



Hidrogeoquímica de um sistema aquífero poroso-fissural na sub-bacia do Rio do Peixe, NE, Bahia

Hydrogeochemistry of a porous-fissural aquifer system in the Rio do Peixe sub-basin, NE, Bahia

João José Santos Costa*
Susana Silva Cavalcanti
Manoel Jerônimo Moreira da Cruz

Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia
Rua Barão de Jeremoabo, s/n
Campus Universitário de Ondina,
Salvador Bahia Brasil
CEP 40170-115

*Autor correspondente
costajj4@gmail.com

RESUMO

O sistema aquífero poroso-fissural aflorante na sub-bacia hidrográfica do Rio do Peixe é composto pela Formação Capim Grosso e pelas rochas fraturadas do Cinturão Salvador-Curaçá e do Bloco Gavião, situado no nordeste da Bahia, Brasil. Os dados utilizados foram obtidos do Serviço Geológico do Brasil, de trabalhos pré-existentes e de 19 levantamentos geofísicos de campo. Para a caracterização e avaliação hidrogeoquímica, foram utilizadas 47 análises químicas dos íons principais, além dos parâmetros condutividade elétrica, pH, dureza total e sólidos totais dissolvidos. Também foram utilizados dados de eletrorresistividade aparente obtidos de 40 sondagens elétricas verticais (SEV). O conjunto de variáveis utilizadas se interrelacionam e os resultados obtidos mostram que as águas deste sistema aquífero são consideradas impróprias para o uso. Foram observados altos teores de sólidos totais dissolvidos (STD), confirmados pelas condutividades elétricas elevadas, dando a elas o caráter de muito mineralizadas. A resposta geofísica apresentou um modelo geológico composto de um regolito, recobrindo a Formação Capim Grosso, com níveis argilosos, e um substrato ora fraturado/alterado, ora inalterado. A Formação Capim Grosso representa o aquífero poroso enquanto as rochas cristalinas fraturadas/alteradas o aquífero fissural.

Palavras-Chave: Aquífero poroso-fissural, Sondagem Elétrica Vertical, Formação Capim Grosso, bacia do rio do Peixe BA Brasil

ABSTRACT

The outcropping porous-fissural aquifer system in the Rio do Peixe sub-basin is composed of the Capim Grosso Formation and fractured rocks of the Salvador-Curaçá Belt and the Gavião Block, located in northeastern Bahia, Brazil. The data used was obtained from the Geological Survey of Brazil, pre-existing work and a geophysical field survey. For the hydrogeochemical characterization and evaluation, 47 chemical analyses of the main ions were used, as well as the parameters electrical conductivity, pH, total hardness (TH) and total dissolved solids (TDS). Apparent electroresistivity data obtained from 40 vertical electrical soundings (VES) was also used. The set of variables used are interrelated and the results obtained show that the waters of this aquifer system are considered unsuitable for use. High levels of total dissolved solids were observed, confirmed by high electrical conductivities, giving them the character of being highly mineralized. The geophysical response showed a geological model composed of a regolith, covering the Capim Grosso Formation, with clay levels, and a substrate that is sometimes fractured/alterado, sometimes unchanged. The Capim Grosso Formation represents the porous aquifer while the fractured/alterado crystalline rocks represent the fissural aquifer.

Keywords: Porous-fissural aquifer, Vertical Electrical Sounding, Capim Grosso Formation, Peixe River basin BA Brazil

Copyright

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.



DOI:10.21715/GB2358-2812.202539002

1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea existente no planeta está relacionada ao ciclo hidrogeológico, processo pelo qual a natureza propicia a circulação das águas superficiais para a atmosfera e daí para os continentes por meio de precipitações, retornando para superfície e subsuperfície (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997). A água subterrânea tem sido considerada uma fonte importante de abastecimento devido à sua grande capacidade de armazenamento e suscetibilidade relativamente baixa à poluição em comparação com a água da superfície (USEPA, 1985). Estes recursos hídricos oferecem vantagens, com relação aos recursos superficiais, como perdas por evapotranspirações limitadas, menor vulnerabilidade a contaminações superficiais, custos de explorações relativamente baixos, além de boa qualidade.

O Nordeste brasileiro possui uma área da ordem de 1.600.000 km² dos quais cerca de 60% encontram-se em uma zona de características semiáridas que é, fundamentalmente, formada pela ocorrência do bioma caatinga. Este ambiente apresenta clima seco e quente, com chuvas que se concentram nas estações de verão e outono. No semiárido chove pouco, as precipitações variam entre 500 e 800 mm/ano concentradas em 3 a 5 meses e as chuvas são mal distribuídas no tempo (SUDENE, 1985).

A área de estudo compreende a sub-bacia do Rio do Peixe, com 1.507 km², inserida no Polígono das secas, situada no nordeste da Bahia. O aquífero fissural é representado por rochas metamórficas de alto grau dos Complexos Mairi, Caraíba e Tanque Novo-Ipirá, além da Suíte São José do Jacuípe. Já o aquífero poroso é constituído pelas coberturas cenozoicas da Formação Capim Grosso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área da sub-bacia do Rio do Peixe está localizada na porção nordeste do Estado da Bahia (Figura 1) e está incluída no denominado Polígono das Secas, com clima semiárido, seco a subúmido e experimentando longos períodos de estiagem ou escassez de chuvas. Geologicamente

Os parâmetros físico-químicos, íons principais e derivados de nitrogênio das amostras de águas subterrâneas e os dados geológicos utilizados neste trabalho foram obtidos do SIAGAS (2016) e do trabalho de Rios (2015). Para caracterização hidrogeoquímica da água utilizou-se o diagrama de SAR (U.S.S.L, 1954) e o diagrama de Piper (PIPER, 1944). O diagrama de SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) foi utilizado para determinar a salinização das águas, associado à condutividade/resistividade elétrica, obtida por meio das SEV. Os dados de eletroresistividade forneceram informações sobre a profundidade do nível estático e caracterização geológica do sistema aquífero. A combinação dos métodos hidrogeoquímicos com o método geofísico possibilita um melhor entendimento do contexto hidrogeológico da área.

As interações físico-químicas entre a água e a rocha reservatório poderão promover concentrações devido à solubilização de alguns íons, como cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloro, ferro, dentre outros. A composição química das águas subterrâneas depende de um determinado número de fatores naturais como condições geológicas, processos químicos resultantes da interação rocha-água, tais como produção de ácido carbônico, dissolução mineral, reações de oxirredução, precipitações de minerais, reações de troca iônica e adsorção de elementos (HEM, 1985). As relações entre as concentrações dos constituintes iônicos maiores Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻ e NO₃⁻, permitem classificar a água subterrânea hidrogeoquimicamente. (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997) e serve como estratégia de gestão de águas subterrâneas.

encontra-se inserida no Cráton de São Francisco, na borda oeste dos terrenos metamórficos de alto grau do Cinturão Salvador-Curaçá e no Bloco Gavião, sendo recobertos pelos sedimentos da Formação Capim Grosso.

