

HIDROGEOLOGIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO MIRANDA/MS

André Luiz Pinto [1]

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e social de qualquer sociedade está vinculado na disponibilidade de água doce de boa qualidade, na capacidade de conservação e uso sustentável dos recursos hídricos.

A crescente utilização dos recursos hídricos subterrâneos tende a aumentar, tanto pelas necessidades decorrentes da expansão populacional da sociedade de consumo e de sua urbanização, e pelas vantagens financeiras em relação às águas superficiais, que se encontram de forma geral, contaminadas e carecendo de onerosos tratamentos não convencionais. Nestas condições, os aquíferos, em diferentes áreas do território nacional, estão sujeitos aos impactos da expansão descontrolada através de poços e pela ocupação indiscriminada do solo, que põem em risco a qualidade das águas (FOSTER; HIRATA, 1991).

A introdução de substâncias químicas por meio de uso do solo, agrotóxico e outros tipos de aplicações, é uma maneira de promover mudanças nas características naturais dessas águas.

A contaminação das águas subterrâneas por atividades antrópicas tem causado o abandono de muitos poços e a perda de importantes mananciais, pois o custo de sua recuperação é altíssimo e moroso. Segundo Shiklomanov (1997) cessando a fonte de contaminação, a autodepuração das águas subterrâneas demora, em média, pelo menos 1.400 anos. Portanto, a degradação dos aquíferos pode ser considerada como processo irreversível, sobretudo em países subdesenvolvidos.

Outra problemática reside na alteração do ritmo do ciclo hidrológico, segundo *World Resources Institute* (1991) cerca de 36,0% da descarga total dos rios da América do Sul e proveniente da contribuição dos fluxos de águas subterrâneas. Com as transformações do uso e ocupação do solo, muda-se o balanço ambiental do ciclo hidrológico, geralmente aumentando-se os escoamentos superficiais e reduzindo-se as infiltrações e consecutivamente as reservas subterrâneas que alimentam os rios e se destacam nos períodos de estiagem.

Para contribuir com o entendimento da dinâmica das águas subterrâneas da bacia do rio Miranda, perante suas condições hidrogeológicas e suas respectivas qualidade, apresenta-se este artigo, alertando sobre a importância das descargas para a manutenção das vazões da bacia e sobre a fragilidade da Formação Botucatu. Esta formação aflora no alto curso da bacia, atuando como recarga e descarga, e possui altíssima porosidade, marcada por falhas e diaclases, e submetida a uso agrícola intensivo com plantio de soja, milho e sorgo, e pecuário, com reduzida utilização de práticas conservacionistas.

Para a operacionalização da pesquisa, correlacionou-se informações hidrogeológicas, com dados de vazão e ensaios de qualidade das águas dos poços tubulares da Empresa de Saneamento Básico do Mato Grosso do Sul (SANESUL) e de outras de outras instituições.

Como conclusão, apesar da constatação da ausência de contaminantes que comprometa seriamente a qualidade das águas subterrâneas do município, nota-se o grande risco potencial de contaminação dos aquíferos Botucatu e Aquidauana, que afloram no alto curso da bacia, nas nascentes do Aquidauana e do Miranda. Justamente na área onde se desponha os cultivos de soja, milho, sorgo e das pastagens, e a captação para os centros urbanos de Campo Grande, Corguinho, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jardim, Nioaque e Rochedo.

Esses aquíferos areníticos porosos, repletos de fraturas e diaclases, funcionam como verdadeiras esponjas, propiciando boa captação e armazenamento de água, porém de fácil contaminação. Perante o crescimento da população e consecutivo aumento do consumo da água, bem como, da irrigação e dos cultivos, dever-se-ia ser estabelecidos mecanismos oficiais para controle/monitoramento do uso e da qualidade dessas águas. No caso do guarani este constitui a única saída estratégica para abastecer Campo Grande a capital do Estado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os resultados analíticos de qualidade das águas subterrâneas foram obtidos de Dias *et al.* (2006), que utilizaram o Laboratório Central da Secretária de Estado da Saúde (LACEM) para a realização dos ensaios, considerando as recomendações técnicas seguem as características do *APHA, AWWAS e WPCF*, 20ª Ed., 1998, para os procedimentos de coleta e preservação de amostras e análises laboratoriais (Tabela 01). E para utilizou-se as legislações Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA nº 357/05, para avaliar a qualidade das águas subterrâneas do estado do Mato Grosso do Sul.

A caracterização hidrogeológica foi elaborada através dos perfis geológicos dos poços de propriedade da SANESUL e por dados secundários, obtidos do RADAM BRASIL (1982); Projeto Bodoquena (1979); Mato Grosso do Sul (1990); Pinto et al. (2004 e 2007) e TAHAL *Consulting Engineer Ltda.* (1998), no município de Três Lagoas e de ampla revisão bibliográfica sobre as formações existentes na área de estudo.

Tabela 1- Parâmetros Analisados e Metodologias Aplicadas

Parâmetros	Unidade	Metodologia
Microbiologia		
1 Coliformes Termotolerantes	UFC.100 mL ⁻¹	Membrana Filtrante
2 Coliformes Totais	UFC.100 mL ⁻¹	Membrana Filtrante
Físico-Química		
3 Cor	mg de Pt-Co.L ⁻¹ (uH)	Colorímetro
4 Cloretos	mg de Cl ⁻ . L ⁻¹	Dicromato de Potássio
5 Nitratos	Mg de NO ₃ ⁻ - N. L ⁻¹	Redução Cádmio
6 Nitritos	Mg de NO ₂ ⁻ - N. L ⁻¹	Sulfanilamida
7 pH	-	Medidor de pH
8 Turbidez	NTU	Turbidímetro
Metais		
1 Cálcio	mg de Ca. L ⁻¹	Fotômetro de Chama
2 Potássio	mg de K. L ⁻¹	Fotômetro de Chama
3 Sódio	mg de Na. L ⁻¹	Fotômetro de Chama

Fonte: WWF, APHA, 1998.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

A bacia do rio Miranda com área de 44.740,5 Km², abrange as sub-bacias do Aquidauana (46,8%), Miranda (42,5% da área total da bacia) e após sua confluência, até a foz no rio Paraguai (10,7%), onde se assentam os municípios de Anastácio, Aquidauana, Bodoquena, Bonito, Campo Grande, Corguinho Corumbá, Bandeirantes, Bela Vista, Bodoquena, Bonito, Dois Irmãos do Buriti, Jaraguari, Jardim, Maracaju, Miranda, Ponta Porá, Porto Murtinho, Rio Negro, Rochedo, São Gabriel do Oeste, Sidrolândia e de Terenos.

A dinâmica hídrica da bacia depende de uma contribuição expressiva das águas subterrâneas, principalmente no alto e médio curso, do rio Aquidauana de suas nascentes até as proximidades com a cidade de Aquidauana (15.200 Km²), cortando o Planalto de Maracaju/Campo Grande e a Depressão do rio Aquidauana, até o Pantanal do Aquidauana. E do rio Miranda, que se estende das nascentes do Miranda e de seu afluente o rio Nioaque, que também cortam o Planalto de Maracaju/Campo Grande, fluindo pelas depressões de Bonito, Miranda, Bela Vista, até o Pantanal do Miranda, na região do Touro Morto, onde recebe a confluência do Aquidauana, seu principal afluente e daí drenam para a sua foz no rio Paraguai.

