

## RISCOS AMBIENTAIS DO COMPLEXO DE CEMITÉRIOS QUINTA DOS LÁZAROS, SALVADOR, BAHIA, BRASIL

Flavio Souza BATISTA  
Geógrafo, Mestre em Geologia. flaviosbatista1@gmail.com

**RESUMO.** Este trabalho teve como objetivo elaborar um estudo geoambiental pioneiro da área de risco do maior complexo de cemitério do estado da Bahia (Quinta dos Lázaros) para a comunidade circunvizinha. O complexo é responsável por cerca de 55% dos sepultamentos de Salvador, índice que vem aumentando exponencialmente nos últimos anos. Foi produzida uma carta de riscos ambientais de acordo com os trabalhos de Pacheco (1986), Aquino (2008), Viana (2010) e a utilização do diagrama de Venn, que espacializou o grau de poluição e contaminação do cemitério em apreço. Os resultados das análises físico-químicas das águas subterrâneas na área de estudo evidenciaram um ambiente oxidante, bastante mineralizado, seja pela adição constante do Nitrato, seja pela interferência de cal. Os resultados indicaram alto risco à saúde, decorrente de doenças de veiculação hídricas, sendo a principal fonte de contaminação do aquífero por bactéria heterotrófica, *Escherichia coli* e *Salmonellas* ssp.

**Palavras-chave:** Cemitério, Risco Ambientais, Contaminação de Aquíferos.

**ABSTRACT. ENVIRONMENTAL RISKS OF 'QUINTA LAZAROS' CEMETERIES COMPLEX, SALVADOR, BAHIA STATE, BRAZIL.** This study aimed to develop a pioneering study of geoenvironmental risk area's largest complex of the state of Bahia cemetery (Fifth of Lazarus) to the surrounding community. The complex is responsible for about 55% of burials of Salvador, a rate that has increased exponentially in recent years. A letter of environmental risks according to Pacheco's work (1986) was produced, Aquino (2008), Viana (2010) and the use of the Venn diagram, which spatialized the degree of pollution and contamination of the cemetery in question. The results of physicochemical analyzes of groundwater in the study area, they showed an oxidizing atmosphere, very mineralized, either by constant addition of nitrate, either by interference cal. The results indicate high risk to health due to water borne diseases, the main source of aquifer contamination by heterotrophic bacteria, *Escherichia coli* and *Salmonella* ssp.

**Key-words:** Cemetery, Environmental Risk, aquifers contamination.

---

### INTRODUÇÃO

A vida e a morte são fatos marcantes no cotidiano do ser humano. Celebra-se a vida e lamenta-se a morte, significando para muitos o fim, para outros um novo começo. A morte encerra a existência do ser vivo; com ela, o ser humano deixa de ter personalidade jurídica e passa a se chamar "cadáver" 'carne dada aos vermes', termo de origem latina, e o cemitério traduz o destino dessa matéria orgânica (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009). A palavra cemitério, originária do grego *koumeterian* é do latim *coemeteriun*, significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram ou se guardam os mortos e tem como sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e última moradia (CAMPOS, 2007). A origem dos cemitérios data da pré-história.

O cemitério Quinta dos Lázaros, em Salvador, tem a sua história atrelada à fundação da Quinta do Tanque, imponente construção onde funciona o Arquivo Público da Bahia atualmente. Segundo Mendes (2007), no período colonial em 1555, os padres jesuítas obtiveram, por doação do

Governador Tomé de Souza, um local ao qual chamaram de Quinta, onde construíram a Casa de Campo do Colégio da Bahia. A antiga *Quinta dos Padres* "era provida de tudo, hortas, água, capela e cemitério" (PEIXOTO, 1945, p. 253-254).

Em torno da Quinta surgiram muitas casas, as quais deram origem a um povoado onde habitavam homens e mulheres livres, de modestos ofícios, operários com seus artifícios que empregavam suas habilidades ora na casa dos jesuítas, ora em outras partes da cidade. Havia também homens e mulheres escravos que ali serviam (MENDES, 2007).

Aproximadamente por dois séculos os jesuítas ocuparam o prédio até serem expulsos do Brasil, nos meados do século XVIII.

Em 1726 o prédio foi leiloado e arrematado por João Rodrigo Pereira. Em 1784, já sob a propriedade de Ana Maria do Sacramento, foi vendido ao então governador Dom Rodrigo José Pereira para servir de leprosário. Assim, o Hospital São Cristóvão dos Lázaros nasceu como uma resposta do Estado aos anseios da sociedade em relação ao medo que a lepra representava. O Hospital dos Hansênicos - instituição pública,

contribuiu para a secularização dos cemitérios em Salvador, pelo fato de sepultar, desde 1787, pacientes vitimados pela lepra, mesmo antes da existência da Lei Régia de 1801, que instituiu a construção de cemitérios fora das cidades. O Cemitério das Quintas dos Lázaros marca sua existência extraoficialmente público, como cemitério de leprosos (MENDES, 2007).

Em 02 de agosto de 1850, o Vice-Presidente da Província da Bahia, Álvaro Tibério de Moncorvo Lima, fez saber a todos os seus habitantes, através da Assembleia Legislativa Provincial, que dentre outros assuntos, instituiu a proibição das inumações de cadáveres no interior dos templos do Município da Província de Salvador (ALVES, 1948, p.286-287).

Em Salvador, cuja população conhecida era de 56.000 habitantes, a ação da Cólera foi muito preocupante. Pois em 10 meses, o número de mortos atingiu 16,8% do número total de moradores da cidade. Seixas (1860) conta que os dias restantes do mês de julho de 1856 decorreram com vítimas diárias, entre 08 a 10 pessoas, somente na povoação do Rio Vermelho.

Segundo Mendes (2007) o medo incidiu diretamente nos costumes e no instinto de sobrevivência dos baianos, sendo possível perceber a relação direta entre a epidemia e a criação de cemitérios extramuros. O primeiro Cemitério extramuro oficial foi o cemitério particular do Campo Santo, onde foram levados os corpos dos atingidos pela epidemia da cólera. O Governo, não arriscando desgostar demais as confrarias religiosas, doou-lhes um terreno no morro da *Quinta dos Lázaros* onde, pouco a pouco, Ordens e Irmandades Religiosas de Salvador foram instalando os seus cemitérios (REIS, 1998 citado por MENDES, 2007). A ata da sessão de 04 de fevereiro de 1855, referenda que está edificando na Quinta dos Lázaros um lugar reservado para as inumações dos irmãos falecidos por ter de extinguir-se o uso dos enterramentos nas igrejas (ALVES, 1948). Percebe-se a intenção de erradicar os sepultamentos no interior das cidades como medida preventiva contra as doenças epidêmicas. Dessa forma nasceu oficialmente o *Cemitério público da Quinta dos Lázaros* pelo Governo em 1856, começando a receber grupos organizados, como Ordens Religiosas, Irmandades, Agremiações, Órgãos de Classe, que constroem a última morada dos seus irmãos. São, na verdade, cinco que foram sendo construídos em torno da antiga Capela do Lazarento (figura 1):

1. cemitério Público da Quinta dos Lázaros;
2. cemitério da Venerável Ordem Terceira da Penitência do Seráfico Pe. São Francisco;
3. cemitério do Convento de São Francisco;
4. cemitério da Venerável Ordem Terceira do Carmo;
5. cemitério dos Israelitas.

