

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS DA BACIA DO RIO SUCURIÚ, COSTA RICA – MS

Donizeti Antonio Giusti^{1}; Sandra Martins Ramo²; Carlos Aurélio Nadal³; Marcela Barcelos Sobanski⁴; Ernani Francisco da Rosa Filho⁵*

Resumo: Trata-se de um trabalho em caráter preliminar na região divisória de águas das bacias dos rios Paraná, Araguaia e Paraguai/Taquari, cujo objetivo é fornecer subsídios para conhecimento da disponibilidade hídrica para a bacia do rio Sucuriú, município de Costa Rica – MS. As considerações atuais referem-se a levantamentos geológicos, estratigráficos e a um controle estrutural da área, de modo a conhecer o mecanismo das surgências naturais, rebaixamentos, assim como de propostas de metodologia para utilização das águas subterrâneas em relação à surgências e perfurações de poços tubulares profundos, com controle ambiental sobre recarga/alimentação e descarga/produção dos aquíferos: Caiuá (SAC), Serra Geral (SASG) e Botucatu (SAG). Os primeiros resultados mostram que os poços tubulares possuem profundidades que variam de 100 a 200 metros, perfurados no pacote vulcânico do SASG e sedimentos do SAC, mostrando às vezes, características físico-químicas de águas provenientes das formações sedimentares subjacentes, como valores enriquecidos de Na^+ , STD e pH alcalino, em relação às águas do SASG a exemplo do poço tubular de 120 m, perfurado em basaltos da Formação Serra Geral com característica de poço jorrante, cuja vazão é de $80 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Este poço, em especial, está localizado no Bairro Santo Fujão.

Palavras-Chave: Higrogeologia, Aquífero, Hidroquímica.

GROUNDWATER IN THE RIVER BASIN SUCURIÚ, COSTA RICA – MS

Abstract: This is a preliminary work in the area of watershed basins of the rivers Paraná, Paraguai and Araguaia / Taquari, whose goal is to provide support for knowledge availability of water to the river basin Sucuriú, city of Costa Rica – MS, Brazil. The current considerations relate to geological mapping, stratigraphic and structural control of the area, in order to know the mechanism of resurgences, offspring and methodology for use of groundwater in relation to resurgences and drilling deep wells, with environmental control on recharge / discharge and supply / production of aquifers: Caiuá (SAC), Serra Geral (SASG) and Botucatu (SAG). The first results show that the wells have depths ranging from 100 to 200 meters, drilled in the package volcanic SASG and sediment SAC, showing sometimes physicochemical characteristics of water from the sedimentary formations underlying as rich values of Na^+ , STD and alkaline pH, in relation to the waters of the SGAS example of bore wells of 120 m, drilled in basalt of the Serra Geral Formation with characteristics artesian well, whose flow rate is $80 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. This well is located in Santo Fujão.

Keywords: Hydrogeology, Groundwater, Hydrochemistry.

^{1*} Setor de Ciências da Terra . Universidade Federal do Paraná - UFPR . e-mail: donizeti@ufpr.br

³ Pós-Graduação em Geologia Ambiental. Universidade Federal do Paraná - UFPR . e-mail: sandraramos_bio@yahoo.com.br

⁴ Departamento de Geomática - Universidade Federal do Paraná UFPR. e-mail: cnadal@ufpr.br

⁵ Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestruturas - ITTI. Universidade Federal do Paraná UFPR. e-mail: marcela.sobanski@gmail.com

⁵ Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas - LPH. Universidade Federal do Paraná - UFPR . e-mail: ernani@ufpr.br

* Autor Correspondente

GEOLOGIA LOCAL

A bacia do rio Sucuriú (sub-bacia do rio Paraná) está localizada no Planalto do Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1), no divisor de águas entre os estados de Goiás (bacia do rio Araguaia), Mato Grosso (bacia do rio Paraguai) e Mato Grosso do Sul (bacia do rio Paraná) e faz parte da sequência sedimentar anterior e posterior aos derrames basálticos da Formação Serra Geral (mesozóica). O rio Sucuriú desenvolve sua drenagem sobre as litologias do Grupo São Bento, desenvolvendo relevo suave sobre os arenitos jurássicos e triássicos e com quebra de relevo formando cachoeiras quando atinge basaltos. O relevo é caracterizado por escarpas e mesetas bem definidas desenvolvidas da base para o topo entre arenitos da Formação Botucatu, para basaltos da Formação Serra Geral, na parte central, e de arenitos do Grupo Caiuá, no topo.

