

**HIDROQUÍMICA E COMPORTAMENTO SAZONAL DAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS DA PLANÍCIE ALUVIONAR DA EECMG – MOGI-
GUAÇÚ.**

Waldilene dos Santos Corrêa¹; Joaquim Ernesto Bernardes Ayer¹ & Sueli Yoshinaga Pereira¹

Resumo – O presente estudo aborda uma análise hidroquímica e o comportamento sazonal das águas subterrâneas da planície aluvionar da Estação Ecológica de Mogi-Guaçú, São Paulo – Brasil. A concentração dos teores de íons dissolvidos é maior no período de estiagem, ocasionado provavelmente pela baixa pluviosidade e o aumento da evaporação e, diminuem no período chuvoso devido a influência das precipitações pluviométricas e a lixiviação dos sedimentos, corroborado pelas médias baixas de CE e STD. Em função do predomínio dos íons bicarbonato e cálcio, as águas são classificadas como bicarbonatadas cálcicas, com uma possível evolução química para águas bicarbonatadas sódicas. Em geral são águas de recarga pluviométrica, de rápida circulação através das rochas bem lixiviadas, pH levemente ácido e muito pouco mineralizadas.

Palavras-Chave – Planície aluvionar, hidroquímica, águas subterrâneas.

Abstract – This study discusses a hydrochemical analysis and seasonal behavior of groundwater in the alluvial plain of the Mogi-Guaçú Ecological Station, São Paulo - Brazil. The concentration of dissolved ions levels is higher in the dry season, probably caused by low rainfall and increased evaporation, and decrease in the rainy season due to the influence of rainfall and leaching of sediments, corroborated by the EC low medium and TDS. Due to the predominance of bicarbonate ions and calcium, the waters are classified as calcic bicarbonate, with a possible chemical evolution to sodic bicarbonate waters. In general, they are areas of rainfall recharge, of fast movement across well lixiviated rocks, slightly acid pH and very few minerals.

Keywords: alluvial plains; hydrochemistry; groundwater.

¹ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP - Programa de Pós-graduação em Geociências e Geografia. Instituto de Geociências / IGE - Rua João Pandiá Calógeras, 51 - 13083-870. Campinas-SP- Brasil. E-mail: waldilenes@yahoo.com.br

1 – INTRODUÇÃO

A Estação Ecológica de Mogi-Guaçu (EEcMG) está localizada na porção sul da Fazenda Campininha situada no distrito de Mogi-Guaçu de Martim Prado Jr., Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 22°10' e 22°18' latitude sul e 47°08' e 47°11' longitude oeste (Figura 1).

