



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



AMAURINY DA SILVA

**NECROCHORUME EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DA
CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DA SAUDADE,
JI-PARANÁ/RO**

Ji-Paraná

2016

AMauriny DA SILVA

**NECROCHORUME EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DA
CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
MICROBIOLÓGICOS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DA SAUDADE,
JI-PARANÁ/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *campus* de Ji-Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Machado Gomes
Coorientador: Prof. Ms. Renato André Zan

Ji-Paraná

2016

64 f. : 30 cm

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Biblioteca Setorial – UNIR/Campus de Ji-Paraná

S586n

2016 Silva, Amauriny

Necrochorume em águas subterrâneas: estudo da caracterização dos parâmetros físico-químico e microbiológicos no entorno do Cemitério da Saudade, Ji-Paraná/RO / Amauriny Silva; orientadora, Beatriz Machado Gomes. -- Ji-Paraná, 2016.

59 f. : 30 cm

Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Ambiental. – Universidade Federal de Rondônia, 2016

Inclui referências

1. Poluição de águas. 2. Saúde pública. 3. Poços. 4. Contaminação da água de poços – Rondônia. I. Gomes, Beatriz Machado. II. Universidade Federal de Rondônia. III. Título.

CDU 628.112(811.1)



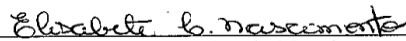
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
CAMPUS DE JI-PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

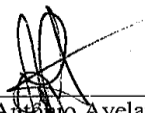


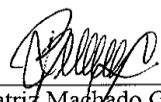
TÍTULO: NECROCHORUME EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DA
CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS
NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DA SAUDADE, JI-PARANÁ/RO.

AUTOR: AMAURINY DA SILVA

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e aprovado pelo Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, *Campus* de Ji-Paraná, no dia 13 de Dezembro de 2016.


Prof.^a Dra. Elisabete Lourdes do Nascimento (Membro)
Fundação Universidade Federal de Rondônia


Prof. Dr. José Antônio Avelar Baptista (Membro)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia.


Prof.^a Dra. Beatriz Machado Gomes (Orientadora)
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Ji-Paraná, 13 de Dezembro de 2016.

DEDICATÓRIA

À Deus e as mulheres da minha vida,
Maria Noeli e Carolina,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos e maravilhas que ele tem me concedido, pois nesta caminhada ele foi um amigo fiel e um pai amoroso. Grata a ele por me guiar nesta jornada e sei que a escolha da minha formação acadêmica não foi por acaso.

Aos meus irmãos na fé, pelos conselhos, palavras e que oraram por mim para que meus pés não viessem a vacilar na caminhada rumo ao céu. Gratifico também a Congregação Cristã no Brasil, minha religião, graça maravilhosa, onde Deus inúmeras vezes falou com minha alma e também me proporcionou a praticar todo conhecimento adquirido na minha formação acadêmica e estar ao lado de grandes profissionais/irmãos.

Aos meus amigos, Agni Brito, Daiane Rodrigues, Grazielle Caetano, Guilherme Bessa Bianchi, Jéssica Maiara e a todos que me auxiliaram nesta conquista. Grata também aqueles, hoje próximo ou não, que ajudaram no meu amadurecimento pessoal e profissional. Aos amigos e companheiros de classe vocês fizeram esse caminho mais leve, doce e divertido.

Agradeço a Professora Dra. Beatriz Machado Gomes e ao Professor Ms. Renato Zan pela orientação e todo conhecimento compartilhado. E a todos Professores que diante das circunstâncias e fragilidade estrutural do curso ministraram com maestria, pois ao invés da lamentação nos mostraram que fazer a diferença é o segredo do sucesso. Deus abençoe vocês pelo esforço!

Aos Laboratórios LabLim, LabQuim e LabGet, e principalmente aos Técnicos de Laboratório, Aurelino Helwecyo da Silva Lopes e Gleiciane Barros Ferreira da Silva pela dedicação!

E a todos os funcionários da UNIR, desde serviços gerais, passando pela biblioteca até ao administrativo, que Deus vos abençoe grandemente!

Ao meu esposo, Marcio Lima dos Santos, pelo amor, carinho, paciência e companheirismo. Você é a prova que a união de duas almas nós deixa ainda mais livres, grata pela sua vida e feliz por você fazer parte desta conquista.

Agradeço imensamente minha querida família, minha base, meu tudo. Vibraram tanto quando eu passei na Universidade Federal e agora se alegram pela nova formada na família. Sem vocês essa conquista não teria graça! Grata pela minha mãe e pela minha irmã, Maria Noeli e Carolina, vocês me ensinaram tudo que sou hoje, são exemplos de mulheres guerreiras que diante das batalhas da vida não deixaram se esmorecer e lutaram por minha educação. Mãe a senhora nos ensinou que a educação é a única herança que o mundo jamais nos tirará e hoje pode ser orgulhar das duas filhas formadas. Por fim, dedico a todos os familiares o título de Engenheira Ambiental.

*"Porque nada trouxemos para este mundo,
e manifesto é que nada podemos levar dele."
I Timóteo 6,7.*

RESUMO

Sabe-se que a morte não é o fim dos impactos gerados pelo homem no meio ambiente, mas o começo de uma nova forma de contaminação dos recursos naturais. Os riscos socioambientais mais graves dos sepulcrários são em função do necrochorume devido sua composição ser rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, que juntos podem colocar em risco o meio ambiente e a saúde pública. Vale salientar que grande parte dos cemitérios foram implantados anteriormente a obrigatoriedade do licenciamento ambiental, mas na atualidade é possível pressupor os riscos ambientais pela decomposição de corpos, sendo justificável o estabelecimento de legislação própria. Desta maneira, este trabalho teve como objetivo geral caracterizar a qualidade físico-química e microbiológica das águas subterrâneas no entorno do Cemitério da Saudade, localizado na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. As amostras de água foram coletadas em cinco poços amazônicos localizados no entorno da atividade cemiterial, sendo dois poços a montante e três a jusante da atividade. Foram monitorados os parâmetros: OD, temperatura, fósforo, amônia, nitrito, pH, turbidez, condutividade elétrica e coliformes. A metodologia aplicada para as análises microbiológicas foi por membranas filtrantes. Os parâmetros nitrito, fosforo e amônia foram determinados por espectrofotometria. Os teores de amônia, turbidez e nitrito estão em conformidade com que é estabelecido pela Portaria 2914/11 e CONAMA 396/08, entretanto, os valores do pH e os resultados microbiológicos não condisseram com as mesmas legislações citadas. Os valores de condutividade elétrica indicam acréscimo de sais minerais a jusante da área cemiterial e os níveis de fósforo estão acima dos preconizados pela CONAMA 357/05 para ambientes lênticos. Portanto, os resultados obtidos não caracterizaram contaminação recente, porém, os valores encontrados de condutividade variaram de 53,7 a 615 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e os níveis elevados de fósforo encontrados, média geral de 1,07 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, levantam duas hipóteses, sendo que ou os corpos inumados estão em processo de esqueletização/decomposição e devido a precária drenagem interna que percola esse nutriente para as águas subterrâneas, levando a crer que o sepulcrário denota contaminação antiga; ou o uso de fertilizante fosfatados no cultivo de hortaliças no entorno está contribuindo para elevar os níveis de fosforo no lençol freático. Por fim, concluímos que o Cemitério da Saudade não atende aos critérios mínimos estabelecidos para o licenciamento ambiental. Sua situação é agravante do ponto de vista ambiental, sendo assim, o município necessita de uma nova área para sepulcrário ou uma nova forma de disposição de corpos, além de estabelecer monitoramento da qualidade água subterrânea nas áreas utilizadas para sepultamento.

Palavras-chave: necrópole, produto de coliquação, contaminação, água de poços, potabilidade.

ABSTRACT

It is known that the death is not the end of the impacts produced by the man in the environment, but the beginning of the new form of contamination of the natural resources. The risks socio environmental are more serious than the cemeteries are in function of the proper necrochorume because its composition is rich in minerals and degradable organic substances, which together can endanger the environment and public health. It is worth noting that a large part of the cemeteries were implanted before the compulsory environmental licensing, so it is possible to presuppose the environmental risks by decomposition of bodies. In this way, this work had as general objective to characterize the physical-chemical and microbiological quality of groundwater in the surroundings of Saudade Cemetery, located in the Ji-Paraná city, Rondônia. The water samples collected in five Amazonian wells located around the area of cemetery activity, two upstream wells and three downstream of the activity. They were monitored parameters of DO, temperature, phosphorus, ammonia, nitrite, pH, turbidity, electric conductivity and coliforms. The methodology applied for the microbiological analyzes was by filter membranes. The nitrite, phosphorus and ammonia parameters determined by spectrophotometry. The levels of ammonia, turbidity and nitrite are in accordance with what established by the Ordinance 2914/11 and CONAMA 396/08, however, the pH values and microbiological results did not comply with the mentioned legislations. The values of electrical conductivity indicate increase of mineral salts downstream of the cemetery area, and phosphorus levels are above those recommended by CONAMA 357/05 for lentic environments. Therefore, obtained results did not characterize recent contamination, however, the considered values of conductivity varied from 53.7 to 615,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and the considered elevated levels of phosphorus general average of 1,07 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. We considered two hypotheses, one would be that the buried bodies are undergoing the process of skeletonization/decomposition and due to the precarious internal drainage; this nutrient percolates to the groundwater, suggesting that the sepulcher denotes ancient contamination. Another would be that the use of phosphate fertilizers in the cultivation of vegetables around is contributing to raising phosphorus levels in the water table. Finally, it concluded that the Saudade Cemetery does not offer the criteria established for the environmental licensing. His situation is an aggravating circumstance of the environmental point of view, being so, the local authority needs a new area for cemetery or the new form of arrangement of bodies, besides establishing control of the quality underground water in the areas used for burial.

Keywords: necropolis, colliquation product, contamination, well water, potability..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES
(Quadros, Tabelas e Figuras)

Quadro 1 - Parâmetros para avaliação da qualidade da água para consumo humano.....	27
Quadro 2 - Cronograma de coletas.....	35
Quadro 3 - Metodologia de análise das variáveis para qualidade da água.....	36
Tabela 1 - Meios de captação de água no entorno do cemitério.....	41
Tabela 2 - Caracterização dos poços amostrados.....	42
Tabela 3 - Comportamento da lâmina d'água por intervalos climatológicos.....	43
Tabela 4 - Comparação de valores médios de qualidade da água para consumo humano em Ji-Paraná e região nas estações úmida e seca.....	43
Tabela 5 - Resultado microbiológicos de coliformes totais.....	56
Tabela 6 - Resultado microbiológicos de coliforme termotolerantes.....	57
Figura 1 - Distribuição de água no planeta.....	16
Figura 2 - Recarga dos aquíferos.....	17
Figura 3 - Contaminação do lençol freático por atividade cadavérica.....	22
Figura 4 - Solução individual (água de poço)	26
Figura 5 - Praça da Bíblia.....	29
Figura 6 - Área de Influência Direta do Cemitério da Saudade.....	30

Figura 7 - Curvas de nível no entorno do Cemitério da Saudade.....	31
Figura 8 - Distribuição dos pontos amostrais de água subterrânea.....	32
Figura 9 – Escoamento superficial no entorno e interior do Cemitério da Saudade..	36
Figura 10- Voçorocas e ravinas causadas pela ausência de sistema de drenagem no interior e entorno do Cemitério da Saudade.....	38
Figura 11 - Estrutura horizontal do Cemitério da Saudade	39
Figura 12 – Presença de vetores no interior da necrópole.....	39
Figura 13- Valores de turbidez.....	44
Figura 14- Valores condutividade elétrica.....	45
Figura 15 – Valores de oxigênio dissolvido.....	48
Figura 17 – Valores de pH.....	49
Figura 18 – Valores de fósforo total	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 REFERENCIAL TEÓRICO	16
1.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	16
1.1.1 Contaminação da água subterrânea	18
1.2 CEMITÉRIOS	20
1.2.1 Instrução normativa: CONAMA 335/2003, 368/2006 e 402/2008	21
1.2.2 Produto de Coligação – “necrochorume”	22
1.2.2.1 Impactos no meio ambiente e riscos à saúde pública	23
1.2.3 Parâmetros utilizados como indicadores da presença de necrochorume	24
1.3 Instrução Normativa: Portaria 2914/11	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
2.2 METODOLOGIA APLICADA	29
2.2.1 Delimitação da área de influência do cemitério	29
2.2.2 Método de amostragem	31
2.2.3 Registro fotográfico	33
2.2.4 Coleta de dados	33
2.2.5 Análises físico-químicas e microbiológicas	34
2.2.6 Análise estatística	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1 ASPECTO AMBIENTAL	36
3.2 CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS AMOSTRADOS	40
3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA	42
3.3.1 Turbidez	43
3.3.2 Condutividade Elétrica	44
3.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)	46
3.3.4 Potencial Hidrogeniônico e Temperatura	48

3.3.5 Fósforo.....	50
3.3.6 Nitrito e Nitrogênio Amoniacal (NH₃ + NH₄⁺).....	52
3.3 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas representam 22,4% da parcela doce da água no planeta e seu uso intensificou-se nas últimas seis décadas, devido os poços rasos apresentar baixo custo monetário, fácil manutenção dos poços, não necessitando de mão de obra especializada e por ser este o único meio de obtenção de água em algumas regiões. O aumento populacional e os diversos usos ao qual é conferida, comprometeu a qualidade da água destes aquíferos (SABA, 2011).

Anos mais tarde, na década de 70, considerada a década da regulamentação e do controle ambiental, há os primeiros registros sobre a contaminação desta reserva hídrica pela urbanização e ocupação do solo em diversas atividades antrópicas, inclusive pós-morte (ENETÉRIO, 2009). O uso e ocupação do solo para fins pós-morte vem sendo utilizado desde a Idade Média, quando os corpos eram enterrados nos interiores das igrejas. A partir do XVIII, por motivos higiênicos e de saúde pública, os corpos deveriam ser sepultados em locais adequados, que segundo Pacheco (1986), eram áreas campais nas periferias urbanas.

Atualmente, os cemitérios são fontes de contaminação da reserva hídrica subterrânea, quando não analisadas as características geológicas, hidrogeológicas e geotécnicas da área a ser escolhida. Lembramos que, de acordo com Cunha (2012), o sepultamento não é o fim, e que a contaminação é devido a putrefação dos corpos que liberam, no decorrer da decomposição, substâncias nocivas à saúde humana.

Os riscos socioambientais mais graves dos sepulcrários são em função do produto de coliquação, popularmente conhecido como necrochorume, definido pelo Conselho Nacional do

Meio Ambiente (CONAMA) pela Resolução 335 de 2003 que dispõe sobre o licenciamento ambiental em cemitérios, como líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos ou partes (BRASIL, 2003), e de alto potencial poluidor.

Considerando que a instalação do cemitério em atividade na cidade de Ji-Paraná foi anterior a legislação CONAMA 335 (BRASIL, 2003), década de 80, assim presume-se que não foi considerado estudos geológicos e hidrogeológicos, sendo possível pressupor que durante a decomposição de corpos tais instalações podem representar riscos ambientais a qualidade da água subterrânea. Sendo assim, é de fundamental importância desenvolver estudos de análise físico-químicos e microbiológicos para verificar a possível contaminação das águas subterrâneas, visto que diversas famílias utilizam a captação da água subterrânea como única fonte de abastecimento individual para consumo humano, além de diversos outros usos que lhe são conferidas no entorno da área cemiterial.

