

# ASPECTOS HIDROGEOQUÍMICOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL EM LONDRINA - PR

André Celligoi<sup>1</sup> e Uriel Duarte<sup>2</sup>

## RESUMO

Foi realizada uma análise cadastral de diversos poços na região de Londrina - PR, na qual dados químicos das águas dos poços tubulares foram analisados, obtendo-se um quadro geral da concentração dos principais elementos. Estudos hidrogeoquímicos foram realizados nessas amostras, tendo por finalidade principal a obtenção das características físicas e químicas essenciais das águas subterrâneas. Os elementos maiores das águas analisadas foram plotados no diagrama de Piper, fornecendo uma tendência de águas bicarbonatadas cálcicas. Essa composição evidencia uma relação ampla com a natureza química dos derrames vulcânicos.

## I - INTRODUÇÃO

A região de Londrina - PR localiza-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na qual aflora localmente a suite vulcânica da Formação Serra Geral.

A distribuição de água para Londrina é feita pela Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR através de águas subterrâneas e de captações superficiais, sendo estas responsáveis por cerca de 83% do volume de água distribuído e que provém da rede de drenagem do rio Tibagi.

Os poços tubulares na cidade de Londrina, que são explorados pela companhia distribuidora, contribuem com cerca de 17% do volume de água distribuída para a cidade, através de 16 unidades responsáveis por uma vazão aproximada de 937 m<sup>3</sup>/h, funcionando com regime de 20 hs. por dia.

O principal objetivo deste trabalho é uma avaliação das condições da qualidade da água subterrânea do sistema aquífero Serra Geral na região urbana de Londrina e sua zona de expansão.

Resultados de análises físico-químico-bacteriológicas foram inventariadas junto ao Instituto Ambiental do Paraná - IAP, num total de 33 poços, a fim de se obter uma caracterização hidroquímica básica das águas do Sistema Aquífero Serra Geral local e a relação destas com as rochas encaixantes.

## II - CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

A cidade de Londrina localiza-se, em sua totalidade, sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral. Tais rochas apresentam, via de regra, textura microcristalina,

---

<sup>1</sup> Prof. Depto. de Geociências da Universidade Estadual de Londrina - PR

<sup>2</sup> Prof. do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo

estrutura maciça e vesicular e/ou amigdaloidal, bem como intenso fraturamento. Esfoliações esferoidais são características marcantes dos basaltos, tanto maciços, quanto vesico-amigdaloidais, embora sejam mais raras nestes últimos. São observadas disjunções colunares em algumas localidades, geralmente nos termos maciços. Na região a espessura da unidade situa-se em torno de 850 m representados pelos sucessivos derrames (FIGURA 1).

As rochas desta província geológica constituem termos de séries basálticas toleíticas, quer em caracteres de gênese, quanto em caracteres de evolução, incluindo andesi-basaltos e andesitos (RÜEG, 1975 e COMIN-CHIARAMONTI *et al.*, 1988).

Através de observações de campo como diaclasamentos, estruturas vesiculares e amigdaloidais, bem como brechas vulcânicas e intercalações de arenitos, LEINZ *et al.* (1966) tentaram deduzir o número de derrames e a extensão lateral dos mesmos, tendo aqueles espessuras variando desde decimétricas até cerca de 100 m, sendo mais frequentes valores ao redor de 6 a 10 m, num total de até 39 derrames na maior espessura da Formação.

Todavia, os mesmos autores ressaltam que os derrames não são contínuos e o critério até então adotado para a determinação do número dos derrames de lava é ainda discutível, principalmente pelo fato de poderem acontecer derrames rápidos e sucessivos que se comportariam, eventualmente em seu conjunto, como uma única corrida de lava.

### III - HIDROGEOLOGIA

#### III. 1 - AQUÍFEROS

A região de Londrina, pelas suas características litológicas, apresenta duas formas de ocorrência de águas subterrâneas: o aquífero freático, que se relaciona à zona saturada da camada de solo e rocha alterada e as zonas aquíferas da Formação Serra Geral, que correspondem às rochas basálticas propriamente ditas.