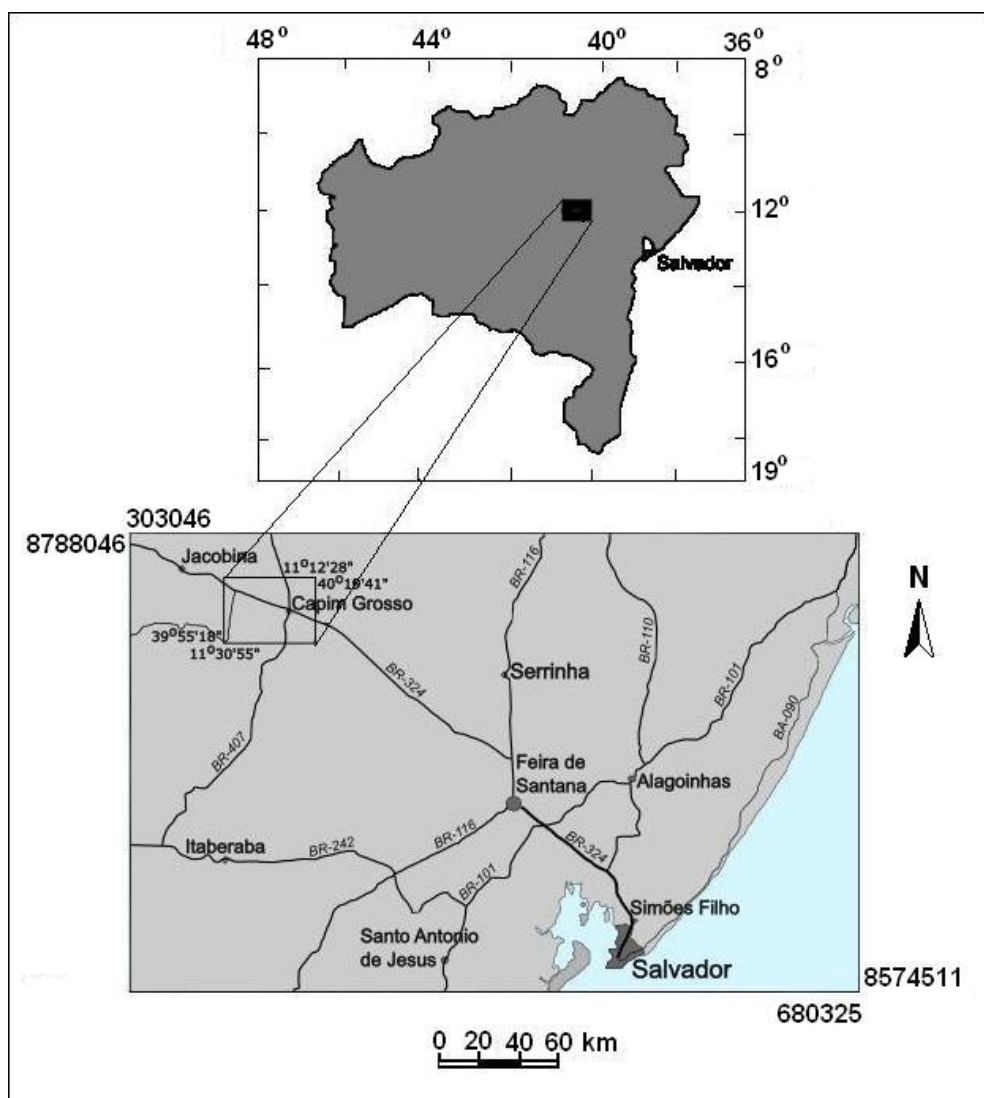


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.

O Bloco Gavião é constituído dos gnaisses metamorfizados de alto grau do Complexo Mairí e dos granitoides tardi a pós-tectônico de Várzea do Poço (MELO; PEREIRA, 2001). O Cinturão Salvador-Curaçá engloba os complexos Caraíba, Tanque Novo-Ipirá além da Suíte São José do Jacuípe e os granitoides intrusivos de idade paleoproterozóica (Figura 2). A Suíte São José do Jacuípe é constituída de faixas descontínuas, de direção NNW-SSE, de rochas máficas. O Complexo Caraíba é formado de ortognaisses granulíticos com fácies enderbíticas a charnoenderbíticas. (KOSIN *et al.*, 2003). O Complexo Tanque Novo-Ipirá é composto metavulcanossedimentares de médio a alto grau, calcissilicáticas e quartzitos (MELO; PEREIRA, 2001).

Os granitoides que ocorrem no Cinturão Salvador-Curaçá são das gerações sin a pós-tectônicas, sendo o mais expressivo o granitoide Riacho da Onça, um corpo de augen gnaisses monzoníticos a quartzomonzoníticos (KOSIN *et al.*, 2003). Os litotipos do plutonismo pós são representados por sienogranitos, e monzogranitos intrudidos nos complexos Caraíba e Tanque Novo-Ipirá e truncando as bandas da Suíte São José do Jacuípe.

A cobertura Tercio-Quaternária deposita-se discordantemente sobre as rochas do embasamento. Trata-se de depósitos arenosos a areno-argilosos, com espessura variando entre 1 a 3 metros (NEVES; FEITOSA, 1969). Estes tabuleiros estão balizados pela cota de 500 metros (Figura 2).

