

ANÁLISE DA ATIVIDADE CEMITERIAL NA QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Letícia Aparecida Costa¹
Paulo Antonio da Silva²
Patrícia Alexandra Antunes³

Resumo: Os cemitérios são essenciais à sociedade e precisam ser analisados a fim de que possam proporcionar uma relação harmoniosa com o meio ambiente, minimizando os impactos que essa atividade pode gerar. De acordo com a potencialidade de contaminação dos cemitérios, e as alterações nos meios físico e biótico, é atribuída à atividade cemiterial um potencial impacto ambiental. O líquido liberado pela decomposição dos cadáveres, o necrochorume, é a principal causa da poluição ambiental. O presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água superficial próximo aos cemitérios do município de Presidente Prudente- SP. As análises físico-químicas e microbiológicas foram executadas em amostras de água superficiais, em pontos próximos dos cemitérios. A partir dos resultados obtidos foi possível identificar que os cemitérios do município podem proporcionar impactos ambientais negativos ao meio ambiente, causando contaminação dos recursos hídricos superficiais.

Palavras-chave: Cemitérios. Impacto Ambiental. Qualidade da Água. Necrochorume. Contaminação Ambiental.

ANALYSIS OF THE CEMITERIAL ACTIVITY IN WATER QUALITY IN THE MUNICIPALITY OF PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Abstract: Cemeteries are essential to society and need to be analyzed in order to provide a harmonious relationship with the environment, minimizing the impacts that this activity can generate. According to the potential for contamination of cemeteries, and the changes in the physical and biotic environment, cemetery activity has a potential environmental impact. The liquid released by the decomposition of corpses, the necrochorume, is the main cause of environmental pollution. This study aimed to analyze the quality of surface water close to cemeteries in the municipality of Presidente Prudente-SP. Physical-chemical and microbiological analyzes were performed on surface water samples, in points close to cemeteries. From the results obtained, it was possible to identify that the cemeteries of the municipality can provide negative environmental impacts to the environment, causing contamination of surface water resources.

Keywords: Cemeteries. Contamination. Water Quality. Necrochorume. Environmental Contamination.

¹ Universidade do Oeste Paulista - Unoeste, Presidente Prudente (SP), Brasil, lecosta.amb@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2798-886X>

² Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente (SP), Brasil, pauloantonio@unoeste.br, [https:// https://orcid.org/0000-0002-6813-1061](https://orcid.org/0000-0002-6813-1061)

Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente (SP), Brasil, antunes@unoeste.br, <https://orcid.org/0000-0003-2173-9712>

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD CEMITERIAL EN LA CALIDAD DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Resumen: Los cementerios son esenciales para la sociedad y necesitan ser analizados para brindar una relación armónica con el medio ambiente, minimizando los impactos que esta actividad puede generar. De acuerdo con el potencial de contaminación de los cementerios y los cambios en el entorno físico y biótico, la actividad del cementerio tiene un impacto ambiental potencial. El líquido liberado por la descomposición de los cadáveres, el necrocorume, es la principal causa de contaminación ambiental. Este estudio tuvo como objetivo analizar la calidad de las aguas superficiales cercanas a los cementerios del municipio de Presidente Prudente-SP. Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en muestras de aguas superficiales, en puntos cercanos a cementerios. A partir de los resultados obtenidos, se pudo identificar que los cementerios del municipio pueden generar impactos ambientales negativos al medio, provocando la contaminación de los recursos hídricos superficiales.

Palabras clave: Cementerios. Impacto ambiental. Calidad del agua. Necrochorume. Contaminación ambiental.

Introdução

A palavra cemitério tem origem grega “KOUMETERIAN” e seu significado é “onde eu durmo”. Com o advento do cristianismo, o termo ganhou um novo sentido como sendo um local destinado ao repouso final após a morte (LELI et al., 2012). No Egito antigo, os mortos eram eviscerados e preparados com resinas e ervas especiais para a mumificação. Posteriormente, os corpos eram depositados em urnas mortuárias no interior das pirâmides e cavernas. Na antiga Roma, na era cristã, entre os séculos I e IX, os mortos eram sepultados nas catacumbas ou próximos das igrejas. A partir do século IX, foi impedido o sepultamento nos cemitérios subterrâneos por causa de doenças, como a peste, o tifo e a tuberculose. A partir do século XIX, devido a problemas higiênicos, foram impedidos os sepultamentos nas igrejas (AQUINO; CRUZ, 2016).

Os cemitérios representam hoje, no Brasil, uma necessidade social e são indispensáveis à destinação dos cadáveres (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008). Ao longo do tempo, este tipo de construção adquiriu a condição de inviolabilidade, devido ao universo sensível que esse tema provoca na sociedade, e em particular nos países de tradição cristã (PACHECO, 2012; DA CUNHA, et al. 2014a). Entretanto, sociólogos, antropólogos, folcloristas e outros pesquisadores têm dado magníficas contribuições para uma melhor informação dos hábitos, costumes e práticas funerárias (MATOS, 2001).

A ponderação de Pacheco (2012) evidencia a necessidade de se ter um local apropriado para disposição do corpo humano após a morte, especialmente por

questões sanitárias e ambientais. Bergamo (1954) enfatizou a necessidade de estudos geológicos e sanitários das áreas de cemitérios. Devido ao necrochorume liberado na decomposição de corpos sepultados, a implantação e a operação dos cemitérios horizontais proporcionam diversos riscos de contaminação para o aquífero freático e para as águas superficiais e quando o sepultamento é realizado diretamente em covas simples, o risco é mais elevado. Essa realidade é encontrada na maior parte dos cemitérios públicos brasileiros (PACHECO, 2012).

Na composição química do necrochorume, encontram-se números elevados de bactérias degradadoras de matéria orgânica (bactérias heterotróficas), de proteínas (bactérias proteolíticas) e de lipídios (bactérias lipolíticas) (MATOS, 2001; HINO, 2015). Bactérias que são excretadas por humanos (e animais), como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter*, *Streptococcus faecalis*; alguns clostrídios, como *Clostridium perfringens* e *Clostridium welchii*, também são encontrados no necrochorume. Biólogos julgam que o perigo do necrochorume está na sua patogenicidade (OTTOMAN, 1987; MACEDO, 2004).

Caracterização do Município

O município de Presidente Prudente está localizado no oeste do estado de São Paulo. Pertencente à mesorregião e microrregião de mesmo nome, localiza-se no interior do estado de São Paulo, distando cerca de 560 km da capital. Ocupando uma área de 562,12 Km², sendo que 16,56 Km² estão em perímetro urbano, o município é composto pela cidade de Presidente Prudente e os distritos de Ameliópolis, Eneida, Floresta do Sul e Montalvão, subdividido ainda em cerca de 220 bairros (PREFEITURA MUNICIPAL, 2016). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) o município possui uma população estimada de 223.749 habitantes.

Encontrando-se sob um regime de clima tropical, Presidente Prudente está em uma área de transição climática, sofrendo a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul (DOS SANTOS CARDOSO; AMORIM, 2015). O município apresenta um clima tropical, com duas estações definidas, um período de verão/outono, mais quente (temperaturas médias das máximas entre os 27 °C e 29°C) e muito chuvoso (entre 150 e 200 mm mensais) e invernos amenos (com temperaturas médias das mínimas entre os 16°C e 18°C) e menos úmidos (chuvas mensais entre os 20 e 50 mm) (AMORIM; MONTEIRO, 2011; AMORIM;

DUBREUIL; DOS SANTOS CARDOSO, 2015). Essas características propiciam uma decomposição mais rápida do cadáver.

Os parâmetros analisados nas amostras de água são importantes para se verificar a qualidade da água em torno dos cemitérios. De acordo com Braga, Cunha Rebouças; Tundisi (2015), na natureza não existe água pura, a não ser as moléculas de água presentes na atmosfera na forma de vapor. A água por ser um excelente solvente, pode incorporar diversos poluentes, por isso a necessidade de indicadores físicos, químicos e biológicos para caracterizar a sua qualidade.

Este trabalho tem como objetivo identificar possíveis contaminações nos recursos hídricos superficiais próximos aos cemitérios na cidade de Presidente Prudente-SP por meio de análises físico químicas e bacteriológicas na água superficial.

