

CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DA PORÇÃO MERIDIONAL DO AQÜÍFERO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO

Marcelo Ribeiro Barison¹ & Chang Hung Kiang²

Resumo - A presente trabalho visa a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, na região ao sul do Rio Tietê, no Estado de São Paulo. A área de estudo constitui-se basicamente por sedimentos siliciclásticos depositados em ambientes fluvial e eólico. A bacia que compreende o Grupo Bauru abrange extensa porção do Estado de São Paulo, em região de grande importância sócio-econômica. Foram executadas análises químicas laboratoriais para a obtenção dos principais tipos catiônicos e aniônicos, utilizados na classificação dos tipos de águas existentes na área. A utilização de água subterrânea nesta região é muito expressiva, contribuindo significativamente para o abastecimento rural, doméstico e industrial.

Abstract - This paper presents the hydrochemistry characterization of the groundwaters from Bauru Aquifer System, in the South region of the Tietê River, São Paulo State, Brazil. The research area consists predominantly by siliciclastics sediments depositeds in a river and eolic environment in the past. The basin that consists the Bauru Group cover extensive portion of the São Paulo State, in a very important social and economic region. It was made laboratorial chemical analysis to obtain the main cationics and anionics types, useds in the classification of the waters from research area. The use of groundwaters in that region is very expressive and contribute significantly to the rural, domestic and industrial sypplying.

Palavras-chave - Aquífero Bauru, hidroquímica.

¹ Pós-Graduando em Geociências, Área de Concentração em Geociências e Meio Ambiente – IGCE – UNESP
Av. 24-A, 1515 CEP 13.506-900 Rio Claro-SP fone(19) 533-4069 email: marbarison@hotmail.com

² PhD. do Departamento de Geologia Aplicada – IGCE – UNESP
Av. 24-A, 1515 CEP 13.506-900 Rio Claro-SP fone(19) 526-2814 email: chang@rc.unesp.br

INTRODUÇÃO

O Sistema Aquífero Bauru representa uma das principais fontes de exploração de água subterrânea no Estado de São Paulo.

O presente trabalho reside na obtenção da caracterização hidroquímica regional das águas subterrâneas, visando dar subsídio futuramente ao estudo de circulação de águas subterrâneas em bacias sedimentares intracontinentais, utilizando como área alvo a porção da Bacia do Paraná ocupada pelo Grupo Bauru, ao sul do Rio Tietê, no Estado de São Paulo.

O abastecimento de água para consumo rural, doméstico e industrial, dentro dos limites da Bacia do Grupo Bauru, provém substancialmente de águas subterrâneas, que sofrem problemas relacionados à incrustação de carbonatos de cálcio e que podem estar em determinados pontos, vulneráveis à poluição. Para um consumo adequado e garantia de sua potabilidade, as águas necessitam ser constantemente caracterizadas e monitoradas.

Os resultados obtidos poderão ser utilizados no controle e gerenciamento dos recursos hídricos da região.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

No Estado de São Paulo, a área que abrange o Grupo Bauru se estende por aproximadamente 104.000 Km², o que corresponde a 40% do território estadual.

A área de estudo inserida no Grupo Bauru localiza-se na região ao sul do Rio Tietê, no Estado de São Paulo, e na porção nordeste da Bacia do Paraná, entre os paralelos 20° e 23° de latitude Sul e os meridianos 48° e 53° de longitude Oeste (Figura 1). Limita-se ao norte pelo rio Tietê, a oeste pelo rio Paraná, a sul pelo rio Paranapanema e a leste pelos litotipos da Formação Serra Geral.

