

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO AQÜÍFERO LIVRE NA REGIÃO DO CEMITÉRIO BOM JESUS DOS AFLITOS, RUSSAS – CE, BRASIL

Francisco Jonathan de Sousa Cunha¹; Jarbas Rodrigues Chaves²; Luanna Araújo Alves; Maria²
Rosana Chaves Nogueira²; Andréia de Freitas Lima²; Luciana Camila Feitoza Moreira²; Elton de
Oliveira Gonçalves², Marcelo Acelino de Oliveira², Hilmária Rosângela G. Chaves²

RESUMO: Os cemitérios por natureza são ambientes contaminantes, devido à decomposição dos corpos, dando origem a um líquido que pode contaminar os recursos hídricos. O caso em estudo, ou seja, o cemitério do centro urbano da cidade de Russas – Ceará, Brasil, como a grande maioria dos cemitérios públicos, não se enquadra dentro das legislações que regem a instalação e operação destes. Esta pesquisa visa conhecer o nível de influência do cemitério em estudo, na qualidade das águas, tanto subterrânea como superficial, de consumo e/ou uso da população circunvizinha. Para determinar a qualidade da água, foram realizadas análises de água de caráter físico-químicos e microbiológicos. Diante de resultados parciais, observamos que os indicadores da presença de matéria orgânica e de microorganismos patogênicos ultrapassaram os limites toleráveis para o consumo e determinados usos, indicando a provável contaminação destes mananciais pelo cemitério.

PALAVRAS CHAVES: Qualidade de Água, Necrochorume, Contaminação.

ABSTRACT: The cemeteries are by nature environments contaminants, due to decomposition of the bodies, leaving a liquid that can contaminate water resources. The case under study, namely the cemetery of the center of the city of Russa - Ceara, Brazil, as the vast majority of public cemeteries, do not fall within the laws governing the installation and operation of these. This research aims to ascertain the level of influence in the cemetery study, the quality of water, both surface and underground, consumption and / or use of the surrounding population. To determine water quality, water analyses were carried out of character physical, chemical and microbiological. Faced with partial results, we observed that the indicators of the presence of organic matter and pathogenic

¹ Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC, Laboratório de Análises de Água e Efluentes, Rua Estevam Remígio, 1145 - Centro, Limoeiro do Norte – Ceará, CEP 62 920 000, Fone (88) 3423 6913, Fax (88) 4323 6901, jonathan_quixer@yahoo.com.br

² Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC, Laboratório de Análises de Água e Efluentes, Rua Estevam Remígio, 1145 - Centro, Limoeiro do Norte – Ceará, CEP 62 920 000, Fone (88) 3423 6913, Fax (88) 4323 6901, jarbas_sane@yahoo.com.br; luannaalves@yahoo.com.br; rosananog26@hotmail.com; drelinha@hotmail.com; lcamilafm@hotmail.com; eltongon@ig.com.br; marcelosane@yahoo.com.br, hilmaria_rosangela@hotmail.com

microorganisms exceeded the tolerable limits for certain uses and consumption, indicating the probable contamination of water sources by the cemetery.

INTRODUÇÃO

Os cemitérios nunca foram incluídos na lista de fontes tradicionais de contaminação ambiental, principalmente, quanto ao cadáver humano possa causar alterações ambientais e pôr em risco a saúde dos vivos. (MATOS, 2001).

Com o fim das atividades vitais, as células em seguida vão morrendo também, e em seguida sofrendo o processo de decomposição, realizadas por microorganismos e reações químicas, neste processo de putrefação há a liberação de um composto denominado de necrochorume.

O necrochorume constitui-se em um líquido mais viscoso que a água, de cor acinzentada a acastanhada, com cheiros acres e fétidos, constituídos por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis.

As águas atingidas pelo necrochorume apresentam contaminação microbiológica por bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, enterovírus e adenovírus. Há também um grande consumo do oxigênio, devido à decomposição biológica e as transformações químicas, principalmente dos produtos com nitrogênio, fósforo, enxofre e outros. As sepulturas provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica destas águas. Parece haver um aumento na concentração dos íons maiores bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio, e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco e de outros metais, há presença também de 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. (MATOS, 2001).