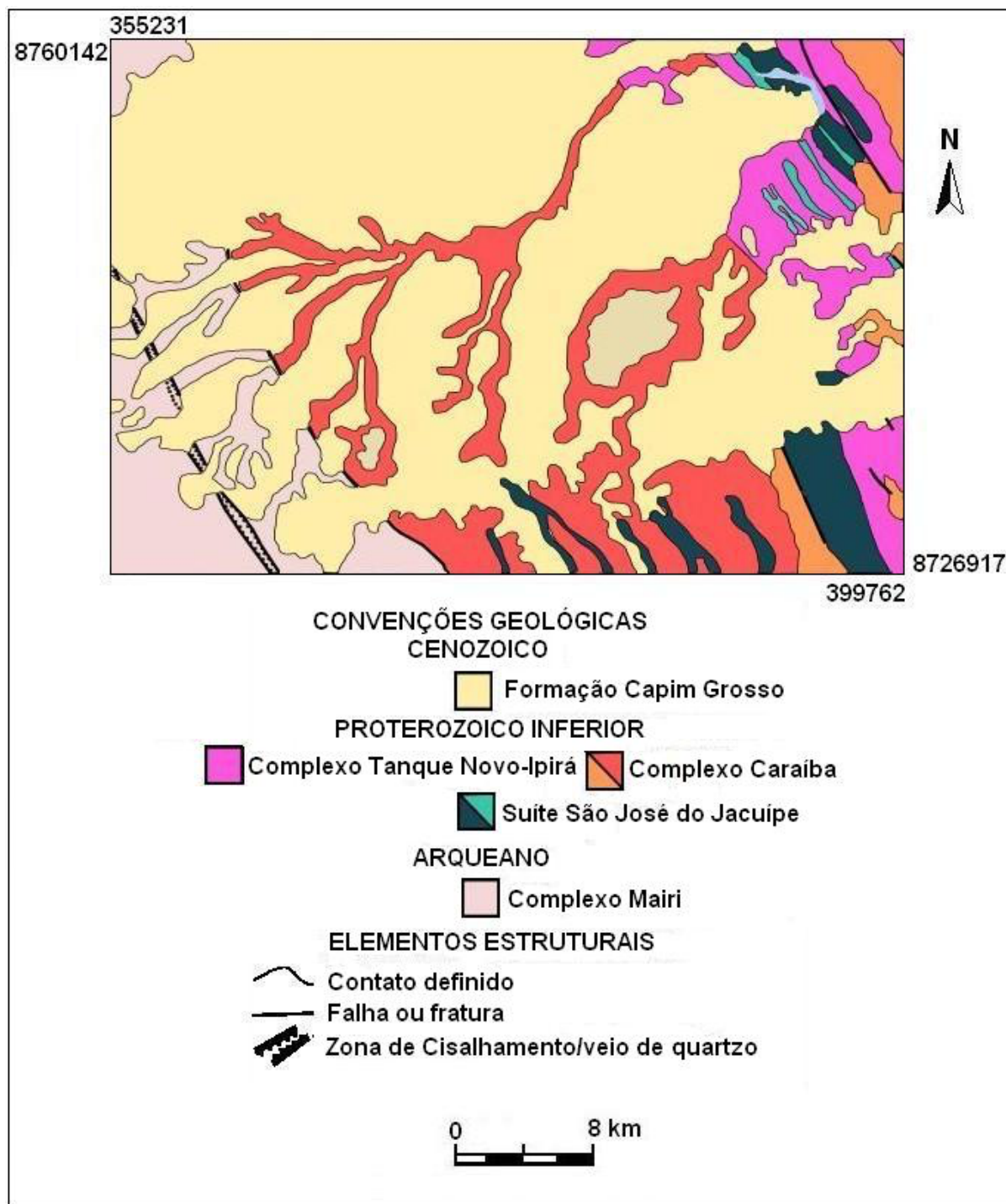


Figura 2 - Mapa geológico da sub-bacia do Rio do Peixe (Adaptado de CPRM, 1997).

Na área de estudo pode-se distinguir dois domínios hidrogeológicos: a formação superficial Tercio-Cenozóica e as rochas do embasamento cristalino. A hidrogeologia da área é caracterizada por um aquífero poroso acoplado a um aquífero fissural formando um sistema aquífero poroso-

fissural. É bastante comum que haja acoplamento hidráulico e os poços captem água dos dois aquíferos, configurando um sistema aquífero.

A formação superficial Cenozóica é constituída por sedimentos da Formação Capim Grosso e pelas coberturas superficiais Terciárias,

de naturezas diversas, que recobrem as rochas mais antigas. Em termos hidrogeológicos, têm um comportamento de aquífero granular, caracterizado por possuir uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade. Trata-se de materiais arenosos a areno-argilosos, localmente lateríticos, de coloração clara. Na base destes sedimentos, ocorre um nível conglomerático limonitizado (NEVES; FEITOSA, 1969).

As rochas que compõem o embasamento cristalino têm comportamento de aquífero fissural. Como basicamente não existe uma porosidade primária nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas/fendas e embasamento alterado, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em função da falta de circulação, dos efeitos do clima semiárido e do tipo de rocha, é na maior parte das vezes salinizada. Essas condições definem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa no abastecimento nos casos de pequenas comunidades, ou como reserva estratégica em períodos de prolongadas estiagens (VIEIRA *et al.*, 2005).

O aquífero fissural localizado nas zonas fraturadas e alteradas do embasamento cristalino foi separado em dois domínios: um domínio metavulcânicosedimentar e outro domínio denominado cristalino. As rochas metavulcânicosedimentares são representadas pelo Complexo Tanque Novo – Ipirá e pela Suíte São José do Jacuípe. A Suíte São José do Jacuípe é constituída de faixas descontínuas de rochas máficas, predominantemente ferrogabros, gabronoritos e leucogabros, e ultramáficas tipo peridotitos e piroxenitos (TEIXEIRA, 1997).

2.2 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

A pesquisa no banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS-CPRM) resultou em um total 79 poços existentes na área de estudo (Figura 3). Baseado nos relatórios destes poços foi realizada triagem das informações contidas, resultando em 53 poços com informações geológicas e de espessura de solo, 48 poços com informações sobre o nível

Biotita, hornblenda, andesina, hiperstênio e augita constituem a sua principal paragênese.

O Complexo Tanque Novo – Ipirá é composto por quatro unidades de rochas metavulcanosedimentares de médio a alto grau, representadas por gnaisses kinzigíticos ou granadíferos, bandas ricas em hornblenda, piroxênio e biotita; calcissilicáticas finas a médias, brancas a esverdeadas, com veios de apatita, associadas a metacarbonatos e quartzitos esverdeados a acinzentados. Associados a estas rochas ocorrem ortoanfibolitos, metagabros, metahornblenditos, hornblenda granulitos e metaperidotitos. As formações ferríferas, os gnaisses e os xistos grafitosos ocorrem com menos frequência neste complexo (MELO; PEREIRA, 2001; SAMPAIO, 1991).

O domínio cristalino é representado pelos complexos Caraíba e Mairí. O complexo Caraíba é a principal unidade do Cinturão Salvador-Curaçá, constituído predominantemente por rochas de natureza tonalíticas e granodioríticas. São ortognaisses cinza-esverdeados, composto por uma suíte bimodal com ortognaisses enderbíticos, charnoenderbitos e algumas vezes charnockitos, representando a facie fêlsica, e com gabro-dioritos em forma de lentes representando a fácies máfica (KOSIN *et al.*, 2003). Mineralogicamente estas rochas são compostas principalmente por plagioclásio, quartzo, feldspatos potássicos, hiperstênio e biotita. A apatita e o zircão ocorrem como acessórios (TEIXEIRA, 1997). O Complexo Mairí é constituído essencialmente por ortognaisses migmatíticos, em fácies de alto grau, de composição tonalítica a granodiorítica, com enclaves máfico-ultramáficos, de idade paleoarqueana, com a parte fêlsica tonalítica-trondhjemitica-granodiorítica e composição diorítica-gabróica representando a parte máfica (LOUREIRO, 1991).

estático e testes de bombeamento e 35 poços com informações de análises químicas. Juntou-se a este conjunto de dados, 22 poços com análises químicas do trabalho de Rios (2015).