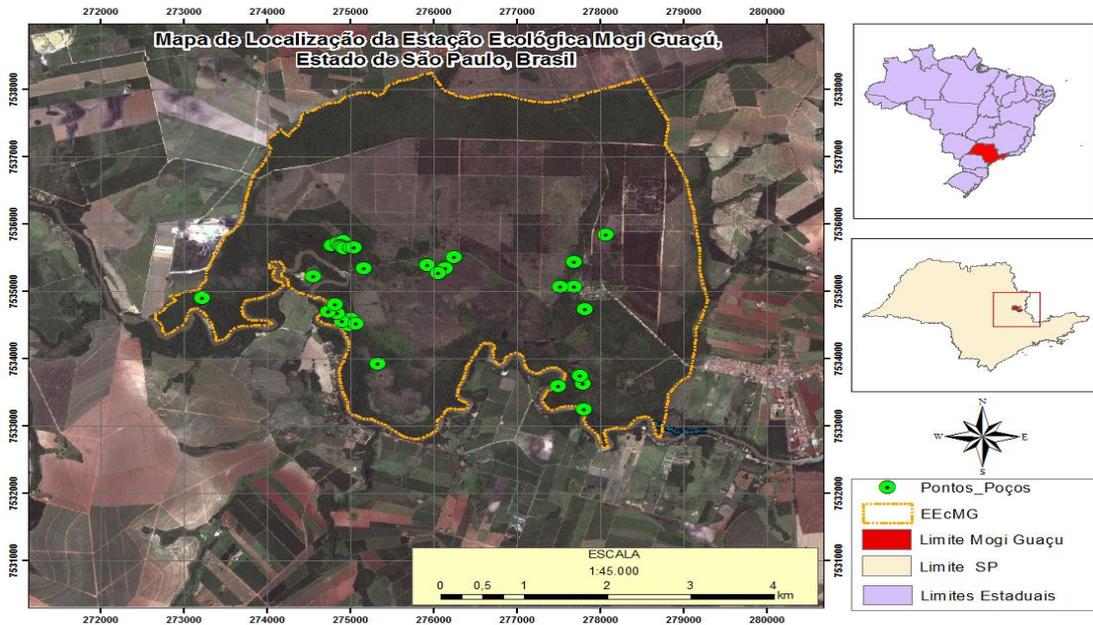


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

É uma Unidade de Conservação sob a administração do Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, cujo objetivo é a conservação do bioma Cerrado, um dos mais importantes biomas do País.

A EEcMG assenta-se sobre a planície fluvial do Rio Mogi-Guaçu, caracterizada pela dinâmica fluvial dos meandros que remobilizam os materiais aluviais depositados na planície. As planícies fluviais apresentam formas de relevo associadas às condições de sedimentação e ao arranjo estrutural do acamamento sedimentar, bem como um mosaico de solo, que por sua vez são truncadas pela passagem sucessiva do deslocamento contínuo do canal meandriforme (ZANCOPÉ, 2008).

Neste sentido, os depósitos aluviais são amplamente encontrados ao longo das margens do rio Mogi-Guaçu e que no contexto hidrogeológico se caracterizam como rochas porosas complexas. São formados de materiais grossos (seixos) que têm grande permeabilidade e de materiais finos mais ou menos argilosos, cuja composição química é muito variável porque às vezes são atravessadas por águas superficiais de rios ou porque as águas dos terrenos mais antigos de misturam (SZIKSZAY, 1993).

No entanto, o estudo hidrogeológico em planícies aluvionares ainda é assunto pouco desenvolvido no Brasil, visto que, essas áreas eram consideradas como zona de recarga ou descarga de sistemas hidrogeológico locais e regionais.

Cabe ressaltar que a dinâmica das águas subterrâneas nessa paisagem apresenta comportamento sazonal diferenciado dependendo da evolução da planície e das condições fluviais.

Este estudo objetiva a caracterização físico-química das águas subterrâneas analisando o seu comportamento hidroquímico de acordo com a sazonalidade, bem como do entendimento da relação entre tipo de água e litologia.

1.1 – Clima e vegetação

De acordo com a classificação de Koppen (SPAROVEK *et al.*, 2007) o clima é definido como Aw (clima tropical com estação seca no inverno e chuvosa no verão) e Cwa (clima temperado úmido com inverno seco e verão quente).

O período chuvoso ocorre nos meses de outubro a março com precipitações médias variando entre 1100 mm a 1250 mm e o período seco de abril a setembro com precipitações médias de 2500 e 300 mm. As precipitações médias anuais variam de 1400 a 1600 mm, com temperaturas médias anuais de 20,5 ° C a 22,5 ° C (CBH – MOGI, 1999).

Em relação à vegetação, a EECMG está situada na zona de transição entre o bioma Cerrado e Mata Atlântica, com características de ambos, podendo ser considerada uma área de tensão ecológica.

O Cerrado caracteriza-se como um bioma bastante peculiar por sua constituição de formações vegetais variando de campos abertos até densas florestas, constituindo o segundo maior bioma do Brasil. A Mata Atlântica com a sua diversidade é uma das mais importantes florestas tropicais do mundo.

As principais formações vegetais encontradas na EECMG são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana (Mata Atlântica), Floresta Estacional Semidecidual Aluvional (Mata Galeria), Savana (Cerrado) e a Vegetação com influência fluvial, que compreendem as várzeas e os campos úmidos (EITEN, 1963 *apud* RICARDI-BRANCO *et al.*, 2015).

1.2 – Geologia e hidrogeologia

A área de estudo está localizada na Bacia do Paraná (PERROTTA *et al.*, 2005) cuja característica consiste pela acumulação de grande espessura de rochas sedimentares localizadas ao longo das margens do rio Mogi-Guaçu e de alguns dos seus principais afluentes. É também

considerada a mais importante província hidrogeológica do Brasil, com cerca de 45% das reservas de água subterrânea do território nacional.