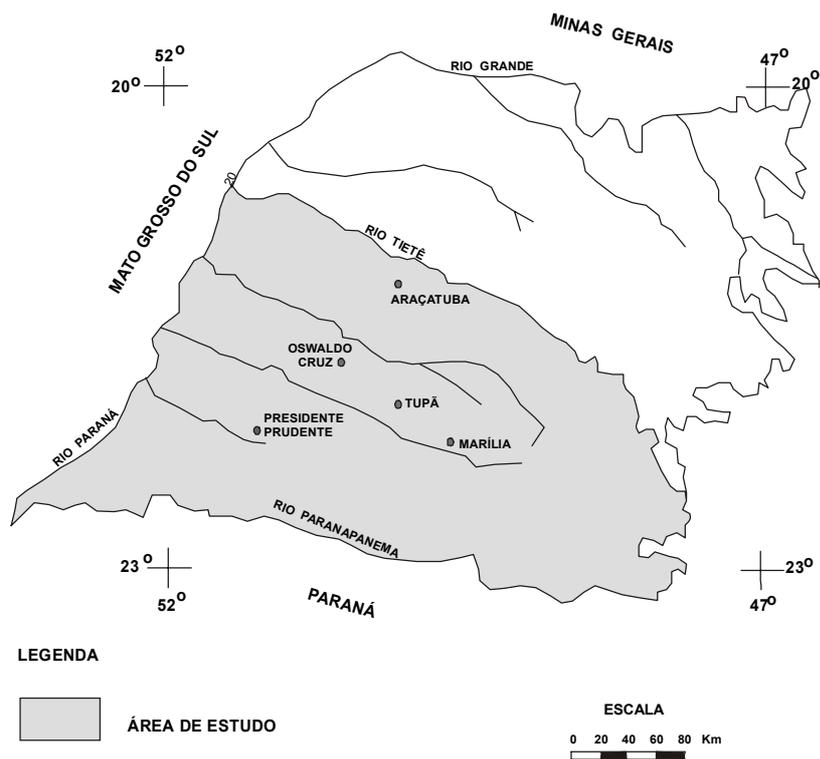


Figura 1. Localização da área de estudo no Estado de São Paulo, inserida no Grupo Bauru, porção nordeste da Bacia do Paraná.

O GRUPO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO

Segundo ALMEIDA et al. (1980a[1] e 1980b[2]) e IPT (1981[3]), o Grupo Bauru subdivide-se nas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília, com base na relação de contato e nas características litológicas observadas em campo (Figura 2).

A bacia de deposição do Grupo Bauru iniciou-se com a sedimentação do Arenito Caiuá, na área do pontal do Paranapanema, estendendo-se depois no sentido norte e nordeste com a sedimentação Santo Anastácio e Adamantina, e por último apresentando embaciamentos localizados, quando se depositou a Formação Marília (ALMEIDA et al., 1980a[1]).