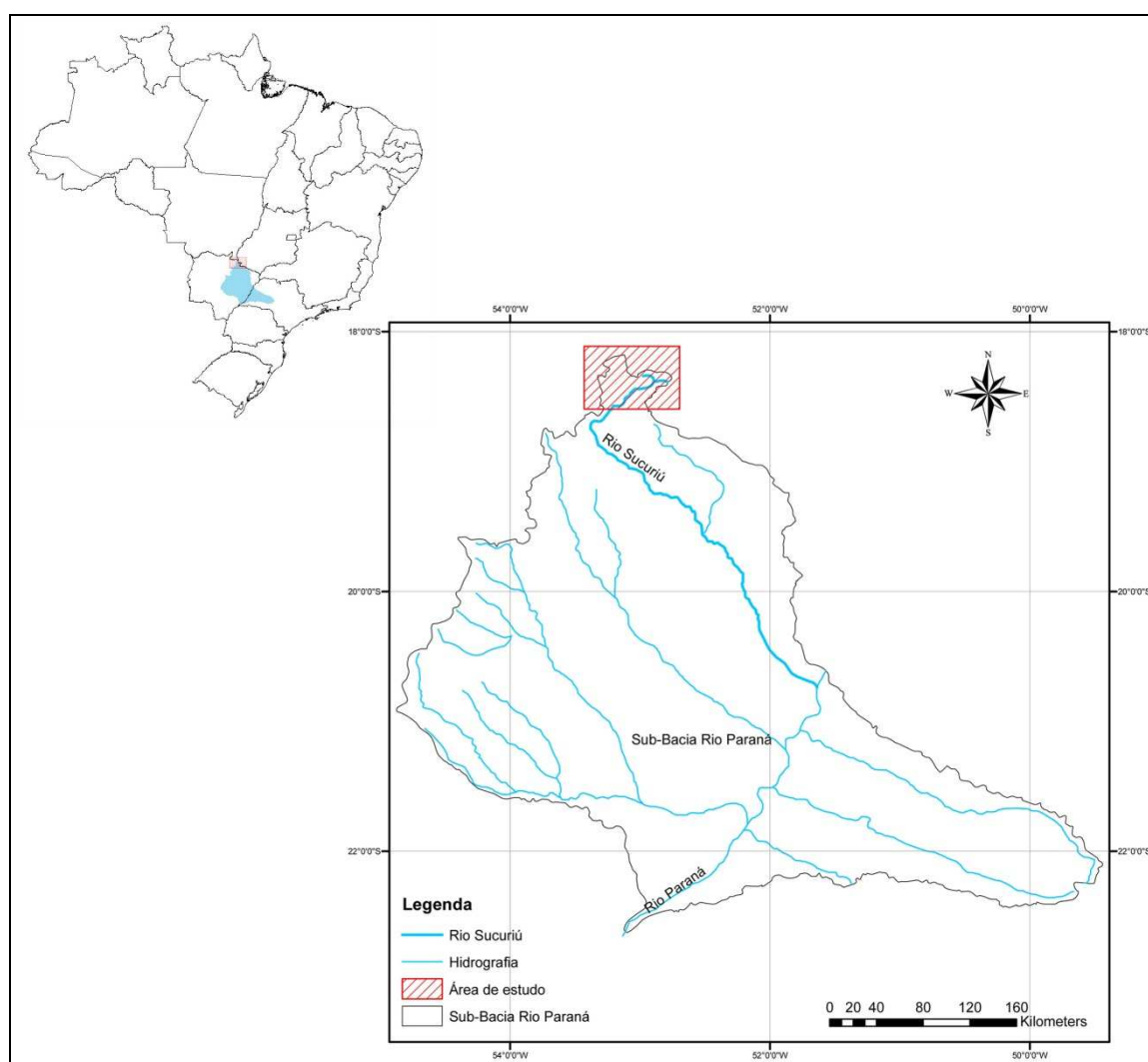


Figura 1- Localização da área na Bacia Hidrográfica do Rio Sucuriú. Costa Rica – MS.

Os rios escoam sobre as rochas da Formação Santo Anastácio (Ksa), constituída de arenitos médios a finos, sendo frequentemente recobertos por película limonítica e sobre a Formação Caiuá (Kca) que é constituída de arenitos de granulometria uniforme, com ausência de seixos ou camadas de argila e com peculiar estratificação cruzada. Sobre essas formações os seus afluentes drenam por Depósitos Cenozóicos que compreendem essencialmente os depósitos aluvionares e coluvionares e materiais de cobertura “*in situ*” (solos residuais), resultantes da desintegração das rochas encontradas na região (CPRM, 2006).

Os Depósitos Aluvionares (Ho) são encontrados sob a forma de faixas estreitas e alongadas (planícies e terraços) dispostos ao longo das calhas dos principais rios da região. Os Depósitos Coluvionares e Solos Residuais (Ho) correspondem aos extensos depósitos de materiais de cobertura inconsolidados, encontrados nas vertentes de rochas tanto sedimentares (Grupo Caiuá) como basálticas (Grupo São Bento). A Formação Cachoeirinha (base do Terciário) apresenta argilas e areias brancas, cinzas, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos quanto com outros laterizados, todos lenticulares. Toda essa sequência sedimentar encontra-se sobreposta às rochas vulcânicas jurássico-cretáceas da Formação Serra Geral (J-K), onde predominam basaltos maciços e raramente vesiculares, numa sucessão de vários derrames superpostos cuja espessura total na região é inferior a 200 m.