Em escala regional, as rochas vulcânicas da formação em questão constituem a camada confinante do aquífero Botucatu, bem como o substrato rochoso onde se acumulam as águas provindas da cobertura sedimentar do Grupo Baurú.

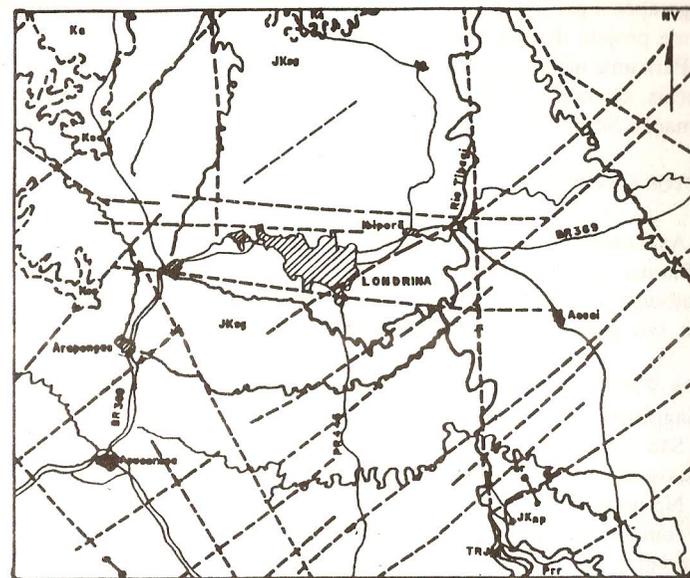
Ao contrário dos sistemas aquíferos sedimentares, os quais possuem uma certa homogeneidade física, o sistema Serra Geral, pelas suas características litológicas de rochas cristalinas, se constitui em um meio aquífero de condições hidrogeológicas heterogêneas e anisotrópicas (REBOUÇAS, 1978).

Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de descontinuidade das rochas, sendo a vazão obtida em cada poço tubular, relacionada ao número e a condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

### IV - HIDROGEOQUÍMICA

O estudo dos aspectos hidrogeoquímicos tem por finalidade principal a obtenção das características físicas e químicas essenciais das águas subterrâneas da Formação Serra Geral em Londrina. Essas características são basicamente a composição química, proveniência e qualidade da água para sua utilização.

De um total de 107 poços cadastrados, foi possível somente a obtenção das



#### CONVENÇÕES

- cidades
- vias de acesso
- drenagem

#### UNIDADES

- Ka Formação Adamantina
- Ksa Formação Santo Anastácio
- JKag Formação Serra Geral
- JKnp membro nova prata
- TRJpb Formações Pirambóia e Botucatu
- Prr Formação Rio do Rasto

#### CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- contato inferido
- contato definido
- falha ou fratura inferidas



FIGURA 1 - MAPA GEOLÓGICO  
(fonte: MINEROPAR 1989)

análises dos dados de 33 amostras de água, todas realizadas pela Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SUREHMA, hoje Instituto Ambiental do Paraná - IAP, alguns logo após a perfuração dos poços e outros contendo análises atualizadas a cada 2 anos, conforme projeto de cadastramento geral realizado pela empresa.

Para uma melhor compreensão das características físicas e químicas das águas subterrâneas locais, são necessárias algumas considerações sobre as feições geoquímicas das rochas da Formação Serra Geral, tanto em Londrina, quanto em toda a Bacia.

#### IV. 1 - ASPECTOS GEOQUÍMICOS DAS ROCHAS

As rochas vulcânicas continentais básicas-intermediárias e intrusivas correlatas da Bacia do Paraná quimicamente correspondem a basaltos toleíticos, andesi-basaltos, andesitos, e, subordinadamente a basaltos transicionais, latibasaltos e latiandesitos. Tipos ácidos também são presentes e representados por rioclitos e riolitos (tipos Palmas e Chapecó).

A FIGURA 2 apresenta a distribuição das rochas vulcânicas da Bacia do Paraná, nos diagramas classificativos de La Roche e Álcali-sílica.