Metodologia

Na elaboração do mapa de localização dos cemitérios utilizou-se ortofotografias com resolução de 1 metro, da empresa EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano), do ano de 2011, disponibilizadas pelo GADIS/UNESP (Grupo Acadêmico Gestão Ambiental e Dinâmica Socioespacial), para auxiliar na identificação de cada cemitério e os possíveis pontos de coleta de água superficial. Os pontos de coleta foram definidos por imagens de satélite disponibilizadas no *Google Earth* sobre a área de estudo. Foram realizadas visitas *in loco* nas proximidades dos pontos de coleta, a fim de verificar a real situação do ponto. Foram definidos 16 pontos de coleta, divididos nos seis cemitérios, definidos como A, B, C, D, E e F (Figura 1). Em cada ponto de coleta foi registrada a sua coordenada geográfica utilizando o aplicativo de celular livre Mobile Topographer, desenvolvido pela empresa S.F. Applicality Ltd, para posterior compilação dos dados.

Analisando as características dos cemitérios e dos recursos hídricos próximos aos mesmos, os pontos de coleta foram definidos de acordo com a Tabela 01.

Tabela 01 - Pontos de coleta de água superficial

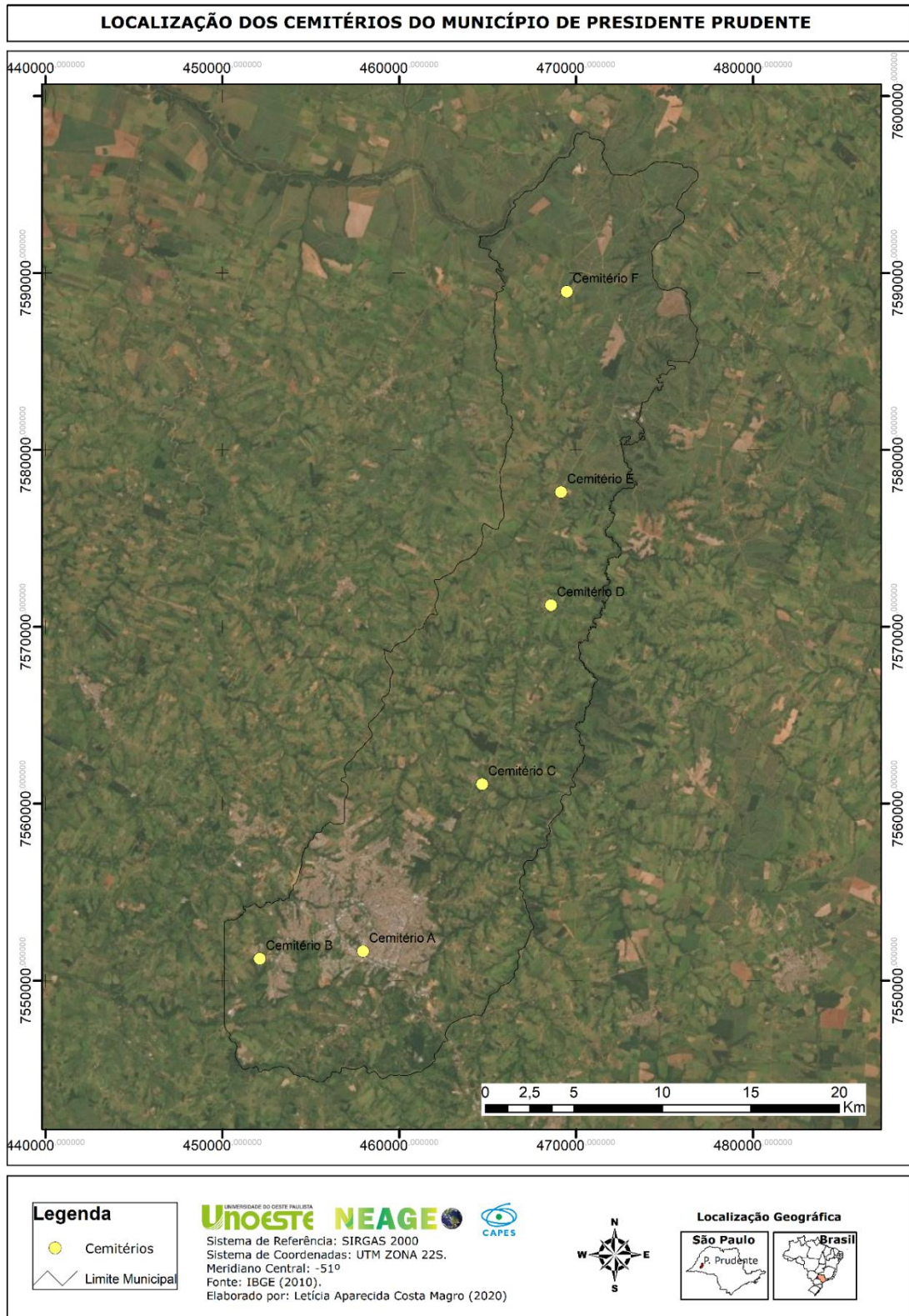
CEMITÉRIOS	QUANTIDADE DE PONTOS COLETADOS	DATA DA COLETA
A	5	05/07/2016
B	1	29/06/2016
C	3	29/06/2016
D	3	24/05/2016
E	3	20/04/2016
F	1	20/04/2016

Fonte: Autores (2020).

As coletas foram realizadas no período do outono e inverno, entre os meses de abril e junho de 2016, visando um período com menor incidência de chuva. Todas as coletas foram realizadas em dias sem precipitação, no centro dos corpos hídricos, excluindo-se apenas o ponto F1, que não foi possível coletar no centro por se tratar de um corpo hídrico represado com uma largura de aproximadamente 170m. As amostras de água superficial foram coletadas rapidamente com o frasco submerso abaixo da superfície da água (cerca de 15 a 20 cm), evitando assim a coleta de material flutuante e logo em seguida, os frascos foram identificados. Os frascos utilizados foram de vidro âmbar esterilizados, manipulados com o auxílio de luvas descartáveis para as análises bacteriológicas e físico químicas. Todas as coletas ocorreram no período da manhã, e ex situ, ou seja, as amostras de água superficial foram coletadas e refrigeradas em caixas térmicas para preservação da mesma, e encaminhadas para os laboratórios da Universidade do Oeste Paulista em um tempo inferior a 4 horas de transporte, e as análises começaram imediatamente. Os procedimentos de análises foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998), e Macedo (2003).

A Figura 01 apresenta a localização dos seis cemitérios em estudo.

Figura 01 - Localização dos cemitérios de Presidente Prudente - SP



Fonte: Autores (2020).

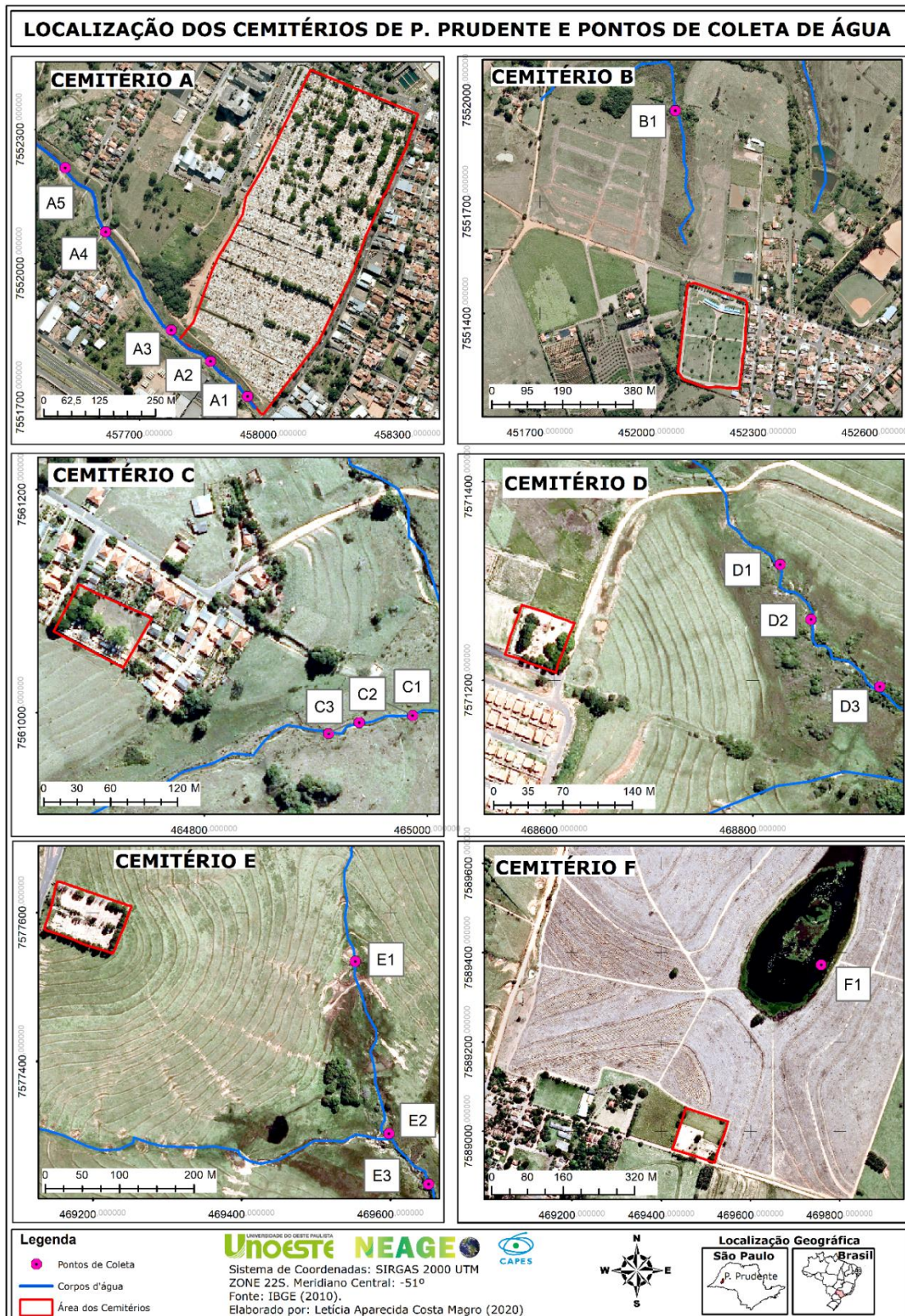
Análises físico-químicas e bacteriológicas