Apesar da relevância do tema, poucos estudos são desenvolvidos nesta área, além de não ter a devida atenção das autoridades públicas e da população sobre os riscos ambientais provocados por tal atividade, tornando-se fundamental e necessário o estudo prévio da área a ser destinada ao sepultamento humano.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo geral caracterizar a qualidade físico-química e microbiológica das águas subterrâneas no entorno do Cemitério da Saudade, localizado na cidade de Ji-Paraná, Rondônia. Os objetivos específicos são: apontar e identificar as características topográficas da área do cemitério e entorno, desenvolver um levantamento de dados em cotas a montante e a jusante da área fúnebre, com o intuito de obter e descrever os pontos de coleta das amostras, realizar levantamento ambiental no entorno do cemitério e realizar análises físico-químicas e microbiológicas em intervalos climáticos distintos.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A evaporação, precipitação, infiltração e descarga são os principais componentes do ciclo hidrológico. Assim dentre as muitas águas que atuam nesses processos destaca-se a água subterrânea e essa parcela hídrica representa a segunda maior fração dos 2,5% de toda água doce do planeta (FIGURA 1), correspondendo a 22,4% de água no subsolo.

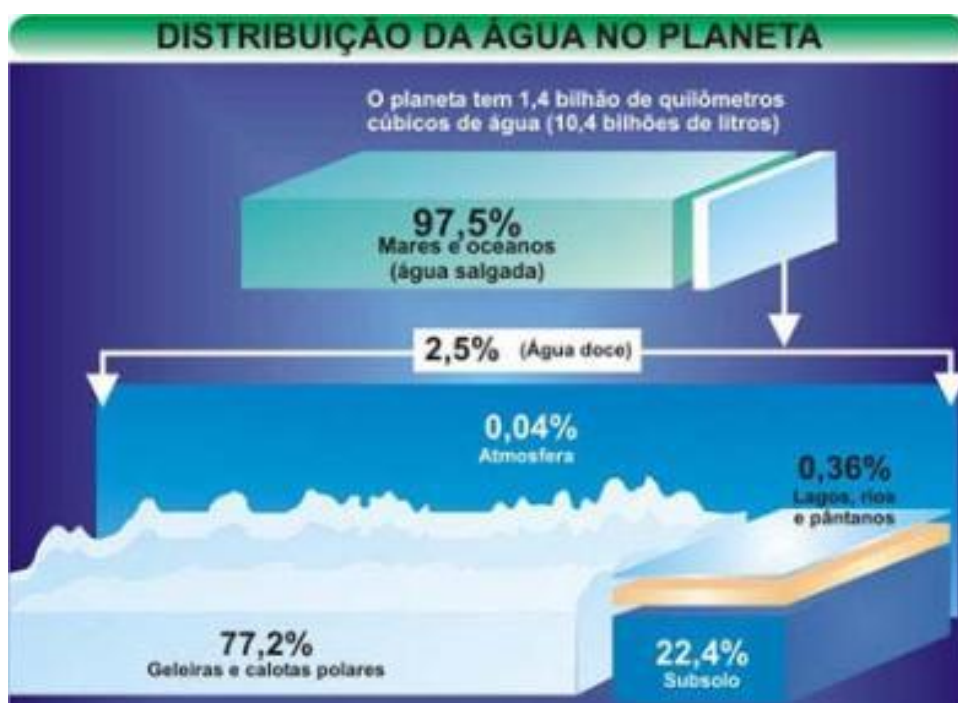


Figura 1–Distribuição de água no planeta.

Fonte: <http://www.geografiaparatos.com.br/index.php?pag=infograficos>, acessado em: 15/Set/2016.

Em diversas partes do mundo, a água subterrânea é mais utilizada para abastecimento humano devido ao fato da mesma, na maioria das vezes, apresentar menos contaminação que a água superficial, uma vez que, esta reserva hídrica encontra-se protegida por solos e cobertura rochosa.

De acordo com Silva (2012), os aquíferos podem ser classificados de acordo com as características hidrodinâmicas e/ou geológicas, ou seja, o tipo de solo e a sua estrutura são

fatores importantes para resguardar as qualidades de um aquífero, visto que toda a chuva atinge ambientes geológicos e geomorfológicos variados (SILVA, 2008 e GONÇALVES, 2014).

Segundo a Resolução CONAMA nº 396/08, águas subterrâneas são águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo, e tais reservas hídricas são alimentadas pelas precipitações, que ao atingirem a superfície do solo, se infiltram e percolam (BRASIL, 2008a) (FIGURA 2). Desta forma, a recarga dos aquíferos pode ocorrer através da precipitação pluviométrica direta, pela infiltração e também devido à conexão hidráulica do sistema aquífero poroso e permeável (MARIÓN, 2007).



Figura 2 - Recarga dos aquíferos.

Fonte: <http://danielsilveira.blogspot.com.br/2010/04/cliente-editora-sangari-tecnica.html>

Durante o percurso no qual a água percola entre os poros do subsolo e das rochas, ocorre à depuração da mesma, através de uma série de processos físico-químicos e bacteriológicos que agem sobre a água, modificando as características adquiridas anteriormente, assim tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano (RIGHETTO, 1998 *apud* HELBEL, 2011 p. 40). Portanto, a característica final da água subterrânea é resultante da interação dos fenômenos climáticos, tipos e características dos solos, vegetação de cobertura, uso e ocupação do solo, atividades antropogênicas existentes na região, profundidade e tipo do lençol, que

contribuirão na maior ou menor quantidade de substâncias em solução podendo lhe conferir gosto, cor, turbidez e odor (SILVA, 2008). Assim sendo, a qualidade requerida vai depender de sua finalidade, ou seja, água potável, água industrial ou agrícola (BARBANTI; PARENTE, 2002).

Nesta temática, Barbanti e Parente (2002), relatam que este sonho de água pura e de fácil captação não durará muito se não forem tomadas as devidas precauções. Deste modo, Helbel (2011), destaca que o aumento da população humana, as modificações do uso da terra e a industrialização acelerada, colocam a água subterrânea em perigo.

Em todo mundo, cerca de 10% da água disponibilizada para consumo são destinados ao abastecimento público, 23% para a indústria e 67% para a agricultura (FAUSTINO *et al.*, 2013). Em conformidade com o autor citado, Helbel (2011), relata que é impossível manter esse padrão de consumo e fornecimento de água de qualidade para abastecimento humano, indústria e agricultura se a água subterrânea não for aproveitada. Diante do exposto, destaca-se os estudos de Zan *et al.* (2011), que afirmam que as águas subterrâneas provenientes de poços rasos são cada vez mais utilizadas para o consumo humano.

Atualmente segundo Silva *et al.* (2009), acredita-se que 6% da população brasileira é abastecida por poços rasos, também conhecidos como cacimba, acacimba, cisternas, amazonas ou simplesmente poços escavados, sendo estes mais vulneráveis a contaminação.

1.1.1 Contaminação da água subterrânea

Em relação à contaminação da água subterrânea, Silva (2008), relata que quanto maior a velocidade de percolação, maior a possibilidade de contaminação em razão do curto espaço de tempo necessário para ocorrerem às reações biogeoquímicas de substâncias presentes na água vinda da superfície.

Quando a água subterrânea torna-se visivelmente poluída, isso geralmente significa que grandes volumes do aquífero estão comprometidos (FOSTER *et al.*, 2006). Uma vez contaminada, sua recuperação é onerosa e demora anos ou centenas deles, muito mais que das águas superficiais e em alguns casos torna-se irreversível (MEDEIROS *et al.*, 2009).

O risco de contaminação ocorre em função das atividades humanas na superfície da terra (contaminantes lançados no solo), e a sensibilidade (vulnerabilidade) dos aquíferos quando são afetados por esses contaminantes (FOSTER *et al.*, 2006). Deste modo, avaliar a qualidade de fontes hídricas é fundamental para garantir a segurança de seu uso (RODRIGUES *et al.*, 2015).

Nesse contexto, Silva (2012), Agência Nacional da Água (ANA, 2007 p. 103), Campos (2005) e Pacheco (2000), assinalam que as atividades antrópicas (alterações feitas pelo homem) representam risco aos aquíferos e a qualidade das águas subterrâneas causando alterações nas características físicas, químicas ou biológicas. Assim, segundo os autores supracitados as principais fontes potenciais de contaminação do manancial subterrâneo são:

- a) construção de poços - a forma de construção do poço é fundamental para garantir a qualidade da água captada, maximizar a eficiência da operação do poço e a exploração do aquífero. Essa questão encontra-se regulamentada por meio de duas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) as NBR 12.212 e 12.244, ambas publicadas em 1990;
- b) saneamento - este quadro deficitário gera impacto não apenas sobre os rios, mas influi diretamente sobre a qualidade da água subterrânea, especialmente nas zonas urbanas. A falta de saneamento representa um risco às águas subterrâneas por meio da infiltração por fossas negras do escoamento superficial, que acabam infiltrando no solo, e pelo vazamento de redes de esgoto;
- c) resíduos sólidos - sob o aspecto ambiental e de preservação das águas subterrâneas, o ponto mais importante é a questão do chorume produzido a partir do lixo. O chorume é um líquido negro formado por compostos orgânicos e inorgânicos, apresenta altas concentrações de matéria orgânica e metais pesados. A infiltração do chorume contamina o solo e pode atingir a água subterrânea.
- d) agricultura - o aumento da produtividade da agropecuária fez com que, de 1992 a 2002, a quantidade de fertilizantes utilizados em terras brasileiras tenha crescido duas vezes e meia. Os três principais nutrientes exigidos pelas culturas são o nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P). Entre estes elementos, o nitrogênio é aquele que apresenta maior impacto sobre a água subterrânea, ocorrendo principalmente na forma de nitrato;
- e) indústria - manuseio de produtos tóxicos contaminantes sem a adoção de normas adequadas e a ocorrência de acidentes ou vazamentos nos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias-primas e produtos da indústria, representam sério risco ao meio ambiente e à saúde humana. Normalmente, os contaminantes produzidos pelas indústrias atingem os solos e rios, e, posteriormente, dependendo das condições de vulnerabilidade do aquífero (tipo de solo, profundidade do nível de água, entre outros), podem atingir as águas subterrâneas;

f) postos de combustíveis - a principal forma de contaminação do subsolo por derivados do petróleo é representada pelo vazamento de tanques de armazenamento de combustíveis;

g) mineração - os seus impactos sobre o meio ambiente, de forma geral, são bem conhecidos e incluem a contaminação de solo, ar, sedimentos, desmatamento e poluição sonora. A questão da contaminação das águas subterrâneas é ainda muito pouco estudada no Brasil;

h) cemitérios - contaminação de águas subterrâneas por cemitérios está relacionada à alteração da qualidade química das águas e à presença de microrganismos existentes nos corpos em decomposição.

A alteração da qualidade da água por cemitérios é um tema novo e pouco explorado que segundo Campos (2005), as primeiras pesquisas nacionais a respeito da influência dos cemitérios nos aquíferos livres só vieram a ocorrer no início da década de 90.

1.2 CEMITÉRIOS

Os corpos humanos necessitam de uma destinação correta, pois a deteriorização dos cadáveres pode se estabelecer como uma fonte de contaminação do solo e do lençol freático (KEMERICH *et al.*, 2012a). Deste modo, as características locais do entorno do cemitério são importantes variáveis que devem ser analisadas, pois determinam o caminho que os contaminantes resultantes do processo de decomposição de cadáveres vão percorrer (BARROS *et al.*, 2013).

Neste mesmo contexto, Kemerich *et al.* (2012a), afirma que se os critérios geológicos e hidrogeológicos não forem analisados na implantação dos cemitérios, pode constituir uma das causas de deterioração da qualidade das águas subterrâneas. De acordo com Kemerich *et al.* (2012a) e Kemerich *et al.* (2012b), a instalação de cemitérios em áreas inapropriadas, podem trazer consequências gravíssimas ao meio ambiente, em especial a qualidade das águas subterrâneas adjacentes.

Quando essas características ambientais não são minuciosamente avaliadas quanto aos aspectos técnicos necessários à proteção das águas subterrâneas, nomeadamente as do aquífero freático, poderão ocorrer impactos ao meio ambiente, como a contaminação dessas águas em decorrência do processo de decomposição dos corpos (PACHECO *et al.*, 1991 *apud* ESPINDULA *et al.*, 2005 p.80).

1.2.1 Instruções normativas: CONAMA 335/2003, 368/2006 e 402/2008

Mesmo com diversos trabalhos comprovando que cemitérios são fontes de contaminação e poluição ambiental, até o ano de 2003, a legislação federal não considerava os cemitérios como atividades e/ou empreendimento passíveis a licenciamento ambiental (C. SILVA, 2008). O que orientava a instalação de cemitérios eram códigos sanitários estaduais, atos e leis municipais, quando estes existiam, era sobre a ótica da saúde pública.

A Resolução CONAMA nº 335 foi promulgada em 28 de maio de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios horizontais e verticais e determina a necessária implantação de equipamentos de proteção ambiental para salvar o solo e as águas subterrâneas (C. SILVA, 2008). Com a promulgação dessa resolução, os órgãos ambientais estaduais passam a ter a obrigação de licenciar e, portanto, fiscalizar a implantação de novos cemitérios.

A Resolução CONAMA 402/08, que altera os artigos 11 e 12 da CONAMA 335/03, determina no ART. 11 que os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deverão estabelecer até dezembro de 2010 critérios para adequação dos cemitérios existentes em abril de 2003. Além disso, identifica-se na presente Resolução a definição de necrochorume como “produto da coliquação”, líquido biodegradável resultante da decomposição corpórea.

De acordo com a CONAMA 335/03, o processo de licenciamento ambiental do cemitério pode ocorrer de maneira conjunta, ou seja, as fases de Licença Prévia (LP) e Licença de Instalação (LI) podem ocorrer paralelamente, ficando a critério do órgão competente. Dentre os documentos necessários para a regularização de ambiência do terreno perante a instituição habilitada, pode-se citar a caracterização da área, contendo seu levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, e estudo referente ao nível máximo do lençol freático, ao final da estação de maior precipitação pluviométrica.

Portanto, a CONAMA 368 (BRASIL, 2006a), altera dispositivos da Resolução CONAMA 335/03, determina a distância mínima de 1,5 m entre o fundo das sepulturas e o nível freático máximo, e obriga a destinação ambiental e sanitariamente adequada dos resíduos sólidos em cemitérios.

Por fim, a CONAMA 402 (BRASIL, 2008b) no Art.12 determina no processo de licenciamento ambiental, que deverá constar o Plano de Encerramento das atividades, incluindo nele medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas.

1.2.2 Produto de Coliquação – “necrochorume”

A contaminação proveniente dos cemitérios pode atingir o aquífero através do necrochorume, este efluente cadavérico pode guardar em sua composição microrganismos patogênicos, que conseqüentemente poderão ser transportados pelas chuvas infiltradas nas covas ou até mesmo pelo contato direto dos corpos com a água subterrânea (KEMERICH *et al.*, 2012b).

Dessa forma, a água percola fazendo com que o necrochorume seja lixiviado para camadas mais profundas do solo, facilitando o acesso deste líquido até lençol freático, conforme Figura 3.