São caracterizadas pela ocorrência comum de plagioclásio, augita, pigeonita e escassos cristais de olivina magnesiânica (COMIN-CHIARAMONTI *et al.*, 1988).

No norte do Paraná, onde prevalecem fluxos básicos, as rochas são afíricas a subafíricas, com fenocristais e/ou microfenocristais de plagioclásio, augita, opacos, ± olivina, ± pigeonita, em uma matriz holocristalina a hipocristalina consistindo das mesmas fases.

A maior parte das vulcânicas e intrusivas são caracterizadas, em relação aos seus piroxênios, por augita e pigeonita. A última está presente como fenocristais e/ou microfenocristais nas suites toleíticas. Na suite com afinidade química transicional, a pigeonita tende a ser confinada à matriz (BELLIENI *et al.*, 1988).

Os feldspatos são representados por plagioclásios zonados, os quais ocorrem como fenocristais e/ou microfenocristais e como componentes da matriz. Nos tipos de rochas ácidos, o plagioclásio está comumente acompanhado por matriz de feldspatos alcalinos. A composição dos feldspatos nos diferentes tipos de rochas está mostrado na FIGURA 3.

Uma análise sobre a distribuição de frequência dos óxidos principais nas rochas, através dos resultados de análises geoquímicas realizadas por RÜEG (1975), mostrada através da FIGURA 4 e posteriormente por MANTOVANI *et al.* (1988), evidencia a nível regional uma predominância de sílica sobre os demais óxidos, e o óxido de cálcio sobre os de magnésio e sódio, tanto na região de Londrina, quanto na média geral da Bacia do Paraná.

#### IV. 2 - ASPECTOS GEOQUÍMICOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

##### IV. 2. 1 - Composição Química

Para as considerações sobre os aspectos hidrogeoquímicos foram analisados os dados de 33 amostras de água de poços tubulares. Os resultados dessas análises permitiram classificar as águas subterrâneas da Formação Serra Geral nesta região como

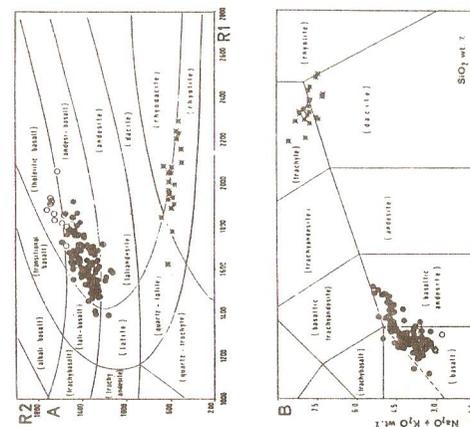


FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS VULCÂNICAS DO NORTE DO PARANÁ NOS DIAGRAMAS DE LA ROCHE (A) E ÁLALI-SÍLICA (B) (BELLIENI *et al.*, 1988)

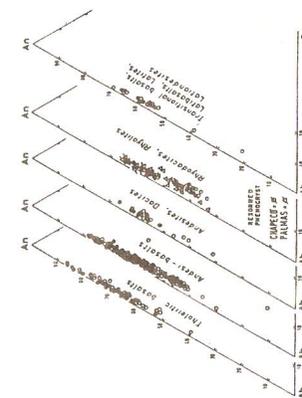


FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS PLAGIOLÁSIOS DAS VULCÂNICAS BÁSICAS A ÁCIDAS DO PARANÁ (Or (ortoclásio) - Ab (albita) - An (anortita) (BELLIENI *et al.*, 1988)

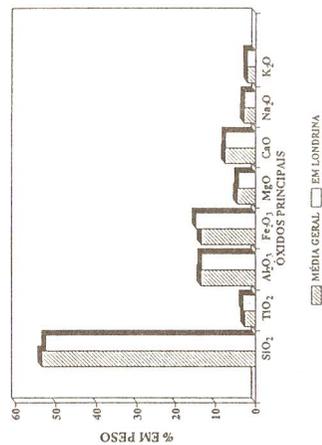


FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS ÓXIDOS PRINCIPAIS NAS ROCHAS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL. (A partir de dados de RUEG - 1973)