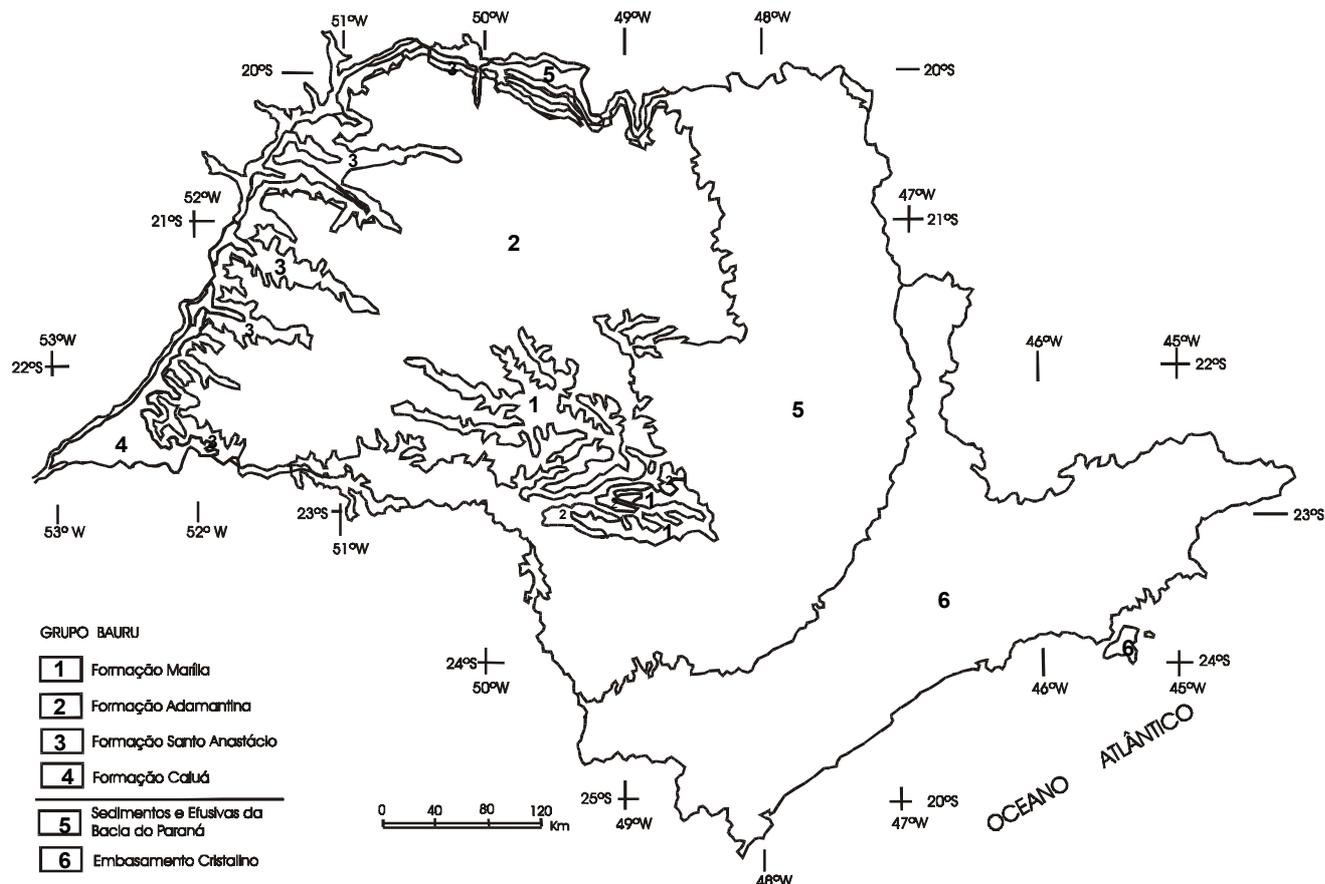


Figura 2. Mapa de distribuição dos sedimentos do Grupo Bauru no Estado de São Paulo (IPT, 1981[3]).

Formação Caiuá

A Formação Caiuá é constituída essencialmente por arenitos , na qual representa o início da deposição do Grupo Bauru sobre às eruptivas da Formação Serra Geral (IPT, 1981[3]).

No Estado de São Paulo, caracteriza-se por grande uniformidade litológica e é constituída predominantemente por arenitos de coloração arroxeadada com estratificação cruzada de grande porte, tangencial na base, de granulação fina a média, bem selecionados ao longo do mesmo estrato, com grãos arredondados a subarredondados. São definidos como arenitos quartzosos, ocasionalmente onde é comum ocorrer pequena quantidade de matriz fina, sendo que em alguns pontos apresenta cimento carbonático ou silicoso (IPT, 1981[3]).

LANDIM & SOARES (1976[4]), descreveram os arenitos desta formação como de fácil desagregação, muito porosos, de coloração roxo violeta à vermelha escura. Não apresentam seixos na sua base assim como dispersos nos estratos. São ausentes também de lentes de argila, podendo apresentar localmente nódulos calcíferos.

MELO, STEIN & ALMEIDA (1982[5]), relataram que a constituição mineralógica possui uma grande quantidade de quartzo (70 a 90%) e secundariamente feldspatos (10 a 20%), calcedônia (5 a 10%) e opacos (10 a 15%), caracterizando-o como subarcosiano. A cimentação por hidróxido

de ferro é a principal, podendo ocorrer também cimento e nódulos carbonáticos e mais raramente, o cimento silicoso.

É uma formação afossilífera (LANDIM & SOARES, 1976[4] e IPT, 1981[3]) e estudos revelam que o ambiente de sedimentação é misto, aquoso alternado com eólico.

Segundo ALMEIDA et al. (1980a[1]), o contato da Formação Caiuá com os arenitos da sobreposta Formação Santo Anastácio é transicional e localmente são observadas interdigitações.

Possui uma idade compreendida entre o final do Neocomiano e o Senoniano (IPT, 1981[3]).