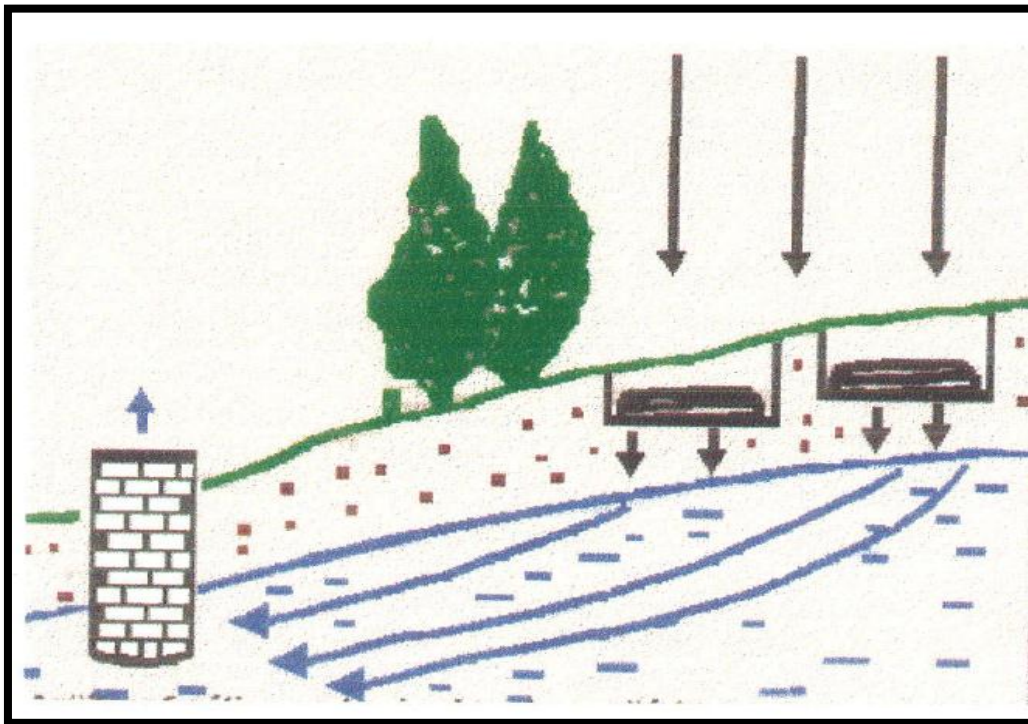


Figura 3 - Contaminação do lençol freático por atividade cadavérica. **Fonte:** Pacheco, 2000.

Kemerich *et al.* (2012b), coloca que é do consenso geral o potencial contaminador dos efluentes da decomposição cadavérica, em especial no que diz respeito ao lençol freático e à sua exploração para o consumo humano, nas vizinhanças dos cemitérios. Diante disso, Bertachi (2013), afirma que as águas subterrâneas provenientes de poços escavados e rasos (aquífero freático ou livre) estão mais vulneráveis e podem apresentar maior índice de contaminação, a infiltração e a percolação das águas pluviais através dos túmulos e solo provoca a migração de

uma série de compostos químicos orgânicos e inorgânicos através da zona não saturada, podendo alguns destes compostos atingir a zona saturada e, portanto, poluir o aquífero.

Deste modo, a contaminação está relacionada à modificação da qualidade química das águas por substâncias tóxicas e à contaminação com microrganismos dos corpos em decomposição (ANA, 2007).

1.2.2.1 Impactos no meio ambiente e riscos à saúde pública

Hoje, a disponibilidade e a qualidade da água é uma grande preocupação da sociedade, visto que, nas últimas décadas, os mananciais hídricos foram submetidos a altas cargas poluidoras, devidos ao diversos usos que lhe são conferidos.

Assim, com o crescimento do número de cemitérios, as preocupações ambientais também aumentaram (ALMEIDA *et al.*, 2006). Diante disso, o acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas em áreas próximas de atividades cemiteriais é de sumo interesse público e ambiental, pois quando contaminadas podem causar problemas insalubres nas comunidades circunvizinhas de edificações tumulares que utilizam a água subterrânea como fonte alternativa de abastecimento, “[...] tais regiões poderá ter sua saúde ameaçada por essas cargas de poluentes que pode ser transportada por fluxo da água (KEMERICH *et al.*, 2012c)”.

De acordo com Kemerich *et al.* (2012c), conclui-se que as águas subterrâneas em torno dos cemitérios não possuem padrão de potabilidade e, portanto, não é aconselhável usá-las para o consumo humano.

Pesquisas realizadas por Bertachi (2013) e Fineza (2008) concluíram, através de análises laboratoriais, que as áreas de sepultamentos podem constituir como fonte de contaminação das águas subterrâneas, este entorno poderá estar diretamente influenciado pela putrefação dos corpos ali sepultados. Em seus estudos, Bertachi (2013) afirmou que, mesmo que antigos, os cemitérios são uma das causas da deterioração da água, seja superficial ou subterrânea.

Investigações feitas por Fineza (2008) relatam que “os impactos mais evidentes manifestaram-se em um poço situado a jusante do cemitério, [...] por meio dos seguintes parâmetros de qualidade da água: condutividade elétrica, nitrogênio amoniacal, nitrato, fósforo, cálcio, DBO e *Escherichia coli*”.

Portanto, a presença do cemitério pode influenciar na qualidade da água subterrânea ou até mesmo contaminá-la, há o alerta para a necessidade de se promover investigações

sistemáticas nos aquíferos freáticos localizados em áreas cemiteriais possibilitando identificar outras possíveis fontes de contaminação à montante e a jusante do empreendimento e principalmente em áreas de seu entorno, onde as populações costumam realizar exploração de água através de poços (ALMEIDA *et al.*, 2006; SABA, 2011; BERTACHI, 2013; FINEZA, 2008; KEMERICH *et al.*, 2012c).

Assim o lençol freático, ao ser atingido por esses líquidos humorais, poderá se tornar um risco de saúde pública (ENETÉRIO, 2009), podendo colocar em risco o meio ambiente, pois os mananciais do subsolo que são usados no abastecimento humano podem estar contaminados por bactérias, vírus e protozoários associados.

1.2.3 Parâmetros utilizados como indicadores da presença de necrochorume

Segundo Silva (2012) e Leli (2012), os parâmetros físico-químicos e microbiológicos que atuam como indicadores da presença de necrochorume são:

Turbidez (Tbz) – é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação (ESTEVES, 2011). A turbidez das águas deixou de ser um parâmetro estético nos processos de desinfecção, uma vez que, as partículas responsáveis pela turbidez servem de abrigo para os microrganismos que se protegem da ação do desinfetante (OLIVEIRA, 2014; SILVA, 2012). Águas turvas são naturalmente rejeitadas pela população em geral para o consumo, inclusive é um dos únicos parâmetros juntamente com o gosto que a população julga ser importante para o consumo (CREMONESE, 2014).

Condutividade Elétrica (CE) - representa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica (ESTEVES, 2011), e irá depender da quantidade de sais existentes na coluna de água (CREMONESE, 2014). Segundo Silva (2012), as águas próximas às áreas dos sepultamentos recentes apresentaram condutividade elétrica mais elevada.

Oxigênio Dissolvido (OD) – é um dos mais importantes gases dissolvidos, está relacionado com a dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011) e o decréscimo de oxigênio está relacionado com o acréscimo de sais minerais, metais e bactérias provenientes da decomposição dos corpos (MATOS e PACHECO, 2002).

Temperatura (T) - a medida da intensidade de calor. A temperatura influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e em outros processos, como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais (NEIRA *et al.*, 2008).

Potencial Hidrogeniônico (pH) - é o termo utilizado mundialmente para expressar a intensidade da condição ácida ou alcalina de uma solução (SILVA, 2012). Inerente às alterações de pH, podem ter origem natural (dissolução de rochas, por exemplo) ou antropogênicas (despejos domésticos e industriais) (HELBEL, 2011).

Amônia ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) – quando se encontram referências sobre a concentração de amônia, na maioria dos casos estão sendo consideradas juntas, as concentrações das duas formas de nitrogênio amoniacal, Amônia e íon Amônio (ESTEVES, 2011). De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2007), em condições normais, o nitrogênio amoniacal encontra-se em concentrações muito baixas em águas subterrâneas e geralmente é produzida pela decomposição de matéria orgânica.

Nitrito (NO_2^-) - é uma das formas de nitrogênio presentes nos ambientes aquáticos, encontrado em baixas concentrações em ambientes oxigenados (SILVA, 2012). Segundo Neira *et al.* (2008) o nitrito indica uma fase intermediária de oxidação do nitrogênio, ou seja, é uma fase entre a amônia, forma mais reduzida, e o nitrato, mais oxidada, é, também, muito instável (CREMONESE, 2014). A presença de nitrito nas águas subterrâneas é um indicativo de poluição recente (FUNASA, 2007).

Fósforo Total (P_t) – corresponde à soma de todas as formas de fósforo em uma amostra de água (ESTEVES, 2011) e pode se apresentar nas formas orgânica ou inorgânica, solúvel ou particulada (BRASIL, 2006b), que constitui junto com o nitrogênio, um dos principais nutrientes para estabilização da matéria orgânica nos processos biológicos (BORN, 2011). Segundo Fineza (2008), em águas não poluídas as concentrações de P são em geral baixas ($0,01 - 0,05 \text{ mg.L}^{-1}$), porém as atividades antropogênicas podem ser fontes consideráveis teores de P.

Coliformes Totais e Termotolerantes (*E.coli*) – Os resultados apontaram indícios de contaminação da água subterrânea por necrochorume expresso pela presença de coliformes, uma vez que sua presença indica de matéria orgânica em decomposição (BORN, 2011).

1.3 INSTRUÇÕES NORMATIVAS: PORTARIA 2914/2011, CONAMA 396/2008 E CONAMA 357/2005

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e CONAMA 396/2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências e determinam os mesmos valores para os parâmetros avaliados nesta pesquisa.

Determina que toda água destinada ao consumo humano, proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água (FERREIRA, 2013), e traz outras providências.

As fontes de água subterrânea, seja por meio de poço rasos, poços profundos freáticos ou artesianos, nascentes ou minas, são as fontes de água mais frequentemente utilizada como solução individual de abastecimento (SOARES, 2010). Deste modo, poços rasos ou amazônicos se enquadram no inciso VIII do Artigo 5º da Portaria 2914/2011, como solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano, quando este atende os domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (FIGURA 4).

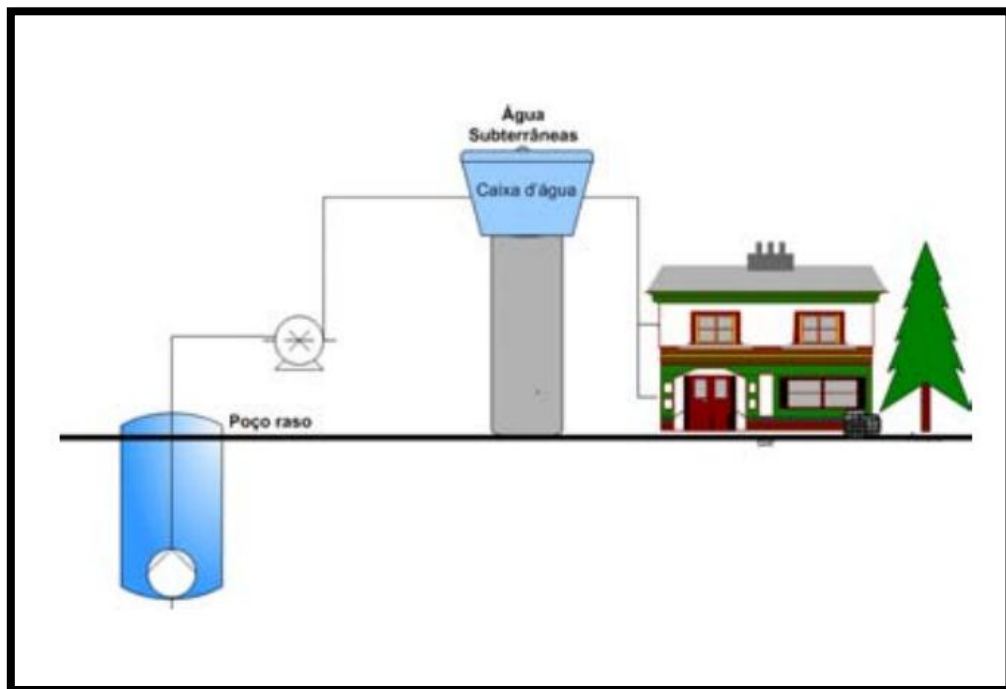


Figura 4 - Solução individual (água de poço). **Fonte:** Manual de Orientação, MS (BRASIL, 2007).

Segundo a FUNASA (2014) e Soares (2010), por questões financeiras ou sobrevivência entre outros motivos, muitos optam pela utilização de poços rasos, escavando-os sem os critérios construtivos exigidos pela legislação, o que coloca em dúvida a qualidade desta fonte de água.

Para fins legais, a Portaria 2914/2011, considera água para consumo humano toda água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem e, declara-se água potável, toda água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde. No Quadro 1, são descritos alguns dos parâmetros necessários para avaliar a qualidade da água para consumo humano.

Quadro 1 - Parâmetros para avaliação de qualidade de água para consumo humano.

Parâmetros	Portaria 2.914/11	CONAMA 396/08	CONAMA 357/03
Turbidez – Tbz	5uT	5 uT	-
pH	6 - 9,5	6 – 9,5	-
Amônia (NH ₃)	1,5 mg.L ⁻¹	1,5 mg.L ⁻¹	-
Nitrito - NO ₂ ⁻	1,0 mg.L ⁻¹	1,0 mg.L ⁻¹	--
Fósforo - P	-	-	0,02 mg.L ⁻¹
<i>E. coli</i>	Ausentes em 100 mL	Ausentes em 100 mL	-
Coliformes Totais	Ausentes em 100 mL	Ausentes em 100 mL	-

Dentre os parâmetros listados observa-se que a Portaria 2914/11 e CONAMA 396/08, não apresenta valores para Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Condutividade Elétrica, sendo que estas variáveis são de grande interesse sanitário.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ji-Paraná está localizado na região centro-leste do Estado de Rondônia, entre os paralelos 8° 22' e 11° 11' latitude sul e meridianos 61° 30' e 62° 22' longitude oeste (WGr). O município possui um contingente populacional de 116.610 habitantes, e de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) ocupa uma área de aproximadamente de 6.922,05 km², que corresponde a 2,9% do território do Estado. A área em estudo localiza-se na região sudoeste do município de Ji-Paraná e que se localiza no Bairro Nova Brasília.

A instalação do Cemitério da Saudade localiza-se próximo a um igarapé urbano, sem identificação, terreno em declive e sua expansão atinge a parte mais baixa deste terreno, tendo, inclusive áreas de sepultamento obtidas por meio de aterramento do igarapé.

Em consequência da ausência de informações sobre a criação do Cemitério da Saudade, fez-se necessária visita no cemitério Dos Pioneiros (também conhecido como Dos Padres), onde se considerava ser a primeira área reservada para sepultamento de corpos.

Itamar Barros de Araújo (informação verbal¹) relata que o primeiro cemitério do município era localizado no centro municipal, atualmente conhecido como Praça da Bíblia, porém, devido à valorização do local e invasões nos limites territoriais da área da necrópole, decidiu-se exumar todo sepulcrário e reinar para o Cemitério dos Pioneiros de maneira inadequada e com auxílio de retroescavadeiras, nota-se, na Figura 6 um rebaixamento do terreno, comprovando escavações no local.

Em consequência da ausência de informações sobre a criação do Cemitério da Saudade, deduziu-se que devido valorização do bairro Urupá, a superlotação do Cemitério dos Pioneiros e ao fato do segundo distrito de Ji-Paraná ser o mais povoado e os terrenos serem de baixo valor aquisitivo a época, tornou-se viável a instalação do Cemitério da Saudade no 2º distrito e encerrar os sepultamentos no Cemitério dos Pioneiros. Atualmente, segundo

¹ Funcionário Público, atualmente responsável pelo cemitério dos Pioneiros (dos Padres), exercício competido à 40 anos. Informação verbal obtida em 04 de outubro de 2016, Ji-Paraná/RO.

informações da administração local do Cemitério da Saudade, este continua em funcionamento e opera no limite de sua capacidade.



Figura 5 - Praça da Bíblia. **Fonte:** Central Rondônia.

2.2 METODOLOGIA APLICADA

2.2.1 Delimitação da área de influência do cemitério.

Esta etapa caracteriza-se pela delimitação da área de influência. No entanto, devido às dificuldades de estabelecer limites para os possíveis impactos ambientais, bem como os fenômenos ambientais e pressões sociais, a delimitação da área de influência da atividade cemiterial foi uma etapa complexa, sob a perspectiva de licenciamento ambiental.