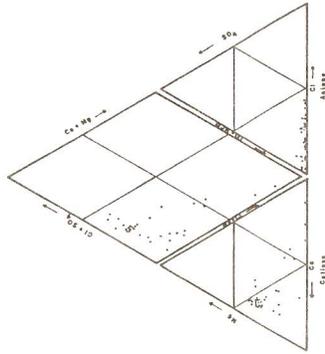


FIGURA 5 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL EM LONDRINA

sendo bicarbonatadas cálcicas, utilizando para tal o diagrama de Piper, FIGURA 5, o qual possibilita obter uma visão sucinta da composição química das águas analisadas.

Tal composição coaduna-se com a tipologia química para águas deste aquífero na Bacia do Paraná, mencionada por vários autores, como: DAEE (1979), GIAMPÁ & SOUZA (1982) e REBOUÇAS & FRAGA (1988). Esse quadro está amplamente relacionado com a natureza química dos derrames vulcânicos, em virtude da mineralogia essencial apresentada nas rochas (CELLIGOI, 1993).

Em relação ao predomínio da tendência cálcica das águas em relação à sódica, tem-se o fato de que o cálcio é um elemento de grande solubilidade e que está presente em um grande número de minerais dessas rochas, como augitas e pigeonitas, bem como plagioclásios cálcicos e sub-cálcicos.

Tais minerais, principalmente os piroxênios e mais as olivinas, influenciam de maneira decisiva na presença do cátion magnésio nessas águas, visto que o mesmo é um elemento químico bastante comum em minerais máficos.

O caráter bicarbonatado das águas - 69 mg/l, em média - pode ser explicado pela presença de regiões com relativa densidade de vegetação nas áreas de recarga, através da dissociação iônica do ácido carbônico  $H_2CO_3$ , o qual é formado com a produção de  $CO_2$  atmosférico e do solo, bem como pela hidrólise dos minerais silicáticos (MENEGASSE, 1991).

O teor relativamente elevado de sílica dissolvida nestas águas (37 mg/l, em média), é um fator que confirma para a proveniência típica de águas de basaltos, uma vez que nesses tipos de rocha a sílica praticamente se encontra de forma combinada nos minerais essenciais silicáticos, como feldspatos e piroxênios, e acessórios, sendo muito mais solúvel do que na forma de sílica livre.

O elemento menor analisado e que está presente nas águas de alguns dos poços da área é o íon fluoreto F. Das 33 amostras, 18 não apresentaram traços de fluoreto, enquanto que 8 apresentaram valores menores ou iguais a 0,1 mg/l. Uma amostra de água provida de um poço na região leste da Cidade apresentou uma concentração de 0,7 mg/l de fluoreto em suas águas, o qual é o maior valor detectado entre as amostras cadastradas. Estes valores, diga-se, são inferiores aos encontrados por GIAMPÁ & FRANCO FILHO (1982) para águas subterrâneas em rochas da Formação Serra Geral em Santa Albertina-SP, os quais obtiveram valores até 4,4 mg/l de fluoreto.

#### IV. 2. 2 - Potabilidade

Através da análise bacteriológica e dos índices de saturação e potabilidade, as águas da Formação Serra Geral em Londrina são classificadas como sendo ligeiramente corrosivas, porém de boa qualidade para o consumo humano e industrial.

Segundo os valores da taxa de absorção de sódio (SAR), as águas se classificam como muito boas para a irrigação de áreas cultivadas, não havendo restrições quanto ao tipo de cultura a ser desenvolvida. Esse parâmetro, diga-se, é de grande importância para a região, considerando-se a vocação intensamente agrícola por todo o norte do Paraná, no qual todo o Município de Londrina se encontra localizado.

## V - CONCLUSÕES

Consideradas frequentemente como rochas cristalinas indiferenciadas, as suítes vulcânicas da Formação Serra Geral apresentam características que as distinguem dos demais meios fraturados.

Feições litológicas intrínsecas de derrames, como horizontes vesiculares e amigdaloidais, diáclases horizontais de contração magmática e diáclases verticais, podem favorecer a percolação de água nessas rochas.