As formações citadas anteriormente recobrem totalmente a porção geográfica divisória entre os três estados: Goiás; Mato Grosso; e Mato Grosso do Sul. Na região de Costa Rica, área urbana e entorno, é observado substrato geológico composto principalmente por rochas básicas, cujo derrame de lava é proveniente do vulcanismo de fissura continental originado ao atingir a superfície através de grandes fendas de tração que se abriam na crosta, numa sucessão de derrames tabulares de basalto. As demais litologias associadas aos depósitos sedimentares *pós-trapp* da Formação Serra Geral são predominantemente arenitos da formação Santo Anastácio e Caiuá (Riccomini, *et al.*, 1981).

Na região drenada pelo médio e baixo rio Sucuriú ocorre apenas litologias da Formação Botucatu e Pirambóia (J-K), constituídas de sedimentos de origem eólica, lacustrinos e fluviais, que foram depositados em um clima árido, sob condições de deserto, do Jurássico (possivelmente do Mesojurássico) ao Cretáceo, estendendo-se por toda a bacia, com afloramentos espetaculares no trecho Costa Rica a Camapuã. A deposição dos arenitos ocorrentes no seu topo se deu contemporaneamente ao vulcanismo trapiano da bacia Sedimentar do Paraná, visto que pacotes de espessura variável destas rochas intercalam-se com as efusivas, no contato entre essas duas formações (Gonçalves & Schneider, 1970).

Na região, alguns perfis elucidam a sequência deposicional sobre os derrames basálticos, formando-se pela força de erosão fluvial, vales entalhados ao longo das linhas de estrutura: falhas ou diáclases. A geomorfologia regional apresenta bordas escalonadas dos blocos estruturais do magmatismo eruptivo originando turbulências e saltos, escarpas e mesetas (Scherer *et al.*, 2000) conforme Figura 2.

