

XII-459 – DETERMINAÇÃO INDIRETA DE CONTAMINAÇÃO POR NECROCHORUME EM POÇOS ARTESIANOS PRÓXIMOS AOS CEMITÉRIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE LAGOA NOVA/RN

Wagner Luiz Alves da Silva⁽¹⁾

Bacharel e Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Especialista em Gestão Ambiental Urbana pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Estudos Urbanos e Regionais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Currais Novos.

Gutto Rafyson Silva de Freitas

Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutor em Química Teórica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Currais Novos.

Mozania Raquel Ferreira da Silva

Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Currais Novos.

Endereço⁽¹⁾: Rua Manoel Lopes Filho, 773 – Walfredo Galvão – Currais Novos - RN- CEP: 59380-000- Brasil - Tel: (84) 999 693 275- e-mail: wagner.alves@ifrn.edu.br

RESUMO

O trabalho tem o objetivo de avaliar a qualidade da água subterrânea encontrada em poços artesanais no entorno dos cemitérios municipais de Lagoa Nova/RN, bem como diagnosticar a contaminação indireta por necrochorume, a medida que possibilita constatar se esta água está sendo contaminada e se há um potencial de afetar a saúde da população que utiliza esse recurso. Não obstante, o estudo foi baseado numa revisão comparativa acerca de descobertas e/ou estudos, seguido da pesquisa bibliográfica sobre o tema citado, levando em consideração alguns apontamentos elencados por autores diversos.

Desse modo, o percurso metodológico, foi dividido em duas etapas: campo e laboratório. No campo foi realizada a coleta da água dos poços e no laboratório os testes físico-químicos. As coletas das amostras de água foram feitas a partir da análise de 04 (quatro) poços, visto que, destes, 02 (dois) estão localizados próximo ao cemitério Padre Cicero, o mais antigo da cidade, outro perto da necrópole São Francisco e o último perfurado em uma residência.

Dessa forma, os resultados apontam fatores diversos relacionados à contaminação das águas subterrâneas. Contudo, observou-se que as diaminas: putrescina e cadaverina, substâncias orgânicas do chorume cadavérico, não foram detectadas diretamente. No entanto, foi possível realizar uma análise indireta a partir da concentração de Nitrogênio, Nitrito e Fósforo. Nas análises das águas subterrâneas, foram observados a presença destes compostos em índices elevados, acima do permitido pela Resolução do Conselho nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 357/2005, exceto, o Nitrito que apresentou um valor fora da faixa de trabalho do equipamento, ou seja, o nitrito pode ter sido convertido a nitrato.

PALAVRAS-CHAVE: Águas subterrâneas. Contaminação. Necrochorume.

INTRODUÇÃO

É ampla a influência no impacto ambiental que os cadáveres têm quando aprontados irregularmente em cemitério, sem que haja os devidos estudos de impactos ambientais. Campos (2007) define cemitério como dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se sepultam, guardam os mortos, e este significado tem origem grega, *koumeterian* e do latim *coemeterium*. Ela ressalta que cemitério também pode ser conhecido como necrópole, carneiro, campo santo, cidade dos pés juntos e última morada.

Num contexto histórico-espacial, Silva (2000) explica que os cemitérios só se tornaram um problema para a sociedade, quando os mesmos passaram a fazer parte do centro urbano, devido não haver um controle no processo de urbanização. Visto que antes as necrópoles eram localizadas ao longo das estradas, distante das comunidades.

Hoje é comum encontrar cemitérios nos centros das cidades, como é o caso do município de Lagoa Nova/RN. Por não existir um controle ambiental dos cemitérios, nem uma preocupação de parte da população até mesmo dos próprios administradores, pois alguns desconhecem até mesmo as fases de decomposição do corpo humano, desconsiderando, muitas vezes o risco de contaminação do meio ambiente, o que torna fontes de poluição ambiental importantes.

Nesse entendimento, “[...] depois de morto, o corpo humano passa por uma transformação, incide a fazer parte do ecossistema de população formado por artrópodes, bactérias, patogênicos destruidores de matéria orgânica e outros” (ALMEIDA; MACEDO, 2005, p. 02).

Assim, Bortolassi (2012) explica que quando um corpo começa a se decompor, libera um líquido contaminante conhecido como necrochorume. Esse líquido penetra no solo e dependendo da distância do fundo da cova e do tipo de solo, chega a contaminar o lençol freático, que pode levar esta água contaminada aos rios ou até mesmo aos poços de residências próximas aos cemitérios.

Entretanto, não é somente o líquido liberado que causa efeitos negativos para a sociedade. Macêdo (2005) esclarece que, antes do corpo liberar o líquido ele passa por um processo de dissolução gradual dos tecidos em gases que é resultante da ação das bactérias e enzimas. Assim, “na putrefação, são liberados gases funerários, incolores e inflamáveis, que por não existir um controle, estes gases são lançados ao ar livre, provocando odores que, conforme a velocidade dos ventos pode abranger grandes regiões” (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008, p. 29).

Através da revisão de literatura sobre os impactos ambientais ocasionados pelas construções dos cemitérios, buscou-se conhecer sobre o assunto dos problemas ambientais provocados pelas necrópoles, como também determinar o potencial de contaminação química do necrochorume, presente nas águas de poços artesianos próximos aos mesmos. Esse trabalho é pautado nos esclarecimentos e informações sobre o assunto, bem como visando alertar a sociedade e aos órgãos competentes sobre a destinação dos mortos e dos problemas ambientais decorrentes de práticas incorretas de sepultamento e de perfurações de poços em lugares inapropriados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada para fins de diagnóstico científico acerca da qualidade da água de poços artesianos na área urbana do município de Lagoa Nova/RN. De início, o norteamento da pesquisa surgiu de um levantamento bibliográfico, leituras em artigos científicos, livros e teses nas bases de dados *Web of science* referente ao tipo e objeto de estudo, sobre a água subterrânea utilizada para consumo humano, contaminada por necrochorume.