A CETESB (1999) definiu a norma técnica L1.040 para implantação de cemitérios, e de acordo com estudos realizados por Almeida et al. (2006), Cunha et al. (2008), Santos; Moraes; Nascimento (2015), que apontaram a contaminação dos cemitérios, os parâmetros escolhidos para essa pesquisa foram: condutividade específica, dureza total, pH, cor aparente, cloretos, cromo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio nitrato, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas. Os procedimentos adotados foram os descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (CLESCERI; GREENBERG; EATON, 1998). Para garantir confiabilidade nos resultados, as análises foram realizadas em duplicatas e posteriormente uma média com os valores obtidos. Foi utilizado para o estudo o laboratório de águas da Universidade do Oeste Paulista - SP.

Resultados e Discussão

A Figura 02 apresenta os pontos de coleta de cada cemitério com sua localização.

Figura 02 - Localização dos cemitérios e os pontos de coleta de água superficial



Fonte: Autores (2020).

Os resultados obtidos foram comparados com os valores definidos pela Resolução CONAMA, nº 357/05, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 (BRASIL, 2011), sendo os padrões estabelecidos para rios de classe 2. De acordo

com o Decreto nº 10.755 - de 22 de novembro de 1977 (SÃO PAULO, 1977) e um estudo realizado pela CPTI (2014), os cursos d'água em Presidente Prudente e região são classificados em sua maioria como classe 2, excluindo-se o Córrego do Veado e Córrego do Limoeiro. Devido a essa definição, os resultados obtidos foram comparados com as normas para rios de classe 2. Como alguns parâmetros analisados não estão no CONAMA nº 357/05, comparou-se também com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Para sumarização dos resultados, os parâmetros físico-químicos estão descritos na Tabela 02, os parâmetros bacteriológicos na Tabela 03, estando destacados os valores acima do permitido pela legislação. O Quadro 04 apresenta as normas vigentes que serviram como critérios de comparação.

Tabela 02- Parâmetros físico-químicos

Parâmetros	Cemitérios															
	A					B	C			D			E			F
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1
Condutividade($\mu\text{s/cm}$)	254	273	319	386	428	60	154	147	159	120	105	86	270	324	333	396
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	20,7	21,2	21,1	21,9	22,6	22,7	21,7	21,7	21	21,5	21,7	16,4	19,8	20,4	20,9	19,7
Cor (mg Pt L^{-1})	32	11	27	40	30	<1	57	126	162	<1	<1	<1	14	<1	<1	59
pH	7,47	6,23	6,38	7,34	7,87	6,79	6,65	6,59	6,51	7,6	8,56	9,05	6,6	6,7	7,2	7,2
Cl ⁻ (mg L^{-1})	23,5	21,4	20,9	24,6	24,1	10,2	11,2	12,3	12,8	26,4	20,3	17,1	6,42	7,49	7,49	5,35
Cr total (mg L^{-1})	0,53	0,68	0,52	0,91	0,84	0,38	0,63	0,53	0,33	0,50	0,40	0,21	0,21	0,31	0,32	0,27
Fe total (mg L^{-1})	1,5	2,2	1,9	1,7	1,9	3,9	2,0	1,5	1,2	3,0	1,7	1,3	1,6	1,2	2,0	1,8
PO ₄ ³⁻ (mg L^{-1})	0,38	0,33	0,32	0,53	0,28	0,28	0,32	0,45	0,31	0,30	0,29	0,32	0,50	0,53	0,64	0,41
NO ₃ ⁻ (mg L^{-1})	3,1	3,1	2,5	4,8	2,5	3,5	0,4	2,1	0,5	6,9	4,4	5,3	2,7	2,9	4,4	2,8
DBO (mg L^{-1})	28	14	12	28	19	5	7	5	8	5	0	2	7	8	5	9
DQO (mg L^{-1})	25,4	15,4	17,4	39,4	39,4	25,4	9,4	21,4	23,4	1,4	35,4	1,4	39,4	15,4	1,4	9,4
Dureza total (mg L^{-1})	79,1	94,9	102	152	142	27,9	105	91,1	98,6	71,6	55,8	43,7	17,7	14,9	13,	27,9

Fonte: Autores (2020).

Tabela 03 - Parâmetros bacteriológicos

Parâmetros	Cemitérios					
	A	B	C	D	E	F

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	5200	3600	3360	2880	4480	120	3600	2000	2400	2720	208	400	1400	196	192	2280
<i>Escherichia coli</i> (UFC/ 100 mL)	19200	14960	6600	5840	3640	Ausente	Ausente	200	160	40	136	840	Ausente	1240	Ausente	680
Bactérias heterotróficas (UFC/mL)	14800	2200	2600	600	2300	12 10 ⁶	200 10 ⁶	124 10 ⁶	184 10 ⁶	10 10 ⁵	Ausente	100	95650	204 10 ⁶	20660	221 10 ⁶

Fonte: Autores (2020).

Quadro 01 – Normas de valores máximos recomendados

PARÂMETROS	CONAMA 357/05	PORTARIA 2914/11
Condutividade(µs/cm)	-	-
T. (°C)	-	-
Cor (mg Pt L ⁻¹)	Até 75	15
pH	6-9	-
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	0,01	250
Cr total (mg L ⁻¹)	0,05	0,05
Fe total (mg L ⁻¹)	-	0,3
PO ₄ ³⁻ (mg L ⁻¹)	-	-
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	10,0	10
DBO (mg L ⁻¹)	Até 5	-
DQO (mg L ⁻¹)	-	-
Dureza total (mg L ⁻¹)	-	500
Coliformes totais (UFC/ 100 mL)	-	ausente
<i>E. coli</i> (UFC/ 100 mL)	1000	Ausente
Bac. heterotróficas (UFC/mL)	-	500

Fonte: Autores (2020).

