

# CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR COLIFORMES: UM ESTUDO DA CIDADE DE ANASTÁCIO-MS



CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1980-654X – está licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

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

## INTRODUÇÃO

As reservas de água em condições de potabilidade são escassas e seu uso racional inclui a preservação de sua qualidade, assim como de outros recursos naturais. A degradação e a consequente perda de qualidade desse recurso, tanto em termos do uso para dessedentação, quanto para outras formas diretas e indiretas de utilização urbana, rural e industrial, vêm se agravando ainda mais devido às diversas fontes de poluição, gerando dificuldades para o seu aproveitamento, intensificando as condições de sua escassez e contaminação em diferentes áreas do planeta e, em muitos casos, de modo irreversível para algumas regiões geográficas. O aumento cada vez maior de cargas poluentes lançadas nos corpos d'água acaba, de uma ou outra forma, contribuindo para que os mesmos sejam vistos como receptáculos temporários ou finais de uma grande variedade e quantidade das mesmas.

Com o comprometimento da qualidade das águas superficiais, o uso das águas subterrâneas para abastecimento público tornou-se uma opção assustadoramente crescente. Este fato torna-se preocupante, tendo em vista a falsa premissa de que as águas subterrâneas, diferentemente das águas superficiais, estão protegidas de contaminação.

Baganha (1996, p.01) enfatiza que a contaminação das águas ocorre quando são lançados ao meio hídrico, inadequadamente, resíduos sólidos e/ou líquidos, pesticidas e fertilizantes utilizados nas lavouras ou, ainda, quando partículas em suspensão na atmosfera são carregadas ao solo pela ação de precipitações pluviométricas, afetando de modo adverso a qualidade das águas.

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 no sistema de esgotos municipais; pela infiltração em lagoas de oxidação não revestidas, usadas no tratamento de esgotos; pela disposição de resíduos em áreas não revestidas (lixões); pela infiltração de produtos do petróleo, gasolina, óleo diesel e álcool carburante, provenientes dos tanques de estocagem dos postos de abastecimento e, também, devido à descarga no solo de despejos nitrogenados da indústria alimentícia.

Diante deste cenário, podemos observar que existe uma 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 compreender as diversas fontes de contaminação, abrangendo as implicações ambientais decorrentes e de saúde da população. O saneamento básico compreende os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública e coleta de lixo, desempenhando importante papel na conservação ambiental, bem como no bem estar social, posto que esses serviços têm por objetivo principal promover melhores condições ambientais, necessárias tanto à manutenção da qualidade de vida como à proteção da saúde.

São notáveis os inúmeros registros de ocorrência de doenças vinculadas à falta ou ausência de saneamento básico e às formas inadequadas de uso e ocupação do solo, exigindo, portanto, medidas preventivas mais severas, visando à melhoria nas condições de moradia e de convivência salubre entre as pessoas e seu entorno, possibilitando uma relação harmoniosa e saudável. Estima-se que cerca de 80% de todas as doenças humanas estejam relacionadas, direta ou indiretamente, à

água não tratada, saneamento precário e falta de conhecimentos e informações básicas de higiene e dos mecanismos das doenças.

Com isso, o propósito primário para a exigência da manutenção dos padrões de qualidade dos recursos hídricos é a proteção à saúde pública, pois a água configura-se como um meio de veiculação de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de diferentes tipos de infecções, geralmente através da ingestão de água contaminada, justificando assim o constante monitoramento do seu padrão de qualidade microbiológica.

Cappi (2002, p. 24) salienta que as fontes de contaminação das águas subterrâneas são diversas e podem originar compostos químicos, orgânicos e inorgânicos, como bactérias do grupo coliformes, sendo estas indicadoras da qualidade higiênico-sanitária, destacando-se os coliformes fecais, indicadores de possível contaminação fecal (MENDONÇA; GRANADA, 1999, p. 75). A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra de água, é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações. Portanto, a determinação da potencialidade de um corpo d'água ser portador de agentes de doenças pode ser feita de forma indireta, através de organismos indicadores de contaminação fecal.

Neste contexto, dentre os parâmetros para avaliação da qualidade da água, a determinação da concentração de bactérias do grupo coliformes assume muita importância, por se constituir num indicador da possibilidade de existência de microorganismos entéricos patogênicos, provenientes de fezes humanas, de animais de sangue quente ou de esgotos (PORTO ALEGRE, 2000, p.38).

Dada a importância do monitoramento da qualidade da água de consumo humano, este artigo apresenta uma análise interpretativa sobre a qualidade da água subterrânea da área urbana do município de Anastácio, estado de Mato Grosso do Sul (MS), tendo como parâmetros os dados das análises de coliformes totais e fecais das amostras de água freática de 21 poços, coletados nas residências dos

diferentes setores da cidade, no período referente ao inverno de 2003 até o verão de 2004.

A análise apresentada correlaciona diferentes variáveis, tendo em vista a influência de fatores sanitários e socioeconômicos domiciliares, por ser uma cidade com significativa carência de saneamento básico domiciliar e que apresenta uma pequena rede de captação de esgoto sanitário, prevalecendo, na maioria dos domicílios da cidade, 77,3%, o uso de fossas rudimentares (AYACH, 2002, p. 94), consideradas inadequadas, e que interferem diretamente no comprometimento do lençol freático. Além das fontes de contaminação por esgoto, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos no solo aumenta também o risco de poluição das águas subterrâneas.