A revisão e análise dos dados coletados foram o principal ponto de partida para que fossem estabelecidos critérios de seleção da área de estudo, tais como a proximidade com dois cemitérios mais antigos da cidade de Lagoa Nova/RN, localização considerada vulnerável nos aspectos geológicos.

Para tanto, o percurso metodológico, foi dividido em duas etapas: campo e laboratório. No campo foi realizada a coleta da água dos poços e, no laboratório, os testes físico-químicos. As coletas das amostras foram feitas em 04 (quatro) poços, onde 02 estão localizados próximos ao cemitério Padre Cicero, o mais antigo da cidade. Dentre a análise destes poços teremos um referente que usaremos como poço principal 1 (P1-P) com 20 metros de profundidade. Porém, próximo a necrópole São Francisco, teremos o segundo poço que se usou como poço principal 2 (P2-P), com 16 metros de profundidade. O terceiro poço (P3), está localizado poucos metros do primeiro (P1-P) com 16 metros de profundidade. E como referência comparativa, o 4º poço (P4) localizado longe das necrópoles “urbanas”, perfurado em uma residência com 18 metros de profundidade.

A coleta das amostras foi realizada conforme procedimento descrito no Manual de Coleta de Água (LIBÂNIO, 2010), que orienta como deve ser feita a coleta de água em poços, seguindo as diretrizes referentes à preservação, armazenamento e transporte das amostras de água, a fim de não provocar alterações nas características físico-químicas. Os frascos utilizados foram preferencialmente de bocas largas para facilitar a coleta e sua limpeza.

Dessa forma, antes de serem acondicionados com as amostras, foram lavados com ácido clorídrico (0,1N), água destilada, e com a própria água coletada; para evitar fonte de contaminação na amostra as embalagens foram conservadas em uma caixa de isopor fechada para evitar exposição ao pó, fumaça e outras impurezas (BRASIL, 2014).

Dessa forma, o procedimento foi realizado em poços rasos com bombas conforme o Manual recomenda que seja feito o bombeado de água durante aproximadamente 5 a 10 minutos, tempo suficiente para eliminar as impurezas e água acumulada na rede de distribuição; os frascos foram fechados imediatamente após a coleta, e conservadas sob refrigeração até a chegada ao laboratório. Vale salientar que a análise foi realizada no mesmo dia.

Inicialmente, foram realizados 03 testes qualitativos com o objetivo de detectar a presença das primárias putrescina e cadaverina nas amostras de água. O primeiro teste foi feito com o ácido nítrico. Em seguida, realizamos a reação com ninidrina. E, por último, foi realizado o teste de Hinsberg. Estas reações foram investigadas com objetivo de detectar a presença de amins primárias, secundárias e terciárias nas amostras de água.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL DO ÁCIDO NITROSO

Em um tubo de ensaio adicionou-se 2 gotas da amostra das águas, 1 ml de solução de ácido clorídrico 6M. Resfriou-se a mistura em um banho gelado e adicionou-se lentamente 1 ml de solução 10% de nitrito de sódio (NaNO_2).

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL DA REAÇÃO COM NINIDRINA

Inicialmente, foi separado em 3 (três) tubos de ensaio 2 ml de solução de albumina, 2 ml de água destilada e 2 ml da amostra da água do poço. Em cada tubo foi adicionado 0,5ml da solução de ninidrina, logo em seguida foram aquecidos em banho-maria até se obter a coloração.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL DO TESTE DE HINSBERG

Esse teste envolveu duas etapas, na primeira foi adicionada cloreto de benzenossulfonil na água que já se esperava conter as amins, onde essa mistura é agitada com um excesso de hidróxido de potássio. Em seguida, foi deixado um tempo suficiente para que a reação ocorrer e logo após a mistura é acidificada. Após os dois estágios do teste cada tipo de amina: primária, secundária e terciária, produz um conjunto de resultados visíveis (SOLOMOS; FRYHLE, 2015).

Segundo Libânio (2010), no ciclo biogeoquímico de nitrogênio, em ambientes aeróbios ocorre a nitrificação ou oxidação bioquímica (mineralização) das formas de nitrogênio, de amônia a nitrato; em ambientes anaeróbios ocorre a desnitrificação, ou redução das formas de nitrogênio, de NO_3^- a nitrito (NO_2^-) e a nitrogênio (N_2).

Portanto, o autor explica que a forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio de poluição de água: a poluição mais recente está associada à presença de nitrogênio orgânico e amônia, enquanto a poluição mais remota, no tempo ou no espaço, está associada a presença de nitrato.

Sobre o fósforo, Klein e Agne (2012) explicam que esse composto pode ser encontrado tanto na forma inorgânica como orgânica, onde a orgânica aumenta com o aumento da matéria orgânica e com a diminuição do pH do solo, e com a ajuda da chuva o fósforo é transferido por escoamento superficial ocorre vários fatores e o principal é a água que pode transportar materiais orgânicos, inorgânicos e partículas em suspensão. Desta forma, Fineza (2008) fala que a maneira mais eficaz de comprovar se a água não está contaminada por necrochorume, é analisar se o índice de concentração de Nitrogênio e Fósforo são mínimos, ou não seja detectado nenhum desses compostos.