As águas subterrâneas da Formação Serra Geral em Londrina foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas e de boa qualidade para o consumo humano e industrial. Tal composição coaduna-se com a tipologia química típica para este aquífero, tendo ampla relação com a mineralogia e natureza química dos derrames basálticos.

## VI - BIBLIOGRAFIA

- BELLIENI, G.; PICCIRILLO, E. M.; COMIN-CHIARAMONTI, P. *et al.* - 1988 - **Mineral chemistry of continental stratoid volcanics and related intrusives from Paraná basin (Brazil)**. In. *The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects*. Eds. Piccirillo E. M. and Melfi, A. J.. IAG/USP. p. 73-92.
- CELLIGOI, A. - 1993 - **Recursos Hídricos Subterrâneos da Formação Serra Geral em Londrina - PR**. *Dissertação de Mestrado*. IG/USP.
- CELLIGOI, A. & DUARTE, U. - 1990 - **Hidrogeologia da cidade de Londrina**. *Anais 6º Cong. Bras. Águas Subt.*, Porto Alegre. ABAS.
- COMIN-CHARAMONTI, P.; BELLINI, G.; PICCIRILLO, E.M. *et al.* - 1988 - **Classification and petrography of continental stratoid volcanics and related intrusives from the Paraná basin (Brazil)**. In. *The mesozoic flood volcanism of Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects*. Eds. Piccirillo, E. M. and Melfi, A. J.. IAG/USP. p. 47-92.
- DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO) - 1979 - **Estudo de águas subterrâneas - regiões administrativas 10 e 11 - Presidente Prudente e Marília**. São Paulo. v. 1. Texto. 220 p..
- GIAMPÁ, C. E. Q.; SOUZA, J.C. de - 1982 - **Potencial aquífero dos basaltos da formação Serra Geral no Estado de São Paulo**. *Anais 2º Cong. Bras. Águas Subterrâneas*. Salvador. ABAS.
- GIAMPÁ, C. E. Q.; FRANCO Fº, F. W. B. - 1982 - **Modo de ocorrência dos fluoretos nas águas subterrâneas do formação Serra Geral. Constatação em Santa Albertina - São Paulo**. *Anais 2º Cong. Bras. Águas Subterrâneas*. Salvador. ABAS.
- LEINZ, V.; BARTORELLI, G.; SADOWSKI, G. R. *et al.* - 1966 - **Sobre o comportamento espacial do trapp basáltico da bacia do Paraná**. *Bol. Soc. Bras. Geol.* São Paulo, v. 15. nº 4. p. 79-91.
- MANTOVANI, M. S. M.; PEATE, D. W.; HAWKESWORTH, C. J. - 1988 - **Geochemical stratigraphy of Paraná continental flood basalts: a contribution from borehole samples**. In. *The mesozoic flood volcanism of Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects*, Eds. Piccirillo, E. M. and Melfi, A. J..

IAG/USP.p. 15-24.

- MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J. R. - 1988 - **Geological and magmatic aspects of the Paraná basin - an introduction**. In. *The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects*, Eds. Piccirillo, E. M. and Melfi, A. J.. IAG/USP. p. 1-13.
- MENEGASSE, L.N. - 1991 - **Estudo hidrogeológico das rochas metassedimentares do Grupo São Roque a NW da Grande São Paulo - Critérios para locação de poços profundos**. *Dissertação de mestrado*, IG/USP.
- REBOUÇAS, A.C. - 1978 - **Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da bacia do Paraná no Brasil**. *An. XXX Cong. Bras. Geol.*, Recife, v.6, p.2963-2976.
- REBOUÇAS, A. C.; FRAGA, C. G. - 1988 - **Hidrogeologia das rochas vulcânicas do Brasil**. *Rev. Águas Subterrâneas*, nº 12, ABAS.
- RÜEG, N. R. - **Modelos de variação química na província basáltica do Brasil meridional: Características de teor, distribuição geográfica e diferenciação**. *Tese de livre-docência*, IG/USP.