## **LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

O município de Anastácio localiza-se na porção centro-sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, na microrregião geográfica de Aquidauana (MRG 002), estando situado entre as latitudes 20° 23' 54" S e 21° 03' 59" S e as longitudes de 55° 24' 22" W e 56° 19' 57" W.

A extensão territorial do município é de 2.877 km<sup>2</sup> e a área urbana possui 10,057 km<sup>2</sup>, que representam apenas 0,44% da área total, entre as coordenadas de 20° 29' 01" de latitude S e 55° 48' 25" de longitude W, a 143 quilômetros de distância da capital do estado.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2000), o município possui população total de 22.460 habitantes, sendo que destes 17.261 habitantes residem na área urbana e 5.199 na área rural, com uma taxa de crescimento anual de 1,24. Já na contagem do IBGE do ano de 2007 (BRASIL, 2007), a população de Anastácio declinou para 22.364 habitantes.

A principal atividade econômica do município é a pecuária e a segunda a agricultura de pequeno porte, que é desenvolvida nas diversas Colônias e nos 02(dois) Assentamentos Rurais.

Quanto às características físicas, Anastácio encontra-se localizado num patamar de contato entre a *cuesta* Arenítica Basáltica da Borda Ocidental da Bacia do Paraná (Serra de Maracaju), intracratônicas do Cretáceo, a Leste; o embasamento cristalino do Paleozóico (Serra da Bodoquena), a oeste; e a bacia sedimentar do Terciário/Quaternário pericratônica (Planície do Pantanal), a Noroeste. A cidade assenta-se sobre um pacote de materiais inconsolidados, irregularmente distribuídos, provenientes, sobretudo, da Formação Aquidauana.

O município estende-se, altimetricamente, da linha do reverso de *cuesta* do Planalto de Maracaju–Campo Grande, a Leste, com altitudes variando de 400 a 300 m, passando, em sua porção central, pela Depressão do Rio Miranda, com altitudes oscilando entre 200 e 150 m, até a Planície de Inundação do Rio Miranda, com altitudes inferiores a 140 m, a Oeste. A área urbana de Anastácio localiza-se no primeiro patamar dessa depressão, em terrenos da Formação Aquidauana e, em sua grande maioria, em área com inclinação predominante de S para N. Altimetricamente, a cidade situa-se em sua porção mais elevada, na Depressão do Rio Miranda/Aquidauana, em torno dos 200 m ao longo do aterro da rodovia BR-262, no trecho que se estende entre os Trevos do Taquaruçu e de Nioaque/Corumbá, onde tal rodovia desempenha papel de divisor de águas da sub-bacia do Ribeirão Taquaruçu e de pequenos afluentes da margem esquerda do Rio Aquidauana.

Os pontos mais baixos da cidade encontram-se ao longo das margens do Rio Aquidauana, com cerca de 140 m de altitude. Portanto, com um desnível de 60 m em aproximadamente 2.300 m de vertente, resultando, em média, a cada 38,3 metros um desnível de 1 metro, submetidos a uma declividade média que oscila entre 0 e 6 %. As margens do rio Aquidauana são marcadas por barrancas íngremes, com declividade em geral superior a 50%, constituindo uma das mais frágeis e de alto risco de ocupação. De forma geral, essa topografia é seguida

também pela topografia da subsuperfície, porém, com alguns *embaciamentos*, quebrando em alguns momentos os gradientes de declividade, provavelmente reflexo de tectonismos que armazenam águas freáticas captadas por poços rasos, com no máximo 120m de profundidade.

Na área urbana de Anastácio, a ocupação está distribuída irregularmente, com áreas bastante adensadas e outras com vazios urbanos. As subdivisões de alguns bairros da cidade não estão devidamente oficializadas, o que pode ocasionar diferenças no levantamento de dados para pesquisas. Assim, optou-se em considerar nas pesquisas já realizadas na cidade de Anastácio os dados dos setores estabelecidos pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), os quais são atualizados mensalmente. Esta subdivisão considera 05 (cinco) grandes setores em Anastácio: Centro, Vila Rodrigues, Vila Flor, Vila Umbelina e Jardim Independência.

De acordo com Maciel (2006, p. 08), o setor 01-Centro possui 1.390 domicílios, que correspondem a 19% do total, com uma população estimada de 5.282 habitantes; o setor 02-Vila Rodrigues possui 1.205 domicílios, que correspondem ao total de 16%, e sua população está estimada em 4.820; o setor 03-Vila Flor possui 2.508 domicílios, que representam 33,5% do total, com uma população estimada de 8.276 pessoas; a Vila Umbelina- setor 04, possui 1.999 domicílios, que equivalem a 26%, com população estimada em 7.596; no setor 05-Jardim Independência, existem 420 domicílios, que representam 5,5%, e sua população está estimada em 1.428 pessoas. Este setor é o único que se localiza após a BR-262, que atravessa a cidade, ficando isolado das demais áreas.