**Figura 1** - Capela de São Cristóvão dos Lázaros



Fonte: Valladares, 1967 (citado por MENDES, 2007).

Salvador possui atualmente cerca de 18 cemitérios, sete privados, um pertencente ao estado administrado pela Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (SESAB) e 10 de propriedade do município, além de um crematório, totalizando uma área de 32,31 ha, e atende a uma demanda anual de aproximadamente 16.000 sepultamentos, abrangendo todas as classes sociais.

A área de estudo compreende o maior complexo de cemitérios do estado da Bahia, que responde por mais de 55% dos sepultamentos realizados anualmente em Salvador, e que vem registrando crescente aumento na procura, enquanto o espaço físico foi reduzido à metade, por conta da ocupação irregular de residências no seu terreno, gerando uma menor disponibilidade de espaço para inumação (covas de chão).

O local está sendo investigado pelo Ministério Público no tocante aos possíveis impactos, tendo solicitado um diagnóstico ambiental dos administradores das instituições, no cumprimento das legislações específicas. Atualmente foi instituído um Termo de Ajuste de Conduta (TAC).

Com área total de 52.500 m<sup>2</sup>, o cemitério tem 19.286m<sup>2</sup> de área construída, que abriga a administração, ossuários, igreja e velório. O conjunto reúne cinco cemitérios (Cemitério Quinta dos Lázaros, Cemitério dos Israelitas, Cemitério Ordem Terceira de São Francisco, Cemitério Ordem Terceira do Carmo e Cemitério São Francisco), pertencentes a diferentes irmandades, coordenadas pela Irmandade da Conceição da Praia, que operam com carneiras e campos. Cabe à SESAB administrar a área de covas rasas, destinadas ao sepultamento de pobres e indigentes.

Este trabalho teve como objetivo elaborar um estudo geoambiental pioneiro da área de risco que o complexo de Cemitério Quinta dos Lázaros apresenta para comunidade circunvizinha com foco na caracterização de áreas de riscos ambientais e nos vestígios de poluição causado pela atividade cemiterial.

## Aspectos Legais

São crescentes, no Brasil e no mundo, estudos mais aprofundados sobre contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais, causada por cemitérios. No Brasil não existe a obrigatoriedade de licenciamento ambiental de cemitérios mediante lei específica.

A Lei nº 6938, de 31 de Agosto de 1981, que “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”, endossa no seu Art. 2º:

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os princípios: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX e X.

Art. 3 – Para os fins previstos nesta lei, entende-se por meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite abrigar e reger a vida em todas as suas formas; poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

Art.9- São instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente:

I – O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras; as penalidades disciplinares ou compensatórias ao cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção de degradação ambiental.

Apesar de não especificar cemitérios em sua base como atividade com potencial de poluição, é sabido que os cemitérios horizontais foram criados no Brasil mediante Lei Régia de 1801, que instituiu a construção de cemitérios fora das cidades por ordem da monarquia portuguesa em vista dos problemas de incidência de epidemias como tifo e peste negra na Europa preteritamente.

Em 23 de Janeiro de 1986 foi lançada a Resolução Conama nº 01/86 (BRASIL,1986), indicando as atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), mas não ficou evidente o licenciamento de cemitérios. Logo em seguida (1988) a Organização das Nações Unidas (ONU), manifestou uma preocupação, alertando o mundo dos males que podem ser causados por cemitérios mal instalados e sobretudo mal conservados (WHO, 1988). Apesar disso, o Conselho Nacional

do Meio Ambiente (CONAMA) - que em seguida lançou a Resolução Conama nº 237, de 19 dezembro de 1997 (BRASIL, 1997), que regulamenta aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) - não levou em conta os impactos dos cemitérios ao meio ambiente.

Em 2003 o Conama regulamentou os aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios através da Resolução nº.335, de 3 de abril de 2003 (BRASIL, 2003) e Resolução 368 de 2006 (BRASIL, 2006).

No Brasil vários estados têm em suas leis, medidas orientadoras e mitigadoras em relação à instalação e uso de cemitérios.

Segundo Matos (2001), o ato nº 326, de 21 de março de 1932, do município de São Paulo, é a mais antiga lei no Brasil que disciplina a construção de novos cemitérios somente no município de São Paulo.

Em 10 de julho de 1986, a Câmara Municipal de São Paulo aprovou a Lei nº 10096, que proibia a construção de cemitérios nos espaços de proteção de mananciais. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), elaborou a Norma Técnica L1.040, que trata da implantação de cemitérios (CETESB, 1999).

No estado da Bahia, existe a Lei nº 3982, de 29 de Dezembro de 1981 (BAHIA, 1981) e Decreto nº 1898, de 7 de Novembro de 1988 (BAHIA, 1988), que tratam da localização e funcionamento dos cemitérios, além da Portaria nº 3894, de Dezembro de 1992, da Secretaria de Saúde do Estado da Bahia (BAHIA, 1992), que regulamenta a localização, a utilização e o funcionamento dos cemitérios.

A lei Orgânica do Município de Salvador (SALVADOR,2006) possui normas específicas sobre cemitérios, serviços funerários, sua administração e fiscalização. A administração municipal deve prover a todos as condições necessárias ao sepultamento de corpo de pessoas falecidas, cujos parentes, ou responsáveis, sejam comprovadamente necessitados.

A lei nº 5503\99, Código de Polícia Administrativa do município de Salvador (SALVADOR, 1999), disciplina o funcionamento dos cemitérios, instalação de fornos crematórios e incineradores.

A Lei de Ordenamento e Uso do Solo (LOUS), Lei nº 3853\88 (SALVADOR, 1988) dispõe sobre as normas gerais, zonais e critérios de compatibilidade locacional para a localização de cemitérios e o Decreto Municipal nº 11301/96 (SALVADOR, 1996) contem normas reguladoras do funcionamento dos cemitérios.



## Estado da arte

Somente no século passado é que as necrópoles passaram a ser estudada de forma científica. Van Haren em 1951, conduziu a primeira pesquisa, em que constatou altas concentrações de íons nas águas subterrâneas rasas (cloretos de 500 L<sup>-1</sup>, sulfatos 300 mg L<sup>-1</sup>, bicarbonatos 450 mg L<sup>-1</sup>) e consequentemente de alta condutividade. (2300 uS cm<sup>-1</sup>), não tendo sido realizado uma avaliação do solo. A partir desse momento os aquíferos subterrâneos e a sua correlação como os cemitérios, passam a chamar a atenção da comunidade científica. Schraps (1972) confirma, através de análises químicas e bacteriológicas da água subterrânea, as altas concentrações de íons nas proximidades de sepulturas em um cemitério localizado em terreno aluvionar da Alemanha Ocidental, especialmente 50 cm abaixo das covas, sobretudo a pequenas distâncias dos túmulos (0,5 a 2,5 metros); com o aumento da distância dos locais de sepultamento, esse risco tendeu a decrescer rapidamente. Foram encontradas ainda, por Schraps (1972), evidências de bactérias nas águas subterrâneas perto dos cemitérios.

