

IV-101 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS SUBTERRÂNEOS LOCALIZADOS PRÓXIMOS AO CEMITÉRIO SÃO JOSÉ E SÃO FRANCISCO – CASTANHAL - PARÁ

Fernanda Lemos da Silva⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, Mestranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília – UnB.

Laís Freitas Moreira dos Santos

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, Especialista em geoprocessamento Jr no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Verena Gonzaga Borges Novaes

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará - UEPA, Mestranda em Energias Renováveis e Meio Ambiente na Universidade Politécnica de Madrid.

Angélica Luciana Barros de Campos

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT, Mestranda em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília – UnB.

Gundisalvo Piratoba Morales

Licenciatura em Química - Ciências da Educação pela Universidad Pedagógica Y Tecnológica de Colombia, Mestrado e Doutorado em Ciências Geoquímicas e Petrologias pela Universidade Federal do Pará, Professor Adjunto da Universidade do Estado do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Anexo SG-12, Térreo Campus Universitário Darcy Ribeiro – Asa Norte - Brasília - DF - CEP: 70910-900 - Brasil - Tel: (91) 99360-0599 - e-mail: engfernandauepa@gmail.com

RESUMO

A contaminação de corpos hídricos tem sido um problema frequente nas cidades brasileiras, são várias as fontes de contaminação que podem atingir tanto corpos hídricos superficiais como subterrâneos. Na cidade de Castanhal – PA, há a frequente perfuração de poços freáticos em residências próximas aos cemitérios São José e São Francisco. Essa perfuração é feita sem que haja solicitação de outorga e sem análise da água por parte dos usuários, além disso, parte da população ingere dessa água sem nenhum tipo de tratamento prévio, o que se configura como um problema de saúde pública se a água apresentar parâmetros de qualidade em desacordo com as normas. Assim, foram realizadas coletas de água de poços freáticos em residências próximas ao cemitério São José e São Francisco e efetuou-se a análise em laboratório. Os resultados mostraram que os parâmetros Ferro e pH estão em discordância com as normas; o parâmetro pH pode ser justificado pelas características da água da Amazônia e o parâmetro Ferro pelas características das águas, mas também por algum outro tipo de contaminação. Como os outros parâmetros apresentaram valores satisfatórios, pode-se concluir que a água dos poços freáticos não apresenta resultados que indiquem que haja contaminação por necrochorume, devido à proximidade com o cemitério. No entanto, a análise realizada, que é de acordo com o que a SEMA-PA solicita para outorga de água subterrânea, pode não ser completa para casos em que haja alguma possível fonte de contaminação na proximidade de corpos hídricos, sendo necessário, análises de outros parâmetros para se chegar a uma conclusão mais concisa.

PALAVRAS-CHAVE: Poços Freáticos, Outorga, Qualidade da Água Subterrânea, Cemitérios, Contaminação.

INTRODUÇÃO

O inchaço urbano e a crescente pressão pelo uso da terra leva a população a ocupar espaços inadequados, pela falta de elementos de infraestrutura indispensáveis à ocupação, como a implantação de projetos de saneamento e abastecimento de água. A ocupação em espaços impróprios ou com impactos não conhecidos e/ou pouco estudados pode acarretar prejuízos ao meio ambiente e à população moradora desses espaços, configurando um risco à saúde ambiental e podendo até causar problemas de saúde pública.

Dentro desse contexto, enquadra-se a ocupação urbana próxima a cemitérios, os quais representam um risco de contaminação às águas subterrâneas, que é potencializado quando essa água é diretamente utilizada pela população. Pacheco (2000) afirma que cemitérios representam um risco potencial para o meio ambiente, em especial para o aquífero freático. Se implantados sem os devidos cuidados geológicos e hidrogeológicos, podem gerar alterações físicas, químicas e biológicas no ambiente, uma vez que a decomposição de corpos libera substâncias tóxicas, como o necrochorume, liberado por cadáveres em putrefação.