As nascentes do rio Aquidauana, principal tributário do rio Miranda, posicionam-se no município de São Gabriel do Oeste, se formam em terrenos cenozóicos, caracterizados por cobertura detrito-laterítica, ferruginosa, ruins armazenadores de água. Correm em seu alto curso sobre as formações Serra Geral, e Botucatu, pertencentes ao Grupo São Bento, de idade jurássica e Aquidauana, de idade carbonífera, do Grupo Itararé, cortando os municípios de Corguinho, Rochedo e de Dois Irmãos do Buriti, sobre área de recarga e descarga do aquífero Guarani/Botucatu, (Figura 01, 02, 03, 04 e 05).



Figura 05 – Confluência do Córrego Terenos no Alto Curso do Rio Aquidauana, na Serra de Maracaju/ Campo Grande.
Foto: André Luiz Pinto, 2005.

O grupo São Bento do *eon* Fanerozóico da era mesozóica, do período Jurássico, data de aproximadamente 150 milhões de anos. A Formação Serra Geral, parte Superior do Grupo São Bento, mostra uma expressiva área de ocorrência, aparecendo a partir do extremo sul do Estado, até confrontar-se com Chapadão do Taguarí, limite com o vizinho estado do Mato Grosso do Sul. Litologicamente, as exposições do derrames basálticos são constituídas por rochas de cores verde e cinza-escuro, localmente com brilho vítreo, granulação fina a média, afanítica, ocasionalmente porfirítica, quando alteradas superficialmente adquirem coloração amarelada, intercaladas por quartzo, calcita ou notronita.

A disfunção colunar e esfoliação esferoidal, estruturas típicas de derrames espessos ocorrem também em corpos intrusivos ocupando uma posição aproximadamente média a alta na sucessão dos derrames, quando costumam por vezes mostrar diaclasamentos poligonais. Os arenitos intertrapeados, sugerem origem eólica e, às vezes, subaquosos é evidenciado, com certa freqüência ao longo das faixas de domínio do basalto pertencente à Formação Serra Geral. Comumente esses arenitos apresentam-se intensamente afetados pelo vulcanismo os que os fazem apresentarem-se com fortes recozimentos (MATO GROSSO DO SUL, 1990).

A idade desta unidade determinada com base em datações radiométricas efetuadas por Amaral (1966) é de 110 a 125 m., correspondendo ao Cretáceo inferior. De acordo com Cordani e Vandomos (1967) os derrames teriam ocorrido já no Jurássico Superior.

Os terrenos do Grupo São Bento, formação Botucatu, pertencem ao eon Fanerozóico, era Mesozóico, do período Jurássico, datando de aproximadamente 180 milhões de anos. Litologicamente observa-se arenitos finos e muito finos, médios, esporadicamente micro-conglomeráticos e/ou grosseiros, com siltitos e argilitos subordinados. Estruturas predominantes referem-se a estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a grande porte. A Formação Botucatu estende-se a partir do Sudoeste do Estado (divisa com o Paraguai, município de Bela Vista) em faixa contínua num sentido aproximado de SW-NE, onde os contrafortes da Serra Preta (Norte do Estado do Mato Grosso do Sul) adentram o contíguo Mato Grosso. Litologicamente foram detectados arenitos finos a muito finos, bem selecionados, apresentando feições evocativas de “micropontamentos”, o que muitas vezes caracteriza processos de abrasão eólica (impacto entre os grãos carregados pelo vento).

A presença nestas rochas de grãos foscos, associados às estratificações cruzadas planares de grande porte, tende a confirmar a presença de transporte e deposição eólica em ambiente desértico. Muitas vezes tais rochas mostram-se bastante salicificadas, porém, é comum seu alto poder de desagregação, causando em decorrência os típicos areões (MATO GROSSO DO SUL, 1990). Outros trabalhos mais recentes (MENDES, 1961; SALAMUNI e BIGARELLA, 1967; PARAGUASSU, 1970; BJORNBERG e LANDIM, 1966; FÚLFARO e BÓRIO, 1968), embora acentuassem uma significativa ocorrência dos sedimentos fluviais, usaram outras qualificações como fácies ou litotipo para o Pirambóia e Santana, ou mesmo abandonaram tais designações. A designação Formação Botucatu tem ainda sido usada para incluir toda a seção mesozóica pré-vulcânica. Mendes (1971) numa avaliação dos progressos do conhecimento da estratigrafia da Bacia do Paraná lembra recentes pesquisas que demonstram serem dominantes as fácies subaquosas na Formação Botucatu ao menos nos dois terços inferiores da sua espessura, considerando desprovidos de sentido os nomes Pirambóia e Santana.

Esses arenitos finos e muito finos, bem selecionados, que sofreram abrasão eólica em ambiente semi-árido/desértico, muito silicificados e desagregados, formam verdadeira “esponja”, constituindo excelente captador e armazenador de água, porém, muito frágil à contaminação (TAHAL, 1998).

Dentre as obras recentes que tratam do aquífero Guarani e que dispõem de informações hidrogeoquímicas, destacam-se os trabalhos de Vidal e Kiang (2002) e de Gastmans (2005), reforçando a sua elevada suscetibilidade de contaminação. Campani e Kiang (2002) publicaram trabalho sobre a caracterização hidroquímica dos aquíferos da Bacia de Taubaté, correlacionando-a com a formação do solo no aquífero Guarani.

Gastmans (2005), utilizando-se de perfis geológicos de poços tubulares localizados ao longo da serra de Maracaju/Campo Grande, onde afloram a Formação Botucatu, faz uma avaliação hidrogeológica do sistema aquífero Guarani no estado de Mato Grosso do Sul, apontando sua fragilidade de contaminação, em especial, na cidade de Campo Grande e em municípios vizinhos que cultivam a soja, com grande uso de agrotóxicos.

A descarga do aquífero Guarani/Botucatu dá-se em um cordão linear que se estende de N para S, de São Gabriel do Oeste até Jardim, descarga esta, que flui para a bacia do Miranda e alimentam as nascentes do Aquidauana e do Miranda e parte do médio curso do Aquidauana (Figuras 04).

Essas descargas auxiliam em torno de 36% da vazão do rio Miranda e 42% do Aquidauana, reduzindo as bruscas quedas de vazão típicas das estiagens. Porém, a alteração da vegetação primitiva e a sua substituição por culturas de ciclo rápido, soja, milho, sorgo e a própria pastagem, vem reduzindo os fluxos de águas subterrâneas. O uso indiscriminado do aquífero, também contribui para a redução do nível da água e a vazão dos poços menos profundos. Prova deste fato é o NUA02, um dos poços tubulares mais rasos da Empresa de Saneamento Básico do Mato Grosso do Sul – SANESUL, em Terenos, com 93 metros, que possui apenas 1,5 m³/h, enquanto, também em Terenos, com 152 metros, o TER09 possui 30,4 m³/h e, em Sidrolândia, o SID010, com 440 metros de profundidade, tem uma das maiores vazões dos poços da SANESUL, com 170 m³/h, todos no Botucatu (Tabela 01) e (Figura 04).