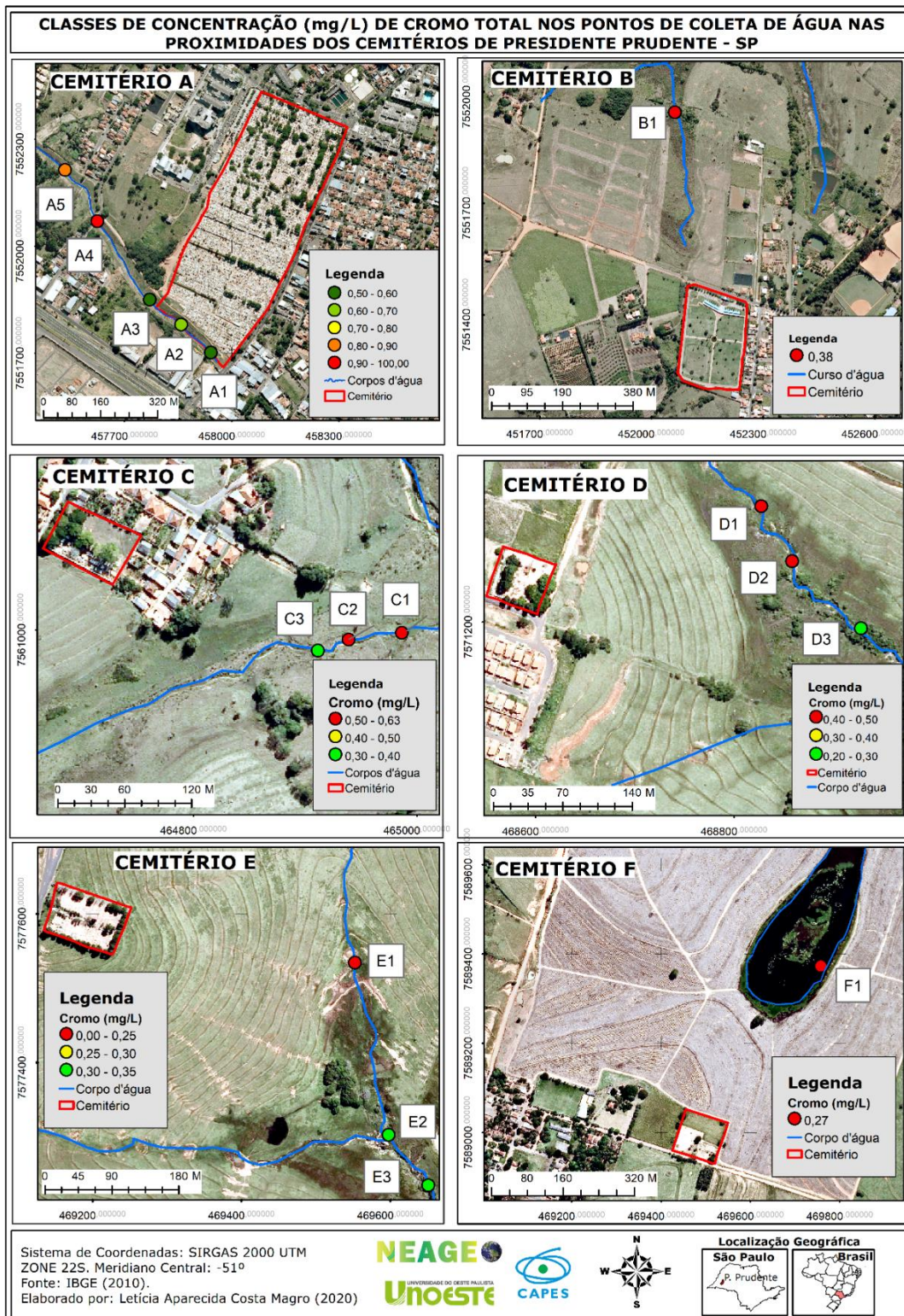
Os resultados que estão acima dos valores permitidos serão discutidos a seguir, e apresentados um mapa de distribuição dos poluentes:

Cromo total

Os resultados da análise de cromo de todas as amostras apresentaram valores acima dos valores fixados pela lei 357/2005 e pela portaria 2914/2011. Sendo assim, as amostras dos seis cemitérios em estudo, não se enquadram nos valores permitido para rios de classe 2, e a figura 3 ilustra a distribuição em classes desse parâmetro. Este elemento químico se encontra naturalmente no solo, na

poeira e nos gases de vulcões, bem como em diversos elementos metálicos feitos pela indústria. O excesso de cromo pode ocasionar câncer, doenças respiratórias, ulcerações na pele, entre outras doenças (GIANNETTI et al. 2001). O cromo é um material muito utilizado na composição das tintas e vernizes dos caixões, sendo assim, pode-se atribuir aos altos valores de cromo à deterioração dos caixões. Estudos realizados por Migliorini (1994) constatou no cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo que o metais como: manganês, cromo, ferro, prata e alumínio, em níveis acima dos valores máximos permissíveis. Estes metais segundo o autor se originam provavelmente das tintas, vernizes e guarnições dos caixões. O autor DA CUNHA KEMERICH, *et al.* (2014b), também afirma que o cromo, titânio, cádmio, ferro, manganês, mercúrio, níquel, entre outros são lixiviados das urnas mortuárias. A Figura 03 evidencia o cromo nos cemitérios estudados.

Figura 03 – Mapa de distribuição geoquímica de cromo nos cemitérios



Fonte: Autores (2020).

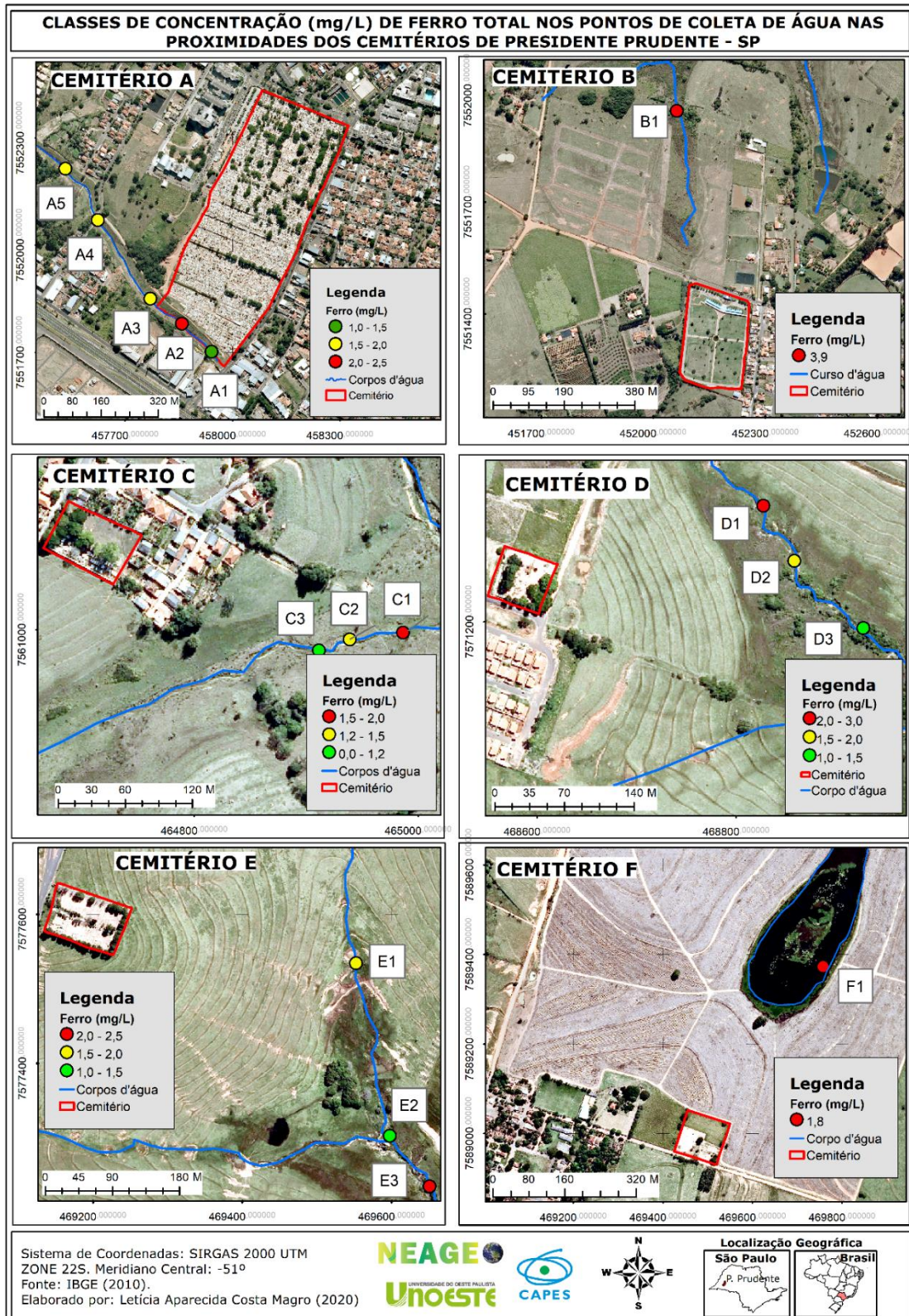
Ferro total

A Resolução Conama (357/2005 e 430/2011) não estabelece limite para ferro em águas superficiais de classe 2, portanto comparou-se com a Portaria 2914/2011,

do Ministério da Saúde que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água. Os resultados para análise de ferro de todas as amostras dos cemitérios estiveram acima dos valores de referência, conforme as tabelas 2 e 4, e a distribuição em classes é possível verificar na figura 4. O ferro é considerado um metal pesado, e pode ser proveniente de adereços dos caixões e acabam se incorporando ao necrochorume (COSTA; MALAGUTTI FILHO, 2009). Assim como o cromo, o ferro é um dos principais parâmetros que sugerem que o necrochorume pode estar contaminando as águas da região do cemitério.

