

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE UM CEMITÉRIO NA REGIÃO DE CUIABÁ-MT

Roberta Daniela de Souza¹, Matheus Visnadi Giancesini¹, Marcelo Dias de Souza², Renato Blat Migliorini³.

¹Graduandos do curso de Engenharia Ambiental da FAEC - Faculdade de Engenharia e Computação da UNIC - Universidade de Cuiabá
(roberta.engenhariaambiental@gmail.com)

²Professor Doutor da FAEC - Faculdade de Engenharia e Computação da UNIC - Universidade de Cuiabá

³Professor Doutor da Faculdade de Geociências – Universidade Federal de Mato Grosso

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017
DOI: 10.18677/EnciBio_2017A157

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas e estimar a quantidade de necrochorume produzido na área de influência do cemitério Nossa Senhora da Piedade, localizado no município de Cuiabá – MT. Para tanto, durante o mês de outubro de 2016 foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas subterrâneas obtidos em quatro poços localizados no entorno do mesmo. Os resultados foram comparados e discutidos com os valores referenciados pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). As concentrações de nitrato variaram entre <0.05 a 42 mg/L, 4 vezes acima do VMP, cálcio entre 14.32 e 63.17mg/L, magnésio entre 3.02 a 18.75 mg/L e ferro variou entre <0.050 e 1.6 mg/L nos poços P1 e P3. As altas concentrações observadas nas águas subterrâneas pelos parâmetros: Ferro, Cálcio e Magnésio, possivelmente não estão relacionadas com a presença do cemitério, mas sim devido às características litológicas do Grupo Cuiabá. Não é evidente a relação entre a alta concentração de nitrato observado em apenas um dos poços com a presença do cemitério. Entretanto, indicam alterações nas condições higiênicas e sanitárias dessas águas, podendo estar relacionada com outras fontes de contaminação como esgoto. Não foram detectados Coliformes totais e Escherichia Coli para todos os poços amostrados neste estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Cemitérios; Contaminação; Necrochorume.

QUALITY OF UNDERGROUND WATERS IN THE AREA OF INFLUENCE OF A CEMETERY IN THE REGION OF CUIABÁ-MT

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate groundwater quality and estimate the amount of necrochorume produced in the area of influence of the Nossa Senhora da Piedade cemetery, located in the city of Cuiabá - MT. For that, during the month of October 2016, physical-chemical and microbiological parameters of the groundwater

obtained in four wells located around the same were evaluated. The results were compared and discussed according to values referenced by Ordinance No. 2914/11 of the Ministry of Health. Nitrate concentrations ranged from 0.02 to 42 mg / L, 4-fold higher than PWM, calcium between 14.32 and 63.17 mg / L, magnesium from 3.02 to 18.75 mg / L and iron ranged from <0.050 to 1.6 mg / L in the wells P1 and P3. The high concentrations observed in the groundwater by the parameters Iron, Calcium and Magnesium are possibly not related to the presence of the cemetery, but due to the lithological characteristics of the Cuiabá Group. The relation between the high concentration of nitrate observed in only one of the wells with the presence of the graveyard is not evident. However, they indicate changes in the hygienic and sanitary conditions of these waters, and may be related to other sources of contamination as sewage. No Coliforms were detected and Escherichia coli for all wells sampled in this study.

KEYWORDS: Cemeteries; Contamination; Necrochorume.

INTRODUÇÃO

A relação entre “vida x morte” sobre o ponto de vista ecológico, leva em consideração a necessidade de se dar um destino digno aos despojos humanos, porém sem abster-se da dignidade dos vivos. Fato este encarado com grande estranheza por parte da sociedade, já que, falar de meio ambiente é referir-se à vida e falar de cemitério é referir-se à morte (FREITAS, 2011). Existe uma relação intrínseca entre o cemitério e ambiente, uma vez que a decomposição dos cadáveres gera subprodutos que constituem um risco potencial, e podem afetar o solo, as águas superficiais e o aquífero freático (SILVA et al., 2008).

Segundo PIRES (2008), estudiosos vêm provando que a “morte também polui”, e que os cemitérios podem armazenar elementos de alto risco pela inumação, tumulação e cremação, se não forem bem concebidos e gerenciados. Tão importante é a importância destes empreendimentos para a sociedade, pois além de serem ambientes adequados para realização dos sepultamentos, possuem valor histórico, e outros fatores como crenças e religiosidade.

Contudo, MARINHO (1998) e HIDRATA & SUHOGUSOFF (2004), constataram que cemitérios localizados no passado em áreas afastadas do centro urbano encontram-se totalmente integrados à malha urbana, apresentando-se como fontes potenciais de poluição ambiental, haja vista que, na construção da maioria destas necrópoles não foram considerados estudos geológicos e hidrogeológicos, tão pouco o risco de contaminação das águas subterrâneas. Esta água, por sua vez, acaba sendo utilizada pelas populações vizinhas ao cemitério através de escavações de poços como reserva alternativa de água (CASTRO, 2008).

PACHECO (1986) e posteriormente CANTO (2008) discutiram sobre a fundamental importância de aspectos geológicos e hidrogeológicos para instalação dos cemitérios e que a ausência de estudos os tornam unidades de alto potencial poluidor devido à carga química e biológica. Os autores ainda advertem que grande parte dos cemitérios estão localizados em áreas topográficas elevadas, preferencialmente onde os níveis da água subterrâneas estão em maior profundidade favorecendo a escavação de covas secas, entretanto, sabe-se que altos topográficos tendem a ser áreas de recarga para os aquíferos rasos o que favorece o transporte de contaminantes para as águas subterrâneas.

Caso os cemitérios estejam situados em regiões de solos porosos e permeáveis, como areia e pedregulho, o movimento do necrochorume pode ser rápido e se misturar com a água subterrânea, o que pode causar doenças de veiculação hídrica, se essa água for utilizada para abastecimento público (UÇISIK & RUSHBROOK, 1998). Entretanto PIRES (2008) é enfático ao referir-se a capacidade natural de depuração do solo que apresenta características argilosas, e que quando aliado a profundidades consideráveis do lençol freático é capaz de decompor (por ação microbiológica), o necrochorume em substâncias simples.