As rochas de idades permianas e jurássicas representam a Bacia do Paraná na EECMG. As camadas permianas pertencem aos grupos Itararé, Guatá e Passa Dois e as rochas da Formação Serra Geral que se encontram sobrepostas as anteriores, representam o extravasamento de lavas acontecidos durante o Jurássico (PERROTTA *et al.*, 2005).

Os depósitos aluvionares do Cenozóico ocupam cerca de 68,5% da área da EECMG, predominantemente às margens do rio Mogi-Guaçu.

No contexto hidrológico, a EECMG pertence à Unidade de Gerenciamentos de Recursos Hídricos do Mogi-Guaçu – UGRH19, com 14653 km² de área de drenagem, cujas vazões médias do rio nesse trecho situa-se entre 30 e 125 km³/s.

Quanto à hidrogeologia, os principais aquíferos da região da área de estudo são as coberturas Cenozoicas indiferenciadas, o Itararé (Tubarão) e o Cristalino Fraturado (CBH – MOGI, 1999).

Ainda de acordo com CBH – Mogi (1999) as coberturas Cenozoicas indiferenciadas caracterizam-se como areias de granulação variável, argilas e cascalhos das seguintes formações geológicas: Formação Itaqueri, Formação Rio Claro, Formação São Paulo e correlatos. Os sedimentos aluvionares estão inseridos neste aquífero, de caracterização mais regional.

O Aquífero Tubarão (Itararé) apresenta depósitos de arenito, siltitos, diamictitos, ritmitos, e mistitos de idade permocarbonífera, apresenta extensão regional, é descontínuo, com espessura que pode alcançar 100m.

O Cristalino é formado por granitos, gnaisses, migmatitos, filitos, xistos, quartzitos e metassedimentos, apresenta-se descontínuo devido à sua produtividade está relacionada aos fraturamentos existentes e a sua intensidade/intemperismo.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Amostragem

A coleta ocorreu em duas campanhas: período menos chuvoso, outubro de 2015, com 18 amostras e período chuvoso, abril 2016, sendo 26 amostras de água subterrânea, 44 amostras no total. Durante o período de estiagem, muitos poços da área de estudo estavam secos ou com o nível de água insuficiente para fazer a amostragem.

As amostras foram filtradas no local com a utilização de filtros de diâmetro de poro de 0,45 µm e membrana de acetato de celulose Milipore® e armazenadas em tubos de polipropileno de

50ml; as amostras de cátions foram acidificadas usando o NH_4OH e mantidas sob refrigeração até as análises laboratoriais.

Os parâmetros físico-químicos DO (oxigênio dissolvido), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH, STD (sólidos totais dissolvidos) (mg/L^{-1}) e condutividade elétrica ($\mu\text{S/cm}^{-1}$) foram medidos em campo com o uso do aparelho multiparâmetro.

Os valores de STD (sólidos totais dissolvidos) da primeira amostragem foram calculados pela razão: $\text{STD} \times \text{CE}$, utilizou-se o fator de conversão 0,65 (MATTHESS, 1982).

A alcalinidade foi determinada também em campo através do método de titulação, com o uso do indicador misto (verde de bromocresol com vermelho de metileno) 3 gotas – a fenolftaleína não foi usada porque as águas tinham $\text{pH} < 8$ - o ácido sulfúrico ($\text{H}_2\text{SO}_4 - 0,175 \text{ N}$), através do seguinte cálculo da alcalinidade total:

$$\text{Alcalinidade (mg HCO}_3\text{/L)} = A \times N \times 61 \times 1000 / \text{mL amostra}$$

A = volume (mL) de H_2SO_4 gasto na titulação

N = normalidade do ácido utilizado (0,175 N)

O volume total de ácido gasto na titulação representa a alcalinidade total da amostra.

2.2 – Análises e tratamento de dados

Nas análises químicas de determinação quantitativa de alguns ânions e cátions maiores presentes nas amostras foram utilizadas as técnicas de Cromatografia de Íons, Dionex ICS 2500 e ICP-MS x series II (Thermo) equipado com CCT (Collision Cell Technology), ambos realizados nos Laboratórios de Geoquímica Analítica e de Geologia Isotópica do Departamento de Geologia de Recursos Naturais – UNICAMP.