ANÁLISE ESPECTROFOTOMÉTRICA

Para realizar a análise quantitativa destes compostos, foi empregado um fotômetro multiparâmetro. Lemos *et al.* (2009) explicam que o espectrofotômetro é um equipamento que em função do comprimento de onda pode registrar dados de absorvância, conhecido como espectro de absorção ou de espectro de transmissão. O espectro

de absorção é característico para cada espécie química, sendo possível a identificação de uma espécie química por seu espectro de absorção.

Todas as espécies investigadas foram misturadas com os reagentes colorimétricos específicos, responsáveis por conferir cor à mistura. A intensidade da cor formada foi proporcional a concentração do analito na amostra de água. Após obter a maior coloração em cada mistura, as amostras foram submetidas à leitura no espectrofotômetro.

RESULTADOS

A pesquisa foi realizada, a partir da observação da presença de poços artesianos próximos aos Cemitérios Públicos Padre Cícero, e São Francisco, ambos localizados na área urbana do município de Lagoa Nova/RN, conforme a figura 1.



Figura 1: Imagem de satélite com a localização dos cemitérios públicos Padre Cícero (P1) e São Francisco (P2) na cidade de Lagoa Nova/RN.

Essa problemática parte do pressuposto que os cemitérios são espaços onde cadáveres são sepultados e matérias orgânicas são decompostas. Desse modo, as águas subterrâneas próximas a esses espaços podem estar contaminadas.

Em concordância, com Kemerich, Ucker e Borba (2018) os cemitérios apresentam grandes riscos para o meio ambiente e para a saúde pública, pois podem causar alterações ambientais e afetar a saúde e o bem-estar dos seres vivos, e suas principais fontes de impactos ambientais ocorrem durante o processo putrefativo, tendo em vista que esse processo ocorre nos primeiros anos do sepultamento.

Segundo Leite (2009), todos os cemitérios públicos podem apresentar problemas hidrogeoambientais, ou seja, contaminação das águas subterrâneas (lençóis freáticos) pelo necrochorume. Assim, através de uma análise físico-química, é de extrema relevância identificar os possíveis agentes contaminantes e/ou patogênicos das águas dos poços localizados próximos aos cemitérios ora mencionados, a fim de enumerar os possíveis riscos aos quais a população está exposta. Já que durante o período de ausência de chuvas (seca), esta mesma população utiliza destas águas para o consumo próprio sem que se tenha um prévio aferimento da sua qualidade.

Nessa abordagem, Viegas (2016) explica que geralmente não existe um controle sobre os locais que são apropriados para a perfuração de poços, bem como o limite de profundidade sem aceitação estatal. Portanto,

acabam sendo perfurados em lugares inapropriados, como por exemplo, próximos a cemitérios. Esses tipos de perfurações estão listados como infração administrativa na Lei das águas nº. 9.433/97, a qual determina:

Art. 49. Constitui infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos: II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes; (...) V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização (BRASIL, 1997, p. 01).

Diante disso, Migliorini (1994) publicou um estudo hidro químico das águas subterrâneas do Cemitério Vila Formosa, na cidade de São Paulo, acerca do monitoramento de suas características físico-químicas e químicas. Neste trabalho, ele concluiu que a presença do cemitério contribuiu para elevar a concentração total de íons (sólidos totais dissolvidos) nas águas subterrâneas da área, sendo a fonte mais provável do cátion que mais se elevou (Ca^{2+}), a cal utilizada no cemitério.

Foi ainda relatado que as águas apresentaram concentração excessiva de produtos nitrogenados, que têm sua origem mais provável no processo de decomposição dos corpos, com participação da contaminação bacteriológica e provocou o aparecimento dos metais: manganês, cromo, ferro, prata e alumínio, em níveis acima dos valores máximos permissíveis para consumo humano, provavelmente das tintas, vernizes e guarnições desprendidas dos caixões.

Outro caso de contaminação por cemitérios foi comprovado nos estudos de Bower (1978 *apud* ALMEIDA; MACÊDO, 2005), o qual relata um caso histórico nas águas subterrâneas destinadas ao consumo humano que estavam contaminadas por cemitérios nas proximidades de Berlim (capital da Alemanha), no período de 1863 a 1867, com a proliferação de febre tifoide. Menciona ainda que a captação de águas subterrâneas com mau cheiro e de sabor adocicado nas proximidades de cemitérios de Paris (França), especialmente em épocas quentes.

A partir da resolução CONAMA nº 335, de 03 de abril de 2003, as necrópoles são vistas como fonte de contaminação do ambiente e sua implantação está sujeita ao atendimento dos critérios legais, tornando-se indispensável a utilização de equipamentos de proteção ambiental para salvaguardar o solo e as águas subterrâneas. Em 28 de março de 2006, foi promulgada a Resolução do CONAMA nº 368, que altera alguns dispositivos nos artigos 3º e 5º da Resolução nº 335.

Ainda assim, a sociedade não é consciente do perigo que os cemitérios podem causar, tornando-se tão perigosos quanto os aterros sanitários. De acordo com Anjos (2013), apesar dos dois locais serem depositados, tanto matérias orgânicas, quanto inorgânicas, existe um agravante por parte dos cemitérios, tendo em vista que a matéria orgânica enterrada tem a possibilidade de conter bactérias e vírus causadores da morte do indivíduo, logo pode colocar em risco o meio ambiente e a saúde pública.

Tanto o solo quanto as águas são afetadas, pois nestes locais ocorre a contaminação por microrganismos que proliferam durante o processo de decomposição dos corpos, desenvolvendo fenômenos transformativos e destrutivos do cadáver, prejudicando a população que depende desta água subterrânea de forma direta e indireta (ALVES; FERREIRA, 2015).

