

# CONDIÇÕES DE SANEAMENTO BÁSICO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAI, NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Lucy Ribeiro Ayach [1]  
Solange Terezinha de Lima Guimarães [2]  
André Luiz Pinto [3]  
Nanci Cappi [4]



OLAM - Ciência & Tecnologia, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1982-7784  
Está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## Introdução

Ao longo do tempo as águas superficiais vêm perdendo sua qualidade, devido à intensificação das ações antropogênicas sem o devido planejamento, ocasionando maior ônus para o seu tratamento e consumo. Em virtude desse comprometimento, a exploração das águas subterrâneas tem crescido assustadoramente por ser considerada uma alternativa imediata de fácil acesso com qualidade supostamente garantida.

Esta alternativa de abastecimento vem sendo adotada tanto por empresas de saneamento básico para diminuir os custos dos tratamentos adequados, como por domicílios particulares como uma forma de economia.

No Brasil, as águas subterrâneas são intensamente exploradas, sendo utilizadas para diversos fins, tais como dessedentação e higiene, abastecimento humano, irrigação, indústria e recreação. Estima-se que existam no país pelo menos 400.000 poços (ZOBY; MATOS, 2002); 15,6 % dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea; 77,8 % usam rede de abastecimento de água, e 6,6 % usam outras formas de abastecimento (IBGE, 2002 apud BRASIL, 2005). Além disso, devemos considerar os municípios que utilizam tanto a água superficial como também a água subterrânea, fato verificado principalmente em muitos

domicílios particulares que possuem abastecimento de água da rede de abastecimento público e ainda utilizam a água subterrânea somente de forma complementar.

No entanto, torna-se preocupante a falsa premissa de que as águas subterrâneas, diferentemente das águas superficiais, estão protegidas dos diversos processos de contaminação, pois do ponto de vista quantitativo, o ciclo hidrológico recicla a água, porém, do ponto de vista qualitativo é bem diferente.

A poluição das águas subterrâneas provenientes de fontes urbanas ocorre pelo lançamento de esgotos sanitários em áreas não ligadas às redes coletoras de esgotos; vazamento dos sistemas de esgotos municipais; pela infiltração em lagoas de oxidação não revestidas, usadas no tratamento de esgotos; devido à disposição de resíduos em áreas não revestidas (lixões); pela infiltração de produtos de petróleo, de gasolina, de óleo diesel e de álcool carburante, provenientes dos tanques de estocagem dos postos de abastecimento; devido à descarga no solo de despejos nitrogenados da indústria alimentícia, além da contaminação proveniente das áreas de cemitério que, em sua maioria, possuem precárias condições de infraestrutura.

É notória a forte ligação da inadequação das condições de saneamento básico com a contaminação das águas subterrâneas, sendo de extrema relevância o monitoramento da qualidade dessas águas, como forma de identificar e correlacionar as diversas fontes de contaminação, as implicações ambientais e de saúde das populações. Neste contexto, o saneamento básico deve compreender os serviços de abastecimento de água; de esgotamento sanitário; de limpeza pública e de coleta de lixo, desempenhando papéis fundamentais no que tange à gestão e conservação ambiental, em especial dos recursos hídricos, bem como, das condições que garantem níveis de qualidade ambiental e, conseqüentemente, relacionadas aos parâmetros de qualidade de vida e ao bem estar social.

Com referência à Região Hidrográfica do Paraguai, objeto da presente análise, esta apresenta notável importância no contexto nacional, pois inclui o

Pantanal, uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta. O rio Paraguai nasce em território brasileiro e sua bacia hidrográfica abrange uma área de 1.095.000 km<sup>2</sup>, sendo 33% no Brasil e o restante na Argentina, Bolívia e Paraguai. No Brasil a Região abrange porções dos estados de Mato Grosso do Sul (51,8%) e Mato Grosso (48,2%), ocupando uma área de 363.445 km<sup>2</sup> (4,6% do território nacional) (BRASIL, 2008a).

A análise proposta neste artigo refere-se especificamente à área da bacia hidrográfica do rio Paraguai, pertencente ao Estado de Mato Grosso do Sul (MS). Esta bacia abrange vinte e sete municípios a Oeste do estado, com uma área de 187.636,301 km<sup>2</sup>. O estado de Mato Grosso do Sul possui uma área de 357.124,962 km<sup>2</sup>, com um total de setenta e oito municípios, e uma população estimada em 2007 de 2.265.274 habitantes (IBGE, 2008).

É importante salientar, diante dos objetivos aqui propostos, alguns dados peculiares do estado que subsidiam o entendimento da infra-estrutura de saneamento existente. Em Mato Grosso do Sul, o número de ligações de água é de 612.515, embora o referente ao esgoto seja apenas de 93.355 ligações, com uma extensão da rede de água de 8.968.833 m, e da rede de esgoto de 1.720.240 m (IBGE, 2008). Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao ano de 2007 revelam que o estado de MS possui 97,31% dos domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral com canalização interna, e 2,69% sem canalização interna. Quanto ao esgoto, 16,08% dos domicílios do estado possuem o serviço de rede coletora e 14,35% possuem fossa séptica. Os domicílios particulares com serviço de coleta direta de lixo representam 87,47% do estado e 1,30% possuem coleta indireta (IBGE, 2008).

Diante dessas considerações, torna-se primordial o desenvolvimento de estudos específicos que avaliem a quantidade e qualidade das águas que estão sendo exploradas em demasia, para formulação de um planejamento ambiental criterioso relativo ao uso e reuso dessas mesmas águas, através de uma rede de monitoramento regional e municipal. Neste contexto, ainda devemos considerar que

as pesquisas e os planos de gestão de águas subterrâneas apresentam diferentes estágios nas diversas áreas do país, onde se registra alguns estados ou regiões com maior disponibilidade de dados e, em outros, insuficiência ou até mesmo a total inexistência de informações.

Assim, a presente abordagem objetiva apresentar alguns dados gerais sobre a qualidade das águas subterrâneas de municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraguai, no estado de Mato Grosso do Sul, bem como correlacionar esses dados com as condições de saneamento básico existentes.