A literatura mais recente acerca dos impactos dos cemitérios sobre a qualidade das águas subterrâneas em zonas insaturadas e saturadas destaca dois tipos de impacto de necrópoles sobre o meio ambiente: a curto e a longo prazo. Em águas subterrâneas, o impacto está associado com o aumento das concentrações dos íons (KNIGHT; DENT, 1995; PACHECO et al., 1991), da flora intestinal (DENT; KNIGHT, 1998; MATOS, 2001), dos aminoácidos (ŻYCHOWSKI et al., 2002; 2003) e outros compostos orgânicos (ŻYCHOWSKI, 2007); ptomaine e vários elementos químicos em solos (SPONGBERG; BECKS, 2000a, 2000b; FORBES, 2002; ŻYCHOWSKI, 2000; ŻYCHOWSKI et al., 2006), e gases como o PH<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>H<sub>4</sub> e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> no ar (ŻYCHOWSKI, 2009 citado por ŻYCHOWSKI, 2011).

Autores sul-africanos consideram bactérias e vírus um perigo intrínseco aos cemitérios (FISHER; CROUKAMP, 1993; ENGELBRECHT, 1998, 2000). Mais de 40% dos cemitérios na África do Sul contaminam recursos hídricos (FISHER; CROUKAMP, 1993).

O cemitério é um empreendimento indispensável à sociedade. Pois realizam a inumação dos defuntos, dando o destino esperado pela sua sociedade. O corpo depois de morto (defunto) libera o necrochorume, que é tido por diversas publicações no mundo como a maior ameaça a contaminação de aquífero subterrâneo e oferece grande perigo à saúde pública. O necrochorume é viscoso, de cor castanho-acinzentada, forte cheiro e grau variado de patogenicidade (ALMEIDA; MACEDO, 2005).

Apresenta densidade média de 1,23 g cm<sup>-3</sup> (mais denso que a água), e a relação entre o volume de necrochorume produzido e o peso do corpo é igual 0,60 L kg<sup>-1</sup> (LOPES, 2000). Segundo Silva (1998), essa solução coloidal rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis são compostas de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas. Para Smith et al. (1983) *apud* Migliorini (1994), a decomposição destas substâncias orgânicas (10%) pode produzir certas diaminas, como a cadaverina. Segundo Almeida e Macedo (2005), a decomposição das substâncias orgânicas (10%) do corpo pode produzir diaminas como a cadaverina (C<sub>5</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>), líquido venenoso xaroposo, e a putrescina (C<sub>4</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>), sólido venenoso, que, ao serem degradadas, geram amônio NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ajustar, substância que apresenta toxicidade em altas concentrações. Encontra-se no necrochorume números elevados de bactérias heterotróficas, proteolíticas e lipolíticas. Encontram-se também *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiellae citrobactere* a *Streptococcus faecalis*, e microrganismos patogênicos como *Clostridium perfringes*, *Clostridium welchii* que causam tétano, gangrena gasosa e toxi-infecção alimentar; *Salmonella typhique* causa a febre tifoide e *S. paratyphia*, febre paratifoide; *Shigella* é causadora da disenteria bacilar e o vírus da hepatite A. Essas substâncias podem se proliferar em um raio superior a 400 metros de distância do cemitério, a depender da geologia da região (LOPES, 2000). Por ser rotativo, seu processo de inumação, a fonte de contaminação apresenta-se como pontual e permanente. Eles exigem, como consequência, maior atenção, não só dos órgãos municipal, estadual e federal, bem como de toda a sociedade na tentativa de minimizar os problemas ambientais e aumentar a qualidade de vida da população (PACHECO, 2000; MATOS, 2001; CAMPOS, 2007; SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009; AQUINO; CRUZ, 2010).

A contaminação de lençol freático por cemitérios no estado da Bahia tem sido estudada pelo grupo de pesquisa Geoquímica das Interfaces do Instituto de Geociências (IGEO) da Universidade Federal do Estado da Bahia (UFBA).

Embasado nas condições biogeoquímicas supracitadas, Matos (2001) sugere que as águas dos poços de amostragens do lençol freático nas proximidades de cemitérios devem ser analisadas para detecção de: coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais, clostrídios sulfito-redutores, bactérias proteolíticas, bactérias heterotróficas aeróbias, bactérias lipolíticas, bactérias mesófilas, colífagos, *Salmonella* sp., nitrato, fósforo, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, cloreto, fosfato total, chumbo total, ferro total, cálcio, magnésio, sólidos totais dissolvidos, dureza total e pH.