De acordo com a Resolução CONAMA 01/86 a expressão “área de influência” consiste no espaço geográfico onde ocorrerão os impactos diretos ou indiretos. Conforme o artigo 5º e inciso III da Resolução CONAMA 01/86, a definição da área de influência deve considerar a bacia hidrográfica na qual se localiza o empreendimento. Portanto, o reconhecimento e caracterização de áreas de influência, ficam mais fáceis se utilizar a bacia hidrográfica como critério de delimitação, já que, todo tipo de empreendimento envolve uma drenagem natural (SANTOS, 2004 *apud* LELI *et al.*, 2012 p).

Acredita-se que o presente estudo no âmbito da microbacia seria mais viável e assertivo considerando a possibilidade de influência do meio ao entorno, desta maneira, a microbacia do afluente (sem identificação) do Rio Nazaré é o corpo hídrico que sofre maiores impactos na atividade fúnebre.

Segundo Leli *et al.* (2012), no que tange o limite territorial da área de influência de empreendimentos cemiterial esta pode ser dividida em três categorias: Área Diretamente Afetada (ADA), pode ser considerada como sendo os limites do empreendimento, ou seja, a área onde a necrópole está instalada; Área de Influência Direta (AID), é o somatório da ADA e de uma faixa de terreno de 200 m que circunda toda a ADA, conforme Figura 6; e Área de Influência Indireta (AII), delimitada pela bacia hidrográfica em que o empreendimento está localizado.

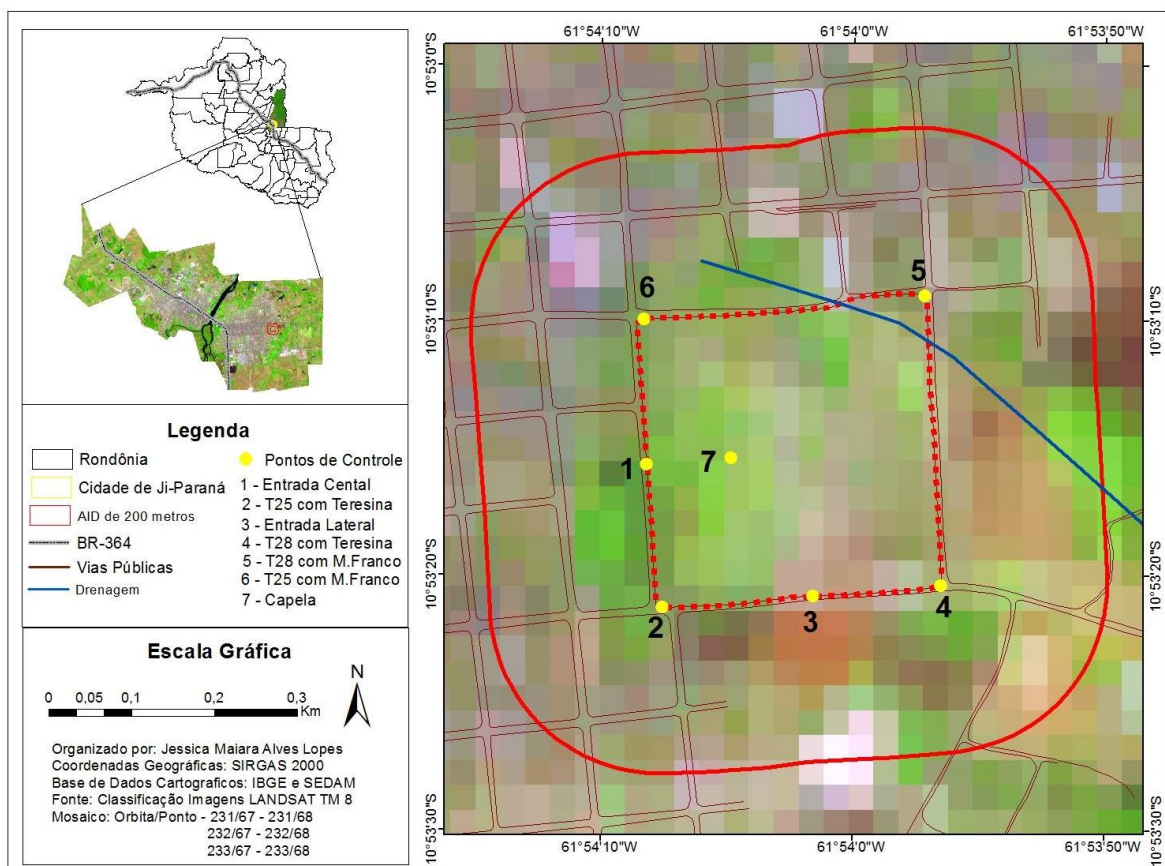


Figura 6 – Área de Influência Direta do Cemitério da Saudade.

Diante disso, para essa pesquisa optou-se por trabalhar com a AID, devido ao cemitério em questão encontrar-se em funcionamento e ser circunvizinhado por bairros domiciliares com presença de espaços industriais e locais para o cultivo de hortaliças. Isto faz com que esta área

esteja em concordância com os apontamentos Leli et al. (2012), ao discutir que a delimitação da AID para o meio antrópico, deve ocorrer a partir de bairros que circunvizinham o cemitério, e que para melhor identificar os impactos nessa área se torna indispensável a avaliação das características hidrogeológicas, físico-química e microbiológica do lençol freático.

2.2.2 Método de amostragem

Com a delimitação da AID concluída, a próxima etapa desta pesquisa foi à realização da coleta de dados. Fez-se necessário primeiramente, realizar a seleção das quadras que se localizavam dentro do perímetro traçado para AID, pelo método de amostragem aleatória simples e por conglomerado, ou seja, nas quadras que foram sorteadas, todas as moradias existentes e que os moradores se faziam presentes foram entrevistadas por meio de um questionário simples, sem dados sociais. (MARTINS, 2009; SILVA *et al*, 2011).

Assim, fundamentado no método estatístico de amostragem aleatória simples e com os dados dos entrevistados, pôde-se escolher os poços de amostragem, considerando as curvas de nível de montante e jusante do sepulcrário, Figura 7.

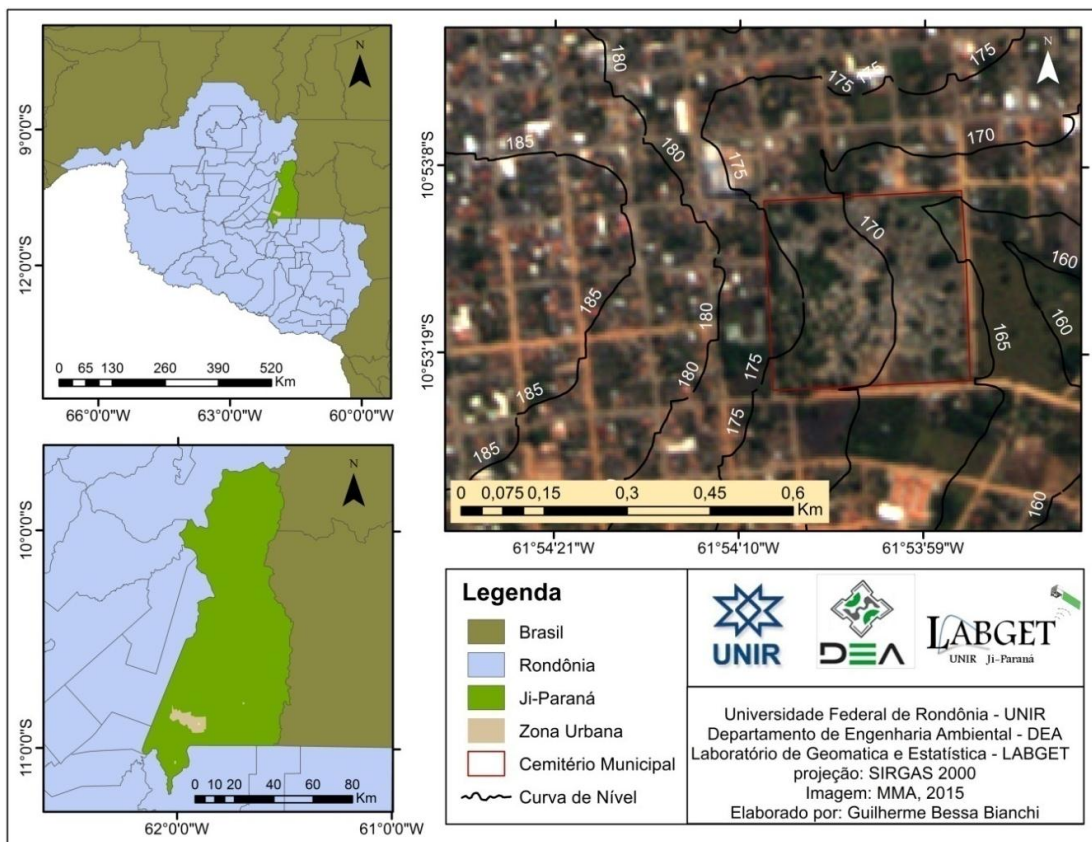


Figura 7 – Curvas de nível no entorno do Cemitério da Saudade.

Nesse sentido, a ABNT através da NBR 13.895/97 descreve os procedimentos de construção de poços de monitoramento e amostragem e estabelece a quantidade mínima quatro poços monitoramento, e sua disposição seja um a montante, estando bem posicionado para que seja suficiente para redes de monitoramento, e três a jusante não alinhados. Em seguida os pontos de captação de água subterrânea foram cadastrados e georreferenciados, conforme Figura 8.

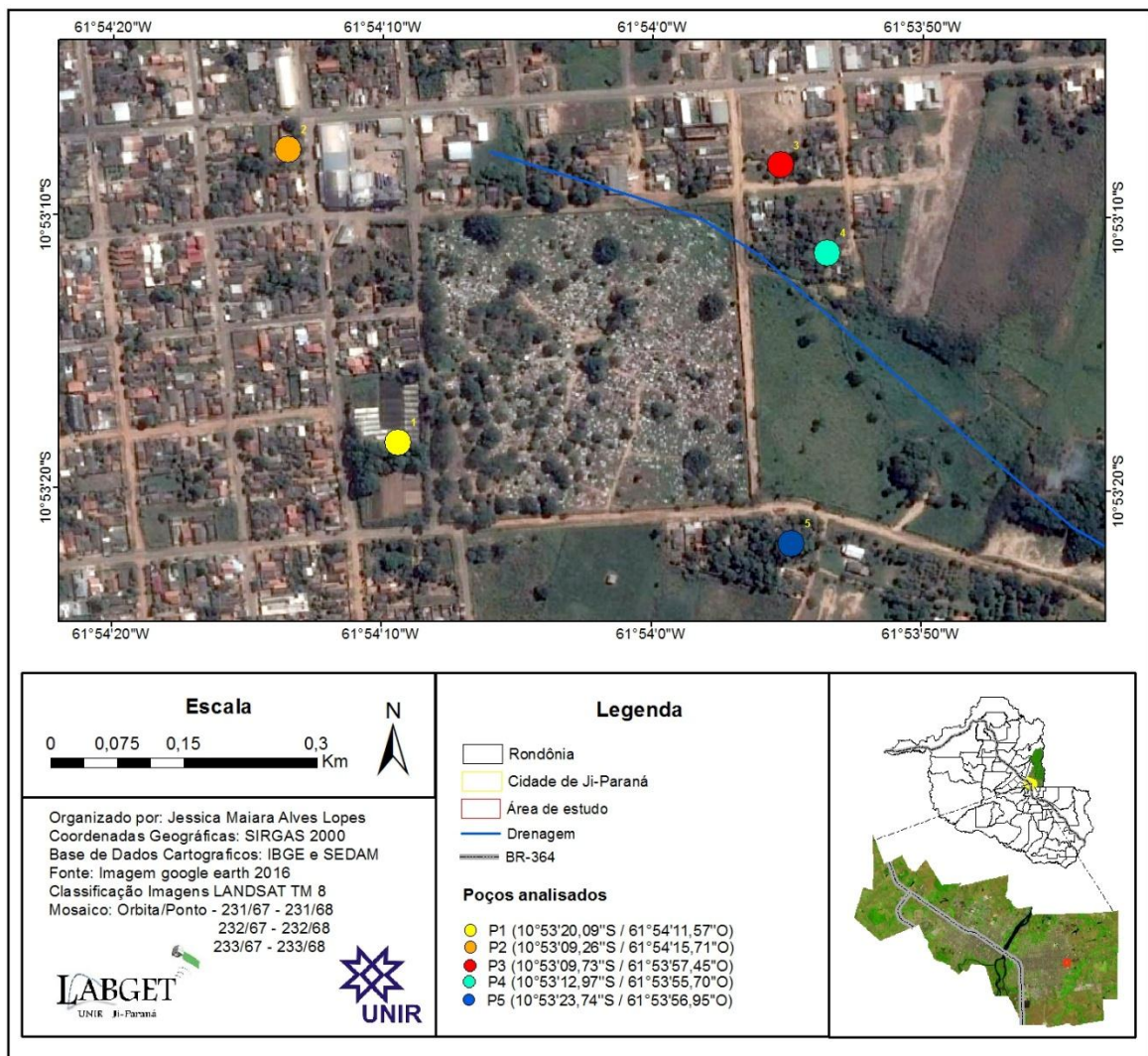


Figura 8 - Distribuição dos pontos amostrais de água subterrânea.

Segundo Sumi (2009), o poço de montante é um poço de monitoramento à montante, e sua principal função é atuar como guia da água subterrânea sem alterações, já o poço de jusante, deve ser no mínimo três, para caracterizar as condições reais à jusante do aquífero. Diante disso,

das moradias entrevistadas, foram selecionados 5 poços, sendo 2 a montante (P₁ e P₂) e 3 poços (P₃, P₄ e P₅) a jusante do cemitério.

2.2.3 Registro fotográfico

Foram realizadas visitas na circunvizinhança da necrópole, com o intuito de realizar um levantamento fotográfico da região para acompanhar o comportamento da área em duas estações distintas.

Diversos autores enfatizam a importância deste método na pesquisa, pois, a fotografia descreve corretamente as informações, auxilia em conclusões e dando apoio ao texto (GURAN e MAUAD, 2012; CALAÇA e HUBER, 2009), tornando-se uma espécie de prova eficiente daquilo que se mostra.

2.2.4 Coleta de dados

As amostras de água subterrânea foram monitoradas ao longo de três semanas consecutivas durante os meses de março, junho, agosto e outubro do ano de 2016, caracterizando e abrangendo as estações climáticas de chuva e seca e os períodos de transição conforme Quadro 2. Segundo Gomes (2011 p. 32), a estação úmida compreende os meses de janeiro a março e a estação seca compreende os meses de julho a setembro e os períodos de transição entre as duas estações são denominados de período úmido-seco (meses de abril a junho) e seco-úmido (meses de outubro a dezembro).

Quadro 2 – Cronograma de Coletas.

Intervalos climatológicos*	Meses	Dias		
		1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana
Úmida	Março	16	23	28
Úmido-seco	Junho	02	09	16
Seca	Agosto	16	23	30
Seco-úmido	Outubro	04	11	18

As amostras de água foram coletadas na boca do poço (superfície), por meio de um coletor e seguindo a metodologia citada no MTCAA (2009) para poços rasos com ou sem bomba. As coletas para análises laboratoriais foram acondicionadas em garrafas pet de água

mineral novas, preservadas e refrigeradas durante o transporte, seguindo os padrões da CETESB (1999).

2.2.5 Análises físico-químicas e microbiológicas

As variáveis físicas e químicas que foram analisadas estão descritas no Quadro 3, juntamente com a metodologia de análise adotada.