De acordo com SANTOS (2007), os cemitérios se assemelham a um aterro sanitário, visto que em ambos são enterrados: matéria orgânica e inorgânica, com um agravante para os cemitérios, pois a matéria orgânica enterrada tem a possibilidade de carrear bactérias que foram, provavelmente, a causa da morte do indivíduo. MATOS (2001), explica que depois de morto, o corpo humano se transforma e passa a ser um ecossistema de população formado por artrópodes, bactérias, microrganismos patogênicos e destruidores de matéria orgânica e outros.

POUNDER (1995) relata que o processo de decomposição cadavérica depende das condições ambientais, denominada putrefação, pode ser observada 24 horas após à morte, com a formação dos gases em dois ou três dias, os gases produzidos são H₂S, CH₄, CO₂, NH₃ e H₂. O odor é causado por parte destes gases e por pequena quantidade de mercaptan. CAMPOS (2007) complementa ainda que, apesar do processo de decomposição corpóreo levar em média o período de três anos, o necrochorume é eliminado no primeiro ano após o sepultamento.

Os efluentes líquidos, que surgem logo após os efluentes gasosos, são chamados de necrochorume, que são líquidos mais viscosos que a água, de cor acinzentada e acastanhada, com cheiro acre e fétido, constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, dentre as quais, duas diaminas muito tóxicas que são constituídas pela putrescina (1,4 Butanodiamina) e a Cadaverina (1,5 Pentanodiamina), dois venenos potentes para os quais não se dispõem de antídotos eficientes (ROMANÓ, 2010).

Em média um corpo com 70 kg produz em decomposição 24 litros de gases e 30 litros de necrochorume e a decomposição dos corpos pode variar de acordo com o clima local. Em clima tropical, o cadáver demora aproximadamente três anos para ser decomposto, já em regiões temperadas, o processo pode durar até 10 anos (PACHECO, 2006).

O necrochorume contém quantidades elevadas de diferentes bactérias, como as causadoras de tétano (*Clostridium tetani*), gangrena gasosa (*Clostridium perfringens*), febre tifóide (*Salmonella typhi*), febre parasitóide (*Salmonella paratyphi*), disenteria (*Shigella dysenteriae*) e outras, além de muitos tipos de vírus (como os da hepatite) (SILVA & MALAGUTTI FILHO, 2009).

O relatório apresentado pela Fundação Nacional de Saúde em parceria com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007) demonstrou que em geral os vírus excretados apresentam baixas doses infecciosas, menos de 100 organismos, enquanto a dose infecciosa média para a bactéria é de 10.000 ou mais organismos, mas, as bactérias, ao contrário dos vírus, são capazes de se multiplicar fora dos hospedeiros. MIGLIORINI (1994) elucida que outro fator preocupante é o sepultamento de corpos que sofreram moléstia contagiosa, epidemia ou foram tratados com elementos radioativos. Estudos realizados por SILVA (1998) registraram radioatividade num raio de 200 metros das sepulturas de cadáveres que em vida foram submetidos à radioterapia ou que receberam marca-

passos cardiológicos que funcionam à base de fontes radioativas. O mesmo autor ressalta a importância do acondicionamento de cadáveres que passaram por tais tratamentos, e sugere que os mesmos passem pelo processo de cremação e as cinzas dispostas como lixo atômico, devido ao fato de que os materiais radioativos são móveis na presença de água.

A caracterização de contaminação de águas subterrâneas por cemitérios está relacionada com a alteração da qualidade química e a presença de microrganismos existentes nos corpos em decomposição e o necrochorume liberado no período coliquativo. Este período corresponde à dissolução pútrida das partes moles dos cadáveres, pela ação conjunta da fauna necrófaga (PACHECO, 2000).

O necrochorume solúvel quando entra em contato com a água do aquífero, apresenta certa viscosidade e densidade, podendo formar manchas poluidoras migrantes (plumas), que irão se disseminar pelo subsolo saturado, como uma nuvem de velocidade variável, podendo atingir distâncias quilométricas a partir da fonte de poluição (FINEZA, 2008).

Os impactos causados pela contaminação das águas subterrâneas demandam o desenvolvimento de ações de monitoramento, o que até pouco tempo só se observava para as águas superficiais (NEIRA et al., 2008). Para tanto devem ser seguidas as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas dispostas na NBR 15495-1 e 15495-2 que estabelecem a implantação de poços de monitoramento e amostragem, devendo ser realizados trimestralmente para cemitérios implantados até um ano, semestral (um a cinco anos), e anual (acima de cinco anos), devendo estar localizados estrategicamente a montante e a jusante das áreas onde está localizado o cemitério, levando em consideração o sentido do escoamento das águas subterrâneas (ABNT-NBR, 2007).

PACHECO (1986) afirma que todo cemitério oferece risco de contaminação em potencial (origem química, microbiológica e/ou radioativa) para o meio ambiente, mas só é um risco efetivo quando não estão implantados adequadamente. No Brasil, a Resolução do CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997) determina que todo empreendimento que represente risco de poluição em potencial deve passar pelo processo de licenciamento ambiental, este por sua vez, definirá junto aos órgãos de competência (Federal, Estadual e Municipal), a localização, instalação e operação de tais empreendimentos.

As Resoluções que estabelecem critérios ao licenciamento ambiental de cemitérios são recentes, a primeira refere-se à Resolução CONAMA nº 335 (BRASIL, 2003), em seguida reformulada pela Resolução CONAMA nº 368 (BRASIL, 2006), e posteriormente a Resolução CONAMA nº 402 (BRASIL, 2008) altera os Art. 11 e 12 da Resolução 335 e dispõe quanto o prazo de adequação dos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente, que por sua vez devem estabelecer critérios para adequação de cemitérios existentes antes de 2003, tendo como prazo limite o mês de dezembro de 2010. Destacam-se na Resolução 335/2003 a normatização acerca da disposição da área de fundo das sepulturas, devendo manter uma distância mínima de um metro e meio do nível máximo do aquífero freático. Porém esta distância não é considerada suficiente para manter livre de contaminação o lençol freático segundo pesquisa realizada por MATOS (2001), na qual comprovou que vírus foram transportados no mínimo 3,2 metros na zona não saturada até alcançar o aquífero.