## **Materiais e Métodos**

Entendida como célula básica de análise ambiental e reconhecida como unidade espacial na Geografia Física, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem (BOTELHO; SILVA, 2004).

Para a realização desta análise, adotamos as unidades territoriais hidrográficas de planejamento e gerenciamento (UPGs) propostas pelo Relatório Parcial do Plano Estadual de Recurso Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS, 2008), em que o estado de Mato Grosso do Sul é subdividido em duas grandes, das doze Regiões Hidrográficas do Brasil, conforme definidas pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003): a Região Hidrográfica do Paraguai, constituída pela bacia do rio Paraguai, e a Região Hidrográfica do Rio Paraná, pela bacia do rio Paraná (PERH-MS, 2008). Portanto, o propósito deste estudo é analisar os dados referentes à bacia hidrográfica do rio Paraguai no estado de Mato Grosso do Sul. (Figura 1).

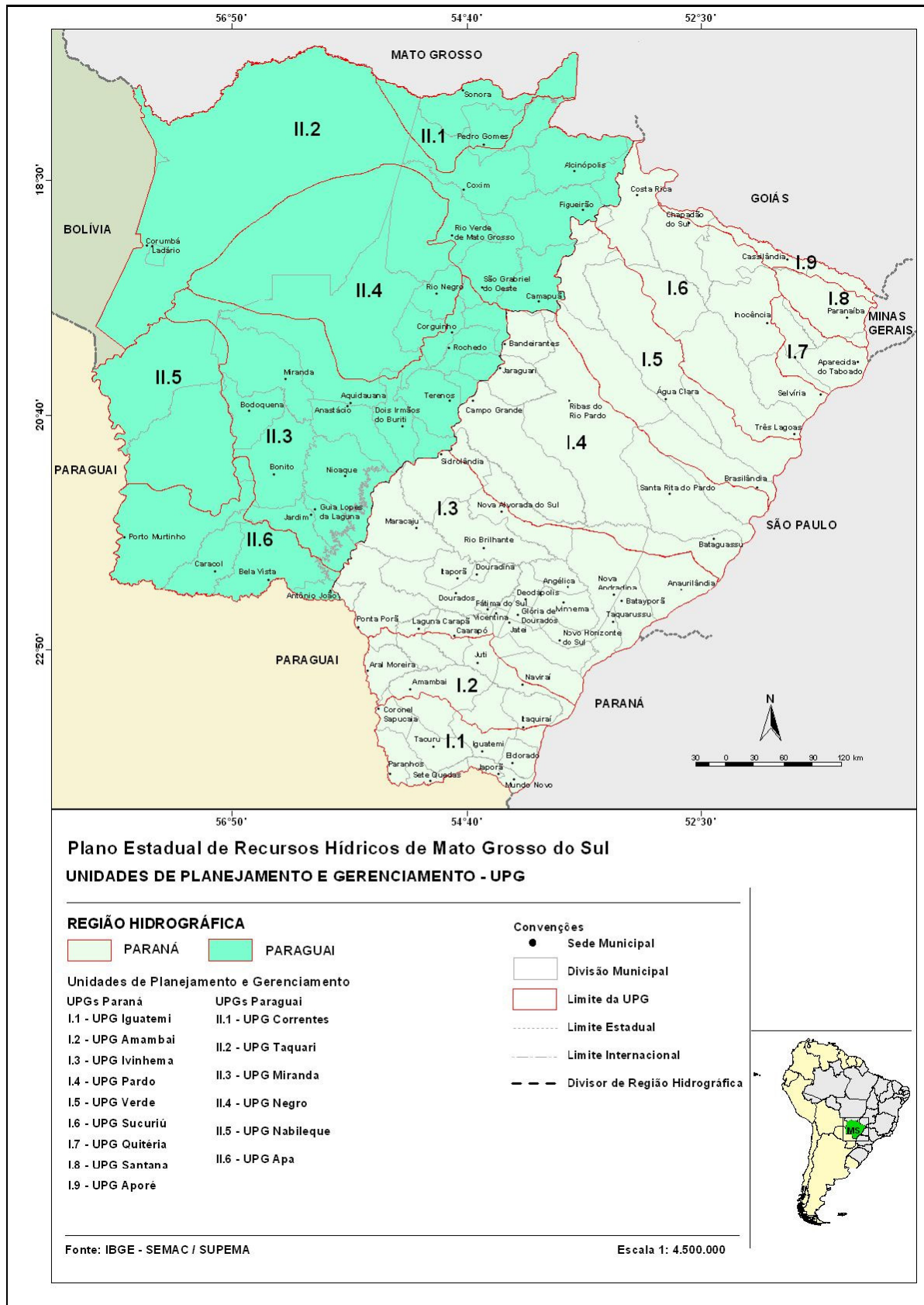


Figura 1: Unidades de Planejamento e Gerenciamento do Plano Estadual de Recursos Hídricos de MS. Fonte: PERH-MS (2008).

Para interpretação e análise dos dados foram utilizadas as informações da UPGs, as quais são compostas por seis sub-bacias que compreendem trinta e quatro municípios, sendo apenas doze com inserção total na UPG (Tabela 01), somando um total de vinte sete sedes de cidades nas 06 UPGs (Figura 01 e Tabela 01). Os dados referentes ao saneamento básico dos municípios pertencentes às respectivas UPGs foram analisados e correlacionados com os demais dados de qualidade das águas subterrâneas.

As características físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas de dezesseis dos vinte e sete municípios da região hidrográfica do rio Paraguai (Tabela 1) foram determinadas segundo os dados obtidos de Dias et al. (2006), em conformidade com Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004), e a Resolução CONAMA nº 396 (BRASIL, 2008b). As análises foram realizadas no Laboratório Central da Secretária de Estado da Saúde (LACEM), em Campo Grande (MS), que segue as recomendações descritas pela *American Public Health Association* (APHA, 1998) para os procedimentos de coleta, preservação das amostras e análises laboratoriais.