Quadro 3 – Metodologia de análise das variáveis para qualidade de água.

Variável	Equipamento	Unidade
Oxigênio Dissolvido - OD	Oxímetro Lutron DO-5510 (<i>in loco</i>) Método de Winkler	mg.L ⁻¹
Condutividade Elétrica	Condutivímetro EcoSense EC 300 (<i>in loco</i>)	µS.cm ⁻¹
pH	PH METER Lutron PH-221 (<i>in loco</i>)	-
Temperatura	Condutivímetro EcoSense EC 300 (<i>in loco</i>)	°C
Nitrito	Método Espectrofotometria (APHA, 1998)	µg.L ⁻¹
Fósforo Total	Método Espectrofotometria (APHA, 1998)	mg.L ⁻¹
Amônia (NH ₃ + NH ₄ ⁺)	Método Espectrofotometria (APHA, 1998)	µg.L ⁻¹
Turbidez	Hach 2100P	uT

A análise microbiológica foi determinada pelo método das membranas filtrantes em meio cromogênico, esta variável foi trabalhada no mesmo dia da coleta, a fim de respeitar o prazo máximo de 24 horas das amostras para a quantificação de coliformes termotolerantes (*E.coli*) e totais (APHA, 1995).

2.2.6 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada através de estatística descritiva e teste de hipóteses (H₀ e H₁) entre médias, comparando os dados da montante e de jusante do cemitério além da variação sazonal, através dos programas Excel 2010 da Microsoft e do Action 2.5 da Estatcamp.

O método estatístico aplicado foi o não-paramétrico (Teste de Wilcoxon), com nível de significância de (α) 0,05 e o critério de decisão de p-valor, desta maneira, Souza (2015) relata que assim se o valor-p fosse menor que α , rejeitaria H₀, denotando que houve diferença

significativa, ou seja, indicando a influência da atividade cemiterial na qualidade da água subterrânea.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ASPECTO AMBIENTAL

O Cemitério da Saudade está localizado na microbacia do Igarapé Nazaré e foi implantado sobre um dos afluentes da margem esquerda desta microbacia e parte do leito deste igarapé acredita-se que está inserido no interior da necrópole, Figura 9.



Figura 9 – Escoamento superficial no entorno e interior do Cemitério da Saudade. Entorno (A, B e C) e interior (D).

Acredita-se que a princípio, este igarapé sem identificação, dispunha de nascente e devido ao crescimento populacional, a mina acabou sendo aterrada. Atualmente, apresenta características efêmeras, e de acordo com o Decreto nº. 7.830/12 classifica os rios efêmeros como corpo de água lótico que possui escoamento superficial apenas durante ou imediatamente após períodos de precipitação e pela Lei 12.651/12 o corpo d'água efêmero não necessita da delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP's), ou seja, não é obrigatória a proteção de suas faixas marginais, seja rural ou urbana.

A CONAMA 368/2006 determina para cemitérios horizontais próximos a áreas de abastecimento humano, uma distância segura de corpos d'águas, subterrâneas ou superficiais, de forma a garantir sua qualidade. Estabelece no Art.º 5 inciso I que o nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias, e no inciso IV que a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério. Este recuo deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área, no entanto o Cemitério da Saudade este recuo não é respeitado.

A CONAMA 335/03 exige para cemitérios horizontais, a elaboração de um sistema de drenagem, adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões no perímetro e no interior do cemitério. Em relação ao estudo no Cemitério da Saudade, observou-se que na estação úmida, onde a precipitação é intensa, aumenta o escoamento superficial na área, principalmente na região de relevo em declive. Há também a contribuição do escoamento de águas pluviais a montante da atividade cemiterial, que são lançadas no leito do igarapé. Essas águas são escoadas para o interior da necrópole municipal causando, ao longo da estação chuvosa, o aparecimento de ravinas e, na parte externa, devido ao relevo, há formação de voçorocas no entorno, conforme Figura 10.



Figura 10 – Voçorocas (A) e ravinas (B, C e D) causadas pela ausência do sistema de drenagem no interior e no entorno do Cemitério da Saudade.

A CONAMA 402/2008 no Art. 11 relata que os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deveriam estabelecer até dezembro de 2010 critérios para adequação dos cemitérios existentes em abril de 2003. O Cemitério da Saudade foi implantado anteriormente da obrigatoriedade do licenciamento ambiental, entretanto, pouco se sabe a respeito dessa regularização ou até se ela existe, mas é notável que, tanto na parte interna quanto externa, os tubos instalados para dreno são insuficientes e não há um sistema planejado de drenagem interna.

Em Rondônia, o licenciamento ambiental é de responsabilidade do Estado, e a atividade cemiterial horizontal é considerada como de médio potencial poluidor, no entanto, o que se percebe são as manutenções nos meses de novembro, devido ao dia dos finados, e a recente construção do muro, que são medidas paliativas e de impacto visual. Quanto ao muro, observa-se que este já teve mais de um desmoronamento e as condições de sua sustentação, não são adequadas (FIGURA 11).

O Cemitério da Saudade é considerado pela CONAMA 335/03 de estrutura horizontal do tipo tradicional, que de acordo com Campos (2007 p. 22) são necrópoles compostas por alamedas pavimentadas, que contém túmulos semi-enterrados ou diretamente no solo, mausoléus, capelas com altar, crucifixos e imagens, monumentos funerários revestidos de mármore e granitos, com pouca ou nenhuma arborização, Figura 11. Entretanto, poucas são as alamedas pavimentadas, e quando existem, são também utilizadas para sepultamento de corpos.



Figura 11 - Estrutura horizontal do cemitério da Saudade.

Uma das vantagens desse tipo de sepultamento é o contato direto do corpo inumado com o solo, facilitando o processo de decomposição. Kemerich *et al* (2014), apontam algumas desvantagens desse tipo de inumação são a probabilidade de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, e possível proliferação de insetos e animais, fato este observado no cemitério da saudade, conforme Figura 12.



Figura 12 - Presença de vetores na necrópole.

De acordo com Leli *et al* (2012) a contaminação dos recursos hídricos é uma das maiores preocupações em relação as necrópoles. Vale lembrar que o Cemitério da Saudade foi implantado sem considerar estudos hidrogeológicos e não possui infraestrutura adequada, o que pode causar impactos ambientais, sobretudo na degradação das águas superficiais e subterrâneas por microrganismos no processo de decomposição de corpos e contaminação físico-química da água.

3.2 CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS AMOSTRADOS

Em Ji-Paraná pouco se sabe sobre as reais condições higiênico-sanitárias das águas subterrâneas utilizadas para o abastecimento de aproximadamente 40% dos domicílios da cidade, que ao todo contabilizam mais de dez mil poços rasos escavados e/ou tubulares (FUNASA, 2006; HELBEL, 2011). Nota-se, na Tabela 1, que 34% das moradias entrevistadas utilizam poços rasos para consumo humano.

Tabela 1 - Meios de captação de água no entorno do cemitério.

Meio de captação	Porcentagem	Residências
Poço	34%	19
CAERD	50%	28
Não quis participar/ausentes	16%	9
Total	100%	56

Em sua pesquisa, Silva (2008) e Helbel (2011), demonstram que grande parte do aquífero livre Ji-Paraná está contaminado, e em seus estudos concluíram que parte dos poços amostrados apresentou indícios de contaminação por esgotos domésticos devido à presença de nitrato e coliformes termotolerantes.

As águas servidas (esgoto doméstico), em Ji-Paraná, são destinadas numa grande parcela das residências, *in natura* para fossas rudimentares (fossas negras), uma pequena porção da população, possuem filtros anaeróbios como sistema de tratamento para seus efluentes, que em alguns casos foram implantados pela Secretaria Municipal de Saúde (SEMUSA) (LOCH, 2015).

Vale salientar que, neste trabalho, todas as residências entrevistadas utilizam a fossa negra como método de destinação final dos efluentes domésticos. Essa alternativa agride diretamente o solo e a água. Em trabalho no mesmo bairro, Silva *et al.* (2011), considerou que

a distância mínima segura, entre a fossa e o poço, seria de 45 metros. A FUNASA (2006) e a NBR 7229/93 sugere que a distância segura seja de 15 metros da fonte captação de água até a fossa, assim todos os poços amostrados se enquadram na distância recomendada pela FUNASA, Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização dos poços amostrados.

Poço	Revestimento	Tipo de tampa	Distância Fossa Poço (m)	Tipo de Fossa
1	-	Concreto e granito	15,40	Negra
2	Manilha	Concreto	16,09	Negra
3	Manilha	Concreto	26,57	Negra
4	Manilha	Concreto	16,73	Negra
5	Manilha	Concreto	49,45	Negra

A construção do poço é um fator primordial para assegurar a qualidade da água captada, no entanto, os poços amostrados foram escavados manualmente e sem considerar os critérios técnicos. Possuem cobertura externa e revestimento interno, com exceção do poço 1, que não obteve-se informações sobre qual o revestimento interno. Este perfil de poços, segundo Giampá e Gonçalves (2005), é característico de poços rasos, que captam água do lençol freático, apresentam profundidade máxima até 20 metros e diâmetros de 1 metro ou mais.

Devido a tampa do poço 1 exigir um grande esforço, não foi possível coletar as amostras diretamente no poço e nem tão pouco verificar o comportamento do nível da água. Para os demais poços, o nível da água e a profundidade estão descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Comportamento da lâmina d'água por intervalos climáticos.

Poço	Prof. (m)	Nível da água (m)											
		Estação úmida			Período úmido-seco			Estação seca			Período seco-úmido		
		1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	15,83	13	-	13,2	12,05	12,66	12,2	12,76	12,86	12,9	12,86	13,6	13,45
3	12,08	7,1	-	6,90	7,18	7,35	7,22	9,25	9,35	9,15	9,68	10	9,96
4	8,4	-	3,95	3,45	4,44	4,23	4,52	5,8	5,8	5,98	6,19	6,38	6,4
5	7,32	3,6	-	3,30	4,45	4,49	4,77	4,96	5	5,2	5,2	5,38	5,2

Profundidade do poço (Prof.)

(-) não analisado.

Observa-se que na estação seca houve um rebaixamento da lâmina d'água, isso se deve ao fato do mês de agosto possuir os menores índices de precipitação, com média de 8,25 m, contudo, o período seco-úmido apresentou a menor média de 8,69 m. A estação úmida teve a maior coluna d'água, com média 6,10 m, este fato justifica-se devido as fortes precipitações na estação úmida.

3.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

Na Tabela 4, encontram-se as médias de cada variável conforme a estação climática, bem como os valores encontrados em outros trabalhos sobre água subterrânea no município de Ji-Paraná e região.

Tabela 4 - Comparação de valores médios de qualidade da água para consumo humano em Ji-Paraná e região nas estações úmida e seca.

Parâmetro	Estações	Referências Bibliográficas					Nunes <i>et. al</i> (2012)
		Esta pesquisa	Helbel (2011)	Martins (2011)	Ferreira (2013)	Cremonese (2014)	
OD (mg.L ⁻¹)	úmida	3,35	3,39	1,47	1,26	2,16	2,21
	seca	5,98	3,28	1,47	1,29	1,49	1,95
CE (µS)	úmida	202,1	158,15	77,25	69,93	77,7	143,6
	seca	185,04	146,28	60,67	72,87	55	167,5
pH (mín./máx.)*	úmida	3,65 / 6,85	5,53	4,9	6,6	N.I.	6,82
	seca	4,13 / 7,02	5,55	4,7	5,7		6,81
T (°C)	úmida	27,82	25,8	28	N.I.	28,3	-
	seca	27,98	28,6	28		27,81	
NO ₂ ⁻ (µg.L ⁻¹)	úmida	0,06	0,04	0,0071	< 0,005	<0,001	47
	seca	0,00515	0,02	0,00081			N.I.
P (mg.L ⁻¹)	úmida	1,12	-	4,4.10 ⁻⁴	< 0,005	-	-
	seca	1,04	-	6,1.10 ⁻⁵			
NH ₃ + NH ₄ ⁺ (µg.L ⁻¹)	úmida	0,00059	-	-	< 0,005	-	-
	seca	0,00057	-	-			
Tbz (uT)	úmida	2,86	1,66	-	1,92	3,83	-
	seca	0,82	1,1	1,76	2,71	2,99	

N.I. : Não Informado; (-) não analisado. (*) somente para esta pesquisa.

Os autores citados não avaliaram a qualidade da água nos períodos de transição, desta maneira, as médias são das estações úmida e seca, e todos os trabalhos foram feitos em Ji-Paraná. Martins (2011) e Cremonese (2014), realizaram pesquisas no entorno de uma área de deposição de resíduos sólidos. Helbel (2011) e Ferreira (2013), analisaram a qualidade da água subterrânea

considerando a disposição final de efluentes domésticos. O trabalho realizado por Nunes *et al* (2012), foi a jusante da atividade cemiterial, porém, não engloba a AID.

Os resultados encontrados na presente pesquisa foram semelhantes aos trabalhos citados, exceto, os níveis médios de fósforo e condutividade elétrica que estiveram acima do que foi encontrado pelos autores.

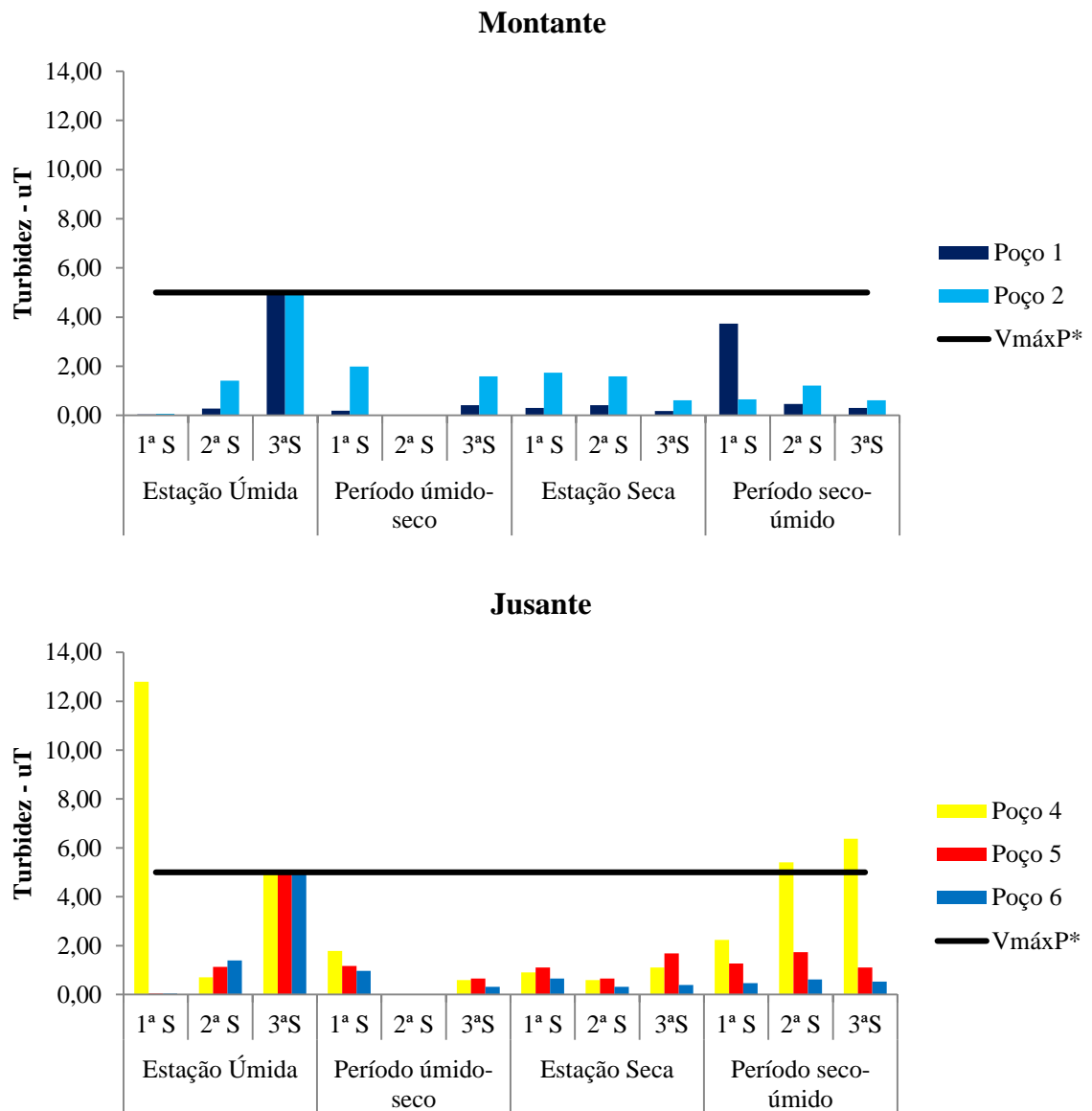
3.3.1 Turbidez

Antigamente a turbidez era relacionada como fator estético, atualmente é atribuída principalmente às partículas sólidas em suspensão, as quais podem transportar substâncias adsorvidas que produzem sabor e odor na água (SCHWARZBACH e MORANDI, 2000), além de proteger microrganismos da desinfecção.

