



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

EDUARDO LIMA DE SOUSA JÚNIOR

**PANORAMA AMBIENTAL DO USO DO SOLO POR NECRÓPOLES NA ZONA
URBANA DE TERESINA: ADEQUAÇÃO LEGAL E RISCOS DE CONTAMINAÇÃO
AMBIENTAL**

TERESINA

2021

EDUARDO LIMA DE SOUSA JÚNIOR

**PANORAMA AMBIENTAL DO USO DO SOLO POR NECRÓPOLES NA ZONA
URBANA DE TERESINA: ADEQUAÇÃO LEGAL E RISCOS DE CONTAMINAÇÃO
AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de curso (Monografia)
apresentado, como parte do requisito para a obtenção
do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus Teresina Central

Orientadora: Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata

Coorientador: Prof. Dr. Mauro César de Brito
Sousa

Área de concentração: Manejo Ecológico do Solo.

TERESINA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO
EDUARDO LIMA DE SOUSA JÚNIOR

**PANORAMA AMBIENTAL DO USO DO SOLO POR NECRÓPOLES NA ZONA
URBANA DE TERESINA: ADEQUAÇÃO LEGAL E RISCOS DE CONTAMINAÇÃO
AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de curso (Monografia)
apresentado, como parte do requisito para a obtenção
do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí. Campus Teresina Central.

Aprovada em 16/12/ 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Bruna de Freitas Iwata (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Me. Tancio Gutier Ailan Costa - Doutorando UFRRJ
Tecnólogo em Gestão Ambiental

Prof. Me. Wesley Maycon Neres Batista
Instituto Federal do Piauí (IFPI-Campus Valença)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa Júnior, Eduardo Lima de

S725p Panorama ambiental do uso do solo por necrópoles na zona urbana de
Teresina : adequação legal e riscos de contaminação ambiental / Eduardo Lima
de Sousa Júnior. - 2021.
139 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) -
Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2021.

Orientadora : Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata.

Coorientador : Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa.

1. Cemitérios. 2. Contaminação ambiental. 3. Normativas ambientais.

I.Título.

CDD - 577

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

Em memória da minha amada irmã Éllida da Silva Sousa.

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Eduardo Lima de Sousa e Nilza Marques da Silva, e a minha querida irmã, Éllida da Silva Sousa, por todo amor, incentivo e dedicação e por sempre me apoiarem.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina Central, pela oportunidade e gozo da realização da Graduação.

Ao quadro de professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina Central, grandes colaboradores em minha formação acadêmica, profissional e incentivo a propósitos profissionais.

Agradeço a Dra. Jacqueline Santos Brito professora do IFPI - Campus Teresina Central, por todo conhecimento, por sempre estar disponível para sanar dúvidas e por toda colaboração na minha formação acadêmica, sou muito grato.

Aos meus amigos Davi Leal e Karoline Almeida pela gentileza de sempre estar disponível para auxiliar no desenvolvimento dessa pesquisa, o apoio nas visitas técnicas e coletas de solo e até mesmo me auxiliando na confecção dos mapas.

Ao grupo de pesquisa, Edáficos do Nordeste: GEP em conservação de Solos, Águas e Florestas do Nordeste, pelo auxílio em cada projeto e produção acadêmica.

Em especial a minha gloriosa orientadora, Professora Doutora Bruna de Freitas Iwata, por toda paciência, dedicação, por todos os ensinamentos e experiências, que possibilitaram a construção desta pesquisa e transformaram a minha trajetória acadêmica.

A todos vocês o meu Muito Obrigado!

EPÍGRAFE

“Fisicamente, habitamos um espaço, mas, sentimentalmente, somos habitados por uma
memória”.

(José Saramago)

RESUMO GERAL

Considerando que a qualidade de vida e os problemas ambientais estão interligados, qualquer alteração no meio ambiente tem consequências, causando impactos que afetam a qualidade de vida da população. O uso do solo por cemitérios pode ser uma fonte geradora de impactos ambientais, pois eles, apresentam alto potencial de poluição e contaminação, podendo os riscos aumentados, se a localização e gerenciamento forem inapropriados. Este estudo foi motivado principalmente pela grande carência de estudos sobre os cemitérios de Teresina, Piauí, ainda que sabido do elevado risco de contaminação ambiental por essas fontes. Como objeto de estudo, foram selecionadas quatro necrópoles urbanas, Cemitério Areias, Dom Bosco, São José e Jardim da Ressurreição, de domínio público e privadas, de formato (estrutura) tradicional ou Parque, ativa ou inativa, sendo todas situadas sob diferentes zonas de Teresina - PI. Para tal, esta pesquisa foi organizada e estruturada em três capítulos, sendo o primeiro, Legislação ambiental e normatização para instalação e uso do solo por necrópoles que tem como objetivo o levantamento das leis vigentes nos estados brasileiros, e os principais pontos discutidos para gestão dessas áreas como meio de aumentar a segurança e qualidade ambiental das áreas onde estão presentes; o segundo sobre, o uso do solo e diagnóstico de impacto ambiental da atividade cemiterial na zona urbana de Teresina-PI e o terceiro sobre o uso do Termo de Referência (TR) como instrumento de avaliação de sustentabilidade da atividade cemiterial em zona urbana Teresina, PI. Entre os resultados obtidos por essa pesquisa, o Cemitério Jardim da Ressurreição se destaca entre os demais pela boa infraestrutura, entre as demais condicionantes observadas foi avaliado como um empreendimento sustentável, para os Cemitérios Dom Bosco, São José o principal problema identificado foram relacionados as estruturas danificadas do jazigos (abertos ou danificados). Através dos resultados das análises de solo foi possível perceber baixa ou nenhuma influência da atividade cemiterial nas necrópoles alvo desta pesquisa. Ressalta-se como fator importante resultante dessa pesquisa o relatório situacional das necrópoles e seus principais impactos em zona urbana construído através do Termo de Referência - TR, uma vez que os riscos podem ser reduzidos, seguindo as normas de implantação e gerenciamento para cemitérios.

Palavras-chave: Cemitérios. Contaminação ambiental. Normativas ambientais.

ABSTRACT GENERAL

Considering that quality of life and environmental problems are interlinked, any change in the environment has consequences, causing impacts that affect the population's quality of life. The use of land by cemeteries can be a generating source of environmental impacts, as they present a high potential for pollution and contamination, these risks can be increased if the location and management are inappropriate. This study was mainly motivated by the great lack of studies on the cemeteries of Teresina, Piauí, despite the high risk of environmental contamination by these sources. As object of study, four urban necropolises were selected, Cemitério Areias, Dom Bosco, São José and Jardim da Ressurreição, in public and private domains, with traditional or Park format (structure), active or inactive, all located in different zones of Teresina - PI. For this purpose, this research was organized and structured into three chapters, the first being, Environmental legislation and regulation for installation and use of land by necropolises, which aims to survey the laws in force in Brazilian states, and the main points discussed for the management of these areas as a means of increasing the safety and environmental quality of the areas where they are present; the second on land use and diagnosis of the environmental impact of cemetery activity in the urban area of Teresina-PI and the third on the use of the Term of Reference (TR) as an instrument for assessing the sustainability of cemetery activity in urban Teresina, PI. Among the results obtained by this research, the panorama of laws with national coverage on the current legislation on necropolis areas in all Brazilian states stands out, being an indispensable instrument in the prevention of environmental impacts. Through the results of the soil analysis, it was possible to perceive low or no influence of the necropolis activity in the target necropolises of this research. It is highlighted as an important factor resulting from this research the situational report of the necropolises and their main impacts in urban areas built through the Term of Reference - TR, since the risks can be reduced, following the implementation and management norms for cemeteries.

Keywords: Contamination. technical study. land use by necropolises.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principal forma de sepultamentos realizados no Brasil	25
Figura 2. Zonas saturada e não saturada do solo.....	28
Figura 3. Áreas de vulnerabilidade à contaminação	29
Figura 4. Framework metodológico.....	37
Figura 5. Fluxograma de temas abordados na norma técnica L1.040.....	42
Figura 6. Fluxo de normativas estaduais complementares ao CONAMA	44
Figura 7. Localização dos cemitérios alvo deste estudo	53
Figura 8. Pilares da Sustentabilidade	83
Figura 9. Áreas de Influência Direta, Cemitérios, Teresina.....	85
Figura 10. Área de Influência Indireta, Cemitérios, Teresina.....	86
Figura 11. Mapa de Identificação Locacional dos Cemitérios, Teresina.....	87
Figura 12. Mapa de Geologia dos Cemitérios, Teresina.....	88
Figura 13. Mapa de Solo dos Cemitérios, Teresina	90
Figura 14. A-B Declividade do cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina .	91
Figura 15. A-B Vegetação no Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina.....	92
Figura 16. População residentes no bairro dos cemitérios – 1991 a 2010.....	97
Figura 17. Vegetação remanescente na área do Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina.	97
Figura 18. A-B Entrada e Área de sepultamento cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina	98
Figura 19. Animal de grande porte no interior do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina	99
Figura 20. Vegetação remanescentes no cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina.....	100
Figura 21. Vegetação remanescentes no cemitério São José, Zona Norte, Teresina	101
Figura 22. Entrada principal do Cemitério Areias, Zona Sul, Teresina.....	104
Figura 23. A-B Sulcos erosivos no Cemitério Areais. Zona Sul, Teresina	105
Figura 24. Animal de grande porte no interior do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina	105
Figura 25. Distância entre o jazidos e muro de proteção do Cemitério Dom Bosco.....	106
Figura 26. Distribuição das sepulturas no Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina	107
Figura 27. Animal doméstico em decomposição no cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina	107
Figura 28. Jazigo aberto no Cemitério Dom Bosco, Zona Central, Teresina.....	108
Figura 29. Urna descartada junto a resíduos de construção civil e resíduos comuns, Cemitério Dom Bosco, Zona Central, Teresina.....	109
Figura 30. Parque de diversão no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina	110
Figura 31. Coletores de resíduos sólidos dispostos no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina	110

Figura 32. A - Rampa de acessibilidade à área de sepultamentos; B - Rampa de acessibilidade ao Crematório do Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina	111
Figura 33. A-B Caracterização construtiva dos jazigos no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina.	111
Figura 34. Teresina Chaminé e cilindros com monóxido de carbono do Crematório Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina.....	112
Figura 35. Distância do muro e os túmulos no cemitério São José, Zona Central, Teresina.	113
Figura 36. A - Jazigos abertos no cemitério São José; B – Jazigos com estrutura danificada Zona Central, Teresina.....	114
Figura 37. Vasos ornamentação dos sepulcros no cemitério São José, Zona Central, Teresina.....	114
Figura 38. A-B Comparativo de mesma área do cemitério Areias em anos diferentes de 2019 e 2021.....	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos do solo das áreas de necrópoles urbanas de Teresina, Piauí....	56
Tabela 2. Análises de COT e marcação isotópica dos cemitérios urbanos de Teresina, Piauí. 67	
Tabela 3. Atributos Físicos do solo das áreas de necrópoles urbanas de Teresina, Piauí	70
Tabela 4. Matriz de Leopold Cemitérios.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Legislação Federal sobre áreas de necrópoles	38
Quadro 2. Política e sistemas estaduais para áreas de necrópoles na região Nordeste	39
Quadro 3. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Norte.....	40
Quadro 4. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Sul.....	41
Quadro 5. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Sudeste.....	43
Quadro 6. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Centro-Oeste.....	43
Quadro 7. Características das necrópoles selecionadas para o estudo.....	54
Quadro 8. Classificação dos solos quanto à sodicidade em função da PST	60
Quadro 9. Valores de porosidade para alguns materiais geológicos (TODD, 1959 apud SOUSA, 2015)	72
Quadro 10. Principais serviços prestados pelo Cemitério Jardim da Ressurreição Zona Sudeste, Teresina.....	94
Quadro 11. Características Gerais do Bairro Areias, Zona Sul, Teresina.....	94
Quadro 12. Características Gerais do Bairro Vermelha, Zona Sul, Teresina	95
Quadro 13. Características Gerais do Bairro Gurupi, Zona Sudeste, Teresina.....	95
Quadro 14. Características Gerais do Bairro Matinha, Zona Central, Teresina.....	96

Quadro 15. Normas de regência.....	101
Quadro 16. Impactos Positivos – Medidas Potencializadoras, Cemitérios, Teresina.....	115
Quadro 17. Impactos Negativos – Medidas Mitigadoras, Cemitérios, Teresina.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental

Ais - Áreas de influências

AID - Área de influência direta

AII - Área de influência indireta

AGEVISA - Agência Estadual de Vigilância Sanitária

AS - Águas Superficiais

Al - Alumínio

CONAMA - O Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

CEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente

CIE - Centro de Isótopos Estáveis

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Brasil.

