

UMA EXPERIÊNCIA DOS SERVIÇOS GEOLÓGICOS NACIONAIS NA INTEGRAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO MERCOSUL

*José Luiz Flores Machado*¹

RESUMO

Neste artigo será tratado um programa de interação entre os serviços geológicos nacionais dos países que compõem o bloco do MERCOSUL (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai) e o país associado (Bolívia), e do qual resultou o Mapa de Integração Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes.

Os trabalhos consistiram na confecção de uma base cartográfica na escala de 1:2.500.000, compilação de dados geológicos e mapas hidrogeológicos dos países participantes. Do mesmo modo, foram analisados dados recentes de perfuração de poços tubulares e trabalhos hidrogeológicos regionais de maior escala. Os dados foram consistidos e integrados em reuniões com os técnicos destes serviços geológicos.

O mapa abrangeu doze províncias hidrogeológicas, das quais neste artigo detalhamos a relacionada com a Bacia do Paraná, de maior interesse para o Brasil. O Aquífero Guarani é o mais importante sistema transfronteiriço da região. Este documento auxiliará na gestão, planejamento e proteção dos sistemas aquíferos do MERCOSUL.

INTRODUÇÃO

Em novembro de 1995, durante o 1º Encontro dos Serviços Geológicos dos Países do Cone Sul, realizado na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul), nasceu a idéia do desenvolvimento conjunto de atividades que tivessem como objetivo a integração, cooperação e o intercâmbio técnico-científico entre essas instituições.

Disso resultou uma proposta concreta que teria por finalidade a elaboração de um mapa de integração geológica, hidrogeológica e metalogenética das bacias do Paraná e do Prata. Neste artigo será tratado mais especificamente o mapa de integração hidrogeológica, que deverá fornecer posteriormente subsídios para o desenvolvimento de atividades ligadas aos recursos hídricos e o intercâmbio na área do meio ambiente e criação de um banco de dados hidrogeológicos dos países envolvidos no programa.

Após referendada pelo SGT2, Comissão Temática de Geologia e Recursos Minerais do MERCOSUL, a atividade foi tornada oficial nessa Comissão de delegações da Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai e o do Estado-Associado Bolívia tomaram parte no trabalho.

Em diversas reuniões foram discutidos parâmetros e normas para a execução dos trabalhos, que deveriam desenvolver-se na área compreendida entre os paralelos de 14°S e 38°S e os meridianos de 44°W e 68°W, conforme a figura 1, perfazendo aproximadamente 5.800.000

1) CPRM- Serviço Geológico do Brasil. Rua Banco da Província, 105, Santa Teresa. Porto Alegre, RS. Tel: 51-3233-7311. E-mail: hidrogeo@portoweb.com.br

Km² de área continental, na escala de 1:2.500.000, envolvendo toda a Bacia do Rio da Prata. A denominação oficial Mapas de Integração Geológica, de Recursos Minerais e Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes foi estabelecida para esse projeto.

Além da participação dos Estados-Parte – Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai –, a Bolívia foi convidada a colaborar com esse projeto, uma vez que parte da superfície abrangida pela Bacia do Prata também envolve esse país. Os organismos estatais envolvidos no programa são, pela Argentina, o Serviço Geológico Minerário Argentino (SEGEMAR) e Instituto Nacional de Aguas (INA); pelo Brasil, a Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); pelo Paraguai a Subsecretaria de Minas e Energia; pelo Uruguai, Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) e, pela Bolívia, o Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN).