Para fins de potabilidade, a Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011) preconiza que o limite máximo permitido para qualquer amostra pontual deve ser de 5 uT. Na 3ª semana da estação úmida, todos os poços apresentaram valores iguais de turbidez, esta singularidade pode ser relacionada ao fato de que estava chovendo no momento da coleta, portanto, podendo influenciar no resultado final da análise, Figura 13.

A jusante da atividade cemiterial, apenas o poço 4 apresentou valores acima do máximo permitido. No período seco-úmido houve pequenas variações de 5,41 para 6,37, entretanto, na 1ª semana da estação úmida notou-se expressivo aumento, fato justificado por um incêndio na casa ao lado do poço na semana da coleta, e devido à forte precipitação no dia anterior, o que pode ter contribuído para o escoamento da água com material dissolvido/particulado para dentro do poço. Não foi possível realizar análise de turbidez na segunda semana do período úmido-seco.

A análise estatística, aplicada aos dados, apresentou para todos os intervalos climáticos considerando montante e jusante $p > 0,05$, não houve diferença significativa nas amostras.

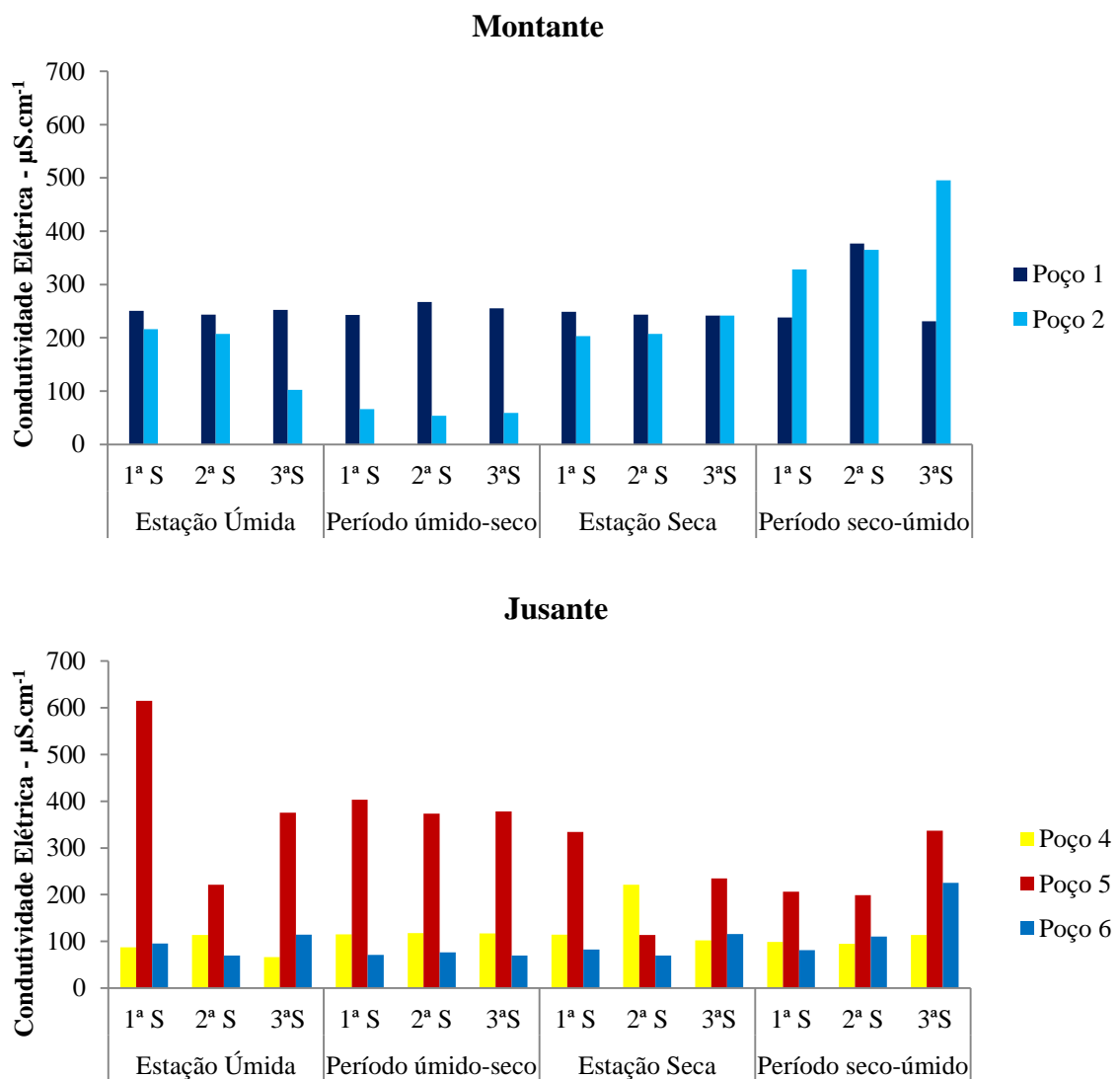


Figuras 13- Valores de turbidez. * Portaria 2914 do Ministério da Saúde de 2011.

3.3.2 Condutividade Elétrica

Apesar de não ser um parâmetro de potabilidade, é de extrema importância sua aferição em estudos de contaminação por nicrochorume, haja vista, que o produto de coligação é rico em sais minerais. Em águas naturais, a condutividade elétrica apresenta teores na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (FUNASA, 2014). Neste contexto, nenhum intervalo climatológico apresentou valores superiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, variando entre 53,7 a 615,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, conforme Figura 14.

O comportamento do poço 1, a montante, e dos poços 4 e 6, a jusante, foram semelhantes e com pequenas oscilações, com médias de 257,64; 113,70 e 98,67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente. Os pontos que variaram sazonalmente durante os intervalos climatológicos foram o 2, a montante, com máximo de 495,50 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período seco-úmido e mínimo de 53,70 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no período úmido-seco, e o ponto 5, a jusante, apresentou valores de 615,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na estação úmida e 113,8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ na estação seca, respectivamente máximo e mínimo.



Figuras 14 - Valores de condutividade elétrica.

Os dados obtidos por Helbel (2011), que analisou a qualidade da água subterrânea considerando fossas negras como destinação final de efluentes domésticos, nota-se que os

valores médios encontrados foram de $146,28 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (estação seca) e $158,15 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (estação úmida) foram inferiores se comparados com esta pesquisa, considerando as mesmas estações, $185,04 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e $202,10 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, seca e úmida respectivamente, sendo até mesmo abaixo dos períodos de transição, com média de $177,81 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (úmido-seco) e $233,46 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (seco-úmido).

Vale enfatizar que todas as moradias utilizam fossas negras como meio de descarte de efluentes domésticos, nota-se que essas fontes de captação de águas subterrâneas no entorno da área estudada, teve um acréscimo de sais minerais, que possivelmente podem ser provindas da atividade cemiterial, haja vista que, o produto de coligação é rico em sais minerais e se comparado os dados obtidos por Nunes *et al* (2012), com médias de $143,6$ e $167,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, respectivamente, estação úmida e seca, fica mais evidente esse acréscimo mineral.

O tratamento estatístico dos dados nas estações úmida e seca e o período de transição úmido-seco ($p > 0,05$) não houve diferença significativa nos intervalos considerando montante e jusante, somente, o período de transição seco-úmido ($p < 0,05$) que apresentou ser significativamente diferente as valores de encontrados de montante e jusante.

3.3.3 Oxigênio dissolvido (OD)

Segundo Silva (2016 p. 42) o OD é um dos parâmetros mais importantes para a expressão de qualidade de um ambiente aquático, sendo que, a variação deste é associada aos processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem na água, tendo em vista que toda decomposição consome oxigênio dissolvido.

Para a manutenção de vida aquática aeróbia é conveniente maiores concentrações de OD conforme o grau de exigência de cada organismo, em geral os teores mínimos de oxigênio dissolvido são de $2 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $5 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (BRASIL, 2006b). No entanto, em águas subterrâneas as concentrações de oxigênio dissolvido são e não há legislação referente ao valor recomendado de OD para águas subterrâneas destinadas ao consumo humano.

Vale salientar que no poço 1, as amostras de água foram coletadas através de bombeamento, que provavelmente tenha aumentado os níveis de OD nas amostras e os demais pontos foram coletadas diretamente da fonte. Outro acontecimento foi a utilização do Método de Winkler a partir da 1ª semana da estação seca, devido a contratemplos com o oxímetro.

Na Figura 15 (montante), na estação úmida, os valores variaram de $4,24$ a $3,48 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com média de $3,85 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e no período úmido-seco, apresentou a mesma média da estação

úmida ($3,85 \text{ mg.L}^{-1}$), oscilando entre $4,57$ e $3,20 \text{ mg.L}^{-1}$. Observa-se da estação úmida e período úmido-seco que o comportamento das amostras foram quase que constantes, com pequenas alterações.

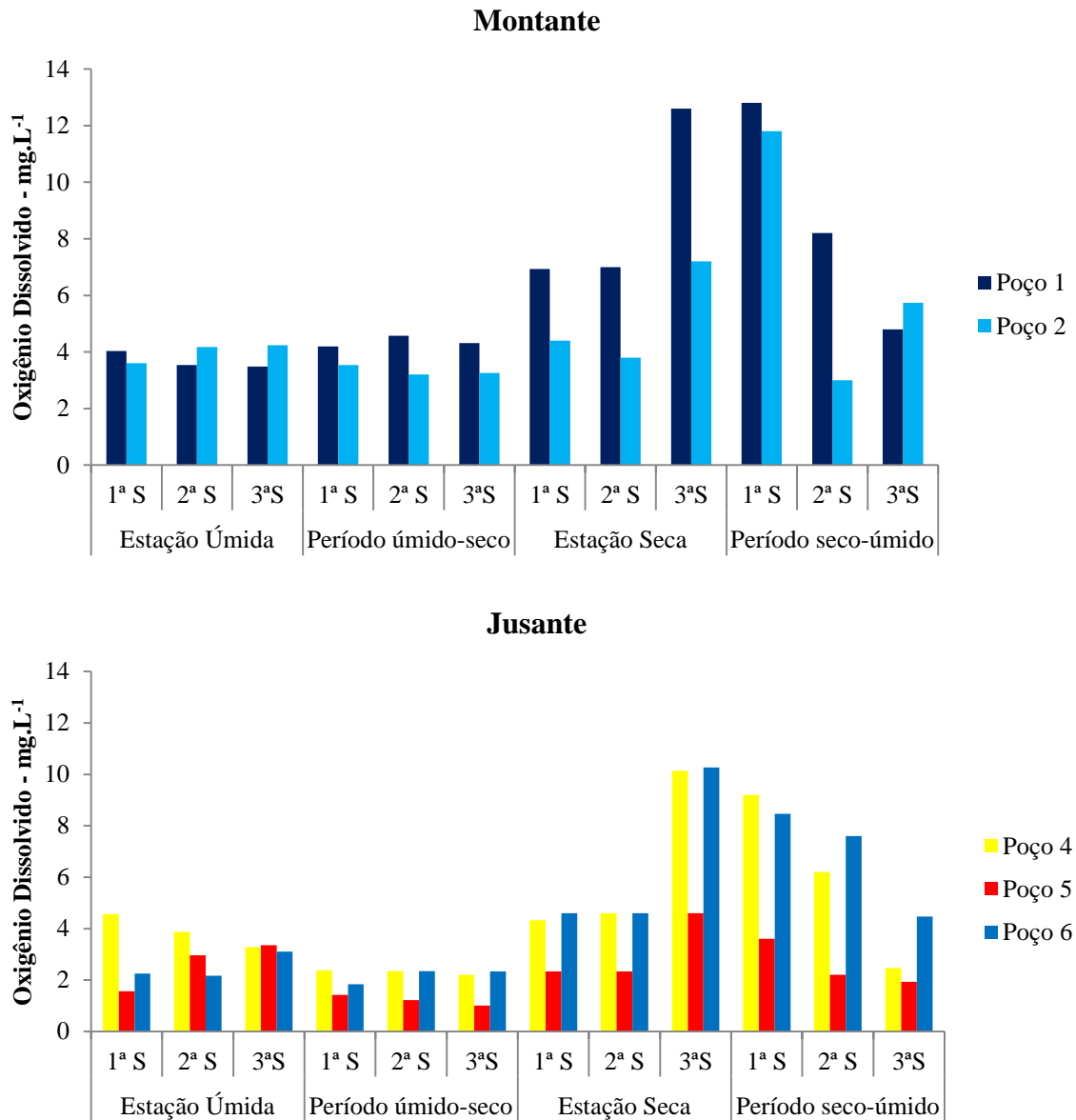
No início da estação seca, na primeira e segunda semana, os valores de OD para o poço 1 permaneceram quase que inalterados, seguindo de um expressivo aumento no poço 1 e 2, decrescendo a partir da segunda semana do período seco-úmido. Apresentou na estação seca, média de $6,99 \text{ mg.L}^{-1}$, com máximo de $12,60 \text{ mg.L}^{-1}$ e mínimo de $3,80 \text{ mg.L}^{-1}$.

Na Figura 15, à jusante do campo-santo, o período úmido-seco apresentou o maior consumo de OD, sendo a média de $1,9 \text{ mg.L}^{-1}$, com máximo de $2,38 \text{ mg.L}^{-1}$ e mínimo de $1,01 \text{ mg.L}^{-1}$, e na estação seca com média de $5,31 \text{ mg.L}^{-1}$, indicando $10,27$ e $2,33 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente, máximo e mínimo.

Os valores máximos e mínimos de oxigênio dissolvido encontrados na estação úmida, foram respectivamente, $4,56$ e $1,57 \text{ mg.L}^{-1}$, com média de $3,02 \text{ mg.L}^{-1}$. Ao longo das semanas no período seco-úmido os níveis de OD decresce, variando entre $9,20$ (máximo) a $1,93 \text{ mg.L}^{-1}$ (mínimo) e média de $5,13 \text{ mg.L}^{-1}$.

Se compararmos a Figura 15 de montante e jusante do sepulcrário municipal, as concentrações de OD de jusante na estação úmida e o período úmido-seco foram oscilatórias, enquanto a montante eram homogêneas, porém, todos os poços monitorados mostraram-se semelhantes na estação seca e o período seco-úmido. Nota-se também que nos períodos de transição que encontram-se as menores, úmido-seco, e maiores, seco-úmido, consumos de OD.