De acordo com Rocha (2017), além desse microrganismo, existem outras substâncias poluidoras, que são utilizadas nos processos de preparação dos cadáveres para sepultamento e na construção de caixões funerários, que apresentam ferro, zinco e produtos como tinturas e colas que podem conter metais pesados.

Silva e Malagutti Filho (2008), explicam que o corpo humano após a morte passa por uma decomposição. E essa fase é caracterizada pela liberação de substâncias tóxicas ao meio ambiente, nessa destruição dos corpos existe uma sequência de processos: mudança de coloração, gaseificação, coliquação e esqueletização, conforme a figura 2.

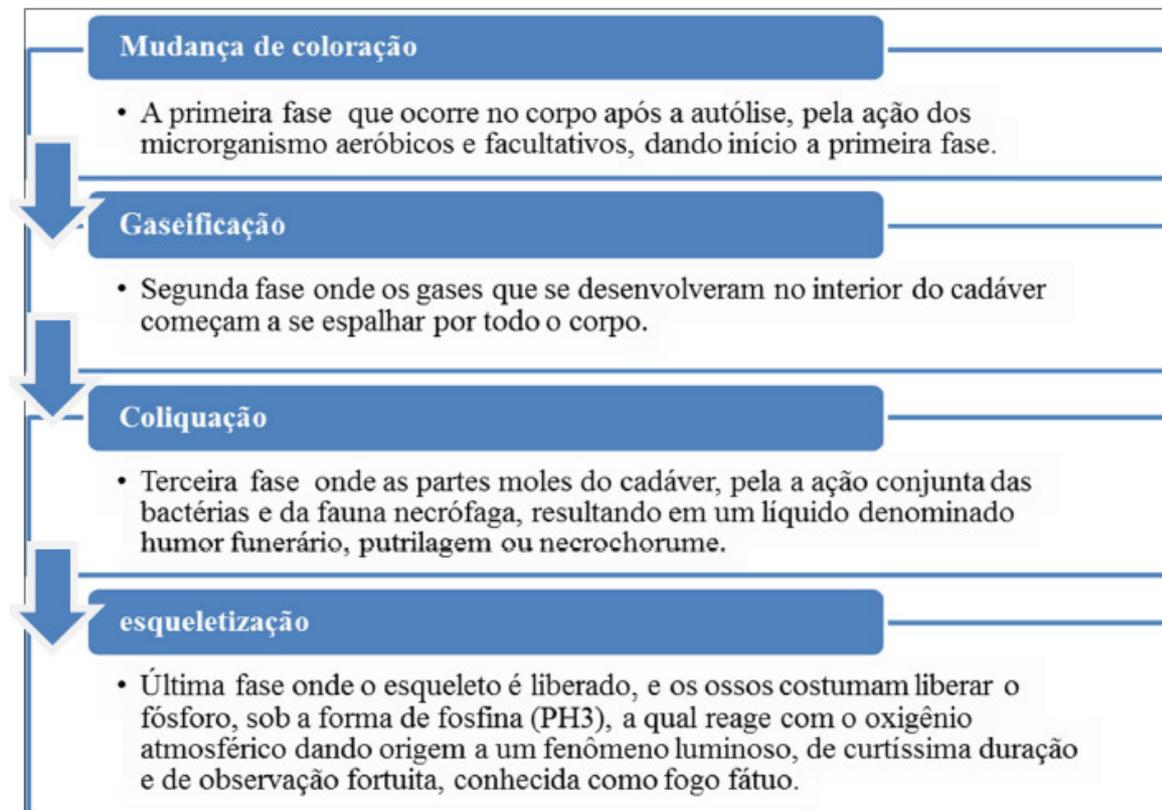


Figura 2: Fluxograma do processo de decomposição do corpo humano.

Matos (2001), explica que a partir das 24 horas após a morte já é notável o processo de putrefação e formação de gases em dois ou três dias. Segundo Almeida e Macêdo (2005), um corpo para se decompor completamente, depende da ação ambiental e isso pode levar, meses ou até anos. Além disso, os autores alertam sobre a contaminação que pode atingir o aquífero, principalmente durante o processo de coliquação, onde é liberado um líquido conhecido como necrochorume, que também pode conter microrganismos patogênicos transportados pela chuva infiltrada nas covas, ou pelo contato do corpo com a água subterrânea.

De acordo com Jalowitzki (2011), o necrochorume se trata de um líquido de cor laranja-avermelhado até acinzentada, que contém um mau cheiro e é altamente poluente. Francisco *et al.* (2017) explica que quando o necrochorume é liberado e permanece isolado, resulta em uma substância insolúvel e sem movimento, ou seja, ocorre a reação de polimerização.

Os autores Silva (2000), Matos (2001), apresentam características bastante importantes do necrochorume, como a viscosidade maior que a da água, densidade média de 1,23 g/cm³, Polimerizável, PH entre 5 e 9, a temperatura de 23 a 28° C, grau variado de patogenicidade e constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis da classe das aminas.

As características geológicas da área pesquisada são um fator importante para apreender o grau de contaminação que este pode suscitar ao ambiente, além de ser um aspecto determinante no grau de contaminação das águas subterrâneas locais, uma vez que o embasamento geológico se caracteriza por rochas sedimentares, ou seja, sendo permeáveis, as quais contribuem para a rápida infiltração das águas por entre os interstícios das rochas.