Ca e Mg – cálcio (Ca) e magnésio (Mg)

Cmolc - Centimol de carga

Cl – Cloro

C - Carbono

CTC - Capacidade de Troca de Cátions

CN – Carbono Nitrogênio

CE – Condutividade Elétrica

Cr - Cromo

Cd – Cádmio

d – Densidade do solo

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Fe - Ferro

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

HCl - ácido clorídrico

H+Al - Acidez total ou potencial

IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas

K - Potássio

LF - Lençol Freático

Mn – Manganês

M O – Matéria Orgânica

Na - Sódio

N - Nitrogênio

Ni - Níquel

NBR - Norma Brasileira

PST - Porcentagem Sódio Trocável

pH - potencial hidrogeniônico

POP - Proximidade com a População (disposição territorial)

P – Fosforo

Pb - Chumbo

RES - Resíduos Gerados

RT - Relevo e Topografia

SEMPPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento

S - Solos

SD - Sistema de Drenagem

SMAC - Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Cidade

SEMAGRO - Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar

S = Soma de bases trocáveis

TR - Termo de Referência

T = CTC potencial

Ti - Titânio

V - Saturação por bases

VG - Vegetação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	21
2. OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo Geral.....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3. JUSTIFICATIVA	24
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	25
4.1 Necrópoles.....	25
4.2 Funções sociais e ambientais de áreas cemiteriais	26
4.3 Impactos negativos das necrópoles	27
4.4 Riscos de poluição em cemitérios	27
REFERÊNCIAS.....	31
5. CAPÍTULO I. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E NORMATIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E USO DO SOLO POR NECRÓPOLES	34
5.1 RESUMO	34
PALAVRAS-CHAVE.....	34
5.2 ABSTRACT	35
KEYWORDS	35
5.3 INTRODUÇÃO.....	36
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	46
6. CAPÍTULO II. USO DO SOLO E DIAGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL DA ATIVIDADE CEMITERIAL NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI	50
6.1 RESUMO	50
PALAVRAS-CHAVE.....	50
6.2 ABSTRACT	51
KEYWORDS	51
6.3 INTRODUÇÃO	52
6.4 MATERIAL E MÉTODOS	53
6.4.1 Área de estudo.....	53
6.4.2 Procedimentos metodológicos.....	54
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	56

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS	74
7. CAPÍTULO III. APLICAÇÃO DO TERMO DE REFERÊNCIA (TR) COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE CEMITERIAL EM ZONA URBANA TERESINA, PI.....	80
7.1 RESUMO.....	80
PALAVRAS-CHAVE.....	80
7.2 ABSTRACT	81
KEYWORDS	81
7.3 INTRODUÇÃO	82
7.4 MATERIAL E MÉTODOS	83
7.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	84
8. TR	86
8.1 ÁREAS DE INFLUÊNCIA.....	86
8.2 MEIO FÍSICO.....	86
8.2.1 LOCALIZAÇÃO DA NECRÓPOLE	86
8.2.2 GEOLOGIA / GEOMORFOLOGIA	87
8.2.3 SOLO	89
8.2.3 HIDROGRAFIA	90
8.2.4 CLIMA.....	91
8.3 MEIO ANTRÓPICO	92
8.3.1 HISTÓRICO DO CEMITÉRIO / HISTÓRICO DOS BAIRROS.....	92
8.3.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO DOS BAIRROS	94
8.4. MEIO BIÓTICO	97
8.4.1 FLORA.....	97
8.4.2 FAUNA.....	98
8.4.3 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL	101
8.4 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS PELA MATRIZ DE LEOPOLD	102
8.4.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	117
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
REFERÊNCIAS DO TR	119
APÊNDICES.....	123
ANEXO.....	133

1. INTRODUÇÃO GERAL

Cemitérios construídos de forma inadequada podem provocar graves danos ao meio ambiente e à população. No aspecto ambiental, destacam-se problemas envolvendo contaminação do solo e lençol freático, poluição atmosférica pela liberação de gases e, no aspecto biológico, a proliferação de doenças (SOUZA, 2020).

Considerando que a qualidade de vida e os problemas ambientais estão interligados. Qualquer alteração no meio ambiente tem consequências, causando impactos que afetam a qualidade de vida da população. Estudos provam que os cemitérios podem ser uma fonte geradora de impactos ambientais, pois apresentam alto potencial de poluição e contaminação, e estes riscos podem ser aumentados, se a localização e gerenciamento forem inapropriados (LINS, 2018).

Como o necrochorume, formado nesses ambientes, possui um alto teor lixiviante, a grande preocupação se fixa na chegada deste material ao solo e por seguinte aos lençóis freáticos da área. Pacheco (1996), qualifica os ambientes de sepultamento com certas condições de vulnerabilidade do meio físico, em que o risco de contaminação pode ser ainda maior e esta vulnerabilidade pode decorrer do tipo de terreno em que o cemitério seja construído e de como a urna é depositada na sepultura (LONGATTI, 2020).

Áreas ocupadas por cemitérios apresentam a necessidade de monitoramento contínuo do solo, águas superficiais e subsuperficiais, levando em conta que essas unidades se comportam continuamente como fontes potenciais significativas de contaminação. Os critérios para o licenciamento de cemitérios no Brasil estão descritos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 335 de 2003 (CONAMA nº 335 de abril de 2003), na qual constam aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios. Em 28 de março de 2006, foi publicada a Resolução CONAMA nº 368 alterando a Resolução anterior (SOUZA, 2020).

Por mais que existam as resoluções, não há como ter o controle do estado em suas construções, tendo em vista que suas obrigações são passadas da Federação para o estado, e este passa para o município, no qual em sua maioria não possuem uma equipe especializada para acompanhar o processo. Essa situação contribui para que os cemitérios se constituam de uma das grandes fontes de problemas de ordem socioambiental, caso estes não estejam devidamente instalados e gerenciados (PACHECO, 2007; NASCIMENTO, 2018).

Nesse sentido, a fim de compreender como o uso do solo por necrópoles na zona urbana, influencia no meio ambiente e na exposição ao risco ambiental, essa pesquisa buscou realizar um panorama ambiental do uso do solo por necrópoles na zona urbana de Teresina: adequação legal e riscos de contaminação ambiental, legislação ambiental e normatização para instalação e uso do solo por necrópoles (Capítulo I), uso do solo e diagnóstico de impacto ambiental da atividade cemiterial na zona urbana de Teresina-PI (Capítulo II), uso do termo de referência - TR como instrumento de avaliação de sustentabilidade da atividade cemiterial em zona urbana Teresina, PI (Capítulo III).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Construir um panorama ambiental do uso do solo por necrópoles na zona urbana de Teresina com enfoques na adequação legal e nos riscos de contaminação ambiental.
- **Objetivos específicos**
 - Realizar o levantamento das normativas em nível nacional, estadual e da cidade de Teresina, em vigência, a respeito de necrópoles o uso e ocupação e o processo de implantação e operação;
 - Avaliar os comportamentos do solo e seus parâmetros sob os diferentes cemitérios;
 - Avaliar a estrutura física das necrópoles, assim como as estruturas dos sepulcros, em zona urbana de Teresina, considerando o tipo de sepultamento adotado pela necrópole e avaliar a arborização da área;
 - Estimar os impactos ambientais em áreas de necrópoles na zona urbana da cidade de Teresina, através do Termo de Referencia - TR.

3. JUSTIFICATIVA

O monitoramento de áreas de necrópoles e a identificação de fatores que podem contribuir com o agravamento dos impactos ambientais no meio físico e meio biológico. O tipo de solo, onde está instalado o cemitério, profundidade do lençol, declividade do terreno, proximidade a corpos hídricos superficiais, precipitação, demonstram a importância de estudos de investigação nesses espaços, diante da magnitude e dos mais diversos impactos que podem ser originados.

Considerando que as áreas ocupadas por cemitérios, podem ser grandes fontes de contaminação, ressalta-se, que no decorrer do tempo esses espaços foram sendo incorporados aos centros urbanos, e passando a ocupar grandes áreas construídas, muitas vezes sem o planejamento adequado e em regiões de grande adensamento populacional, não sendo diferente na cidade de Teresina.

Além da intensificação do uso e construção dessas áreas, outro fator importante a se destacar é que áreas cemitárias possuem legislação específica do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, dispondo de duas Resoluções sobre condições mínimas necessárias para o Licenciamento Ambiental de cemitérios, por serem empreendimentos com grande potencial poluidor e que em condições de instalações inadequadas oferece riscos de contaminação ao meio ambiente, sendo de caráter fundamental uma legislação para auxiliar na prevenção de impactos.

Diante da relevância do tema para a comunidade acadêmica, este estudo busca investigar o cumprimento e adequação da norma pelos cemitérios da cidade, e a sua eficiência na prevenção de impactos, uma vez que a decomposição de corpos resulta na produção de necrochorume, líquido de elevado poder contaminante que pode percolar e chegar ao lençol freático causando contaminação do aquífero, evidenciando a importância do cumprimento da legislação para evitar impactos ambientais.

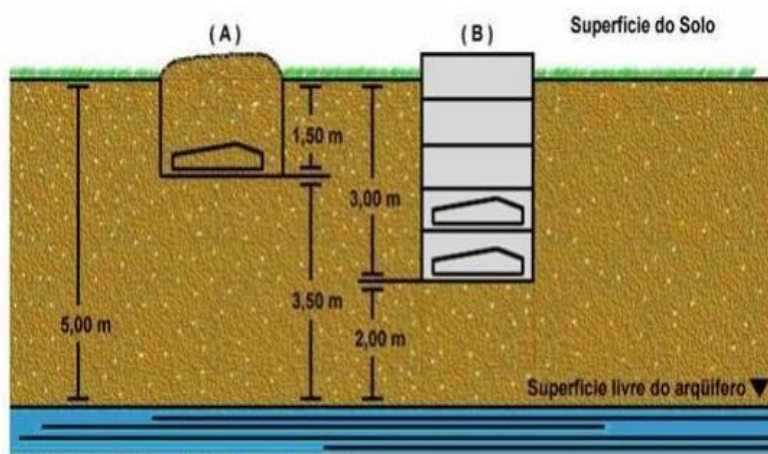
4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Necrópoles

De acordo com Campos et al. 2007, as palavras cemitério e necrópole, são sinônimos e têm origem grega. A primeira vem de *koumetèrian* (que significa dormitório), enquanto necrópole deriva de *necrópolis* (cidade da morte ou cidade dos mortos). Outras palavras também são usadas para nomear como, carneiro, sepulcrário, campo santo, cidade dos pés juntos e última morada (CAMPOS, 2007). No mesmo contexto, a palavra cadáver tem origem latina e significa carne dada aos vermes, o que apresenta o destino final dessa matéria orgânica (SILVA; FILHO, 2009; LINS, 2018). Assim, tem-se a destinação de cadáveres como pauta para discussão ao longo da história humana na terra.

Para Nascimento et al. (2018), os cemitérios como hoje são conhecidos, surgiram a partir do século XVIII, foi nessa época que começaram a se distanciar os mortos dos vivos, evitando, assim, doenças como cólera e peste bubônica. No que diz respeito ao sepultamento, à prática funerária mais utilizada, tem sido o enterro em sepulturas (Figura 1) onde o caixão é assentado em contato direto com o solo ou através de túmulos pré construídos (NASCIMENTO, 2018).

Figura 1. Principal forma de sepultamentos realizados no Brasil



(A) Inumação efetuada diretamente no solo

(B) Inumação efetuada através de túmulo pré-fabricados de alvenaria ou concreto

Fonte: Adaptado de Silva et al., (2007).

Para Souza (2020), com o aumento da população na sociedade, com o decorrer dos anos, são necessárias áreas cada vez maiores para o sepultamento dos corpos, ou abertura de novos cemitérios. Desta forma, para a construção dos cemitérios é de suma importância a

avaliação das características litológicas, hidrogeológicas e de saneamento das áreas, pois se instalados de maneira inadequada podem se constituir como fonte de contaminação ambiental e riscos à saúde pública (ALMEIDA; MACÊDO, 2005; SOUZA, 2020).

Na resolução CONAMA nº 335/2003, para fins de conceituação e uso destas áreas no Brasil, segundo consta no Art. 2º, define cemitérios como: área destinada a sepultamento considerando a necessidade de planejar e avaliar o uso a resolução também relata três tipos diferentes de cemitérios: cemitério horizontal: é aquele localizado em área descoberta compreendendo os tradicionais; e o do tipo parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, e no qual as sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões; cemitério vertical: é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamentos.

4.2 Funções sociais e ambientais de áreas cemiteriais

Segundo Rocha et al. (2018), além das funções ambientais, socioculturais e econômicas, os cemitérios funcionam também enquanto empreendimentos urbanos e são essenciais ao planejamento e à estruturação de uma cidade (OLIVEIRA, 2014; ROCHA, 2014) influenciando, portanto, na dinâmica delas.

Foi durante a idade média, sob influência do Cristianismo, que os cemitérios como os que conhecemos hoje tiveram origem. A sociedade passou a sepultar seus mortos em mosteiros, conventos, igrejas e suas adjacências, criando assim uma espécie de relação de aproximação entre os vivos e seus entes falecidos (COSTA SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008; MELO, 2016).

Atualmente, com a necessidade e exigência de fazer todas as construções cumprindo critérios de segurança e qualidade, a implantação de cemitérios vem chamando a atenção nos aspectos ambientais. Habitualmente, nos deparamos com situações em nosso ambiente urbano, que causam mal-estar, é o caso dos cemitérios implantados desorganizadamente em algumas localidades. Sendo que, uma das maiores preocupações ligadas a esses locais são os agravos causados por esse tipo de construção em terrenos inadequados, ocasionando os mais variados

efeitos maléficos à saúde ambiental, como também, à população próxima a estes, dentro do sistema urbano.

4.3 Impactos negativos das necrópoles

Segundo Cauduro et al. (2019), os cemitérios são poluidores ambientais pouco lembrados pela população. Pacheco (2000), classificou os impactos ambientais, nestes locais, como físico de ordem primária e secundária. O impacto físico primário compreende principalmente a contaminação das águas subterrâneas por microrganismos gerados nas necrópoles e o impacto físico secundário se dá pela geração de maus odores provenientes da decomposição da matéria orgânica (CAUDURO, 2019).

Pode-se comparar os cemitérios com um aterro sanitário, visto que em ambos são enterrados materiais orgânicos e inorgânicos. Porém, há um agravante: a matéria orgânica enterrada no cemitério pode carregar bactérias e vírus que foram a causa da morte do indivíduo, colocando em risco o meio ambiente e a saúde pública (PINHEIRO, 2019, p.148).

Para Nogueira e Matos et al. (2013), as sepulturas provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica de águas subterrâneas, devido haver um aumento na concentração dos íons maiores de bicarbonato, cloreto, sódio e cálcio, e dos metais ferro, alumínio, chumbo e zinco e de outros metais. Além disso, há presença também de duas diaminas muito tóxicas que são constituídas pela putrescina (1,4 Butanodiamina) e a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), dois venenos potentes para os quais não se dispõem de antídotos eficientes (NOGUEIRA, 2013).

A decomposição de um cadáver dá origem ao necrochorume – composto viscoso de cor acinzentada eliminado durante o primeiro ano após o sepultamento, formado por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, sendo duas delas altamente tóxicas: a putrescina e a cadaverina (ANJOS, 2013). Após o óbito cada corpo humano decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume (BACIGALUPO, 2010). Assim, a dispersão descontrolada no meio destas substâncias envolve riscos de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos pelo necrochorume e pelos gases originados da putrefação (PINHEIRO, 2019).