A contagem de bactérias do grupo coliformes foi realizada por membrana filtrante (APHA, 1998); a cor através de colorímetro; a concentração de cloreto pelo método Mohr-titlométrico com nitrato de prata, nitrato por redução por cádmio, nitrito utilizando sulfanamida; pH e turbidez pelo método eletrométrico (peagâmetro e turbidímetro, respectivamente) (DIAS et al., 2006). As demais informações foram obtidas através de revisão da literatura e levantamento de dados oficiais sobre as características existentes na área de estudo.

Na Tabela 1 estão representadas as referidas UPGs de acordo com as sub-bacias existentes na bacia do rio Paraguai, os municípios com inserção total e aqueles com inserção parcial, porém, com sede dentro da UPG.



**Tabela 1 – Unidades de Planejamento e Gerenciamento dos recursos Hídricos localizadas na bacia do rio Paraguai.**

UPGs da bacia do Rio Paraguai	Municípios das UPGs	
	Inserção total	Inserção parcial
Correntes	Sonora	Corumbá, Coxim e Pedro Gomes*
Taquari	Alcinópolis e Ladário	Camapuã*, Corumbá*, Costa Rica, Coxim*, Figueirão*, Pedro Gomes, Rio Verde de Mato Grosso* e São Gabriel do Oeste*
Miranda	Anastácio, Bodoquena, Guia Lopes da Laguna, Nioaque, Rochedo e Terenos	Aquidauana*, Bandeirantes, Bonito*, Campo Grande, Corguinho*, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti*, Jaraguari, Jardim*, Maracaju, Miranda*, Ponta Porã, São Gabriel do Oeste e Sidrolândia
Negro	Rio Negro	Aquidauana, Corguinho, Corumbá, Dois Irmãos do Buriti e Rio Verde de Mato Grosso
Nabileque		Corumbá, Miranda e Porto Murtinho
Apa	Bela Vista e Caracol	Antônio João*, Porto Murtinho*, Jardim, Bonito e Ponta Porã

\*Municípios com inserção parcial, porém com sede dentro da UPG.  
 Fonte: Adaptado do PERH-MS (2008)

## Discussão e resultados

Para melhor entendimento das informações apresentadas a seguir sobre saneamento básico e qualidade das águas das respectivas UPGs da bacia hidrográfica do Paraguai no estado de Mato Grosso do Sul, torna-se fundamental a verificação da distribuição da população nas referidas UPGs. De acordo com a Tabela 2, as sub-bacias do rio Taquari e Miranda possuem os maiores adensamento

populacional, enquanto a sub-bacia do Nabileque possui o menor, com cerca de 4.711 pessoas apenas na área rural.

**Tabela 2** – População nas UPGs da Região Hidrográfica do Paraguai no ano de 2005.

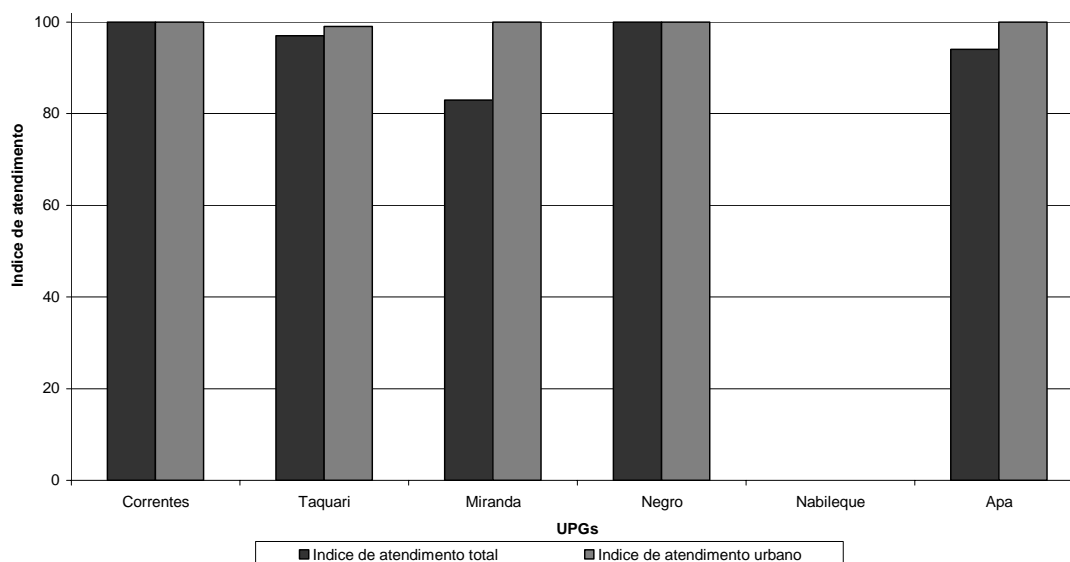
<b>UPGs</b>	<b>Pop. Urbana</b>	<b>Pop. Rural</b>	<b>Pop. Total</b>
Correntes	16.641	3.974	20.615
Taquari	180.304	21.381	201.686
Miranda	141.180	63.739	204.919
Negro	3.665	14.315	17.979
Nabileque	-	4.711	4.711
Apa	37.643	9.607	47.250
<b>TOTAL</b>	<b>379.433</b>	<b>117.727</b>	<b>497.160</b>

Fonte: IBGE (2000) apud PERH-MS (2008).

### **Saneamento Básico nas UPGs da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai.**

Segundo os dados do Relatório Parcial do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS, 2008), os índices referentes ao atendimento de distribuição de água nos municípios pertencentes às sub-bacias hidrográficas do rio Paraguai, apresentam-se com cobertura total em praticamente todas as sedes urbanas, porém, com índice de atendimento total em todo o município apenas nas bacias do rio Correntes e Negro (Gráfico 1), e o menor registrado na bacia do rio Miranda seguido da bacia do Apa.





**Gráfico 1** – Índice de atendimento de distribuição de água nas sedes na região hidrográfica do Paraguai. Fonte: Adaptado do PERH-MS (2008).