Em um diagnóstico feito pela Serviço Geológico do Brasil (CPRM), como mostra a figura 3, a geologia do município de Lagoa Nova se caracteriza por sedimentos da Formação Serra dos Martins, formada na Era Cenozoica com idades que chegam a 65 milhões de anos, a qual a Serra de Santana faz parte, sendo uma feição geomorfológica responsável por cerca de 95% da área do município, estando representada por arenitos médios a conglomeráticos, com raras intercalações de pelitos (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

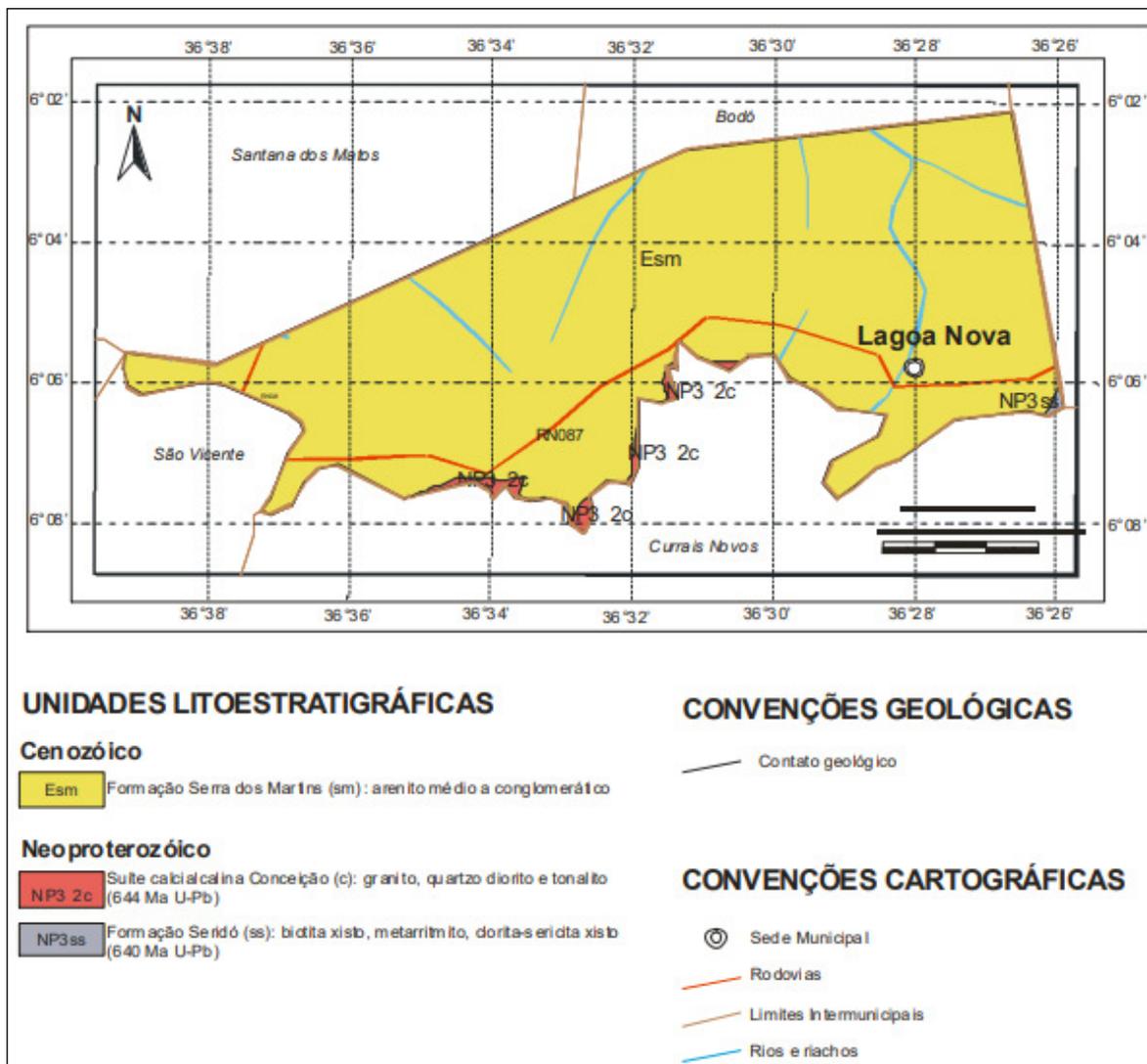


Figura 3: Mapa geológico do município de Lagoa Nova/RN.

Nenhuma evidência experimental da presença de amins foi observado nos três primeiros testes, o que pode ser atribuído à baixa concentração das amins nas amostras, uma vez que testes qualitativos necessitam de concentrações significativas das espécies química no meio para fornecer uma resposta satisfatória.

Diante da ausência de evidências experimentais nos ensaios para detectar amins, não foi possível realizar uma análise quantitativa de putrescina e cadaverina. No entanto, foi possível realizar uma análise indireta destas amins a partir do monitoramento de compostos nitrogenados simples, como íons nitrato e nitrito, formados após a degradação destas amins em meio aquoso.

Para a análise e discussão da pesquisa foi investigada a presença de 03 espécies químicas (nitrato, nitrito e fosfato), com o indicativo indireto da presença de necrochorume nas 04 amostras de água (tabela 1 e figura 4).

Tabela 1: Resultados das análises do nitrato nas águas dos poços.