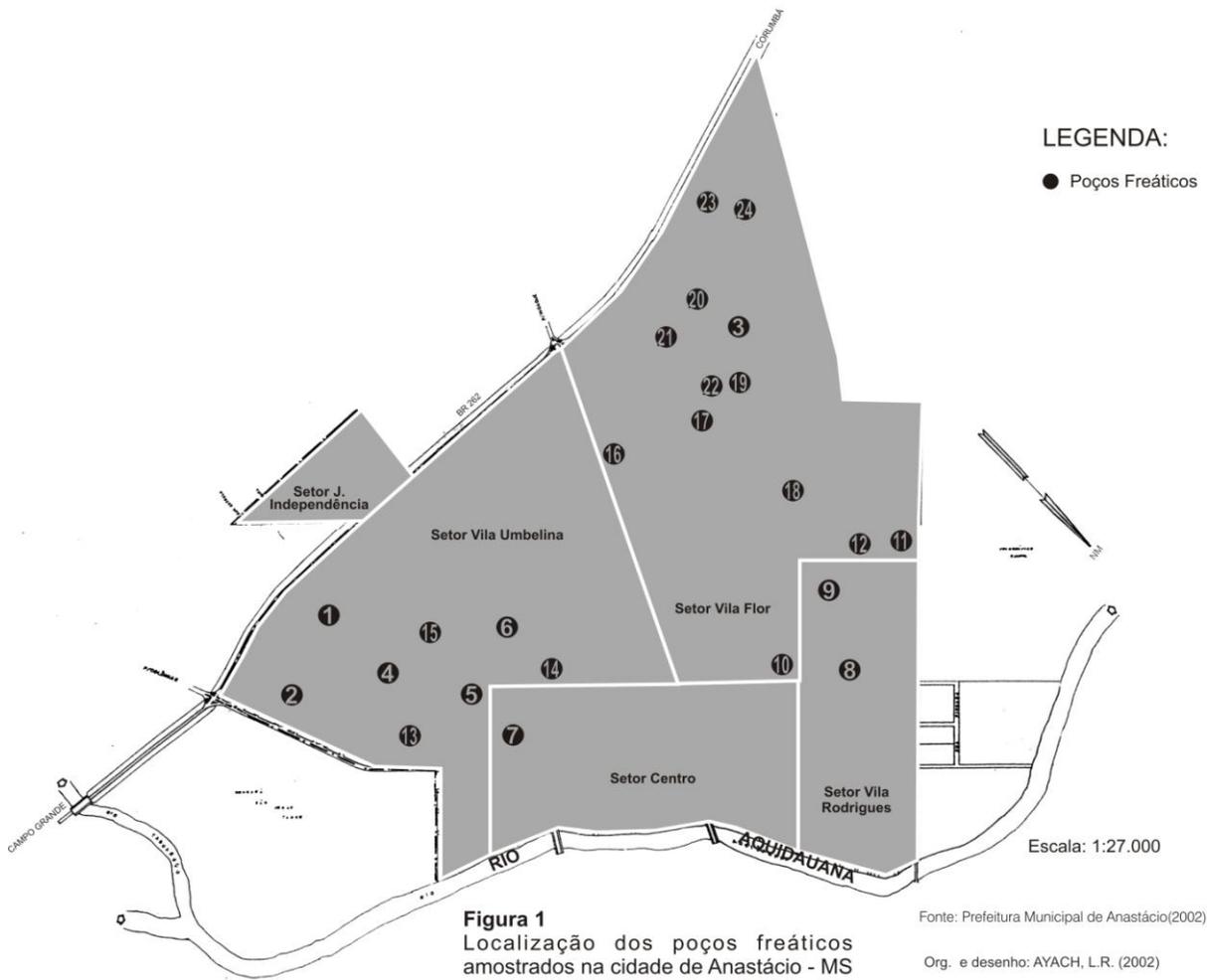
Vale salientar as condições deficientes de infraestruturas sanitárias urbanas existentes na cidade, sendo que, do ano de 1996 até 2006, as condições de saneamento básico domiciliares melhoraram somente 22,68% (AYACH; PINTO, 2007, p. 606).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

As coletas das amostras de água subterrânea foram realizadas sazonalmente – inverno e primavera de 2003 e verão de 2004, em 21 (vinte e um) poços freáticos, com profundidades inferiores a 20m, localizados em 4 setores da cidade de Anastácio (Figura 1): Vila Umbelina com 7 poços (P1 ao P7), Centro com 01 (um) poço (P8), Vila Rodrigues com 02 (dois) poços (P9 e P10) e Vila Flor com 11 (onze) poços (P11 ao P21). Os poços foram selecionados através dos estudos realizados por Ayach (2002, p. 22) e pela confirmação, através de visitas nos domicílios, que os mesmos se encontravam em uso pelo morador. Os Setores Centro, com 01 (um) poço, e Vila Rodrigues, com 02 (dois) poços, possuem abastecimento constante pela rede de água. Já os setores Vila Umbelina e Vila Flor sofrem com interrupção maior no abastecimento de água da rede ou possuem áreas não atingidas totalmente pela rede, tendo, conseqüentemente, mais poços em utilização, ocasionando maior amostragem em relação aos demais setores. O setor Jardim Independência não foi monitorado nesta pesquisa por não possuir poço freático em uso pela comunidade.

As amostragens foram realizadas em 03 (três) períodos: inverno e primavera de 2003 e verão de 2004. A técnica de coleta, preservação e a análise nos 03 (três) períodos foram as mesmas e seguiram orientações descritas por Soares e Maia (1999, p. 70).

O método de coleta consistiu na captação das amostras de águas dos poços freáticos, escavados através de amostrador adaptado em frasco de vidro de 250 mL, esterilizado em autoclave a 121°C, durante 30 minutos. Nos poços tubulares a coleta foi realizada diretamente em torneira, antes do reservatório. A torneira foi aberta antes da coleta, deixando a água correr por dois minutos e, em seguida, com o frasco aberto em posição vertical efetuou-se a coleta. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, transportadas para o laboratório e analisadas no mesmo dia. As análises seguiram a técnica dos Tubos Múltiplos, segundo Soares e Maia (1999, p.84).