Os dados de análise química das águas dos poços foram utilizados para geração de mapas de distribuição dos valores de condutividade elétrica e de pH e mapas de isotores de sólidos totais

dissolvidos (STD), dureza total, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} , Cl^{-} , HCO_3^{-} , SO_4^{2-} , NO_3^{-} e Fe total utilizando o *software* SURFER 9.0. Para classificar quimicamente e avaliar as águas subterrâneas do sistema de aquíferos poroso-fissural da sub-bacia do Rio do Peixe, foram gerados os gráficos de Piper e SAR através *software* livre QUALIGRAF da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCME (2001). O SAR (Sodium Adsorption Ratio) é calculado pela razão entre a concentração de sódio e a concentração de cálcio e magnésio na água. O SAR é um indicador importante para avaliar a qualidade da água de irrigação. Um SAR elevado indica que a água pode causar a dispersão e o inchaço do solo, prejudicando a sua estrutura e a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. O diagrama de Piper utilizado para interpretação dos dados quanto aos tipos iônicos, considera as concentrações dos cátions (Na^{+} , K^{+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e ânions (HCO_3^{-} , CO_3^{-} , SO_4^{2-} , Cl^{-}), expressos em

mg/L. A classificação é dada em função dos íons dominantes do seguinte modo: bicarbonatada cálcica ou magnésiana, bicarbonatada sódica, cloretada sódica e sulfatada cálcica ou magnésiana.

Foram executadas 40 sondagens elétricas verticais usando o arranjo de eletrodos Schlumberger com o resistímetro Syscal R-2 da Iris Instruments. Os dados de resistividade aparente das SEV foram invertidos utilizando o *software* livre RES1D, este programa determina automaticamente um modelo 1D de eletroresistividade para o subsolo, utilizando a inversão não-linear pela otimização de Gauss-Newton juntamente com a suavização através dos mínimos quadrados. Neste trabalho, os dados geofísicos foram utilizados para determinação das características geológicas e nível estático da água subterrânea. Com eles foi possível inferir sobre a qualidade da água também.

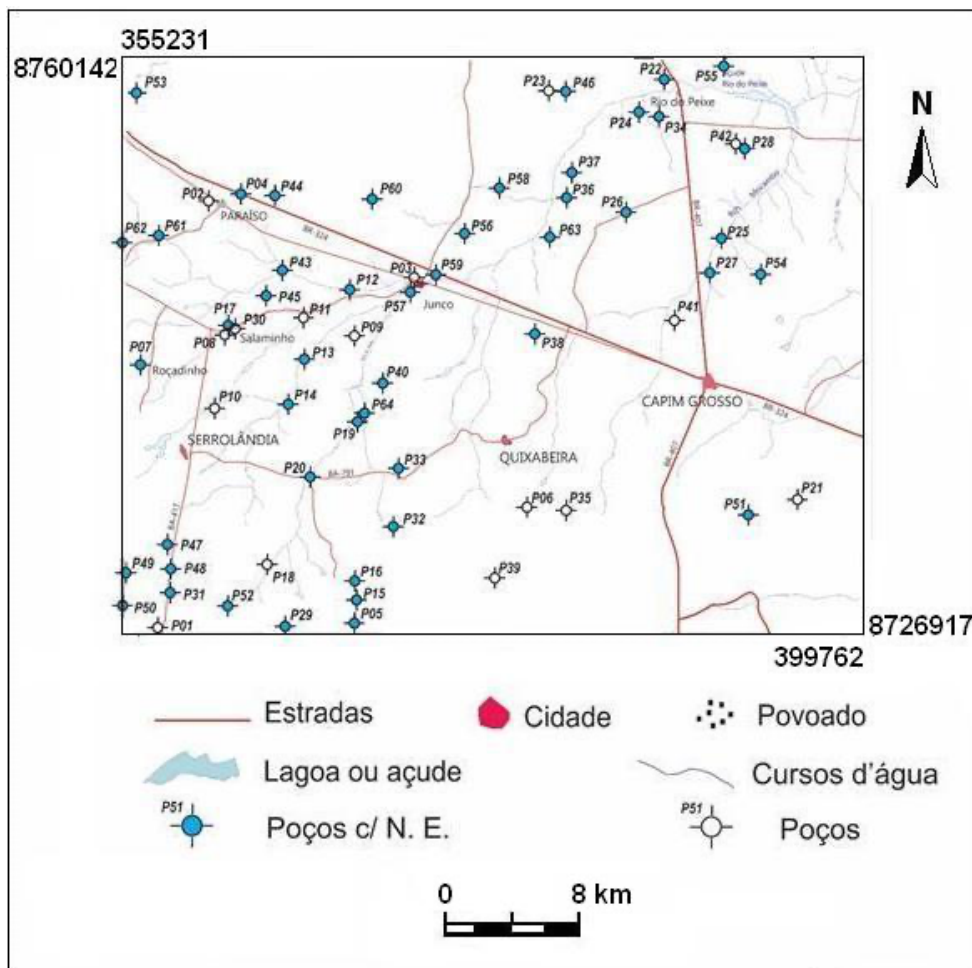


Figura 3 - Mapa de localização dos poços na área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 HIDROGEOQUÍMICA

A qualidade dos aquíferos é determinada por suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Sua condição depende das influências naturais e antropogênicas dentro do ambiente subterrâneo e pode ser alterada por meio de uma consequência cumulativa de processos que incluem interação rocha-água, dissolução de espécies minerais solúveis, evapotranspiração, absorção seletiva pela vegetação, reação de oxirredução, dissociação mineral, precipitação de minerais secundários, mistura de águas, fertilizantes químicos e processos biológicos. O conhecimento apropriado da hidrogeoquímica é importante e útil para o desenvolvimento sustentável e eficaz dos recursos hídricos subterrâneos na área de estudo (AWEDA *et al.* 2023).

Os valores de condutividade elétrica são rela-

cionados com os valores de sais dissolvidos. Os valores de condutividade elétrica das águas da região variam entre 5,36 e 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com valor médio de 10.582,76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 4). Estes resultados mostram que as águas do sistema aquífero tendem ser muito mineralizadas. Os valores mais elevados de condutividade estão associados aos poços situados no embasamento cristalino com teores acima de 15.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por exemplo o poço P09 (SIAGAS, 2016), enquanto que o aquífero sedimentar apresentou teores em torno de 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dentre os poços analisados para condutividade elétrica, 95,7% apresentaram valores superiores a 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que segundo a classificação proposta por Mendes e Oliveira (2004) são consideradas águas inapropriadas para qualquer uso.