Por meio desta pesquisa, busca-se conhecer, as influências que o cemitério Bom Jesus dos Aflitos na cidade de Russas-CE, possa está contribuindo para contaminação do lençol freático, na região circunvizinha do mesmo. Para isso estão sendo realizadas análises de qualidade de água, segundo as normas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20 edição de 2008, e também realização de sondagens do solo para verificar as características geológicas e o nível da água subterrânea na área em estudo. E comparar os resultados obtidos a legislação vigente, no que diz respeito a cemitério e qualidade de água, como a Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) N° 357 de 17 de março de 2005 e 396 de 03 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e das águas subterrâneas respectivamente, a Portaria do Ministério da Saúde N° 518/2004, que estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências, e a resolução do CONAMA N°335, de 3 de abril de 2003, esta dispõe sobre o

habitacionais possuem poços para uso e/ou consumo da água esplotada, o cemitério também se encontra próximo a lagoa da Caiçara, corpo d'água de múltiplos usos da população circunvizinha.

Características Geológico e Hidrogeológicas do Município de Russas

Em síntese o município de Russas possui três tipos de formações geológicas predominantes, rochas cristalinas, coberturas sedimentares e depósitos aluvionares.

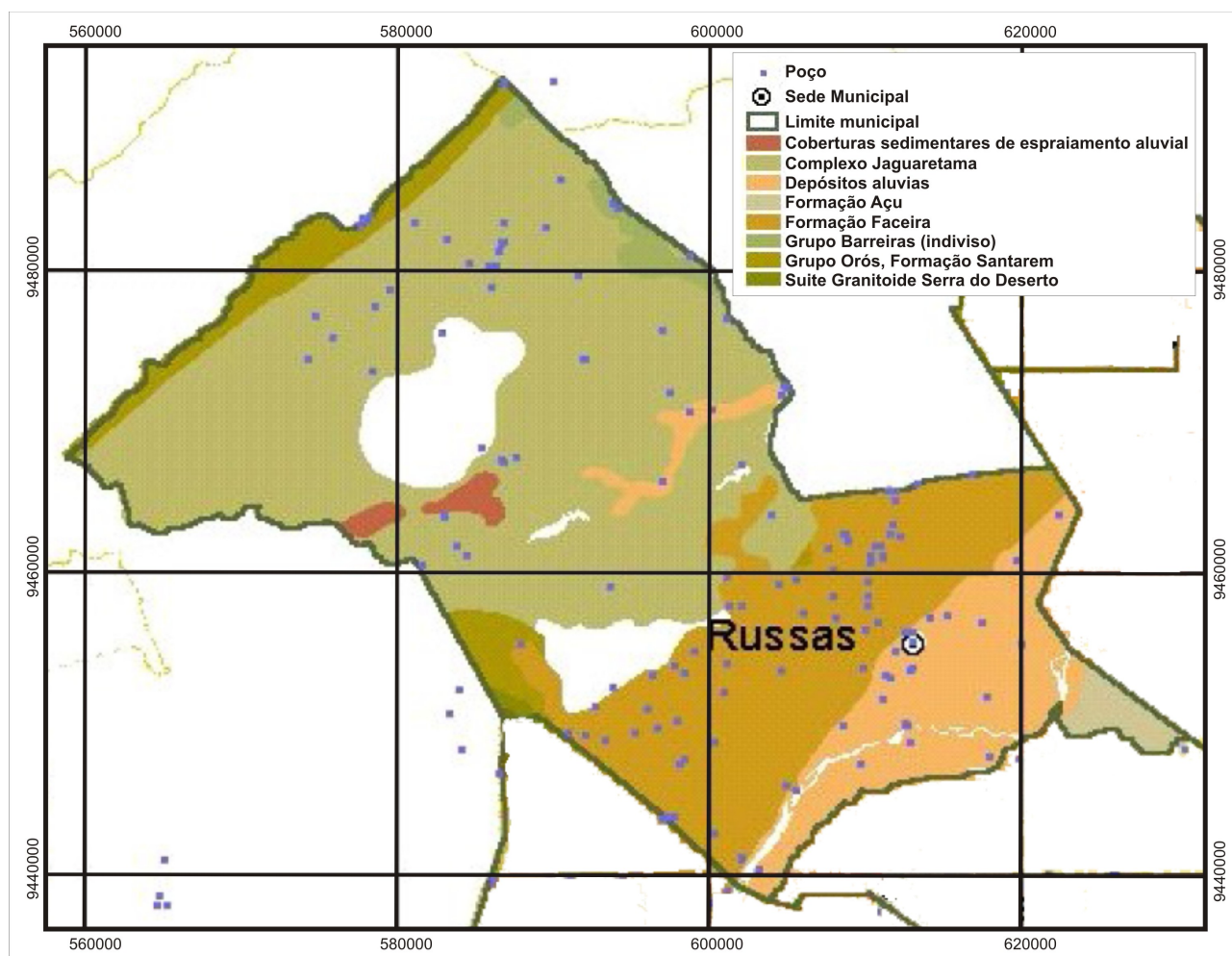


Figura 2: Litologia do município de Russas-CE, adaptado de Morais et al, 2004.

As rochas cristalinas estão presentes principalmente no complexo nordestino, esta formação abrange uma extensa variedade de rochas, onde se incluem migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses, além de zonas com dominância de intensa migmatização, com núcleos granitóides, quartzitos, xistos e calcários cristalinos. Ocorrem ainda anfibolitos, metabasitos e calcossilicáticas. E sua vocação hidrogeológica fraca, no limite de média. Nas coberturas sedimentares, as formações mais representativas são o grupo Barreiras, formação Açú, e outras coberturas (RADAMBRASIL 1981).

O Grupo Barreiras possui uma litologia muito variada, com arenitos finos a médios, siltitos, argilas variegadas, níveis conglomeráticos. Apresenta estratificação cruzada e cores avermelhadas e amareladas. Foi englobada neste grupo a formação Faceira, sem separação em mapa, por apresentar uma litologia similar e comportamento hidrogeológico idêntico .

A presença dos níveis argilosos desta unidade reduz consideravelmente a sua permeabilidade, porém, inversamente, atua como suporte de aquíferos suspensos de pequena monta e contribui localizadamente, para existência de alguns exutorios que ocorrem sob a forma de fontes.