Em solos mais permeáveis é necessário que a distância seja, no mínimo, de 10 metros. A Resolução CONAMA 368 confirma o mesmo valor da

distância das sepulturas ao nível máximo do aquífero, todavia, complementa que este nível máximo deve ser medido na época de cheia (BRASIL, 2006).

SEGUIN (2004), alerta para o fato de que como a maioria dos cemitérios no país são antigos, nenhum está munido de licença ambiental, sendo necessário firmar um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). A pesquisadora explana ainda que dessa forma a adequação terá um prazo maior para que seja efetivada a correção do solo ou a correta destinação ambiental e sanitária dos resíduos sólidos, não humanos resultantes da exumação dos corpos.

No Estado de Mato Grosso a Secretaria de Estado e Meio Ambiente (SEMA) em conjunto com a Coordenadoria de Gestão de Resíduos Sólidos (CGRS) são responsáveis pela implantação e fiscalização dos cemitérios conforme legislações vigentes no país, lhe sendo atribuídas funções, tais como, notificações de irregularidades estruturais dos empreendimentos e medidas cabíveis para correção das mesmas. Devido seu potencial poluidor tais empreendimentos devem conter três tipos de licença para seu devido funcionamento: Licença prévia (LP), Licença de instalação (LI) e Licença de operação (LO) (MATO GROSSO, 2016).

Estudos realizados por XAVIER no ano de 2015 denotaram que em todo o estado de Mato Grosso somente três municípios apresentavam Licença de Operação para tais atividades, sendo eles: Cáceres, Sorriso e Santa Rita do Trivelato. Portanto, só estes realizavam o monitoramento das águas (XAVIER et al., 2015). Entretanto, dados fornecidos pela SEMA-MT (MATO GROSSO, 2016) para realização deste estudo, apontam que atualmente três municípios no estado contam com LO em vigência, são eles: Sapezal, Cáceres e Tangará da Serra.

O município de Cuiabá passou a contar com legislação específica em 1985, a Lei nº 2.339/1985 (CUIABÁ, 1985), na qual se refere aos processos de implantação de empreendimento por atividades cemiteriais. Seguida também da Lei Complementar 004/1992 (CUIABÁ, 1992), que instituiu o Código Sanitário e de Posturas do Município, bem como o Código de Defesa do Meio Ambiente e Recursos Naturais, o Código de Obras e Edificações e dá outras providências. Em sua Seção VII, estabelece a responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde quanto ao exercício de vigilância sanitária sobre as instalações destinadas aos serviços funerários.

Na zona urbana o município conta com oito cemitérios, e 25 na zona rural, porém nenhum dos mesmos possui licença ambiental de acordo com o disposto através da Resolução 335 (BRASIL, 2003) e apenas dois cemitérios possuem poços de monitoramento (MARTINS, 2004). Apesar de estar munido de legislação que disciplina a implantação de cemitérios desde 1985, o código de posturas do município não disciplina ou padroniza a localização ou que tipo de empreendimento deve laborar em seu entorno, sendo frequente a presença de escolas, residências, poços artesianos e semi artesianos, bem como atividades comerciais do ramo alimentício que atendem ao público em geral (XAVIER et al., 2015).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das águas subterrâneas na área de influência de um cemitério ativo desde 1867 e estimar a quantidade de necrochorume gerado pelo mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em duas etapas, na primeira foi estimado o volume de necrochorume gerado no Cemitério Nossa Senhora da Piedade desde o início de suas atividades, já na segunda etapa foram realizadas análises

físicas, químicas e biológicas de poços encontrados no entorno do mesmo.

Localização e breve histórico do cemitério Nossa Senhora da Piedade

O cemitério Nossa Senhora da Piedade está localizado na região Centro Norte, sob as coordenadas geográficas 15°35'31"S e 56°5'50"W, cota altimétrica de 202 m em relação ao nível do mar, e área de aproximadamente 17.350,18 m² (Figura 1).

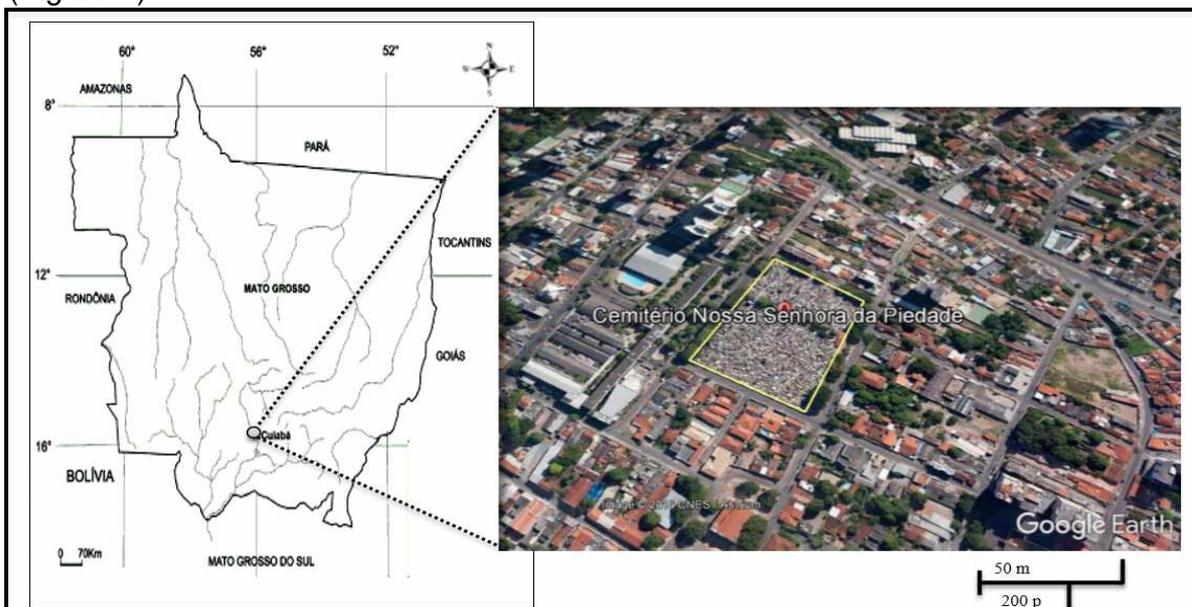


FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

(—) Área do cemitério Nossa Senhora da Piedade.