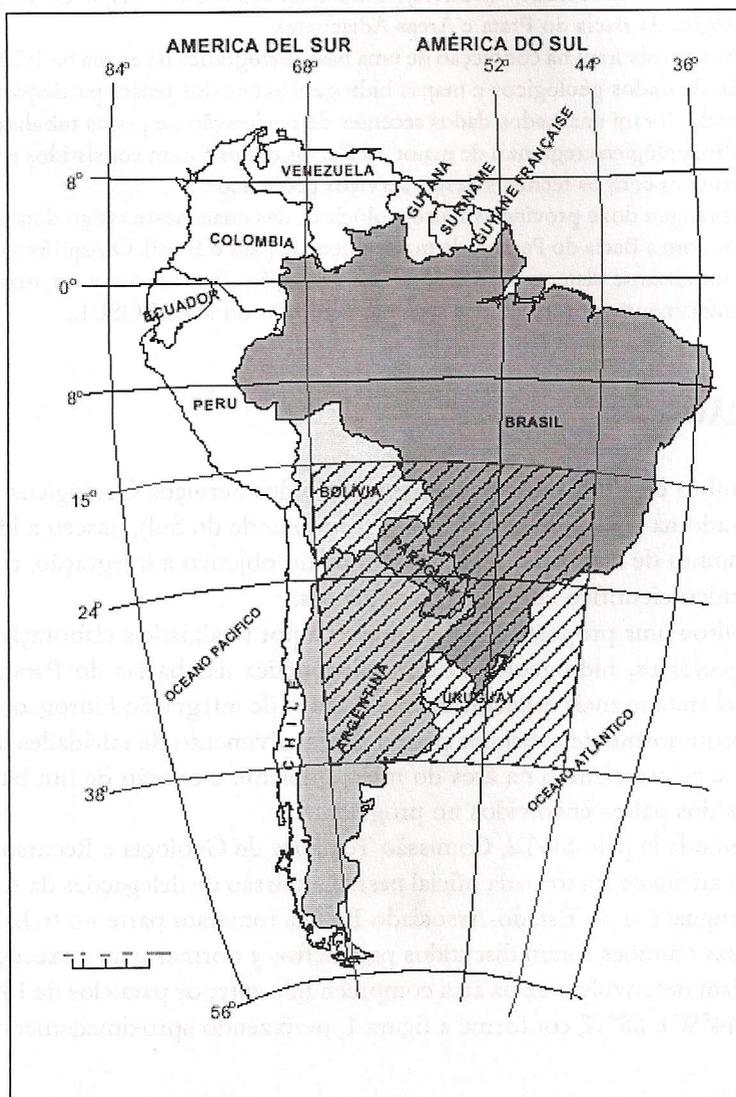


Figura 1 – Área do Mapa de Integração Hidrogeológica.

A coordenação executiva coube ao Brasil, e os trabalhos de integração de dados, digitação e edição dos mapas foram assumidos pela Superintendência Regional de Porto Alegre, da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM – Serviço Geológico do Brasil), no Estado do Rio Grande do Sul.

MÉTODO DE TRABALHO

O método de trabalho consiste essencialmente da confecção da base cartográfica, compilação de mapas hidrogeológicos de maior ou menor escala da área, interpretação dos dados e estabelecimento da legenda, com integração das informações nas reuniões técnicas.

BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica, na escala 1:2.500.000, foi concluída no ano de 1997, tendo por referência as informações recebidas pela Coordenação Executiva até o mês de agosto daquele ano.

O sistema utilizado para a construção da base foi o software GSMAP, desenvolvido pelo USGS (United States Geological Survey), podendo gerar, para efeitos de distribuição, arquivos em DXF, ARQINFO e ARCVIEW.

As principais fontes de dados cartográficos utilizadas na elaboração desta base foram:

Argentina: Cartas Topográficas do Instituto Geográfico Militar (IGM), escala de 1:500.000, Projeção Gauss Krüger, em integração pela Faixa UTM 20, e o Mapa Geológico da República Argentina (1:2.500.000), edição de 1997.

Brasil: Mapa Político da República Federativa do Brasil, escala de 1:2.500.000, Projeção Policônica, edição de 1971 (FIBGE) e Mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000, edição de 1981 (DNPM).

Paraguai: Mapa Geológico do Paraguai, escala de 1:1.000.000, edição de 1986, Direção de Recursos Minerais.

Uruguai: Carta Regional da República Oriental do Uruguai, escala 1:1.000.000. Projeção Cônica Conforme de Lambert, edição de 1981, Serviço Geográfico Militar.

Bolívia: Mapa Geológico da Bolívia, escala de 1:1.000.000, Projeção Conforme de Lambert, edições de 1978 e 1996, SERGEOMIN-YPF.

PRINCIPAIS FONTES DE INFORMAÇÃO

Na elaboração do Mapa de Integração Hidrogeológica, as principais fontes de informação foram:

Argentina: Mapa Geológico da República Argentina (1:2.500.000), edição de 1997; Mapa Hidrogeológico da República Argentina (1:2.500.000), edição de 1986.