De acordo com estudo realizado por Espindula (2004) as águas próximas às áreas dos sepultamentos recentes apresentaram alguns metais como ferro, manganês e chumbo acima do recomendado pela legislação. Cabe salientar que o solo do município de Presidente Prudente, de acordo com o estudo realizado por Fushimi e Nunes (2012) tem uma predominância de Argissolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos, expressando que naturalmente altos níveis de ferro são encontrados no solo e podem ser carregados para os corpos hídricos através da lixiviação. Portanto, não se pode afirmar que os altos níveis de ferro são oriundos do necrochorume. A Figura 04 mostra as classes de concentração do ferro nos pontos de coleta.

Figura 04 – Mapa de distribuição geoquímica de ferro total nos cemitérios

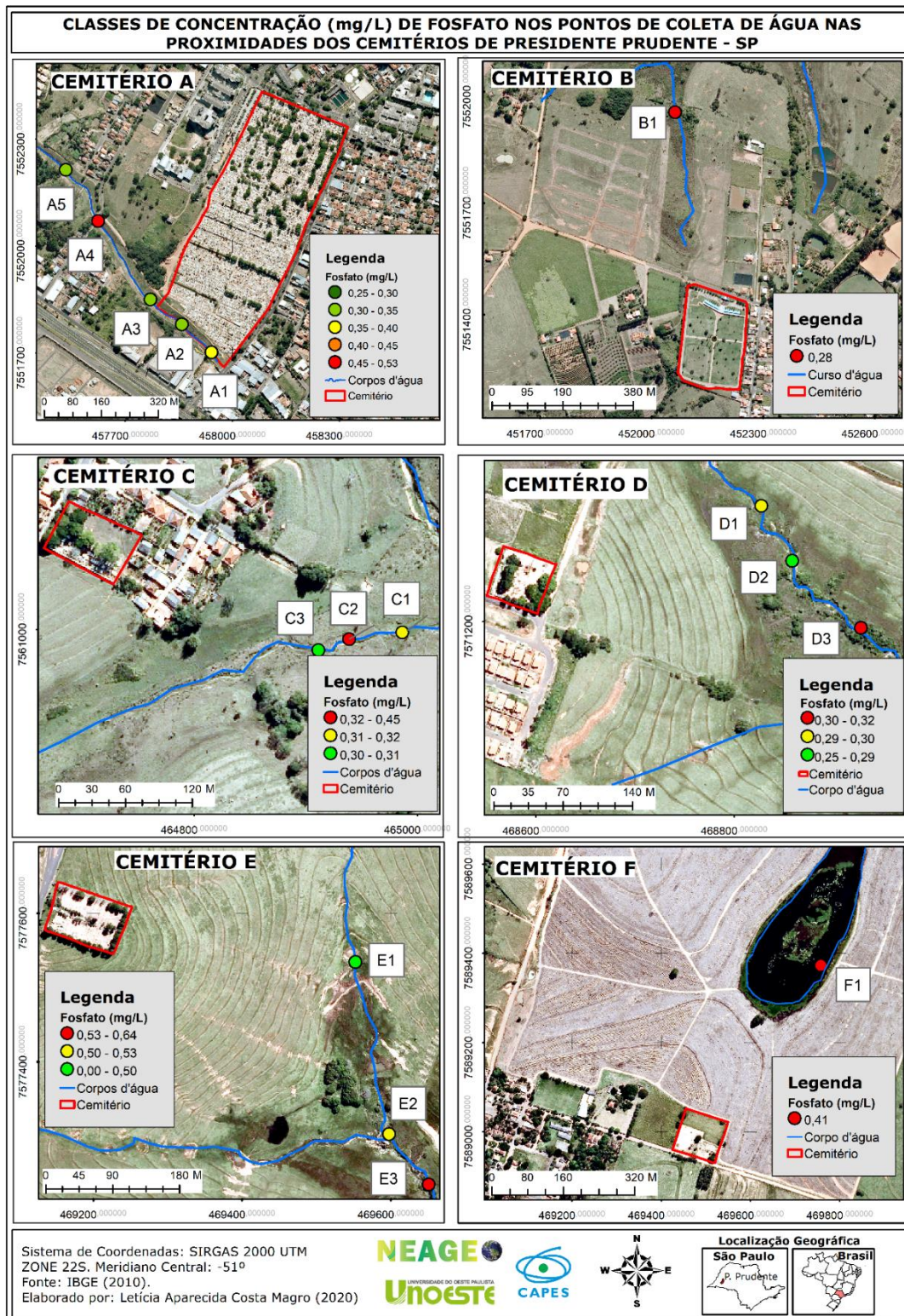


Fonte: Autores (2020).

Fosfato

Os resultados das análises de fosfato para todas as amostras estão com valores acima dos valores permitidos para corpos d'água de classe 2 (BRASIL, 2005). A figura 5 nos apresenta os dados por classe de concentração. O fósforo se apresenta na água de diferentes formas, e é um elemento indispensável no crescimento de algas, porém em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também o nutriente essencial para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (MACEDO, 2004). De acordo com Fineza (2008), os fosfatos provem de atividades antropogênicas, como esgotos sanitários, dejetos de animais, detergentes, fertilizantes, pesticidas. As elevadas concentrações podem ser influência do necrochorume. Na Figura 05 podemos visualizar as concentrações de fosfato.

Figura 05 – Mapa de distribuição geoquímica de fosfato nos cemitérios



Fonte: Autores (2020).

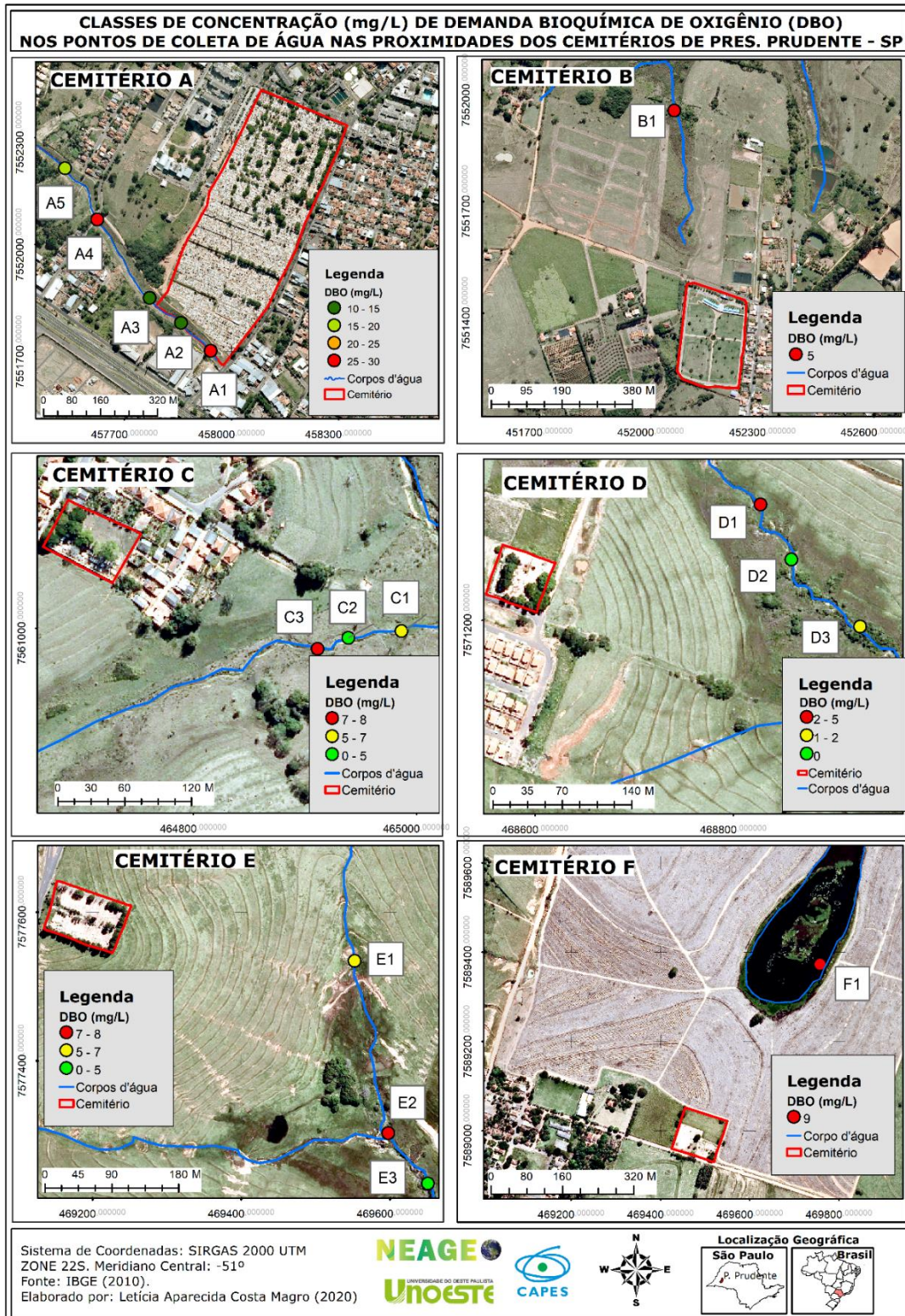
DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO)

