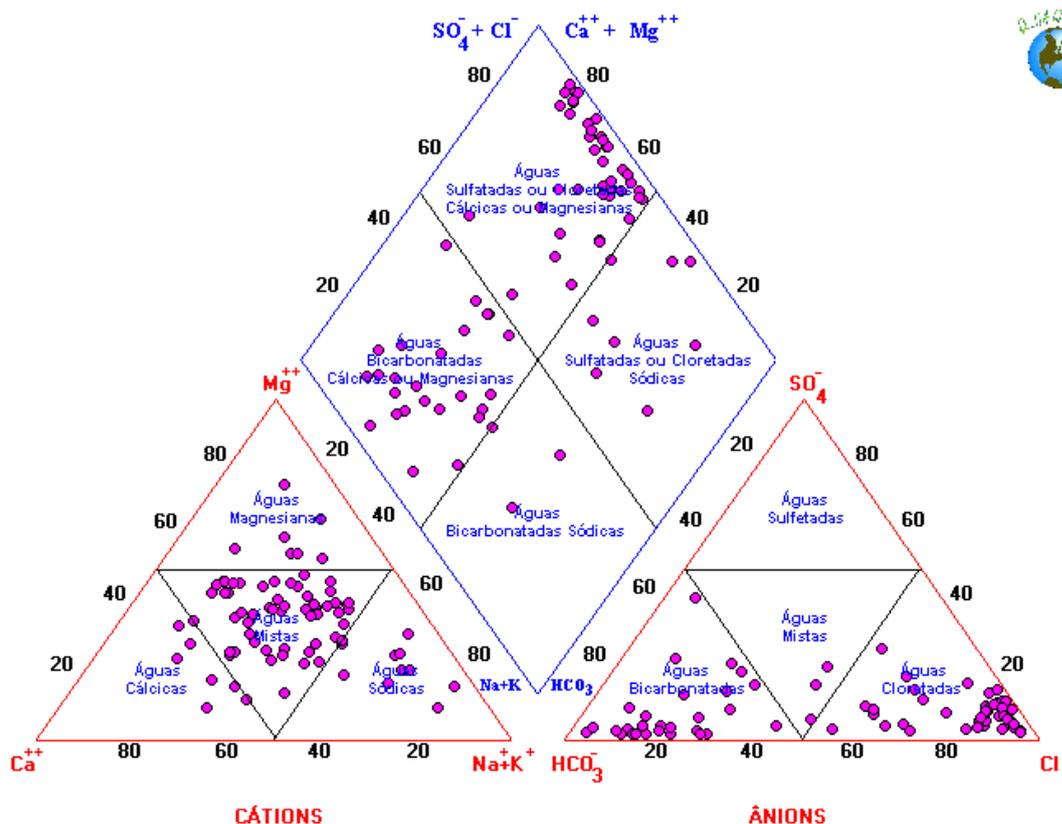


Figura 2: Diagrama de Piper para amostras de poços do aquífero metassedimentar

Fonte: (Negrão, 2007).

No aquífero sedimentar, 46 análises completas de águas subterrâneas de poços foram utilizadas para a construção do diagrama de Piper, sendo que nenhuma das amostras apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), com os teores de sulfato variando de 0 mg/L até 184 mg/L.

O aquífero sedimentar possui 17% de suas águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas ou sódicas com qualidade ótima; 35% de águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas ou sódicas com qualidade boa; 4% de águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas ou sódicas com qualidade aceitável; e 2% de águas sulfatadas ou cloretadas sódicas de qualidade imprópria (Negrão, 2007).