Nas áreas onde o grupo Barreiras esta em contato com os depósitos aluvionares, estes atuam como drenos, carreando água para suas areias, pois estão posicionadas morfológicamente em cotas menos elevadas. Esta unidade tem uma vocação hidrogeológica de media vazão (RADAMBRASIL 1981).

As demais coberturas consiste de areias sílticas, argilosas, localmente grosseiras, com ocorrência ocasional de lateritização, que pode afetar a sua permeabilidade efetiva. O potencial hidrogeológica desta formação é média (RADAMBRASIL 1981).

Os Depósitos Aluvionares, apresentam uma litologia que compõem-se de areias, com granulação variando de fina a grossa, seixos, calhaus, siltes, argilas e matéria orgânica. Todo esse material é inconsolidado.

A sua espessura é meio variada, de local a local, mas de uma maneira geral vai aumentando, com a proximidade do litoral.

Sob o enfoque hidrogeológico, a área mais favorável à exploração de água é aquela do baixo curso, onde a espessura da aluvião é maior, oscilando em torno de 25m, apesar das intercalações de sedimentos argilosos e matéria orgânica, dentro das areias.

Tendo em vista a boa porosidade e uma permeabilidade razoável, os depósitos aluvionares funcionam com exutórios para a água do rio no período das enchentes, atuando como um dreno.

São inúmeros os poços perfurados ao longo de tais depósitos, visando ao aproveitamento da água ali armazenada. Apresentam uma vocação hidrogeológica media, no limite do potencial bom (RADAMBRASIL 1981).

Baseando-se no Mapa de Domínio/Subdomínio Hidrogeológico do Brasil, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, encontramos que a área de estudo compreende principalmente o **Domínio 6**, que corresponde ao Cristalino de aquífero de tipo fissural.

No cristalino, foram reunidos basicamente, granitóides, gnaisses, granulitos, migmatitos, básicas e ultrabásicas, que constituem o domínio tipicamente como aquífero fissural. Como quase não existe uma porosidade primaria nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundaria representada por faturas e fendas, o que se traduz por

reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentre desse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e a água em função da falta de circulação e do tipo de rocha (entre outras razões), é na maior parte das vezes salinizada. Como a maioria destes litótipos ocorre geralmente sob a forma de grandes e extensos corpos maciços, existe uma tendência de que este domínio seja o que apresente menor possibilidade ao acúmulo de água subterrânea dentre todos aqueles relacionados aos aquíferos fissurais (CPRM 2007).