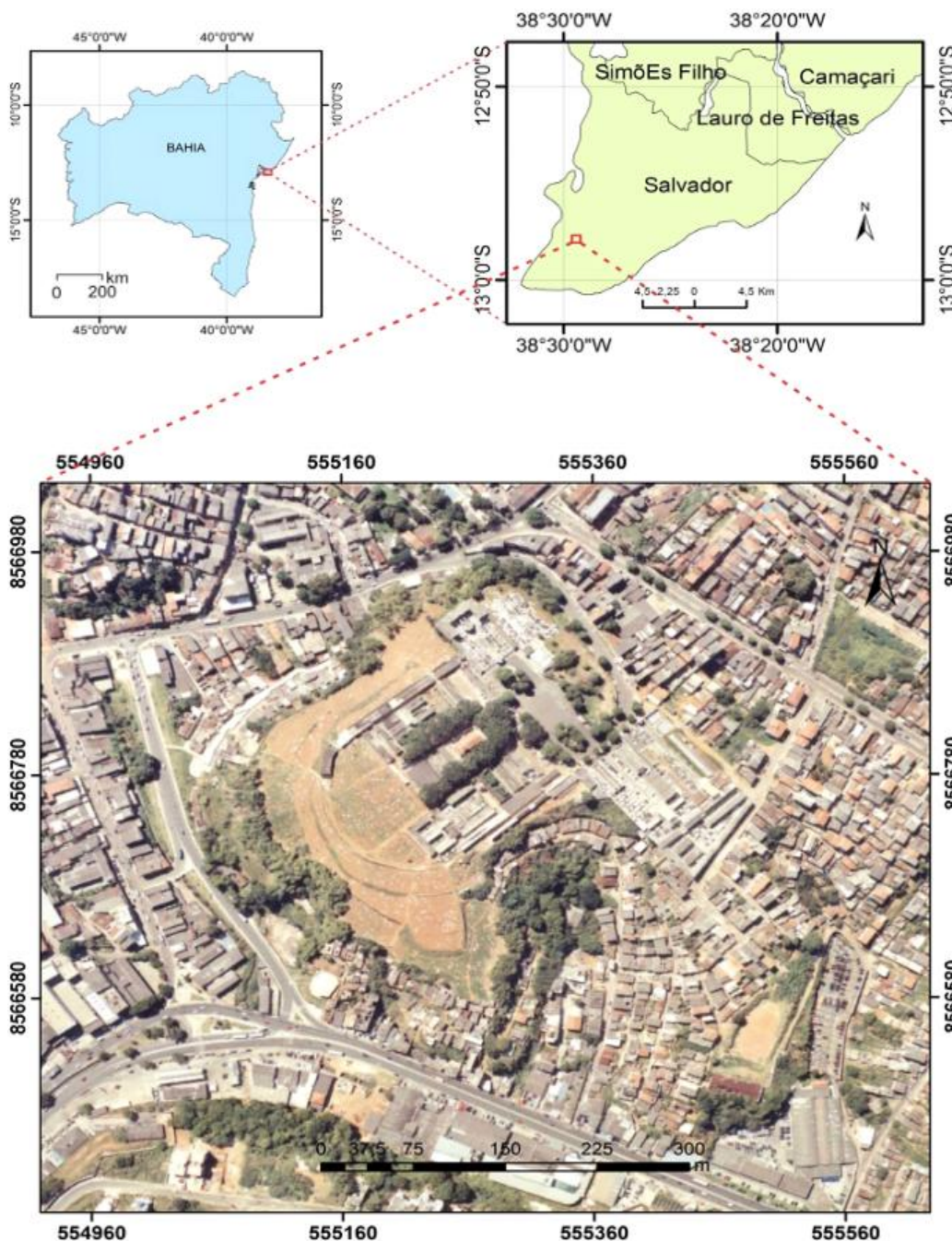
**A área de estudo**

O Complexo de Cemitérios Quinta dos Lázarus está localizado na cidade do Salvador, Estado da Bahia, mais precisamente entre os bairros Dois Leões, Macaúbas (ao sul), Barbalho (a oeste), Cidade Nova (a leste) e Caixa D'Água (a norte), com estrutura residencial e comercial ativa (figura 2).

Geologicamente, encontra-se no Alto de Salvador que, segundo Barbosa et al. (2005) e Cruz (2005), é um *horst* de litotipos metamórficos

de alto e médio grau, deformados de modo polifásico e frequentemente cortados por corpos monzo-sienograníticos e diques máficos que separa a Bacia do Recôncavo do Oceano Atlântico. As rochas que servem de embasamento para área de pesquisa estão no Cinturão Salvador-Esplanada que forma a faixa de rochas das fácies granulito e anfibolito (granulitos tonalíticos, granulitos charnoenderbíticos, Gnaisses, Granitos e migmatitos) (BARBOSA; DOMINGUEZ, 1996), e seus litotipos ortoderivados são granulitos tonalíticos e granulitos charnoenderbíticos.

**Figura 2 –** Localização e vista da área de estudo – Complexo de Cemitérios Quinta dos Lázarus



A evolução geomorfológica, onde está situado o cemitério Quinta dos Lázaros, corresponde ao processo de pedimentação, que recua progressivamente as encostas das elevações chamado de colina de Salvador. Predomina uma topografia suavemente ondulada, com partes planas, vales em U e a altitude em torno de 100 metros (NASCIMENTO, 2008).

A estrutura em blocos compartimentados e o clima tropical úmido (B2rÁá) segundo a classificação de Thornthwaite e Matther, 1955 (SEI, 1998), com altas temperaturas e precipitações pluviométricas e o excedente hídrico, sendo o responsável pela recarga do aquífero freático (com capacidade de armazenamento ainda mais limitado e restrito as zonas mais fraturadas com corpo rochoso com as fraturas sub-horizontais) e pelo escoamento superficial de Salvador (o complexo de cemitério Quinta dos Lázaros faz parte da bacia hidrográfica do Rio Camarajipe), favoreceram uma profunda alteração das rochas cristalinas cujo processo de evolução pedogenética levou ao desenvolvimento de diversos horizontes pedológicos. Todo o morrote, onde se encontra a área de estudo, é constituído de regolito e solos mobilizados, argilosos de cor marrom alaranjado denominado de Latossolos vermelho-amarelo álicos (saturação Al>50%), com horizonte A moderado e textura argilosa, em relevo de tendência plana a ondulada (EMBRAPA - SNLCS, 1981).

As águas subterrâneas do Alto Cristalino de Salvador estão classificadas como predominantemente sódicas (65,6%) e mistas (31,2%) e, secundariamente, de natureza cálcicas (3,1%). As águas mistas sofrem influência da rocha alterada e do cristalino fissural devido à decomposição dos anfíbólios, clino e ortopiroxênios, biotita e dos plagioclásios cálcicos presentes nos granulitos tonalíticos (compreendendo a área de estudo), charnoenderbíticos e nos corpos máficos e ultramáficos associados, constatando-se que o intemperismo químico das suas litologias, da atmosfera e das contribuições antrópicas reflete a composição química da água (NASCIMENTO, 2008).

Segundo Nascimento (2008), a principal forma de captação de água subterrânea no Alto Cristalino de Salvador é feita através dos poços tubulares rasos ou profundo, utilizados em pequenos abastecimentos. Algumas lojas e imóveis que circundam o complexo de cemitério Quinta dos Lázaros se utilizam desses poços. Entretanto, existem outras formas de captação através de fontes naturais e cisternas, de uso comum em toda a cidade (NASCIMENTO, 2008).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa está alicerçada em literaturas concernentes ao assunto, através da revisão do estado da arte sobre os riscos dos cemitérios às águas subterrâneas, sendo confeccionada uma lista de conformidade e não conformidade do cemitério, embasada em diversas leis, decretos, normas e resoluções, acerca dos impactos ambientais negativos causados por cemitérios.

Foram utilizados mapas topográficos e de fluxo (figura 3), imagens captadas por satélites e plantas topográficas, para determinação dos pontos de amostragem da água subterrânea para realização de análise físico-química e microbiológica, conforme legislação CONAMA nº 396, de 03/04/08 (BRASIL, 2008); Portaria 2914 de 12/12/2011 (BRASIL, 2011), Matos (2000) e ABNT (NBR 9896/87) (BRASIL, 1987).

Para realização da avaliação de risco de cemitério, fez-se necessário o entendimento das fontes potenciais de contaminação (ameaça - o cadáver putrefato), suas vulnerabilidades e seus indicadores de contaminação (através de análises físico químicas e microbiológica).

Buscou-se avaliar a inter-relação da atividade cemiterial, que tem o necrochorume como principal agente contaminante, com os riscos que este oferece aos aquíferos, logo à saúde pública. Assim foi importante verificar as características do solo, aquífero, nível freático, distância do fundo das covas, identificando sua vulnerabilidade, perigo, exposição e ameaça. A associação dos perigos com suas respectivas vulnerabilidades demonstrou o nível de risco de contaminação dos aquíferos.

Tais indicadores foram utilizados para confecção de uma carta de riscos ambientais em níveis de riscos, sendo enquadrados em baixo e alto nível de risco, de acordo com os trabalhos de Pacheco (1986), Matos (2000), Aquino (2008), Viana (2010) e a utilização do diagrama de Venn, afim de espacializar o grau de risco da poluição e contaminação do cemitério, em apreço, à sociedade.