4.4 Riscos de poluição em cemitérios

Tendo em vista os impactos sociais, ambientais e econômicos que os cemitérios irregulares podem causar ao meio ambiente, no Brasil foram promulgadas as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a saber: 335/2003, 368/2006 e 402/2008,

as quais dispõem sobre o licenciamento ambiental de necrópoles horizontais e verticais a serem implantados no país (CECCONELLO, 2019).

Segundo Rocha et al. (2013), é pertinente salientar que vários empreendimentos implantados antes desses dispositivos não levam em conta os aspectos ambientais, pois não tinham diretrizes a seguir. Desta forma, muitos cemitérios no seu período de implantação não contavam com legislação pertinente, carecendo assim de regularização. Essa necessidade de regularizar é descrita em Kemerich (2010), ao afirmar que os cemitérios em geral são um grave problema para a proteção das águas subterrâneas nos centros urbanos, já que eles, podem alterar a qualidade dessas águas devido à infiltração e percolação das águas pluviais através dos túmulos e do solo que, por conseguinte, ocasiona a lixiviação de uma série de compostos químicos orgânicos e inorgânicos ao longo da zona não saturada, (Figura 2) podendo alguns destes compostos atingir a zona saturada e, portanto, poluir o aquífero.

Figura 2. Zonas saturada e não saturada do solo.

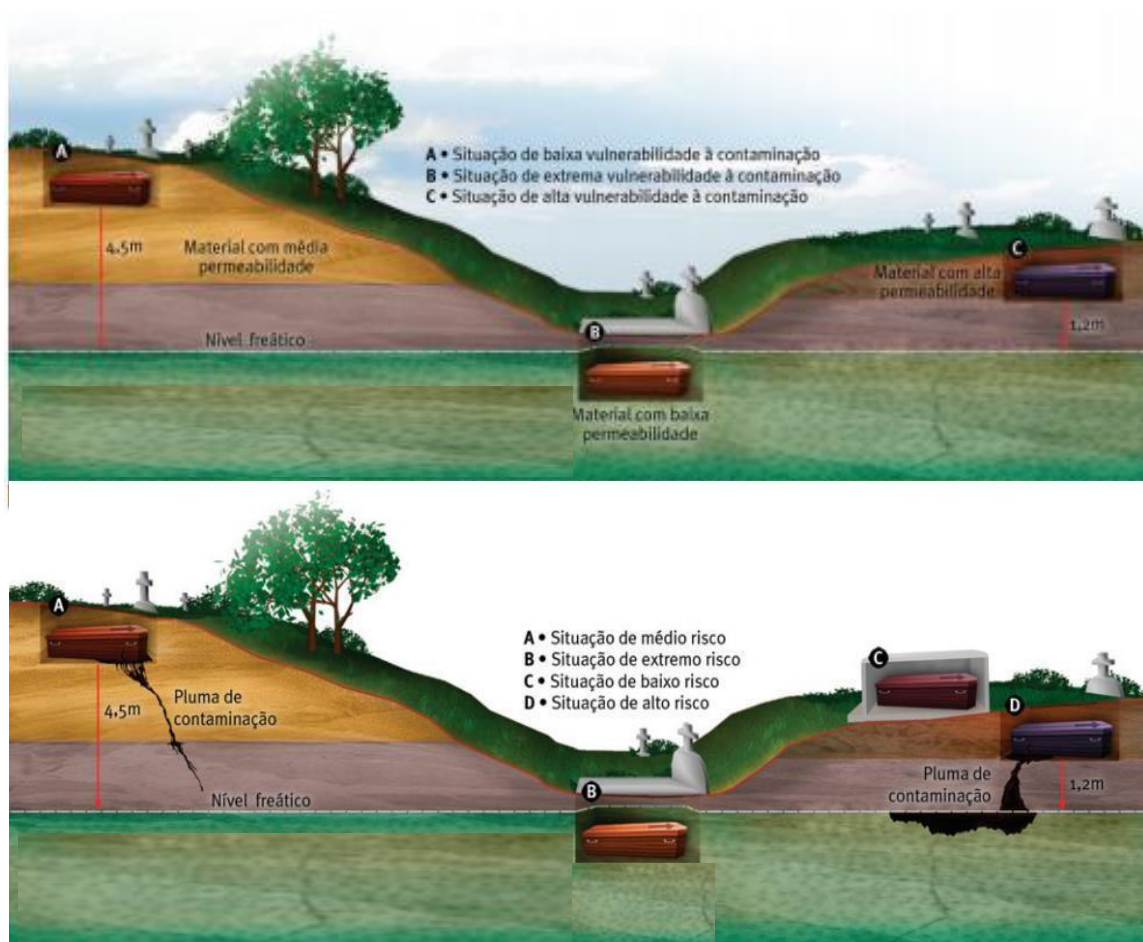


Fonte: Adaptado de Pacheco., (1986); Silva (2009)

Para Sousa (2015), uma das fontes potenciais de contaminação de mananciais subterrâneos é resultado do lançamento de lixiviados antropogênicos não controlados, oriundos das zonas cemiteriais. A contaminação oriunda do lixiviado gerado na decomposição da matéria orgânica enterrada pode adentrar os espaços intragranulares do solo e encontrar o lençol freático, (Figura 3) tornando-o poluído pelo aumento da concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas. Do mesmo modo, há a possibilidade de a pluma de contaminação ser transportada pelo fluxo subterrâneo na direção de rios, lagos e fontes nas proximidades (MARTINS et al., 1991; RUSHBROOK, 1998; ÜÇISIK,1998; PACHECO, 2000; MATOS, 2001; ENVIRONMENT AGENCY, 2002; ENVIRONMENT

AGENCY, 2004; DENT, 2005; SOUSA, 2015).

Figura 3. Áreas de vulnerabilidade à contaminação



Fonte: Adaptado de Pacheco, (1986); Silva, (2009).

Nesse cenário, existe atualmente um agravo, pois para Nascimento (2020), considerando que os compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres são degradáveis e causam um aumento da atividade de microrganismos no solo sob a área de sepultamentos, nota-se nesse processo um agravo quanto ao processo de contaminação e proliferação do vírus no ambiente das necrópoles. Dessa forma, o alerta torna-se ainda maior, pois o corpo humano ao entrar em decomposição passa a servir como um ecossistema para outros seres, entre eles, bactérias, os artrópodes, destruidores de matéria orgânica e microrganismos patogênicos e outros, e esses seres podem ser um risco ao meio ambiente como à saúde pública (NASCIMENTO, 2020).

De acordo com Leli et al. (2012) os fatores que determinam um cemitério bem projetado e sem riscos de contaminação ambiental e prejuízos à saúde da população, depende de cuidados importantes referente à implantação deste empreendimento, partindo da escolha do terreno, projeto de engenharia, administração e monitoramento. Para Almeida et al. (2005) a delimitação da área de influência do meio físico é uma avaliação fundamental prévia das características hidrogeológicas locais, visto que a contaminação do lençol freático e do solo por necrochorume é o impacto mais significativo deste tipo de empreendimento (RAIOL, 2019).

Segundo Rocha (2013), no processo de instalação de um empreendimento, existe a necessidade de evitar ou mitigar qualquer eventual dano ambiental que ele possa causar. Tais possíveis passivos ambientais elevam os custos da implantação e ainda alteram significativamente o seu cronograma, acarretando sérios prejuízos e, muitas vezes, comprometendo a própria viabilidade. Segundo o autor com um dispositivo norteador, o planejamento e estudo ambiental da obra poderá minimizar estas surpresas pós-planejamento, adotando um estudo de viabilidade ambiental, e, desta forma, avaliar a viabilidade técnico financeira da iniciativa, obtendo as características ambientais da área em função das restrições definidas nos dispositivos legais, evitando danos de caráter severos e até irreversíveis em se tratando de exposição a saúde humana e animal.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. Seminário de gestão ambiental - Um convite à interdisciplinaridade. Juiz de Fora- MG, 2005.
- ABREU, G. S., Geotecnologias aplicadas à caracterização da temperatura da superfície na cidade de Teresina PI, **ACTA Geográfica**, v.13, n.32, p.28-47. 2019.
- BACIGALUPO, R. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. **Rev História, Natureza e Espaço**, v. 1, n. 1, 2012.
- 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. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 335, de 03 de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 101, p. 98-99, 2003.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 368, de 28 de 2006. Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, n. 61, p. 149-150, 2006.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 402, de 17 de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. **Diário Oficial da União**: Brasília, 2008.
- CAUDURO, F., Caracterização hidrogeológica de áreas de atividades cemiteriais – Estudo de caso, **Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas**, 2019.
- CAMPOS, A. P. S. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial. **Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)** 141f. – USP, São Paulo, 2007.
- CECCONELLO, S. T., As necrópoles e seus impactos ambientais: um estudo de caso do cemitério São Lucas, Pelotas/rs, **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 110-130, 2019.
- KEMERICH, P. D. C. Influência Dos Cemitérios Na Contaminação Da Água Subterrânea Em Santa Maria –RS. **Revista Águas Subterrâneas**, v.24, n.1, p.129-141, 2010.
- LELI, I. T. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Revista Boletim de Geografia**., v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.

LEAL C. M., **Qualidade da água subterrânea para fins de irrigação na microrregião de Teresina, Piauí**. Irriga, v. 14, n. 3, p. 276-288, 2009.

LINS, E. A. M., **Análise de riscos ambientais no cemitério de santa paula: estudo de caso na cidade de escada – PE**, Resíduos Sólidos: impactos socioeconômicos e ambientais, Grupo Gestão Ambiental de Pernambuco – Gampe/UFRPE, 2018.

LIMA, I. M. M. F., **O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual**, Goiânia, 2011.

LIMA, A.A. **Ação antrópica nas sub-bacias hidrográficas no espaço urbano de Teresina – Piauí**, Fortaleza, 2019.

LONGATTI, C. A., Soluções para a destinação ambientalmente correta do necrochorume, **The Brazilian Journal of Development**., v. 6, n.4, p.18377- 18348, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n4-127.

Memorial de caracterização do empreendimento – CETESB, MCE, São Paulo, 2007. Disponível em : <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/roteiros/cemiterios/>

NASCIMENTO, Francisleile Lima. Necrópoles e os Impactos Ambientais: Cemitério Público Municipal, Boa Vista-RR. **Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**, v. 4, n. 2, p. 236-256, 2018., DOI 10.18224/baru.v4i2.687.

NUNES, H. K. B., **Aspectos geológicos e geomorfológicos da porção da bacia hidrográfica do Rio Poti em Teresina/Piauí: contribuições para o planejamento ambiental**, Revista Equador (UFPI), v. 6, n. 2, p.75 – 89, , 2017.

PACHECO, Alberto. Cemitério e meio ambiente. **Tese de Livre Docência**. Universidade de São Paulo. 2000.

PEREIRA, Lucas Bernardo. **Comparação da resolução nº335 do CONAMA no cemitério São José em Ituiutaba (mg): análise para qualidade ambiental**, Campinas- SP, 2017, DOI - 10.20396/sbgfa.v1i2017.1863

PINHEIRO, T. M., Contaminação ambiental causada pelo necrochorume proveniente de cemitérios, **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, São Paulo, Vol.6, p. 145-171, 2018.

RAIOL, P. D., Estudo ambiental do cemitério da Vila de São Joaquim do Itaquara (Pará, Brasil), **The Brazilian Journal of Development**., v. 5, n. 12, p. 30193-30207, 2019.

DOI:10.34117/bjdv5n12-150.

ROCHA, L. A. G., legislação ambiental incidente sobre cemitérios do estado de São Paulo, **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 5, p. 20-33, 2013.

ROCHA, M. S. S., **Cemitérios e sustentabilidade: A elaboração de um termo de referência-modelo para o licenciamento ambiental**, Belo Horizonte, 2018.

Revisão e atualização do plano diretor do município de Teresina – PI, setembro, 2017.

Disponível em : https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/09/Teresina_Produto-2.pdf

SILVA, F. C. Avaliação Ambiental Preliminar do Cemitério de Itaquera, Segundo a Resolução CONAMA 335/2003, **Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental)** 179 p. Universidade de Guarulhos, 2007.

SOUZA, M. R. R., Estudo do cumprimento da legislação ambiental em um cemitério da cidade de Senhor do Bonfim-BA, **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v.14, n.50, p. 1-13, 2020.

SOUSA, M. C. B., Estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério areias, Teresina/Pi, Brasil, **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 6, n. 1, p. 41-57, 2015.

SILVA, C. O., Impactos ambientais causados pelo necrochorume do cemitério municipal da cidade de São José da Laje/AL, **Revista Científica do IFAL**, v. 3, n. 2, 2012.

TERESINA CLIMA, 2020, Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/piaui/teresina-3935/>

5. CAPÍTULO I. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E NORMATIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO E USO DO SOLO POR NECRÓPOLES

5.1 RESUMO

A legislação vigente sobre áreas de necrópoles é um instrumento indispensável na prevenção de impactos ambientais no território brasileiro. Este manuscrito realizou o levantamento e análise da legislação ambiental e normatização da instalação e uso do solo por necrópoles no Brasil, com o principal objetivo de identificar as leis vigentes nos estados brasileiros complementares à normativa federal e seus principais pontos discutidos para gestão dessas áreas como forma de aumentar a segurança ambiental. Este estudo foi realizado em abrangência nacional e em sistema árvore, considerando união, estados e capitais brasileiras. O desenvolvimento teórico deste estudo foi realizado por meio da análise sistemática da legislação específica sobre o licenciamento e uso do solo por necrópoles, identificando normativas adotadas pelos estados brasileiros complementares à CONAMA Nº 335/2003 e 368/2006. Considerando os resultados obtidos nessa pesquisa, pode-se observar pouco desenvolvimento dos estados na elaboração e publicação de normativas relacionadas ao licenciamento ambiental para aumentar a segurança ambiental em áreas de necrópoles. E avaliando por regiões, as regiões sul e sudeste apresentaram legislações específicas e também parâmetros ambientais para todos os estados, a região norte foi a que menos implementou normativas estaduais, seguida da região nordeste demonstrando uma baixa aderência pelos estados destas regiões.

Palavras-chave: Cemitério. impacto ambiental. políticas públicas.