Os dados referentes à coleta de esgoto sanitário na bacia revelam que, dos vinte sete municípios com sede na bacia hidrográfica, onze não possuem coleta de esgoto representando, portanto, 40,74 % da bacia. Três sedes possuem coleta de 1 a 10%, correspondendo ao atendimento de 10% da população urbana. Oito sedes coletam de 10 a 40% do esgoto, registrando um atendimento de 28% da população urbana. Ressalta-se que nenhuma sede possui coleta acima de 40% e cinco não tinham informação (Tabela 2).

**Tabela 2** – População urbana atendida com coleta de esgoto sanitário na bacia hidrográfica do Paraguai.

Índice de coleta de esgoto sanitário	Sedes municipais com coleta	População urbana atendida (%)
Sem informação	5	0
Ausência de coleta	11	0
1% a 10%	3	10
10% a 40%	8	28
40 a 100%	0	0

Fonte: Adaptado do PERH-MS (2008).

O índice de atendimento de esgoto sanitário apenas nas sedes urbanas da bacia (Tabela 3) revela, de forma geral, considerável deficiência em virtude da baixa

cobertura de atendimento, totalizando um índice de apenas 22,54 % em todas as UPGs da bacia. Ressalta-se, ainda, a diminuição do índice de atendimento nas UPGs do Correntes, Taquari e Apa, e estagnação nas demais no período dos anos de 2005 para 2007, o que leva a inferirmos que não houve suficientes investimentos no setor de infra-estrutura de saneamento urbano nas áreas em estudo.

Os esgotos domésticos lançados num corpo d'água alteram as características físicas, químicas e biológicas desse corpo, levando à ocorrência de diferentes riscos e impactos ambientais, quer sejam penetrantes ou intensivos, a partir das possíveis combinações das várias características dos mesmos, destacando aqui os níveis de vulnerabilidade ambiental, diretamente relacionados às condições sócio-econômicas e tecnológicas, bem como à adoção de determinadas medidas preventivas e mitigadoras (GUIMARÃES, 2003). De acordo com Benetti e Bidone (1993), os esgotos sanitários possuem microorganismos (bactérias e vírus); nutrientes (nitrogênio e fósforo); óleos; graxas; detergentes, e também composição praticamente uniforme constituída por matéria orgânica biodegradável. Estas condições relativas às águas residuárias levam à ocorrência de processos de degradação e que apresentam estreitas interações entre os sistemas de eventos naturais e os antrópicos, condizentes às formas de utilização ambiental, gerando significativos impactos antropogênicos, consideradas as características dos níveis de magnitude, extensão e dispersão espacial, entre outras.

**Tabela 3 – Índice de atendimento de esgoto sanitário nas sedes urbanas da região hidrográfica da bacia do rio Paraguai em 2005 a 2007.**

UPG	Nº de sedes urbanas	Nº de sedes atendidas	Índice de atendimento (%)	
			2005	2007
Correntes	2	1	7,55	7,12
Taquari	8	3	33,29	27,16
Miranda	12	5	26,02	26,83
Negro	1	0	0	0
Nabileque	0	0	0	0
Apa	7	2	23,32	17,71
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>22,54</b>	<b>19,7</b>

Fonte: Adaptado do PERH-MS (2008).

Analisando os dados referentes à destinação final do lixo, também se verifica que predomina, como na maioria dos municípios brasileiros, a destinação final em lixões, aparecendo apenas sete usinas de processamento de lixo (Tabela 4). Embora não apareça nos dados, o município de Aquidauana (MS), localizado na bacia do rio Miranda, já possui aterro sanitário instalado, porém, com funcionamento ainda de forma inadequada.

**Tabela 4 – Quantidade e disposição final dos resíduos sólidos nas UPGs da região hidrográfica da bacia do rio Paraguai**

UPGs	Serviço de coleta (%)	Coleta residencial e comercial (t/dia)	Disponibilidade final do lixo			
			Lixão	Aterro controlado	Aterro Sanitário	Usina de processamento de lixo
Correntes	73	10	2	0	0	0
Taquari	77	155,6	7	0	0	2
Miranda	61	152,8	12	0	0	2
Negro	53	3	1	0	0	0
Nabileque	0	0	0	0	0	0
Apa	66	31,6	4	0	0	3
Total	69	353	26	0	0	7

Fonte: Adaptado do PERH-MS (2008).

A migração do chorume em águas superficiais ou subterrâneas pode levar ao comprometimento da qualidade do recurso hídrico, através da contaminação por compostos orgânicos e íons metálicos, sendo esta a principal fonte de impacto causado pela disposição inadequada dos resíduos sólidos (CAMPOS, 1988; HURST, 1992 apud BAGANHA, 1996).

Devemos salientar que estes geossistemas possuem fluxos de comunicação de natureza físico-química, interligando as várias partes do sistema em complexos mecanismos de regulação e interação. Pode-se considerar então que a bacia hidrográfica como um todo sofre as consequências dos desequilíbrios ambientais gerados pelos diferentes tipos de impactos adversos, inclusive com perdas irreversíveis, em que os cenários de riscos potenciais e efetivos se apresentam com limites imprecisos, imbricadas interações, e influências que se desdobram em amplas variações incluindo a somatória dos custos; o levantamento dos danos e

perdas; a adoção de determinadas medidas de ajustamento e adaptação, bem como a capacidade de absorção pela sociedade.

Um exemplo é a fragilização do equilíbrio ambiental de todo o geossistema, ao considerarmos os vários processos de degradação e poluição ambiental derivados de situações que envolvem a disposição irregular de resíduos sólidos urbanos e outros problemas sanitários – a propagação de inúmeras doenças de veiculação hídrica (escassez, absorção, vetores e contaminação) vinculadas à falta ou carência de infra-estruturas de saneamento básico; formas inadequadas de uso e ocupação do solo; danos e perdas irreversíveis ou não da biodiversidade; assoreamentos; deterioração da qualidade de cenários estéticos. Estas situações exigem, portanto, medidas preventivas e corretivas mais severas, tais como a implantação de projetos e programas de gestão ambiental integrada e participativa como premissas para a melhoria das condições de salubridade, qualidade de vida e ambiental do entorno e das populações envolvidas, possibilitando soluções individuais, coletivas e convencionais direcionadas a uma relação harmoniosa e saudável (GUIMARÃES, 2003; 2005; AYACH; PINTO, 2007).