Brasil: Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente (1:2.500.000), edição de 1981, do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM); Mapa Hidrogeológico do Brasil (1:5.000.000); Cartas Geológicas, Hidrogeológicas e de Vulnerabilidade dos estados abrangidos pela área do mapa, em diversas escalas e datas; Mapa Hidrogeológico da América do Sul (1:5.000.000), editado pela DNPM/CPRM, sob os auspícios da UNESCO, em 1996.

Paraguai: Mapa Geológico do Paraguai (1:1.000.000), edição de 1986, Direção de Recursos Minerais; Mapa Geológico do Paraguai (1:2.500.000), 1996, inédito. Direção de Recursos Minerais; Mapa Hidrogeológico do Paraguai (1:1.000.000), edição de 1986.

Uruguai: Mapa Geológico do Uruguai (1:1.000.000), 1996, inédito, DI.NA.MI.GE.; Mapa Hidrogeológico do Uruguai (1:2.000.000), edição de 1986, DI.NA.MI.GE.; Mapa Hidrogeológico do Uruguai (1:1.000.000), 1999, inédito, DI.NA.MI.GE.

Bolívia: Mapa Geológico da Bolívia (1:1.000.000), edição de 1978, GEOBOL-YPFB; Mapa Geológico da Bolívia (1:1.000.000), edição de 1996, SERGEOMIN-YPFB; Mapa Hidrogeológico da Bolívia (1:2.500.000), edição de 1997.

COMPILAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

O mapa de integração aqui apresentado representa, dentro dos limites impostos pela escala, um repositório sintético das mais atualizadas informações sobre a cartografia geológica dessa região do MERCOSUL, na escala de 1:2.500.000. Esse trabalho foi obtido por compilação, análise, interpretação e integração de diversas informações, tanto publicadas, como inéditas, disponíveis nos diversos países participantes do projeto.

Para a representação das regiões hidrogeológicas optou-se por utilizar a proposta da Associação Internacional de Hidrogeólogos (AIH), com as modificações que consideram-se importantes para uma melhor visualização do potencial dos aquíferos na região.

Este tipo de representação permite obter um documento gráfico de fácil leitura e que pode ser utilizado no planejamento do uso dos recursos hídricos subterrâneos. Se agrupam as regiões de acordo com seu potencial hidrogeológico, independentemente da idade geológica da formação e tendo em conta o tipo de fluxo (intergranular ou fissurado).

O esquema estabelecido pela figura 2 mostra de forma simples, o significado das cores representadas no mapa, dependendo do tipo de fluxo e da homogeneidade da unidade hidrogeológica representada. A cor azul representa aquíferos contínuos de extensão regional, onde o fluxo é principalmente intergranular. A cor azul claro representa os aquíferos descontínuos, onde o fluxo é também intergranular. A cor verde corresponde aos aquíferos fissurados, incluindo os aquíferos cársticos. O marrom indica aquíferos de extensão local, com fluxo intergranular ou fissural, incluídas também as unidades estéreis.

A produtividade dos aquíferos é representada por linhas de cor laranja. A produtividade é subdividida com base nos valores de capacidade específica (q $m^3/h/m$) como segue: menor do que 0,5 $m^3/h/m$, entre 0,5 e 4 $m^3/h/m$ e maior do que 4 $m^3/h/m$, nos casos em que não existe informação deixou-se em branco. É importante assinalar que nas várias regiões aquíferas delimitadas, podem ocorrer variações da produtividade que são marcadas com as linhas apropriadas.

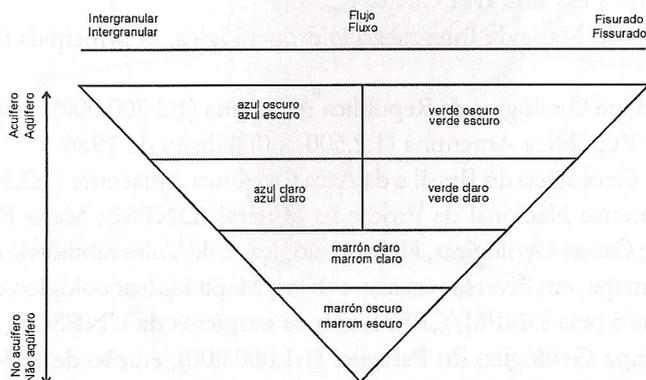


Figura 2 – Triângulo representativo dos tipos de aquíferos.