### Metodologia

Os seguintes parâmetros foram determinados na água: temperatura, pH, ORP (redução da oxidação potencial), condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, sal, os parâmetros químicos (nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, análise ânions, nitrogênio nitrato, nitrito, sulfato, cloreto, nitrato, fosfato total, fósforo total, dureza total e cálcio total) e bacteriológicos (bactérias heterotróficas, coliforme termotolerantes, coliformes totais, *Echerichia coli*, microrganismos aeróbios mesófilos, *Streptococcus* fecais e *Salmonella* spp.) concernentes à pesquisa foram para o laboratório

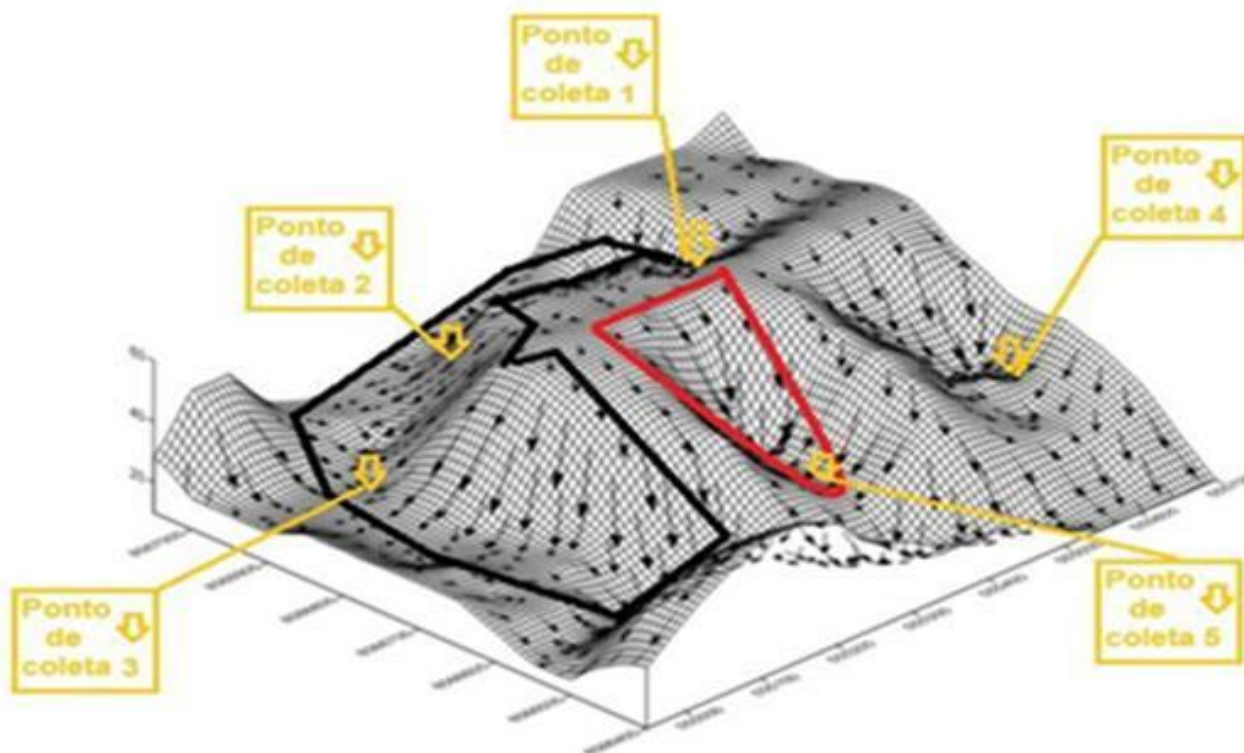


do Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro, SENAI Unidade Cetind.

Os valores do potencial de oxiredução (ORP) sugeriram um ambiente oxidante, cujos valores variaram de 291 a 415 mV, com média de 362,60

mV, mediana de 375 e coeficiente de variação (CV) de 12%. Segundo McCune e Grace (2002), valor do coeficiente de variação (CV) inferior a 50%, sugere pequena variabilidade e tendência de distribuição gaussiana.

**Figura 3** - Mapa de fluxo superficial do Complexo de Cemitérios Quinta dos Lázaros em 3D, com localização dos pontos de coleta



A correlação entre as variáveis físico-químicas das águas subterrâneas demonstra que existe uma relação direta da condutividade elétrica com os sais (Cloreto, sulfato, dureza total e cálcio).

A água está classificada como dura - sabe-se que no cemitério é adicionada cal virgem, óxido de cálcio anidro, substância oxidante que maximiza a decomposição devido à sua acidez - o que leva à inferir que tais adições tem influenciado a dureza dessa água pela adição de cal que os cemitérios realizam, pois a composição do embasamento rochoso é pobre em cálcio e magnésio, não podendo exercer influência no aquífero a ponto de enriquecer a água com tais elementos e torná-las dura ( $153 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ ).

Apenas o ponto 5 mostrou-se com resultados menores porque, ao observar o fluxo das águas superficiais, percebe-se que elas não estão tão direcionadas para esse ponto, portanto não sofrem tanto o enriquecimento (mineralização, possui menor dureza  $71,5 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ , cloreto, nitrato e amônia) com o produto da decomposição cadavérica.

Para corroborar com esse fato, na análise de água realizada foram encontrados patógenos, microrganismos como Bactérias heterotróficas: Coliforme termotolerantes, Coliformes totais, *Echerichia coli* (bactéria endotérmica), Microrganismos aeróbios mesófilos, *Streptococcus fecalis*, *Salmonella* spp., Dessa forma o produto de coliquação cadavérica tem conseguido poluir e contaminar o aquífero do alto cristalino.

Com base no mapa de vulnerabilidade, seguindo o método DRASTIC, realizado pelo professor Nascimento (2008) para a cidade do Salvador, foi feito um recorte da área de estudo, que apresenta as características geológicas, geomorfológicas, geoquímicas, hidrogeológicas e pluviométricas similares, pois se situa em um topo de morro uniforme, quanto a esses aspectos. O complexo de Cemitérios Quinta dos Lázaros, apresenta uma composição regolítica com permeabilidade e porosidade, onde se formam acúmulos de água, este por sua vez apresenta uma espessura que, segundo Nascimento (2008), encontra-se entre 7 a 9 metros do aquífero alto

cristalino. Assim, a área de estudo possui a mesma vulnerabilidade em todos os cemitérios, que identificou a região circunvizinha com índice de 127 (grau mediano de vulnerabilidade do aquífero na escala DRASTIC). A Tabela 3. Apresenta o ponto de coleta (Fonte das Pedras) da planilha de vulnerabilidade, apresentando os seguintes valores para cada parâmetro: D 45, R 32, A 12, S 6,0, T 10, I 15 e C 3,0 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Recorte da planilha de vulnerabilidade da Fonte das Pedras

Poço	D	R	A	S	T	I	C	Índice
95	45	32	12	6	10	15	3	127

Fonte: Nascimento (2008)

## DISCUSSÕES

Para a realização dessa pesquisa se fez necessário à compreensão dos fatores físicos que compõem o sítio de estudo. O aquífero, suas reais ameaças, vulnerabilidade, exposição e danos, para a partir daí, mensurar o grau de risco. Para melhor entender a situação de risco em cemitério foi utilizado o diagrama de Venn triplo (figura 4), que entende a noção de risco como um tripé, onde a eliminação de um dos seus componentes elimina a possibilidade de riscos.