Formação Santo Anastácio

Os arenitos desta formação afloram em áreas de cotas mais baixas dos vales dos rios afluentes do Paraná e recobre os arenitos da Formação Caiuá ou diretamente o embasamento basáltico (IPT, 1981[3]).

É representado por arenitos marrom avermelhados a arroxeados, de granulação fina a média, seleção de regular a ruim, com grãos arredondados a subarredondados, cobertos por películas de limonita. O caráter subarcosiano é freqüente e localmente ocorrem cimento e nódulos carbonáticos preservados. As estruturas sedimentares são pouco pronunciadas, predominando estratos maciços com espessuras métricas a decimétricas, com incipiente estratificação plano-paralela ou cruzada (IPT, 1981[3]).

O contato inferior da Formação Santo Anastácio dá-se transicionalmente, ora com o Arenito Caiuá ora com os basaltos da Formação Serra Geral (IPT, 1981[3]). Segundo ALMEIDA et al. (1980a[1]), o contato com a Formação Adamantina sobreposta, ocorre transicionalmente, com interdigitações freqüentes e localmente podem ocorrer contatos bruscos.

As relações estratigráficas indicam que a Formação Santo Anastácio possui idade compreendida inserida no Seroniano e que se estende até o final do Campaniano (IPT, 1981[3]).

O possível ambiente deposicional sugere um sistema fluvial predominantemente anastomosado (IPT, 1981[3]).

Formação Adamantina

A Formação Adamantina ocorre por vasta extensão do oeste do Estado de São Paulo, constituindo os terrenos de maior parte do Planalto Ocidental. Recobre as unidades pretéritas e é recoberta pela Formação Marília e pelos depósitos cenozóicos (IPT, 1981[3]).

ALMEIDA et al. (1980a[1]) destacaram que estes depósitos são mais finos e bem selecionados e freqüentemente apresentam micas e mais raramente feldspato, sílica amorfa e opacos e possui grande variedade de estruturas sedimentares. Estas características indicam maior maturidade textural e mineralógica e também deposição em um sistema flúvio-lacustre.

MELO, STEIN & ALMEIDA (1982[5]), classificam os arenitos desta formação como sendo muito finos a médios, siltosos e argilosos, podendo ser subarcoseanos, predominantemente maciços ou com estratificação plano-paralela incipiente. Pode apresentar alternância de camadas métricas (de 2 a 5 m) arenosas contendo lentes de materiais fino (argilitos). Nas camadas arenosas encontram-se mica e em níveis conglomeráticos, nódulos argilosos. Nódulos e cimentação carbonática ocorrem nas porções próximas da superfície do terreno.

O contato inferior desta formação normalmente se dá com a Formação Santo Anastácio, ou diretamente com o substrato basáltico. A passagem para a Formação Santo Anastácio é transicional e interdigitada. O contato superior com a Formação Marília apresenta-se ora através de interdigitações, ora através de contatos bruscos (ALMEIDA et al., 1980a[1], 1980b[2]).

Os achados fósseis compreendem dentes de dinossauro e carapaças de tartaruga, dentre outros como crustáceos, ostracódios, conchostráceos, moluscos, peixes, répteis e algas e coníferas (MEZZALIRA, 1980 apud IPT, 1981[3]).

O ambiente deposicional compreende um sistema fluvial meandrante pelítico a sul, gradando para psamítico a leste e norte, e parcialmente nessas regiões com transição para anastomosado (SOARES, 1980, apud IPT, 1981[3]).

A idade desta formação é Senoniana (SOARES & LANDIM, 1976[4]).

Formação Marília

Ocorre na porção centro sul do Estado de São Paulo, entre os médios vales dos rios Tietê e Paranapanema e possui ocorrência restrita relativamente às demais formações do Grupo Bauru. A Formação Marília depositou-se em um embaciamento no término da deposição Bauru, em situação parcialmente marginal, repousando sobre a Formação Adamantina e, mais para leste, diretamente sobre os basaltos Serra Geral (IPT, 1981[3]).