### **Características Físico-Químicas e Bacteriológica das Águas Subterrâneas de Municípios da Região Hidrográfica do Rio Paraguai.**

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004 (BRASIL, 2004), e a Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008, (BRASIL, 2008b), a concentração de coliformes termotolerantes em água para consumo humano deve ser ausente, logo, conforme Dias et al. (2006), dos dezesseis municípios analisados oito, ou seja, 50% encontravam-se com suas águas contaminadas por bactérias do grupo coliformes, portanto, consideradas impróprias para o consumo humano. Neste cenário, os municípios de Rio Negro, Anastácio, Bodoquena, Jaraguari, Sidrolândia e Terenos apresentaram concentrações mais elevadas de coliformes termotolerantes, enquanto os coliformes totais foram encontrados em praticamente todos os municípios, com exceção de Coxim, Miranda e Rio Verde.

As concentrações de íons nitrato em água para consumo humano deve ser monitorada não podendo ultrapassar o Valor Máximo Permitido (VMP) de  $10 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ , de acordo com as legislações vigentes (BRASIL, 2004; 2008b). Embora esses íons não apresentem toxicidade, podem ser reduzidos a nitritos que são nocivos à saúde, principalmente das crianças. De acordo com os dados de Dias et al. (2006), as concentrações elevadas de nitrato (Tabela 5), foram encontradas nos poços localizados nos municípios de Anastácio com  $8,56 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ ; Rio Negro com  $5,11 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ ; e Coxim com  $3,31 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ , e as concentrações próximas de  $2 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$  nos municípios de Bodoquena; Campo Grande; Caracol; Jardim; Sidrolândia; e Maracaju, sendo que os demais municípios apresentaram concentrações inferiores a  $1 \text{ mgN-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ . Mesmo que esses valores não tenham atingido o VMP, a contaminação dessas águas pode ter origem na precariedade do saneamento básico desses municípios, já que em cinco deles – Rio Negro, Anastácio, Bodoquena, Caracol e Sidrolândia – apresentaram também presença de bactérias do grupo coliformes em suas águas.

Desde o ano de 1997, pesquisas sobre a qualidade das águas subterrâneas, na área urbana do município de Anastácio (MS), vêm sendo realizadas, demonstrando resultados preocupantes quanto à ocorrência dessas grandes concentrações de nitrato, por ser um elemento químico extremamente prejudicial à saúde humana em concentrações acima de  $10 \text{ mg N-NO}_3^- \text{L}^{-1}$ . Pinto (1998) e Ayach (2002) constataram evidente correlação desses valores elevados de nitrato com as precárias condições de saneamento básico, sendo este elemento de origem orgânica, gerado pela grande ocorrência de fossas negras e/ou rudimentares na cidade e pela forma inadequada de disposição de resíduos sólidos. Os valores detectados chegaram a alcançar três vezes acima do VMP, de acordo com a legislação vigente.

O consumo de água com altas concentrações de nitrato torna-se preocupante, uma vez que está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosaminas carcinogênicas (CAMPBELL, 1952; ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

De acordo com Barcha (1997), os efluentes domésticos depositados na zona não saturada permitem sua transformação gradativa para amônia e, finalmente, para nitratos, como forma aniônica mais estável no ambiente aeróbio. Levantamentos das prováveis fontes de nitratos mostraram que apenas águas residuárias, oriundas da fuga da rede de esgotos sanitários, se relacionam ao contaminante. Em decorrência da maior concentração humana e em razão de um descompasso entre aumento de densidade populacional e a modernização da rede de esgotos, a sobrecarga determina fugas cada vez maiores destas mesmas águas, ricas em matéria orgânica nitrogenada da rede de esgotos, permitindo a produção de nitratos na zona insaturada. Sendo solúveis e estáveis, estes nitratos misturam-se à água subterrânea bombeada pelos poços.

**Tabela 5 – Características físico-química e bacteriológica das águas subterrâneas de dezesseis sedes localizadas na região hidrográfica do Rio Paraguai em 2005.**

Municípios	Coliformes (UFC)		Nitrato (mgNO <sub>3</sub> -NL <sup>-1</sup> )	Nitrito (mg NO <sub>2</sub> -NL <sup>-1</sup> )	Cloreto (mgCl L <sup>-1</sup> )	Cor (mgPt-CoL <sup>-1</sup> )	pH	Turbidez (NTU)
	Termotolerantes	Totais						
Coxim	A	A	3,31	Nd	*	*	7,5	*
Rio negro	16	80	5,11	Nd	*	nd	5,8	0,3
Anastácio	12	80	8,56	0,06	52	12,5	7,6	3,6
Bandeirante	A	3,9	0,57	0,05	17	nd	7,4	0,5
Bodoquena	8	80	2,77	Nd	16	nd	8,1	1,9
Campo Grande	A	80	2,49	0,17	22	nd	7,8	1,0
Caracol	1,2	80	2,02	Nd	16	nd	7,3	4,4
Dois irmãos do Buriti	A	80	0,77	Nd	7	160	7,2	43,4
Jaraguari	60	80	0,18	Nd	5	nd	6,8	0,9
Jardim	A	80	2,34	Nd	29	nd	5,6	0,2
Miranda	A	A	0,07	Nd	*	nd	7,1	*
Nioaque	7	80	1,86	Nd	16	10	7,5	4,1
Sidrolândia	12	80	2,31	Nd	22	17,5	6	5,1
Terenos	21	80	1,68	Nd	22	nd	6,3	2,3
Maracajú	A	80	2,05	0,76	34	nd	7,9	0,8
Rio Verde	A	A	0,01	Nd	*	10	6,4	7,7

nd não detectável ;

\* dados indisponíveis

Fonte: Adaptado de Dias et al. (2006).