5.2 ABSTRACT

The current legislation on necropolis areas is an indispensable instrument in the prevention of environmental impacts in the Brazilian territory. This manuscript performs a survey and analysis of environmental legislation and regulation of the installation and use of land by necropolises in Brazil, with the main objective of identifying the laws in force in the Brazilian states that complement the federal regulations and its main points discussed for the management of these areas as a way of increase environmental safety. This study was carried out nationwide and in a tree system, considering the Brazilian union, states and capitals. The theoretical development of this study was carried out through the systematic analysis of specific legislation on the licensing and use of land by necropolises, identifying regulations adopted by Brazilian states that complement CONAMA Nos. 335/2003 and 368/2006. Considering the results obtained in this research, it is possible to observe little development in the states in the elaboration and publication of regulations related to environmental licensing to increase environmental safety in necropolis areas.

Keywords: Cemeteries. environmental impact. public politics.

5.3 INTRODUÇÃO

Considerando que todo tipo de atividade ou empreendimento acarreta modificações ambientais, podendo ser de caráter irreversível ou temporário, cemitérios construídos inadequadamente podem provocar graves danos ao meio ambiente e à população. Problemas envolvendo contaminação do solo, lençol freático, poluição atmosférica pela liberação de gases; assim como, danos à saúde pública pela disseminação de doenças, são alguns dos impactos que podem ser observados em áreas de necrópoles (SOUZA, 2020).

Embora existam resoluções específicas que tratam desse tipo de uso, o acompanhamento e o controle pelo estado é dificultoso, tendo em vista que suas obrigações são passadas da federação para o estado, e este passa para o município, que nem sempre possui uma equipe especializada para acompanhar o processo. Essa situação contribui para que os cemitérios constituam uma das grandes fontes de problemas de ordem socioambiental, caso estes não estejam devidamente instalados e gerenciados (PACHECO, 2007; NASCIMENTO, 2018).

Nesse contexto, há um agravante, pois os cemitérios passaram a ocupar o centro das cidades devido à urbanização acelerada e desordenada pelas quais estas passaram. No Brasil, a legislação que proibia sepultamentos próximos às cidades aconteceu em 1828, no qual insistia na edificação de necrópoles fora da cidade e incumbia às Câmaras Municipais a responsabilidade pelas questões de saúde pública (PINHEIRO, 2018).

No Brasil, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, reconhece os cemitérios como uma fonte potencial de contaminação e, para tratar do assunto, dispõe de duas Resoluções sobre o Licenciamento Ambiental de cemitérios, a Resolução CONAMA 335 de 2003 e CONAMA 368 de 2006. Os órgãos estaduais podem também criar novas exigências complementares como forma de aumentar a segurança ambiental no processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 2003).

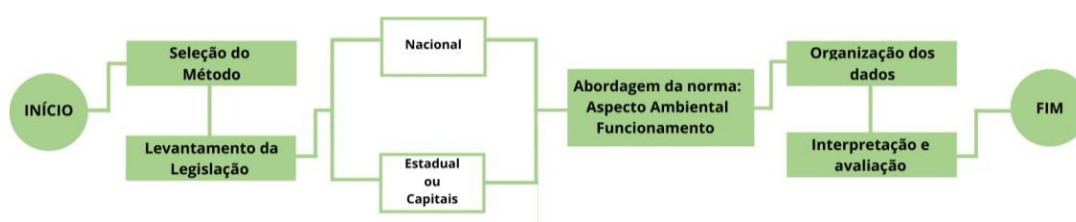
Considerando a relevância social de áreas ocupadas por cemitérios e como esses espaços apresentam a necessidade de monitoramento contínuo do solo, águas superficiais e nível freático, e levando em conta que esses fatores podem sofrer com alterações e são sempre fontes potenciais de contaminação, é importante conhecer a legislação vigente sobre essas áreas e os principais fatores abordados para a prevenção de impactos ambientais.

Em função da problemática apresentada, o principal objetivo deste trabalho é realizar o levantamento das normativas a nível nacional e estadual em vigência no Brasil, a respeito do uso e ocupação do solo por necrópoles.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em abrangência nacional e em sistema árvore, considerando união, estados e capitais brasileiras. O desenvolvimento teórico deste estudo foi realizado por meio da análise sistemática da legislação específica sobre o licenciamento e uso do solo por necrópoles, identificando normativas adotadas pelos estados brasileiros complementares à CONAMA Nº 335/2003 e 368/2006, conforme framework metodológico que segue na Figura 4.

Figura 4. Framework metodológico



Fonte: Adaptado de Lukosevicius et al., (2018)

Para realização da pesquisa primeiramente foi feita uma busca das legislações, fez-se uso de sítios eletrônicos de entidades públicas oficiais e legislações nacionais e estaduais vigentes sobre o assunto abordado. Para uma melhor visualização dos dados levantados, os estados foram agrupados por regiões.

Para os estados que não instituíram legislação a respeito do tema foi utilizado como parâmetro a legislação utilizada na capital do estado. Outro fator importante foi a identificação dos principais aspectos discutidos pelas normas elencadas para gestão dessas áreas como meio de aumentar a segurança sanitária e ambiental. Assim, buscou-se averiguar o nível de delimitação e discriminação dos critérios para instalação e uso em áreas de necrópoles sob os aspectos: solos (S), lençol freático (LF), águas superficiais (AS), relevo e topografia (RT), vegetação (VG), proximidade com a população (disposição territorial) (POP), resíduos gerados (RES), sistema de drenagem (SD).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A legislação mais recente que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios e aspectos construtivos no Brasil é a Resolução nº 335 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, datada de 3 de abril de 2003 (Quadro 1). Essa resolução traz aspectos importantes a serem seguidos durante as fases do licenciamento de necrópoles, destacando-se a necessidade da área ser constituída por materiais com coeficientes de permeabilidade variando entre 10⁻⁵ e 10⁻⁷ cm/s, demonstrando uma preocupação sobre a percolação de materiais oriundos da decomposição de corpos (BRASIL, 2003).

Quadro 1. Legislação Federal sobre áreas de necrópoles

INSTRUMENTO	DISPOSIÇÃO	ASPECTO AMBIENTAL
Resolução CONAMA Nº 335/2003	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.	Solos (S), Lençol freático (LF), Relevo e topografia (RT), Águas superficiais (AS), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES).
Resolução CONAMA Nº 368/2006	Altera dispositivos da Resolução no 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios	Águas superficiais (AS), Sistema de drenagem (SD), Solos (S), Lençol freático (LF),
Resolução CONAMA Nº 402/2008	Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335	Proximidade com a população (disposição territorial) (POP)

Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*).

Fonte: Autor, 2021.

Sequencialmente foi publicado, em 28 de março de 2006 (Quadro 1), a Resolução CONAMA nº 368, que altera dispositivos da Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003, no qual entra em vigor 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.

Outro ponto importante a se destacar é a proibição da instalação de cemitérios em áreas de preservação permanente ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária (BRASIL, 2006).

Finalmente, a legislação passa por sua última atualização, no ano de 2008 quando foi publicada a resolução 402 que altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, estabelecendo um prazo para adequação dos cemitérios existentes pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente até dezembro de 2010, e estabelecendo a obrigatoriedade de medidas de recuperação de áreas atingidas e indenização de possíveis vítimas devem ser incluídas no processo de licenciamento ambiental.

A partir da análise das normatizações estaduais, considerando a região nordeste, que apresenta a maior quantidade de estados do Brasil, (Quadro 2) verificou-se que apenas os estados de Sergipe e Paraíba implementaram legislação sobre áreas de necrópoles.

Quadro 2. Política e sistemas estaduais para áreas de necrópoles na região Nordeste

UF REGIÃO NORDESTE	INSTRUMENTOS	ASSUNTO	ASPECTO AMBIENTAL
Alagoas	Lei nº 3.538, de 23 de dezembro de 1985. Lei municipal nº 5.593, de 08 de fevereiro de 2007	Funcionamento Parâmetros Ambientais	R.T.
Bahia	Decreto nº 11.301 de 02 de maio de 1996	Funcionamento	-
Ceará	Lei de nº 5.530, de 17 de dezembro de 1981	Parâmetros Ambientais	R.T., A.S., L.F., S.D.
Maranhão	Lei de Nº 3959 de 26 de abril de 2001	Funcionamento	-
Paraíba*	Resolução AGEVISA Nº 1 de 04 de junho de 2008	Funcionamento	-
Pernambuco	Decreto nº 33.037 de 30 de outubro de 2019	Funcionamento	-
Piauí	Lei complementar nº 4.729, 10 de junho de 2015	Parâmetros Ambientais	R.T, L.F., A.S.
Rio Grande Norte	Lei orgânica do município de Natal – RN	Funcionamento	-

Sergipe*	Resolução CEMA Nº 33/2014 de 25 de julho de 2014.	Parâmetros Ambientais	A.S., L.F., S.D., V.G., S.
-----------------	---	-----------------------	-------------------------------

Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*).

Fonte: Autor, 2021.

O estado de Sergipe, a partir da Resolução CEMA Nº 33/2014, se destaca por apresentar uma legislação mais criteriosa para o licenciamento de cemitérios em nível estadual. Nessa resolução é possível identificar parâmetros ambientais de operação e funcionamento que deixam os critérios de licenciamento mais restritivos. Ademais, a data de sua publicação (2014), posterior à publicação das normativas CONAMA, demonstra uma preocupação na gestão de áreas de necrópoles.

Ainda sobre os resultados obtidos do levantamento das resoluções da região nordeste (Quadro 2), cabe destacar negativamente os estados do Maranhão e Rio Grande do Norte. Nesse caso, os estados supracitados não apresentaram norma estadual e as normas adotadas nas respectivas capitais não apresentam parâmetros auxiliares à legislação federal, indicando apenas restrições quanto ao tamanho das áreas utilizadas para locação de cemitérios.

Na região Norte (Quadro 3) apenas o estado do Amazonas possui legislação estadual para a gestão de áreas de necrópole elaborada pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM. Neste instrumento, dentre os inúmeros fatores abordados, cabe destacar medidas adicionais de impermeabilização que deverão ser adotados, de maneira a impedir a percolação de possíveis contaminantes em direção ao nível freático, assunto que já havia sido levantado na resolução CONAMA nº 335 e que agora é trazido de forma completar a legislação federal pela portaria Nº. 149/2018, destacando a forma que os estados podem auxiliar na complementação de leis federais para a gestão de áreas cemiteriais.

Quadro 3. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Norte

UF REGIÃO NORTE	INSTRUMENTOS	ASSUNTO	ASPECTO AMBIENTAL
Acre	LEI Nº 1.809 de 30 de junho de 2010	Funcionamento	-
Amapá	Plano diretor de desenvolvimento urbano e ambiental de Macapá, 04 de fevereiro de 2004	Funcionamento	-

Amazonas *	Portaria IPAAM - Nº 149, 20 de dezembro de 2018	Parâmetros Ambientais	S.D., V.G., S., L.F.
Pará	LEI Nº 7.055, 30 de dezembro de 1977	Funcionamento	-
Rondônia	LEI Nº 53-A, 27 de dezembro de 1972	Parâmetros Ambientais	R.T, A.S, V.G.
Roraima	LEI Nº 926, de 29 de novembro de 2006	Funcionamento	-
Tocantins	LEI Nº 1.862, 24 de fevereiro de 2012	Funcionamento	-

Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*).

Fonte: Autor, 2021.

Na região Sul, apenas o estado do Paraná apresenta legislação que estabelece critérios e condições para o licenciamento de cemitérios no estado (Quadro 4). Outro fator importante sobre o levantamento da legislação da região sul são as datas de publicação das normas pela capital dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul que possuem diretrizes anteriores à resolução CONAMA. Em contrapartida, o estado do Paraná apresenta legislação estadual posterior à norma federal o que demonstra um fator de complementação e atualização ao que já foi proposto pela legislação federal pelo estado do Paraná.

Quadro 4. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Sul

UF REGIÃO SUL	INSTRUMENTOS	ASSUNTO	ASPECTO AMBIENTAL
Paraná*	Resolução SEMA Nº 2, 23 de março de 2009	Parâmetros Ambientais	S.D, V.G., S., L.F, A.S.
Rio Grande do Sul	LEI Nº 3433, de 6 de novembro de 1970	Parâmetros Ambientais	P.O.P., S., R.T., V.G.
Santa Catarina	LEI Nº 6.320, de 20 de dezembro de 1983 Decreto Nº 30.570, de 14 de outubro de 1986	Funcionamento Parâmetros Ambientais	R.T., R.E.S., L.F, V.G.,

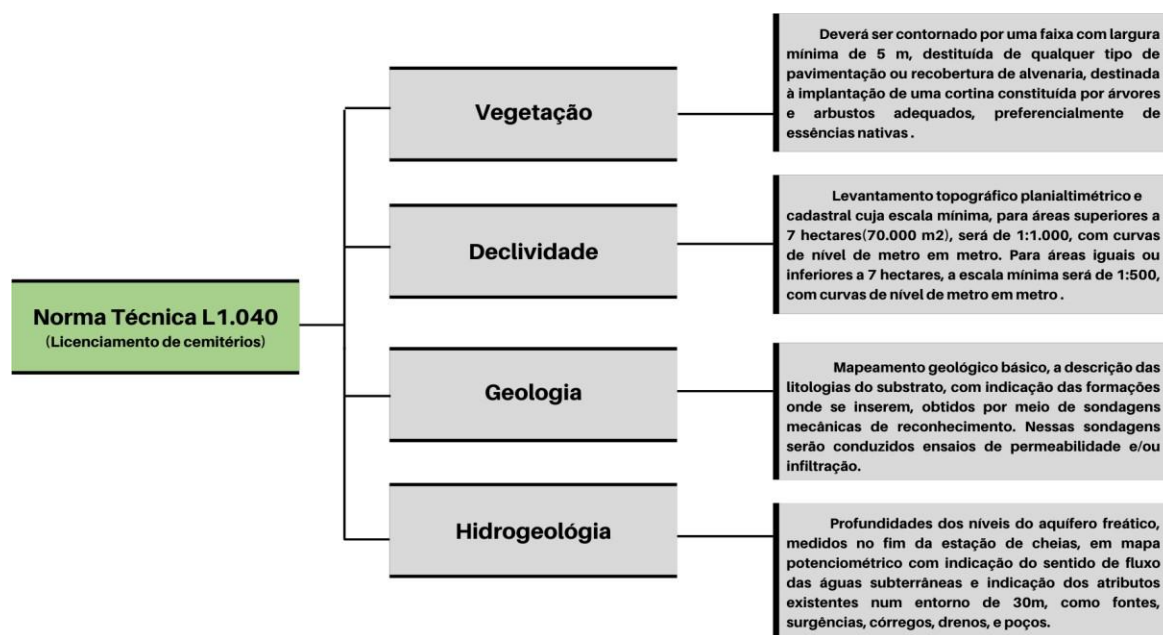
Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*).