No laboratório, após a agitação dos frascos, com o auxílio de um pipetador automático com ponteira esterilizada, foi retirado 1 mL da amostra de água e transferido para um tubo contendo 9 mL de água peptonada (0,1%). Posteriormente, homogeneizou-se o conteúdo por agitação e com outra ponteira estéril transferiu-se 1 mL da diluição  $10^{-1}$  para a diluição  $10^{-2}$  e assim para a  $10^{-3}$ . Depois de realizadas as diluições e homogeneizadas, para o teste presuntivo foi colocado 1 mL de cada diluição em tubos contendo caldo lauril triptose, com tubos de Durham invertido em seu interior. As amostras foram incubadas a  $35 \pm 0,5$  °C por 48 h. Foram considerados testes positivos aqueles que apresentam formação de gás dentro dos tubos de Durham e turbidez do meio. Com esses resultados, foi realizada a prova confirmativa para coliformes totais, utilizando caldo lactose bile verde brilhante, e para coliformes fecais (termotolerantes) o caldo EC, com tubos de Durham invertido.

A inoculação foi realizada por meio da transferência de uma gota retirada dos tubos positivos, com o auxílio de uma alça de platina. As amostras foram incubadas a 35° C durante 48 h para coliformes totais e em banho-maria a 44,5° C para coliformes fecais. Foram consideradas positivas as amostras que apresentaram gás dentro do tubo de Durham e os resultados foram expressos em valores de Número Mais Provável por 100 mL de amostra (NMP/100mL).

Para a correlação dos dados de qualidade da água subterrânea com a adequação sanitária dos diferentes setores da cidade, foi utilizada a pesquisa de Ayach e Pinto (2007, p. 604), a qual se baseou nos critérios de adequação das condições domiciliares de saneamento básico, segundo Vetter e Simões (1981, p. 21), que consideram adequado o abastecimento de água quando os domicílios contêm ligação com a rede geral, ou com poço ou nascente, com canalização interna, e inadequado quando os domicílios têm ligação com rede geral, nascente ou poço, sem canalização interna ou abastecimento por outras fontes.

Quanto à instalação sanitária, consideram adequados os domicílios com rede geral ou fossa séptica, e inadequados os domicílios com fossa rudimentar, outro tipo

ou quando não possuem fossa. Quanto à deposição de resíduos sólidos, é considerado adequado o domicílio que tem seu lixo coletado ou enterrado (quando for orgânico) e inadequado quando seu lixo é queimado a céu aberto, o lixo inorgânico enterrado e outras formas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) e da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 396/2008 (BRASIL, 2008), que estabelecem a qualidade da água para consumo humano, seu padrão de potabilidade e seu enquadramento de uso, os coliformes fecais (termotolerantes) devem ser ausentes em 100 mL de amostra da água para consumo humano. A água dos poços freáticos em todos os setores (Tabela 1) apresentou contaminação por bactérias do grupo coliformes termotolerantes e totais, portanto, todos os poços encontram-se fora dos padrões de potabilidade.

Na Vila Umbelina, os poços que apresentaram as menores concentrações de coliformes totais (CT) e termotolerantes ou coliformes fecais (CF) foram o P2 em todas as estações, P3 no inverno/03, P6 na primavera/03 e verão/04 e o P7 no inverno/03, com menos de 30 bactérias por 100 ml de amostra. O fato desse valor não quantificar o número de bactérias do grupo coliforme não significa ausência de contaminação, apenas os valores não atingiram a sensibilidade do método, mas a possibilidade de contaminação existe. As concentrações mais elevadas do setor na ordem de  $10^3$  e  $10^4$  foram registradas no poço P4 para CT e termotolerantes na primavera/03 e verão/04, enquanto as concentrações na ordem de  $10^1$  a  $10^3$  foram encontradas nos poços P1 em todas as estações, P3 na primavera/03 e verão/04, P5 em todas as estações e no P7 também nas estações quentes e chuvosas, primavera/03 e verão/04.

Tabela 1 – Número Mais Provável de Coliformes Totais e Termotolerantes em Águas de Poços Freáticos nos Setores da Cidade de Anastácio, MS

setores	Poços freáticos	Estações/Coliformes (NMP/100ml)					
		Inverno/03		Primavera/03		Verão/04	
		CT	CF	CT	CF	CT	CF
Vila Umbelina	P1	1,2 x 10 <sup>3</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	2,1 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	7,5 x 10 <sup>2</sup>
	P2	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
	P3	<30,0	<30,0	2,4 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>
	P4	1,5 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10	2,4 x 10 <sup>4</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
	P5	2,0 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10	2,0 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10	2,4 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>
	P6	9,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
	P7	<30,0	<30,0	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
Vila centro	P8	1,5 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10	<30,0	<30,0	7,0 x 10	<30,0
Vila Rodrigues	P9	4,6 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10	7,0 x 10	1,1 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>
	P10	7,0 x 10	4,0 x 10	1,4 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10	9,3 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>
Vila flor	P11	1,5 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>
	P12	40,0	<30,0	2,1 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10	4,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>
	P13	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>
	P14	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0
	P15	<30,0	<30,0	4,0 x 10	4,0 x 10	7,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
	P16	1,5 x 10 <sup>3</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
	P17	1,5 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>
	P18	9,0 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	2,1 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>
	P19	4,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>
	P20	4,6 x 10 <sup>3</sup>	7,5 x 10 <sup>2</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>
	P21	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10	2,1 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>