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH) inferiores à faixa permitida de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2004) foram registrados nos municípios de Rio Negro com 5,8, e de Jardim com 5,6, seguido dos municípios de Jaraguari com 6,8; Sidrolândia com 6,0; Terenos com 6,3; e Rio Verde com 6,4. Os demais apresentaram águas alcalinas com valores acima de 7,0, correspondendo a 62,5% dos municípios da bacia, sendo o maior valor registrado no município de Bodoquena, com 8,1 (DIAS et al., 2006) essa alcalinidade é influenciada pelas elevadas concentrações de rochas bicarbonatadas calcárias da formação Cerradinho do Grupo Corumbá.

Em relação à cor da água destinada para o abastecimento público, esta não deve passar de 15 unidades *Hazen* (uH), de acordo com a Portaria n.518/2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), contudo, em conformidade com Dias et al. (2006), os municípios de Dois Irmãos do Buriti e Sidrolândia ultrapassaram este valor, apresentando os valores de 160 uH e 17,5 uH respectivamente, seguidos dos municípios de Anastácio com 12,5 uH; Nioaque e Rio Verde com 10 uH. Nos demais municípios não foi detectada cor na água.

Quanto ao valor máximo permitido (VMP) de cloreto, os municípios de Anastácio e Maracaju apresentaram as maiores concentrações com 52 mgL<sup>-1</sup> e 34 mgL<sup>-1</sup> respectivamente, enquanto Campo Grande com 22 mgL<sup>-1</sup>; Jardim com 29 mgL<sup>-1</sup>, e os demais municípios com concentrações inferiores a 20 mgL<sup>-1</sup>. (DIAS et al., 2006). Embora essas concentrações estejam abaixo do VMP de 250 mgL<sup>-1</sup> (BRASIL, 2004), a presença de cloreto em águas que apresentam concentrações de nitrato e coliformes elevadas, a exemplo do município de Anastácio, indica que a área encontra-se mais susceptível à contaminação por esgotos domésticos e fossas, devido à falta de investimentos do poder público no campo do saneamento básico.

O limite máximo permitido de turbidez para as águas do sistema de distribuição é de 5 unidades de turbidez (uT), todavia, os municípios que apresentaram coloração nas águas também apresentaram turbidez elevada (BRASIL, 2004). Os valores acima VMP, de 5 unidades de turbidez, foram registrados nos municípios de Dois Irmãos do Buriti com 43,4 Unidades de Turbidez Nefelométrica (NTU); Rio Verde com 7,7 NTU, e Sidrolândia com 5,1 NTU.



Diante do exposto, torna-se evidente a ausência de infra-estruturas e outras estratégias de planejamento e gestão, correlacionadas direta e indiretamente ao saneamento básico nos municípios da bacia hidrográfica do Paraguai, o que, entre outros aspectos, implica seriamente na manutenção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas e, conseqüentemente, no comprometimento de suas formas de uso e acesso ao recurso natural.

Ressaltamos que além das implicações ambientais relacionadas à deterioração da qualidade ambiental e à quantidade dos estoques de recursos hídricos destinados ao uso humano, os riscos para a saúde dos distintos segmentos das populações abrangidas pelos problemas derivados destas situações, tornam-se crescentes e emergenciais. Estas conjunturas exigem medidas imediatas e emergenciais de intervenção, através de políticas governamentais e públicas, além de outras estratégias administrativas, a exemplo da implementação de ações no âmbito da Educação Ambiental formal e não-formal, de acordo com o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) e da Agenda 21, bem como o desenvolvimento de outras ações preventivas e corretivas preconizadas pelo Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano, da Secretaria de Vigilância em Saúde, órgão do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006).

### **Considerações Finais**

A bacia hidrográfica entendida como célula básica de análise ambiental, nos possibilita o conhecimento e a avaliação de seus diversos sistemas, componentes e processos interativos. Desta forma, os resultados aqui discutidos, embora de forma parcial e não englobando todas as variáveis necessárias, são extremamente preocupantes quando visualizados ao longo do tempo.

Verificamos, de forma geral, que os índices de atendimento de esgoto sanitário, das sedes urbanas dos municípios da área da bacia, ainda continuam muito baixos, com apenas 22,54 % em todas as UPGs, inclusive com diminuição no

atendimento devido ao não acompanhamento do ritmo mais acelerado da expansão urbana correlacionada à demanda crescente de consumo de água e das necessidades ligadas às estruturas de saneamento básico. Assim, dos dezesseis municípios analisados, oito, ou seja, 50% encontrava-se com suas águas contaminadas por bactérias do grupo coliformes, portanto, consideradas impróprias para diferentes formas de consumo humano. Os municípios da bacia do rio Miranda (UPG II-3) destacam-se com concentrações mais elevadas de bactérias termotolerantes, sendo esta bacia que apresenta maiores gradientes de comprometimento, seguida pela bacia do Rio Negro (UPG II-4), ambas UPGs da Região Hidrográfica do Paraguai (conforme Figura 1). Quanto aos coliformes totais, foram encontrados em quase todos os municípios amostrados da bacia hidrográfica do Paraguai.

Vale salientarmos que as informações analisadas sobre a coleta de esgoto e deposição do lixo são referentes apenas aos dados oficiais da gestão pública municipal. Se considerarmos que a maioria da população em seus domicílios tem a prática cultural do enterramento de lixo; aterramentos de poços d'água com resíduos sólidos; depósitos de lixo a céu aberto em terrenos baldios e valas; ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial; uso de fossas rudimentares, entre outras, podemos inferir que o problema da contaminação das águas subterrâneas ao longo do tempo é bem mais complexo e emergencial.