Serra Geral, também pertencente ao grupo São Bento, é formada na sua porção superior por derrames basálticos, com colorações verdes e cinza-escuro, com granulometria fina a média, marcados por diaclasamentos poligonais e por intertrapeamento de arenitos, recozidos pelos processos vulcânicos, que propicia ambiente hidrogeológico vulcânico fraturado, ruins armazenador de águas subterrâneas. Os poços da SANESUL, no Serra Geral, com profundidades variando em torno de 150 metros, possuem apenas vazões de 1,5 a 2,0 m³/h, que inviabilizam o uso de suas águas devido o alto custo de captação. Também são de fácil contaminação devido as suas linhas de falhas e diaclases, que orientam o fluxo de contaminantes (Figura 03 e Tabela 01).

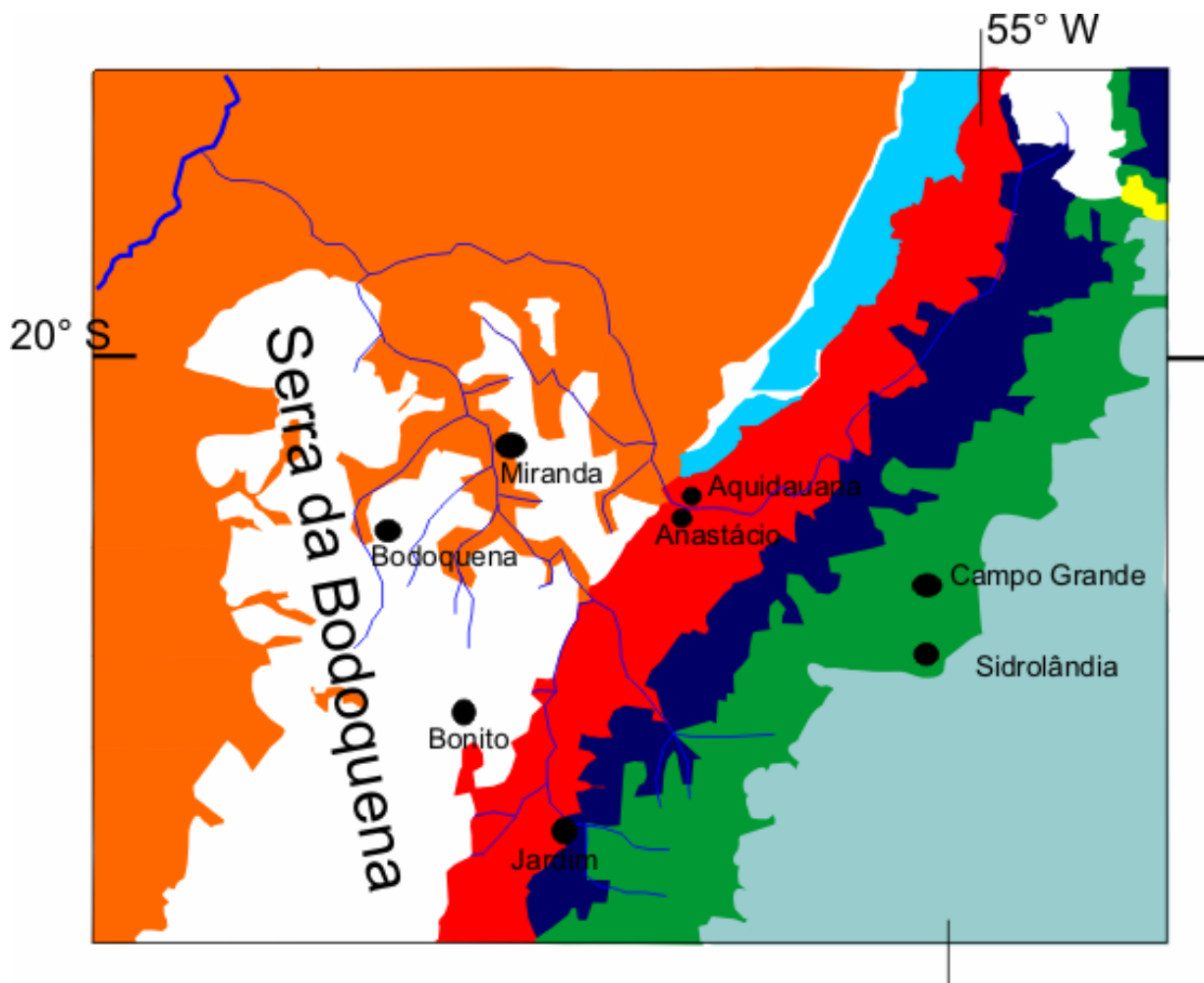


Figura 01 -
Principais Aqüíferos da Bacia do Rio Miranda

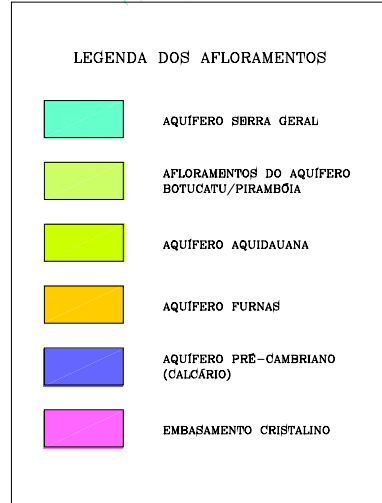
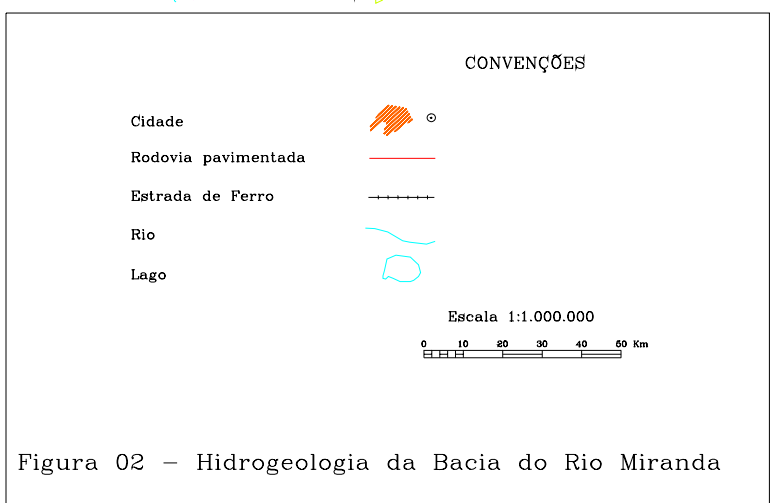
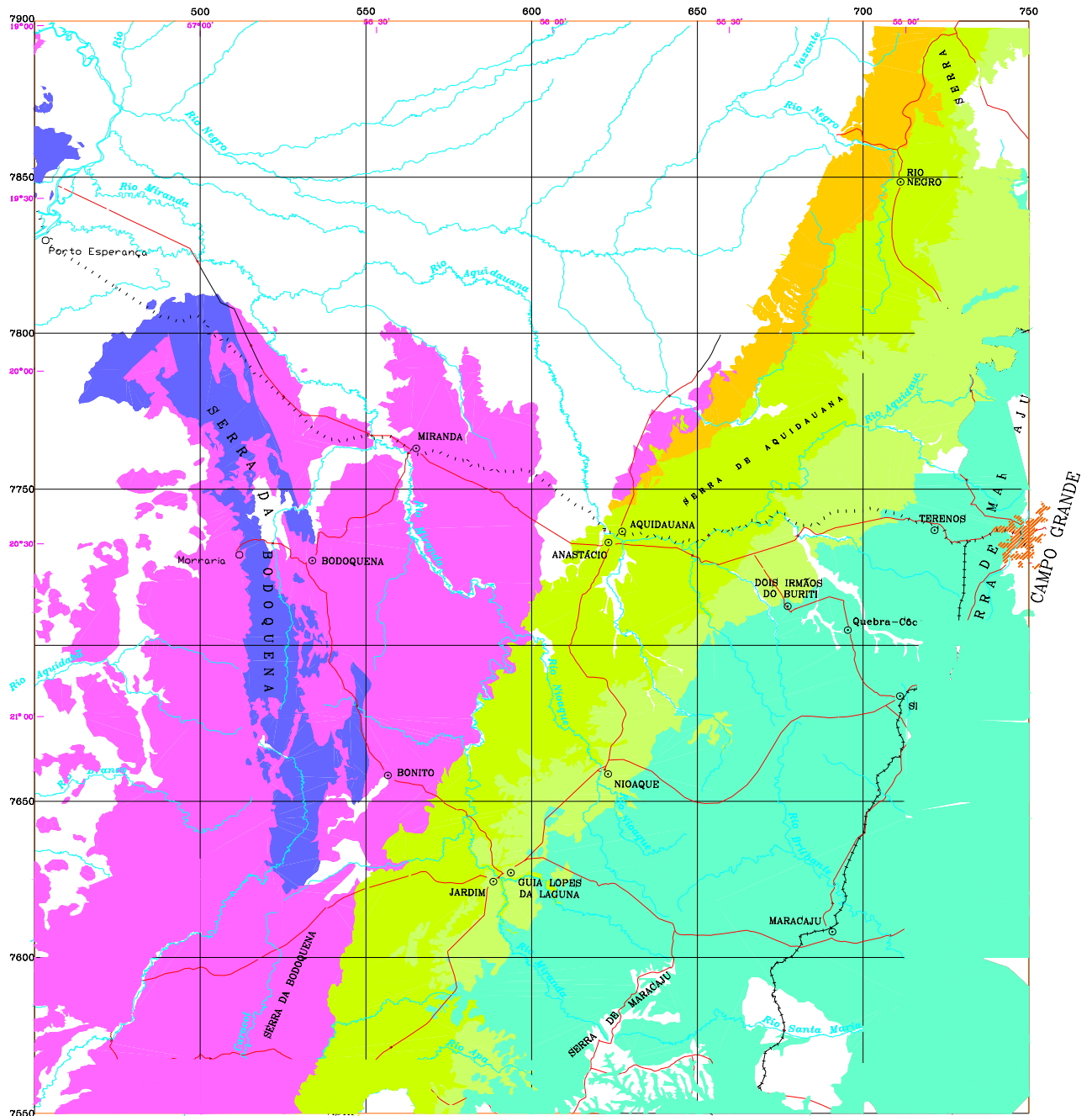
Aqüíferos:

- | | |
|--|---|
| Pantanal | Guarani |
| Caiuá | Aquidauana |
| Serra Geral | Furnas |

Fonte: SRH/ MMA - UnB LSIE

Organizado: Prof. Dr André Luiz Pinto
DCH/CPTL/UFMS (2007)