**Figura 4** - Diagrama de Venn triplo, caracterizando os componentes do risco



Sem a presença do necrochorume, que representa uma ameaça, ou a sua eliminação de forma segura sem comprometer o meio ambiente e a saúde pública, não haveria risco. Se o cemitério fosse construído isolado de qualquer receptor, não apresentaria perigo de dano ou ameaça. No caso

dos receptores usarem todo tipo de barreira que impeça o contato, seja de forma direta ou indireta (situação hipotética e ilusória, já que não tem como fazê-la, mesmo com uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), o que não garante seu isolamento por completo), não existiria a concretude do risco. Estas situações não existem, portanto, as medidas aplicadas na mitigação dos impactos de cemitérios não eliminam por completo seus riscos, mas podem reduzir bastante.

Para a espacialização e classificação de risco, foram associadas as classificações de risco de Pacheco (1986) (Médio risco, Alto risco e Extremo risco) e de Aquino e Cruz (2008); Baixo risco, Médio Risco e Alto risco, juntamente com diagrama de Venn (figura 4). O grau de risco, seguindo a metodologia proposta, para o aquífero em questão é "Alto risco", porque os contaminantes chegam facilmente às águas subterrâneas. Assim as áreas que sofrem alto risco foram identificadas no Mapa de Fluxo Superficial em 3D do Complexo de cemitérios Quinta dos Lázaros, em preto e em vermelho a área que recebe menor carga de contaminante no aquífero (figura 3).

### Área de Risco Baixo

É representada pelo sítio dos cemitérios onde ocorrem raramente ou não se realizam inumações. Nessas áreas estão erigidos, além de edifícios administrativos, o local de velório, os jazigos monumentais antigos, os ossuários perpétuos, a igreja ou capela e o estacionamento (figura 5).

### Área de Alto Risco

Quando o solo tem elevada permeabilidade, o que permite a infiltração profunda do necrochorume, ou a distância para o lençol freático é inadequada, a situação é de alto risco, porque os contaminantes chegam facilmente às águas subterrâneas (figura 6).

### Área de Alto Risco

Nesses sítios são contínuas (três anos) as inumações ou sepultamento, ocorrendo tanto em carneiras como em covas rasas. O bota fora está inserido nessa área de risco. As áreas de inumações recentes apresentam-se como uma ameaça de alto grau, pois liberam mais necrochorume em um determinado tempo, ininterruptamente, apresentando consequentemente mais perigo (figura 7).





**Figura 7 - Área de sepultamento (inumação)**

### CONCLUSÕES

Esta pesquisa constituiu uma obra de utilidade pública, pioneira em avaliação de risco do maior complexo de cemitério do estado da Bahia (Quinta dos Lázarus), que associou informações embasadas na legislação pertinente a cemitérios, qualidade da água e meio ambiente, suas medidas mitigadoras e preventivas no sentido de avaliar o estado do empreendimento existente, seus riscos e a constatação do potencial de contaminação e poluição no que se refere às águas subterrâneas e suas áreas de riscos. Nesta última foi desenvolvida a classificação em dois níveis de riscos com a produção de 3 mapas de riscos (1 de risco baixo e 2 de risco alto). Foi definido o risco que o aquífero se encontra (alto risco, por apresentar contaminação inerente ao necrochorume que não apresenta dificuldade em chegar ao aquífero). O emprego desses indicadores, pode colaborar para um processo articulado de Avaliação-planejamento e gestão dos recursos hídricos, associados às condições de saneamento básico com outras variáveis a exemplo de indicadores de saúde. Além de servir para avaliação da evolução temporal dos indicadores.

Constatou-se que a recarga do aquífero do alto cristalino de Salvador é efetuada através das águas meteóricas, observando a presença de águas subterrâneas isotopicamente semelhantes em todos os pontos de captação. A composição química da água subterrânea no Alto Cristalino de Salvador reflete o intemperismo químico das suas

litologias, da atmosfera e das contribuições antrópicas. Ao confrontarmos dados da pluviosidade de Salvador com a taxa de recarga que o seu aquífero recebe, sabendo que a infiltração não é desprezível, mesmo sob baixas precipitações pluviométricas, percebemos que ela é contínua o ano todo, sem grandes rebaixamentos do nível estático. A variação do nível estático pode estar condicionada à variação da espessura das coberturas. No Alto Cristalino de Salvador a pequena espessura das coberturas e a baixa densidade de fraturamento do cristalino, mostrou que a maioria dos poços tubulares pesquisados apresentam vazões consideradas baixas, o que indica uma maior concentração de contaminantes, o que evidencia a importância da intensidade das precipitações pluviométricas na recarga natural da região, juntamente com a permeabilidade e porosidade do sistema aquífero, tanto em superfície quanto em subsuperfície. A chuva ajuda a percolação e infiltração do necrochorume no solo até atingir o aquífero, ou seja, aumenta o tamanho da pluma de contaminação. Com a chuva, a carga hidráulica é maior sobre o solo o que aumenta a velocidade de infiltração. Quanto mais rápido o contaminante atravessar o solo, menos tempo terá para ser degradado e adsorvido pelo solo. A carga de contaminação pontual permanente do necrochorume, que possui uma condutividade hidráulica alta, constitui um elemento de maior velocidade de infiltração juntamente com o seu peso molecular, o que define a mobilidade do poluente no solo até atingir o aquífero subterrâneo.

O resultado das análises tanto químico quanto bacteriológica comprovou que existe contaminação e poluição da aquífero alto cristalino de Salvador em todos os locais de coleta, pois Foi realizado uma classificação de riscos para esse aquífero em "Alto risco". O que configura uma inconformidade com a legislação e com a saúde pública, colocando a população que tem contato seja porque consome essa água através de poço ou mesmo pela drenagem superficial que ocorre em época de chuva, expostas a diversos graus de risco.