Em sua pesquisa Helbel (2011), encontrou valores médios de OD de $3,39$ e $3,28 \text{ mg.L}^{-1}$, observa-se que a concentração decresce da estação úmida para seca, neste estudo, ocorreu médias crescentes, $3,35 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação úmida para $5,98 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação seca. Em resultados preliminares no entorno de uma área cemiterial, Silva (2016) encontrou valores médios de OD no mês junho (menor precipitação) e julho (maior precipitação) de $5,22 \text{ mg.L}^{-1}$ e $4,22 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente, comportamento similar a deste presente trabalho.

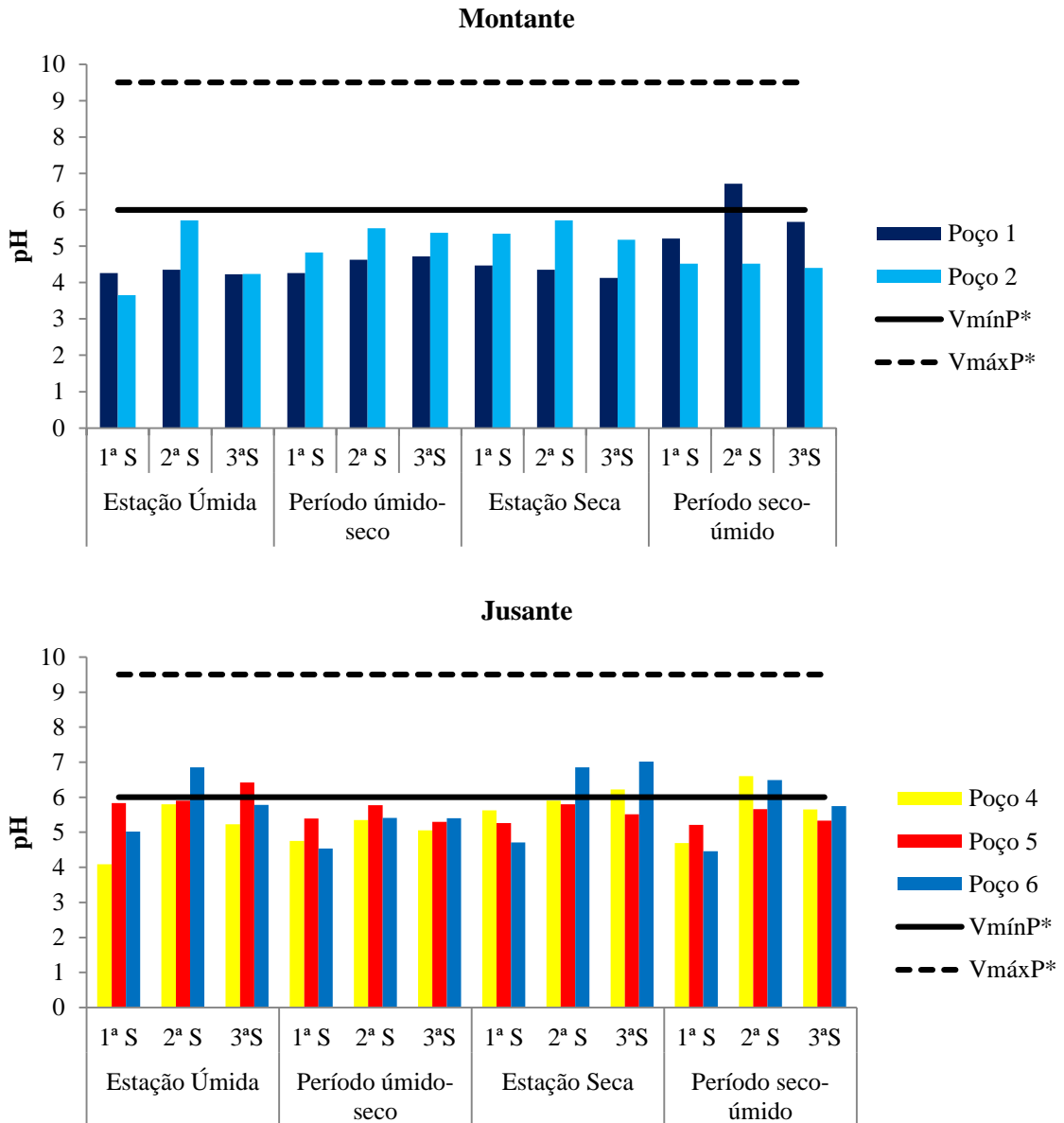


Figuras 15 - Valores de oxigênio dissolvido.

3.3.4 Potencial Hidrogeniônico e Temperatura

Para fins de potabilidade, a Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011) preconiza que os limites mínimo e máximo permitido devem ser de 6 e 9,5, respectivamente. Os resultados obtidos de pH a montante e a jusante caracterizam a água como ácida a levemente ácida (FIGURA 16), sendo que 86% das análises realizadas estavam em desacordo com a legislação. Valores ácidos

também foram encontrados em águas amazônicas, um exemplo disso é o sistema aquífero Alter do Chão que apresentou pH de 4,8 (ANA, 2007).



Figuras 16 - Valores de pH.

* Portaria 2914 do Ministério da Saúde de 2011.

Silva (2008), relata que as águas minerais comercializadas no Estado de Rondônia são ácidas, de acordo com as informações contidas nos rótulos de duas empresas, o pH apresentado é de 4,61 e 3,78. Em estudos de caracterização da qualidade do aquífero livre no município de Ji-Paraná, Silva (2008), Helbel (2011) e Martins (2011) encontraram valores semelhantes de

perfil ácido. A acidez em águas subterrâneas também foram encontradas por Oliveira (2014) em pesquisas no município de Vilhena/RO com pH variando no período seco de 4,14 e 4,94 e no chuvoso de 4,72 e 6,30, sendo respectivamente, mínimo e máximo.

Houve mudança significativa no pH nas estações úmida e seca de montante e jusante da necrópole ($p < 0,05$) e para os valores de temperatura não houve uma mudança considerada significativa segundo o teste Wilcoxon aplicado.

A temperatura exerce influência marcante na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias (BRASIL, 2006b). Verificou-se que a temperatura da água oscilaram entre 24,9 a 30°C, com média geral de 27,9°C.

3.3.5 Fósforo

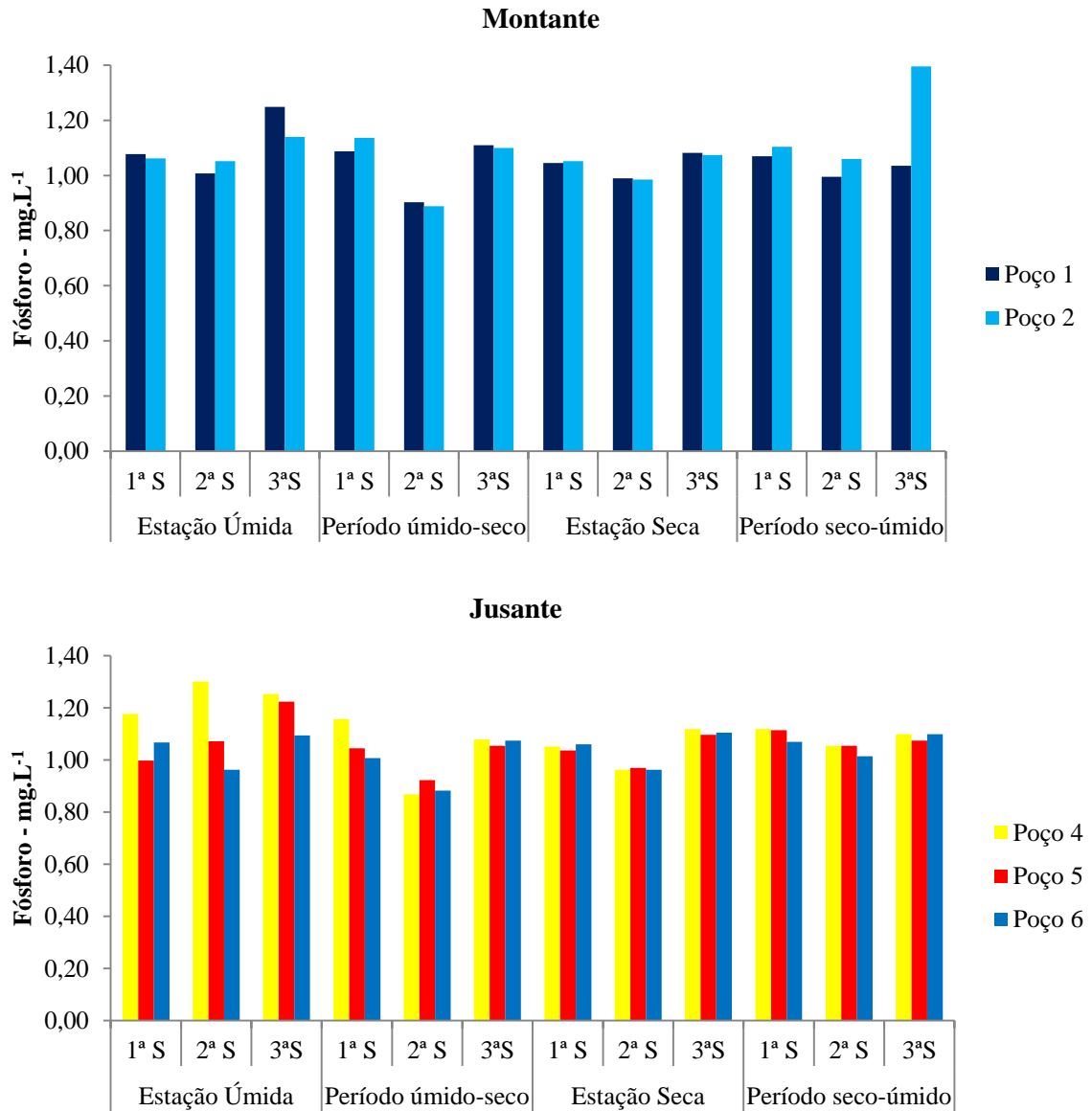
A presença de fósforo na água está relacionada a processos naturais como a dissolução de rochas, carregamento do solo, decomposição de matéria orgânica e chuva ou antropogênicos como lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes e defensivos agrícolas (FERREIRA, 2013 p. 75).

Em todos os poços analisados foram encontradas concentrações expressivas de fósforo total, com média geral de 1,07 mg.L⁻¹ e valores máximos e mínimos de 1,4 e 0,87 mg.L⁻¹, respectivamente, Figura 16. Nenhuma das amostras analisados estavam de acordo com que é estabelecido pela CONAMA 357 (BRASIL, 2005) que dispõe sobre o enquadramento das águas superficiais, recomendando em ambientes lênticos valores abaixo de 0,020 mg.L⁻¹ para fósforo total. Os valores de fosforo não apresentaram uma variação significativa ao longo do tempo ($p > 0,05$).

Vale salientar que o entorno da atividade cemiterial é composta por cultivo de hortaliças e o fosforo é um dos nutrientes utilizados para adubação (COSTA, 2012) e de acordo com Nunes *et al.* (2012 p.70) o fosforo é componente dos fertilizantes e seu excesso incorpora-se à água de percolação e, por conseguinte às águas subterrâneas. Essa contribuição pode estar relacionado variação quase que homogênea ao longo dos intervalos climáticos e com pequenas oscilações se comparadas a montante e jusante.

Por outro lado, Geisel (2007) também obteve valores similares a estes quando analisou a qualidade da água subterrânea próxima a cemitérios. Essa nova argumentação pode estar relacionada com o processo de decomposição de corpos ou processo de esqueletização, haja

vista que, em conjunto com o cálcio, o fósforo auxilia na construção do esqueleto e os dentes (ALVARENGA, 2007), caracterizando assim, uma possível contaminação antiga.



Figuras 16- Valores de fósforo total .

* CONAMA 357/05 (ambientes lênticos).

3.3.6 Nitrito e Nitrogênio Amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$)

A Portaria 2914/11 estabelece os valores máximos permitidos para nitrito de $1000 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BRASIL, 2011) e todas as concentrações encontradas de nitrito estavam de acordo com a legislação.

À montante da campo-santo, apresentou máximo de $2 \mu\text{g.L}^{-1}$, sendo que a média e o mínimo ficaram abaixo do detectável. A jusante, média de $6,23 \mu\text{g.L}^{-1}$, máximo de $46,16 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínimo valor não perceptível e o poço 5 foi o que obteve mais variação conforme a sazonalidade. O tratamento dos dados somente a estação úmida apresentou concentrações significativamente diferentes ($p < 0,05$).

O nitrito é um indicativo da presença de matéria orgânica em decomposição (CAMPOS, 2007). Migliorini (2006) analisou a qualidade da água subterrânea em áreas de cemitérios na região de Cuiabá/MT, e encontrou teores de nitrito baixos nos dois cemitérios. Bertachi (2013), em seus estudos também obteve concentrações baixas de nitrito, fato justificado pela autora devido o nitrito ser uma fase intermediária de oxidação do nitrogênio e segundo Fineza (2008) sua rápida conversão, dificulta detectá-lo em água.

No que se refere a amônia, os valores também ficaram abaixo do que é estabelecido pela Portaria 2914/11, de $1500 \mu\text{g.L}^{-1}$ (BRASIL, 2011), tanto a montante quanto a jusante do sepulcrário.

As concentrações de amônia, a montante, ficaram abaixo do detectável, comportamento semelhante a esse foi verificado a jusante, nos poços 4 e 6. O poço 5 obteve média de $2,92 \mu\text{g.L}^{-1}$, máximo de $5,59 \mu\text{g.L}^{-1}$ e mínimo $< 2 \mu\text{g.L}^{-1}$. Assim como o nitrito, a estação úmida apresentou concentrações que diferem estatisticamente ($p < 0,05$) entre a montante e jusante.

Bertachi encontrou menores concentrações de amônia que Migliorini (2006), ficando abaixo do detectável. A amônia e o nitrito são íons instáveis e evidenciam contaminação recente, são facilmente oxidados por bactérias distintas, onde a amônia é oxidada a nitrito e por sua vez a nitrato no ciclo do nitrogênio, este íon (nitrato) é a forma mais encontrado de nitrogênio no solo.

Desta forma, se a hipótese do processo de esqueletização estiver influenciando na qualidade da água no entorno do cemitério, é necessária análise dos íons de cálcio e nitrato, caracterizando assim contaminação antiga, haja vista, que o precário sistema de drenos e a ausência da drenagem interna pode estar diretamente ligado na lixiviação e percolação destes

parâmetros no solo e na água. Entretanto, estudos por Nunes (2012) realizadas a jusante do Cemitério da Saudade, os níveis de nitrato foram influenciados pelo cultivo de hortaliças.

3.4 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

O grupo de coliformes é constituído por um grande grupo de bactérias e é amplamente utilizado como indicador de qualidade ambiental, seja em amostras de água e solo, poluídas ou não poluídos (CREMONESE, 2014 p.61), é comumente usados para identificar a presença de efluentes domésticos (BRASIL, 2006).

Conforme apresentado na tabela 5, todas as amostras detectaram a presença de coliformes totais nos intervalos climatológicos estudados com diluição de 1/100 ml, entretanto, na 3ª semana da estação úmida ocorreu que no momento da coleta chovia, apresentou incontáveis colônias, não sendo possível a contagem, pode ter ocorrido que o nível da água ter elevado e fazendo ligação com fontes poluidoras.

Tabela 5 – Resultado microbiológicos de coliforme totais.

Poço	Coliformes Totais											
	Eúmida			Púmido-seco			Eseca			Pseco-úmido		
	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S
1	1	a	Inc	a	1	A	a	53	a	53	53	a
2	2	49	136	a	54	A	a	9	a	9	3	a
4	184	96	Inc	a	7	98	a	33	14	171	32	5
5	12	100	Inc	3	A	A	28	a	a	10	1	3
6	1	1	Inc	a	112	A	a	40	10	17	65	a

a - ausente; Inc - Incontáveis

Desta forma, Cremonese (2014), relata que os coliformes totais não está relacionado exclusivamente como contaminação fecal e que sua presença pode ocorrer até em ambientes naturais, ou seja, a presença destes microrganismos (coliformes totais), não assegura poluição via fecal.