0 25 50 100Km



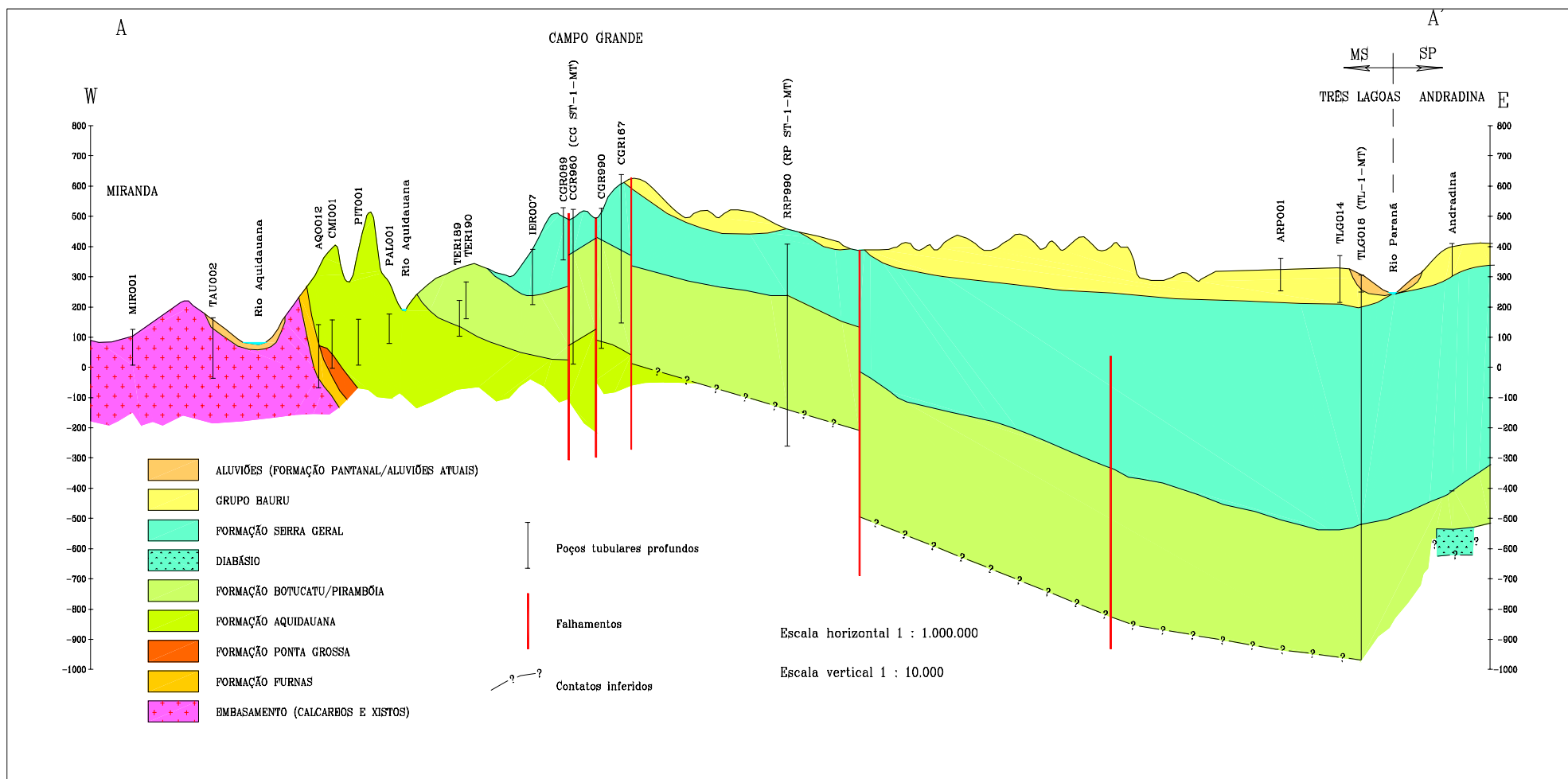
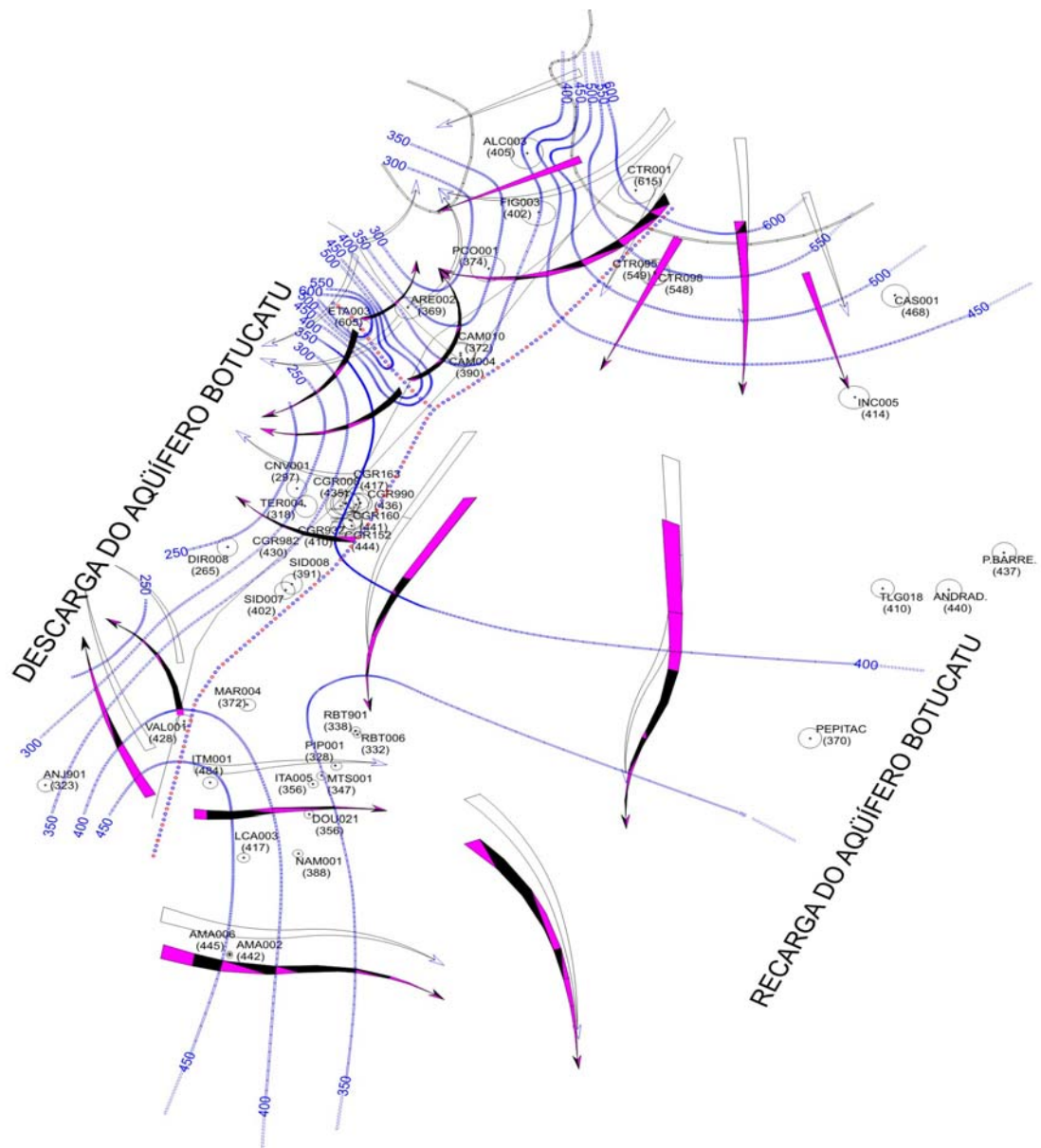


FIGURA 03- PERFIL HIDROGEOLOGICO DO MATO GROSSO DO SUL



LEGENDA:

Número do poço e nível piezométrico (m)

Divisor de águas subterrâneas

Curva equipotencial (m)

Fluxo subterrâneo

Fonte: TAHAL Conlting Engineer Ltda.
SANESUL (1998).

Organização: Prof. Dr. André Luiz Pinto
(2007).

Escala 1: 2.000.000

Figura 04 - Nível Piezométrico, Curva Equipotencial e Direção de Fluxo das Águas Subterrâneas no Alto Curso da bacia do Rio Miranda/MS

Nas cidades gêmeas de Aquidauana e de Anastácio, o rio Aquidauana muda de sentido predominante, que até então era de NNE/SSW, para ESSE/WNW, passando a correr sobre o aquífero Aquidauana, sobre a Formação/Aquífero Furnas, que por sua vez posiciona-se sobre o Grupo Cuiabá, Figuras 01 e 02. A formação Furnas, também não possui grande potencial de vazão, oscilando entre 1,0 a 10,0 m³/h. A única exceção é o poço Taboco, o TAB01, no município de Aquidauana, que possui vazão de 22,2 m³/h.

A Formação Aquidauana, compreende um pacote sedimentar com até 500 m de espessura, possui propriedades muito similar a da Formação Botucatu, sendo também excelente captador e razoável armazenador de águas subterrâneas. Na cidade de Anastácio, essa Formação possui 280 m de profundidade, sendo extremamente utilizadas as suas águas sem controle, Em 1978 existiam apenas 8 poços tubulares captando no aquífero Aquidauana, passando para 375 poços em 1997, o que levou a brusca redução de sua vazão específica. Os poços da SANESUL captavam na década de 70 cerca de 30 a 40 m³/h, em 1997, atualmente esses volumes não ultrapassam os 15m³/h, o que levou a companhia a abandoná-los e a captar as águas superficiais do rio Taquarussu.

Na bacia do Miranda, o aquífero Aquidauana é o mais utilizado, não só na área urbana como também na área rural, dos municípios de Anastácio, Aquidauana, Jardim e Nioaque para a alimentação animal e irrigação, (Tabela 01). Seguido pelo Botucatu, captado mais no alto curso da bacia, (Figura 04).