	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4 (Referência)
NO ₃ ⁻	127,3 mg/L	42,8 mg/L	129,4 mg/L	85 mg/L

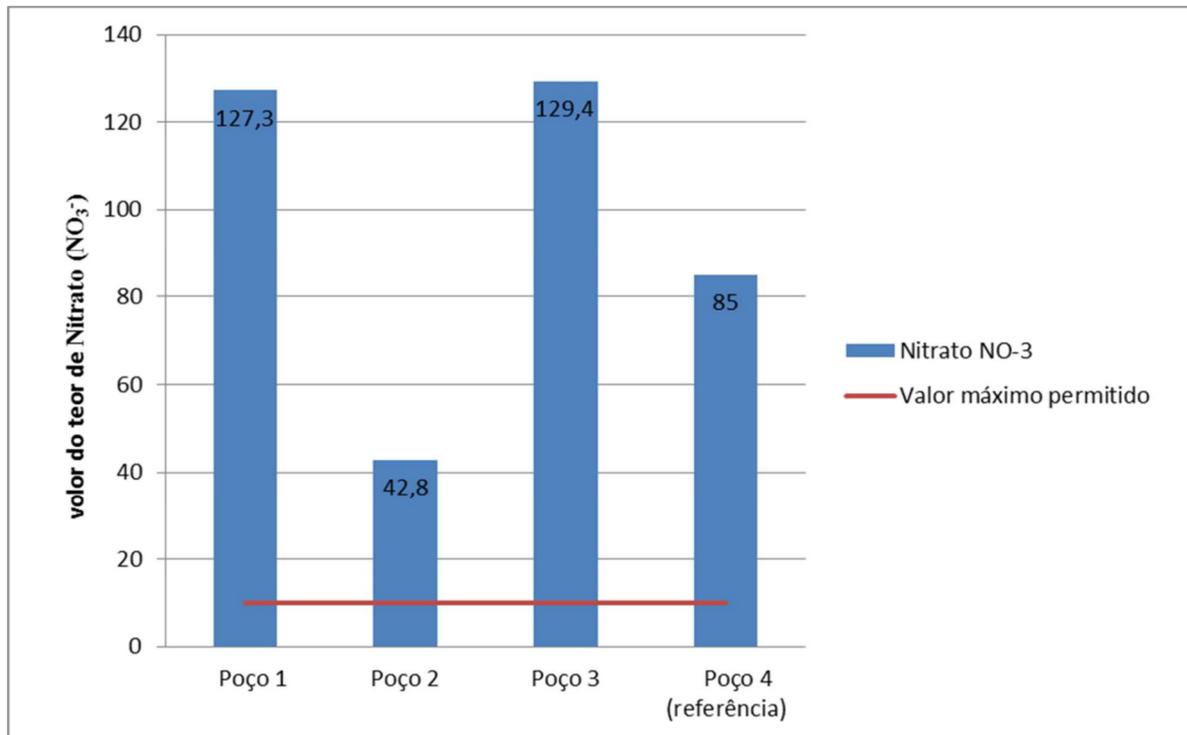


Figura 4: Valores em mg/L, dos Nitratos (NO₃⁻) das águas subterrâneas coletadas na área de estudo.

Dessa forma, comparando os valores das análises com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, pode-se notar a alta presença de nitrato (NO₃⁻) em todos os pontos de coletas, porém a resolução atual estabelece que o valor máximo permitido de nitrato em água é 10 mg/L. Segundo Feitosa et al. (2008), quando o valor de nitrato for acima do padrão, isso implica dizer que a água subterrânea estar contaminada por diversos fatores, tais como: esgoto, fossa séptica, lixo, adubo (criação de animais) e principalmente cemitérios, ou seja, matéria orgânica em decomposição.

Haja vista a alta concentração de nitrato nos poços investigados (P1, P2 e P3), não pode estar relacionada unicamente acerca da presença dos cemitérios. Entretanto, não pode excluir a necrópole como um agente de contaminação desses poços artesianos.

Por conseguinte, a análise do P4 que seria inicialmente usada como referência, para comparar com os poços próximos às necrópoles surpreendentemente, apresentou um valor maior que no P2. Porém esses fatores de contaminação não foram relacionados aos cemitérios, visto que o contágio pode estar associado a outros fatores, como foram citados acima. Logo é necessária nova coleta amostral para maiores investigações das causas reais.

Sobre a análise de nitrito, empregando a metodologia apresentada pelo fabricante do equipamento, não foi possível obter uma evidência experimental nas 04 amostras, pois o valor esteve fora da faixa de trabalho do aparelho. Acreditamos que pelo fato de o nitrito poder ter sido convertido a nitrato, pois o nitrito sofre oxidação por algumas espécies químicas presentes no meio e formando em nitrato. De acordo com Feitosa *et al.* (2008), para que essa reação aconteça é necessária à participação de bactérias autótrofas, ou seja, acontecerá o processo de nitrificação.

Conforme a Resolução nº 357/2005, do CONAMA, a água pode ser classificada em doce, salobra e salina, onde para cada desta, existe treze Classes de Qualidades e valores padrões da concentração de fósforo para cada uma. As águas dos poços analisados estão classificadas como água doce, destinada ao consumo humano, porém devido as condições padronizadas e expressas na resolução, elas se enquadram na classe 3, que são águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, e a irrigação de espécies arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dessedentação de animais essa água se torna imprópria para o consumo.

Segundo a Resolução nº 357/2005, para a classe 3, o valor máximo de fósforo (P) na água é de 0,05mg/L, comparando os valores obtidos, nenhum dos poços está dentro do padrão permitido. Mansor (2005), abordam

que o fósforo (P) pode ser proveniente de fontes naturais, presente na composição de rochas, carregado pelo escoamento superficial da água da chuva, resultante da decomposição de organismos de origem alóctone, fertilizantes, detergentes, efluentes domésticos, inseticidas e pesticidas. Porém assim como o nitrato, o cemitério não deixa de ter sua parcela de culpa na contaminação, principalmente no P1, P2 e P2 (tabela 2 e figura 5), que estão próximos ao mesmo, pois o fósforo está presente no processo de decomposição química pós-morte.