Além disso, Migliorini et al., (2006) relatam que a localização dos cemitérios ocorre preferencialmente em áreas afastadas do centro urbano, porém hoje é possível encontrar cemitérios totalmente integrados à malha urbana. Em Castanhal - PA, quando os cemitérios São José e São Francisco foram instituídos, o bairro em que eles se encontram se localizava na periferia da cidade e não contava com habitações na proximidade. Atualmente, a cidade de Castanhal se expandiu e os cemitérios estão em uma área totalmente urbana, com diversas residências em seu entorno, o que pode vir a ser um problema, dado que vários trabalhos abordam a contaminação advinda de cemitérios. Mesmo tendo consciência de que um cemitério pode causar contaminação aos corpos d'água subterrâneos, tanto a população e como o poder público não demonstram preocupação quanto às suas possíveis consequências.

A proximidade dos cemitérios com a população local gera uma problemática na cidade de Castanhal evidenciada por Silva et al. (2014), no que tange o abastecimento de água. Devido à ineficiência da Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA e à falta de fiscalização da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará – SEMA, as residências situadas no entorno dos cemitérios tendem a perfurar poços freáticos sem que tenha sido realizado o processo de outorga e, consequentemente, sem análise prévia para verificação de algum tipo de contaminação na água subterrânea.

Os aquíferos freáticos, por sua alta oferta e baixo custo, são considerados uma alternativa bastante simples e eficiente. O aumento desta demanda nos últimos anos em áreas urbanas leva a questionamentos sobre a confiabilidade e a inesgotabilidade desta fonte subterrânea, trazendo à população dois riscos iminentes: indisponibilizar uma fonte futura de fácil captação e a exposição a doenças de veiculação hídrica por contaminação deste recurso (ENETÉRIO, 2009).

Há uma maior preocupação quando essa possível contaminação de poços artesianos está acompanhada da falta de tratamento da água para o consumo. De acordo com Silva et al. (2014), em Castanhal, 32% dos entrevistados em sua pesquisa ingerem a água da torneira sem nenhum tipo de tratamento prévio e 27% filtram a água antes de ingeri-la, o que diminui os riscos de contaminação, mas não extingue a possibilidade.

Assim, objetiva-se a realização de análises para verificar se a água das residências próximas ao cemitério São José e São Francisco apresentam padrão de potabilidade segundo a legislação promulgada pela SEMA – PA e se as análises fornecerão indícios para a afirmação de uma possível contaminação por necrochorume advindo dos cemitérios.

Os parâmetros físico-químicos da água analisados nesta pesquisa são os mesmos requeridos pela SEMA para a obtenção de outorga. A análise da água está presente no termo de referência do Relatório Técnico da SEMA como parte dos documentos a serem entregues para solicitação do processo de outorga, segundo a Instrução Normativa N° 003, de 26 de março de 2014.

A CONTAMINAÇÃO PROVENIENTE DE CEMITÉRIOS

A World Health Organization (WHO, 1998) demonstrou preocupação com o impacto que cemitérios poderiam causar ao meio ambiente, devido ao aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas nas águas subterrâneas e eventual presença de microrganismos patogênicos e enfatizou a necessidade de mais pesquisa a respeito do assunto.

Nos cemitérios, as fontes poluentes são pontuais, representadas por corpos dispostos separadamente em sepulturas. Estes produzem pequenas quantidades de necrochorume, desprendidas lentamente ao longo de 2,5 anos (CASTRO, 2008). De acordo com Almeida e Macedo (2005), necrochorume pode ser definido como

sendo um líquido liberado intermitentemente pelos cadáveres em putrefação, que também pode conter microrganismos patogênicos – transportados pelas chuvas infiltradas nas covas ou pelo contato dos corpos com a água subterrânea. Trata-se de uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas, de cor castanho-acinzentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e grau variado de patogenicidade.

O processo de decomposição do corpo humano possui duas fases: na primeira, os gases desenvolvidos no interior do cadáver espalham-se por todo o corpo, causando a ruptura de órgãos e tecidos; na segunda, chamada de coliquativa, ocorre a dissolução das partes maleáveis do corpo pela ação conjunta da fauna necrófaga, liberando o necrochorume, com duração média de até três anos (PACHECO, 2000).

Devido à decomposição química do necrochorume, é possível encontrar em amostras com esse tipo de contaminante, elevados números de bactérias degradadoras de matéria orgânica (bactérias heterotróficas), de proteínas (bactérias proteolíticas) e de lipídios (bactérias lipolíticas). São encontradas, ainda, bactérias normalmente excretadas por humanos e animais, como coliformes totais e alguns clostrídios (MATOS, 2001).