Fonte: Google Earth, 2016 (adaptado pelos autores).

A Prefeitura Municipal de Cuiabá estima que atualmente o cemitério possua aproximadamente 5.100 jazigos e 12.500 sepultados. Conforme o Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (CUIABÁ, 2010) do município, a região possui perfil socioeconômico considerado como uma região de classe médio-alta na qual se encontra totalmente urbanizada composta por residências, escolas e estabelecimentos comerciais inclusive do ramo alimentício, fator este determinante para escolha da área de estudo, uma vez que o mesmo não se encontra em consonância com legislações vigentes que determina que os cemitérios não devam estar inseridos nos centros urbanos. Até meados do século XIX os sepultamentos em Cuiabá se faziam no interior dos templos, como em outras cidades e capitais de província do Império, onde também se desenvolviam os principais rituais e cerimônias religiosas em forma de missas e orações aos seus familiares mortos e aos santos protetores (ROCHA, 2009). Os sepultamentos nas igrejas foram condenados na época por médicos e sanitaristas devido à falta de ventilação e iluminação, o que contribuía para proliferação de malefícios expondo os fiéis ao risco de contaminação.

Conforme ROCHA (2009), o cemitério Nossa Senhora da Piedade (mas conhecido como Cemitério da Piedade), o primeiro de Cuiabá, foi abençoado nos dias 01 e 02 de janeiro de 1863, sendo inaugurado somente em 14 de julho de 1864,

e efetivado inicialmente para os seus fins com as vítimas da epidemia de varíola (mais de cem óbitos por dia) de 1867, entretanto segundo historiadores, já existiam sepultamentos neste recinto antes mesmo da fundação de Cuiabá. Os sepultamentos ocorreram conforme a demanda crescente de ocupação, sem planejamento o que explica o posicionamento dos túmulos muito próximos um dos outros dificultando o caminhar entre os mesmos. Atualmente o mesmo é gerenciado pela Cuiabana Administradora de Cemitérios Ltda., empresa especializada em administrar tais atividades.

Procedimentos de coleta e amostragem

Devido à inexistência de poços de monitoramento de águas subterrâneas no interior do cemitério, buscou-se por poços do tipo tubular ou cacimba para coleta de amostras de água subterrâneas em seu entorno. Foram escolhidos quatro poços, um a montante do empreendimento (poço background, ou seja, valor em branco), que serviu de controle e outros três poços a jusante. Os poços foram georreferenciados por meio de GPS da marca Garmin eTrex 10, e cadastrados na abaixo na Figura 2.

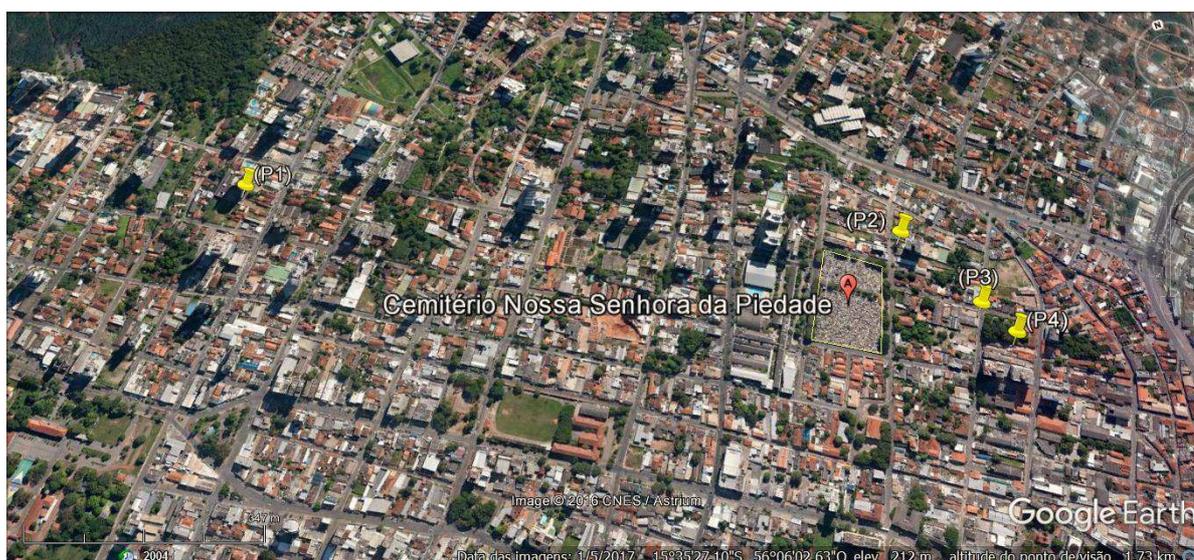


FIGURA 2 – Localização dos pontos de coleta.

Fonte: Google Earth, 2016 (adaptado pelos autores).

Os pontos P1 e P2 são poços tubulares profundos, porém, atualmente apenas o poço P1 encontra-se ativo para abastecimento humano, já a água proveniente ao poço P2 é utilizada para fins menos nobres, ou seja, rega de jardim e limpeza de calçadas. Com relação aos poços P3 e P4 ambos são do tipo cacimba, e encontram-se inativos.

As amostragens foram realizadas no mês de outubro de 2016, durante os procedimentos de coletas foram adotados cuidados relacionados à preservação, armazenamento e transporte das amostras de água, a fim de não provocar alterações nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas das mesmas. Tomou-se o cuidado para que não houvesse a transferência de contaminação de um poço de monitoramento para o outro. Desta maneira, tanto o cabo de nylon quanto o recipiente para captação da água foram devidamente esterilizados

com solução de hipoclorito de sódio antes de cada amostragem. Com o intuito de prevenir possíveis contaminações, além do uso de luvas descartáveis, evitou-se que o equipamento entrasse em contato com o solo.

Em cada ponto de coleta, as amostras foram armazenadas em três frascos de polietileno estéreis, sendo dois de 250 mL e um de 1000 mL. Cuidou-se para que os frascos fossem preenchidos em sua totalidade, não deixando espaços vazios, de modo a evitar uma possível volatilização. Os mesmos receberam identificação do local com o número do poço e a data da coleta por meio de etiquetas.