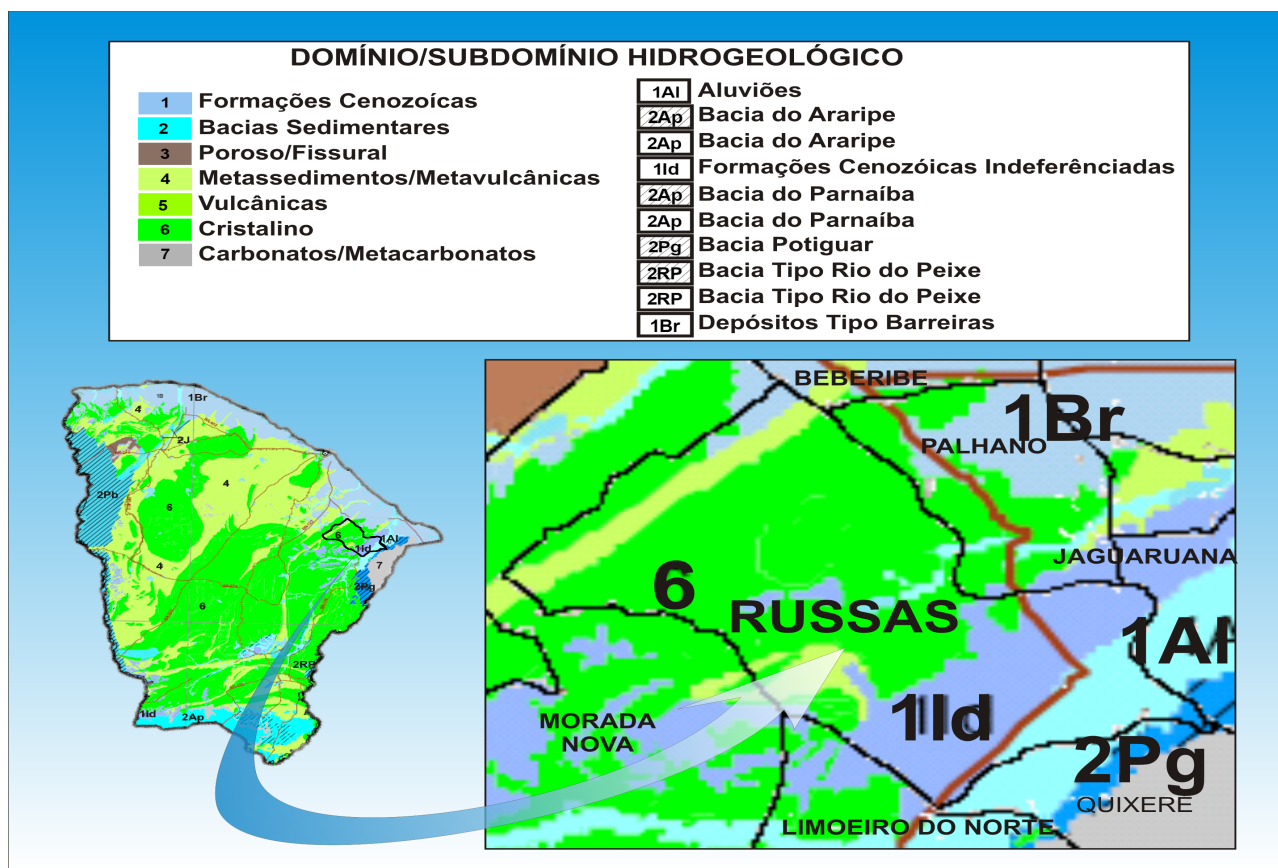


Figura 3: Domínio/subdomínio hidrogeológico do município de Russas-CE, adaptação do Mapa de Domínio/Subdomínio Hidrogeológico do Brasil, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM 2007.

Outros Domínios apresentados são, o **Domínio 1** de Formações Cenozóicas com aquífero poroso, e o **Domínio 4** com rochas Metassedimentos/Metavulcânicas de aquíferos fissural.