O Grupo Cuiabá, de idade pré-cambriana é formado por micaxistos, ocorrendo na Serra da Bodoquena, entre as cidades de Bonito a Miranda, com grandes variações mineralógicas, tais como: calcáreos, mármore e metagrauvas. Esse ambiente hidrogeológico, rico em rochas bicarbonatadas influencia nas características físico-química e biológica de suas águas subterrâneas, e dependendo de sua concentração, pode trazer limitações aos seus usos. O levantamento da Universidade de Brasília - UNB inserido no Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Pantanal, produzido pela ANA/GEF/ PNUMA/GEA (2004) não classificou esse grupo dentre os principais aquíferos da bacia do Alto Paraguai no Brasil. O RADAM BRASIL (1982) e o Atlas Multireferencial do Mato Grosso do Sul (1990), classificaram-no geologicamente como grupo Corumbá e Cuiabá, já TAHAL (1998) o identifica como embasamento calcáreo-xistoso, (Figuras 01 e 02).

Passando, no alto Pantanal do Aquidauana, corre sobre a Formação/Aquífero Pantanal, até a confluência com o rio Miranda, na região do Touro Morto, (Figuras 01 e 02). O Rio Miranda por sua vez, tem suas nascentes no município de Jardim, nas formações Ponta Porá, de idade pleistocênica Serra Geral, até as proximidades das cidades de Jardim e Guia Lopes da Laguna, onde passam a correr sobre a Formação Botucatu, também área de recarga do aquífero Guarani.

Logo após estas cidades correm sobre a Formação/Aquífero Aquidauana, até as proximidades da cidade de Bonito, bordejando a Serra da Bodoquena, sobre antigos terrenos do Grupo Cuiabá, datados do pré-cambriano. Drenando em seu médio

curso, terrenos do Grupo Cuiabá, afloramento do substrato da bacia, até a confluência com o rio Nioaque, que nasce na Formação Serra Geral, na Serra de Maracaju, (Figuras 01, 02 e 03). Após a confluência, passa correr sobre a Formação/Aquífero Pantanal, de idade quaternária, no alto, médio Pantanal do Miranda, até sua confluência como rio Aquidauana, e deste ponto até sua foz no rio Paraguai, (Figuras 01 e 02).

A Formação cenozóica do Pantanal, na sua parte superior é formada por extensos leques de sedimentos aluvionares detriticos, derivados de processos morfogenéticos edificados em condições climáticas semi-áridas do pleistoceno. Intercalados por matacões, que indicam processos recentes e por concreções lateríticas ferruginosas, derivados sobre tudo do desgaste do Grupo Cuiabá e da Formação Furnas. O aquífero Pantanal é extremamente poroso, bom captador e fraco armazenador de águas subterrâneas que fluem para a Bacia do Paraguai. Enquanto os aquíferos Guarani, Aquidauana, Furnas e Serra Geral, na região são áreas de recarga da Bacia do Paraná (Figura 04).

Tabela 01- Domínios Hidrológicos, Aquíferos e Demandas de Água dos Principais Poços Tubulares do Rio Miranda/2007

Município	Usuário	Aquífero	Domínio Hidrogeológico	Prof. (m)	Demanda (m ³ /h)
Terenos	Laticínio São Sebastião	Serra Geral	Faturado – Rochas Vulcânicas	*	6,6
Sidrolândia	SANESUL Centro SID02	Serra Geral	Faturado – Rochas Vulcânicas	150	15,6
Boqueirão	SANESUL BQR01	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	93	1,5
Corguinho	SANESUL Cidade COR01	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	150	28,0
Dois Irmãos do Buriti	Pasteurização Júlia Nogueira	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	5,0
Guia Lopes da Laguna	Laticínio Alvorada	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	3,0
Guia Lopes da Laguna	Abatedouro Fraga	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	1,0
Guia Lopes da Laguna	Coop. Agrocecuária Retirada da Laguna (Laticínio)	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	15,0
Jardim	Matadouro São Bento	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	5,0
Rochedo	Frigorífico Garrote (Abatedouro)	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	21,6
Rochedo	Produção de Iogurte Valdevino da Silva	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	*	0,1
Sidrolândia/ Quebra Côco	Quebra Côco QBC02	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	124	12,3
Sidrolândia	SANESUL Abatedouro Ceval SID08	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	160	27,3

Terenos	SANESUL Centro TER09	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	152	30,4
Sidrolândia	SANESUL Cidade SID010	Guarani	Formação Botucatu/Poroso	440	170,0
Anastácio	Iogurte da Serra	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	220	0,2
Aquidauana	Hidropônia Antonio G. Rocha	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso		0,8
Aquidauana	Frigorífico Buriti	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso		66,6
Aquidauana	Laticínio Leipan	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	*	30,0
Aquidauana	Iogurte Princesa	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	*	5,0
Aquidauana/ Camissão	SANESUL Próx. Estação Ferroviária CMI01	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	120	5,8
Aquidauana/ Piraputanga	SANESUL Vila de Piraputanga PIT01	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	150	11,5
Dois I. do Buriti/ Palmeiras	SANESUL Vila palmeiras PAL03	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	120	13,0
Terenos	SANESUL Nuara NUA02	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	102	14,0
Dois I. do Buriti/ Palmeiras	SANESUL Vila palmeiras PAL03	Aquidauana	Formação Aquidauana/Poroso	120	13,0
Aquidauana/ Cipolândia	SANESUL Vila de Cipolândia CIP02	Furnas	Formação Furnas /Poroso	220	1,3
Aquidauana/	SANESUL Cidade AQD013	Furnas	Formação Furnas /Poroso	120	9,9
Aquidauana/ Taboco	SANESUL Taboco TAB01	Furnas	Formação Furnas /Poroso	150	22,2
Bodoquena	SANESUL Cidade BQR05	Cerradinho	Grupo Corumbá/Cárstico	125	5,1
Bodoquena	Coop. Produtores de Leite S. da Bodoquena	Cerradinho	Grupo Corumbá/Cárstico	*	3,0
Bodoquena	Hori Agroindústria Minérios – Mineração de Calcáreo	Cerradinho	Grupo Corumbá/Cárstico	*	10,0
Aquidauana/ Taunay	SANESUL Faz. Santa Laura TAU04	Cuiabá	Grupo Cuiabá/Cárstico	170	5,5
Bonito	SANESUL Faz. Três BON05	Cuiabá	Grupo Cuiabá/Cárstico	82	56,0
Bonito	Fribon Frigorífico Matadouro	Cuiabá	Grupo Cuiabá /Cárstico	167	16,7
Miranda	SANESUL Salobra SLB01	Cuiabá	Grupo Cuiabá/Cárstico	130	1,8
Bonito	Fribon Frigorífico Matadouro	Cuiabá	Grupo Cuiabá/Cárstico	*	16,7

Legenda: * sem informações de profundidade.

Organizado: André Luiz Pinto, 2007.

A tabela 02 apresenta a qualidade das águas subterrâneas da bacia do rio Miranda, onde se observa que as concentrações do principal indicador de qualidade das águas subterrâneas, o nitrato, encontram-se abaixo do valor máximo estipulado pelo Ministério da Saúde, que é 10mg/l. Sendo que a cidade de Anastácio é a área da bacia com concentrações mais próximas do limite 8,56 mg/l, devido à reduzida profundidade Formação Aquidauana, onde assenta-se a cidade, que varia de aflorante próximo da matriz até 18 metros na Vila Nova e jardim Independência. Pinto (1998) já alertava em 1998, que as condições hidrogeológicas da área contribuem para a mineralização do rico material nitrogenado derivado das fossas e do costume popular de enterramento dos resíduos sólidos, e que em monitoramento realizado em 1997/98, encontrara poços com valor até 3 vezes superior ao máximo permitido e que o nitrato é cancerígeno para os seres humanos.