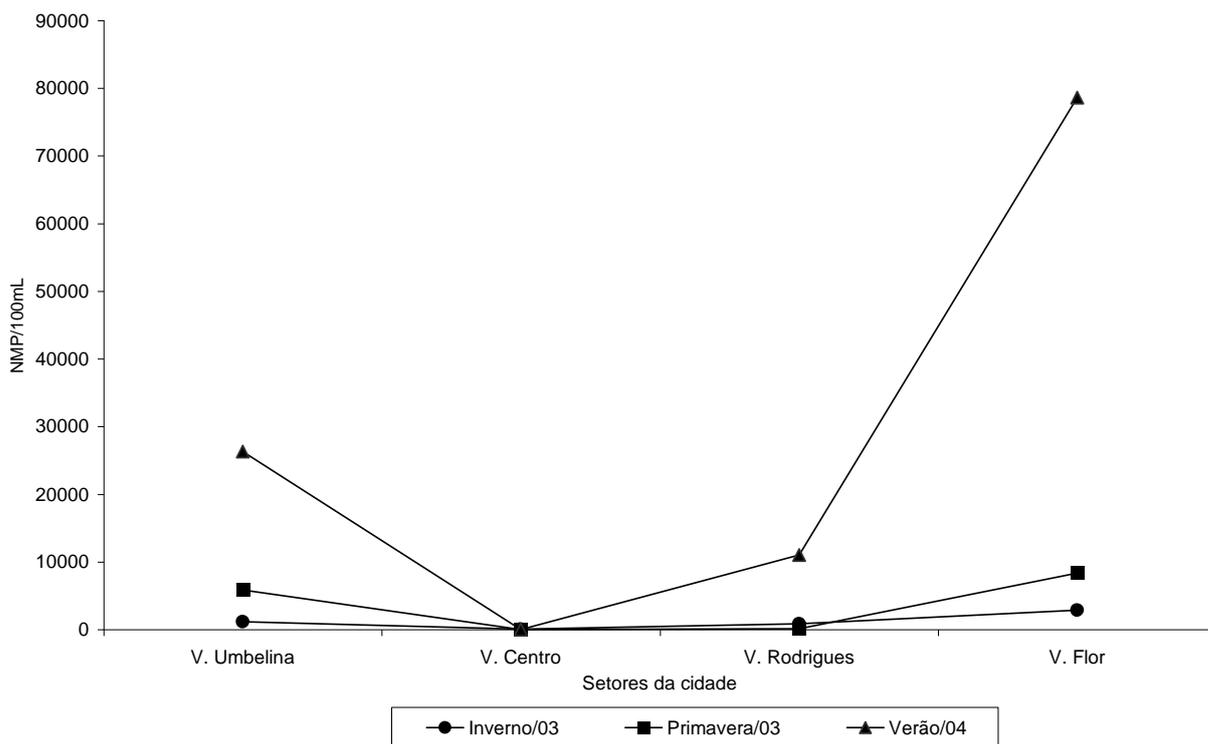
Dados de Campo (2003/2004)

No setor Centro, que possui melhor adequação de infraestruturas de saneamento básico, as águas do poço P8, o único que representa este setor, apresentou concentrações de bactérias inferiores aos poços dos demais setores, na ordem de  $10^2$  para CT e  $10^1$  para termotolerantes no inverno/03 e menos que 30 bactérias para CT e termotolerantes na primavera/03 e no verão/04.

Os 02(dois) poços do setor Vila Rodrigues apresentaram concentrações elevadas, principalmente na estação quente no verão/04, sendo que para o P9 na ordem de  $10^4$  e para o P10 na ordem de  $10^2$  para CT e termotolerantes.

Dos quatro setores monitorados, o setor Vila Flor foi o que mais apresentou poços com presença de CT e CF elevados. Dentre os 11 (onze) poços monitorados, 8 (oito) encontram-se com concentrações elevadas em todas as estações. As reduzidas concentrações, menos de 30 bactérias por 100 mL de amostra, foram registradas nos poços P14 em todas as estações e P15 no inverno/03. Os demais poços, em todas as estações, apresentaram concentrações oscilando na faixa de  $10^2$  a  $10^4$ , sendo que no poço P11 foram detectadas bactérias CT e termotolerantes na ordem de  $10^3$ , com exceção para termotolerantes no inverno/03. Os poços P13, P16, P18, P19, P20 e P21 apresentaram concentrações elevadas na ordem de  $10^4$  no verão/04 para CT e termotolerantes, com exceção do P19 com  $10^2$  para termotolerantes. Nas demais estações, as concentrações nesses poços situaram-se na faixa de  $10^2$  a  $10^3$  em todas as estações.

Na coleta de verão foram observados os maiores índices médios de contaminação por bactérias do grupo coliformes nos setores: Vila Umbelina, Vila Rodrigues e Vila Flor (Figura 2), sendo que os setores Vila Umbelina e Vila Flor foram os mais comprometidos nesta estação. O setor Centro apresentou as concentrações mais reduzidas em todas as estações analisadas, não sofrendo influência da sazonalidade.



Dados de Campo (2003/2004)

Figura 2 – Variação sazonal da média de Coliformes termotolerantes por setores da cidade de Anastácio, MS.

Ressalta-se que o verão é a estação com maior intensidade pluviométrica e temperaturas elevadas na região, condições que favorecem a contaminação e o desenvolvimento de bactérias nas águas de poços rasos e desprotegidos. Cappi, Carvalho e Pinto (2006, p. 44) também observaram elevadas concentrações de bactérias do grupo coliformes em água de poços freáticos em área rural e uma redução no inverno, período seco e com temperaturas inferiores.