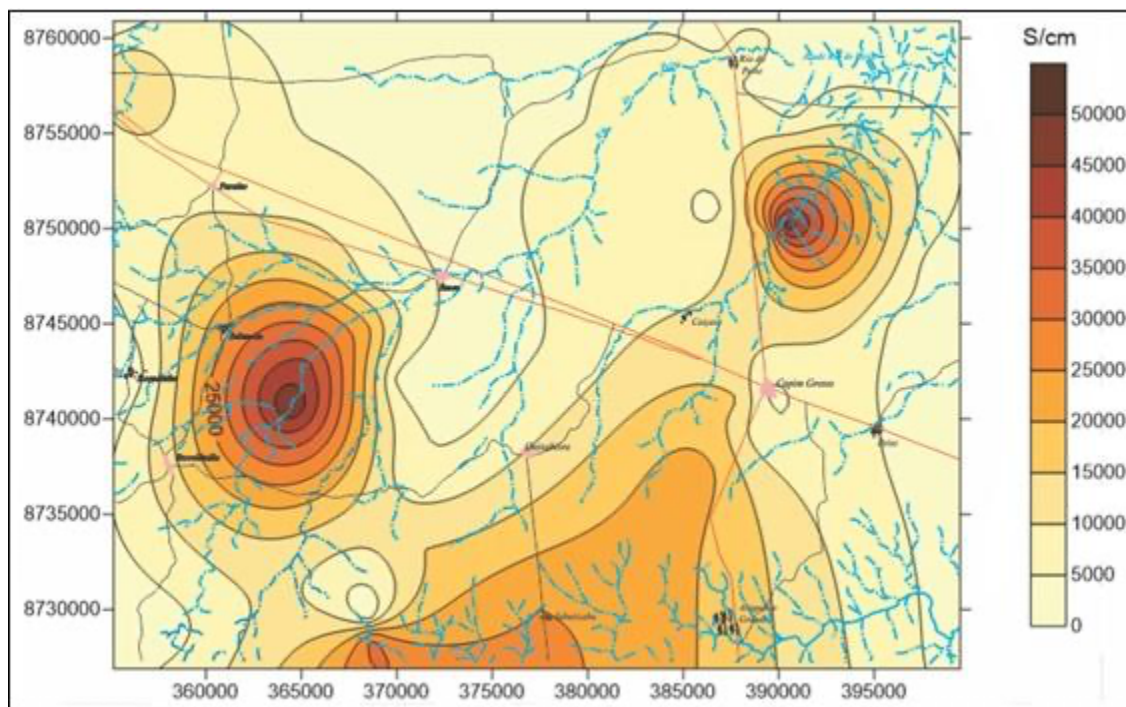


Figura 4 - Mapa de distribuição dos valores de condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Em relação à dureza total apenas 2,1% dos poços amostrados na sub-bacia do Rio do Peixe continham água pouco dura e 4,2% água dura. O restante, 93,7%, foi considerado água extremamente dura, segundo classificação de Custodio e Llamas (1983). Os teores médios de dureza total foram de 2.575,43 mg/L de CaCO_3 .

O mapa de distribuição de teores da dureza total (Figura 5A) mostra um forte controle geológico. Eles evidenciam que a dureza total tende a ser bastante alta nos ortognaisses do complexo Caraíba e nas metavulcanossedimentares do complexo Tanque Novo. Dentre estas rochas ocorrem calcissilicáticas, granodioritos e gabros

que podem ter contribuído para dispersão dos íons nestas águas.

Os teores de cálcio encontrados nos poços da região variaram entre 14,39 a 4.829,53 mg/L de Ca^{2+} . O mapa de distribuição dos isoteores (Figura 5B) mostrou grande afinidade com a distribuição dos teores de dureza total. A origem

do Ca^{2+} nas águas subterrâneas é possível pela presença de minerais ricos em cálcio, e fertilizantes inorgânicos. Nota-se um enriquecimento dos teores de cálcio nas áreas de ocorrência dos ortognaisses do Complexo Caraíba, provavelmente oriundo dos plagioclásios presentes nestas rochas

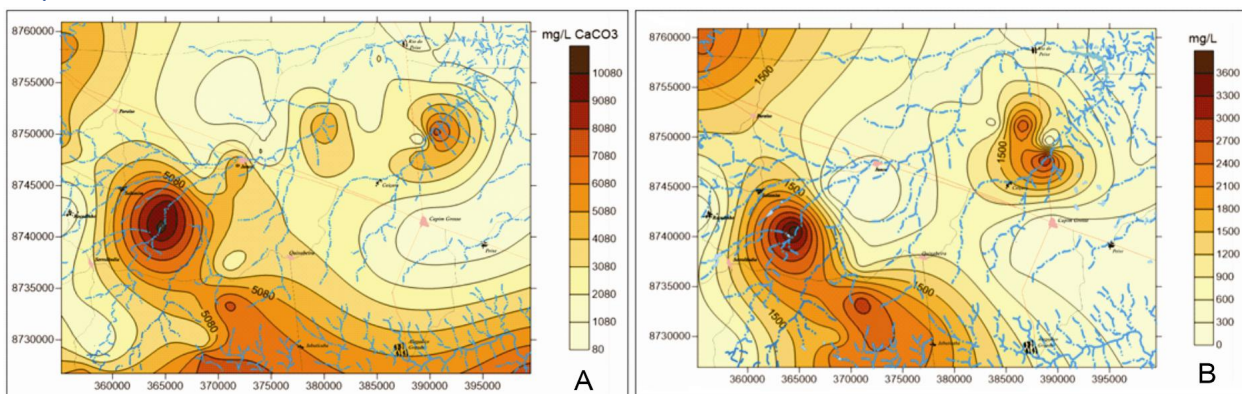


Figura 5 - Mapas de distribuição dos valores da dureza total em mg/L de CaCO_3 (A) e de cálcio em mg/L de Ca^{2+} (B)

Os teores de carbonatos e bicarbonatos estão associados às águas meteóricas, devido ao contato direto como o CO_2 atmosférico. A predominância de íons de bicarbonatos na água indica que estas águas não são de circulação regional e possuem longo tempo de residência na formação. Comparando os mapas de distribuição de teores de carbonato e de bicarbonato (Figuras 6A e 6B), nota-se duas anomalias com padrões opostos nos dois mapas. A nordeste da área ocorre uma zona de teores elevados de bicarbonato, que apresenta os valores mais baixos no mapa de carbonato. O

oposto ocorre na região central dos mapas, a sul do povoado de Junco, onde ocorre uma anomalia de carbonato e os menores valores de bicarbonato. Pode-se associar a primeira situação como uma área de recarga de águas meteóricas ricas íons bicarbonatos e carbonatos. O H_2CO_3 produzido pela dissolução do CO_2 formará HCO_3^- . Por sua vez, no segundo caso a concentração de carbonato na segunda zona, pode estar relacionada a águas com longo tempo de residência, o que proporcionou a dissociação do bicarbonato, formando o carbonato.