Fonte: Autor, 2021.

A região sudeste (Quadro - 5), sendo a segunda menor região do país, tem na CETESB, do estado de São Paulo, o órgão de controle ambiental que é destaque em nível nacional. A CETESB dispõe da Norma Técnica L1.040 (de janeiro de 1999) que tem como objetivo estabelecer os requisitos e as condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento no subsolo, no que tange à proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas.

Para atingir o objetivo a L1.040 estabelece como requisito a consulta de documentos complementares e também traz as definições de termos importantes para a caracterização de áreas de necrópoles como essências nativas e necrochorume (material percolado). Entre os fatores de caracterização do meio físico (Figura 5) destacados pela L1.040 estão caracterização geográfica, caracterização geológica, caracterização hidrogeológica.

Figura 5. Fluxograma de temas abordados na norma técnica L1.04



Fonte: Autor, 2021.

Entre as condições gerais apresentadas e que vão de encontro ao objetivo de proteção e à preservação do ambiente, em particular do solo e das águas subterrâneas. A L1.040 estabelece que área-objeto deverá situar-se a uma distância mínima de cursos d'água (rios, riachos, córregos), bem como de corpos naturais ou artificiais (lagos, lagoas e reservatórios), de acordo com a legislação vigente. Estabelece também que os cemitérios deverão ser implantados onde as condições de fluxo do lençol freático não ensejem a deterioração das condições de potabilidade (Portaria 36/90 do Ministério da Saúde) pré-existent de captações de água subterrânea.

A L1.040 mesmo sendo anterior a normativa do CONAMA 335/2003, permanece sendo uma das legislações estaduais vigentes mais completas em termos técnicos na busca pela redução de impactos produzidos por necrópoles e demonstra a eficiência e a importância de um órgão estadual responsável pelo controle ambiental e a necessidade de normas técnicas para a implantação de empreendimentos com potencial poluidor.

Quadro 5. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Sudeste

UF REGIÃO SUDESTE	INSTRUMENTOS	ASSUNTO	ASPECTO AMBIENTAL
Espírito* Santo	Instrução Normativa Nº 00001/2017	Parâmetros Ambientais	S., A.S., S.D.
Minas Gerais	Lei Nº 20.017, de 05 de janeiro de 2012	Parâmetros Ambientais	L.F.
Rio de Janeiro	Decreto Nº 39.094 de 12 de agosto de 2014	Funcionamento	L.F, A.S, S.D., R.E.S.
	Resolução SMAC Nº 569 de 22 de agosto de 2014	Parâmetros Ambientais	
São Paulo*	Decreto Nº 12.342, de 27 de setembro de 1978 Norma Técnica L1.040 de janeiro de 1999	Parâmetros Ambientais	R.T., L.F, V.G., S., A.S., V.G.S., R.E.S.

Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*). **Fonte:** Autor, 2021.

Referente à região centro-oeste, constituída por três estados e o Distrito Federal, verificou-se que (Quadro 6) todos os estados apresentam resoluções posteriores à normativa do CONAMA 335/2006. Entretanto, apenas o Estado do Mato Grosso do Sul possui legislação em nível estadual estabelecendo as normas e procedimentos para o licenciamento ambiental.

O Distrito Federal tem a normativa estadual em vigor mais recente datada de 27 de março de 2020, que dispõe sobre a construção, o funcionamento, a utilização, a administração, a fiscalização dos cemitérios e a execução dos serviços funerários no Distrito Federal.

Quadro 6. Política e Sistema Estadual para áreas de necrópoles região Centro-Oeste

UF REGIÃO CENTRO- OESTE	INSTRUMENTOS	ASSUNTO	ASPECTO AMBIENTAL
Distrito Federal *	Decreto Nº 40.569, de 27 de março de 2020	Parâmetros Ambientais	R.T, L.F, A.S.
Goiás	Lei nº 2.813, de 10 de dezembro de 2019	Funcionamento	-

Mato Grosso	Legislação Urbana de Cuiabá 2004	Funcionamento	-
Mato Grosso do Sul*	Resolução SEMAGRO Nº 679, de 09/09/2019	Parâmetros Ambientais	S., R.T., L.F.

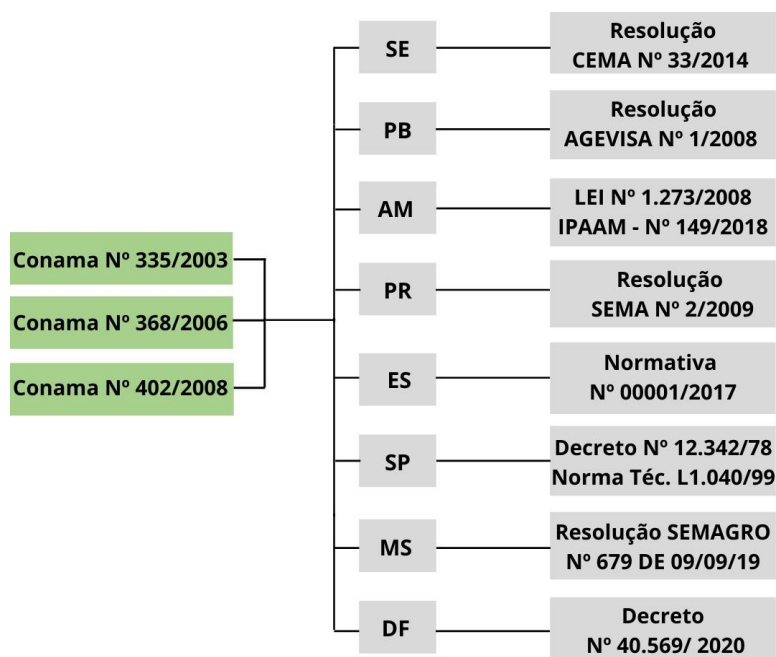
Legenda: Solos (S), Lençol Freático (LF), Águas Superficiais (AS), Relevo e Topografia (RT), Vegetação (VG), Proximidade com a população (disposição territorial) (POP), Resíduos gerados (RES), Sistema de Drenagem (SD), Legislação a nível Estadual (*).

Fonte: Autor, 2021.

Através do panorama construído por este estudo pode-se observar que houve pouco avanço nas publicações de normas estaduais relacionadas a licenciamento ambiental de cemitérios após instituição das normas do CONAMA. Esse cenário evidencia que a resolução CONAMA 335 e 368 são os únicos instrumentos seguidos pela maior parte dos estados brasileiros, e que a legislação vigente mesmo necessitando de uma complementação por parte dos estados atua como única normativa sobre áreas cemiteriais.

Dentre os estados brasileiros é possível perceber que em sua maioria necessitam da elaboração de normas específicas sobre áreas de necrópoles, uma vez que apenas 7 (sete) estados (Sergipe, Paraíba, Manaus, Paraná, Espírito Santo, São Paulo, Mato Grosso do Sul) e o Distrito Federal possuem uma legislação sobre essas áreas. Ademais, esses estados se destacam por essas ações de proteção e conservação do meio ambiente no processo de licenciamento ambiental dessas áreas (Figura 6).

Figura 6. Fluxo de normativas estaduais complementares ao CONAMA



Fonte: Autor, 2021.

Considerando em uma escala temporal as normatizações estaduais sobre áreas de necrópoles, podemos observar que apenas uma, a do estado de São Paulo, é anterior à resolução CONAMA. Essa particularidade demonstra que, em sua maioria, as normativas estão sendo adotadas como meio de complementação a normativa federal instituída, buscando uma proteção às condições do meio ambiente e a paisagem urbana.

Outro fator importante a se destacar é que a maioria dos estados brasileiros não possuem uma legislação específica em complementação a normativa federal, para esses estados foi adotado como parâmetro de investigação da legislação vigente na capital do estado sobre áreas de necrópoles. A partir da metodologia empregada obteve-se como resultado a formação de um panorama nacional, abrangendo os estados que utilizam apenas as resoluções CONAMA nº 335 e 368 como orientação para a implantação e uso solo por cemitérios, onde também foram identificados os estados que implementaram normativas complementares a CONAMA, na gestão de áreas cemiteriais.

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento dos espaços ocupados por necrópoles, ainda precisa ser efetivamente realizado e acatado pela legislação brasileira. É necessário que os estados implementem normativas complementares à CONAMA, contribuindo preventivamente na redução de impactos ambientais produzidos por áreas cemiteriais. Os estados que possuem legislação complementar à norma federal se destacam por apresentarem um maior detalhamento no processo de licenciamento.

Avaliando por regiões, as regiões sul e sudeste apresentaram legislações específicas e também parâmetros ambientais para todos os estados em constando todos os parâmetros ambientais levantados neste estudo como: solos (S) , lençol freático (LF), águas superficiais (AS), relevo e topografia (RT), vegetação (VG), proximidade com a população (disposição territorial) (POP) , resíduos gerados (RES), sistema de drenagem (SD) evidenciando uma legislação eficiente na complementação da legislação federal, destacando parâmetros importantes e preventivos para a gestão de áreas cemiteriais. Já a região norte foi a que menos implementou normativas estaduais, seguida da região nordeste demonstrando uma baixa aderência pelos estados destas regiões.

Entre os parâmetros abordados pelas legislações estaduais levantadas por esta pesquisa, se destacam as medidas de proteção do nível freático em áreas de necrópoles, evidenciando a importância da consideração desse aspecto durante o processo de licenciamento ambiental de cemitérios, uma vez que em decorrência da atividade de sepultamento podem causar alterações e contaminação do lençol freático através do produto da coliquação que é o líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos.

Apesar da evolução no ordenamento sobre áreas cemiteriais e uso do solo, a legislação referente ao gerenciamento ambiental em necrópoles tem baixa aderência e desenvolvimento por parte dos estados na elaboração e publicação de normativas relacionadas ao licenciamento ambiental, vulnerabilizando a segurança ambiental em áreas de necrópoles.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Portaria IPAAM - Nº 149, dispõe os procedimentos específicos para as licenças e autorizações ambientais estaduais, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento e, ainda, a compatibilização do processo de licenciamento, 2018.

BELÉM. Lei nº 7.055, dá nova redação ao código de Posturas do Município de Belém, 1977.

BOA VISTA. Lei Nº 926, dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano do município de Boa Vista e dá outras providências, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 335, de 03 de 2003. Brasília: CONAMA, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 368, de 28 de 2006. Brasília: CONAMA, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 402, de 17 de 2008. Brasília: CONAMA, 2008.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá - Legislação Urbana de Cuiabá, IPDU – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano, 2004.

DISTRITO FEDERAL. Decreto Nº 40.569, dispõe sobre a construção, o funcionamento, a utilização, a administração, a fiscalização dos cemitérios e a execução dos serviços funerários no Distrito Federal, 2020.

ESPIRITO SANTO. Instrução Normativa Nº 00001, dispõe sobre o licenciamento ambiental e estudos ambientais a serem apresentados quando do requerimento de licença, para a atividade de cemitério, 2017.

FORTALEZA. Lei Nº 5530, dispõe sobre o código de obras e posturas do município de Fortaleza e da outras providências, 1981.

GOIÂNIA. Lei nº 2.813, dispõe sobre o Funcionamento, Administração, os Serviços e a Fiscalização dos Cemitérios Municipais e dá outras providências, 2019.

LUKOSEVICIUS, A. P.; MARCHISOTTI, G.G.; SOARES, C.A.P, Framework Metodológico para Estudos de caso em Administração, Revista Eletrônica de Administração, v. 16, n.2, p. 256-276, Jul-Dez 2017

MACAPÁ. Plano diretor de desenvolvimento urbano e ambiental de Macapá, IBAM, 2004.

MACEIÓ. Código de Urbanismo e Edificações do município de Maceió, Nº 5.593, de 08 de fevereiro de 2007.

MACEIÓ. Norma Municipal nº 1985, altera o código de posturas de Maceió, instituída pela Nº 2.585, 1979.

MATO GROSSO DO SUL. Resolução SEMAGRO Nº 679, estabelece normas e procedimentos para o licenciamento ambiental estadual, e dá outras providências, 2019.

MINAS GERAIS. Lei Nº 20.017, dispõe sobre condições sanitárias e ambientais para sepultamento no Estado, 2012.

NASCIMENTO, F. L.; SENHORAS, E. M.; FALCÃO, M. T., Necrópoles e os Impactos Ambientais: Cemitério Público Municipal, Boa Vista-RR, Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, v. 4, n. 2, p. 236-256, jul./dez. 2018.

NATAL. Lei orgânica do município de Natal/RN, 1990.

PALMAS. Lei Nº 1.862, dispõe sobre o sistema funerário municipal, implantações e normatizações de cemitérios públicos, cemitérios particulares, crematórios e o fundo municipal de cemitério, e dá outras providências, 2012.

PARAÍBA, Resolução AGEVISA nº 1 Dispõe sobre a regulamentação, no Estado da Paraíba, para o funcionamento de empreendimentos públicos ou de iniciativa privada destinados a inumação de corpos humanos, denominados como parques, jardins, campo santo ou simplesmente cemitérios e aprova roteiro de inspeção, 2008.

PARANÁ. Resolução SEMA Nº 2, dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios, estabelece condições e critérios e dá outras providências, 2009.

PINHEIRO, Tháís Moraes, Contaminação Ambiental causada pelo Necrochorume Proveniente de Cemitérios, Revista INOVAE, v.6, JAN-DEZ, 2018 - pág. 145-171.

PORTO ALEGRE. Lei Nº 3433, estabelece as condições técnicas para a implantação de cemitérios no município, 1970.