As datações disponíveis mostram que os eventos eruptivos principais ocorreram no Jurássico-Cretáceo (120-130 milhões de anos), durante o processo de abertura do assoalho oceânico entre a placa africana e sulamericana. Os sedimentos das Formações Santo Anastácio e Caiuá são datados de 80-65 milhões de anos (MME/DNPM, 1975).

A concentração de estruturas associadas aos derrames magmáticos favorece a evolução de solos de terra-roxa de grandes espessuras, sendo também zonas de melhor permeabilidade e percolação. São zonas vulneráveis à concentração de águas subterrâneas e favorecem a recarga para

sistemas aquíferos confinados, assim como as propriedades de elevada porosidade e permeabilidade das Formações Santo Anastácio e Caiuá que também favorecem a formação de excelente aquífero, inclusive servindo de descarga nos vales para alimentar a vazão dos principais rios da região.



Figura 2 – Salto originado pela erosão do rio Sucuriú, Parque Municipal de Costa Rica.

Na região drenada pelo alto curso do rio Sucuriú, ocorre litologias da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) que estão sobrepostas por sedimentos das Formações Santo Anastácio e Caiuá (Grupo Caiuá), sotopostas a arenitos eólicos da Formação Botucatu (Milani, 1997). A coluna estratigráfica regional é representada brevemente na Tabela 1.

Tabela 1 - Coluna estratigráfica da bacia do alto rio Sucuriú. Costa Rica – MS.

Formação	Idade	Litologias
Aluviões e coluviões	Qa	Blocos, matacões, cascalhos, seixos, areias, siltes e argilas, em proporções variadas.
Coberturas Detrito-Lateríticas	TQ	Crostras de óxido de ferro de cor avermelhada escura, e ocorrem maciçamente, ou em oólitos e psólitos, por vezes irregularmente.
Formação Cachoeirinha	Base do Terciário	Argilas e areias brancas, cinza, amarelas e avermelhadas, intercaladas tanto com níveis conglomeráticos quanto com outros laterizados, lenticulares.
Formação Santo Anastácio	KSa	Arenitos médios a finos, com menos de 15% e matriz, sendo frequentemente recobertos por película limonítica.
Formação Caiuá	KCa	Arenitos de granulometria uniforme, com ausência de seixos ou camadas de argila e com peculiar estratificação cruzada.
Formação Serra Geral	JK	Basaltos.
Formação Botucatu	JK	Arenitos eólicos.

HIDROGEOLOGIA

A caracterização dos lineamentos e a individualização dos blocos tectono-estruturais, associados com o cruzamento dos dados hidrodinâmicos e informações disponíveis na literatura, fornece elementos para o reconhecimento das condicionantes dos sistemas aquíferos, bem como as áreas de recarga e descarga da região (CPRM, 1998).

As informações de vazão, potencial de produção dos aquíferos e existência de soerguimento de blocos tectônicos foram obtidos através de levantamentos de dados do Projeto GISBrasil L-Folha SE.22-Goiânia (1: 1.000.000) da CPRM (2002) e dados de poços tubulares profundos na região. Assim, são evidenciados na região três sistemas aquíferos: o Sistema Aquífero Guarani; (SAG); o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG); e o Sistema Aquífero Caiuá (SAC).

Parte da água subterrânea é descarregada ao longo dos rios que se desenvolvem nesta região, com boa expressão volumétrica. A porção noroeste da Unidade Geomorfológica da Escarpa caracteriza-se como uma área de recarga, apresentando considerável espessura de zonas detríticas-lateríticas e arenitos da Formação Caiuá. De certa forma, todas as áreas que possuem precipitação pluviométrica podem ser consideradas em maior ou menor grau como áreas de recarga. Nas áreas com nível potenciométrico mais baixo, as águas infiltradas acabam recarregando o aquífero livre e também os sistemas de drenagens. Na relação vulcanismo e estratigrafia, condições de basculamento interno dos blocos pode inverter o fluxo da água subterrânea, incluindo aí a possibilidade de apresentar blocos com vazão nula.