Os resultados das análises de DBO mostraram que no cemitério A, todos os pontos estão acima, no cemitério B está no limiar do valor de referência, no cemitério C o ponto C1 e C3 está acima do permitido e o C2 está no limiar. Já no

cemitério D o ponto D1 está no limiar, e o D2 e D3 estão abaixo do permitido. No cemitério E todos estão acima e o no cemitério F também. É possível visualizar isso na figura 6. Esse parâmetro é um dos mais importantes e mais utilizados para determinar qualidade de água, pois a ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (ANA, 2016).

Um possível fator que pode ter contribuído para a carga alta de DBO é o necrochorume, que é facilmente incorporado na água e contém um elevado número de substâncias orgânicas biodegradáveis (DA CUNHA KEMERICH, *et al.* 2014b). Outro fator que pode estar relacionado à DBO é a descarga de esgotos não tratados, diretamente nos recursos hídricos. Podemos destacar que no distrito do cemitério F a coleta de esgoto está em fase de implantação. Outra possibilidade que pode contribuir no aumento da DBO é a plantação de cana-de-açúcar próxima dos cemitérios E e F (CETESB, 2013). No estudo realizado por Fineza (2008), no cemitério de Tabuleiro – MG, valores para DBO como o ponto 5, em diversas baterias de análises (2ª bateria: 6, 3ª bateria:10) os resultados ficaram acima do permitido da legislação 357/2005 (BRASIL, 2005). A Figura 06 elucida a distribuição geoquímica de DBO nos cemitérios em estudo.

Figura 06 – Mapa de distribuição geoquímica de DBO nos cemitérios



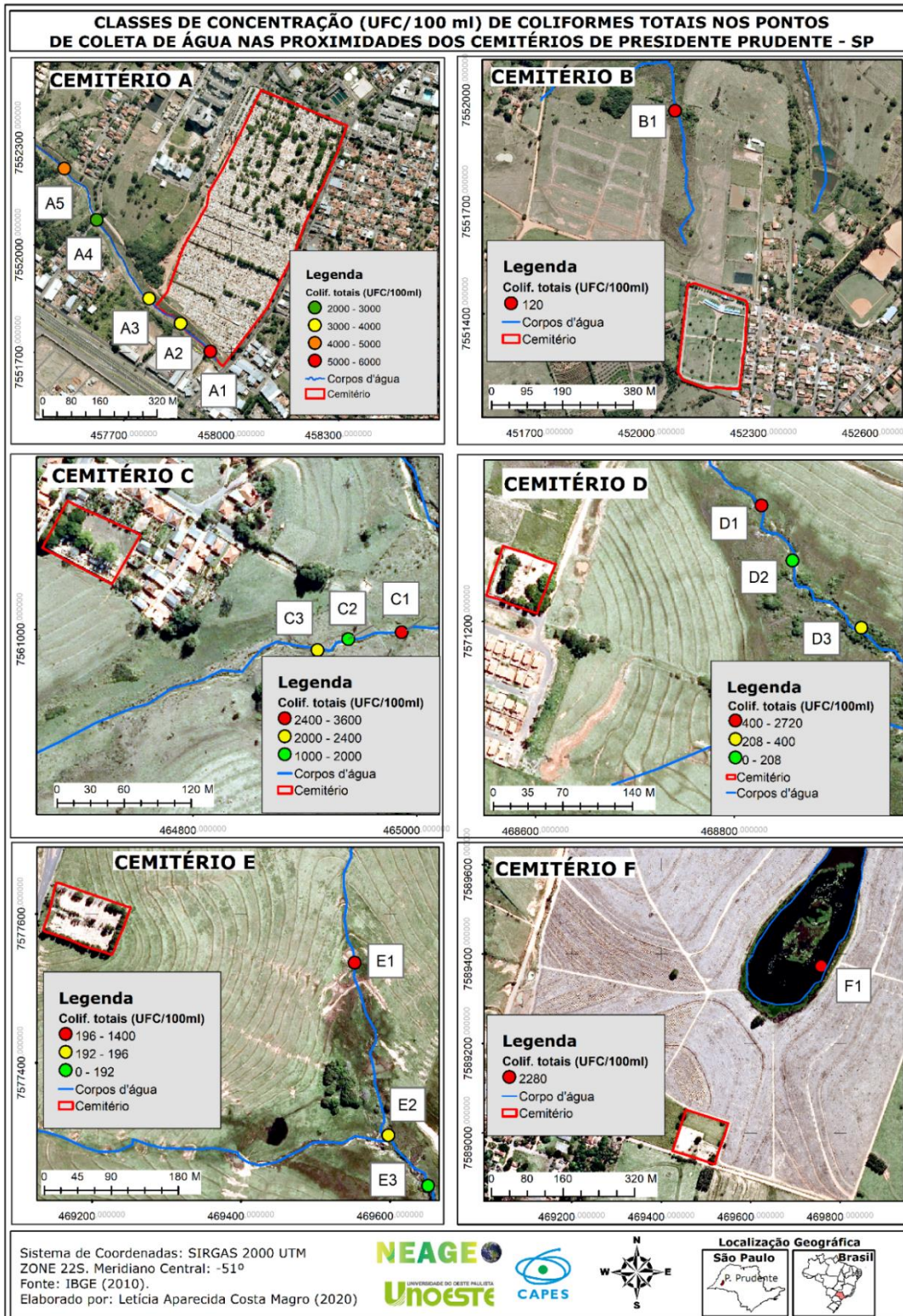
Fonte: Autores (2020).

Coliformes totais

Os resultados obtidos para todas as amostras dos cemitérios em estudo estão acima dos valores de referência de acordo com a Portaria 2914/2011(BRASIL,

2011), conforme a figura 7. Embora não tenha valor definido para corpos hídricos, a presença do grupo coliforme indica a contaminação das águas por fezes humana e/ou animal. A quantificação de coliformes fecais nos recursos hídricos é um indicador não só da contaminação por fezes de origem humana e animal, mas também da possibilidade de coexistência de organismos patogênicos, podendo ser proveniente de contaminantes existentes no necrochorume (OOCITIES, 2015; MACEDO 2004). Espindula et al., (2004) evidenciou em sua pesquisa: “Caracterização bacteriológica e físicoquímica das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife” que os coliformes atingiram o valor máximo obtido pelo método (> 23 NMP/100ml), nas amostras dos poços de observação PO-01 e PO-03. (> 23 NMP/100ml). A Figura 07 mostra o mapa de distribuição dos coliformes totais.