As concentrações de coliformes termotolerantes, extremamente patogênicos, nos municípios de Jaraguari, Aquidauana, Rio Negro, Anastácio, Sidrolândia, Bodoquena e Nioaque, apresentaram valores acima do estabelecido pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, que estabelece como AUSENTE para potabilidade (Tabela 02). Que comprovam que mesmos os aquíferos porosos, com profundidades superiores a 100 metros, são suscetíveis a contaminação, quer por plumas de contaminação ou na grande maioria dos casos por falta de proteção e manutenção dos poços.

Quanto aos coliformes totais o único município em conformidade com a legislação, que prega a sua ausência, foi Miranda.

Tabela 02: Qualidade das Águas Subterrâneas da Bacia do Rio Miranda/MS, em 2006

Municípios Parâmetros	Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais (UFC)	Nitratos mg NO ₃ ⁻ N.L ⁻¹ e Nitritos mg NO ₂ ⁻ N.L ⁻¹	pH	Cor mg Pt-Co.L ⁻¹	Cloretos Mg/l Cl ⁻¹	Turbi dez NTU	Na mg Na.L ⁻¹	K mg K.L ⁻¹	Ca mg Ca.L ⁻¹
Anastácio	12 e 80	8,56 e 0,06	7,6	12,5	52	3,6	118	9,5	1
Aquidauana	22,0 e 160,0	2,1 e 0,03	6,0	2,5	24,5	3,0	12,3	6,3	0,0
Bandeirantes	A e 3,9	0,57 e 0,05	7,4	nd	17	0,5	19,1	3,2	1
Bodoquena	8 e 80	2,77 e nd	8,1	nd	16	1,9	21,8	1,6	112
Campo Grande	A e 80	2,49 e 0,17	7,8	nd	22	1,0	20	1,4	8
Dois Irmãos do Buriti	A e 80	0,77 e nd	7,2	160	7	43,4	10,8	*	*
Jaraguari	60 e 80	0,18 e nd	6,8	nd	5	0,9	0,1	*	*
Jardim	A e 80	2,34 e nd	5,6	nd	29	0,2	12,3	7	18
Maracaju	A e 80	2,05 e 0,76	7,9	nd	34	0,8	23,2	1,4	19
Miranda	A e A	0,07 e nd	7,1	nd	*	*	4,3	1,6	26
Nioaque	7 e 80	1,86 e nd	7,5	10	16	4,1	12,9	8,7	17
Rio Negro	16 e 80	5,11 e nd	5,8	nd	*	0,3	39,2	18,4	2
Sidrolândia	12 e 80	2,31 e nd	6,0	17,5	22	5,1	9,0	8,4	38
Terenos	24 e 80	1,68 e nd	6,3	nd	22	2,3	20,5	1,4	15

Legenda: nd = não detectável; * = dados indisponível.

Fonte: Dias; Freire; Vianna (2006)

Os nitritos obtiveram concentrações a baixo da legislação, que preconiza 1,0 mg de $\text{NO}_2^- \cdot \text{N} \cdot \text{L}^{-1}$. Os valores de pH estão abaixo do limite mínimo permitido para águas brutas, Resolução CONAMA nº 357/05, podendo variar de 6 a 9, nos municípios de Rio Negro, Anastácio e Jardim (Tabela 02).

Para o parâmetro de Cor, os valores que se apresentaram acima da legislação (15 mg de Pt-Co.L⁻¹) são os dos municípios de Dois Irmãos do Buriti e Sidrolândia, sendo que Dois Irmãos registrou concentração 10,6 vezes, maior que o valor máximo permitido (vmp). Em relação à Turbidez, também esses municípios, apresentaram valores acima dos estipulados pela Portaria nº. 518/04, de 5 NTU (Tabela 02).

Os teores de cloretos ficaram bem abaixo do preconizado pelo Ministério da Saúde, que é 250 mg/l em Cl, contudo não contou-se com os dados de Miranda para esse parâmetro e nem informações sobre os poços de Bonito. O poço de Bodoquena capta água do grupo Corumbá, o que se pode explicar pelas baixas concentrações de cloreto em cloro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros de coliformes termotolerantes e pH deram resultados em desconformidade com a legislação, sendo que o pH está estabelecido que os valores toleráveis entre 6 e 9, são específicos para águas de consumo humano no sistema de tratamento. Já a legislação da Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece pH entre 6 e 9 para águas brutas. No entanto, fica a incerteza de orientação adequada para consumo humano em águas sem prévio tratamento.

Ressalta-se a necessidade de cadastramento e avaliação/controle das vazões e qualidade das águas dos poços tubulares da bacia, pela Secretaria de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul - SEMA/MS, para a elaboração de plano de gestão e manejo, que estipule limitações de uso, que assegurem quantidade e qualidade das águas subterrâneas para o seu desenvolvimento sustentável. Que garanta a população da bacia condições de potabilidade, não só aos habitantes das áreas urbanas, como também, aos da área rural.

E considera-se como uma das formas mais viáveis de operacionalizar esta gestão, a promoção de programas de conscientização em saúde pública e educação ambiental, que podem servir como ferramentas para contribuir para uma população mais saudável e minimizar os riscos de contaminação de doenças de veiculação hídrica.

Propõem-se ainda, o monitoramento das características dessas águas, por meio das amostras coletadas regularmente, em especial, do frágil do Sistema Aquífero Guarani, com análise mais profunda, que levem em consideração outros parâmetros bioquímicos complementares, estabelecidos na lei, bem como, de controle de uso, sempre tendo em mente que a água é uma bem comum, para efetiva avaliação da

quantidade e qualidade das águas subterrâneas e contribuir para proteção e preservação do meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F.M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, estado de São Paulo. **Boletim da Divisão Geológica e Mineral do DNPM**. Rio de Janeiro, n. 143, 1953.

ALMEIDA, F.F. M. *et al.* Geologia do estado do oeste paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. **Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia**. SBG. Camburiú. Santa Catarina. V.5, 1980: p.799-812.

ALMEIDA, F.F.M.; MELO, M.S. A Bacia do Paraná e o vulcanismo mesozóico. In: São Paulo. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1: 500.000**, São Paulo PROMINÉRIO, 1981b. v. 1, p.46-81

APHA, AWWA, WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th edition, Washington D.C., 1998.

BRASIL. **Léxico estratigráfico do Brasil**. Ministério da Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, 1984: p. 541.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004**, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2004.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005.

BJORNBERG, A.J.S.; LANDIM, P.M.B. Sobre os arenitos da Serra da Mantiqueira e os arenitos da Formação Botucatu (Eocretáceo). **Boletim Paranaense de Geográfica. Curitiba** (18/20): 19-24, 1966.

CAMPANI, V.; KIANG, C. Caracterização hidroquímica dos aquíferos da bacia de Taubaté. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, 2002. p.5-15.