Os dados foram tabelados através do *Microsoft Office Excel*, para a classificação iônica das águas subterrâneas utilizou-se o Diagrama de Piper (PIPER, 1944), o *GW_Chart* (version 1.23.1.0) foi o *software* utilizado para a classificação das águas.

3 – RESULTADOS E DISSCUSSÕES

3.1 – Parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas

As análises dos parâmetros físico-químicos evidenciam que há uma pequena variação nos valores das médias das amostras de águas subterrâneas (Tabela 1) entre os períodos. As médias da temperatura mantiveram-se constantes com valores de 22,3 e 22,7 $^{\circ}\text{C}$, nos períodos menos chuvoso e chuvoso, respectivamente.

De modo geral, a amplitude térmica das águas subterrâneas é baixa e não depende diretamente da temperatura atmosférica, isto é, sua temperatura não é influenciada pelas mudanças desta, exceto, os aquíferos freáticos pouco profundos. No entanto, os valores de pH e as reações químicas são controlados pela variação da temperatura na água.

O pH apresenta médias de 5,8 (período menos chuvoso) e 5,2 (período chuvoso), são águas ligeiramente ácidas. O pH indica o estado de equilíbrio das reações aquosas, sendo que grande parte da sua estabilização em águas naturais é controlada pela reação de dissolução do CO₂ (HEM, 1985).

As águas subterrâneas com valores de pH na faixa de 5 a 6 são águas recentes, originam-se provavelmente da infiltração das águas de chuva.

O oxigênio dissolvido (DO) também se manteve estável nos dois períodos, com médias de 3,6 e 3,8 mg.L⁻¹ nos períodos chuvoso e menos chuvoso, respectivamente.

Os parâmetros CE e STD tiveram médias distintas nos dois períodos, nos quais foram mais elevadas no período menos chuvoso (73 μS/cm⁻¹ e 47,7 mg.L⁻¹) e no período chuvoso estas diminuíram (25,8 μS/cm⁻¹ e 17,5 mg.L⁻¹). Nestas águas a CE é menor devido às menores concentrações de constituintes em solução, evidenciado pelas médias de concentração destes íons nas águas subterrâneas que são de 2,6 mg.L⁻¹ (Ca⁺), 0,38 mg.L⁻¹ (Mg⁺), 1,11 mg.L⁻¹ (Na⁺) e 0,54 mg.L⁻¹ (K⁺), portanto sendo caracterizadas como de baixa mineralização. Os íons mais diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica são chamados de macronutrientes como o cálcio, o magnésio, o sódio e o potássio (ESTEVES, 1998).

O aumento do STD está condicionado às condições climáticas, a composição mineralógica da rocha-reservatório, ao tempo de percolação e residência das águas subterrâneas. No estado natural, a água apresenta CE diretamente proporcional à quantidade de íons dissolvidos, observado na figura 2, o coeficiente de correlação linear de Pearson (r), nela a correlação entre a CE e o STD é de 0,99(período menos chuvoso) e 0,98(período chuvoso), é significativa e são diretamente proporcionais.

A figura 3 mostra a porcentagem das médias (mg.L⁻¹) dos cátions (a) e ânions (b) para os dois períodos. As médias das concentrações iônicas foram maiores no período menos chuvoso e tiveram um decréscimo no período chuvoso, refletindo a natureza lixiviada dos sedimentos juntamente com a precipitação elevada que mantém as soluções diluídas. Observa-se que as águas são predominantemente bicarbonatadas e possuem a maior concentração de cálcio como cátion dominante nos dois períodos.

Tabela 1 – Valores máximos, mínimos e das médias dos parâmetros físico-químicos das amostras de águas subterrâneas para os dois períodos, menos chuvoso (a) e chuvoso (b).