Martins et al.(1991) analisaram a qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. Os resultados obtidos comprovaram contaminação bacteriológica das águas subterrâneas por microrganismos - coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais e clostrídios e sulfito redutores, oriundos da decomposição humana.

De acordo com Saraiva (2010), a análise crítica dos resultados de outros trabalhos abordando a temática, em conjunto com os parâmetros recomendados para controle permite identificar como indicadores físico-químicos mais importantes para o monitoramento de cemitérios as seguintes análises de água:

- Tendência de aumento de pH;
- Aumento da condutividade elétrica devido à presença de sais na solução;
- Aumento de íons Cl^- , carbonatos HCO_3^- ; CO_3^{2-} ; Ca^{2+} ; Na^+ ;
- Aumento de nitrogênio (N) como nitrato e nitrito, além de fósforo;
- Aumento de alguns metais, em particular ferro e cromo total.

Por outro lado, analisando as informações de Pacheco (2000) e Silva (2000), pode-se supor que, sob as condições adequadas, o necrochorume decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas ao longo de determinado tempo, conforme a capacidade de depuração do meio. Esta capacidade é relacionada ao teor de argilas ativas no solo e na água desde que bem oxigenada e fluxo elevado. Se isolado, o necrochorume tende a se polimerizar, tornando-se então insolúvel e, portanto, inerte.

Entretanto, sob determinadas condições geológicas, o necrochorume atinge águas de subsuperfície, causando sua contaminação. Os elementos químicos e microbiológicos provenientes desta solução ao serem introduzidos no aquífero freático podem, através de seu fluxo, atingir distâncias consideráveis (SARAIVA, 2010).

No que tange aos cemitérios São Francisco e São José, por falta de estudos sobre a composição dos solos da área e seu comportamento químico, não há como afirmar se os mesmos possuem condições depuradoras ou se podem estar contaminando os aquíferos no seu entorno. O licenciamento do cemitério resolveria este problema, pois nele há a solicitação de estudos ambientais específicos, mas o mesmo é inexistente.

Conforme Carneiro (2009), a Legislação mais atual que discorre sobre os aspectos construtivos de cemitérios é recente no Brasil. Somente em três de abril de 2003, foi divulgada a Resolução nº 335 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, evidenciando a carência de leis que propusessem estudos detalhados acerca da possível contaminação que a construção dessas obras pudesse causar. O resultado disso é que cemitérios como o de Castanhal não obtiveram estudos e consequentemente são potenciais contaminantes dos aquíferos artesianos do seu entorno.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DA PESQUISA

Os dois cemitérios utilizados como foco de estudo do presente trabalho estão localizados na cidade de Castanhal no Estado do Pará. Fundada em 1932, a cidade possui área de 1.029,191 km² e população de 173.149 habitantes, segundo IBGE (2010), e dista cerca de 70 km da capital do estado, Belém.

Os cemitérios São José e São Francisco – cujas coordenadas geográficas são: 1°17'49.12"S 47°56'27.59"O e 1°17'49.84"S 47°56'22.99"O, respectivamente – se situam no bairro Nova Olinda, situado a noroeste de Castanhal. O cemitério São José, o mais antigo da cidade, segundo a administração do cemitérios, antes mesmo de se fundar Castanhal como cidade, nesse período, o bairro ainda era periferia da cidade, não possuindo grandes concentrações de habitantes.

Parte do bairro Nova Olinda, onde se encontram os cemitérios São José e São Francisco São José e São Francisco, pode ser visualizada na Figura 1, que além de identificar os cemitérios, também enfatiza a localização das quatro casas nas quais foram captadas as amostras de água.



Figura 01 – Vista superior dos Cemitérios São José e São Francisco e identificação das casas onde foram efetuadas as coletas de água (Google Earth, 2013).

Por não se possuírem estudos sobre o fluxo do lençol freático, o que seria necessário, dessa forma, para se escolher pontos à montante e à jusante do foco de contaminação, as casas foram escolhidas pela sua posição geográfica, pois cada uma foi selecionada de forma a cobrir as quatro direções (norte, sul, leste e oeste), a fim de possibilitar a identificação da área mais atingida pela possível contaminação das águas subterrâneas pelos cemitérios. O segundo aspecto considerado na escolha foi a facilidade de acesso seguida de permissão dos moradores para realizar a coleta.