O acondicionamento das amostras bem como o transporte transcorreu sob refrigeração em caixa térmica com gelo reciclável (Gelox®), mantendo uma temperatura ideal de 4°C, e posteriormente encaminhadas ao laboratório Agroanálise Laboratórios Integrados no município de Cuiabá para respectivas avaliações. Os resultados das análises laboratoriais foram apresentados, comparados e discutidos conforme valores referenciados pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Estimativa da geração de necrochorume

A estimativa da geração do necrochorume foi realizada a partir da informação do número de óbitos no período de 1867 a 2015. Os dados foram concedidos pela Cuiabana Administradora de Cemitérios Ltda. Para tanto, traçou-se uma média de peso corpóreo, levando em consideração os estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos anos de 2008/2009 (BRASIL, IBGE 2008) onde determina que, um indivíduo do sexo masculino no país pesa em média aproximadamente 70kg, e do sexo feminino pesa aproximadamente 58kg. Para se estimar o volume (em litros) de necrochorume gerado por kg de corpo foi utilizado a equação 1, uma vez que, Segundo PACHECO (2006), 70kg de peso corpóreo gera aproximadamente 30 litros de necrochorume.

$$X = \frac{(C.B)}{A} \dots\dots\dots \text{(Equação 1)}$$

Onde:

- A: Peso corpóreo (70kg);
- B: Geração de necrochorume em litros (30 L);
- C: 1 kg peso corpóreo;
- X: Necrochorume (L) por Kg corpóreo.

Com exceção dos recém-nascidos e natimortos, a estimativa aproximada do necrochorume gerado, foi realizada através da Equação 2, que levou em consideração os sepultamentos realizados no período das atividades do empreendimento de 2012 à 2015, bem como o total de sepultamentos realizados desde o ano de 1867 até 2015.

$$SPT \times PM \times X \dots\dots\dots \text{(Equação 2)}$$

Onde:

- SPT: Sepultamentos no período;
- PM: Peso médio entre sexos;
- X: Necrochorume (L) por Kg corpóreo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados concedidos pela administradora, relacionados ao número de sepultamentos por mês no cemitério Nossa Senhora da Piedade em Cuiabá, estão dispostos no Quadro 1, e referem-se ao período de 2012 a 2015.

QUADRO 1 – Número de sepultamentos.

Ano Mês	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Média (Ano)
2012	*	*	19	25	35	28	25	24	39	29	25	27	276	27
2013	21	15	16	18	12	15	20	17	21	13	21	20	209	17
2014	13	13	21	19	24	22	19	20	22	11	24	22	230	19
2015	14	6	3	12	19	24	28	17	18	19	21	23	204	20

Fonte: Cuiabana Administradora de Cemitérios Ltda.

(*): Mês não contabilizado pela administradora.

Observa-se no Quadro 1, que no ano de 2012 a média foi de 27 sepultamentos, já no ano de 2013 foi de 17, em 2014 foi de 19 e por fim, no ano de 2015 foi de 20 sepultamentos mensais. Para melhor representa-los, os dados acima foram compilados conforme o FIGURA 3.

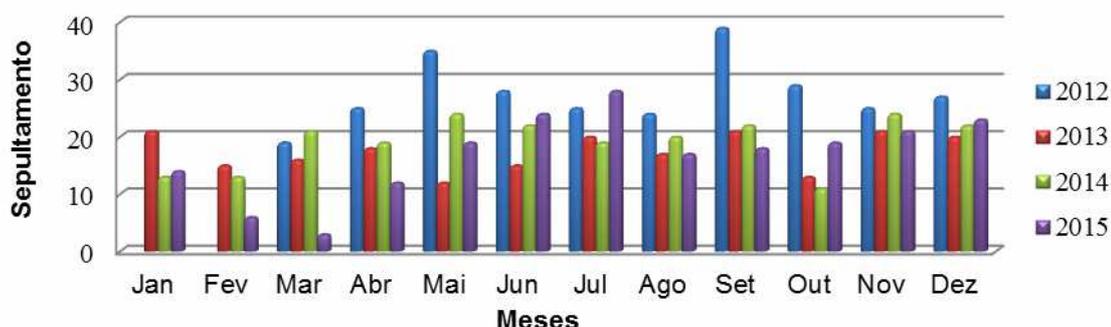


FIGURA 3 – Número de sepultamento no período de 2012 a 2015.

Fonte: Cuiabana Administradora de Cemitérios Ltda.

Diante dos valores acima referenciados, foi possível trabalhar os dados através das Equações 1 e 2 de forma a traçar uma estimativa (ainda que aproximada), da geração de necrochorume anual no período entre 2012 a 2015 conforme Quadro 2.

QUADRO 2 – Estimativa de necrochorume por ano no período de 2012 a 2015.

Ano	Sepultamentos	Geração anual necrochorume (L)	Geração total necrochorume no período (L)
2012	276	7.571	25.209
2013	209	5.733	
2014	230	6.309	
2015	204	5.596	

(L): litros.

Observa-se que o Quadro 2 menciona apenas o período em que as atividades do empreendimento passaram a ser monitoradas pela empresa Cuiabana Administradora de Cemitérios Ltda., sendo possível, desta forma, chegar aos resultados descritos para geração anual de necrochorume, bem como a uma geração total no período que foi de 25.209 Litros.

Entretanto, considerando a quantidade de sepultamentos realizados desde o início das atividades do empreendimento entre o ano de 1867 até o ano de 2015 (aproximadamente 12.500 sepultamentos), a geração obtida é de 342.880 Litros de necrochorume. Estudos realizados por GOLWER (1983) demonstram a ocorrência de retenção de poluentes e contaminantes no solo, mediante processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em subsuperfície (diluição, filtração, absorção, adsorção, solução, precipitação, hidrólise, volatilização, transformações geoquímicas e geoquímicas). É evidente que grande quantidade deste necrochorume liberado foi retido por estes processos ao longo dos anos.

Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas

A localização, altitude e a distância entre os poços de coleta e o cemitério estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1 - Poços de coleta

Poço de coleta	Distância (m) entre os poços e o cemitério	Altitude da boca do poço (m)	Coordenadas	
			Latitude	Longitude
P1	995	180	15°35'14.65"S	56° 6'20.54"O
P2	86	217	15°35'29.73"S	56° 5'46.26"O
P3	159	203	15°35'34.86"S	56° 5'44.09"O
P4	219	200	15°35'36.97"S	56° 5'43.13"O

Legenda: (m) metros.