(a)

Parâmetros	T°C	pH	DO (mg/L)	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	STD (mg/L ⁻¹)	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Si
Máx.	26	7,5	39,2	253,4	164,7	42,32	4,93	11,04	3,9	19,5	6,11	25,2	3,17	160,1	14
Mín.	20,3	4,7	0,35	8	5,2	0,23	0,04	0,2	0	0	0,01	0	0	2,14	2,27
Média	22,3	5,8	3,6	73,09	47,7	7,6	1,19	2,75	1,2	3,03	1,39	2,62	0,22	32,9	5,5

(b)

Parâmetros	T°C	pH	DO (mg/L)	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	STD (mg/L ⁻¹)	Ca ⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Si
Máx.	28,1	6,1	7,45	82,2	57,2	11,7	1,79	5,4	2,12	0,27	1,83	0,12	2,17	23,37	13,2
Mín.	21,7	4,3	0,32	7,7	5,2	0,17	0,02	0,13	0	0	0,04	0	0	2,1	2,7
Média	22,7	5,2	3,8	25,7	17,5	2,6	0,38	1,11	0,54	0,26	0,5	0,02	1,19	12,8	4,7

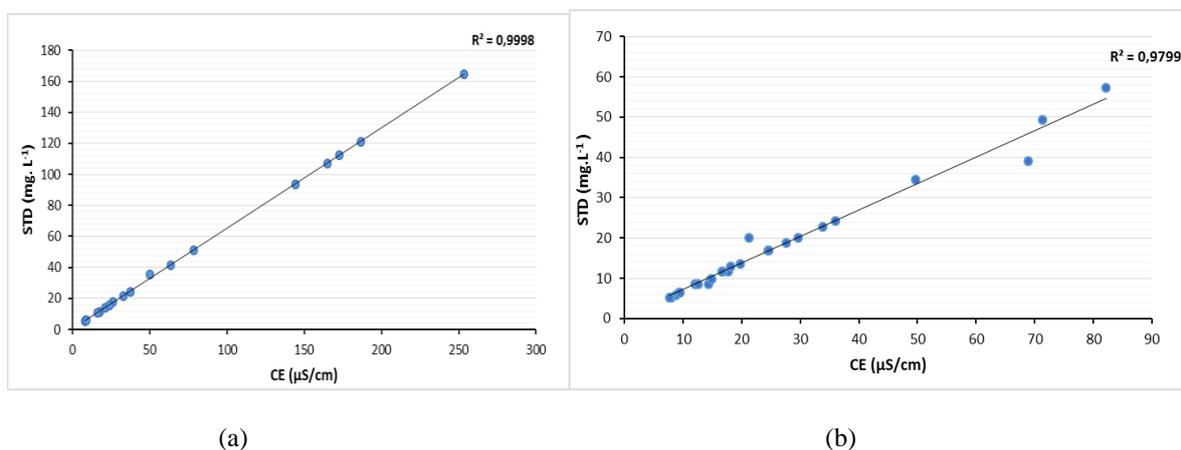


Figura 2 - Relação CE ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) e STD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) das amostras de águas subterrâneas para os dois períodos, menos chuvoso (a) e chuvoso (b).

Em geral, o bicarbonato é proveniente de CO₂ dissolvido que por sua vez provém de grande parte do solo. A água enriquecida pelo gás CO₂ dissolvido, desloca a equação do equilíbrio CO₂ dissolvido + H₂O → H₂CO₃^{*} para a direita, provocando a dissociação do ácido carbônico e formando o bicarbonato através da equação H₂CO₃^{*} > HCO₃⁻ (YOSHINAGA, 1990). E a quantidade de Ca⁺ está associada a dissolução da calcita.

Por se tratar de águas rasas, deduz-se que são águas cuja composição química é influenciada pelas águas de precipitações que em contato com o solo, causam a dissociação do ácido carbônico, conferindo caráter ácido à água, com pH menor que 6,6 e o predomínio de bicarbonato e

cálcio. A dissociação do ácido carbônico no processo de carbonatação, impõe um caráter ácido a água favorecendo a dissolução de minerais formadores de rochas. Assim, é produzido uma carga residual que resulta na formação de minerais de argila e uma carga solúvel que contribui no enriquecimento das águas em cálcio, magnésio, ferro, sílica e bicarbonato (HEM,1985).