PORTO VELHO. Lei nº 53-A, institui o Código de Posturas do Município de Porto Velho e dá outras providências, 1972.

RECIFE. Decreto nº 33.037, Regulamenta a Lei nº 15.645, de 19 de junho de 1992 e Dispõe sobre uso e regulamentação de cemitérios na cidade do Recife, 2019.

RIO DE JANEIRO. Decreto Nº 39.094, institui o Regulamento Cemiterial e Funerário do Município do Rio de Janeiro, mediante disciplina da legislação local acerca dos cemitérios e da execução dos serviços funerários da Cidade e dá outras providências, 2014.

RIO BRANCO. Lei Nº 1.809, disciplina e estabelece as normas para prestação dos serviços de cemitério e serviços funerários no âmbito do Município de Rio Branco e dá outras providências, 2010.

SALVADOR. Decreto Nº 11.301, dispõe sobre as normas que o regulamentam o funcionamento dos cemitérios da prefeitura no município do Salvador e dá outras providencias, 1996.

SANTA CATARINA. Decreto Nº 30.570, dispõe sobre Cemitérios e Afins, 1986.

SÃO LUIS. Lei Nº 3959, dispõe sobre a política de proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente e dá outras providências, 2001.

SÃO PAULO. Decreto Nº 12.342, dispõe sobre normas de promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde. 1978.

TERESINA. Lei Complementar Nº 4729, dispõe sobre o Código de Obras e Edificações de Teresina e dá outras providências, 2015.

RIO DE JANEIRO. Resolução SMAC Nº 569, dispõe sobre procedimentos do Licenciamento Ambiental Municipal de cemitérios na Cidade do Rio de Janeiro. 2014.

SANTA CATARINA. Lei Nº 6.320, dispõe sobre normas gerais de saúde, estabelece penalidades e dá outras providências, 1983.

SÃO PAULO. Norma Técnica L1.040, dispõe sobre a Implantação de cemitérios, 1999.

SERGIPE. Resolução CEMA N° 33/2014, dispõe sobre o licenciamento ambiental e regularização de cemitérios, estabelece condições e dá outras providências, 2014.

SOUZA, M. R. R.; CAVALCANTE, K. L., Estudo do cumprimento da Legislação Ambiental em um Cemitério da cidade de Senhor do Bonfim-BA, Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v.13, n. 50, p. 1-13. Mai. 2020.

6. CAPÍTULO II. USO DO SOLO E DIAGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL DA ATIVIDADE CEMITERIAL NA ZONA URBANA DE TERESINA-PI

6.1 RESUMO

O principal resíduo líquido gerado a partir da atividade cemiterial é o necrochorume, considerado como um contaminante e seu movimento no solo deve ser investigado antes da construção do cemitério. A partir dessa preocupação, esta pesquisa teve como objetivo compreender o uso do solo por necrópoles urbanas em Teresina e as possíveis alterações no solo decorrentes das atividades de cemiteriais à luz da legislação que regula o comportamento de qualidade ambiental desse uso. Para a realização do estudo foram selecionados os Cemitério Areias, Dom Bosco, São José e Jardim da Ressurreição, de domínio público e privadas, de formato (estrutura) tradicional ou Parque, ativa ou inativa, sendo todas situadas sob diferentes zonas de Teresina. Para as análises, foram realizadas coletas de solo para verificação dos atributos químicos (Ph, Ca, Mg, Na, K, (H+Al), Al, S, T, V, m, PST, P, C, N, C/N, M.O., CE, Cl, COT, $\delta^{13}C$) e físicos do solo (Composição Granulométrica, Classificação, Grau de Floculação, D, Densidade de Partícula). Entre os resultados obtidos por esse estudo, é possível perceber baixa ou nenhuma influência da atividade de necrópoles sobre os valores encontrados, destaca-se a ausência de valores referência na resolução 420/2009 do CONAMA que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas, entre estas, destaca-se pontos importantes como os valores de K, Cl e Na, e diretrizes para avaliar e monitorar a capacidade tampão do solo em áreas de necrópoles.

Palavras-chave: Contaminação do solo. necrochorume. necrópoles.

6.2 ABSTRACT

The main liquid waste generated from the cemetery activity is necroslurry, considered as a contaminant and its movement in the soil must be investigated before the construction of the cemetery. From this concern, this research aimed to understand the use of land by urban necropolises in Teresina and the possible changes in the soil resulting from the activities of cemeteries in light of the legislation that regulates the behavior of environmental quality of this use. To carry out the study, Cemitério Areias, Dom Bosco, São José and Jardim da Ressurreição were selected, in public and private domains, with traditional or Park format (structure), active or inactive, all located under different zones of Teresina, to the analyses, soil collections were carried out to verify the chemical and physical attributes of the soil. Among the results obtained by this study, it is possible to notice little or no influence of the activity of necropolises on the values found, the absence of reference values in CONAMA resolution 420/2009, which provides for criteria and guiding values for soil quality, stands out. regarding the presence of chemical substances and establishes guidelines for the environmental management of areas contaminated by these substances as a result of anthropogenic activities, among these, the values of K, Cl and Na stand out, as well as guidelines for evaluating and monitoring the buffer capacity of soil in areas of necropolises.

Keywords: Soil contamination. necrochorume. necropolises.

6.3 INTRODUÇÃO

As atividades cemiteriais datam desde a idade média onde os corpos eram enterrados próximos às igrejas, contudo, por questões sanitárias e de saúde pública passou-se a enterrar longe dos centros urbanos, visto que, durante o processo de decomposição dos corpos surge o necrochorume, causando a liberação de odores (THOMPSON, 2015; AVILA, 2016), contaminação de solos, podendo alcançar o nível freático por lixiviação e consequentemente alterar significativamente as propriedades da água, tornando-a imprópria (UCKER, 2019).

Assim, o principal resíduo líquido gerado a partir da atividade cemiterial, o necrochorume, de caráter líquido viscoso, é composto principalmente por água, sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis. Este líquido possui coloração castanho-acinzentada, odor forte e ainda variável teor de patogenicidade, apresentando assim risco à saúde pública e ao meio ambiente (ZANATO, 2016), sendo, portanto, considerado como um contaminante e seu movimento no solo deve ser investigado antes da construção do cemitério (CARNEIRO, 2008), assim como as características físico-estruturais desse solo suporte.

Considerando que o solo é composto por três camadas que estão subdivididas em zonas, sendo a zona não saturada, que é uma região mais seca, a franja capilar que é a transição entre a zona não saturada e a zona saturada, a zona saturada é a camada abaixo da zona não-saturada com poros ou fraturas totalmente preenchidos por água é uma região mais encharcada e onde ficam localizados os lençóis freáticos, os processos de interceptação, adsorção e biodegradação de contaminantes geralmente continuam nesta zona, porém com velocidades de percolação muito menores (CAMPOS, 2007).

Em áreas de cemitérios, a zona não-saturada do solo é a faixa mais importante da defesa contra o transporte dos produtos da decomposição aos aquíferos, que funciona como filtro e absorvente e pode reduzir as concentrações de alguns microrganismos e elementos da decomposição que ocorrem durante a putrefação de cadáveres humanos, pois aumenta a oportunidade de atenuação de infiltração durante a putrefação de cadáveres humanos (CAMPOS, 2007).

Desta forma, a presença de níveis de algum elemento ou substância que alterem componentes bióticos, comprometendo sua funcionalidade e sustentabilidade representa a poluição do solo. Em vista dos impactos ambientais que os cemitérios podem causar, no Brasil foram promulgadas as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõem sobre o licenciamento ambiental de necrópoles (CECCONELLO, 2019) e impulsiona

a adoção de equipamentos e tecnologias eficientes no processo de sepultamento, visando diminuir a geração de poluentes e impactos negativos (FERREIRA, 2020).

Nesse sentido, esse estudo teve como objetivo avaliar o comportamento do solo sob uso cemiterial em zona urbana da cidade de Teresina, considerando a análise situacional de possíveis alterações no solo decorrentes das atividades de necrópoles.

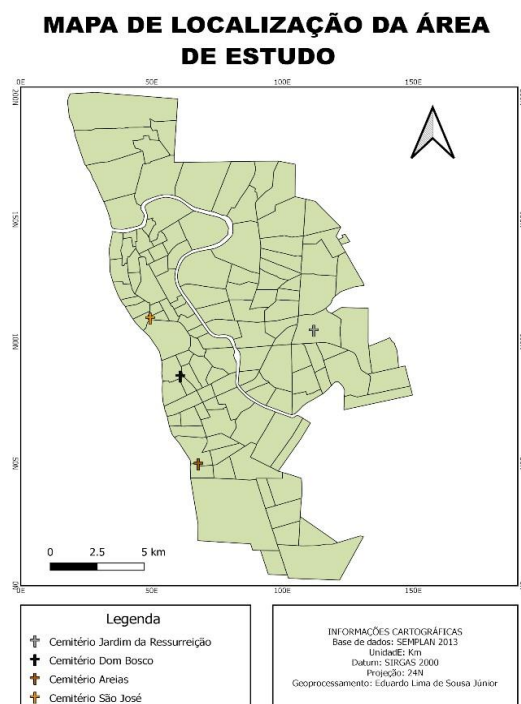
6.4 MATERIAL E MÉTODOS

6.4.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na cidade de Teresina capital do estado do Piauí, a cidade tem as seguintes coordenadas geográficas latitude de 05°05'20 Sul e longitude de 42°48'07 Oeste, Teresina fica localizada no Centro-Norte do Estado, a 366 km do litoral. A cidade possui 1.391,046 km² de extensão e 830 mil habitantes (SEMPPLAN, 2016).

A área de pesquisa deste estudo é constituída por quatro cemitérios localizados em zona urbana da cidade, entre eles o cemitério São José (5° 4'48.19"S e 42°49'14.81"W), Cemitério Dom Bosco (5°6'35.54"S e 42°48'22.49"W), Cemitério Areias (5°9'18.31"S e 42°47'50.69"W), Cemitério Jardim da Ressurreição (5°5'9.88"S e 42°44'32.16"W) (Figura 7).

Figura 7. Localização dos cemitérios alvo deste estudo



Fonte: Autor, 2021.

Para a escolha destes foram utilizados critérios como estarem localizados em zonas diferentes da cidade, de domínio público e privado, o tipo de cemitério entre tipo parque e cemitérios do tipo tradicional, cemitério em funcionamento e desativados (Quadro 7).

Quadro 7. Características das necrópoles selecionadas para o estudo

Nome do Cemitério	Domínio do empreendimento	Zona de localização	Status de funcionamento	Modelo do empreendimento
Cemitério Areias (CEMA)	Público	Zona Sul	Inativo	Tradicional
Cemitério Dom Bosco (CEMDB)	Público	Zona Central	Ativo	Tradicional
Jardim da Ressurreição (CEMJR)	Privado	Zona Sudeste	Ativo	Parque ou jardim
Cemitério São José (CEMSJ)	Público	Zona Central	Ativo	Tradicional

Fonte: Autor, 2021

6.4.2 Procedimentos metodológicos

Com o intuito de identificar possíveis problemáticas ambientais foram realizadas coletas de solo na área de estudo para análises dos atributos químicos (Ph, Ca, Mg, Na, K, (H+Al), Al, S, T, V, m, PST, P, C, N, C/N, M.O., CE, Cl, COT, $\delta^{13}C$) e físicos do solo (Composição Granulométrica, Classificação, Grau de Floculação, D, Densidade de Partícula), para isso foram selecionados pontos representativos em cada cemitério levando em consideração a declividade do terreno, utilizando a metodologia de SILVA et al. 2018, assim, foram selecionados nove pontos representativos com coordenadas geográficas determinadas, onde foram coletadas amostras superficiais de 0,0 - 0,20m.

Para análise do perfil de profundidade foi determinada a coleta de amostras de 1 ponto distinto no interior dos cemitérios, delimitando o intervalo de repetição de 0,20m entre as coleta de material, essa coleta de amostras a cada 0,20m foi repetida até o alcance da profundidade de no máximo dois metros.

As amostras foram acondicionadas em eppendorf e identificadas ponto de amostragem e a profundidade da coleta e enviadas para o Centro de Isótopos Estáveis Prof. Dr. Carlos Ducatti – CIE de São Paulo para a realização de análises do Carbono ($\delta^{13}C$) para verificação do

comportamento químico-estrutural do solo em áreas de uso cemiterial, e verificação do comportamento de enriquecimento das mesmas em perfil de profundidade.

A análise da razão isotópica é realizada por espectrometria de massa de razão isotópica por fluxo contínuo (CF-IRMS) utilizando interface ConFlo para os gases e analisador elementar orgânico por combustão (EA). Os valores da razão isotópica são expressos em notação delta (δ) em (‰), a partir dos padrões internacionais. A incerteza dos resultados para $\delta^{13}\text{C}$ é de 0,2‰.

As amostras 0,0 - 0,20 m. coletadas, foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas ponto de coleta e área de pesquisa, e enviadas para o laboratório da FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, cooperada da Universidade Federal do Ceará, onde foram realizadas análises dos atributos físicos e químicos do solo, conforme Embrapa (2017).

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 1. Atributos químicos do solo das áreas de necrópoles urbanas de Teresina, Piauí.