Tabela 2: Resultados das análises do fósforo nas águas dos poços.

	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4 (Referência)
P	0,34 mg/L	0,26 mg/L	0,23 mg/L	0,16 mg/L

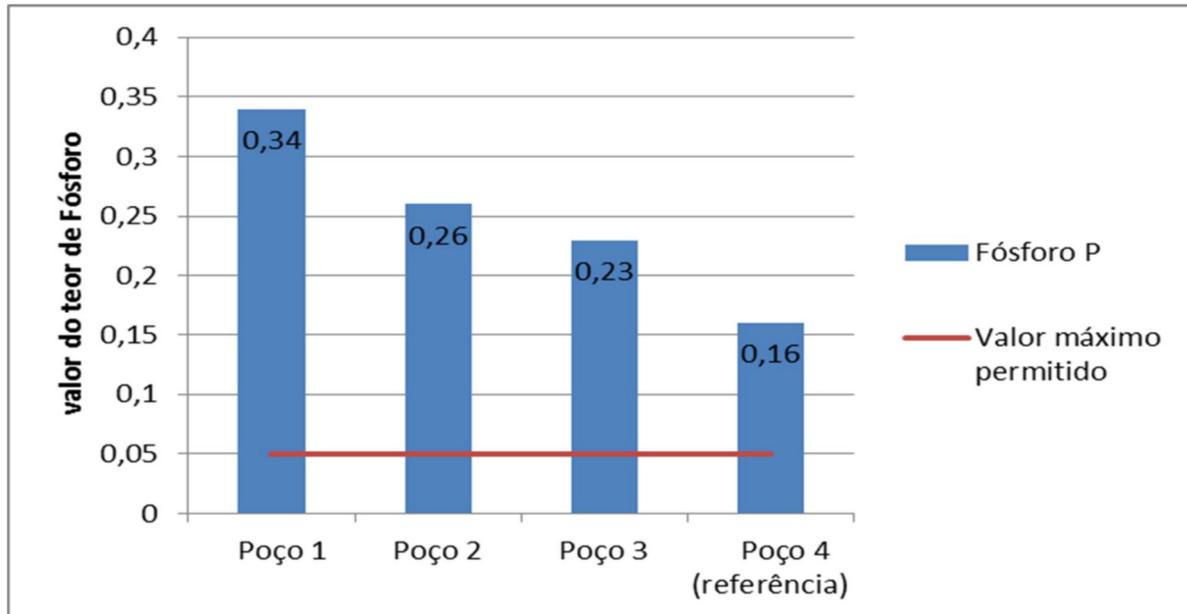


Figura 5: Valores em mg/L do Fósforo (P) das águas subterrâneas coletadas na área de estudo.

Segundo Nascimento e Barbosa (2016), o fósforo por ser menos móvel na água, tem a facilidade de ser absorvido pela fração sólida do aquífero, enfraquecendo sua influência como contaminante, o que o torna menos ofensivo, comparado com o nitrato.

Diante da pesquisa, os resultados obtidos apontam que o composto evidenciado como o Chorume cadavérico participou diretamente e/ou indiretamente da contaminação das águas dos 3 primeiros poços artesianos analisados. Tendo em vista que, a alta concentração de nitrato e fósforo detectados comprova a possível presença do necrochorume. Comparados com os resultados obtidos no P4, que apresentou também o valor fora dos padrões exigidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, porém a contaminação se deu devido outros fatores que não estão relacionados aos cemitérios.

A princípio, existem outros múltiplos fatores que podem admitir o cemitério como um culpado na obtenção dos resultados elevados do nitrato e fósforo nas amostras, uma vez que a geologia dos cemitérios estudados compreende o embasamento de rochas sedimentares areníticas, conseguindo rapidamente realizar a filtração das águas da chuva, facilitando assim o transporte do necrochorume para o lençol freático. Ou seja, “a filtração mecânica e absorção são processos mais importantes na retenção dos organismos” (PACHECO, 1986 *apud* SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008, p. 31), haja vista que a coleta das amostras foi realizada no período chuvoso da região.

Considerando que na construção desses cemitérios, por serem antigas, não havia instrumentos legais de controle, e conseqüentemente não foram levados em conta estudo geológico e hidrogeológico, nem tão pouco os tipos de sepultamento adequados para minimizar a contaminação do solo e das águas subterrâneas, durante a putrefação dos cadáveres humanos.

Por se tratar de cemitério tradicional, onde os corpos são enterrados em construção tumular ou por inumação, caixões colocados diretamente na cova, não há limitação de espaço entre as covas nem houve a preocupação em evitar sepultamentos junto aos muros, construções de habitações próximas dos muros dos cemitérios e principalmente, perfuração de poços.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou analisar as águas dos poços artesianos próximos aos cemitérios da cidade de Lagoa Nova. Nessa abordagem, destacou-se a importância sobre um assunto pouco debatido e questionado acerca dos possíveis impactos causados pelos cemitérios ao meio ambiente. Pois, devido o aumento de concentração de substâncias orgânicas, inorgânicas e os possíveis microrganismos patogênicos, espalhados por cadáveres através do necrochorume, acarretam a contaminação, do ar, água e solo.