O Na^+ tem como principal fonte os minerais de argila presentes nos sedimentos argilosos da área de estudo. A origem do Fe^+ , nessas águas, pode estar relacionada à presença de sedimentos argilo-siltosos ricos em matéria orgânica ou oriundo dos minerais piroxênios e anfibólios. A baixa concentração do cloreto média ($0,5 \text{ mg.L}^{-1}$) e do sulfato ($0,02 \text{ mg.L}^{-1}$) no período chuvoso ocorre devido a pluviosidade que lixivia intensamente os terrenos.

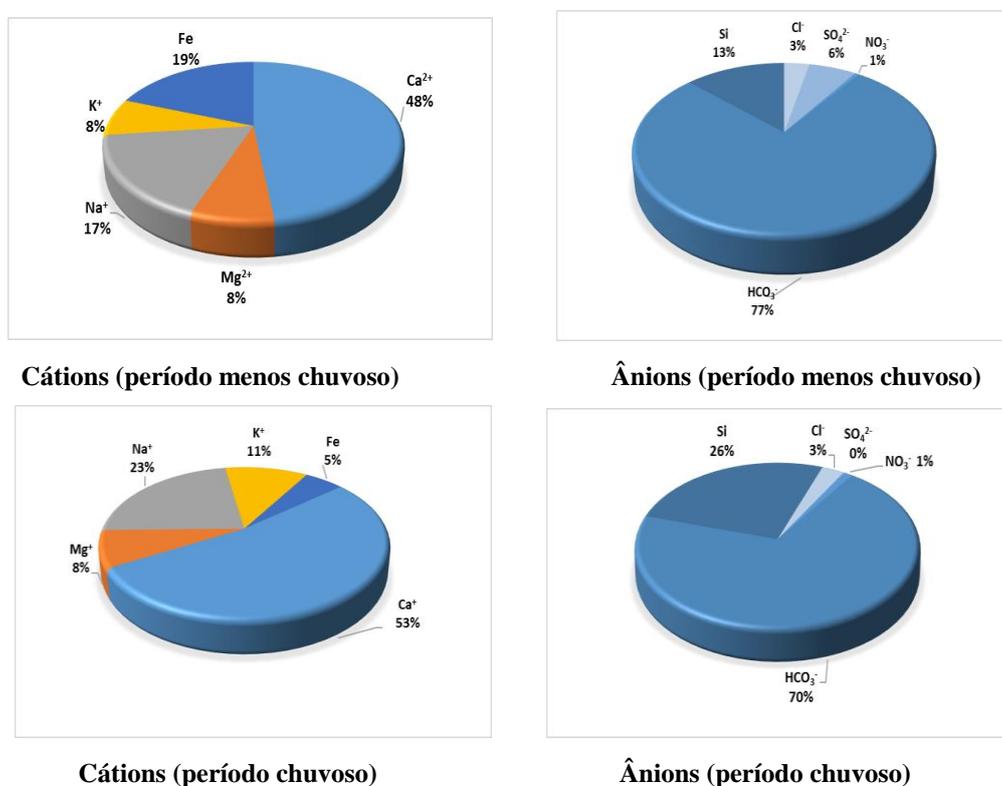


Figura 3 – Gráfico de pizza mostrando as concentrações médias dos íons maiores (mg.L^{-1}) cálcio e bicarbonato e as porcentagens das médias dos íons nos dois períodos, menos chuvoso e chuvoso.

3.2 – Classificação hidroquímica

Com o objetivo de determinar as principais fácies hidroquímicas nas águas subterrâneas, os cátions e os ânions foram plotados no Diagrama de Piper (1944).

De acordo com a classificação iônica, têm-se para o período menos chuvoso, águas cálcicas (50%), sódicas (33%) e mistas (17%) e predominantemente bicarbonatada (100%); no período chuvoso são classificadas como cálcicas (42%), sódicas (23%) e mistas (35%) e a exemplo do período menos chuvoso, ocorre o predomínio de águas bicarbonatadas (100%).

Quanto ao quimismo das águas subterrâneas, para os dois períodos, são classificadas como bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas mistas, em concordância com o estudo de CHANG *et al.* (2003). A figura 4 mostra os diagramas de Piper (PIPER, 1944) com a distribuição dos íons maiores (mg.L^{-1}) nos períodos menos chuvoso (a) e chuvoso (b).