Quanto às concentrações de nitrato nas águas subterrâneas, dentro da Região Hidrográfica do Paraguai (UPG II) também destacamos o maior comprometimento dos municípios pertencentes à bacia do rio Miranda (II.3) - Anastácio; Bodoquena; Maracaju; Campo Grande; Jardim e Sidrolândia – sendo que o município de Anastácio é o que apresenta as mais altas concentrações entre os dezesseis municípios analisados, estando bem próxima ao VMP. Tendo em vista que o nitrato é um elemento químico considerado acumulativo, torna-se também preocupante as concentrações abaixo do VMP detectadas nos municípios de Rio Negro (bacia do Rio Negro – UPG II.4); Coxim (bacia do rio Taquari – UPG II.2) e Caracol (bacia do rio Apa – UPG II.6) (Ver Figura 1). Ressaltamos ainda que os

valores de cloreto dos municípios de Anastácio e Maracaju também estavam elevados, conduzindo a uma correlação com os valores do nitrato.

De modo geral, as informações analisadas nos conduzem com clareza à necessidade de um planejamento ambiental que leve em conta a avaliação da qualidade das águas subterrâneas utilizadas para fins domésticos e de potabilidade pelos munícipes. Diante deste cenário, programas integrados de sensibilização e conscientização em saúde pública e educação ambiental poderiam contribuir para a melhoria da qualidade de vida destas populações levando a escolhas de processos de adaptação e ajustamentos mais conscienciosas diante das situações ocorrentes e de tomadas de decisão, mediante o desenvolvimento de uma percepção ambiental mais próxima das realidades vivenciadas, resultando ainda em ações pró-ambientais mais efetivas.

É de fundamental importância considerar neste contexto que as características hidrogeológicas e sócio-econômicas de cada região, bem como o tipo de uso e manejo dos seus diversos recursos naturais associados à ocupação do solo, são fatores preponderantes para interpretações e outras análises ambientais valorativas, exigindo levantamentos criteriosos para a compreensão dos processos ocorrentes em sub-superfície e, por decorrência, da preservação da qualidade das águas subterrâneas, uma vez que existe intrínseca inter-relação entre os elementos dos subsistemas natural e construído.

O desenvolvimento de programas contínuos de educação ambiental na região hidrográfica do Paraguai e nas bacias compreendidas deveria destacar suas importâncias no cenário brasileiro, mais a necessidade de uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos e florestais, considerada a íntima dependência existente, e que também assegura a relevância estética, hidrológica e ecológica de seus cenários regionais. Esta relevância é, sobretudo, marcada pelas paisagens do Pantanal Mato-grossense, declarado Patrimônio Nacional, de acordo com o capítulo VI, artigo 225, parágrafo 4º da Constituição Brasileira de 1988 (BRASIL, 2008c), além de ser considerado Reserva da Biosfera pela *United Nations Educational*,

*Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) no ano de 2000, e por abrigar uma das cinco áreas brasileiras de significativa importância pela Convenção de *Ramsar* sobre Áreas Úmidas (1971), a partir de 1993.

A valoração objetiva e subjetiva das áreas em estudo deveria privilegiar não somente os valores intrínsecos à Natureza, mas sensibilizar a percepção ambiental de suas populações e instituições no que tange ao estabelecimento das prioridades regionais e locais abarcando tanto a gestão e conservação dos recursos hídricos, como o significado da preservação de seus mananciais e dos aspectos pertinentes à saúde pública e à qualidade ambiental e de vida. Deste modo, teremos condições efetivas de transformar cenários associados aos problemas e conflitos originados pela escassez ou degradação dos recursos hídricos, principalmente quanto aos fatores e variáveis que se relacionam ao acesso e à qualidade da água potável, determinando diferentes contextos sociais.

Cabe lembrarmos que não se trata de uma discussão ou análise meramente casuística, mas de uma avaliação das condições ambientais verificadas na área em questão e vivenciadas cotidianamente por milhares de indivíduos, que comprometem não só a qualidade de vida como também a dos recursos naturais e, por extensão, a saúde das populações. Estes cenários refletem uma realidade ambiental ainda marcada pela insalubridade e degradação, tendo sua gênese muitas vezes a partir da combinação e das controvérsias de muitos planos de gestão ambiental, determinados por aspectos e interesses econômicos e políticos, a exemplo de muitos outros casos (e descasos) nacionais e internacionais. Para finalizar, em termos da deterioração destes mesmos cenários ambientais concernentes à gestão e conservação dos recursos hídricos e suas relações com o saneamento, saúde pública e qualidade das águas superficiais e subterrâneas, ainda é muito oportuna e atual a recordação do velho adágio: “*Tudo o que fazemos, fazemos para nós mesmos!*”. Com certeza, um ponto a mais para refletir.

## Referências

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista Saúde Pública**. Rio de Janeiro. v. 322, nº 2, 1998, p.160-165.

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 th ed. Washington, 1998.

AYACH, L. R. **Implicações sócio-econômicas e sanitárias na qualidade das águas freáticas da cidade de Anastácio-MS**. 2002. 110 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2002.

AYACH, L. R; PINTO, A. L. Saneamento básico e condições socioeconômicas: uma análise da cidade de Anastácio-MS. **OLAM – Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, vol. 7, n. 1, maio de 2007, p. 595-617.

BAGANHA, C. A. **Instrumentação eletromagnética no monitoramento de plumas de contaminação**. 1996. 82 f. Exame de Qualificação (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1996.

BARCHA, S. F. Impactos antrópicos sobre recursos hídricos. In: **Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável**. BICRH/USP, julho de 1997. p. 104-117.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, Carlos. E.M. (org). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre; EDUFRGS/EDUSP, 1993.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/paq/regioes/paraguai.html>>. Acesso: dezembro/2008a.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. DOU nº 066. Brasília-DF. 07/04/2008b, p. 66-68.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso: dezembro/2008c.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. Brasília-DF, 2005. Disponível em:

<[http://www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/documentos/02b%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Subterr%E2neas/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/02b%20Panorama%20da%20Qualidade%20%C1guas%20Subterr%E2neas/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf)>. Acesso: novembro/2008

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.518 de 25 de março de 2004**. DOU nº 59, Brasília, 26/03/2004. Seção 1, p. 266.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). **Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003**. Institui a divisão hidrográfica Nacional. Publicado no DOU em 17/12/2003. Brasília-DF.