Segundo dados da CPRM (2006), os poços tubulares situados na região possuem profundidades que variam de 100 a 200 metros, perfurados no pacote vulcânico do SASG e sedimentos do SAC, mostrando às vezes, características físico-químicas de águas provenientes das formações sedimentares subjacentes, como valores enriquecidos de Na⁺, STD e pH alcalino, em relação às águas do SASG (Rosa Filho *et al.*, 1998). Como exemplo cita-se um poço tubular profundo com profundidade de 120 m perfurado em basalto da Formação Serra Geral (SASG), com característica de poço jorrante, cuja vazão é de 80 m³h⁻¹, localizado no Bairro Santo Fujão. É possível que haja uma comunicação entre o SAG e o SASG, ou do SAC para o SASG (Figura 3).



Figura 3 - Testemunhos de sondagem caracterizando passagem de arenito branco amarelado para arenito vermelho silicificado maciço, no Bairro Santo Fujão. Costa Rica – MS.

Comparando os aquíferos SASG e SAC, os poços mais produtivos são, na maioria, os que captam água do SAC, porém na região os poços são predominantemente relacionados ao SASG e nesse aquífero, poços mais produtivos estão relacionados com estruturas tectônicas que fazem ascender água do SAG, ou associados à ascendência da água do SAG.

TIPOLOGIA HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ÁREA

Os dados hidroquímicos obtidos nos bancos de dados consultados permitiram a identificação de grupos quimicamente distintos de águas dos aquíferos. Uma grande diversidade composicional, de acordo com o Diagrama PIPER, apresenta águas bicarbonatadas cálcio-sódicas, bicarbonatadas cálcio-magnesianas, bicarbonatadas sódio-cálcicas, bicarbonatadas sódicas, bicarbonatadas cálcicas, águas sulfatadas e cloretadas sódicas.

Verifica-se uma predominância de águas bicarbonatadas, com menor frequência de cloretadas e sulfatadas. Em termos gerais, é observada pequena variação no conteúdo de ânions se comparada com a ampla variação no conteúdo de cátions, estes últimos definindo a diversidade hidroquímica nos sistemas aquíferos regionais (Betiollo, 2006). A variação no conteúdo dos cátions, marcada por uma evolução de composições cálcico-magnesianas para composições sódico-potássicas, sendo estas enriquecidas em sólidos totais dissolvidos (STD), provavelmente representam águas mais antigas. É provável que estas águas provenham do SAG ou do SAC, as quais possuem águas mais sódicas e também enriquecidas em cloreto e sulfato (Rosa Filho *et al.*, 1987).

O SASG apresenta pH alcalino e baixa dureza. O SAG apresenta restrições quanto à potabilidade (pode indicar teores elevados de flúor), sendo suas águas salobras e fortemente sódicas. Já o SAC embora sendo excelente aquífero apresenta teor com boa variação no conteúdo dos cátions, marcada por uma evolução de composições cálcico-magnesianas para composições sódico-potássicas (Lisboa & Menegotto, 1997).

Quanto à potencialidade de usos, o SASG e o SAC são mais viáveis para abastecimento da região. O SAG é uma reserva estratégica para região com potencial para uso, industrial e turístico.

Nas áreas de baixo potencial hidrogeológico deve-se proceder a recuperação ambiental e a proteção de fontes e dos poços do Aquífero Guarani (Menegotto & Lisboa, 1999). Os SAC e SASG devem ser protegidos e gerenciados com muito cuidado devido à vulnerabilidade a poluição, principalmente em áreas urbanas e com agricultura intensiva.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A integração dos dados estruturais, geomorfológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos permitiram reconhecer parâmetros condicionantes e padrões para os sistemas aquíferos da região. Através da análise geomorfológica percebe-se áreas com potenciais de recarga e descarga, dando uma ideia inicial e regional a partir de elementos físicos de fácil detecção e interpretação. O vale do rio Sucuriú e seus afluentes são zonas de descarga, com potencialidades de boa produção dos aquíferos SAG, SASG e SAC.