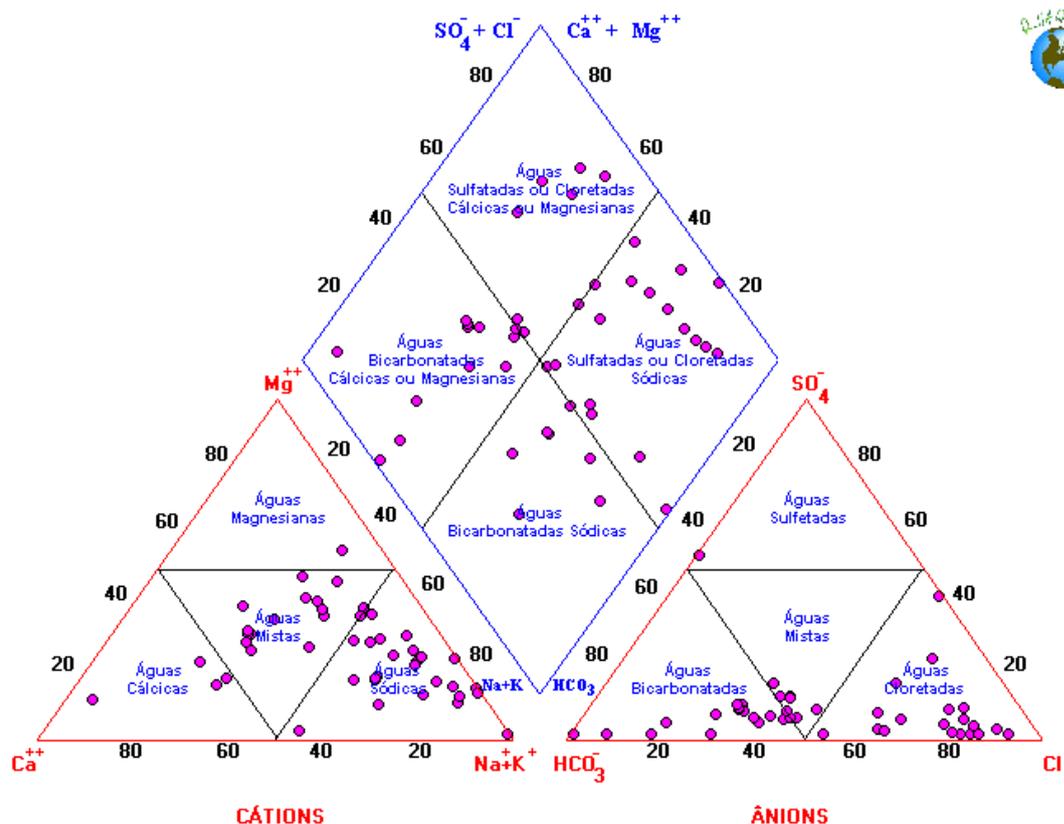


Figura 3: Diagrama de Piper para amostras de poços do aquífero sedimentar

Fonte: (Negrão, 2007).

Das 53 análises completas de águas subterrâneas de poços do aquífero cristalino utilizadas para a construção do diagrama de Piper, 23 amostras (43%) apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), variando de 0 mg/L até 1900 mg/L. Em águas naturais, as concentrações de SO_4^{2-} variam, em geral, entre 2 a 80 mg/L (Meybeck et al., 1992). As variações naturais de qualidade das águas subterrâneas são pequenas, assim, características extremas ou diferentes daquelas esperadas indicam a presença de situações anômalas (corpos de minério, metamorfismo de rochas, ação antrópica).

De acordo com o Relatório Técnico (Negrão, 2007), o diagrama de PIPER, para os dados do aquífero cristalino mostra que a maioria de suas águas são sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas apontando que podem ser águas de recargas mais antigas sobre os terrenos cristalinos ou contaminados por solos salinos.

No aquífero cristalino, a maioria das águas classificadas como sulfatadas ou cloretadas possuem qualidade imprópria ou aceitável, sendo 68% águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas e 6% água sulfatadas ou cloretadas sódicas com qualidade imprópria; 6% águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas e 2% água sulfatadas ou cloretadas sódicas com qualidade aceitável. Apenas 4% das águas sulfatadas ou cloretadas sódicas possuem qualidade boa.

Portanto, 93% das águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas são impróprias para consumo humano devido à sua alta salinidade (Negrão, 2007).

Essa alta salinidade relatada por Negrão (2007), é consequência da constituição do domínio cristalino (aquíferos de natureza fissural), somada a reduzida potencialidade hídrica, bem como em função da pluviosidade e da evaporação das águas, refletindo no maior índice de salinidade (Oliveira et. al., 2007). Além disso, há uma ampla variabilidade nas composições químicas das águas do aquífero cristalino, dentro de uma mesma bacia hidrográfica, e por isso, alguns autores argumentam que a salinização observada resulta de efeitos da composição mineralógica das rochas ou do material de sua alteração. A maioria, todavia, a atribui à influência de fatores climáticos, especialmente, às altas taxas de evaporação que caracterizam o ambiente semi-árido.