Percebe-se claramente que a resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental no seu artigo 1º nos incisos I e IV não tem sido observado por parte do governo, que se ausentou da responsabilidade, inclusive tendo apoio do instituto de Geologia da universidade Federal pela presente pesquisa. O então Secretário de Saúde, senhor Jorge Solla, se negou a permitir que esse estudo fosse realizado, negando qualquer tipo de informação sobre o cemitério, mesmo sabendo que o ministério público tinha solicitado, através do CRA (Centro de Recursos Ambientais), um estudo sobre os impactos do cemitério ao lençol freático, no qual foi realizado pela empresa LN consultoria, mas não foi aceito pelo ministério público. O cemitério negociou junto ao ministério público um TAC (termo de ajuste de conduta) para solucionar os problemas encontrados e pelo visto tem negligenciado, pois foi constatado que o cemitério tem contaminado e poluído o aquífero. Além de demonstrar total desprezo pelas normas e legislações pertinentes. É notório sua péssima aparência. O mato toma a maior parte das covas rasas, ultrapassa a altura das cruzeiras no chão e até de alguns túmulos. São encontradas carneiras com infiltração, mal conservada, quebradas, abertas (expondo os restos mortais), animais (cachorro) adentram seu recinto e devoram os defuntos, além de ratos que infestam as carneiras e ossuário, não tendo nenhum tipo de controle de quem entra (são encontrado, em época condizente, meninos empinando arraia), o cheiro nauseabundo é característico. Além de poluir e contaminar o aquífero do alto cristalino de Salvador e contribuir da mesma forma para o escoamento superficial, principalmente em épocas de chuva, o cemitério vem descumprindo uma série de normas inerentes à atividade cemiterial e ao meio ambiente. São necessárias medidas corretivas das problemáticas aqui levantadas não só para enquadrá-lo à legislação como também para assegurar a saúde da população circunvizinha, oferecendo consequentemente maior respeito aos que se foram e aos parentes e amigos que ainda se encontram vivos e que tem como certeza sua finitude.

## RECOMENDAÇÕES

Apresentamos as seguintes medidas como recomendações para remediar os problemas:

- reparar as carneiras, campas e ossuários (inclusive as que não estão em uso), adequando-as à legislação pertinente com sistema de drenagem e aeração dos gases;
- construir calhas de drenagem em volta de todas as quadras;
- sinalizar as quadras e arruamentos;
- reformar as quadras de carneiras e campas que estão desativadas;

Caso o estado não tenha interesse em transferir o cemitério para outra localidade ou não tenha a disponibilidade de terreno em outro sítio para contemplar outras localidades (é comum o cemitério o esgotamento de vagas e este atende a todas as localidades da cidade). O ideal seria verticalizar o mesmo, pois se apresenta em desconformidade com a CONAMA 335 no seu artigo 5º inc. II., onde, no caso de contaminação do aquífero, é sugerido que os sepultamentos sejam feitos acima do nível do solo.

### Na área das covas (solo):

Deve ser criado um terraceamento para reduzir a erosão do solo; vii. Plantio de gramas na área de inumação que forma uma capa de proteção na camada superficial do solo, evitando o (*splash*) provocado pela energia cinética do impacto das gotas das chuvas, reduzindo a desagregação do solo e sua posterior erosão. Além de reter a água da chuva que carrega consigo os contaminantes para o aquífero. Além de servir como captador dos contaminantes pela adsorção e absorção, através das raízes.

É recomendável ao cemitério Quinta dos Lázarus o plantio de vegetação com raiz pivotantes de caule reto, pois, Segundo O'Brien e Newman (1997) citados por WHO (1998), as plantas podem remover os vírus e bactérias do solo, além de consumir parte da carga orgânica proveniente do necrochorume. O nível da água do lençol freático é reduzido em locais com grandes árvores já que estas conseguem retirar a água do solo. Este fenômeno aumenta a capacidade de biodegradação do necrochorume pelo solo.

Recomenda-se ainda:

- concluir a construção do muro para evitar o que vem acontecendo (a entrada de animais que escavam as covas e devoram os cadáveres);
- contratar serviço de zoonose para eliminação dos vetores de doenças; xi. O uso da manta absorvente dever ser exigido para evitar que o contaminante (necrochorume) percole o solo, sendo o seu destino dado por empresa especializada em local apropriado ou tratamento.



**Para o monitoramento:**

- construir poços de monitoramento obedecendo à legislação pertinente as águas subterrâneas;
- o monitoramento adequado não deve limitar-se às análises de coliformes, mas envolver também a análise bacteriológica.  
O monitoramento deve incluir também:
- o desenvolvimento de estudos geofísicos para confirmar os dados diretos pontuais;
- a caracterização detalhada dos sistemas de fratura locais, que pode ser facilitada com a utilização de métodos geofísicos, uma vez que a cobertura de solo dificulta o acesso aos afloramentos rochosos;
- a caracterização física dos solos com a quantificação da condutividade hidráulica por ensaios de infiltração e análises granulométricas. Além desses tópicos, outros devem ser considerados em função das condições locais, como morfologia de relevo, espessuras e textura.

**Para os funcionários:**

- deve ser exigido o uso dos EPIs (equipamento de proteção individual);
- o legislador deve se atentar para o enquadramento da profissão de coveiro, pois o desvio de função é um dos problemas, isso tem afetado a contratação de pessoal. Além de criar dificuldades na promoção de concursos. Os cemitérios vêm sofrendo com essa redução no seu quadro efetivo.

**AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro através da bolsa de mestrado.

**REFERÊNCIAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Poluição das águas:** terminologia - NBR 9896. Rio de Janeiro, 1987.

ALMEIDA, F. R.; ESPÍNDULA, C.; VASCONCELOS, U.; CALAZANS, M. T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o Cemitério da Várzea em Recife-PE. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 20, n. 2, p. 19-26, 2006.

ALVES, Marieta. **História da Venerável Ordem Terceira do Seráfico Padre Seráfico São Francisco da Congregação da Bahia**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional /OTSC, 1948.

AQUINO, J.R.F. **Os problemas ambientais no cemitério do Campo Santo de Salvador, Bahia, NE do Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

BAHIA. **Lei nº 3.982 de 29 de dezembro de 1981** (dispõe sobre o Subsistema de Saúde do Estado da Bahia, aprova a legislação básica sobre promoção, proteção e recuperação da saúde e dá outras providências).

BAHIA. **Decreto 1898 de 7 de novembro de 1988**. Aprova o Regimento da Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. Diário Oficial do Estado. 7-20, 8 nov. 1988.

BAHIA. **Portaria nº 3.894 de 03 de dezembro de 1992** (regulamenta a localização, a utilização e o funcionamento dos cemitérios).

BARBOSA et al. Petrografia e litogeoquímica das rochas da parte oeste do Alto de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 9-22, dez. 2005.

BARBOSA, J. S. F.; DOMINGUEZ, J. M. L.(Coords.). **Geologia da Bahia**: texto explicativo. Salvador: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração, 1996. 382 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 335 de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 368 de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre o licenciamento de cemitérios. Brasília, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 396, de 03 de Abril de 2008**. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Lei nº 6.938, 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 237, de 19 dezembro de 1997**. Dispõe sobre a regulamentação de aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente.

CAMPOS A. **Avaliação do potencial de poluição dos solos e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. São Paulo; 2007.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Implantação de cemitérios**: Norma L1.040 .São Paulo, 1999. 6 p.

DENT, B.B.; KNIGHT, M.J. Cemeteries: a special kind of landfill. In: IAH SUSTAINABLE SOLUTIONS CONFERENCE, Melbourne, February 1998. **Proceedings...**, Kenilworth, International Association of Hydrologists, 1998.

FISHER, G. J.; CROUKAMP, L.. Ground Water Contamination and it's Consequences, Resulting from the Indiscriminate Placing of Cemeteries in the Third World Context. **Conference Africa Needs Groundwater**. University of the Witwatersrand. Johannesburg, 1993.