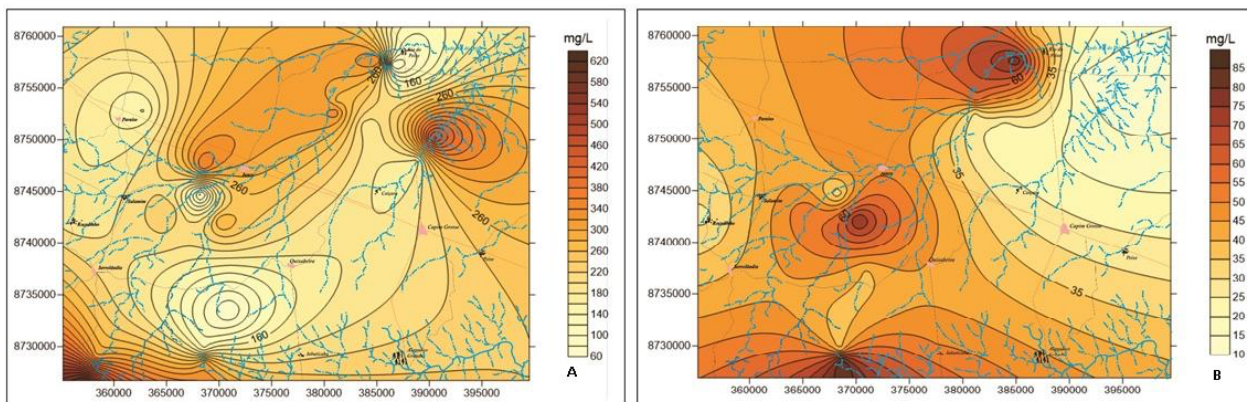


Figura 6 - Mapas de isoteores de bicarbonato em mg/L de HCO_3^- (A) e de carbonato em mg/L de CO_3 (B).

A concentração média de cloreto foi de 2.512,32 mg/L Cl^- nas águas subterrâneas da área

de estudo. Os valores variaram entre 81,20 a 8.916,27 mg/L de Cl^- . Estes íons de cloro não

estão associados à litoquímica das rochas regionais. O teor de cloreto de rochas duras e não intemperizadas é geralmente muito baixo. Portanto, praticamente todo o cloreto presente em água subterrânea vem de fontes externas (UNESCO, 1984). Uma fonte importante é o cloreto de origem marinha dissolvido na chuva ou depositado como partículas microscópicas (núcleos de condensação) da atmosfera. Outra fonte que é mais importante em áreas densamente povoadas é o cloreto na forma de resíduos humanos e animais (UNESCO, 1984). Segundo Aweda *et al.* (2023), os cloretos ocorrem naturalmente em todos os tipos de água e são provenientes de água da chuva, fertilizantes inorgânicos e esgoto. Neste estudo, as fontes para os valores altos do cloreto estão associadas a aerossóis marinhos trazidos pelos ventos e introduzidos nas águas subterrâneas através de recargas de águas meteóricas bem como fontes antrópicas, como as citadas anteriormente.

A anomalia situada entre o município de Capim Grosso e o povoado de Rio do Peixe pode ter contribuições das rochas presentes, visto que

são registradas ocorrências de mineralizações de apatita, encaixadas nas rochas do Complexo Tanque Novo - Ipirá. Observa-se que concentrações maiores estão relacionadas aos poços do aquífero fissural (Figura 7A).

Os teores de sulfato variam de 5,47 a 1.100 mg/L de SO_4^{2-} , com uma média de 237,59 mg/L. Ele é um dos responsáveis pela acidificação das águas. O sulfato na água subterrânea resulta principalmente de fertilizantes, resíduos municipais e dissolução de águas filtrantes. Os íons de sulfatos podem ser originados da oxidação da pirita ou da dissolução de sulfatos de cálcio presentes nos solos (SCOPEL *et al.*, 2005). O *trend* anômalo que ocorre na parte oeste do mapa coincide com a zona de cisalhamento, zona esta que pode ter favorecido aos processos físico-químicos de caráter oxirredutor que ocorrem no sistema água-rocha-atmosfera. Os teores elevados, na parte nordeste do mapa, podem estar associados às rochas e ao intemperismo das metavulcanossedimentares que podem favorecer o enriquecimento de íons de sulfato nas águas subterrâneas.

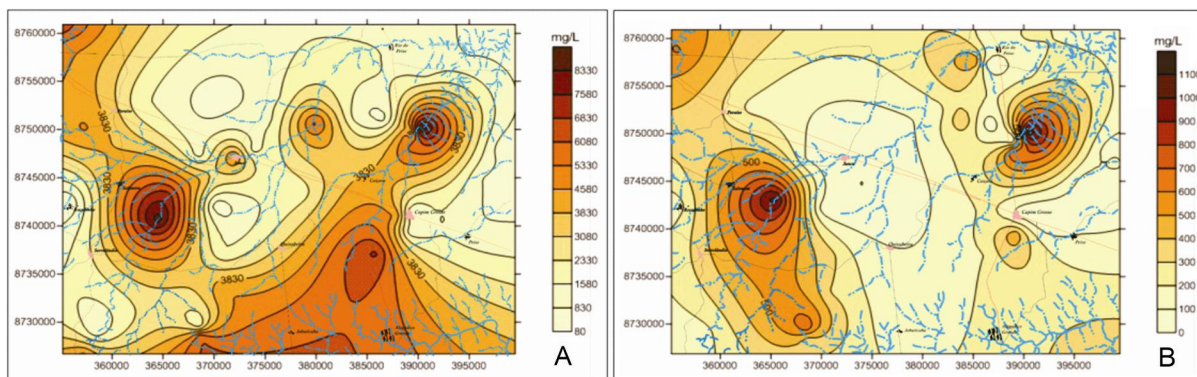


Figura 7 - Mapas de isotores de cloro em mg/L de Cl^- (A) e de sulfato em mg/L de SO_4^{2-} (B).

A caracterização da avaliação hidrogeoquímica das águas subterrâneas pode ser feita com o auxílio de um diagrama trilinear de Piper (1944), que é composto por três campos diferentes. Dois campos triangulares nos lados inferiores para plotar os cátions (lado esquerdo) e ânions (lado direito), enquanto o terceiro é um campo em forma de losango no qual as interceptações das projeções de cátions e ânions são plotadas, permitindo a caracterização da evolução hidrogeoquímica das águas subterrâneas com base no campo em que caem no

diagrama. A distribuição dos dados no diagrama de Piper é vista na Figura 8. Estes resultados mostram que a maioria das águas do sistema aquífero poroso-fissural são cloretadas mistas (45%); em menores proporções ocorrem as cálcicas cloretadas (26%) e as magnesianas cloretadas (19%) e cinco poços foram constatadas águas sódicas cloretadas (6%) e sódicas mistas (4%). A hidroquímica dessas águas é controlada pelo íon de Cl^- , e em menores proporções pelos íons de cálcio, magnésio e sódio.