Os resultados obtidos com as análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos foram comparados aos padrões de potabilidade da Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011) para águas subterrâneas destinadas ao consumo humano, e estão dispostas na Tabela 2, evidenciando os valores máximos permitidos a cada parâmetro.

TABELA 2 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas.

Parâmetros	Unid.	VMP (*)	P1	P2	P3	P4
pH	—	6.0 a 9.5	6.75	6.84	6.89	6.9
Cor Aparente	UC	15	50	50	200	100
Turbidez	NTU	5	27	42	2.73	4.06
Dureza Total	mg/L	500	175.28	112.97	180.14	76.11
Cálcio (Ca)	mg/L	--	46.73	14.32	63.17	25.5
Magnésio (Mg)	mg/L	--	14.23	18.75	5.44	3.02
Sódio (Na)	mg/L	200	11.81	12.59	4.17	20.79
Ferro (Fe)	mg/L	0,3	1.6	0.1	0.7	<0.050
Sólidos totais dissolvidos	mg/L	1000	256.2	148.1	316.2	264.2
Nitrato	mg/L	10	<0.05	42	7.64	5.85
Nitrito	mg/L	1	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07
Coliformes Totais	UFC/100m	Ausência	0	0	0	0
Escherichia Coli	UFC/100m	Ausência	0	0	0	0

Legenda: P1/P2/P3/P4= Resultado das respectivas amostras analisadas.
VMP (*) – Valor Máximo Permitido para o consumo humano conforme Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Os resultados da concentração hidrogeniônica (pH), mantiveram-se entre 6.75 e 6.9, com média 6.84, caracterizando desta forma valores relativamente ácidos. A maioria das águas subterrâneas possui pH entre 5 e 8.5 e em casos excepcionais podem variar entre 3 e 11 (FEITOSA & MANOEL FILHO, 1997). A tendência ácida das águas subterrâneas na região assemelha-se ao demonstrados em estudos realizados por MIGLIORINI et al. (2006), não estando desta maneira relacionada com a presença de corpos em decomposição, visto que o poço P1(à montante), determinado como de controle (background), também apresentam pH com tendência ácida. Ressalta-se que todos os resultados provenientes dos quatro poços amostrados estão de acordo com os valores máximos permissíveis pela Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) para consumo humano.

A turbidez está relacionada à alteração da penetração da luz pelas partículas em suspensão, partículas estas constituídas por plâncton,

bactérias, argilas, silte, e outras fontes de poluição que lançam material fino (MACEDO, 2006). As concentrações de turbidez alcançaram níveis entre 2.73 e 42 NTU (média 19 NTU), estando acima dos VMP que é de 5 NTU, exceto para os pontos P3 e P4. Observa-se que somente no P2 a turbidez encontrada foi maior que o valor de background (P1). No P2 foram observados altos índices que provavelmente não estão relacionados a presença do cemitério, e sim a problemas construtivos do poço, visto que um poço tubular profundo não deveria apresentar valores de turbidez elevado.

Segundo MACEDO (2006), a cor na água é resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Neste trabalho a cor aparente, apresentou níveis de concentração entre 50 e 200 UC e média de 26.6 UC, todos os poços amostrais não atendem os valores permissíveis pela portaria em estudo, alcançando maiores amplitudes nos pontos P3 e P4 valores estes 13 e 6 (respectivamente) vezes acima do VMP que é de 15 UC. É necessário ressaltar que o poço P3 encontra-se desativado, coberto de forma inadequada, com tampa de estrutura metálica em processo de corrosão avançado e recebendo as folhas da vegetação local, e materiais em suspensão, que provavelmente influenciaram na coloração. Não foi possível correlacionar os índices de cor com a presença do cemitério.

Os parâmetros dureza total (média 136.1mg/L), sódio (média 12.3 mg/L) e sólidos totais dissolvidos (média 246.1 mg/L) apresentaram baixas concentrações em todos os poços amostrados, estando em consonância com VMP para portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011). As concentrações da dureza total, não permitem concluir que estão relacionadas ao cemitério.

As análises bacteriológicas fornecem indicadores consistentes de contaminação de origem humana ou animal, porém, os resultados obtidos nos quatro poços amostrais demonstraram ausência para os parâmetros Coliformes totais e Escherichia Coli, atendendo desta forma ao VMP. As análises bacteriológicas não indicam influência do cemitério.

As concentrações de ferro obtidas neste estudo, apresentaram nível médios de 0.6 mg/L, com teores entre <0.050 e 1.6 mg/L. Duas das amostras (P2 e P4) demonstraram estar de acordo com a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011), entretanto as demais correspondentes aos poços P1 e P3 apontaram concentrações acima do VMP para consumo humano (estando o P1 5 vezes acima dos valores permissíveis) que é de 0.3 mg/L. Faz-se necessário evidenciar que os valores divergentes nas amostras do P1 não condizem com alterações provenientes de contaminação de atividades do cemitério, justificado pelo fato de que o ponto em questão refere-se ao poço background estando acima do cemitério, e/ou pelo fato que as águas subterrâneas do Grupo Cuiabá normalmente apresentam concentrações anômalas de ferro, devido as piratas disseminadas nos filitos e diamictitos, além das crostas de laterita muito comum na região (MIGLIORINI, 1999 e 2007). Por este motivo, não foi possível relacionar as concentrações de ferro com a presença do cemitério.

Os valores para concentração de cálcio variaram entre 14.32 e 63.17mg/L e média de 37.43mg/L todas as amostras apresentaram níveis altos não compatíveis aos VMP para potabilidade das águas subterrâneas. Os maiores valores estão localizados nos poços P1 e P3. Denota-se que o poço P3 apresentou o maior índice de concentração para este parâmetro, e está localizado abaixo do cemitério em estudo. Em áreas de cemitérios a principal disponibilidade desse composto é por via de decomposição de ossos e adição de cal nas sepulturas (BRASIL,

2008). A Portaria 2914/2011 não estabelece a concentração de cálcio isolado, pois o elemento em questão aparece associado à dureza total da água. Segundo MIGLIORINI (1999) é comum, a presença de concentrações elevadas de cálcio nas águas subterrâneas do Grupo Cuiabá devido à presença de lentes de calcário nestas rochas. Desta maneira, não é possível correlacionar a presença deste íon com o cemitério.