As distâncias das casas até os cemitérios estão evidenciadas na Tabela 01. O cálculo da distância foi efetuado pela ferramenta de medição disponibilizada na página web Google Earth.

Tabela 01 – Identificação das casas em quais foram obtidas as amostras e distância até o cemitério

CASA	DISTÂNCIA	DIREÇÃO
Casa 01	174 metros	Sul
Casa 02	34 metros	Leste
Casa 03	27,5 metros	Norte
Casa 04	198 metros	Oeste

COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA

As amostras de água foram coletadas seguindo as orientações da StandardMethods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition (APHA, 2005), utilizando recipientes e fixadores necessários de acordo com as metodologias dos parâmetros analisados. Durante o transporte dos pontos de coleta até o laboratório, as amostras foram mantidas a uma temperatura aproximadamente 5°C, a fim de garantir sua integridade. Com a mesma finalidade, limitou-se o tempo entre a coleta o início da realização das análises em menos de 24h.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram escolhidos com base na Instrução Normativa Nº 003, de 26 de março de 2014 da SEMA, documento que instrui sobre o processo de Outorga no estado do Pará, sendo os mesmos: condutividade elétrica, temperatura, alcalinidade total, pH, cor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, ferro total, nitratos, cloreto, dureza total, coliformes fecais e totais.

Todas as análises, assim como as amostras, foram realizadas seguindo a metodologia do StandardMethods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition (APHA, 2005) ou fazendo uso de medidores marca Hanna modelo 3366, dependendo do parâmetro em questão.

Tabela 2 – Métodos de análise dos parâmetros físico químicos. Fonte: A autora, 2014.

Parâmetro	Método
Temperatura	Determinada in loco pelo através de termômetro de mercúrio.
Potencial Hidrogeniônico	Determinado in loco pelo método eletrométrico (Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 20Th – APHA-AWWA-WEF - method 4500 H+ - B), utilizando-se de pHmetro marca Hanna, modelo 8316.
Cor	Determinada pelo método da comparação visual (Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 20Th – APHA - AWWA-WEF – method 2120 – B).
Turbidez	Determinado pelo método Nefelométrico (Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 20Th – APHA - AWWA-WEF – method 2130 – B), utilizou-se o turbidímetro da marca Quimis, modelo Q279P.
Condutividade	Determinada com um medidor marca Hanna modelo 3366.
Sólidos Totais dissolvidos	Determinada com um medidor marca Hanna modelo 3366.
Alcalinidade	Estimada seguindo o método volumétrico, segundo Standard Methods APHA-AWWA-WPCF (1980).
Cloreto	Determinado pelo método de titulação com Nitrato de (Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 20Th – APHA-AWWA-WEF – method 4500 – Cl-)
Nitrato	Determinado por espectrofotômetro (Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 20Th – APHA-AWWA-WEF - method 4500-NO3 – B).
Coliformes totais e fecais	Método dos tubos múltiplos (SILVA, 1997).
Dureza total	Titulação com EDTA (Macedo,2003)
Ferro total	Método da fenantrolina(Macedo,2005)

RESULTADOS OBTIDOS

Após a coleta das amostras e realização das análises pertinentes, foram alcançados os resultados necessários para definir o nível de contaminação dos cemitérios em seu entorno. Os resultados estão descritos na Tabela 02 e discriminados por residência, de forma a facilitar a análise do comportamento de cada amostra quanto aos parâmetros considerados. Para comparação com as demandas estabelecidas por lei, estão apresentados na tabela os valores máximos de cada parâmetro, fixados pela Resolução Conama 396/2008 e pela Portaria 2.914/2011.

Tabela 03 – Resultados das análises de parâmetros físico-químicos nos poços artesanais de quatro residências situadas no entorno dos Cemitérios São José e São Francisco.

