



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CENTURIÃO, T.D.; GABAS, S.G.; SILVA, W.M. Utilizando poços para avaliar a presença de fungos zoospóricos em águas subterrâneas de aquífero sedimentar livre. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.827-832. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_827-832.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

UTILIZANDO POÇOS PARA AVALIAR A PRESENÇA DE FUNGOS ZOOSPÓRICOS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE AQUÍFERO SEDIMENTAR LIVRE

*USING WELLS TO EVALUATE THE PRESENCE OF ZOOSPORIC FUNGI IN GROUNDWATER
FREE SEDIMENTARY AQUIFER*

Thaynara D'Avalô CENTURIÃO; Sandra Garcia GABAS; William Marcos da SILVA

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande MS.

Contatos: thaynaracenturio@gmail.com; sandra.gabas@gmail.com; wmsilvax@ig.com.br.

Resumo

A fim de avaliar a presença de fungos em poços de aquífero de porosidade intergranular, foram realizadas coletas nos meses de maio (estação chuvosa) e setembro (estação seca). As amostras de água subterrânea foram coletadas por meio de bailer durante as duas campanhas em seis pontos de amostragem, sendo dois poços tubulares e quatro piezômetros, e filtrada em rede de 68 µm. Análises físico-químicas também foram feitas para cada poço. Os resultados obtidos relatam a presença de fungos nos dois períodos de análises, bem como na maioria dos pontos.

Palavras-Chave: sistema aquífero cenozoico; aquífero sedimentar livre.

Abstract

To evaluate the presence of fungi in aquifer wells with intergranular porosity, samples were collected in the months of May (rainy season) and September (dry season). The groundwater samples were collected by means of bailer during the two campaigns at six sampling points, two tubular wells and four piezometers, and filtered in a 68 µm network. Physico-chemical analyzes were also done for each well. The results obtained report the presence of fungi in the two periods of analysis, as well as in most of the points.

Keywords: *cenozoic aquifer system; free sedimentary aquifer.*

1. INTRODUÇÃO

Alguns fungos que são adaptados a ambientes aquáticos e, portanto, são capazes de crescer em águas tratada e não tratada (KINSEY et al., 1999). Estes fungos são zoospóricos e muitos pertencem ao filo Chytridiomycota, estão incluídos no reino Fungi (HAGESKAL et al., 2009). Além disso, podem estar presentes na água como esporos e como hifas (KINSEY et al., 1999).

Existem poucas informações disponíveis na literatura sobre fungos aquáticos e como eles afetam a qualidade da água (MAGWAZA et al., 2017). As várias questões em potencial associadas à sua presença em água de consumo incluem obstruções da canalização, alterações como odor, sabor, pigmentos, formação de biofilmes e disseminação de fungos patogênicos (DENNING et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2016; VESPER et al., 2006).

O conhecimento da ocorrência de fungos na água de consumo humano foi limitado, mas aumentou devido aos vários estudos realizados (AMEEN et al., 2018; DE LIMA et al., 2017; HAGESKAL et al., 2009; HURTADO et al., 2016;

KANZLER et al., 2008). Os problemas de saúde causados por água contaminada por fungos têm sido relatados desde a década de 1960, têm recebido maior foco como contaminantes da água potável nas últimas décadas (HAGESKAL et al., 2009).

Os fungos possuem estratégias metabólicas que lhes permitem sobreviver em ambientes oligotróficos como a água potável (HAGESKAL et al., 2009). Podem ser considerados como um problema crônico nos sistemas de distribuição de água potável, ademais têm sido negligenciados nesta área de ocorrência (HAGESKAL et al., 2009).

A importância dos fungos nos sistemas de água é pouco esclarecida, muitas das espécies isoladas são conhecidas por serem capazes de produzir metabólitos secundários tóxicos (micotoxinas) que podem ser responsáveis por alterar as características organolépticas da água (KINSEY et al., 1999). Os fungos também estão envolvidos na deterioração de alimentos e são agentes patogênicos de plantas e humanos (KINSEY et al., 1999).