SOARES et al. (1980[6]) definiram esta formação como composta por arenitos grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis. Ocorre em camadas com espessura média de 1 a 2 metros, maciços ou com acamamento incipiente, subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados. Raras são as camadas descontínuas de lamitos vermelhos e de calcários. Característicos são os nódulos carbonáticos, dispersos nos sedimentos, ou concentrados em níveis ou zonas. O cimento carbonático é muito freqüente.

Tanto nos espigões norte e sul, os arenitos são constituídos de quartzo, feldspato, sílica amorfa e opacos e apresentam cimento e nódulos carbonáticos. A matriz argilo-siltosa aparece em pequena quantidade (ALMEIDA et al., 1980a[1]).

Apresenta discordância erosiva e angular entre a Formação Adamantina e também com a Formação Serra Geral (IPT, 1981[3]).

A sedimentação desenvolveu-se em embaciamento restrito, em regimes torrenciais característicos de leques aluviais e com deposição de detritos em clima semi-árido, com a cimentação de detritos carbonáticos e SOARES et al. (1980[6]), sugerem que a deposição ocorreu no final do Senoniano.

GEOMETRIA DO SISTEMA AQUÍFERO BAURU

O pacote de sedimentos cretáceos que constituem o Sistema Aquífero Bauru comporta-se como um sistema aquífero livre por toda a sua extensão e está assentado sobre um substrato impermeável formado pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que é bastante irregular, resultante tanto de falhamentos como de um ciclo erosivo pré-deposição Bauru (DAEE, 1974[7], 1976[8] e 1979[9]).

O Sistema Aquífero Bauru recobre extensa área no Estado de São Paulo. Segundo DAEE (1974[7], 1976[8] e 1979[9]) e ROCHA et al. (1979[10]), a espessura saturada dos arenitos que o constituem varia de 100 a 150 metros, sendo dependente da morfologia de superfície e da forma do substrato basáltico. Transversalmente aos rios principais, na direção NE-SW, as espessuras variam com valores de 50 metros nos vales e atingem, nos espigões ou nos divisores d'água, valores da ordem de 200 metros. Nas zonas onde o substrato sofreu embaciamento, os valores da espessura são da ordem de 200 metros. Inversamente, nas porções onde o substrato se apresenta sob a forma de alto estrutural, ocorre uma diminuição na espessura da camada aquífera.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

Foram realizadas incursões à área de pesquisa para coleta de amostras de água para análise química, totalizando 166 amostras de águas subterrâneas do Aquífero Bauru.

Durante a amostragem de águas, foram medidos em campo o pH, a Condutividade Elétrica e a Temperatura da amostra (Aparelho portátil HyDac) e também o posicionamento geográfico.

Análises Laboratoriais

As análises químicas foram executadas no Laboratório de Hidroquímica, IGCE/UNESP e no Hydrogeochemistry Laboratory, Department of Geology and Geophysics, Faculty of Sciences, University of Calgary, Canada.

A análise dos cátions foram realizadas no Hydrogeochemistry Laboratory, Department of Geology and Geophysics, University of Calgary, Canada. Utilizou-se o Espectrômetro de Absorção

Atômica – AAS (*Perkin-Elmer Analyst 100*). Dentre os cátions analisados estão o Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , Sr^{+2} , Ba^{+2} , Si^{+4} .

Após a coleta das amostras de águas foi executada a análise de alcalinidade, com a utilização do aparelho Orion 960 (*Autochemistry System*). Obteve-se a alcalinidade total da amostra onde estão incluídas as concentrações de carbonatos (CO_3^{-2}) e de bicarbonatos (HCO_3^-) pelo Método Potenciométrico, com utilização de eletrodo de vidro indicador de pH.

As análises dos demais ânions ocorreram no Laboratório de Hidroquímica do IGCE/UNESP na qual foram analisados o Cl^- , F^- , NO_3^- e SO_4^{-2} .

Para a determinação potenciométrica do Fluoreto (F^-) e Cloreto (Cl^-), utilizou-se um eletrodo seletivo marca ORION, modelo 9417 BN e um eletrodo de referência de junção dupla marca ORION, modelo 900200. O aparelho usado foi o ORION 960 Autochemistry System.