CORDANI, U.G. ; VANDOROS, P. Basaltic rocks of the Paraná Basin. In: BIGARELLA, J. J. *et al*, (Eds.) **Problems in Brazilian Gondwana Geology**, Curitiba: CNPq, 1967. p. 207-31.

DIAS, C. A.; OLIVEIRA, D. M. de; FREIRE, D. C. T.; VIANNA, S. A. C. Caracterização das águas subterrâneas em municípios do estado de Mato Grosso

do Sul. **I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro Oeste**. Cuiabá, 2006, p.1-7.

FOSTER, S. S. D; HIRATA, R. C. A. **Determinación del riesgo de contaminación de águas subterrâneas**: uma metodologia basada en datos. CEPIS, OPS/OMS. Lima, Peru, 1991.

FÚLFARO V. J.; BÓRIO, N. J. Novas observações sobre a faciologia do arenito Botucatu no Estado de São Paulo. XXII Congresso Brasileiro de Geologia. **Resumos das comunicações**. SBG. Belo Horizonte, 1968, p. 8-57.

GASTMANS, D. Avaliação de hidrogeológica do sistema Aquífero Guarani (SAG) no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Águas Subterrâneas**, v.19 (01),2005: p. 35-48.

MATO GROSSO DO SUL **Atlas multireferencial**. Secretaria Estadual de Planejamento e Coordenação Geral. Geologia. Campo Grande, 1990, p.10.

MENDES, J. C. Algumas considerações sobre a estratigrafia da bacia do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba. Volume 4, 5,1961: p. 3-32. .

MENDES, J. C. As camadas gondwânicas do Brasil e seus problemas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 43, 1971, p. 96-187.

MORAES REGO, L.F. A geologia do petróleo no Estado de São Paulo. **Boletim do Serviço Geológico Mineral Brasileiro**. Rio de Janeiro, n. 46, 1930: p. 1-110.

MORAES REGO, L.F. Camadas cretáceas do sul do Brasil. **Anais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 2 (4), 1935: p.74-231.

PARAGUAÇU, A. B. Estruturas sedimentares da formação Botucatu. **Mineral e Metais**. Rio de Janeiro, 51 (301): 25-30, Jan. 1970.

PINTO, A. L. **Saneamento básico e suas implicações na qualidade das águas subterrâneas da cidade de Anastácio/MS**. IGCE/ UNESP Rio Claro/SP,1998, 175 p. (Tese de Doutorado em Geociências).

SALAMUNI, R.; BIGARELLA, J. J. The Botucatu Formation. In: BIGARELLA, J.J. et al. (ed) **Problems in Brazilian Gondwana Geology**. CNPq. Curitiba, 1976:167p.

SANESUL – Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul. **Perfil dos poços tubulares**. Gerência Geológica. Campo Grande, 2007.

SHIKLOMANOV, I. A. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**: assessment of water resources and water availability. New York: World WMO/SEI,1997.

SOARES, P.C. e LANDIM, P.M.B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basis in South Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. , Rio de Janeiro, (48): 313-24,1976. (Supl.). (*Proceedings Intern. Symp. On Continental margins of Atlantic Type*).

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no estado de São Paulo, Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo 10 (13): 177-85. 1980.

TAHAL Consulting Engineer Ltda. **Mapa hidrogeológico do Mato Grosso do Sul**. Escala 1: 2.000.000. Israel. SANESUL. 1998.

WASHBURNE, C.W. **Geologia do petróleo do estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1939. 228 p.

World Resources Institute. **World resources**. Oxford: University Press Oxford. WRI, UNEP, UNDP, 1991.

RESUMO

O desenvolvimento econômico e social de qualquer sociedade está vinculado na disponibilidade de água doce de boa qualidade, na capacidade de conservação e uso sustentável dos recursos hídricos. A crescente utilização dos recursos hídricos subterrâneos tende a aumentar, tanto pelas necessidades decorrentes da expansão populacional da sociedade de consumo e de sua urbanização, e pelas vantagens financeiras em relação às águas superficiais, que se encontram de forma geral, contaminadas e carecendo de onerosos tratamentos não convencionais. Nestas condições, os aquíferos, em diferentes áreas do território nacional, estão sujeitos aos impactos da expansão descontrolada através de poços e pela ocupação indiscriminada do solo, que põem em risco a qualidade das águas. A introdução de substâncias químicas por meio de uso do solo, agrotóxico e outros tipos de aplicações, é uma maneira de promover mudanças nas características naturais dessas águas. Para contribuir com o entendimento da dinâmica das águas subterrâneas da bacia do rio Miranda, perante suas condições hidrogeológicas e suas respectivas qualidade, apresenta-se este artigo. Que alerta sobre a importância das descargas para a manutenção das vazões da bacia e sobre a fragilidade da Formação Botucatu. Como conclusão, apesar da constatação da ausência de contaminantes que comprometa seriamente a qualidade das águas subterrâneas do município, nota-se o grande risco potencial de contaminação dos aquíferos Botucatu e Aquidauana, que afloram no alto curso da bacia, nas nascentes do Aquidauana e do Miranda. Justamente na área onde se desponta os cultivos de soja, milho, sorgo e das pastagens, e a captação para os centros urbanos de Campo Grande, Corguinho, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jardim, Nioaque e Rochedo.

Palavras-chave: Hidrogeologia. Qualidade das Águas Subterrâneas. Planejamento Ambiental. Aquífero Guarani. Riscos à Qualidade. Bacia do Rio Miranda.

ABSTRACT

The economical and social development of any society is linked to good fresh water quality availability, in the conservation capacity and in the maintainable use of the hydric resources. The growing of the groundwater use tends to increase, moved not only by the current consumption needs of the society's population increase but also by the financial advantages

in relation to superficial waters, which, by the way, are generally polluted and lacking for non conventional and onerous treatments. Aquifers on different areas of the national territory are subject to the uncontrolled wells expansion impacts and by the indiscriminate soil occupation, which put in risk the quality of the groundwater. The introduction of chemical substances such as pesticides and others on soil applications is a way to promote changes in those natural water characteristics reservoirs. The present article contributes with the understanding of Miranda river basin groundwater dynamics, based on its hydrogeology and quality conditions. It alerts on the importance of the discharges for the maintenance of the basin flows and about the Botucatu Formation fragility. Concluding, in spite of the verification that the pollutants absence do not commit seriously the quality of the municipal underground waters, this paper notices the potential great contamination risk of Botucatu and Aquidauana aquifers, both surfacing in the basin high course, east portion of Aquidauana and Miranda municipalities. In these exact area becomes blunt where the soy, corn, sorghum and pastures cultivations grow extensively and also the reception for the urban centers of Campo Grande, Corguinho, Dois Irmãos do Buriti, Guia Lopes da Laguna, Jardim, Nioaque and Rochedo.

Key words: Hidrogeology. Quality of the Groundwater. Environmental Planning. Guarani Aquifer. Quality the Risk. Miranda River Basin.

Informações sobre o autor:

[1] André Luiz Pinto – <http://lattes.cnpq.br/7915032061706548>

Professor Doutor em Geociências pelo IGCE/UNESP, Rio Claro (SP), em 1998.

Professor Associado I da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas, Departamento de Ciências Humanas.

Contato: andreluiz@ceul.ufms.br