Parâmetros	Casa 01	Casa 02	Casa 03	Casa 04	Portaria 2914/2011	Conama 396/2008
Ph	4,21	4,19	4,4	3,87	6 a 9,5	-
Temperatura (°C)	19	18	21	19	-	-
Turbidez (uT)	0,08	0,02	0,02	0,02	5	-
Cor Aparente (uH)	0	0	0	0	15	-
Dureza (mg/L CaCO ₃)	32	18	22	44	500	-
Alcanilidade (mg/L CaCO ₃)	0	0	0,5	0	-	-
Condutividade (µS/cm)	41	39	44	100	-	-
Cloreto (mg de Cl/L)	3,0	4,5	3,37	7,5	250	250
STD (mg/l)	21	28	24	50	1000	1000
Nitrato (mg de N-NO ₃ /L)	0,098	0,098	0,098	0,11	10	10
Nitrito (mg de N-NO ₂ /L)	0,0099	0,0096	0,0096	0,0096	1	1
Ferro dissolvido (mg de Fe/L)	0,3107	0,6374	0,2338	0,2659	0,3	0,3
Coliformes Totais (Ausência em 100 ml)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
Coliformes termotolerantes (Ausência em 100 ml)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente

Os valores encontrados de pH situam-se entre 3,87 e 4,4, os quais caracterizam a água dos poços como ácidas, estando, portanto, fora do padrão de qualidade da Portaria nacional 2.914/2011. No entanto, nos estudos de Lima e Kobayashi (1988), as águas dos aquíferos Barreiras e Pós-Barreiras apresentaram um pH médio de 4,4. Sioli (1960), analisando alguns poços rasos da Região Metropolitana de Belém, obteve valores de pH da ordem de 4,9 para poços não contaminados, e entre 6,4 e 5,7 para poços aparentemente poluídos por esgotos e fossas.

Baixos valores de pH são característicos de climas tropicais com abundantes precipitações pluviométricas que atingem facilmente o lençol freático, que na área de estudo encontra-se próximo da superfície do terreno com profundidades. (BAHIA et al, 2011). De esta maneira, afirma-se que os valores encontrados para pH, mesmo sendo considerados baixos a nível nacional, se enquadram com a média encontrada na região onde se encontram os cemitérios, não havendo problemas com este parâmetro.

Além do pH, também se destaca o comportamento do parâmetro ferro, que apresentou valores em desacordo com a legislação. De acordo com o resultado da amostra da Casa 01, a concentração encontrada de ferro ultrapassou em apenas 0,0107 mg de Fe/L, o que não confere um aumento preocupante. No entanto, para a Casa 02, o valor encontrado é duas vezes superior ao permitido, o que pode resultar em problemas de saúde para os consumidores dessa água, caso sejam expostos constantemente a altas concentrações de ferro. Delvin et al (1998, *apud* Oliveira et al, 2010) afirma que o acúmulo de ferro no fígado, no pâncreas e no coração pode acarretar o aparecimento de cirrose e de tumores hepáticos, diabetes mellitus e insuficiência cardíaca, respectivamente.

Porém, no caso da área de estudo, o elevado valor encontrado para o ferro se justifica pela localização sua localização, que se encontra na região do sistema aquífero Alter do Chão, que é do tipo livre e faz parte da Bacia Sedimentar do Amazonas. Este aquífero ocorre na região centro-norte do Pará e leste do Amazonas, ocupando uma área de 312.574 km². A qualidade da água do aquífero é boa, apresentando pH de 4,8 e sólidos totais dissolvidos inferiores a 100 mg/l. Porém, as concentrações de ferro alcançam algumas vezes 15 mg/l (ANA, 2005).

Em relação à presença de coliformes fecais e totais, destaca-se que não foram encontrados em nenhum poço amostrado, evidenciando que não há problemas quanto à questão de contaminação por microorganismos patogênicos desse grupo. Além disso, todos os demais parâmetros físico-químicos analisados apresentam-se dentro do padrão de qualidade estabelecido pela legislação, não havendo, portanto, risco à saúde dos consumidores.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir da análise realizada nos poços próximos aos cemitérios São José e São Francisco, pode-se perceber que a água encontrada não está totalmente dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 e pela Resolução Conama 396/2008, havendo valores adversos em relação aos parâmetros: pH e ferro. No entanto, afirma-se que não há comprometimento à saúde dos consumidores, já que as águas da região amazônica apresentam pH naturalmente baixo e um teor de ferro elevado, o que justifica os parâmetros em desacordo com a legislação aplicável.