As condições abióticas e bióticas em habitats naturais de água desempenham um papel importante para a presença e diversidade de fungos (BABIĆ et al., 2017).

Sabe-se que os sistemas hídricos estão contaminados por fungos terrestres e zoospóricos, e algumas espécies de fungos são transportadas do solo para a água e acabam crescendo na água. A dispersão de poros sofre influência da precipitação, escoamento superficial, drenagem, descarga do lençol freático, assim também como as características climáticas e geológicas (TAYLOR, 2003). Portanto, há grande possibilidade dos fungos detectados na água sejam alóctones.

Se a qualidade microbiológica da água potável incluir fungos, pode ser necessário o monitoramento dos sistemas de água e a implementação de parâmetros fúngicos nos regulamentos da água (HAGESKAL et al., 2009).

A pesquisa teve por objetivo verificar a ocorrência de fungos na água subterrânea do Aquífero Cenozoico, localizado em área de intensa atividade de suinocultura, e correlacionar a sua presença com parâmetros físico-químicos.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

O Sistema Aquífero Cenozoico (SAC) consiste no pacote de sedimentos, que recobre os arenitos juro-cretáceos da formação Botucatu (Aquífero Guarani), em parte da área. Está situado na microrregião da bacia do Alto Rio Taquari, Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP), abrangendo as sub-bacias do Rio Taquari e do Rio Miranda. O SAC ocorre em área intensamente utilizada para agricultura mecanizada (arroz, soja, algodão, milho e sorgo) e atividades da suinocultura, pecuária e criação de avestruz.

O estudo foi realizado no Assentamento Rural Campanário, localizado no município de São Gabriel do Oeste (Figura 1), região centro-norte do estado onde se encontra a maior produção de suínos de Mato Grosso do Sul.

O abastecimento de água das propriedades dos assentamentos é feito exclusivamente por mananciais subterrâneos. A amostragem abrangeu dois lotes, onde existem quatro poços de monitoramento e dois poços de abastecimento, perfurados no Aquífero Cenozoico. Na área urbana o abastecimento se dá principalmente por poços tubulares profundos, os quais captam água do

Sistema Aquífero Guarani (SAG), enquanto na área rural, é comum o abastecimento por poços rasos captados no SAC (SOUZA et al., 2014).

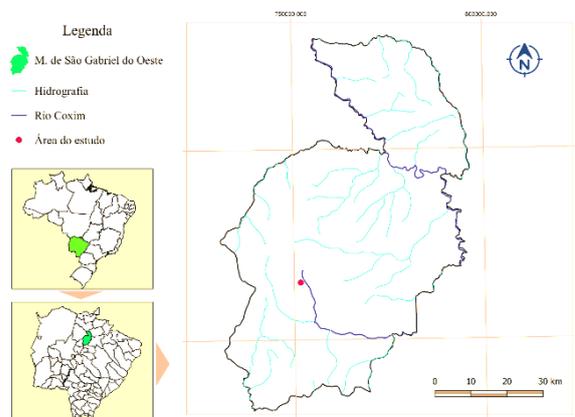


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo, município de São Gabriel do Oeste – MS.

Essa fonte de água foi caracterizada em estudos anteriores (FERRARO et al., 2015; SOUZA et al., 2014; PAHL et al., 2018).

2.2 Coleta de amostras

2.2.1 Parâmetros físico-químicos

A água subterrânea foi amostrada em seis poços (Figura 2), dentre as quais, dois poços de abastecimento (tubulares) e quatro poços de monitoramento (piezômetros).



Figura 2: Localização dos pontos de amostragem na área de estudos (Assentamento Campanário, São Gabriel do Oeste – MS).

Os poços que são usados para abastecimento de água potável estão equipados com uma bomba permanente, na qual executou-se a coleta na boca do poço, já para os poços de monitoramento, os coletores do tipo bailer foram empregados (Figura 3a). A amostragem foi realizada em dois períodos, seco e chuvoso.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: Cálcio (mg L^{-1}), Magnésio (mg L^{-1}), Nitrato (mg L^{-1}), pH, Potencial de Óxido-Redução (ORP) e Temperatura da Água ($^{\circ}\text{C}$), utilizando os métodos analíticos descritos em Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (SMEWW 3120B) e EPA 300.0 – 300.1 (APHA, 2017).