Assim como o cálcio, as concentrações de magnésio também estão associadas aos índices de dureza da água. As concentrações variaram entre 3.02 a 18.75 mg/L e média em torno de 10.36 mg/L, estando acima do VMP, sendo evidentes as maiores concentrações nos poços P1 e P2. As concentrações detectadas de magnésio também não foram relacionadas com o cemitério pelo mesmo motivo do cálcio.

O Nitrato apresenta níveis muito baixos nas águas subterrâneas, tendo como valor máximo permissível 10 mg/L. Teores encontrados acima de 5mg/L podem indicar contaminação das águas subterrâneas por esgoto, fossa séptica, lixo, cemitérios, adubo, isto é, matéria orgânica em decomposição (FEITOSA & MANOEL FILHO, 2008). Os teores de nitrato na área de influência do cemitério em estudo variaram entre <0.05 a 42 mg/L, com média de 13.9 mg/L. Destaca-se o resultado encontrados para o P2 (42 mg/L) por estar 4 vezes acima do VMP, os demais poços se encontram dentro dos padrões determinado pela portaria em questão. Este poço em particular, trata-se de um poço tubular profundo, e apesar da alta concentração observada, não foi possível relacionar a alteração dos teores de nitrato com a presença do cemitério, que podem estar relacionadas às fontes de contaminação citado acima por FEITOSA E MANOEL (2008), fazendo-se necessárias novas coletas amostrais para maiores investigações das reais causas.

Os teores de nitrito encontrados na área em estudo foram baixos, as concentrações mantiveram-se estáveis em todos os poços, com concentração de <0.07 mg/L, apresentando resultados abaixo do VMP para consumo humano. Ressalta-se que os resultados das análises físico-químicas apresentaram teores incompatíveis aos valores máximos permissíveis (VMP) estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para consumo humano. Contudo, a presença do cemitério não demonstrou contribuição significativa na alteração das concentrações, provavelmente devido à redução considerável do número de sepultamentos no cemitério. Segundo MIGLIORINI (2006) o número reduzido de sepultamentos possibilita ao subsolo tempo suficiente para que aconteçam as reações físicas, químicas e biológicas, que modificam o necrochorume e o torna, de uma maneira geral, menos perigoso nas águas subterrâneas.

CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas na área de influência do cemitério Nossa Senhora da Piedade apresentaram irregularidades em comparação aos valores máximos permissíveis pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para padrão de potabilidade das águas subterrâneas para consumo humano. Sendo possível observar que:

- 1- As altas concentrações observadas nas águas subterrâneas pelos parâmetros Ferro, Cálcio e Magnésio possivelmente não estão relacionadas com a

presença do cemitério, mas sim devido às características litológicas do Grupo Cuiabá;

- 2- Apesar da alta concentração de nitrato observada em apenas um dos quatro poços amostrados, não é evidente a relação com a presença do cemitério. Entretanto, indicam alterações nas condições higiênicas e sanitárias dessas águas, podendo estar relacionada com outras fontes de contaminação como esgoto;
- 3- Com relação à qualidade bacteriológica das águas subterrâneas, todos os resultados não detectaram a presença de coliformes totais e/ou E. coli, atendendo os padrões determinados pela Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011);
- 4- O volume de necrochorume estimado desde o período da implantação é importante, pois demonstram a capacidade de autodepuração do subsolo relacionada à atual produção de necrochorume local. Tendo em vista que a construção de cemitérios podem ser fontes potenciais de contaminação caso não sigam as normativas vigentes para correta implantação e gerenciamento;
- 5- Sugere-se a instalação de poços de monitoramento no interior do cemitério Nossa Senhora da Piedade bem como a novas e detalhadas investigações na área onde tais empreendimentos encontram-se instalados.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas **ABNT- NBR 15495**: Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulados. Parte 2: Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 335**, de 3 de abril de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 368**, de 28 de março de 2006. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2016.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 402**, de 17 de novembro de 2008. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

ma.gov.br >. Acesso em: 03 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez.2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 03 mai. 2016.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT** – Brasília, Funasa 2007. Disponível em:< www.funasa.gov.br/internet/arquivos/biblioteca/cemitFonte.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo Demográfico, 2008**. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/dissem/nacao/locaisdeatendimento/locais_atendimento.php?uf=mt>. Acesso em: 14 abr. 2016.

CAMPOS, A.P.S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental), Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2007. Disponível em: ><http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/pt-br.php>>. DOI:10.11606/D.6.2007.tde-25112007-172840. Acesso em: 15 mai. 2017.

MARINHO, A.M.C.P. **Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios: estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza - Ceará**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 1998.

CANTO, L. S. do. **Vulnerabilidade da água subterrânea em cemitério tipo Parque Jardim de Santa Maria** – RS. Santa Maria. 2008.

CASTRO, D.L. **Caracterização geofísica e hidrogeológica do Cemitério Bom Jardim, Fortaleza - CE**. Revista Brasileira de Geofísica, v. 26, p. 251-271, 2008.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano. **Perfil Socioeconômico de Cuiabá, v. IV**. Cuiabá. Central de Textos, 2010. Disponível em : <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/perfil_socioeconomico_de_cuiaba_Vol_IV.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2017.

CUIABÁ. Lei Municipal n. 2.339 de 13 de Dezembro de 1985. Dispõe que é dever do Município a conservação e fiscalização dos cemitérios públicos. Mato Grosso, Cuiabá, 12 de set. 2012. Não encontrado no texto.

CUIABÁ. Lei complementar n. 004, de 24 de Dezembro de 1992. Dispõe sobre o código sanitário e de posturas do município, o código de defesa do meio ambiente e recursos naturais, o código de obras e edificações e dá outras providências. Mato Grosso, Cuiabá, 24 de nov. 1992. Não encontrado no texto.

FEITOSA F.A.C; FILHO J.M. **Hidrogeologia conceitos e aplicações**. CPRM, LABHID, UFPE. Fortaleza, 1997, 412p.