Analisando os dados referentes às características de cada setor e dos respectivos poços, observou-se uma forte correlação da presença de coliformes nas águas dos poços freáticos com as respectivas condições sanitárias e com os aspectos socioeconômicos, tanto do setor quanto dos domicílios amostrados. O setor Centro, embora com a menor representação em relação aos demais, é o setor de Anastácio que apresenta a melhor adequação de infraestrutura de saneamento

básico domiciliar (Figura 3), bem como uma maior cobertura do serviço de captação de esgoto sanitário público. Além disso, dentre todos os setores, este é o que possui população com a melhor condição socioeconômica da cidade, considerando a renda e a escolaridade domiciliares (AYACH; PINTO, 2007, p. 611).

O setor Vila Rodrigues, que apresentou concentrações elevadas no verão/04, está localizado numa área que possui condições físicas diferenciadas das demais, o que, necessariamente, influencia na qualidade das águas freáticas. A Vila Rodrigues localiza-se num *embaciamento* que proporciona a subida do nível do lençol freático nos períodos chuvosos, quando as plumas de contaminação geradas à montante deste setor migram em sua direção. Essas condições, aliadas à baixa adequação de saneamento básico domiciliar, com apenas 49,31% (Figura 3), influenciam diretamente na qualidade das águas subterrâneas, principalmente pela marcante ocorrência de fossas negras no local. Estes fatores explicam as elevadas concentrações de coliformes neste setor, na estação quente e chuvosa. Quanto à escolaridade, prevalece em 70% da população do setor o ensino fundamental incompleto (AYACH; PINTO, 2007, p. 611).

Os dados do setor Vila Umbelina também são preocupantes, porque este setor se apresentou como o segundo pior em relação à contaminação de suas águas por bactérias do grupo coliformes. Novamente a correlação com os dados sanitários revela a implicação deste fator, uma vez que é o segundo pior setor em adequação sanitária, com apenas 42,77 % de adequação (Figura 3), embora seja o setor que mais recebeu infraestrutura pública de saneamento da cidade, na última década. Os dados socioeconômicos obtidos por Ayach e Pinto (2007, p. 611) revelam baixa escolaridade e baixo rendimento domiciliar.

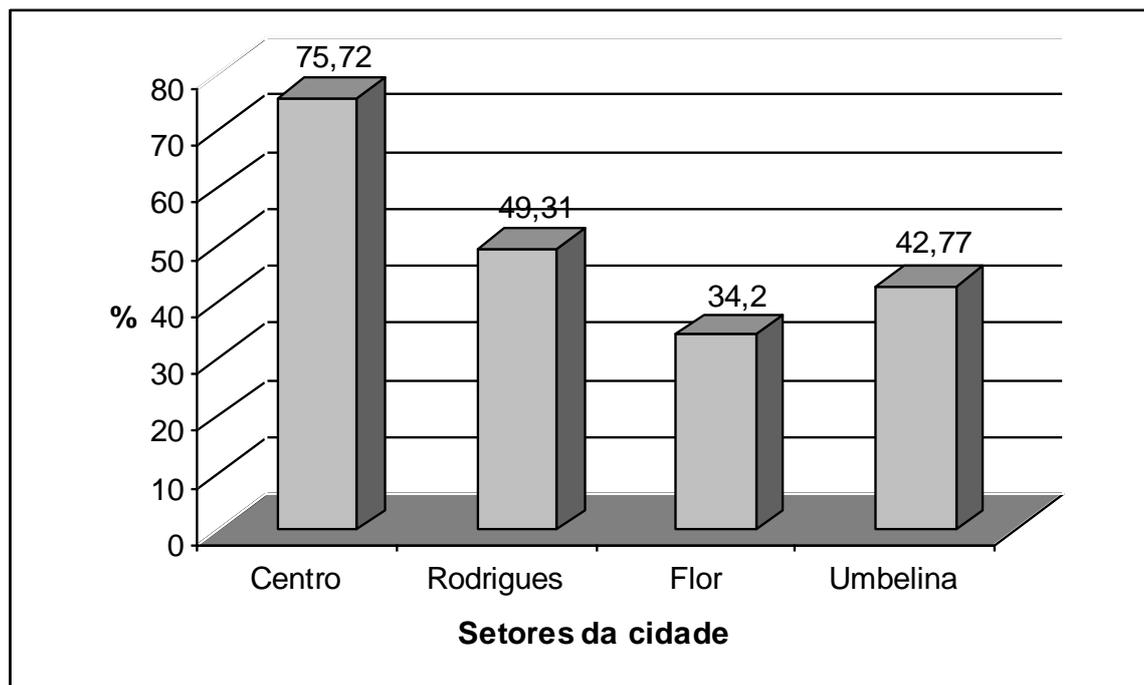


Figura 3 – Média das condições de adequação de saneamento básico domiciliar no período de 1996 a 2006, nos setores da cidade de Anastácio. Fonte: Ayach e Pinto (2007, p.605).

O setor Vila Flor, que obteve as maiores concentrações em todas as estações, localiza-se na região mais alta da área urbana e possui como característica marcante a ausência de infraestruturas urbanas em sua maior parte, sendo considerado o mais pobre dentre os 04 (quatro) setores monitorados. Isto implica, conseqüentemente, na precariedade das condições sanitárias dos domicílios, principalmente no que concerne à proximidade do poço com fossa rudimentar nas residências. Aliado a este fato, o setor Vila Flor possui quase total ausência de rede coletora de esgoto, o que faz com que se enquadre na pior adequação sanitária dentre os 04 (quatro) setores monitorados da cidade, obtendo uma média de apenas 34,2% de adequação, no período de 1996 a 2006. (Figura 3).