Ao observar os Diagramas de Piper, percebe-se que há um comportamento diferente dos íons quanto à sazonalidade, o predomínio do bicarbonato e do cálcio ocorre nos dois períodos, a concentração de cloreto e sulfato em algumas amostras é maior no período menos chuvoso (a), as águas são mais diluídas e ocorrem mais águas mistas no período chuvoso (b), podendo indicar uma ligeira evolução de águas bicarbonatadas cálcicas para águas bicarbonatadas sódicas, evidenciando uma possível mistura de tipos de águas, representado por águas bicarbonatadas mistas.

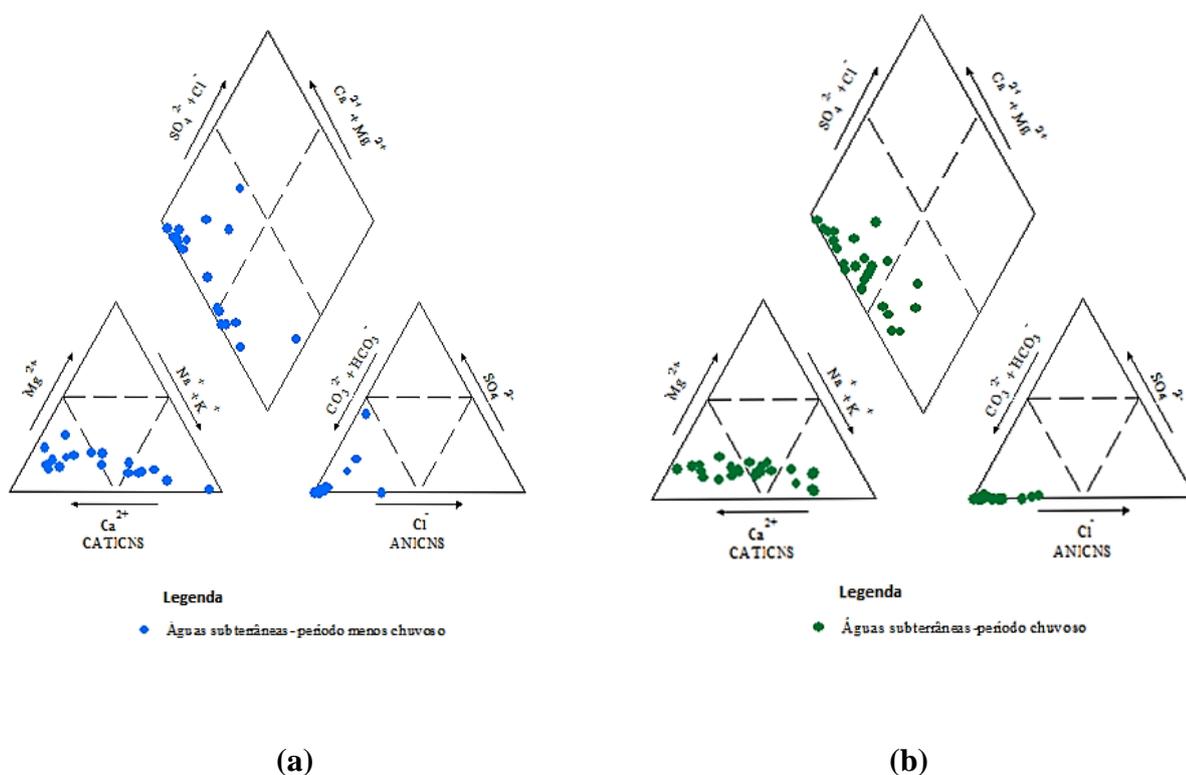


Figura 4 – Diagrama de Piper das amostras de águas subterrâneas para os períodos, menos chuvoso (a) e chuvoso (b).

Segundo a classificação de Schoeller (1962) têm-se para os íons maiores as seguintes seqüências, cátions $\text{Ca}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^+ > \text{K}^+$ e $\text{Ca}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^+$ nos períodos menos chuvoso e chuvoso, respectivamente; ânions $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$ (período menos chuvoso) e $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^- > \text{SO}_4^-$ (período chuvoso).

4 – CONCLUSÕES

As planícies aluvionares possuem uma formação litológica complexa, no sentido de não apresentarem camadas reservatórios bem definidas espacialmente, apresentam comportamento sazonal diferenciado dependendo da evolução da planície e das condições fluviais.