Para cada amostra foram coletadas 300 mL de água, com réplicas, em frascos de polietileno. Após a coleta o material foi acondicionado em caixas isotérmicas contendo gelo e encaminhado ao Laboratório de Hidrogeologia e Hidrogeoquímica do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) “Júlio De Mesquita Filho” para posteriores análises.

O pH, o potencial de óxido-redução, e temperatura da água das amostras de água foram medidas in situ usando equipamento portátil (Sonda de Qualidade de Água Multiparâmetro Aquameter) (Figura 3b).



Figura 3: (A) Coleta com o Bailer em um poço de monitoramento; (B) Sonda utilizada para obtenção de dados in situ.

Tais parâmetros foram medidos nos poços de monitoramento e nos poços de abastecimento.

2.2.2 Fungos

As amostras de água para as análises da presença de fungos foram coletadas com bailer nos poços de monitoramento e, direto das bocas das bombas fixas dos poços de abastecimento; à posteriori filtradas através de uma rede de abertura de malha de $68 \mu\text{m}$ (Figura 4) e armazenadas em frascos.



Figura 4: Filtragem da água subterrânea em rede de $68 \mu\text{m}$.

A quantidade de água retirada foi de 55L dos poços de monitoramento, e de 150L dos poços de abastecimento. Foram preservados usando álcool 70% e encaminhados ao Laboratório de Limnologia da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), para análises.

No laboratório, cada amostra foi filtrada em peneira de abertura de malha 38 microns, em seguida concentrada num frasco com álcool P.A. (Para análise) 99%. A triagem foi feita em placa quadriculada acrílica. O reconhecimento dos indivíduos foi efetuado com o auxílio de microscópios estereoscópio (OLYMPUS SZ-4045) e óptico (Olympus BX41), ilustrados nas Figuras 5.



Figura 5: Microscópios estereoscópio (A) e óptico (B) usados para verificar a presença dos fungos.

Para a análise de dados de correlação foi utilizado o coeficiente:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

onde:

COV(X, Y) é a covariância entre X e Y
 σ_X é o desvio padrão de X
 σ_Y é o desvio padrão de Y

Quanto aos resultados dos valores:

- 0.9 para mais ou para menos indica uma correlação muito forte.
- 0.7 a 0.9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.
- 0.5 a 0.7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.
- 0.3 a 0.5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca.
- 0 a 0.3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados fungos zoospóricos nos dois períodos de amostragem. A Figura 6 contém resultados da presença de fungos para todos os poços de coletas em dois períodos de amostragem.

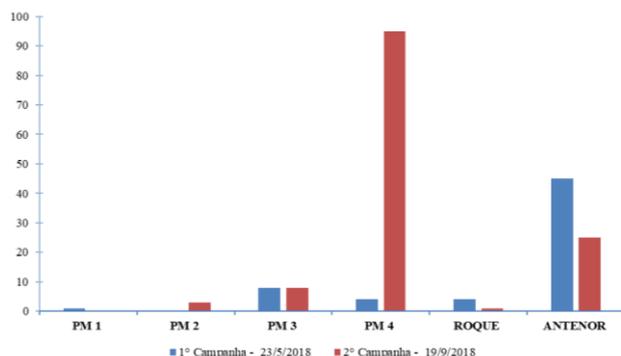


Figura 6: Números de hifas e esporos por pontos de amostragem entre as campanhas.

Os fungos são cosmopolitas e a legislação brasileira, assim como a de outros países, não determinam a realização de pesquisa com fungos, nem estabelece limites para a presença destes na água de abastecimento. A Figura 7 ilustra alguns dos esporos encontrados durante a pesquisa.