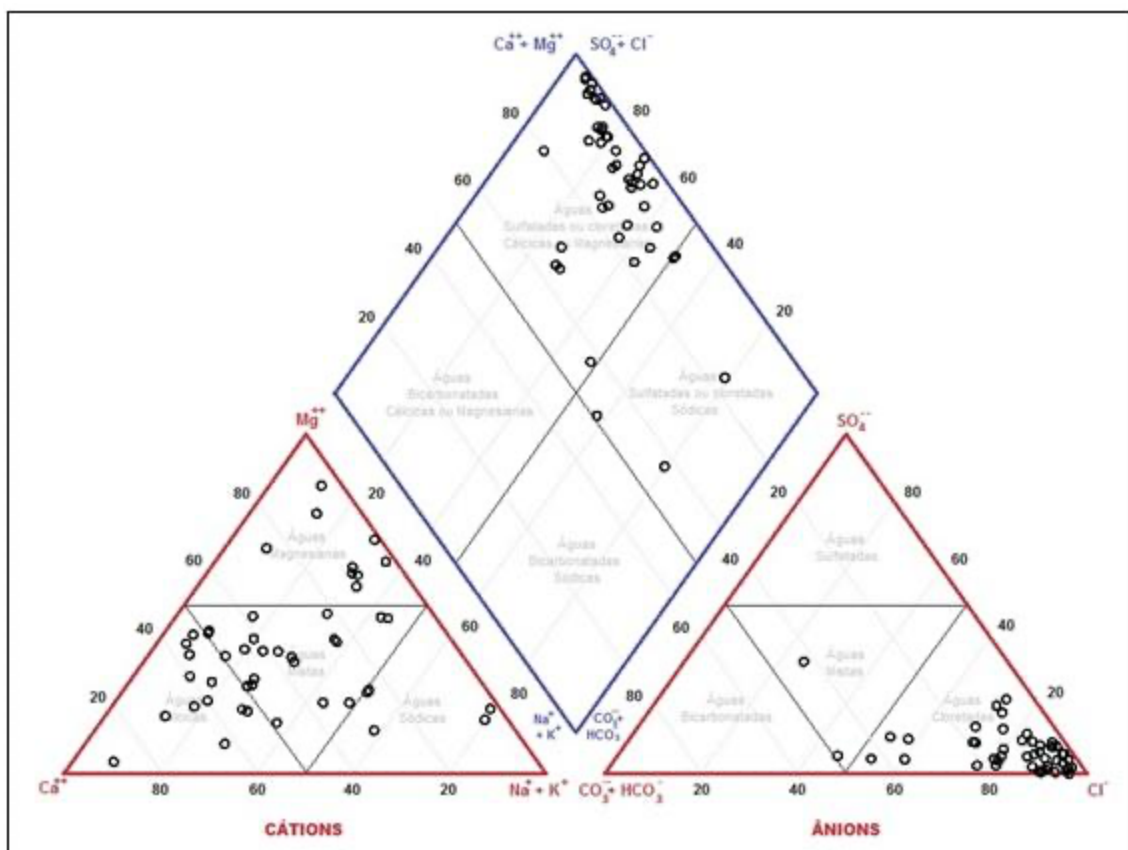


Figura 8 - Diagrama de Piper mostrando as características hidroquímicas.

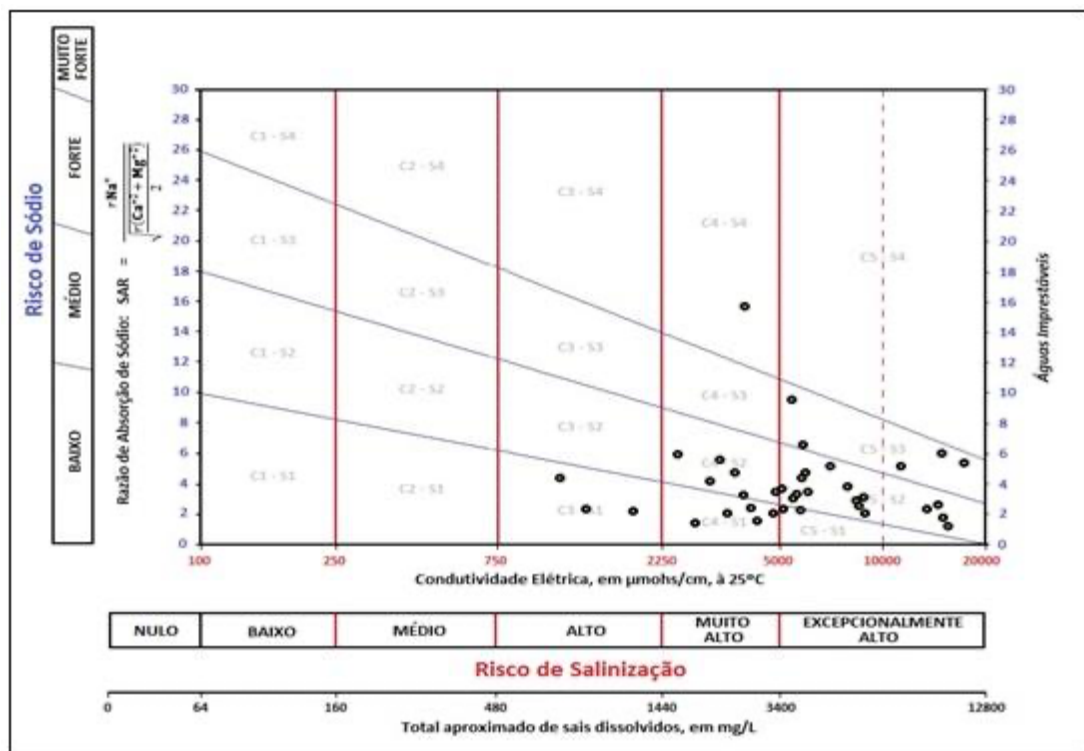


Figura 9 - Diagrama de SAR apresentando a classificação das águas subterrâneas segundo a salinidade.

A classificação das águas quanto aos níveis de salinidade está apresentada no diagrama de razão de adsorção de sódio – SAR, com as amostras do sistema aquífero poroso-fissural (Figura 9). Estas águas apresentam um risco de salinização de alto a excepcionalmente alto. Em relação ao sódio ocorre uma predominância de águas moderadamente sódicas, ocorrendo também

4. CONCLUSÃO

O sistema aquífero poroso-fissural na região da sub-bacia do Rio do Peixe apresentou uma qualidade de água inadequada para o consumo; 97,5% dos poços analisados revelaram valores de condutividade elétrica acima de $1.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ o que evidencia águas bastante mineralizadas. Foram observados valores de STD acima de $1.500 \text{ mg}/\text{L}$ na maioria dos poços, classificando-as como águas salgadas. Apenas um poço apresentou água doce e dois poços água salobra.

Quanto à dureza total, estas águas foram classificadas como muito dura, em sua grande maioria (97,3% dos poços analisados), 4,2% foram classificadas como dura e 2,1% moderadamente dura.

Hidroquimicamente as águas deste sistema aquífero são classificadas como cloretadas mistas, cálcicas cloretadas, magnesianas cloretadas, sódicas cloretadas e sódicas mistas. Os principais tipos são as cloretadas mistas, magnesianas cloretadas e cloretadas mistas.