As águas subterrâneas apresentaram um caráter bem distinto em relação à sazonalidade, visto que, no período menos chuvoso concentraram os maiores teores de íons dissolvidos ocasionado provavelmente pela baixa pluviosidade e o aumento da evaporação, com isso apresentou CE e STD mais elevados.

No período chuvoso, as concentrações iônicas dissolvidas diminuíram podendo ser atribuído a esse fato, influência das precipitações pluviométricas e a lixiviação dos sedimentos, corroborando com as médias baixas de CE e STD.

Em ambos os períodos os íons bicarbonato e cálcio foram predominantes, provavelmente oriundo de processos químicos que ocorrem no manto de alteração, pois, a água de infiltração ataca os minerais e se enriquece de íons, inferindo-se que são águas rasas.

As águas foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas, bicarbonatadas sódicas e bicarbonatadas mistas, tanto no período menos chuvoso quanto no chuvoso, porém observou-se um aumento significativo das águas mistas no período em relação ao período menos chuvoso, indicando uma possível evolução química dessas águas.

De modo geral, essas águas caracterizam-se como de recarga pluviométrica, de rápida circulação fluindo através de rochas bem lixiviadas, com pH levemente ácido, com o predomínio do ânion bicarbonato e pouco mineralizadas.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Proc. N°2013/22729-2), ao CNPq e à CAPES pelos auxílios concedidos.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CBH-MOGI - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu** - “Relatório Zero”, 1999.

CHANG, H.K.; TEIXEIRA, A J; VIDAL, A C. Aspectos hidrogeológicos e hidroquímicos das regiões dos municípios de Mogi-Mirim, Mogi-Guaçu e Itapira no estado de São Paulo. **Geociências** (São Paulo), São Paulo, v. 22, n.especial, p. 63-73, 2003.

EITEN G. Habitat flora of Fazenda Campininha, São Paulo, Brazil. **In: FERRI M.G. (Coord.). Simpósio sobre o Cerrado.** Edgard Blucher e EDUSP, São Paulo, 1963.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2. ed., Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 790 p., 1998.

HEM J. D. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. US **Geological Survey Water-Supply Paper 2254**, 1985.

MATTHES, G. **The properties of groundwater.** 1 ed. New York, John Wiley & Sons, 1982.

PERROTA M.M.; SALVADOR E.D.; LOPES R.C.; D' AGOSTINO L.Z.; PERUFFO N.; GOMES S.D.; SACHS L.L.B.; MEIRA V.T.; GARCIA M.G.M.; LACERDA FILHO J.V. 2005. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000.** Programa Geologia do Brasil—PGB, CPRM, São Paulo, 2005.

PIPER, A. M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. **American Geophysics Union.** 1944, v. 25, pp 914 – 923.

RICARDI-BRANCO, F.; PEREIRA, S. Y.; SOUZA, M. M.; SANTIAGO, F.; PEREIRA, P. R. B.; BRANCO, F.C.; RIBEIRO, V.; MOLINA, K. Relationships Among Subaquatic Environment and Leaf/Palinomorph Assemblages of the Quaternary Mogi-Guaçú River Alluvial Plain, SP, Brazil. **Springer Earth System Sciences.** 1ed.: Springer International Publishing, 2015, v. , p. 667-705.

SCHOELLER, H. **Les Eaux Souterraines.** Paris: Masson et Cie., Cap. 07, 1962.

SPAVOREK, G.; VAN LIER, Q D J; DOURADO NETO, D. Computer assisted Koppen climate classification: a case study for Brazil. **Int J Climatol**, 2007.

SZIKSZAY, M. **Geoquímica das águas.** Boletim IG, São Paulo, 1993. 166p. (Série Didática, 5). Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/bigsd/article/viewFile/45351/48963>. Acesso em: 04/07/20016.

YOSHINAGA, S. **Estudos hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e isotópicos das águas minerais e termais de Águas de Lindóia e Lindóia, SP/Sueli Yoshinaga.** – São Paulo, SP, 1990. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 1990.

ZANCOPE, M.H.C. **Análise morfodinâmica do rio Mogi Guaçú / Marcio Henrique de campos Zancopé.** – Campinas, SP: [s.n.], 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2008.