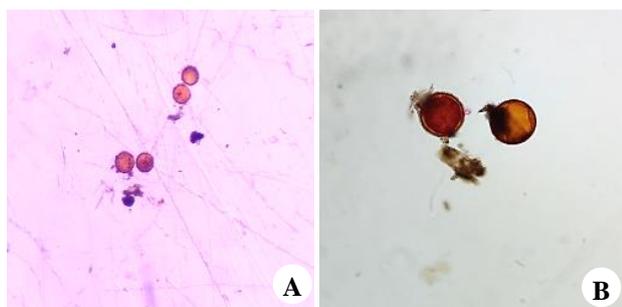


Figura 7: Fungos zoospóricos presentes nas amostras. Aumento de 20x e 40x.

Os resultados físico-químicos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros físico-químicos do Aquífero Cenozoico, São Gabriel do Oeste (SGO) - MS.

		pH	ORP (mV)	Temperatura da água (°C)	Nitrato (mg L ⁻¹)	Cálcio (mg L ⁻¹)	Magnésio (mg L ⁻¹)
1ª Campanha - 23/5/2018	PM 1	5,97	99,20	25,1	0,28	1,2	0,18
	PM 2	5,80	125,20	25,5	1,11	0,78	0,055
	PM 3	6,69	3,60	24,8	50,6	11	5,02
	PM 4	5,40	118,50	24,3	0,2	0,26	0,086
	ROQUE	5,06	146,60	24,1	0,66	0,095	0,038
	ANTENOR	5,13	149,60	24,5	0,047	0,073	0,026
2ª Campanha - 19/9/2018	PM 1	5,24	45,30	27,2	0,16	0,59	0,1
	PM 2	5,19	49,90	27,5	0,82	0,31	0,042
	PM 3	7,08	-129,80	29,7	< 0,040	6,75	3,56
	PM 4	5,54	45,70	25,2	0,51	0,4	0,089
	ROQUE	5,00	81,80	26,5	0,46	0,076	0,022
	ANTENOR	5,35	101,30	25,9	0,061	0,12	0,077

O PM3 em comparação aos outros poços apresentou, em ambas as campanhas amostrais, os maiores valores de Ca, Mg e NO₃⁻.

Os poços analisados apresentaram desde uma água com pH neutro a um pH ligeiramente ácido, com média de 5,6. Os períodos prolongados de estiagem, como verificado antes da realização das coletas podem ter contribuído para o aumento do pH. Quando comparamos os valores deste parâmetro com a legislação ambiental, podemos observar que o pH nos poços de monitoramento e inclusive os de abastecimento (Roque e Antenor) encontram-se fora dos limites de potabilidade estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 que é de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2017).

Em maiores valores de temperatura, observa-se as menores incidências de fungos (PM1, 2 e 3). BABIĆ et al. (2016) realizaram análises estatísticas ligando a presença de fungos em água com cálcio, magnésio e nitrato. Na Tabela 2, pode-se observar a correlação de Fungi e os parâmetros físico-químicos em cada período analisado.

Tabela 2. Correlação entre Fungi e fatores abióticos do Aquífero Cenozoico, São Gabriel do Oeste (SGO) - MS.

	PARÂMETROS	FUNGI
23/05/2018	Temperatura da água (°C)	-0,60
	PH	-0,36
	ORP	0,34
	NO ₃ ⁻	-0,14
	Ca	-0,18
	Mg	-0,15
19/09/2018	Temperatura da água (°C)	-0,62
	PH	-0,05
	ORP	0,15
	NO ₃ ⁻	0,07
	Ca	-0,23
	Mg	-0,25

Os valores de ρ apresentados indicam uma correlação negativa moderada à temperatura da água, quanto aos outros parâmetros a correlação foi considerada desprezível.

4. CONCLUSÕES

Há a presença de Fungi no Sistema Aquífero Cenozoico. Indicando contaminação fúngica nos poços analisados.

Os fungos amostrados demonstraram não ter correlação forte com os parâmetros físico-químicos, apresentou correlação moderada quanto à temperatura da água.

Torna-se necessária a realização de novos estudos, na tentativa de elucidar se as espécies de fungos que contaminam essas águas são

potencialmente patogênicas à população. Além de se realizar o isolamento, o cultivo e a identificação das espécies dos fungos presentes. E, a utilização de métodos complementares de amostragem, para a melhor avaliação da saúde ambiental do aquífero.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Aos proprietários do Assentamento Campanário, as famílias de Roque Busanello e Antenor Barbosa de Oliveira. Ao Laboratório de Hidrogeologia e Hidrogeoquímica do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” pelas análises físico-químicas da água.