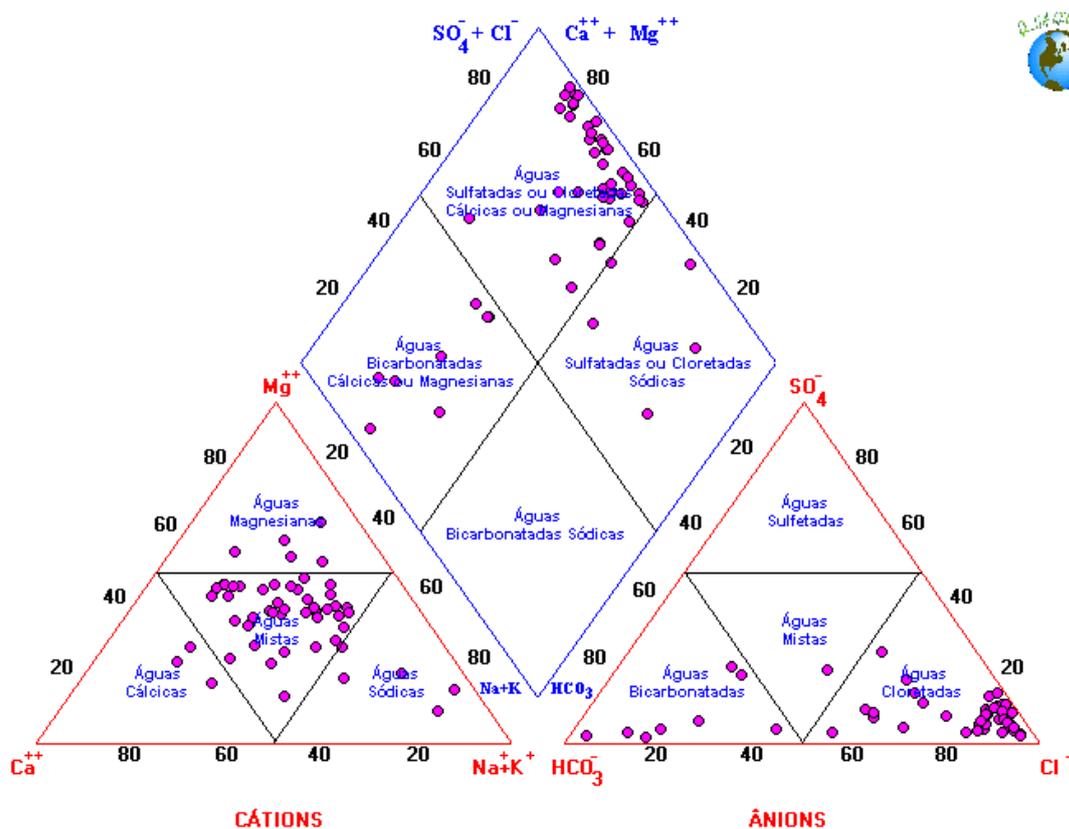


Figura 4: Diagrama de Piper para amostras de poços do aquífero cristalino

Fonte: (Negrão, 2007).

Da revisão bibliográfica realizada, observa-se que muitos trabalhos referentes à presença de sulfato em águas subterrâneas, voltados para descobrir a origem do sulfato nessas águas, constataram que uma pequena parte da concentração de sulfato nas águas subterrâneas é devido à origem geológica do intemperismo das rochas do aquífero por onde percolam, sendo justificada pela mesma composição isotópica. Como os dados de algumas amostras analisadas no Relatório Técnico (Negrão, 2007) possuem concentrações bastante elevadas para o parâmetro sulfato, parece indicar uma origem por processos de poluição antrópica, através de fertilizantes, indústrias de mineração,

pó de gessos, dentre outras causas antrópicas, apesar de Negrão não ter feito observação a esse respeito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão bibliográfica, e na análise dos dados físico-químicos da água subterrânea dos poços do estado da Bahia, pode-se constatar que 17% dos poços analisados (uma amostra de 160 poços no total) apresentam teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação, que é de 250 mg/L. Pode-se perceber também que apenas os aquíferos cristalino e calcário apresentam os maiores percentuais de poços com teores elevados de sulfato.

No aquífero calcário, aproximadamente 7% das amostras com análises completas de águas subterrâneas de poços, utilizadas para a construção do diagrama de Piper, apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), com os teores de sulfato variando de 0 mg/L até 344 mg/L. A maior parte (33%) das águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas apresentam-se com qualidade imprópria, o que pode estar associado às águas de baixa salinidade, recarga direta e recente sobre os terrenos calcários.