É fato que os aspectos econômicos e educacionais podem ser considerados como os principais fatores a explicarem a origem da maioria dos problemas sociais e ambientais na periferia das cidades. Assim, a Vila Flor aparece com a maior porcentagem de analfabetos dentre os setores monitorados, com 6,5% em 2006,

prevalecendo como maior escolaridade o ensino fundamental incompleto, o que representa 68% dos moradores do setor (AYACH; PINTO, 2007, p. 611).

Esses aspectos estão diretamente associados à falta de percepção das pessoas em associarem a proteção do poço e a limpeza de seu entorno com a qualidade da água, sendo comum os poços estarem descobertos ou precariamente cobertos (Figura 4). A estrutura física do poço, a manutenção e a sua localização na propriedade são características importantes que estão diretamente ligadas à saúde das pessoas que utilizam a água, principalmente crianças, por estarem mais expostas às doenças de veiculação hídrica.



Figura 4 - Poço freático localizado na vila Flor, sem a devida proteção.  
Fotografia: Lucy Ribeiro Ayach, março/2003.

Observou-se também que, nas vilas mais pobres da cidade, mesmo aquelas que são abastecidas pela rede pública, muitas vezes, por questões financeiras, as pessoas utilizam água de poços. Estes recebem, no máximo, uma desinfecção esporádica com cloro pelos agentes de saúde municipal, não existindo uma orientação por parte do poder público sobre os cuidados que devem ser tomados com os poços e com relação à deposição de lixo e esgoto doméstico no entorno. O fato da água subterrânea ter aparência de limpa, sem gosto e cheiro, é suficiente para que as pessoas a considerem de boa qualidade. Entretanto, poços sem cobertura externa e anel de proteção no entorno (Figura 4) estão suscetíveis a receber alta carga de contaminantes químicos e bacteriológicos, por estarem abertos ou com cobertura inadequada, favorecendo a entrada de escoamento superficial. De acordo com Silva e Araújo (2003, p. 1024), elevados percentuais de amostras de água de poço com presença de coliformes foram encontrados em poços do tipo raso e perfurados manualmente.

Numa cidade onde não existe um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgoto doméstico, sendo este destinado a céu aberto ou em córregos, o mesmo acaba se transformando em um dos principais riscos de contaminação por micro-organismos em águas subterrâneas rasas. Registra-se ainda que o grau de contaminação por bactérias, nos períodos chuvosos, é o mais elevado, sendo que as primeiras precipitações podem levar para dentro dos poços sem proteção externa grande número de bactérias.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados revelam que as águas dos poços freáticos dos 04 (quatro) setores monitorados da cidade encontram-se contaminadas por bactérias do grupo coliformes, estando esses poços enquadrados fora dos padrões mínimos de potabilidade, o que implica seriamente em riscos para a saúde, seguridade e a qualidade de vida da população que consome essas águas. Sem um tratamento

apropriado, portanto, essas águas apresentam severas restrições de uso, ainda mais se tratando de águas urbanas e subterrâneas.

O setor da cidade que apresentou maior comprometimento de suas águas, pela contaminação por bactérias do grupo coliformes, foi a Vila Flor, seguida pela Vila Rodrigues. O setor Centro foi o que obteve os melhores resultados nas diferentes estações.

A correlação dos dados socioeconômicos e de saneamento básico domiciliares revelou forte implicação desses fatores na qualidade das águas freáticas da cidade de Anastácio, uma vez que a Vila Flor e a Vila Umbelina, setores que apresentaram maior contaminação das águas por coliformes, são, respectivamente, os setores que possuem as piores condições de saneamento básico domiciliares, baixa renda e pouca escolaridade.

No setor Vila Flor, a contaminação de suas águas pode estar diretamente ligada à precariedade das condições de infraestruturas urbanas, já que o local apresenta quase total ausência de rede coletora de esgoto, o que faz com que se enquadre na pior adequação sanitária. Além disso, é o setor que possui a população mais carente dentre os 04 (quatro) setores monitorados. O setor Vila Umbelina pode ser considerado o segundo pior setor em relação à contaminação de suas águas por bactérias do grupo coliformes. Ao analisar as concentrações de bactérias nas águas freáticas deste setor e os dados de adequação de saneamento básico domiciliares, tornam-se evidentes as implicações sanitárias, uma vez que é o segundo pior em adequação sanitária, com apenas 42,77 % de adequação.

Já o setor Centro, que possui melhor adequação sanitária e melhores condições socioeconômicas da cidade, apresentou concentrações de bactérias inferiores aos poços dos demais setores monitorados, reforçando a interpretação das implicações sanitárias e socioeconômicas na qualidade das águas freáticas.

Outro fator importante a ser considerado é a influência da sazonalidade nos resultados das amostras nas diferentes estações do ano, com o notório aumento das concentrações de bactérias nos setores Vila Umbelina, Vila Rodrigues e Vila Flor no verão/04. Os setores de Vila Umbelina e Vila Flor foram os mais comprometidos neste período.

Além da implicação dos aspectos socioeconômicos, sanitários e sazonais, observou-se que as condições construtivas e os cuidados com os poços são fatores que favorecem a contaminação das águas subterrâneas por agentes bacteriológicos. A maioria dos moradores dos domicílios amostrados não possui essa preocupação, revelando a falta de percepção quanto aos prejuízos e danos que a desproteção do poço ou a localização inadequada podem causar à saúde das famílias. Desta forma, ficam claros os sérios comprometimentos impostos pelas precárias condições de saneamento básico na cidade de Anastácio e as preocupantes implicações ambientais pertinentes à qualidade das águas consumidas pela população.