FORBES, S.L.; STUART, B.H.; DENT, B.B. The identification of adipocere in grave soils. **Forensic Science International**, v. 127, p. 225-230, 2002.

HART, A.; CASPER, S., **Potential groundwater pollutants from cemeteries**. Environment Agency, 2004. (Science Report SCHO1204BIKR-E-P, ISBN Number 1844323471).

Knight, M.J., Dent, B.B., 1995. A watery grave – the role of hydrogeology in cemetery Practice. Australian Cemeteries & Crematoria Association National Conference – Sydney, 8–12 October, ACCA News, Summer, pp. 19–22.

KNIGHT, M.J., DENT, B.B., Sustainability of waste and groundwater management systems. Proceedings of International Association of Hydrogeologists Sustainable Solutions Conference, Melbourne, February, p. 359–374, 1998.

LOPES J. L. Cemitério e seus impactos ambientais. Estudo de caso: cemitério municipal do Distrito de Catuçaba/SP. São Paulo: Centro Universitário Senac. [200-]. Disponível em: <[http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016\\_CAS\\_Cemiterio\\_Imapctos\\_Ambientais.pdf](http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016_CAS_Cemiterio_Imapctos_Ambientais.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2013.

MATOS, B. A. and Pacheco, A. (2000). Ocorrência de microorganismos no aquífero freático do cemitério Vila Nova Cachoeirinha. I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas. Fortaleza:1-11.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MCCUNE, B.; GRACE, J. B. Nonmetric Multidimensional Scaling. In: Analysis of Ecological Communities. MJM, Software, Oregon, 2002.

MENDES, C. M. **Práticas e representações artísticas cemiteriais do Convento de São Francisco e Venerável Ordem Terceira do Carmo**: Salvador século XIX (1850-1920). Salvador: Cibele de Mattos Mendes, 2007. 336 f.

MIGLIORINI, R.B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos**: estudo do cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, p. 1–74, 1994.

NASCIMENTO, S. A. de M. **Estudo da qualidade da água do aquífero freático nas bacias dos rios Lucaia e Baixo Camarujipe**: relatório técnico. Salvador: UFBA, Instituto de Geociências, 2002. 52 p.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Invisible and Endangered Resource**. New York: ONU, 2001. (Report).

PACHECO, Alberto. Os cemitérios como risco potencial para as águas de abastecimento. Em: Revista SPAM. São Paulo: USP - Instituto de Geociências/Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas, 1986.

PACHECO, A.; MENDES, J. M. B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A. A. Cemeteries – a potential risk to ground water. **Water Science & Technologie**, v. 24, n. 11, p. 97-104, 1991.

PACHECO, A.; BATELLO, E. A influência de fatores ambientais nos fenômenos transformativos em cemitérios. **Revista Engenharia e Arquitetura**, v. 2, n. 1, p. 32-39, 2000.

PEIXOTO, A. **Breviário da Bahia**. Rio de Janeiro: Ed. Agir, 1945.

SALVADOR. **Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo-LOUS** (Lei nº 3853\88. Dispõe sobre o Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo no Município da Cidade do Salvador e dá outras providências.

SALVADOR. **Lei nº 5.504 de 1º de março de 1999** (Código Municipal de Saúde).

SCHRAPS, W. G. Die Bedeutung der Filtereigenschaften des Bodens für die Anlage von Friedhofen. *Mitteilungen Deutsche Bodenkundl. Gesellschaft*, v. 16, p. 225–229, 1972.

SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Balanco hídrico do estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999. 250 p. (Série Estudos e Pesquisas, 45).

SEIXAS, D. R. **Da Chólera morbus epidêmica de 1855 na Província da Bahia**. Bahia: Tipografia de Antônio Olavo da França. Guerra, 1860.

SILVA, L. M. Cemitérios: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE HIDROLOGIA SUBTERRÂNEA, 4., 1998, Montevideo. Anais ... Montevideo: Alhsud, 1998. p. 667-681.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios: Fontes potenciais de contaminação. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro - RJ, 13 set. 2009.

SPONGBERG, A. L., BECKS, P. Organic contamination in soils associated with cemeteries. **Journal of Soil Contamination**, v. 9, n. 2, p. 87–97, 2000a.

SPONGBERG, A. L., BECKS, P. Inorganic soil contamination from cemetery leachate. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 117, p. 313–327, 2000b.

VAN HAAREN, F.W.J. **Cemeteries as sources of groundwater contamination**. (em neerlandês). *Water*, v. 35, n. 16, p. 167–172, 1951.

VIANA, D. B. **Avaliação de riscos ambientais em áreas contaminadas: uma proposta metodológica**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

WHO - WORD HEALTH ORGANIZATION. Regional Office for Europe. **The impact of cemeteries on the environment and public**

**health** – an introduction briefing. World Health Organization. 1998. (EUR/ICP/EHNA 01 04 01-A)

ŻYCHOWSKI, J.; LACH, J.; KOLBER, M. Właściwości fizyczno-chemiczne wód podziemnych nekropolii Polski południowo-wschodniej. In: BURCHARD, J. (Ed.). **Stan I antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce**. I. Uniwersytet Łódzki, Łódź, p. 249–261, 2000.

ŻYCHOWSKI, J.; LACH, J.; KOLBER, M. Zróżnicowanie zawartości lizyny i kwasu glutaminowego w wodach podziemnych na wybranych cmentarzach w Polsce południowo-wschodniej. In: BURCHARD, J. (Ed.), **Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce**, II. Uniwersytet Łódzki, Łódź, pp. 241–251, 2002

ŻYCHOWSKI, J.; LACH, J.; KOLBER, M. Występowanie aminokwasów: glicyny, leucyni i izoleucyni w wodach podziemnych na cmentarzach zlokalizowanych w różnych środowiskach. **Przegląd Geologiczny** 51 (11), 962–963.. 2003

ŻYCHOWSKI, J.; PAWLIKOWSKI, M.; LACH, J. Produkty dekompozycji szczątków organicznych na przykładzie masowego grobu w Niepołomicach. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne. Kwartalnik AGH. **Geologia**, Kraków, v. 32, n. 2, p. 203–225, 2006.

ŻYCHOWSKI, J.; LACH, J.; KOLBER, M. Wpływ podłoża z masowym pochówkiem z II wojny światowej na skład chemiczny wód gruntowych. In: ZIUŁKIEWICZ, M. (Ed.) **Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce**, IV. Uniwersytet Łódzki, Łódź, p. 349–359. 2007.

ŻYCHOWSKI, J. Zawartość pierwiastków w wybranych elementach środowiska przyrodniczego otoczenia masowego grobu położonego w Puszczy Niepołomickiej. **Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus**, v. 8, n. 3–4, p. 43–56, 2009.

ŻYCHOWSKI, J. Geological aspects of decomposition of corpses in mass graves from WW1 and 2, located in SE Poland. **Environmental Earth Sciences**, v. 64, n. 2, p. 437–448, 2011.