Como o restante dos parâmetros apresentaram valores satisfatórios, pode-se concluir que as águas dos poços próximos ao cemitério não estão sendo prejudicadas pela possível presença de necrochorume, de forma que a utilização da água subterrânea dos cemitérios não produz riscos de saúde pública.

No entanto, as análises solicitadas pela SEMA para verificar a qualidade da água dos poços não podem ser consideradas completas, quando se trata de fontes de contaminação específicas, como cemitérios, já que a legislação não exige todos os parâmetros necessários para realmente analisar a presença de contaminantes nesse contexto. Por tanto, seria necessário análise de outros parâmetros para se chegar a uma conclusão mais concisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Cadernos de Recursos Hídricos. Brasília-DF. 2005.
2. ALMEIDA, M. de A.; MACEDO, J. A. B. Parâmetros Físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: Seminário de Gestão Ambiental – Um convite à Interdisciplinaridade. Instituto Vianna Júnior. Juiz de Fora, MG. 2005. Disponível em: <<http://jorgemacedo.pro.br/TRABALHO%20SOBRE%20necrochorume.pdf>>. Acesso em: 24 Fev 2016.
3. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. Washington D.C. American Public Health Association. 2005.
4. BAHIA, V. A. et al. G. Caracterização Hidrogeoquímica das Águas Subterrâneas na Área de Abrangência do Reservatório de Abastecimento Público do Utinga – Belém (PA). Revista Águas Subterrâneas, v.25, n.1, p.43-56, 2011.
5. CARNEIRO, V. S. Impactos Causados por Necrochorume de Cemitérios: Meio ambiente e Saúde Pública. Anais do XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal, 2008. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/view/21956>>. Acesso em 25 Mar 2016.
6. CASTRO, D. L.. Caracterização Geofísica e Hidrogeológica do Cemitério Bom Jardim, Fortaleza – CE. Revista Brasileira de Geofísica, v. 26, n.3. 18p. 2008.
7. ENETÉRIO, N. G. P. Avaliação da Vulnerabilidade do Aquífero Freático à Contaminação por Necrochorume em Bonito-Ms. Campo Grande. 2009. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul 2009.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico 2010.
9. LIMA, W. N.; KOBAYASHI, C. N. Sobre o Quimismo Predominante nas Águas do Sistema Flúvio-Estuarino de Barcarena – PA. In: Geochimica Brasiliensis, v. 2, n.1, p.53-71, 1988.

10. MACEDO, J. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 2ª Edição. CRQ – MG. Belo Horizonte, 2003.
11. MACEDO, J. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. 3ª Edição. CRQ – MG. Belo Horizonte, 2005.
12. MARTINS, M. T et al. Qualidade Bacteriológica de Águas Subterrâneas em Cemitérios. Revista Saúde Pública, V.25, P.47-52, 1991.
13. MATOS, B. A. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p, 2001.
14. MIGLIORINI, R.B. et al. 2006. Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitério. Região de Cuiabá – MT. Águas Subterrâneas, v.20.n.1 p.15-28.
15. PACHECO, A. Cemitérios e Meio Ambiente. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 102p, 2000.
16. SARAIVA, F. A. Avaliação de Métodos Geofísicos no Comportamento Espacial de Plumas de Necrochorume. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p, 2010.
17. SILVA, L. M. Cemitérios: fonte potencial de contaminação do lençol freático. Publicação especial da Universidade de São Judas Tadeu, São Paulo, 2000.
18. SILVA, F. L.; SANTOS, L. F. M.; NOVAES, V. G. B.; MONTEIRO, D. A. S. Análise do abastecimento de água do entorno dos cemitérios São José e São Francisco - Castanhal-Pará. Anais do XVIII Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas. Belo Horizonte - MG. 2014.
19. OLIVEIRA, D. A. et al. Avaliação do Teor de Ferro em Águas Subterrâneas de alguns Poços Tubulares, no plano diretor de Palmas-TO. 2010. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/gilda.pdf>>. Acesso em 10 Abr 2016.
20. WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. The Impact of Cemeteries on the Environment and Public Health – an Introductory Briefing. Copenhagen, Denmark, WHO Regional Office for Europe. 11p. 1998. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/108132/1/EUR_ICP_EHNA_01_04_01\(A\).pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/108132/1/EUR_ICP_EHNA_01_04_01(A).pdf)>. Acesso em: 06 mar 2016.