Nesse contexto, torna-se imprescindível o direcionamento de recursos públicos para a melhoria do saneamento básico da cidade, bem como investimentos em programas educativos relacionados à saúde ambiental e à conservação dos recursos hídricos, além da necessária orientação técnica dos órgãos de saúde pública sobre as condições adequadas de utilização das águas de poços e suas implicações. Ressalta-se que somente através da efetiva sensibilização da comunidade envolvida, mediante um trabalho organizado, contínuo e integrado, torna-se possível atingir resultados positivos.

As ações direcionadas à melhoria da qualidade de vida da população de Anastácio devem considerar que as principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são a deficiente rede coletora de esgoto e o costume popular de enterramento de resíduos, em especial os orgânicos, acarretando, além de proliferação bacteriológica, a mineralização. Para o sucesso do desenvolvimento destes trabalhos, vinculados a uma gestão ambiental participativa, torna-se

primordial que o ponto de partida considere a percepção e a valoração ambiental que o próprio morador possui em relação ao seu entorno e, em especial, quanto à qualidade da água destinada ao consumo diário, abrangendo aspectos como potabilidade, riscos de contaminação e saneamento. Somente dessa forma haverá mudanças de atitudes no sentido da sensibilização, visando comportamentos proambientais que beneficiem a comunidade e favoreçam a proteção dos seus recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

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, SP, vol. 7, n. 1, p. 595-617, maio de 2007.

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.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov>>. Acesso em: 21 de jul. 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria n. 518, de 25 de março de 2004**. Diário Oficial da União n. 59, Seção 1. 266, Brasília, DF, 2004.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n. 396, de 03 de abril de 2008**. Diário Oficial da União n. 066. Brasília-DF. 07/04/2008, p. 66-68.

CAPPI, N; CARVALHO, E. M. de; PINTO, A. L. Influência de uso e ocupação do solo nas características químicas e biológicas das águas de poços na bacia do córrego Fundo, Aquidauana, MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1, 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p. 38-46.

CAPPI, N. **Implicações do uso e ocupação do solo na qualidade das águas subterrâneas das bacias dos córregos Fundo e Santa Maria/MS.** 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2002.

MACIEL, M. R. R. **Perfil sócio-econômico domiciliar da população de Anastácio-MS.** 2006. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2006.

MENDONÇA, C. R.; GRANADA, G. G. Coliformes em açougues de Pelotas - RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, nº 1, p. 75-76, 1999.

PORTO ALEGRE, Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE). **Monitoramento das águas do delta e foz dos rios formadores do Guaíba. ECOS Pesquisas**, Porto Alegre, n. 5, ano 2, 2000, 63 p.

SILVA, R. de C. A. de; ARAÚJO, T. M. de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana-BA. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p.1019-1028, 2003.

SOARES, J.B.; MAIA, A.C.F. **Água: microbiologia e tratamento.** Fortaleza: UFC, 1999. v. 1, p. 213.

VETTER, D. M.; SIMÕES, C. C. S. Acesso à infra-estrutura de saneamento básico e mortalidade. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 165, p. 17-35, 1981.

---

## RESUMO

Este artigo apresenta uma análise interpretativa sobre a qualidade da água subterrânea da cidade de Anastácio (MS), tendo como parâmetro os dados das análises de coliformes totais e fecais, das amostras de água de 21 poços coletados nas residências dos cinco setores existentes na cidade, no período referente ao inverno e primavera de 2003 e verão de 2004. As águas dos poços, em todos os setores, encontram-se contaminadas por bactérias do grupo coliformes. Dentre os setores, a Vila Flor apresentou maior comprometimento de suas águas, seguida pela Vila Umbelina. O setor Centro foi o que apresentou os melhores resultados nas diferentes estações. A análise revela a correlação dos resultados da qualidade da água com os aspectos domiciliares de saneamento básico e condições socioeconômicas de cada setor da cidade, além das implicações da precariedade da proteção dos poços, bem como a influência da sazonalidade na concentração de bactérias do grupo coliformes.

**Palavras-chave:** Anastácio. Água. Contaminação. Coliformes Termotolerantes. Saneamento Básico. Qualidade Ambiental.

## ABSTRACT

This article presents an interpretative analysis about the urban subterranean water quality in the city of Anastácio (MS), having as parameters the data from the analysis of fecal and total coliforms, from the water samples of 21 wells collected in the residences from the five sectors of the city, in the period of winter and spring of 2003 and summer of 2004. The wells water in all the sectors are contaminated with bacteria from the coliform group. Among the sectors, "Vila Flor" presented the highest water contamination, followed by "Vila Umbelina". The downtown sector was the one which had the best results in the different stations. The analysis shows the correlation between the water quality results and the domiciliary aspects of sanitary sewage and socio-economic conditions of each section of the city, besides the implications of precariousness of the protection of the wells, as well as the seasonal influence in the bacteria concentration of the coliform group.

**Key words:** Anastácio. Water. Contamination. Thermotolerant Coliforms. Sanitary Sewage. Environmental Quality.

---

#### **Informações sobre os autores:**

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

Doutoranda em Geografia, IGCE- UNESP, Rio Claro-SP; Profa. do Depto. de Geociências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Aquidauana.

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

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

Professor Doutor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Três Lagoas.

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

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

Profa. Ms. da UEMS – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul-Unidade Universitária de Aquidauana-MS.

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

[4] Solange T. de Lima Guimarães – <http://lattes.cnpq.br/66350581362183033>

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. Editora das revistas OLAM e CLIMEP.

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