Figura 07 – Mapa de distribuição geoquímica de coliformes totais nos cemitérios



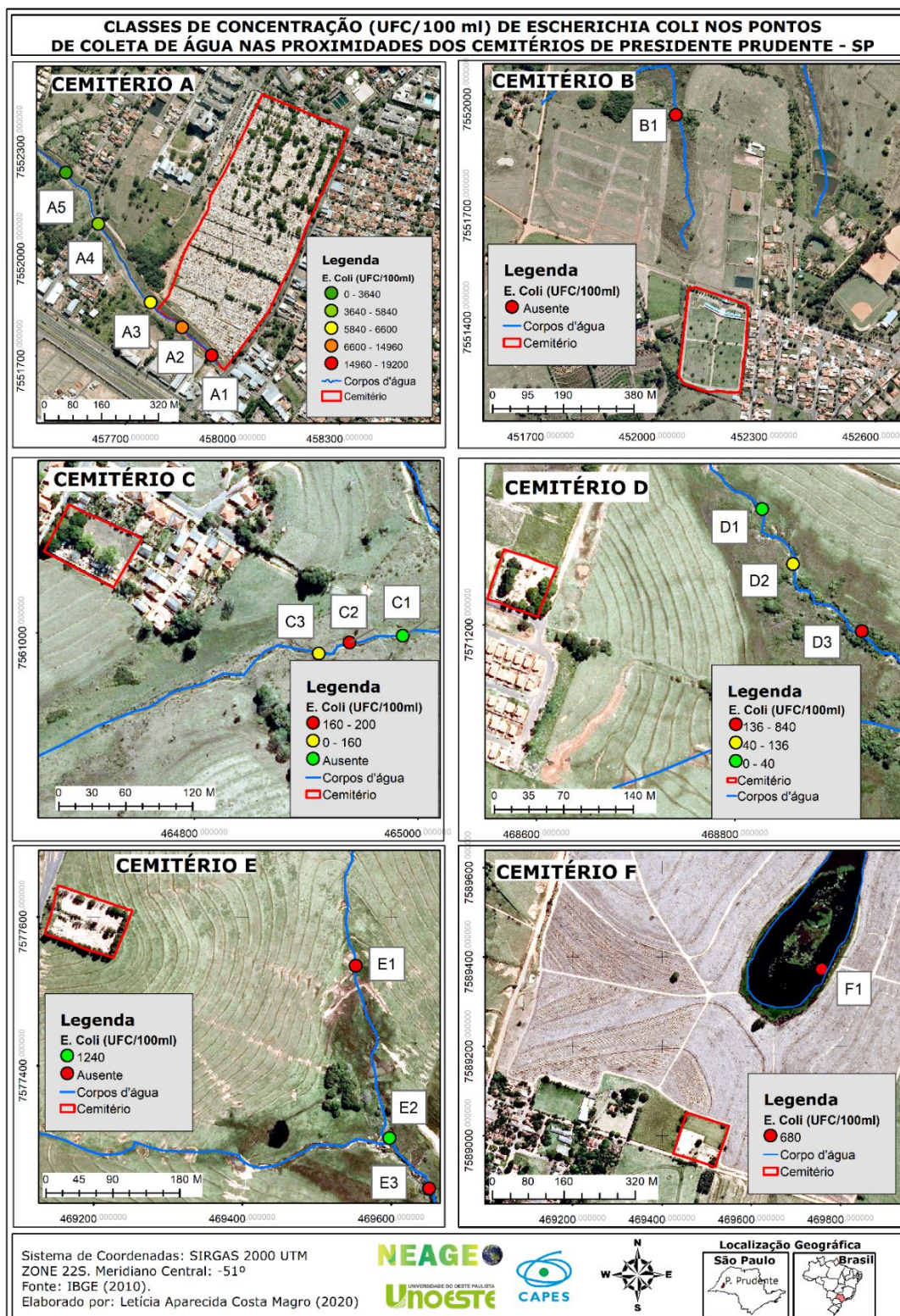
Fonte: Autores (2020).

Escherichia coli

A bactéria *E. coli* se mostrou ausente ou dentro do limite nos resultados dos cemitérios B, C, D e F. No cemitério E em dois pontos o resultado foi ausente, e 1

ponto foi acima do limite aceitável. Já no cemitério A todos os pontos coletados apresentaram valores acima da CONAMA 357/2005. Essa distribuição, pode ser observada na figura 8.

De acordo com Macedo (2003), o único componente do grupo coliforme de origem exclusivamente fecal é a *E. coli* elas atuam como indicadores de poluição fecal, pois estão sempre presentes no trato intestinal humano e de outros animais de sangue quente. A Funasa no relatório final “Cemitérios como Fonte Potencial de Contaminação das Águas Subterrâneas Região de Cuiabá e Várzea Grande (MT)” (BRASIL, 2007), uma eventual presença de *Escherichia coli* pode estar associada à decomposição de corpos recém-enterrados. Isso pode ser aplicado nesse trabalho, onde no cemitério A que sepulta em torno de 3 cadáveres por dia, pode estar contaminando o córrego Ferreirinha. Já nos cemitérios que possuem baixa quantidade de sepultamentos, os valores para *Escherichia coli* estiveram de acordo com o limite permitido, conforme a Figura 08 exemplifica essa distribuição.

Figura 08 – Mapa de distribuição geoquímica de *Escherichia coli* nos cemitérios

Fonte: Autores (2020).

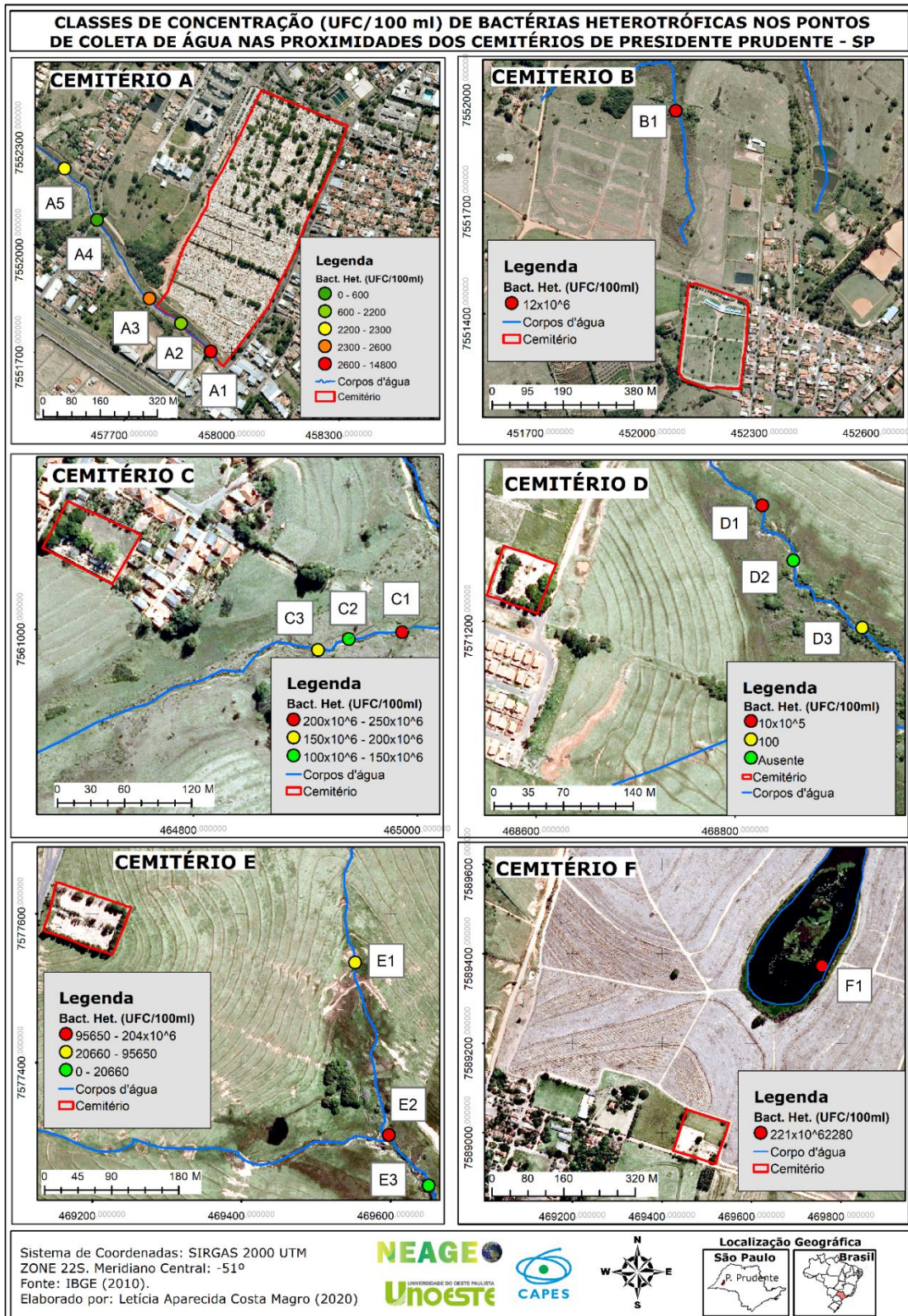
Bactérias heterotróficas

Os resultados das análises de todos os cemitérios apresentaram valores acima dos limites aceitáveis, para a quantificação de bactérias heterotróficas, de

acordo com a Portaria 2914/2011(BRASIL, 2011), conforme mostra a figura 9, indicando uma contaminação desse recurso hídrico. O controle dessa população bacteriana é de essencial importância, visto que densidades elevadas de microrganismos na água, podem definir a deterioração de sua qualidade. Além disso, podem proporcionar risco à saúde dos consumidores, pois podem atuar como patógenos oportunistas (MACEDO, 2003).