Para a determinação turbidimétrica de Sulfato (SO_4^{-2}) e de Nitrato (NO_3^-), utilizou-se um fotômetro marca Yellow Spring Instrument, modelo YSI-9100.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os resultados das análises químicas encontram-se nas tabelas 1 e 2, na qual apresentam um resumo estatístico destes resultados para os cátions e ânions, respectivamente.

Tabela 1. Dados Estatísticos dos Cátions Analisados para as amostras de água do Aquífero Bauru.

	Ca^{+2}	K^+	Fe^{+3}	Mg^{+2}	Na^+	Li^+	Mn^{+2}	Sr^{+2}	Ba^{+2}	Si^{+4}	SiO_2
Média	11,92	1,97	0,14	4,20	12,12	0,06	0,105	0,31	0,38	13,38	28,63
Mín.	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0
Máx.	93,69	13,29	1,00	24,02	123,8	0,22	0,86	1,93	3,78	38,39	82,313
D.P.	15,42	2,19	0,21	3,65	20,15	0,07	0,19	0,33	0,50	6,19	13,25

Min. – Valor Mínimo Máx. – Valor Máximo D.P. – Desvio Padrão

Tabela 2. Dados Estatísticos dos Ânions Analisados e do pH (campo e laboratório) para as amostras de água do Aquífero Bauru.

	Ph (Campo)	Ph (Lab.)	CO_3^{-2} (mg/l)	HCO_3^- .T. (mg/l)	Cl^- (mg/l)	F^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	SO_4^{-2} (mg/l)
Média	6,89	7,12	36,47	70,36	5,95	0,113	22,93	1,50
Mín.	4,08	4,75	1,86	0	0,606	0,009	0,001	0
Máx.	10,97	10,30	120,0	371,70	53,5	1,11	184,0	78,9
D.P.	68,63	1,10	37,28	68,63	7,57	0,165	31,38	8,22

Min. – Valor Mínimo Máx. – Valor Máximo D.P. – Desvio Padrão

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

A representação gráfica que possibilitou a análise e a classificação das águas foi através do Diagrama de Piper, conforme proposto por PIPER (1983[11]).

O Diagrama de Piper é um método utilizado para águas naturais e que utilizam como variáveis, três constituintes catiônicos ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{+2} e Ca^{+2}) e outros três aniônicos ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$, SO_4^{2-} e Cl^-). Assim o caráter químico essencial da água pode ser indicado graficamente através da plotagem em coordenadas trilineares (PIPER, 1983[11]).

Para o Sistema Aquífero Bauru Inferior, ROCHA et al. (1979[10]), classificaram-na como sendo águas fortemente bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas e para o Sistema Aquífero Bauru Médio/Superior, águas fracamente bicarbonatadas calco-magnesianas.

CAMPOS (1987[12]) concluíram que as águas subterrâneas do Aquífero Bauru apresentam dois tipos químicos dominantes, águas bicarbonatadas cálcicas e águas bicarbonatadas cálcio-magnesianas, cujo domínio das águas bicarbonatadas cálcicas abrange cerca de 70% da área de estudo. Nas regiões de Araçatuba e Presidente Prudente ocorrem águas bicarbonatadas sódicas.

CELLIGOI & DUARTE (1998[13]), em estudo da Formação Caiuá, classificaram as águas subterrâneas desta formação como sendo bicarbonatadas cálcicas ou calco-magnesianas e mais raramente sódicas e o mesmo ocorre para as demais formações do Grupo Bauru, conforme constatado por COELHO (1996[14]).

COELHO (1996[14]), apresentou os resultados hidroquímicos das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, considerando-se fracamente mineralizadas, cuja condutividade elétrica apresenta valor sempre inferior a $360\mu\text{S}/\text{cm}$. O teor de sódio está situado entre 0,6 e 73,3mg/l. O teor de cloreto atingiu valores elevados de até 208,0mg/l. O pH das águas amostradas situa-se na faixa entre 5,84 e 10,05. Os valores de alcalinidade observados estão entre 54,9 e 311,1mg/l. Na região de Marília e de Tupã, os teores de cálcio e de magnésio são elevados. O teor de cálcio na região de Marília situa-se entre 10,4 e 36,3mg/l e em Tupã, encontra-se entre 11,7 e 19,5mg/l. O potássio aparece em pequenos teores, tanto em Marília quanto em Tupã, entre 0,3 e 3,1mg/l e 0,1 e 4,1mg/l, respectivamente. O sódio está em maior quantidade na região de Marília (valores entre 16,0 e 73,3mg/l) do que em Tupã. Os teores de metais encontrados são baixos, encontrando-se dentro dos padrões estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde - OMS.