No mês de dezembro de 2000, a coordenação executiva considerou concluída a compilação e a digitalização dos dados hidrogeológicos, passando a realizar a revisão e correção dos erros que porventura existissem. As atividades desenvolvidas em 2001 foram todas concentradas em se concluir o Mapa de Integração Hidrogeológica, obtendo-se a primeira prova de impressão por plotter no mês de setembro de 2000, a qual foi apresentada durante a reunião realizada em Porto Alegre no mês de junho de 2001. A partir desta data, os esforços da equipe estiveram voltados para a elaboração de um Boletim de Lançamento e revisão final do Mapa.

PROVÍNCIAS HIDROGEOLÓGICAS

No sentido de permitir uma descrição mais fácil e ordenada, o mapa hidrogeológico foi subdividido em 12 diferentes províncias, segundo características geológicas, hidrogeológicas e morfoestruturais. Essas províncias são descritas de maneira sintética, incluindo informações sobre a produção e/ou a potencialidade das mesmas:

- 1) Bacia do Paraná;
- 2) Pantanal-Chaco-Pampeana;
- 3) Andina Vertente Atlântica;
- 4) Altiplano;
- 5) Amazonas;
- 6) Escudo Central;
- 7) Centro Oeste Brasileiro;
- 8) São Francisco;
- 9) Escudo Oriental;
- 10) Costeiras;
- 11) Escudo Meridional;
- 12) Patagônia;

Neste artigo, devido a sua extensão em território nacional e importância pela diversidade de sistemas aquíferos que possui, será tratada com mais detalhe apenas a Província da Bacia do Paraná.

PROVÍNCIA BACIA DO PARANÁ

Corresponde à base sedimentar do Paraná, que se desenvolve em uma área de 1.500.000 Km² aproximadamente. É uma bacia geológica predominantemente clástica, com sedimentação originada desde o Ordoviciano, atingindo até o Cretáceo Superior.

Nesta região se destacam pela sua importância, os aquíferos associados aos sedimentos do Cretáceo Superior, os derrames basálticos do Cretáceo Inferior e os sedimentos do Juro-Triássico conhecidos como **sistema aquífero Guarani**, o qual é a reserva mais importante de água da América do Sul. Também existem alguns aquíferos Paleozóicos, Devonianos e Permianos, que com relativa pouca importância não serão tratados aqui.

O conjunto sedimentar representado pelas formações Triássicas e Jurássicas (formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Tacuarembó, Misiones e Buena Vista) levam o nome de **sistema aquífero Guarani**, constituindo-se em um dos reservatórios de água subterrânea mais importantes do planeta (figura 3).

Este sistema ocupa uma área de 1.195.000 Km², dos quais 839.800 Km² pertencem ao Brasil, 255.500 Km² a Argentina, 71.700 Km² ao Paraguai e 58.500 Km² ao Uruguai. Sua espessura é muito variável e chega a alcançar 800 metros na fronteira do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil) com a província de Corrientes (Argentina).

Na área de afloramento do aquífero, onde seu comportamento é de livre a semiconfinado, a profundidade dos poços não ultrapassa a 200 metros, com capacidades específicas médias de 2 m³/h/m, variando entre 0,8 m³/h/m e mais de 3 m³/h/m. Na área confinada, as profundidades dos poços podem chegar a uma profundidade maior do que 1.800 metros, enquanto as capacidades específicas estão em torno de 15 m³/h/m com variações entre 4 e 20 m³/h/m. As variações de capacidade específica tanto na área confinada como nas de recarga, mostram o comportamento heterogêneo do sistema aquífero.