Os lineamentos que representam zonas de sistemas de falhas, diáclases e fraturas servem como áreas de recarga e alimentação do aquífero Serra Geral, enquanto que lineamentos associados

a estruturas de estratificação cruzada ou contatos de litologias servem como zonas de recarga do aquífero Caiuá.

O SAG apresenta comportamento de um sistema aquífero misto, em geral com bom potencial de produção e, na presença de lineamentos de médio porte, tem sua vazão específica aumentada.

As análises das águas subterrâneas demonstram seis agrupamentos com características distintas, que permitem correlacionar tipos hidroquímicos e geologia dos sistemas aquíferos, indicando origem e grau de interação água-rocha. As composições das águas são predominantemente bicarbonatadas cálcicas e/ou sódicas, com incidência relativamente pequena de águas bicarbonatadas cálcico-magnesianas e raras de águas sulfatadas e cloretadas.

Os valores mais altos de vazão específica também estão correlacionados com lineamentos estruturais de médio porte. Estas características mostram a ascensão de água do SAG para o SASG e descendência do SAC para o SASG. Assim, torna-se claro a importância de se mapear os lineamentos no condicionamento dos sistemas aquíferos da região, com novos estudos e análises através de critérios hidrogeológicos bem definidos.

REFERÊNCIAS

- BETIOLLO, L. M. (2006). Caracterização estrutural, hidrogeológica e hidroquímica dos sistemas aquíferos Guarani e Serra Geral no nordeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre.
- CPRM. (1998). Mapa Aeromagnetométrico do Estado do Mato Grosso do Sul.
- CPRM. (2002). Projeto GISBrasil L – Folha SE.22 – Goiânia. (1: 1.000.000).
- CPRM. (2006). Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso do Sul – (1: 1.000.000).
- GONÇALVES, A. & SCHNEIDER, R. L. (1970). Geologia do Centro-Leste de Mato Grosso.
- BRASIL/PETROBRÁS, Ponta Grossa, DESUL. Relatório Técnico Interno nº 394, 43 p. Ponta Grossa, Paraná.
- LISBOA, N. A. & MENEGOTTO, E. (1997). Diferenciações hidrogeoquímicas no Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul, Brasil. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 12, Vitória. v. 3, pp. 489- 498.
- MENEGOTTO, E. & LISBOA, N.A. (1999). Condicionantes geoquímicas do Sistema Aquífero Serra Geral no rio Grande do Sul, Brasil. In: *Anais do Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa & Congresso Brasileiro de Geoquímica*. SBG, Porto Seguro.
- MILANI, J.E. (1997). Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a dinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. Tese de Doutorado em Geociências, 2v., Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MME/DNPM. (1975). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folha de Goiânia (1: 1.000.000).

RICCOMINI, C.; GIMENEZ, A.F.; STEIN, D.P.; ALMEIDA, F.F.M.; PIRES NETO, A.G.; DEHIRA, L.K.; MELO, M.S.; BRAGA, T.O.; PONÇANO, W.L. (1981). Características da porção basal da Formação Caiuá no noroeste do Paraná. In: *Anais Simpósio Regional de Geologia Curitiba*. Sociedade Brasileira de Geologia, pp. 25-33.

ROSA FILHO, E.F. DA; BITTENCOURT, A.V.L.; SALAMUNI, R. (1987). Contribuição ao estudo das águas subterrâneas nos basaltos no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociência*. Universidade Federal do Paraná. v. 37: 22-52. Curitiba.

ROSA FILHO, E.F. DA; FORLIN, M. & XAVIER, J. M. (1998). Informações básicas sobre a distribuição do Sistema Aquífero Guarany nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. *A Água em Revista – Revista Técnica e informativa da CPRM*, nº 10: 23-26.

SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U.F. & LAVINA, E.L. (2000). Arcabouço estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: Holz, M. & De Ros, L.F. *Geologia do Rio Grande do Sul*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. p.335-354.