Para os resultados microbiológicos de *E. coli*, com exceção da 3ª semana do período úmido-seco, e a 1ª e 3ª semana da estação seca, todas as demais semanas foram identificado a presença de *E. coli* pelo menos em um poço.

Tabela 6 – Resultado microbiológicos de coliforme termotolerantes.

Poço	<i>E. coli</i>											
	Eúmida			Púmido-seco			Eseca			Pseco-úmido		
	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S	1ª S	2ª S	3ª S
1	a	a	1	a	a	a	a	a	a	7	2	a
2	a	2	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
4	14	52	40	a	a	a	a	a	a	1	8	5
5	a	a	21	2	a	a	a	a	a	a	a	1
6	a	a	a	a	52	a	a	21	a	a	2	a

a - ausente

De acordo com a Portaria 2914/11 define como padrão de microbiológico para consumo humano a ausência de coliformes totais e *E. coli*, a CONAMA 396/08 também estabelece o mesmo padrão subterrâneo para águas destinadas ao consumo humano, desta maneira, nenhum poço monitorado se enquadra com que é determinado pela legislação.

O poço 4 apresentou densidades maiores de colônias, estes elevados índices podem estar ligados ao fato dos moradores possuírem uma pequena criação de aves para consumo próprio, além da presença de formigas no interior do poço.

Em estudos realizados no município de Ji-Paraná considerando a disposição final dos efluentes domésticos, Silva (2008) e Helbel (2011) constataram a presença desses microrganismos na água subterrânea de poços amazônicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos gerados pelo Cemitério da Saudade estão relacionados a diversos fatores, entre esses podemos citar a sua estrutura e implantação. A necrópole foi implantada anteriormente a CONAMA 335/03, que estabelece os critérios mínimos necessários para o licenciamento ambiental de modo a minimizar os impactos gerados por esse empreendimento no meio ambiente, sobretudo na qualidade da água e do solo.

Sabe-se que a atividade cemiterial opera no limite na sua capacidade, fato diagnosticado também por essa pesquisa. Aconselha-se desativar as áreas em desacordo com a lei e buscar outras formas de destinação de sepultamento, como a cremação, a construção de cemitérios verticais, que são considerados de baixo impacto ambiental ou até a localização de outra área para sepultamento horizontal obedecendo os critérios estabelecidos pela legislação e realizar monitoramento subterrâneo na atual e as antigas áreas que foram destinadas a atividades cemiteriais no município.

Quanto a qualidade da água, a variável fósforo indicou possível contribuição de outras formas de degradação, deste modo, não podemos afirmar que o cemitério é a única fonte de contaminação, pois seu entorno engloba diversas atividades agrícolas, com ênfase no cultivo de hortaliças. Salienta-se também que os níveis encontrados condutividade elétrica sugeriram que essa adição de sais minerais na água pode ser oriundas da atividade cemiterial.

As análises de nitrito e amônia demonstraram que não há contribuição recente de fontes de contaminação, seja do cemitério ou outras fontes. Para inferir que a atividade cemiterial é a fonte principal de degradação da qualidade da água é necessária mais parâmetros que caracterizam contaminação antiga, além de análises de lipídeos, fármacos e de diaminas, como a cadaverina e a putrescina.

Aos moradores dos poços amostrados serão disponibilizados os dados físico-químicos e microbiológico encontrados nesta pesquisa, de maneira simples e explicativa, e apresentando métodos baratos e eficazes, para o tratamento da água para consumo humano.

REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR-13895**:Construção de poços de monitoramento e amostragem. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 7229**. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: Seminário de Gestão Ambiental - Um convite a interdisciplinaridade, 2005, Juiz de Fora. **Anais**. Minas Gerais: Instituto Viana Junior.

ALMEIDA, F. R.; ESPÍNDULA, J. C.; VASCONCELOS, U.; CALAZANS, M. T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas**, v.20, n2, p. 19-26, 2006.

American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. APHA. Edition, 1999.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos nº5. Brasília, 2007 b. 124 p.: il.

ALVARENGA, G. **A importância dos nutrientes para uma vida saudável**. Cartilha, Brasil, Rio de Janeiro, 2007.

BARBANTI, N. R.; PARENTE, K. S. Águas subterrâneas: alternativa para abastecimento. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 2002, Cancún. **Anais**. México: AIDIS.

BARROS, Y. J.; KUMMERZ, L.; MELO, V. F.; ROMANÓ, E. N. L.; ZANELLO, S. Teores de metais pesados e caracterização mineralógica dos solos do cemitério municipal do Boqueirão, Curitiba (PR). **Holos**, ano 29, Vol. 5, 2013.

BERTACHI, M. H. **Estudos preliminares de contaminação de águas por cemitérios. Estudo de caso do entorno do cemitério São Pedro – Londrina/PR.** Londrina: UTFPR, 2013. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Coordenação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

BORN, C. M. **Cemitérios municipais de Curitiba: instalações e influência na qualidade das águas subterrâneas.** Curitiba: UP, 2011, 136f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental). Universidade Positivo. Curitiba, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, 17 fev. 1986.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, n. 101, 28 mai. 2003.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. 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. **Diário Oficial da União**, n 053, 18 mar 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera os dispositivos da Resolução CONAMA 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, n. 61, 29 mar. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212p.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os arts 11 e 12 da Resolução 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**, n. 224, 18 nov. 2008.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. 66, 7 abr. 2008.

BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde (MS). **Diário Oficial da União**, 26 dez, 2011. 266p.

BRASIL. Decreto 7830, de 17 de outubro de 2012. **Lex**: coletânea de legislação e jurisprudência, Brasil. Acessado em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm.

BRASIL. Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**.

C. SILVA, R. W. **Aplicação do método da eletrorresistividade Na investigação e mapeamento da contaminação por cemitérios o exemplo do cemitério de Vila Rezende, Piracicaba/SP**. Rio Claro, UEP, 2008, 156f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2008.

CALÇA, M.C.; HUBER, E. R. Fotografia - Instrumento de registro e alguns efeitos de inovações tecnológicas. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2009. p. 1-8.

CAMPOS, K. C. **Avaliação ambiental preliminar das fontes geradoras de contaminação dos recursos hídricos: município de Atibaia/SP**. São Paulo: USP, 2005. 183f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrentes de atividade cemiterial**. São Paulo: USP, 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Normas de amostragem e monitoramento das águas subterrâneas**. São Paulo: CETESB, atualizado 1999.

COSTA, A.G. **Diagnóstico da produção de hortaliças orgânicas no município de Assú-rn: o caso do centro comunitário união**. Angicos: UFERSA, 2012. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia), Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2012.

CREMONESE, H. R. **Avaliação da qualidade da água de poços localizados próximos as áreas de deposição de resíduos sólidos do município de Ji-Paraná (RO)**. Ji-Paraná: UNIR, 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2014.

CUNHA, C. L.; FERRARI, M. J.; PFITSCHER, E. D.; BORGERT, A. Análise de conformidade ambiental de sepulcros: Estudo de casos em uma cidade catarinense. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 17, Ed. Especial, p. 18- p.31, out, 2012.

ENETÉRIO, N. G. P. **Avaliação da vulnerabilidade do aquífero freático à contaminação por necrochorume em Bonito-MS**. 102f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

ESPINDULA, J. C.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, J. M.; CALAZANS, G. M. T.; ALMEIDA, F. Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife. **Estudos Geológicos**, v. 15, 79 - 89, p.65, 2005.

ESTATCAMP. Action 2.8. São Carlos, 2013. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>> Acesso em: 20 nov. 2016.

FAUSTINO, E.; VANZELLA, M.; JESUS, M. A.; MENEGUETTI, D. U. O.; ZAN, R. A. Avaliação da qualidade de águas de poços rasos ou comuns da cidade de Ariquemes, Rondônia, Brasil. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente 4(2)**: 65-78, jul-dez, 2013.

FERREIRA, R. F. **Avaliação da qualidade da água utilizada por produtores de polpa de fruta na região central de Rondônia**. Ji-Paraná: UNIR, 2013. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2013.

FINEZA, A. G. **Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de tabuleiro - MG**. Viçosa: UFV, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Viçosa, 2008.

FOSTER, S.; et al. **Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities and environment agencies**. Washington DC: The World Bank, 2006.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: 2006. p.408.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas.** Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT – Brasília: 2007. 118 p.: il.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília: 2014. p.112

GIESEL, S.R. **Avaliação da água subterrânea na cidade de Joinville e seus possíveis impactos na saúde pública.** Joinville: UNIVILLE, 2007. Dissertação (Mestre em Saúde e Meio Ambiente), Universidade da Região de Joinville, 2007.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V. G. **Orientações para a utilização de águas subterrâneas no estado de São Paulo.** São Paulo: FIESP/ABAS, 2005.

GOMES, J. B. **Conversão de florestas tropicais em sistemas pecuários na amazônia: quais são as implicações no microclima da região?** Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.

GONÇALVES, A. P. A. **Análises das mudanças morfológicas e morfométricas do canal fluvial do rio machado no município de Ji-Paraná/RO.** Ji-Paraná: UNIR, 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2014.

GURAN, M.; MAUAD, A. M. Documentação Fotográfica e Pesquisa Científica Notas e reflexões. **Prêmio Funarte Marc Ferrez de Fotografia 2012.** Rio de Janeiro, 2012.

HELBEL, A. F. **Análise da qualidade das águas subterrâneas no perímetro urbano de Ji-Paraná / RO – Brasil.** Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE cidades. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=110012>>. Acesso em: 29 de setembro 2016.

KEMERICH, P. D. C.; CANTO, L. S; FILHO, L. L. V. D.; UCKER, F. E.; TEIXEIRA, L. C.; TEIXEIRA, M. C. Variação espacial da qualidade da água subterrânea em área ocupada por

cemitério tipo parque jardim. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal , v. 9, n. 3, p. 264-279, jul /set . 2012.

KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E.; FOLETTO, C. V.; TEIXEIRA, M. C.; TEIXEIRA, L. C. Areas occupied by cemeteries and their impacts on water quality in the city of Santa Maria – Rio Grande do Sul (Brazil). **Ciência e Natura**, V. 34, N. 2, 2012.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F.; SILVA, R. F.; BARROS, G.; GERHARDT, A. E.; FLORES, C. E. B. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 140-156, 2012.

KEMERICH, P. D.C, *et al.* Concentrações de metais em solo ocupado por cemitério - uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva - EDXRF. **REMOA**, V. 4, N. 1, P. 2875-2889, 2014.

LELI, I. T.; ZAPAROLI, F. C. M.; SANTOS, V. C.; OLIVEIRA, M.; REIS, F. A. G. V. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Bol. Geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.

LOCH, M. C. **Eficiência de sistemas individuais de tratamento de esgotos, com base em indicadores microbiológicos: estudo de caso em Ji-Paraná e Ouro Preto do Oeste – RO.** Ji-Paraná: UNIR, 2015. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Rondônia, 2015.

Manual Técnico para a Coleta de Amostras de Água. MTCAA, Florianópolis, 2009.

MARIÓN, A. M.; CAPOANE, V.; SILVA, J. L. S. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria - RS. **Ciência e Natura**, UFSM, 29 (1): 97 - 109, 2007.

MARTINS, M. E. G. **Análise de dados.** Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Março, 2009.

MARTINS, I. A. V. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de influência do lixão inativo no bairro Boa Esperança (Ji-Paraná/RO).** Ji-Paraná: UNIR, 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2011.

MATOS, B.; PACHECO, A. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo. In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002. **Anais**,

MEDEIROS, C. M.; BARBOSA, D. L.; CEBALLOS, B. S. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. Qualidade das águas subterrâneas na porção sedimentada região do baixo curso do rio Paraíba. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009. **Anais**, Campo Grande-MS.

MICROSOFT. **Excel 2010**. Califórnia, 2010. Disponível em:<office.microsoft.com/en-us/excel> Acesso em: 03 nov. 2014.

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

NEIRA, D. F.; TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; BARBIÉRI, K. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza online** 6 (1): 36-41. [online]. Publicado pela ESFA. <http://www.naturezaonline.com.br>.

NUNES, M. L. A.; GOMES, J.B.; WEBLER, A.D.; ANDRADE, L. R., MARCHETTO, M. Variação espacial da qualidade da água subterrânea em área ocupada por cemitério tipo parque jardim. **Nucleus**, v. 9, n. 1, p. 63-73, abr. 2012.

OLIVEIRA, G. A. **Avaliação da qualidade da água subterrânea: estudo de caso de Vilhena - RO**. Ji-Paraná: UNIR, 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia. Rondônia, 2014.

PACHECO, A. **Cemitério e meio ambiente**. São Paulo: USP, 2000. Tema de livre docência. 105f. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ROCHA, V. N. L. **Relação entre a densidade demográfica e a qualidade dos corpos hídricos na cidade de Ji-Paraná-RO**. Ji-Paraná: UNIR, 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia. Rondônia, 2014.

RODRIGUES, B. H. S.; et al. Avaliação microbiológica da água consumida por moradores do entorno do Instituto Federal de Rondônia, *campus* Porto Velho/Calama. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Vol. 2, nº 2 (supl. 2), p. 17-24, 2015.

SABA, E. D. **Avaliação da qualidade das águas subterrâneas dos cemitérios de Brasília e seu entorno.** Goiânia: UFG, 2011. Dissertação (Mestrado em Química), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, 2011.

SCHWARZBACH, M. S. R.; MORANDI, E. C. Avaliação da variabilidade temporal das características físico-químicas das águas subterrânea de poços tubulares profundos do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais: 1st Joint Worldl Congresso n GroundWater**, Fortaleza, 2000.

SILVA, A. C. **Estudo da contaminação do lençol freático através da integração de técnicas geofísicas e geoquímicas em Ji-Paraná-RO.** Rio Claro: IGCE/UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2008.

SILVA, A. C.; DOURADO, J.C.; KRUSCHE, A. V.; GOMES, B. M. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Ji-Paraná-RO. **Rev. Estudos Amb.**, Blumenau, v. 11, n.2, p. 101-112, jul./dez., 2009.

SILVA; A.; RUDKE, A. P.; BORGES, H. R. M. Avaliação da disposição de fossas em relação aos poços domiciliares no perímetro urbano de Ji-Paraná/RO. In: VI Simpósio de Engenharia Ambiental do Espírito Santo, 2011. **Anais**, Vitória-ES.

SILVA, F. V. **Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió.** Maceió: UFAL, 2012. Dissertação (Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS), Centro de Tecnologia – CTEC, Universidade Federal de Alagoas, 2012.

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n.1, 43 - 52, jan/mar, 2016.

SOARES, A. C. C. **Abastecimento e consumo de água por soluções individuais em Viçosa - MG: identificação de perigos e percepção da população consumidora.** Viçosa: UFV, 2010, 150f. Dissertação (Pós - graduação em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2010.

SOUZA, W. **Educação ambiental nas escolas do entorno da reserva biológica do Jaru-Rondônia.** Ji-Paraná: UNIR, 2015. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, 2015.

SUMI, E. M. **Estudo hidrogeológico de um aterro sanitário instalado em uma antiga área de disposição irregular de resíduos sólidos**. São Paulo: USP, 2009, 164f. Dissertação (Pós - graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

ZAN, R. A.; COSTA, A. L.; COSTA, J. B.; MENEGUETTI, D. U O. Análise microbiológica de amostras de água de poços rasos Localizados no município de Buritis, região do Vale do Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v(8), nº 8, p. 1867-1875, SET-DEZ, 2012.