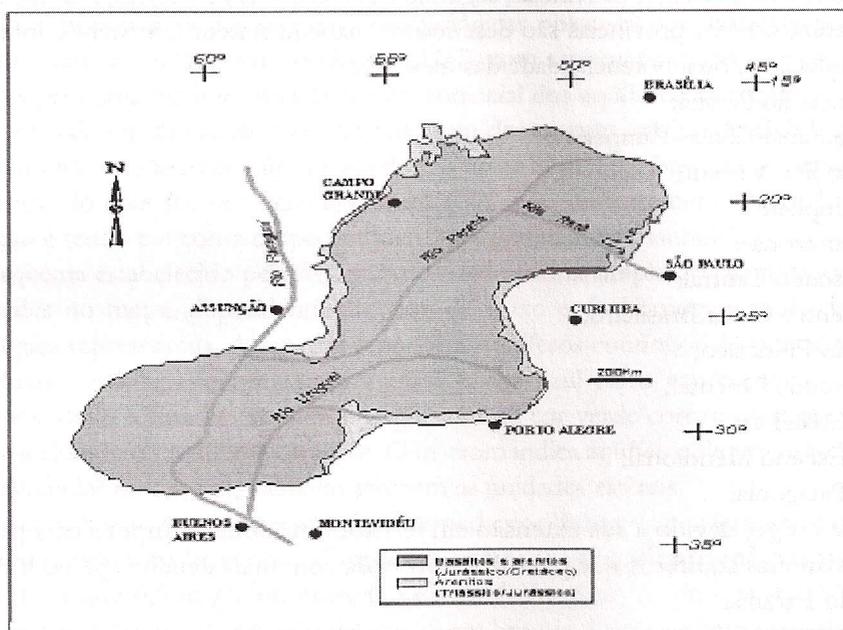


Figura 3 – Área de ocorrência do sistema aquífero Guarani (Rocha, 1997, modificado).

Do ponto de vista hidráulico, os parâmetros mais representativos do aquífero, segundo diferentes autores são:

Porosidade efetiva: 10 a 20% (aquífero livre)

Condutividade hidráulica varia entre 8,6 m/d e 0,86 m/d

Coefficiente de armazenamento varia entre 10⁻³ e 10⁻⁶

Quanto à qualidade as águas elas não apresentam obstáculos para seu uso, seja para abastecimento público, como para a agricultura e indústria. Elas classificam-se como bicarbonatadas sódicas, chegando em alguns lugares a cloretadas sódicas. Os sabores de resíduo seco variam entre 100 e 1000 mg/l.

Um elemento importante a destacar deste aquífero é a possibilidade de explorar águas com elevadas temperaturas, como acontece com os complexos turísticos termais do litoral Uruguaio-Argentino, onde ocorrem temperaturas de até 45° C.

O aquífero constituído pelos basaltos do Cretáceo Inferior apresentam fundamentalmente um comportamento hidráulico com fluxo nas fraturas, com influência de zonas amigdalóides. Ele desenvolve-se acima do **sistema aquífero Guarani**, ocupando uma grande área dentro desta província, apresentando uma grande importância para o abastecimento de água da população e aos estabelecimentos agropecuários.

A profundidade média dos poços está na ordem de 100 metros e as capacidades específicas em torno de $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, variando em função da heterogeneidade e anisotropia do sistema. Com relação à qualidade físico-química das águas, estas não apresentam problemas para o consumo humano, nem restrição para uso industrial e agrícola. Geralmente os sólidos totais dissolvidos não superam a $300 \text{ mg}/\text{l}$. Em geral as águas classificam-se como bicarbonatadas cálcicas e cálcicas-magnésicas.

Por cima dos basaltos ocorre um conjunto de sedimentos pertencentes ao Cretácio Superior, o qual representa um importante comportamento aquífero.

Este sistema aquífero é de relevante importância, pois do mesmo se abastecem grandes núcleos urbanos, sendo ainda usado para abastecimento doméstico, industrial e agrícola.

A profundidade média dos poços é de 100 metros, as capacidades específicas estão na ordem de $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ e as razões de extração chegam em média a $30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Com respeito a qualidade química das águas, elas apresentam baixos níveis sólidos totais dissolvidos, da ordem de $200 \text{ mg}/\text{l}$. As águas classificam-se como bicarbonatadas cálcicas e cálcicas magnesianas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM/DNPM 2001 Mapa de Integração Geológica, de Recursos Minerais e Hidrogeológica da Bacia do Prata e Áreas Adjacentes. Porto Alegre,RS. Em preparação.
- Rocha, G. A. 1997 O Grande Manancial do Cone Sul. *Estudos Avançados*, USP. 30(11): 191-212.