REFERÊNCIAS

- AMEEN, F., ALBEJAD, A., GASHGARI, R., MURIALDO, S., & AL-SABRI, A. Diversity of fungi in bottled water in Jeddah, Saudi Arabia. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 18, n. 5, p. 1664-1673, 2018.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington: USA, v. 23, 2017.
- BABIČ, M. N.; ZALAR, P.; ŽENKO, B.; DŽEROSKI, S., GUNDE-CIMERMAN, N. Yeasts and yeast-like fungi in tap water and groundwater, and their transmission to household appliances. **Fungal Ecology**, v. 20, p. 30-39, 2016.
- BABIČ, M.; GUNDE-CIMERMAN, N.; VARGHA, M.; TISCHNER, Z.; MAGYAR, D.; VERÍSSIMO, C.; ... & BRANDÃO, J. Fungal contaminants in drinking water regulation? A tale of ecology, exposure, purification and clinical relevance. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 6, p. 636, 2017.
- BRASIL. MS – Ministério da Saúde -. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília-DF, 2017.
- DE LIMA, A. K. S., RODRIGUES, J. R., DE SOUZA, I. D. S., RODRIGUES, J. C., DE SOUZA, T. C., MAIA, C. R., & FERNANDES, O. A isolated fungi in water consumed by riverside community of the middle Rio Solimões, Amazonas, Brazil: pathogenic potential. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 6, p. 1017-1024, 2017.
- FERRARO, A. A.; GABAS, S. G.; LASTORIA, G. Origem de metais pesados em aquífero livre de São Gabriel do Oeste, Mato Grosso do Sul. **Geociências (São Paulo)**, v. 34, n. 4, p. 801-815, 2015.
- HAGESKAL, G.; LIMA, N.; SKAAR, I. The study of fungi in drinking water. **Mycological research**, v. 113, n. 2, p. 165-172, 2009.
- HURTADO-MCCORMICK, S., SÁNCHEZ, L., MARTÍNEZ, J., CALDERÓN, C., CALVO, D., NARVÁEZ, D. Fungi in biofilms of a drinking water network: Occurrence, diversity and mycotoxins approach. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 16, n. 4, p. 905-914, 2016.

- KANZLER, D.; BUZINA, W.; PAULITSCH, A.; HAAS, D.; PLATZER, S.; MARTH, E.; MASCHER, F. Occurrence and hygienic relevance of fungi in drinking water. **Mycoses**, v. 51, n. 2, p. 165-169, 2008.
- KINSEY, G. C.; PATERSON, R. R.; KELLEY, J. Methods for the determination of filamentous fungi in treated and untreated waters. **Journal of applied microbiology**, v. 85, n. S1, p. 214S-224S, 1998.
- MAGWAZA, N.; NXUMALO, E.; MAMBA, B.; MSAGATI, T. The occurrence and diversity of waterborne fungi in African aquatic systems: their impact on water quality and human health. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 5, p. 546, 2017.
- OLIVEIRA, H.; SANTOS, C.; PATERSON, R.; GUSMÃO, N.; LIMA, N. Fungi from a groundwater-fed drinking water supply system in Brazil. **International journal of environmental research and public health**, v. 13, n. 3, p. 304, 2016.
- PAHL, C. B. C.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G. Microbial contamination of groundwater in a swine fertigation area. **RBRH**, Porto Alegre, v. 23, 2018.
- SOUZA, A. A.; LASTORIA, G.; GABAS, S. et al. Avaliação da água subterrânea nos aquíferos cenozoico e guarani em São Gabriel do Oeste-MS: subsídios à gestão integrada. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, 2014.
- VESPER, S. J. et al. Specific molds associated with asthma in water-damaged homes. **Journal of occupational and environmental medicine**, v. 48, n. 8, p. 852-858, 2006.