CAMPBELL, W. A. B. Methaemoglobinaemia due to nitrates in wellwater, **British Medical Journal**, London, n.16, 1952, p. 371-373.

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.

GUIMARÃES, S.T.L. **Percepção de riscos ambientais**. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2003. 14 slides: color. Slides gerados a partir do *software PowerPoint*.

GUIMARÃES, S.T.L. Planejamento e proteção dos recursos paisagísticos: aspectos relacionados à cognição, percepção e interpretação da paisagem. **OLAM – Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 5, n. 1, maio p. 202-219, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ms> > Acesso em: dezembro/2008.

PERH-MS. PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Consolidação da etapa de diagnóstico do plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Secretária de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Campo Grande. Julho de 2008.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio-MS**. 1998. 175 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro-SP, 1998.

ZOBY, J.L.G.; MATOS, B. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12, Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. CD-ROM.



## RESUMO

Tendo em vista a forte ligação da inadequação das condições de saneamento básico com a contaminação das águas subterrâneas, torna-se de extrema relevância a verificação da qualidade dessas águas, bem como suas implicações ambientais e de saúde. Desta forma, o presente artigo objetiva apresentar alguns dados sobre a qualidade das águas subterrâneas de municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraguai, no estado de Mato Grosso do Sul, bem como correlacionar esses dados com as condições de saneamento básico existentes. Para a realização deste estudo, foi adotada as Unidades Territoriais Hidrográficas de Planejamento e Gerenciamento (UPGs) propostas pelo Relatório Parcial do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul (PERH-MS, 2008), com o propósito de analisar os dados referentes ao saneamento básico dos municípios da bacia hidrográfica do rio Paraguai no referido estado. Os dados de saneamento foram correlacionados com as características físico-químicas e bacteriológica das águas subterrâneas de dezesseis dos vinte e sete municípios da região hidrográfica do rio Paraguai, obtidos de DIAS *et al.*, (2006) em conformidade com Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 e a Resolução CONAMA nº 396/2008. Os resultados indicam que os índices de atendimento de esgoto sanitário das sedes urbanas da bacia hidrográfica do rio Paraguai estão muito baixos, e que a maioria dos municípios da bacia encontram-se com suas águas subterrâneas comprometidas para consumo humano.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica. Água Subterrânea. Saneamento Básico. Poluição. Qualidade Ambiental. Gestão de Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

Considering the strong connection of inadequate basic sanitary conditions with groundwater; it is relevant to verify the quality of these waters, as well as the environmental and health implications they may cause. Thus, the objective of this article is to present data about the groundwater quality of some of the counties of the Paraguay River basin in the state of Mato Grosso do Sul and correlate them with the existing basic sanitary conditions. The study was accomplished using the Hydrographic Territory Units of Planning and Management (UPGs) proposed by the Partial State Report of Hydro Resources (PERH-MS 2008) with the purpose of analyzing data that refer to the basic sanitary conditions of the counties of the Paraguay River hydrographic basin in the state mentioned. The sanitary data was interconnected with the physical/chemical and bacteriological characteristics of the ground water in sixteen of the twenty seven counties of the hydrographic region of the Paraguay River basin obtained by DIAS *et al.* (2006) according to Portaria Health Ministry nº 518/2004 and CONAMA Resolution nº 396/2008. The results show that the index the sanitary sewage assistance of the urban centers of the Paraguay River hydrographic basin are very low and that most of the groundwater in these counties are compromised for human consumption.

**Key words:** Hydrographic Basin. Ground Water. Basic Sanitary Sewage. Pollution. Environmental Quality. Hydric Resource Management.



### **Informações sobre os autores:**

[1] Lucy Ribeiro Ayach – <http://lattes.cnpq.br/7713816570960080>

Possui graduação em Geografia Licenciatura e Bacharelado; Especialização e Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Atualmente está cursando o Doutorado em Geografia pela UNESP de Rio Claro-SP, é bolsista pela Fundect/MS e exerce a função de Professora Voluntária do Departamento de Geociências da UFMS/Campus de Aquidauana (MS). Tem experiência na área de saneamento básico e ambiental, qualidade ambiental e de vida, planejamento e gestão ambiental.

Contato: [luayach@terra.com.br](mailto:luayach@terra.com.br)

[2] Solange T. de Lima Guimarães – <http://lattes.cnpq.br/6635058136218303>

Geógrafa, Mestre e Doutora em Geografia [Organização do Espaço, IGCE-UNESP, Rio Claro/SP]; Livre docente em Interpretação e Valoração de Paisagens. Docente do Depto. de Geografia – IGCE/UNESP, nos cursos de Pós graduação em Geografia, níveis mestrado e doutorado. Coordenadora do Laboratório de Interpretação e Valoração Ambiental do Depto. de Geografia. Docente convidada do Curso de Especialização em Educação Ambiental, CRHEA/USP, Escola Engenharia de São Carlos (SP).

Contato: [hadra@uol.com.br](mailto:hadra@uol.com.br)

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

Possui graduação em Geografia Licenciatura e Bacharelado; Mestrado e Doutorado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho de Rio Claro (SP). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no campus de Três Lagoas, Departamento de Ciências Humanas (DCH). Tem experiência na área de Geociências/Geografia Física/Hidrogeografia, com ênfase em Hidrogeografia, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento e gestão ambiental, saneamento ambiental, qualidade das águas, Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos.

Contato: [andreluiz@cptl.ufms.br](mailto:andreluiz@cptl.ufms.br)

[4] Nanci Cappi – <http://lattes.cnpq.br/3896789630721072>

Possui graduação em Química Licenciatura e Bacharelado; Especialização em Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso; Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Mato grosso do Sul; Atualmente e Professora da Universidade Estadual/Unidade Universitária de Aquidauana (MS). Atua nas áreas de saneamento ambiental, qualidade das águas e manejo e utilização de resíduos em agrossistemas.

Contato: [nccappi@uems.br](mailto:nccappi@uems.br)