Embora seja praticamente impossível a determinação de todas as bactérias presentes em uma amostra de água, a determinação da densidade de bactérias heterotróficas é de fundamental importância, seja em água bruta ou tratada (MACEDO, 2003). Os resultados acima dos valores aceitáveis para as bactérias heterotróficas demonstram que os locais estudados possuem uma carga excessiva de matéria orgânica, resultado confirmado também pelos valores de DQO. É um indicativo da possível contaminação da necrochorume, uma vez que este tipo de bactéria se prolifera facilmente em meio de matéria orgânica. No estudo desenvolvido por Espindula (2004), no cemitério da Várzea-Recife, onde foi analisado os poços internos e externos do cemitério, os resultados apresentaram alteração nos poços do interior do cemitério. Em sua conclusão o autor evidencia a indicação de contaminação originária do cemitério. Matos (2001), também analisou poços no interior do cemitério Vila Nova Cachoeirinha-SP e obteve os mesmos resultados. Esses estudos revelam a existência de números elevados de bactérias heterotróficas em cemitérios (Figura 09).

Figura 09 – Mapa de distribuição geoquímica de bactérias heterotróficas nos cemitérios



Fonte: Autores (2020).

Considerações Finais

A atividade cemiterial, analisada nesse trabalho, evidencia que pode ocorrer contaminação nas águas superficiais oriunda dos cemitérios, impactando negativamente o meio ambiente, pois registraram-se alterações nos parâmetros analisados como DBO, cromo, ferro, fosfato, bactérias heterotróficas, coliformes totais, *Escherichia coli*, em quase todos os cemitérios analisados, em comparação com as leis vigentes (CONAMA 335/2003, CONAMA 430/2011 e Portaria 2914/2011) (BRASIL, 2003; BRASIL, 2011) que determinam sua qualidade para usos e potabilidade. As análises que mais refletem a possível contaminação por necrochorume são condutividade específica, DBO, coliformes totais, *Escherichia coli*, e bactérias heterotróficas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. R; ESPÍNDULA, J. C; VASCONCELOS, U; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, 2006, p.19-26.
- AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. Confins. **Revista franco-brasileira de geografia**, n. 13, 2011.
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; DOS SANTOS CARDOSO, R. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP) – BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 16, 2015.
- DOS SANTOS CARDOSO, R.; AMORIM, M. C. C. T. Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 28, 2015, p. 39-64.
- ANA. **Indicadores de qualidade- índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn3 > Acesso em: 17.set.2018.
- AQUINO, José Rembrant; CRUZ, Manoel Jerônimo Moreira. Os riscos ambientais do cemitério do Campo Grande, Salvador, Bahia, Brasil. **CADERNOS DE GEOCIÊNCIAS**. v. 13, n. especial, 2016, p. 1-12.
- BERGAMO, H. Os cemitérios: um problema de engenharia sanitária. In: **CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA**. IV, 1954. São Paulo. Anais... São Paulo: AIES, 1954. p.333-339.
- BRAGA, B; CUNHA REBOUÇAS, A.D; TUNDISI, G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 4.ed. São Paulo: Escrituras, 2015, 703 p.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas**. Região de Cuiabá e Várzea Grande – MT – Brasília: Funasa, 2007.
- BRASIL. **Portaria do Ministério da Saúde nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Ministério da Saúde*. Brasília, DF, 12 dez. 2011.

Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 jun. 2017.

BRASIL. **Resolução n.º 335, de 3 de abril de 2003**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. *Ministério do Meio Ambiente*. Brasília, DF, 28 mai. 2003. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

BRASIL. **Resolução n.º 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. *Ministério do Meio Ambiente*, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

BRASIL. **Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 16 mai. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 12 set. 2017.

CETESB. **Norma Técnica - Implantação de Cemitérios**. L1.040. São Paulo, 1999.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. Série Relatórios. 2013.

CLESCERI, L. S; GREENBERG, A. E; EATON, A. D; Standard methods for the examination of water & wasterwater. 20ª edição. Washington: **American Public Health Association**, 1998.

COSTA DA SILVA, R. W; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios – Fontes potenciais de contaminação. **Revista Ciência Hoje**, v.24, 2009, p.24-29.

ESPINDULA, C. J. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea - Recife**. 2004. 131f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

FINEZA, A. G. **Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de tabuleiro - MG**. 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2008.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE-SP: identificação e caracterização. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 32, n. 1, 2012, p. 45-58.

GIANNETTI, B. F. ALMEIDA, C. M. V. B., BONILLA, S. H., & VENDRAMETO, O. Nosso Cromo de cada dia: Benefícios e Riscos. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, Ano IV. v.8, 2001, p.55-58.

HINO, T. M. O necrochorume e a gestão ambiental dos cemitérios. **Revista Especialize Online IPOG**. V.01, n. 10, 2015, p. 1-23.

IBGE. **Cidades** - Presidente Prudente. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=354140>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

DA CUNHA KEMERICH, P. D., BIANCHINI, D. C., FANK, J. C., DE BORBA, W. F., WEBER, D. P., & UCKER, F. E. The environmental issue involving cemeteries in Brazil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, 2014 a, p. 3777-3785.

DA CUNHA KEMERICH, P. D., DA SILVA, J. L. S., DE BORBA, W. F., FLORES, C. E. B., BARROS, G., GERHARDT, A. E., ... & UCKER, F. E. Concentrations of metals in soil for busy cemetery-use the technique of ray fluorescence spectrometry-energy dispersive x-edxf. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 1, 2014 b, p. 2875-2889.

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

MACEDO, J. A. B de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2 Ed, Belo Horizonte: CRQ- MG, 2003.

MACEDO, J. **Águas e águas**, 2.ed. / atual. rev. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. 172 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

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

OOCITIES. **Parâmetro de qualidade das águas**. 2015. Disponível em: <<http://www.oocities.org/wwwweibull/Param.htm>> Acesso em: 15. jul.2015.

OTTOMAN, F. **Créer ou aménager un cimetiére**: geologie, techniques, hygiène Edição, Paris: Éditions du Moniteur, 1987.

PACHECO, A. **Meio Ambiente e Cemitérios**. 1 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012, 192 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE PRUDENTE. **A Cidade**. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/acidade.xhtml>>. Acesso em: 16 set. 2016.

SANTOS, A. G. da S.; MORAES, L. R. S.; DE MORAIS NASCIMENTO, S. A. Qualidade da Água Subterrânea e Necrochorume no Entorno do Cemitério do Campo Santo em Salvador/BA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**. v. 3, n. 1, 2015, p. 39-60.

SÃO PAULO, **Decreto nº 10.755 de 22 de novembro de 1977**. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, e dá providências correlatas.

SILVA, R.W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Cemitérios Como Áreas Potencialmente Contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. v. 9, 2008, p.26-35.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Letícia Aparecida Costa - Concepção. Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração do manuscrito, revisão e aprovação da versão final do trabalho

Paulo Antonio da Silva - Concepção e elaboração do manuscrito. Coleta de dados. Participação ativa da discussão dos resultados.

Patrícia Alexandra Antunes – Concepção e elaboração do manuscrito. Participação ativa da discussão dos resultados; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

FINANCIAMENTO

Essa pesquisa foi financiada pela bolsa de mestrado CAPES/PROSUP.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 10-07-2019

Aprovado em: 28-05-2020