No presente estudo, as águas do Aquífero Bauru na área de pesquisa são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas, perfazendo 66,87% de todas as amostras de águas coletadas, sendo este valor próximo de 70% o mesmo encontrado por CAMPOS (1987[12]). Outro grupo formam as águas bicarbonatadas sódicas e sódico-potássicas (15,66%). Em menor quantidade tem-se águas cloretadas sódicas e sódico-potássicas (9,64%) e outras poucas são clorosulfatadas cálcicas (7,83%), conforme mostrado na Figura 3.

DIAGRAMA DE PIPER

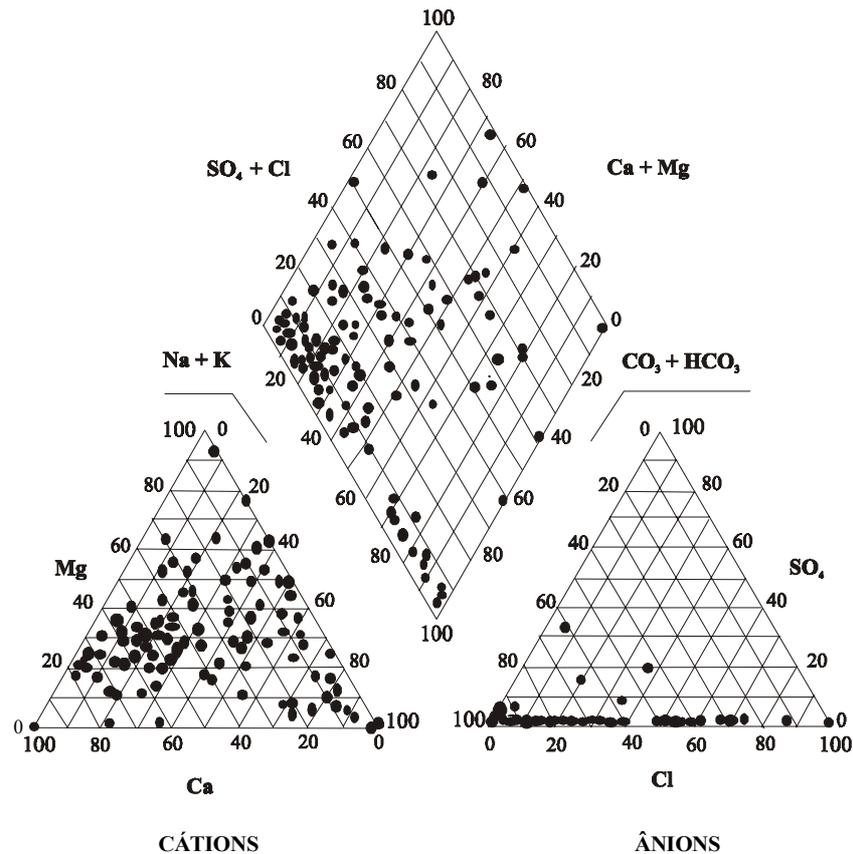


Figura 3. Classificação das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru em sua porção meridional.

As águas bicarbonatadas sódicas e sódico-potássicas ocorrem em algumas localidades, dentre as quais destacam-se os municípios de Presidente Prudente e de Araçatuba (CAMPOS, 1987[12]) e também ocorrem em Adamantina, Penápolis, Iacanga, Piratininga, Echaporã e Rosana.

Elevados teores de Nitrato e Cloreto foram encontrados em algumas amostras de águas e podem estar associados a fontes de contaminação, principalmente por esgotos, em locais onde o nível d'água está mais próximo da superfície do terreno e com elevada densidade demográfica.