O íon predominante nestas águas é o de cloro, seguido de cálcio e magnésio. Em termos litoquímicos o cloro não tem associação com as rochas da região. Este cloro pode ser associado aos aerossóis marinho trazidos pelo vento e entram no sistema aquífero através das águas meteóricas, juntamente com o sódio. Já os íons de cálcio e magnésio mostram um controle litoquímico com as rochas do embasamento cristalino. Os feldspatos, plagioclásios e piroxênios submetidos ao processo de intemperismo podem fornecer estes íons para o sistema.

O uso do método geofísico elétrico, utilizando a técnica da sondagem elétrica vertical,

águas fracamente sódicas e altamente sódicas. Foram os seguintes percentuais: 89,4% de águas salgadas, 6,4 % de águas salobras e 4,3% de águas doces. Os íons de cloro e magnésio apresentaram uma ótima correlação com a condutividade elétrica ($r = 0,94$) indicando que estes íons são os principais responsáveis pela salinidade das águas.

identificou zonas geológicas distintas: i) o regolito, ii) a Formação Capim Grosso e iii) o embasamento cristalino alterado/fraturado e inalterado. Quanto a caracterização dos aquíferos foi possível verificar que o poroso se apresenta saturado com água salgada, é contínuo e possui espessuras entre 2,7 metros a 44,1 metros, representado pela Formação Capim Grosso.

Em posse destas interpretações foi possível caracterizar o sistema de aquífero poroso-fissural: O aquífero poroso é formado pela camada arenosa da Formação Capim Grosso associada aos níveis alterados das rochas do embasamento, visto que, este material geológico se comporta texturalmente semelhante a um aquífero poroso com teores maiores de argila, o que resulta em resistividades mais elevadas; o aquífero fissural é representado pelas rochas fraturadas do embasamento. O nível estático pode ser considerado como o topo da formação porosa, representada pelo fácies arenoso da Formação Capim Grosso. O fluxo subterrâneo, de modo geral, acompanha a topografia local.

O aquífero fissural é acoplado ao poroso, que serve como recarga, é formado por sistema de fraturas existente no embasamento e algumas vezes por bolsões da própria rocha alterada. Foi identificadas zonas fraturadas até 94 metros de profundidade.

O potencial hídrico subterrâneo da sub-bacia do Rio do Peixe é devido as rochas fraturadas e alteradas do embasamento cristalino e a cobertura sedimentar da Formação Capim Grosso, formando aquíferos de baixa profundidades, baixas vazões e altos teores de sólidos totais dissolvidos.

5. REFERÊNCIAS

- AWEDA, A. K.; BENSON, B. S.; GOKI, N. G. Groundwater geochemistry and hydrochemical processes in the Egbako aquifer, Northern Bida Basin, Nigeria. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** 28, e31, 2023.
- CPRM – Programa Nacional de Produção de Ouro (PNPO). **Mapa de jazimentos auríferos**. Área BA-04 – Jacobina – Bahia. Escala 1:250.000. Salvador. 1997.
- CUSTODIO E LLAMAS, M. R. **Hidrologia Subterrânea**. Omega, Barcelona, 2v. 1983.
- LOUREIRO, H. S. C. (Org.). **Mundo Novo, folha SC.24-Y-D-IV**: Estado da Bahia: escala 1:100.000. Brasília: CPRM, 1991. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**, CPRM - Laboratório de Hidrogeologia da UFPE. Fortaleza. 389 p. 1997.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **QUALIGRAF**. Disponível em: <https://qualigraf.funceme.br/>. Acesso 2016.
- HEM, J. D. **Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water**. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254. University of Virginia, Charlottesville. 263 p. 1985.
- KOSIN, MELO, R. C. de, SOUZA, J. D. de, OLIVEIRA, E. P. de, CARVALHO, M. J., LEITE, C. M. M. Geologia do segmento norte do orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá e guia de excursão. **Revista Brasileira de Geociências**. Vol. 33 (1-suplemento). p. 15-26. São Paulo. 2003.
- LOUREIRO, H.S.C. (Org.). **Mundo Novo, folha SC.24-Y-D-IV**: Estado da Bahia: escala 1:100.000. Brasília: CPRM, 1991. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. 1991.
- MELO, R. C. de, PEREIRA, L. H. M. (Orgs). **Programa Levantamentos Geológicos Básicos – PLGB. Serrinha – Folha SC.24-Y-D**. Estado da Bahia. Escala 1:250.000. Brasília, 2001.
- MENDES, B., OLIVEIRA, J.F.S. **Qualidade da Água para Consumo Humano**. Lidel, Edições Técnicas Ltda., Lisboa 2004.
- NEVES, B. B. B.; FEITOSA, E. C. **Proposição e estudos geológicos preliminares da Formação Capim Grosso**. In: XXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Boletim Especial n. 01. Salvador. p: 60-61. 1969.
- PIPER, A. M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis. **Transactions American Geophysical Union**: Washington, 25, 911- 923, 1944
- RIOS, D. A. de C. **Hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Capim Grosso, Bahia**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia, Institutos de Geociências da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 113 p. 2015.
- SAMPAIO, A. R. (Org.) **Programas de Levantamentos Básicos do Brasil. Gavião. Folha SC.24-Y-D-II**. Estado da Bahia. DNPM/CPRM, 180 p. 1991.
- SCOPEL, R. M.; TEIXEIRA, E. C.; BINOTTO, R. B. Caracterização hidrogeoquímica de água subterrânea em área de influência de futuras instalações de usinas hidrelétricas – Bacia Hidrográfica do Rio Taquarintas/RS, Brasil. **Química Nova**. 28(3), 383-392. 2005.
- SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Rio de Janeiro. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php. Acesso em: 10 de março de 2016.
- SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DE DESNVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Recursos naturais do Nordeste; Investigação e Potencial (Sumário das Atividades)**. 167 p. 1985.
- TEIXEIRA, L. R. **O Complexo Caraíba e a Suíte São José do Jacuípe no Cinturão Salvador-Curaçá (Bahia, Brasil): petrologia, geoquímica e potencial metalogenético**. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências. Salvador, 201 p. 1997.
- UNESCO. **Ground Water in Hard Rocks**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Patris. 223 p. 1984. ISBN 92-3-101980-5
- USEPA - United States Environmental Protection Agency. **DRASTIC: A standard system for evaluating groundwater potential using hydrogeology settings**. Ada, Oklahoma WA/EPA series. 163p. 1985.
- VIEIRA, A.T.; MELO, F.; LOPES, H. B. V.; CAMPOS, J. C. V.; BOMFIM, L. F. C.; COUTO, P. A. A.; BEVENUTI, S. M. P. (Orgs.) **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado - Bahia: diagnóstico do município de Serrinha**. Salvador: CPRM, 2005. <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/17327>