No aquífero cristalino, 43% das análises completas de águas subterrâneas de poços utilizadas para a construção do diagrama de Piper apresentaram teores de sulfato acima do limite permitido pela legislação (250 mg/L), variando de 0 mg/L até 1900 mg/L. A maioria das águas classificadas como sulfatadas ou cloretadas possuem qualidade imprópria ou aceitável, sendo 74% com qualidade imprópria e 8% com qualidade aceitável, devido à sua alta salinidade. O Relatório Técnico (Negrão, 2007) aponta que podem ser águas de recargas mais antigas sobre os terrenos cristalinos ou contaminados por solos salinos.

Os dados do aquífero cristalino alertam em relação à qualidade das águas, que apresentam elevadas concentrações de sulfato (estando quase que a metade dos dados acima dos padrões de potabilidade), principalmente quando essas águas são utilizadas para consumo humano, como também devido à alta salinidade apresentada, conforme relatado por (Negrão, 2007).

A análise realizada neste artigo expõe resultados preliminares referentes a dados hidroquímicos de uma amostra de poços do banco de dados do Cadastro da CERB, por se tratarem de poços com análise completa dos parâmetros. Portanto, essa amostra pode não ser representativa acerca da qualidade da água subterrânea no Estado da Bahia quanto aos teores de sulfato, sendo necessário um estudo mais aprofundado e que utiliza o máximo de amostras de água com análises completas, para se obter um panorama adequado da presença de sulfato em cada aquífero do estado da Bahia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF.

_____, Portaria nº 2914 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. Ministério da Saúde, Brasília, DF.

CARMO, J. C. C., Ferro na Água Subterrânea do Estado da Bahia: Uma Avaliação Preliminar dos Fatores Influentes na Concentração e Suas Consequências na Prospecção. Dissertação de Mestrado, UFBA, Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana – MEAU, 2016, 128pp.

CASADO, J.; CALVO, D.; MONTEVERDE, E. ALFONSO, P. Determinación del origen de los sulfatos disueltos en las aguas de la cuenca del Llobregat en el Bages. Libro de Actas del III Congreso Internacional de Geología y Minería Ambiental para el ordenamiento territorial y el desarrollo. Cardona. ISBN: 978-99920-1-769-2, 287-296, 2013.

CASTRO, E. G., PACHECO MEDINA, A. y CORONADO PERAZA, V., Origen de los sulfatos en el agua subterránea del sur de la sierrita de Ticul, Yucatán ISSN: 1665-529X, Revista Académica de la FI-UADY, volume 13-1, Março, 2009, 49- 58 p.

CERB - Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia, Divisão de Cadastro Hidrogeológico. Cadastro de Poços Tubulares do Estado da Bahia. Salvador, 2007.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Brasília.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília.

GÓMEZ-ALDAY J.J.; CASTAÑO S.; SANZ D. Origen geológico del los contaminantes (sulfatos) presentes em las aguas subterráneas de la Laguna de Pétrola. (Albacete, España). Resultados preliminares. Geogaceta, 35, 167-170, 2004.

LIU, X.; SIMUNEK, J.; LI, L.; HE, J.. Identification of sulfate sources in groundwater using isotope analysis and modeling of flood irrigation with waters of different quality in the Jinghuiqu district of China. *Environmental Earth Sciences*, Berlin, v. 69, n. 5, p. 1589-1600, 2013.

MEYBECK, M., et al. An introduction to water quality. In: *Water quality assessments: A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*; D. Chapman (Ed.). Chapman & Hall, London, p. 241-320, 1992.

MUBARAK, N.; HUSSAIN, I.; FAISAL, M.; HUSSAIN, T.; SHAD, M. Y.; ABDEL-SALAM, N. M.; SHABBIR, J.. Spatial Distribution of Sulfate Concentration in Groundwater of South-Punjab, Pakistan. *Water Qual Expo Health*, v. 7, n. 3, p. 503-513, 2015.

NEGRÃO, F. I. Determinação do Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS, com base nos dados de Poços Tubulares do Estado da Bahia. Relatório Técnico – Renovação Bolsa Pesquisa, Termo N°: 1344/2005, FAPESB, Novembro, 2007.

OLIVEIRA, I.B., NEGRÃO, F.I., SILVA, A.G.L.S. Mapeamento dos Aquíferos do Estado da Bahia utilizando o Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas – IQNAS. *Revista Científica Água Subterrânea*, vol. 21, n. 1, p. 123-137.2007.