As águas cloretadas sódicas e sódico-potássicas ocorrem na região de Assis, Sagres, Bastos, Coroados, Iacri, Presidente Epitácio, Mirante do Paranapanema, Alfredo Marcondes, Flora Rica e Pacaembu. Já nos municípios de Tupã, Garça, Agudos, Campos Novos Paulista, Santópolis do Aguapeí, Quatá, Junqueirópolis e Regente Feijó, tem-se a ocorrência de águas cloretadas cálcicas e calco-magnesianas.

Nos demais municípios, na qual abrangem a maior parte da área de estudo, tem-se as águas bicarbonatadas cálcicas e calco-magnesianas.

AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado com o apoio financeiro FAPESP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.A., STEIN, D.P., MELO, M.S., BISTRICHI, C.A., PONÇANO, W.L., HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M., 1980a. **Geologia do Oeste Paulista e Áreas Fronteiriças do Estado de Mato Grosso do Sul e Paraná**. In: 31º Congr. Bras. Geol., Camboriú, SC, Anais... SBG, 5: 2799-2812.
- ALMEIDA, M.A., STEIN, D.P., MELO, M.S., BISTRICHI, C.A., PONÇANO, W.L., HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M., 1980b. **Geologia do Oeste Paulista e Áreas Fronteiriças do Estado de Mato Grosso do Sul e Paraná**. In: Mesa Redonda "A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes", São Paulo, SBG, N.º 7.
- CAMPOS, H.C.S., 1987. **Contribuição ao Estudo Hidrogeoquímico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, USP, 158 pp.
- CELLIGOI, A. & DUARTE, U., 1998. **Considerações Hidroquímicas da Formação Caiuá no Estado do Paraná**. In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais... (1): 07 p. (ABAS 058), Associação Brasileira de Águas Subterrâneas-ABAS, 9 a 11 de Setembro, São Paulo, SP, 1998.
- COELHO, R.O., 1996. **Estudo Hidroquímico e Isotópico do Aquífero Bauru, Sudoeste do Estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, USP, 103 pp.
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1974. **Estudo de Águas Subterrâneas: Região Administrativa 6, Ribeirão Preto-SP**, Geopesisadora-Tahal, São Paulo, 2v.
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1976. **Estudo de Águas Subterrâneas: Regiões Administrativas 7, 8 e 9, Bauru, São José do Rio Preto e Araçatuba - SP**, ENCO, São Paulo, 4v.
- DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1979. **Estudo de Águas Subterrâneas: Regiões Administrativas 10 e 11, Presidente Prudente e Marília - SP**, Geopesisadora-Tahal, São Paulo, 3v.
- IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 1981. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000**. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2v., 1981.
- LANDIM, P.M.B. & SOARES, P.C., 1976. **Estratigrafia da Formação Caiuá**. In: 29º Congr. Bras. Geol., Ouro Preto. Anais... 2: 195-206.

- MELO, M.S., STEIN, D.P. & ALMEIDA, M.A., 1982. **Aspectos Litoestratigráficos do Grupo Bauru**. 1º Encontro de Geol. e Hidrogeol.: O Bauru no Estado de São Paulo, SBG/ABAS, nº 9, p. 01-19, São Paulo.
- PIPER, A.M., 1983. **A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water-Analyses**. In: Chemical Hydrogeology, p. 50-59, 1983. Edited by William Back and R. Allan Freeze, Hutchinson Ross Publishing Company. Reprinted from Am. Geophys. Union Trans. **25**:914-923 (1944).
- ROCHA, G.A, GIANCURSI, F.D., PERRONI, J.C.A., SOBREIRO NETO, A.F., BERTACHINI, A.C., CORREA, W.A.G., CAMPOS, H.C.N.S., DIOGO, A., ROSA, R.B.G.S. & CASTRO, C.G.J., 1979. **Hidrogeologia das Bacias dos Rios Aguapeí, Peixe e Paranapanema no Estado de São Paulo**. Atas 2º Simp. Reg. Geologia, Rio Claro-SP, 2: 85-100.
- SOARES, P.C., LANDIM, P.M.B., FÚLFARO, V.J. & SOBREIRO NETO, A.F., 1980. **Ensaio de Caracterização Estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru**. Revista Bras. Geociências, v.10, p. 177-185, 1980.