Nº	Identificação	profundidade	pH	Ca	Mg	Na	K	(H+Al)	Al	S	T	V	m	PST	P	C	N	C/N	M.O.	CE	Cl
				(Cmolc/kg)								(%)			mg/kg	g/kg	g/kg		g/kg	dS/m	mg.L-1
1	C.S.J	0.30	7,3b	3,30a	0,40a	0,07a	0,04b	0,50a	0,00a	3,8a	4,3 ^a	88b	0a	2a	35ab	2,82a	0,29a	10a	4,86a	0,38a	20,19b
2	C.S.J	2.10	7,8a	3,40a	0,40 ^a	0,06a	0,07a	0,00b	0,00a	3,9a	3,9b	100a	0a	2a	30b	1,32b	0,13b	10a	2,28b	0,34a	22,35a
3	C.D.B	0.30	7,8a	1,40b	0,60b	0,06	0,08b	0,00a	0,00a	2,1b	2,1b	100a	0a	3ab	5a	0,48a	0,05a	10a	0,83a	0,20a	14,25a
4	C.D.B	1.57	7,7a	2,40a	0,70 ^a	0,08ab	0,13a	0,00b	0,00a	3,3a	3,3 ^a	100a	0a	2b	5a	0,24b	0,02b	12ab	0,41b	0,20a	13,11b
5	C.A	0.30	6,5b	1,30a	0,30b	0,08b	0,18a	0,99a	0,05b	1,9b	2,9b	65b	3a	3a	20a	2,46a	0,25a	10a	4,24a	0,18b	28,12b
6	C.A	0.70	7,0a	1,20a	0,40 ^a	0,09ab	0,16b	0,90a	0,10a	2,1ab	3,1 ^a	70ab	3a	3a	20a	1,23b	0,18b	10a	2,32b	0,21ab	32,11a
7	C.JR	0.30	7,0a	2,80a	0,40 ^a	0,06a	0,04b	0,00a	0,00a	4,1a	4,3a	88ab	0a	2b	35a	2,82a	0,29a	10a	4,86a	0,35ab	11,23a
8	C.JR	1.45	7,1a	2,20b	0,40 ^a	0,06a	0,05a	0,00a	0,00a	3,2b	3,9b	80b	0a	3ab	38a	1,32b	0,13b	10a	2,28b	0,30b	10,15b

Legenda: C.S.J – Cemitério São José, C.D.B. – Cemitério Dom Bosco, C.A. – Cemitério Areias, C.J.R. – Jardim da Ressurreição

Fonte: Autor, 2021

pH

Considerando os níveis de acidez do solo, os valores de pH (Tabela 1) no Cemitério São José variaram de 7,3 superficial (praticamente neutro) a 7,8 subsuperficial (moderadamente alcalino), no Cemitério Areias os valores variam de 6,5 superficial a 7,0 subsuperficial, demonstrando uma tendência ao longo do perfil em profundidade saindo de um pH moderadamente neutro, na análise superficial para um pH considerado neutro na análise subsuperficial do cemitério, ressaltando que para a literatura, solos com pH em média 6,5 já se enquadram como solos básicos à neutros, o que confere maior qualidade para povoamento e manutenção de microrganismos. Entre os cemitérios Dom Bosco (Moderadamente alcalino) e Jardim da Ressurreição, praticamente neutro o pH, não houve diferença significativa em ambas as profundidades sendo considerados estatisticamente iguais.

Em se tratando dos valores de pH, é necessária atenção em ambiente de necrópoles, pois segundo a FUNASA et al. 2007, os vírus são mais persistentes em solos com pH próximo a neutro. Portanto, solos com alto teor de umidade e levemente alcalinos são os mais favoráveis para a sobrevivência dos microrganismos. Üçisik et al. (1998) destaca que vários organismos no solo são conhecidos por sobreviver melhor em uma faixa de pH de 6-7 e morrer mais rapidamente em condições de solo mais ácidas. Nesse sentido, é válida a preocupação com a proliferação de microrganismos no solo em ambiente de necrópole.

Segundo Bacigalupo et al. 2010, o necrochorume é o principal responsável pela poluição ambiental causada pelos cemitérios, podendo conter quantidades elevadas de diferentes tipos de bactérias e muitos tipos de vírus causadores de doenças que podem ser veiculadas por via hídrica. Segundo Braz et al. 2000 o processo de decomposição de cadáveres pode ser de duas ordens: destrutivos e conservativos. Dentre os fenômenos destrutivos, tem-se a putrefação, que se caracteriza pela atuação de vários microrganismos, principalmente as enterobactérias, que são as iniciadoras do processo. Já os fenômenos conservativos, mumificação e saponificação são aqueles ligados ao tipo de ambiente em que são sepultados os corpos. Assim, em conjunto com a ação microbiana agem determinados fatores ambientais tais como temperatura e umidade.

Por outro lado, baixos valores de pH podem indicar a capacidade de condução de poluentes que tendem a possuir elevadas concentrações de metais (FORNASIER et al., 2018; BARGRIZAN et al., 2018; apud SANTOS, 2018). Sendo um dos parâmetros mais importantes a ser considerado, o pH pode influenciar desde o desenvolvimento das plantas ao transporte de contaminantes. Destaca-se que os resultados obtidos através da análise de pH do solo nos

quatro cemitérios possuem resultados semelhantes, não demonstrando indicações de condução de poluentes.

Ca e Mg

Os resultados de Ca obtidos demonstraram, que todos os cemitérios estudados apresentam teores considerados entre baixas e médias concentrações de Ca segundo valores estabelecidos pela EMBRAPA (2020), e entre as áreas investigadas destaca-se que os Cemitérios São José e Areias, apresentaram resultados estatisticamente iguais em ambas as profundidades. Já o cemitério Dom Bosco, o Ca na amostra subsuperficial apresenta valor superior ao superficial e no Jardim da Ressurreição o Ca superficial é superior ao subsuperficial. A concentração de cálcio no solo ocorre por meio da decomposição dos ossos e dos dentes dos cadáveres (KEMERICH, 2013). Destaca-se que resultados comportamentais do Ca, evidenciaram não haver enriquecimento por ossos ou dentes de cadáveres nas amostras superficiais e subsuperficiais, podendo demonstrar a não dispersão de materiais resultantes do processo de sepultamento na área e também para possíveis comportamentos de contaminação da atividade cemiterial.

As concentrações de magnésio, demonstraram, que três dos quatro cemitérios estudados também apresentam baixos valores de concentração, considerados estatisticamente iguais em análise de profundidade. Enquanto o cemitério Dom Bosco a análise subsuperficial apresenta valor de 0,70 Cmolc/kg e superficial 0,60 Cmolc/kg valores estatisticamente iguais, logo, considerada uma faixa de teor de Mg Cmolc/kg média. Segundo Santos et al. 2018 o Ca e Mg se comportarem de forma semelhante no solo, as alterações que causam em sua estrutura ocorrem de forma distintas, como por exemplo, na adsorção do solo. Para Santos et al. 1995 solos com predominância de magnésio adsorvem mais sódio, e reduzem a condutividade hidráulica do solo.

Segundo Lopes et al. 1995 os solos geralmente contêm menos Mg que Ca, porque o Mg não é adsorvido tão fortemente pelas argilas e matéria orgânica e, consequentemente, mais sujeito à lixiviação. Destaca-se que a resolução 420/2009 do CONAMA não orienta valores para estes elementos, sendo eles indicadores de elevada capacidade de troca e enriquecimento do solo, destaca-se a importância do monitoramento das mesmas.

Cl

Entre os resultados das análises de Cl, destaca-se baixas variações no teor de concentração nos quatro cemitérios quando comparadas a amostra superficial e subsuperficial, sendo que a variação mais significativa ocorreu no cemitério Areias no qual a análise superficial foi registrado teor de concentração 28,12 mg.L⁻¹ e na subsuperficial 32,11 mg.L⁻¹.

Segundo Robinson et al. 1993, os íons cloreto têm grande poder de alterar a corrosividade do solo, por seu pequeno tamanho, sendo muito importante a determinação de sua quantidade no solo. Para Ferreira et al. 2005 a presença de íons cloreto favorece a diminuição do pH devido a formação do HCl, provocando fragilização por hidrogênio, diminuindo a resistividade e facilitando o fluxo de correntes que favorece o processo de corrosão. A resolução 420/2009 do CONAMA não orienta valores orientadores, para este elemento.

Na

As análises de sódio disponível (trocável), demonstraram, que todos os cemitérios estudados apresentam valores entre 0.06 Cmolc/kg e 0,09 Cmolc/kg de Na, entre as amostras superficiais e subsuperficiais, destaca-se o comportamento semelhante, apresentando valores estatisticamente iguais quando comparados os resultados entre amostras superficial e subsuperficial. Altas concentrações de sódio no solo podem ser prejudiciais para a vida vegetal e tóxicos para organismos vivos (MARCHUK, 2018; VESSEY et al., 2018).

Utilizando a como contraponto os resultados de Matias et al. 2020 que demonstra que a elevada concentração de sódio revela que os solos são mais suscetíveis a alterações em sua estrutura e aponta entre fatores que contribuem para o aumento da concentração de sódio no solo, e a elevada taxa de evapotranspiração mediante a taxa de precipitação na localidade, sendo uma característica das regiões áridas e semiáridas.

Considerando áreas sob uso de necrópole tem-se um possível alerta de risco pelo aumento do Na no solo, pois o elemento auxilia o processo de desagregação das partículas do solo, podendo ocasionar aceleração dos elementos estruturais dos sepulcros, gerando riscos de dispersão do material em decomposição. Destaca-se que a resolução 420/2009 do CONAMA não orienta valores para este elemento.

PST - Porcentagem Sódio Trocável

Para os resultados de PST, todos os cemitérios, em análise individual, apresentaram dados considerados estatisticamente iguais nas análises superficial e subsuperficial, apresentando baixos valores PST. Sendo classificados como Não-sódicos segundo a EMBRAPA, 2010 (Quadro 8).

Quadro 8. Classificação dos solos quanto à sodicidade em função da PST

Classe	PST
Não-sódicos	< 7%
Ligeiramente sódicos	7% - 10%
Mediamente sódicos	11% - 20%
Fortemente sódicos	21% - 30%
Excessivamente sódicos	> 30%

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2010, por Autor 2021

Destaca-se que segundo Matias et al. 2020 solos com elevado percentual de sódio trocável (PST), ou seja, que possuem razão entre a concentração de sódio trocável e a CTC superior a 15%, apresentam dispersão e instabilidade das partículas do solo, reduzindo a aeração, a infiltração de água e a condutividade hidráulica, além de aumentar a erosão hídrica, evidenciando assim que os valores inferiores a 7% de PST pelos quatro cemitérios alvo deste estudo são importantes indicadores da não ocorrência de alterações no solo decorrentes da atividade cimiterial, pois quanto maior o valor da PST, maior é o perigo de degradação das propriedades físicas e químicas do solo.

Destaca-se que solos de regiões áridas e semiáridas podem apresentar acúmulo de sais e sódio trocável, que promove a degradação de algumas propriedades físicas do solo, reduzindo a infiltração da água (FREIRE, 2003). Para Pereira et al. 1985 a alta taxa de evaporação e baixa precipitação, associadas às características do material de origem e às condições geomorfológicas e hidrológicas, condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável, solos afetados por sais e sódio ocorrem principalmente em áreas planas, onde quase sempre a drenagem é deficiente.

K

Para as análises de K, todos os cemitérios apresentaram pequenas variações de concentrações nas diferentes profundidades comparadas. Entre as áreas analisadas destaca-se que a maior variação ocorreu no Cemitério Dom Bosco onde na amostra superficial 0,8

Cmolc/kg e na amostra subsuperficial 0.13 Cmolc/kg, e o maior valor de concentração de potássio foi registrado no cemitério Areias na amostra superficial com o valor de 0,18 Cmolc/kg. Segundo Sengik et al. 2003 o potássio no solo comporta-se como íon cátion monovalente e dessa forma poderá ser facilmente lixiviado, absorvido, fixado, adsorvido às argilas ou permanecer na solução do solo.

O potássio por ser bastante móvel no solo é facilmente lixiviado em solos com baixa CTC como por exemplo em solos arenosos. Seu teor no solo segundo a EMBRAPA, 2020, é considerado como baixo teor para valores de concentração de $K \leq 40$ Cmolc/kg. Destaca-se que a baixa movimentação do potássio, que é um elemento que tem como característica ser bastante móvel no solo, pode ser indicador da capacidade tampão do solo para outros elementos. Segundo Depizzol et al. 2016 o solo funciona como um filtro de impurezas, em razão da decomposição dos corpos que liberam diversos metais constituintes do organismo humano, destaca-se que a resolução 420/2009 do CONAMA não orienta valores de K, e nem diretrizes para avaliar e monitorar a capacidade tampão do solo em áreas de necrópoles.

S = Soma de bases trocáveis $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + (Na^{+})$

Para os valores de S, considerando a variação de profundidade nos cemitérios São José e Areias não houve diferença estatística entre os seus valores, diferente da comparação em profundidade dos demais, no qual no Jardim da Ressurreição houve uma perda no horizonte mais superficial para o mais profundo e no Cemitério Dom Bosco um incremento de bases com o aumento da profundidade, acompanhando o comportamento dos valores de bases ocorridos em cada área.

V = Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0

Entre os resultados das análises de V% a pH 7,0 observados destaca-se que o maior valor encontrado foi referente às análises realizadas no cemitério Dom Bosco, com valores homogêneos de 100% em ambas as análises. Segundo Brito et al. 2015 com o aumento no pH consequentemente a acidez potencial é reduzida, o alumínio tóxico passa para a forma insolúvel, aumenta a CTC do solo, diminui a lixiviação e aumenta a mineralização e a disponibilidade de nutrientes para as plantas que passam a ter um melhor desenvolvimento do sistema radicular.

Destaca-se que o cemitério Dom Bosco apresentou os maiores valores de pH (7,8 sup e 7,7 sub) entre os cemitérios alvo desta pesquisa. Segundo Ciotta et al. 2003, o grau de

decomposição da matéria orgânica no solo, pode influenciar no aumento nos valores da CTC a pH 7,0. A contribuição da matéria orgânica para CTC dos solos foi estimada entre 56 e 82 % da CTC de solos sob condições tropicais (RAIJ, 1981), o que favorece a retenção de cátions e diminui as perdas por lixiviação. Destaca-se que a resolução 420/2009 do CONAMA não orienta valores para este elemento, de relevante importância para o monitoramento do comportamento da CTC em áreas de necrópoles como método de avaliação e entendimento sobre o enriquecimento desses solos por bases e material depositado.

Segundo Lopes et al. 1995, em áreas menos intemperizadas os níveis de matéria orgânica são geralmente mais altos, e os valores de CTC podem ser mais altos. Os solos argilosos, com alta CTC, podem reter grandes quantidade de cátions contra o potencial de perda por lixiviação. Os solos arenosos com baixa CTC, retêm somente pequenas quantidades de cátions.