As Formações Cenozóicas, são definidas como pacotes de rochas sedimentares de naturezas e espessuras diversas, que recobrem as rochas mais antigas. Em termos hidrogeológicos, tem um comportamento de aquífero poroso, caracterizado por possuir uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade. A depender da espessura e da razão areia/argila dessas unidades, podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados, sendo, contudo bastante comum que os poços localizados neste domínio, capturem água dos aquíferos subjacentes. Este domínio está representado por depósitos relacionados temporalmente ao Quaternário e Terciário (aluviões, colúvios, depósitos eólicos, areias litorâneas, depósitos fluvio-

lagunares, arenitos de praia, depósitos de leques aluviais, depósitos de pântanos e mangues, coberturas detriticas e detriticas-lateriticas diversas e coberturas residuais) (CPRM 2007).

Os litótipos relacionados ao Metassedimentos/Metavulcanicas, reúnem xistos, filitos, metarenitos, metassilitos, anfibolitos, quartzitos, ardósias, metagrauvacas, metavulcanicas diversas etc, que estão relacionados ao denominado aquífero fissural. Como quase não existe uma porosidade primária nestes tipos de rochas, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e a água é na maior parte das vezes salinizada. Apesar deste domínio ter comportamento similar ao do cristalino tradicional (granitos, migmatitos etc), uma separação entre eles é necessária, uma vez que suas rochas apresentam comportamento geológico distinto; isto é, como elas tem estruturação e competência diferente, vão reagir também diferentemente aos esforços causadores das fendas e fraturas, parâmetros fundamentais no acumulo e fornecimento de água. Deve ser esperada, portanto, uma maior favorabilidade hidrogeológica neste domínio do que o esperado para o Cristalino tradicional. Podem ser enquadrados neste domínio grande parte das supracrustais, aí incluídos os gresstones belts (CPRM 2007).

Dentro dos Domínios apresentado na área de estudo é observado os seguintes Subdomínios, segundo a legenda: **1AL**-Aluviões; **1Ld**-Formações Cenozóicas Indiferenciadas; **1Br** – Depósitos Tipo Barreiras e **2Pg**-Bacia Potiguar.

Os Aluviões, que possuem uma favorabilidade hidrogeológica variável, e caracteriza-se por aluviões recentes e antigas, no geral estreitas e/ou de pequena espessura. Litologicamente são representadas por areias, cascalhos e argilas com matéria orgânica. No geral é prevista uma favorabilidade hidrogeologica baixa. Ao longo de rios de primeira ordem, existem locais onde podem adquirir grande possança, com larguras superiores a 6-8 km, e espessura que superam 40 metros, e onde se espera uma favorabilidade média a alta. As águas são predominante de boa qualidade (CPRM 2007).

A Formações Cenozóicas Indiferenciadas, possui baixa favorabilidade hidrogeologica:, incluem nesta formação depósitos de areia, silte, argila, cascalhos (lateritizados ou não), laterias ferruginosas, sedimentos coluvionares e eluvionares indiferenciados. Caracterizam-se pela pequena espessura e continuidade. Alguma importância hidrogeologica como área de recarga ou estoque temporário para os aquíferos subjacentes. Exploração passível através de poços escavados (CPRM 2007).

Os Depósitos Tipo Barreiras apresenta uma média a alta favorabilidade hidrogeológica , litologicamente são representados por uma alternância de sedimentos arenosos, argilosos e areno-conglomeráticos, com bruscas variações laterais de fácies. Espessuras bastante variáveis, sendo que

localmente ultrapassam os 70 metros. A favorabilidade da ocorrência de água aumenta com a espessura e razão areia/argila. Água normalmente de boa qualidade química (CPRM 2007).

Na Bacia Potiguar há de alta a média favorabilidade hidrogeológica, abrange sedimentos da Formação Açu, que incluem arenitos com boa porosidade de granulometria variável: grosseiros a conglomeráticos na base e finos com níveis argiloso, no topo (CPRM 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada inicialmente uma visita de campo, para reconhecimento da área em estudo, tendo como enfoques, colher dados sobre a administração do cemitério, relatos das condições de escavação das sepulturas, como também conhecer pontos de coletas de amostragens, tanto dos pontos de sondagem do solo, como de coleta de amostras de água, ponto de captação das águas subterrâneas (poços) e ponto de recursos hídricos superficiais.