Dessa forma, para minimizar os impactos ambientais gerados pelas necrópoles, é necessária uma análise relativa à escolha do local de implantação e métodos de construção dos cemitérios. É preciso o estudo da geologia da região, através de mapas geológicos e topográficos, trabalhos publicados, fotografias aéreas e trabalho de campo. Como também deve ser feita sondagem para os ensaios de permeabilidade, determinação dos níveis do lençol freático, da direção e sentido do fluxo e caracterização do perfil geológico da área.

Com isso se faz necessário o cumprimento das leis que regem o tema em estudo pela sua suma importância uma vez que no município de Lagoa Nova não há nenhuma preocupação com as exigências da legislação atual. Como também, vale salientar os riscos relacionados à saúde dos usuários (proprietários, vizinhos, população) que fazem uso da água desses poços que estão perfurados no entorno dos cemitérios. Diante disso, é importante frisar que as necrópoles sejam submetidas há uma fiscalização sanitária periódica e a desinfecção da água de poços.

Não foram encontrados na literatura disponível estudos sobre a contaminação do solo pela atividade cemiterial na região das sepulturas até o nível do lençol freático, nem foi feita uma análise comparativa do nível de contaminação das águas dos poços em períodos diferentes já que o clima interfere no processo de decomposição, o que poderia indicar novas linhas de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B. de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: *Seminário de Gestão Ambiental*, v. 1, 2005. Disponível em: http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/09-08_artigo_5_artigos132.pdf.
2. ALVES, K. J. R.; FERREIRA, J. M. F. Análise de impactos ambientais em cemitérios jardins. In: *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 6, 2015. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 23 a 26 2015.p 1-8. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/V-032.pdf>.
3. ANJOS, R. M. *Cemitérios: uma ameaça à saúde humana*. CREA, SC. Out. 2013. Disponível em: <http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigos-detalle&id=2635#.WxnIXDQvzMw>.
4. BRASIL. *Lei das Águas*. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília: Funasa, 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf.
6. CAMPOS, A. P. S. *Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial*. 2007. 141f. Tese (Mestre em saúde pública). Departamento de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/Ana_Paula.pdf.
7. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. *Resolução CONAMA nº 357 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece*

- as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.
8. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2003. *Resolução CONAMA nº 335 - Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>.
 9. FINEZA, A. G. *Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de Tabuleiro - MG*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 63. 2008.
 10. FRANCISCO, A. G.; Silva, A. K. G.; Souza, C. S.; Santos, F. C. S. Tratamento do necrochorume em cemitérios. *Atas de Saúde Ambiental-ASA*, v. 5, n. 1, p. 177, 2017. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/1643/1269>.
 11. JALOWITZKI, M. *O Corpo Humano e a Liberação do Necrochorume: contaminação das águas: problema nacional. compromisso consciente*. 2011. Disponível em: <http://compromissoconsciente.blogspot.com.br/2011/02/o-corpo-humano-e-liberacao-do.html>.
 12. KEMERICH, P. D.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. de. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. *Scientific American Brasil*, 2018. Disponível em: http://www2.uol.com.br/sciam/artigos/cemiterios_como_fonte_de_contaminacao_ambiental.html.
 13. LEITE, E. B. Análise físico-química e bacteriológica da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade de Santana, Ilha de Maré, Salvador/BA. Candombá – *Revista Virtual*, v. 5, n. 2, p. 132, 2009. Disponível em: <http://revistas.unijorge.edu.br/candomba/2009-v5n2/pdfs/Elianabrandaoleite2009v5n2.pdf>.
 14. LEMOS, A. M. et al. *Espectroscopia visível e ultravioleta*. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas. Santa Maria, RS, 2009.
 15. LIBÂNIO, M. *Fundamento de qualidade e tratamento de água*. 3. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.
 16. MACÊDO, J. A. B. *Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume*. Juiz de Fora/MG, 2005.
 17. MANSOR, M. T. C. *Potencial de poluição de águas superficiais por fontes não pontuais de fósforo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, Limeira/SP*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas/SP, Campinas/SP, 2005.
 18. MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A.; CARVALHO, V. G. D. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. *Diagnóstico do município de Lagoa Nova, estado do Rio Grande do Norte*. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17012/rel_lagoa_nova.pdf?sequence=1.
 19. MATOS, B. A. *Avaliação da Ocorrência e do Transporte de Microrganismos no Aquífero Freático do Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo*. 2001. 172f. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
 20. MIGLIORINI, R. B. *Cemitérios como fonte de poluição em aquífero: estudo do Cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo*. 1994. 74f. Dissertação (Mestrado em recursos minerais e hidrogeologia). Universidade de São Paulo. São Paulo. 1994. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-02042014-110435/en.php>.
 21. NASCIMENTO, S. A. M.; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n.4, p. 543-550, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/2550/1/Qualidade%20Da%20Agua%20>.

22. ROCHA, R. *Contaminação da água subterrânea por cemitérios: estudo de caso no Cemitério Municipal de Osório*. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS - BR, 2017. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172314/001058957.pdf?sequence=1>.
23. SILVA, L. M. *Cemitérios: fonte potencial de contaminação do lençol freático*. São Paulo: USJT, 2000.
24. SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Cubatão*, v. 9, p. 29, 2008. Disponível em: <http://www.dgabc.com.br/Noticia/100847/cemiterio-e-fonte-de-contaminacao>.
25. SOLOMONS, T. W; FRYHLE, C. *Química Orgânica*. v.2., 10.ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 2015. P. 343-354.
26. VIEGAS, E. C. Nova lei restringe uso de poços artesianos. *Revista do Ministério Público (Rio Grande do Sul)*, v. ? n. 59 p. 9-24. Disponível em: https://www.amprs.com.br/public/arquivos/revista_artigo/arquivo_1273602104.pdf.