FEITOSA, F.A.C. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações / organização e coordenação científica / Fernando A.C. Feitosa...[et al.]...-3.ed.rev. e ampl. – Rio de Janeiro: CPRM : LABHID, 2008, 812p.**

FINEZA, A. G. **Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de Tabuleiro – MG. 2008, 54 p.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008.

FREITAS, Vladimir Passos - **Direito Ambiental em Evolução**. 1º ed. Curitiba: Juruá, 2011.

GOLWER, A. W. Schneider. **Untersuchungen über die Belastung des unterirdischen Wassers mit anorganischen toxischen Spurstoffen im Gebiet von Straben**. ED.Bundesminister für Verkehr, Abt. Strassenbau, 1983.

HIDRATA, R. & SUHOGUSOFF, A. V. **A proteção dos recursos hídricos subterrâneos no Estado de São Paulo**. IN: Congresso Brasileiro de Águas subterrâneas, 13, Cuiabá 2004. Cuiabá: ABAS, 2004, CD-ROM. Disponível em: <<http://www.cuiaba.mt.gov.br/legislacao/paginas/planodiretor/planodiretor1.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MACEDO, J.A.B. **Introdução a Química Ambiental: Química e Meio Ambiente e Sociedade**.Ed. BH:CRQ-MG. 2006. p. 1028.

MARINHO, A.M.C.P. **Contaminação de aquíferos por instalação de cemitérios: estudo de caso do Cemitério São João Batista, Fortaleza - Ceará**. 1998. 88f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE), 1998.

MARTINS, C. - **Cemitérios desrespeitam legislação** – reportagem Diário de Cuiabá edição nº10917-16/05/2004. Disponível em: <[w.w.w.diariodecuiaba.com.br/detalhe.php?cod=180486](http://www.diariodecuiaba.com.br/detalhe.php?cod=180486)>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MATO GROSSO, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Listagem dos empreendimentos de gerenciamento de resíduos sólidos com licença de operação (Io)**. Cuiabá – SEMA/MT: 2016, 3p.

MATOS, B. A. **Avaliação ocorrência e do transporte de microorganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha município de São Paulo**. 2001. 113f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-19122001-082301/pt-br.php>> DOI: 10.11606/T.44.2001.tde-19122001-082301. Acesso em: 23 ago. 2016.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos**. Estudo do Cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo. 1994. 74 f. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MIGLIORINI, R. B. **Hidrologia em meio urbano. Região de Cuiabá e Várzea Grande-MT**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MIGLIORINI, R.B; LIMA, Z. M.; ZEILHOFER, L. V. A. C. **Qualidade das águas subterrâneas em áreas de cemitério**. Região de Cuiabá – MT. Águas Subterrâneas. v.20.n.1 p.15-28, 2006.

NEIRA, D.F.; TERRA, V.T.; PRATE-SANTOS, R.; BARBIÉRI, R.S. **Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil**. Natureza on line, v. 6, p. 36-41, jan./ fev. 2008. Disponível em: <<http://www.naturezaonline.com.br>>. Acesso em: 02 fev. 2016.

PACHECO, A. **Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento**. Revista do Sistema de Planejamento e da Administração Metropolitana, [S.l.], n. 17, p. 25-37, 1986.

PACHECO, A. **Cemitério e Meio Ambiente**. 2000. 102f. Tese (Livre Docência)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PACHECO, A. **Os cemitérios e o ambiente; Ambiente Brasil**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=23638>>. Acesso em: 29 abr. 2016.

PIRES, A.S.; GARCIAS, C.M. **São os cemitérios a melhor solução para a Destinação dos Mortos? In: IV ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS**; Brasília, 2008. Disponível em:<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT14-442-156-20080509225125>. Acessado em: 03 fev. 2016.

POUNDER, D. J. SATO, M. I. Z.; ALVES, M. T.; SANCHES, P. S. **Microbiologia ambiental**. São Paulo: Cetesb, 1990.

ROCHA M. A. B. B. **O arquivo da cúria metropolitana de Cuiabá e a secularização dos cemitérios da cidade**. ANPUH – XXV SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA – Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://anais.anpuh.org/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S25.0331.pdf> >. Acesso em: 14 abr. 2016.

ROMANÓ, Elma Nery de Lima. **Cemitérios: Passivo Ambiental Medidas Preventivas e Mitigadoras**. Ponta Grossa: Instituto Ambiental do Paraná, 2010. Disponível em: <<file:///c:/users/ligia/downloads/cemit%c3%89rios++p+as+si+v+o+a+m+b+iental+-+t+i+d+a+d+es+preventivas+e+mitigadoras.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

SANTOS, R. M. **Cemitérios: Uma ameaça a saúde humana?** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007.

SEGUIN, E. Crimes Ambientais e o Cemitério. IN: **Direito Ambiental em Debate**, Rio de Janeiro: Esplanada, v.2, p. 95-104, 2004.

SILVA, R.W.C.; MALAGUTTI FILHO, W. **Cemitérios – Fontes potenciais de contaminação**. Revista ciência hoje, v.,24, nº263, p.24-29. 2009.

SILVA, L. M. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: Congresso Latino Americano de Hidrologia Subterrânea, 4., 1998, Montevideo. **Anais ...** Montevideo: Alhsud, p. 667-681.1998.

SILVA, F.C.; SUGUIO, K.; PACHECO A. Avaliação ambiental preliminar do cemitério de itaquera, segundo a resolução conama 335/2003, município de São Paulo. Revista UnG – **Geociências**, 2008, v. 7, nº1 31-47. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/376/465>>. Acesso em 04 fev. 2016.

UÇISIK, A.S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing**. Denmark; WHO1998. Disponível em: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

XAVIER, C.C; AMORIM M.R; VALENTINI C.M.A. Diagnóstico da situação atual dos cemitérios em Cuiabá-MT sob a ótica da gestão ambiental: estudo de caso parque bom Jesus de Cuiabá e cemitério São Gonçalo. Santa Maria, **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, v. 19, n. 3, set-dez. 2015, p. 450-461. Disponível em: <[file:///C:/Users/Samsung/Downloads/17199-95650-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Samsung/Downloads/17199-95650-1-PB%20(1).pdf)>. DOI: 105902/22361170. Acesso em: 01 fev. 2016.