A sondagem a trado é um método de investigação geológico-geotécnica que utiliza como instrumento o trado; um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes. Tem por finalidade a coleta de amostra deformada, determinação do nível d'água e identificação dos horizontes do terreno. De início foi realizado em um único ponto, este executado no interior do cemitério. A sondagem procedeu-se de maneira que, a cada mudança das características do extrato de solo, eram medidos a profundidade do respectivo extrato e coleta das amostras do solo em observação, medindo o nível d'água, com um medidor de nível de água de poço.

Os parâmetros que estão sendo realizados para determinar a qualidade da água são os de: pontencial hidrogeniônico – pH, condutividade elétrica – CE, cor, turbidez, cloretos, dureza total, sólidos dissolvidos totais – SDT, sulfato, ferro, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio – DBO⁵, coliformes termotolerantes, todos estes parâmetros são efetuados sob as orientações do *Standard Methods of the Examination of Water na Wastewater*, 20ª edição de 1998. Com a pesquisa de campo, foram identificado 5 (cinco) poços nas proximidades do cemitério, onde nos quais foram coletada amostras de água para as respectivas análises.

RESULTADOS E DISCUSÃO

Na sondagem do solo, identificou, a profundidade atingida foi de 4,66 metros, com nível de água no lençol freático a 0,94 metros. Esta sondagem foi, realizada no dia 08 de abril de 2008, período chuvoso no estado do Ceará.

Pelo o nível da água, este encontra-se em desacordo com a resolução do CONAMA 335/2003, que recomenda que a área de fundo das sepulturas, deva manter uma distância mínima de um metro e meio (1,5 metros) do nível máximo do aquífero freático, e com profundidade encontrada de 0,94 metros do nível da água, implica em umas das irregularidades identificadas no cemitério.

Permitindo assim provável contaminação das águas subterrânea do aquífero livre, por necrochorume. Há ainda relato dos funcionários do cemitério de que neste período de chuvas, é comum quando as sepulturas são escavadas, haver presença de água “afloando” na cova, e muitas vezes os cadáveres são sepultados com água dentro da própria sepultura.

Mas observando o mapa litológico e o mapa domínio/subdomínio hidrogeológico de Russas, figura 2 e 3 respectivamente, é percebido que a área em estudo está sobre o sistema de aluviões e formação barreiras, rochas que possui aquíferos porosos e de boa permeabilidade, o que facilita a percolação do necrochorume, o qual por ventura atingirá a massa de água, poluindo e contaminando a mesma, podendo torná-la imprópria para uso e consumo.

Parâmetros	Unidade	CONAMA N° 396/2008	Situação	Média
Cloretos	µg/L	250.000	Imprópria	296.700,00
Sólidos Dissolvidos Totais	µg/L	1.00.000	Própria	821.040,00
Sulfato	µg/L	250.00	Própria	56.630,00
Ferro	µg/L	300	Própria	290,00
Nitrito	µg/L	1.000	Própria	114,94
Nitrato	µg/L	10.000	Própria	2.890,00
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	Imprópria	227,00

Quadro 1: Valores médios dos analitos determinados na água dos poços, em comparação com a resolução do CONAMA N° 396 de 03 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação das águas subterrâneas.

Os resultados das análises das águas subterrâneas podem ser observados na quadro 1, 2 e 3. Estes valores correspondem a média dos resultados das águas coletada dos cinco poços, que é comparando com as resoluções n° 357/2005 e 396/2008 do CONAMA e a portaria n° 518/2004 MS. Observa-se que alguns parâmetros apresentaram elevados valores, como condutividade elétrica, cloretos e sólidos dissolvidos totais, indicadores da presença de sais, há também alta concentração de amônia e fósforo, onde apontam a existência de matéria orgânica; e por fim os valores de coliformes termotolerantes, indicando a presença de microorganismos patogênicos. Todos estes parâmetros são indicadores da contaminação das águas subterrâneas por necrochorume, impossibilitando o uso desta água para determinados fins, conforme a legislação estabelecida pelo CONAMA, sendo também imprópria para o consumo humano, pois seus resultados ultrapassaram os valores máximos permitidos, recomendados pelo o Ministério da Saúde.

Parâmetros	Unidade	CONAMA N° 357/2005	Situação	Média
pH	-	6,0 - 9,0	Própria	6,90
Cor	uH	75	Própria	33,00
Turbidez	uT	100	Própria	26,85
Cloretos	mg/L	250	Imprópria	296,70
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	Imprópria	821,04
Sulfato	mg/L	250	Própria	56,63
Ferro	mg/L	0,3	Própria	0,29
Amônia	mg/L	3,7	Própria	1,60
Nitrito	mg/L	1	Própria	0,11
Nitrato	mg/L	10	Própria	2,89
Fósforo Total	mg/L	0,03	Imprópria	1,87
DBO5	mg/L	5	Própria	4,98
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1000	Própria	227,00

Quadro 2: Valores médios dos analitos determinados na água dos poços, em comparação com a resolução do CONAMA N° 357 de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água.

Parâmetros	Unidade	MS N° 518/2004	Situação	Média
pH	-	6,0 - 9,5	Própria	6,90
Cor	uH	15	Imprópria	33,00
Turbidez	uT	5	Imprópria	26,85
Cloretos	mg/L	250	Imprópria	296,70
Dureza Total	mg/L	500	Própria	328,66
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	1000	Própria	821,04
Sulfato	mg/L	250	Própria	56,63
Ferro	mg/L	0,3	Própria	0,29
Amônia	mg/L	1,5	Imprópria	1,60
Nitrito	mg/L	1	Própria	0,11
Nitrato	mg/L	10	Própria	2,89
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	Imprópria	227,00

Quadro 3: Valores médios dos analitos determinados na água dos poços, em comparação com a portaria do Ministério da Saúde N° 518 de 25 de março de 2004, que dispõe sobre a água potável.

CONCLUSÕES

Por fim podemos verificar a influência de forma negativa pela decomposição dos corpos no cemitério, em relação à qualidade da água do aquífero livre, na região circunvizinha do ambiente em estudo, tornando assim uma água imprópria para devidos usos e consumo humano da mesma.

É evidente que as características geológicas, litológicas e consecutivamente hidrogeológicas, da localização atual do cemitério público de Russas-CE, é inadequado para a existência e operação de um cemitério, pois nas condições de má instalação deste, torna o cemitério ponto estratégico para poluição e contaminação das águas subterrâneas em especial o aquífero livre do depósito aluvionar e da formação barreira, como também dos corpos hídricos superficiais, como por exemplo a lagoa da Caiçara, lagoa esta usada para pesca, recreação, limpeza de roupas, entre outros usos da lagoa..

Assim é observado que é necessário apontar uma solução para eliminar ou diminuir os riscos de doenças nas pessoas que usufruem e consomem esta água. Pode-se apontar algumas soluções como: parar as atividades no cemitério, com a construção de um outro, seguindo as exigências legais de implantação e operação de cemitérios; proibir o uso e consumo desta água; ou exigir o uso ou consumo desta por meio de tratamento. Essas são algumas medidas para buscar melhores condições de vida para população que vive nas proximidades do cemitério.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução Nº 396, de 03 de abril de 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA. Resolução Nº 335, de 3 de abril de 2003.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal; geologia; geomorfologia; pedologia; vegetação e uso potencial da terra. Rio Janeiro, 1981.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 518, de 25 março de 2004.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Mapa do Domínio/Subdomínio Hidrogeológico do Brasil. Coordenação Geral: Frederico Cláudio Peixinho e Luís Fernando C. Bomfim. CPRM. Alterado em: 09/08/2007.

MARTINS, Maria Therezinha; PELLIZARI, Vivian H.; PACHECO, Alberto; MYAKI, Débora M.; ADAMS, Cristina; BOSSOLAN, Nelma R. S.; MENDES, José M. B.; HASSUDA Seiju. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, p. 47 – 52, 1991.

MATOS, Bolívar Antunes. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. São Paulo. 113 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, USP.

MORAIS, Lúcia de Fátima Sabóia de; FILHO, Francisco César Rocha; CORDEIRO, Walber; FIGUEIREDO, Maria Cléa B. de; ROSA, Morsdyleide de F.. Análises das águas subterrâneas nos municípios do Médio e Baixo Jaguaribe: mapeamento e estimativa da disponibilidade atual. *Revista Ciência Agronômica*, Vol. 36, Nº 1, jan. – abr., 2005. Pág. 34 -43.

<http://www.ipece.ce.gov.br/estatistica/tematicos/>, acessado em 26 de maio de 2008, às 15 horas.

<http://www.ibge.gov.br>, acessado em 26 de maio de 2008, às 19 horas e 30 minutos.

STANDARD methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington: APHA, 1998.