T = CTC potencial a pH 7,0

Através dos resultados das análises de T, nos 4 cemitérios observou-se uma homogeneidade nos resultados entre dois dos cemitérios avaliados, São José e o Jardim da Ressurreição ambos com valores T superficial de 4.3 e T subsuperficial de 3.9, que são valores considerados baixos. Uma baixa CTC indica que o solo possui pequena capacidade para reter cátions havendo, como consequência, maiores perdas por lixiviação (RONQUIM, 2010). Dentre os cemitérios estudados destaca-se que solo de três deles é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, extremamente profundo, apresentando baixa CTC, baixa atividade de argila e alta porosidade (MARQUES, 1999).

H+Al

Entre os resultados de acidez potencial apenas os cemitérios São José e Areias apresentaram valores representativos de H+Al, destaca-se que o cemitério Areias apresentou concentrações maiores em relação ao São José, com resultado superficial a 0,99 Cmolc/kg e subsuperficial a 0,90 Cmolc/kg demonstrando baixa variação quando comparado os resultados superficiais e subsuperficial, sendo considerados estatisticamente iguais. Segundo Prochnow et al. 2014 os solos podem diferenciar-se em acidez ativa e acidez potencial, isso está relacionado diretamente à capacidade tampão do solo.

Ressalta-se que a baixa variação nos resultados quando comparados superficial e subsuperficial das análises dos quatro cemitérios, demonstram a capacidade do solo de

estabilização de seus parâmetros sob efeito tampão do solo. Segundo Araújo et al. 2002 o comportamento de metais pesados em solos intemperizados, principalmente com relação à sua adsorção, e a identificação dos fatores que mais influenciam sua mobilidade e biodisponibilidade podem oferecer subsídios para a previsão de fitotoxidez e da possível contaminação do lençol freático por esses elementos.

Al

Entre os resultados de Al destaca-se que apenas o cemitério Areias apresentou valores representativos entre 0,05 c.molc/kg concentração considerada baixa, e na análise superficial e para a análise subsuperficial 0,10 c.molc/kg teor de concentração média de acordo com Villar et al. 2007. Segundo Brito et al. 2015, os solos tropicais apresentam características físicas, entre elas destaca-se os altos teores de alumínio trocável, deficiência em nutrientes. Isso é provocado, principalmente, pelo processo de formação do solo que, dependendo do material de origem do solo e intemperismo, promove as perdas de bases permanecendo apenas Al e H, resultando em solos pobres em nutrientes e com baixo pH, levando a uma baixa produtividade das culturas, referente a solos agrícolas, devido à alta concentração de Al e H.

A porcentagem de saturação por alumínio foi identificada apenas nas amostras superficial e subsuperficial do cemitério Areias, obtendo resultados homogêneos para ambas as profundidades a 3%. Segundo Baum et al. 2018 a saturação por alumínio é uma característica muito importante no que tange a capacidade de adsorção de metais no solo e a saturação por alumínio na CTC. A presença do alumínio na CTC indica que este metal está adsorvido por cargas negativas (PPI, 1998; ZAMBROSI et al., 2007), impedindo que outros cátions, como Cr, Cd, Pb e Cu, possam ficar adsorvidos nestas cargas.

Destaca-se que embora o Al seja um dos mais importantes parâmetros de avaliação e monitoramento de solos a Resolução CONAMA N°420/2009 que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, ainda não fixou valores de Al, em solos do país.

P

A partir dos resultados obtidos nas análises de fósforo, destaca-se que os quatro cemitérios estudados apresentaram resultados estatisticamente iguais nas amostras superficiais

e subsuperficiais demonstrando pouca movimentação de P em perfil de profundidade. Segundo Pereira et al. 2009 o fósforo é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua “fixação” pelos minerais da argila, e esse elemento tem presença relevante nos solos tropicais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio, com os quais o P tem grande afinidade.

Destaca-se que o menor valor de P foi obtido a partir das análises do cemitério Dom Bosco com valor de 5 mg/kg em amostra superficial e subsuperficial, e o maior valor no cemitério na amostra subsuperficial do Cemitério Jardim da Ressurreição com resultado 38 mg/kg. Segundo Marques et al. 2004 os valores mais elevados de fósforo podem ser atribuídos aos maiores teores de matéria orgânica em superfície. Para Woods et al. 2009 o fósforo é tido como um indicador de atividades antrópicas, pois está presente na maior parte dos restos culturais depositados em áreas de ocupação e presença humana, plantas, tecidos, urina e ossos, contêm grandes quantidades do elemento. Destaca-se que a resolução CONAMA Nº420/2009 não fixou valores de P, que seria um fator importante para o monitoramento ambiental de áreas de necrópoles.

C

A partir dos resultados de C nos quatro cemitérios alvo dessa pesquisa, observa-se que as amostras superficiais apresentam uma maior concentração em relação às amostras subsuperficiais. Destaca-se ainda as menores concentrações de C, foram encontradas no cemitério Dom Bosco, apresentando valor superficial de 0,48 g/kg e subsuperficial de 0,24 g/kg. Segundo Watson et al. 2001 áreas sob necrópole funcionam como importante fixador de carbono, visto que enquanto importante compartimento, armazenam aproximadamente quatro vezes mais carbono do que a biomassa vegetal e três vezes a mais do que a atmosfera.

Destaca-se que, as diferentes frações do carbono refletem o grau de decomposição e grau de estabilização desse material, logo, compreender os caminhos do C em um solo sob necrópole pode auxiliar a compreender o processo de transformação nessas áreas, assim como sinalizar possíveis processos de lixiviação ou percolação em profundidade ou em movimentos laterais. As taxas de adição e saída do carbono no solo e sua qualidade dependem de fatores como o clima (principalmente temperatura do ar e precipitação), tipo de vegetação, fertilidade do solo e o sistema de manejo utilizado (BATJES, 1999).

MO

Referente às análises de matéria orgânica, destaca-se que o cemitério Dom Bosco apresentou os menores valores de concentração e variação entre a amostra superficial de 0,83 g/kg e subsuperficial com 0,41 g/kg. Observa-se que o teor de matéria orgânica decresce em profundidade, em todos os cemitérios avaliados, no cemitério São José os valores de MO superficial 4,86 g/kg e subsuperficial 2,28 g/kg, cemitério Areias MO superficial 4,24 g/kg e subsuperficial 2,32 g/kg, cemitério Jardim da Ressurreição MO superficial 4,86 g/kg e subsuperficial 2,28 g/kg, sendo o seu maior conteúdo encontrado nas amostras de superfície devido à incorporação de resíduos vegetais encontrados na área dos cemitérios.

Segundo Santos et al. 2007, a matéria orgânica interfere em várias propriedades do solo, tais como: adsorção de cátions e ânions, auxilia na estabilização da estrutura do solo, retenção de água, influencia diretamente na cor, reduz a plasticidade e provoca sensível diminuição na compactação, por aumentar a porosidade do solo. As quantidades de matéria orgânica presente no solo variam com o clima, tipo de vegetação ou cobertura, textura e regime de saturação hídrica do solo e ainda, de acordo com o manejo.

Segundo Carneiro et al. 2008 a contaminação por necrochorume pode ser pelo aumento da carga orgânica no meio ambiente, que desencadeia uma série de alterações prejudiciais à harmonia do ecossistema, ou pode ser ainda pela disseminação de microrganismos patogênicos como vírus e bactérias.

N

Sobre o N, o cemitério Dom Bosco apresenta os menores valores entre análise superficial 0,5 g/kg e subsuperficial 0,2 g/kg. No solo, o nitrogênio se comporta como ânion (NO_3^-) e cátion (NH_4^+), sendo a forma mais encontrada é NO_3 (nitrato) é a que possui maior facilidade de ser lixiviada. O nitrogênio encontrado no solo, cerca de 90%, está em sua forma orgânica (SENGIK, 2003). Destaca-se que segundo Serra et al. (2006) entre os principais fatores que afetam a disponibilidade de N no solo, podem ser citados: umidade, clima, lixiviação, profundidade do solo, matéria orgânica e atividade microbiana.

Segundo Santos et al. 2016 compostos orgânicos liberados no processo de decomposição dos cadáveres aumentam a atividade microbiana no solo sob a área de sepultamentos, afirmam ainda que, nessas áreas, há aumento da condutividade elétrica, pH, alcalinidade e dureza da solução do solo, devido à presença de compostos de nitrogênio e fósforo e de diversos sais (Cl^- , HCO_3^- , Ca^{2+} , Na^+). Ocorre também a presença de óxidos

metálicos (Ti, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Ni, entre outros) lixiviados dos adereços das urnas mortuárias e de patógenos associados a mortes por doenças infectocontagiosas. Destaca-se que a resolução CONAMA 420/2009, não orienta valores para este elemento, apesar de citá-lo na lista de valores orientadores para solos e para águas subterrâneas, estabelecendo valores apenas a serem em águas subterrâneas.

CN

O resultado das análises da relação C e N dos quatro cemitérios destaca-se por apresentar valor estatístico iguais para todas as análises, não apresentando variação de superficial para subsuperficial. Segundo Luchese et al. 2002 a relação C:N é um indicador importante da decomposição da matéria orgânica do solo, dando informação sobre o comportamento e o estado de humificação. Na decomposição da matéria orgânica dos solos a relação C:N é muito importante para a determinação da competição entre os nutrientes essenciais para a atividade dos microrganismos do solo. Segundo Neu (2005) nos Latossolos, a relação C:N está diretamente relacionada à indicação de atividade biológica, com maior grau de humificação e estabilidade da matéria orgânica.

Segundo Oliveira et al. 2019 a relação C/N está relacionada com a decomposição, sendo que alta relação C/N apresentam menores taxas de decomposição e seus resíduos permanecem por mais tempo no solo, a baixa relação C/N, apresentam uma rápida decomposição, porém, uma alta mineralização se tornando fonte de nutrientes para o solo, em especial o nitrogênio orgânico. Não havendo diferenciação dos valores nos pontos coletados dos 4 cemitérios, pode indicar a não contaminação desses nas áreas das necrópoles, por não refletir em sinais de espalhamento.

CE

Entre os valores de condutividade elétrica das análises superficial e subsuperficial destaca-se que todos os cemitérios apresentaram valores estatisticamente iguais. Segundo Castro et al. 2004, a condutividade elétrica é diretamente dependente de fatores como a umidade, concentração de sais e matéria orgânica, quando estes parâmetros permanecem estatisticamente iguais, ressalta-se que a homogeneidade dos valores superficiais e subsuperficiais demonstram um solo com baixa translocação de elementos. Entretanto é importante salientar que há também uma relação da CE em os solos com teores de argila mais elevados conduz mais eletricidade do que aqueles com textura mais arenosa, porém não os

solos das necrópoles estudadas também apresentam baixo teor de argila, resguardando essas áreas em função de uma menor movimentação de cargas.

Tabela 2. Análises de COT e marcação isotópica dos cemitérios urbanos de Teresina, Piauí.

	Profundidades	COT	$\delta^{13}C$
Cemitério Jardim da Ressurreição	0.0 – 0.4	0,36a	-26,45a
	1.2 – 1.4	0,18bc	-25,08a
	2.0 – 2.2	0,14c	-24,95a
Cemitério Areias	0.0 – 0.4	0,06b	-25,59a
	0.8 – 1.0	0,05b	-25,63a
	1.6 – 1.8	0,19a	-25,71a
Cemitério São José	0.0 – 0.4	0,44a	-21,11b
	0,6 – 0,8	0,30c	-20,95b
	1.3 – 1.5	0,37b	-23,65a
Cemitério Dom Bosco	0.0 – 0.2	0,21a	-26,83b
	0,3 – 0,5	0,22ab	-27,30ab
	1.5 – 1.6	0,24b	-27,38a

Fonte: Autor, 2021

Entre os resultados das análises de COT, o cemitério Jardim da Ressurreição destaca-se pelo acúmulo de carbono na camada superficial (0.0 – 0.4) com valores para COT de 0,36a e na análise de maior profundidade (2.0 – 2.2) valores de COT de 0,14c, essa variação pode estar relacionada ao tipo de cemitério, o cemitério Jardim da Ressurreição, por se tratar de uma necrópole do tipo parque ou jardim, tem como principal características serem recobertos por grama e estarem em constante processo de irrigação. Segundo Pôrto et al. 2009 estudos têm apontado eficiência das gramíneas na manutenção do COT do solo, podendo, até mesmo, em determinadas situações, ser observada uma tendência de acúmulo de C em relação à condição natural de cobertura, em decorrência, principalmente, da elevada geração de resíduos e intensa ciclagem de raízes nesses sistemas.

Em comparação com dados de Romanó et al. 2003 que realizou análises de COT em área de necrópole e obteve resultados de acima de 2,5 g/dm³, justificados pelo autor como vazamento de necrochorume na área de coleta. Os resultados apresentados para as análises de

COT nas necrópoles da cidade de Teresina foram considerados de baixa concentração, sendo interpretados como, baixo risco para vazamento de necrochorume quando utilizado como referência à pesquisa de Romanó.

Destaca-se que para os resultados de COT, é importante considerar as perdas de carbono tem forte correlação com a erosão. Seganfredo et al. 1997 em decorrência do efeito da cobertura na proteção da superfície do solo contra o transporte de sedimentos ricos em matéria orgânica. Segundo Schick et al. 2000 devido à baixa densidade e considerando sua alta concentração na superfície do solo, o que justifica maiores concentrações de carbono.

Em relação ao carbono orgânico total (COT), no cemitério São José e Dom Bosco os maiores teores foram encontrados nas amostras das análises superficiais, variando de 0,44a à 0,37b no cemitério São José e com valores variando de 0,21a a 0,24b para o cemitério Dom Bosco (Tabela 2). Segundo Nanzer et al. 2019 este fator pode ser justificado devido ao maior aporte de resíduos vegetais na superfície do solo, em função da vegetação presente na área das necrópoles. Para Loss et al. 2009 esse comportamento demonstra a maior influência no teor de MOS dos resíduos vegetais deixados na superfície, o autor destaca que áreas que apresentam menores quantidades de resíduos, associadas à estação do verão (período com menor disponibilidade de água e temperaturas mais altas), podem ter um aumento em sua decomposição e também na velocidade das reações químicas no solo, com uma mineralização rápida da MOS, conduzindo a teores de COT diferentes.

No cemitério Areias ocorreu o inverso onde o maior valor de COT 0,19a se deu na análise de maior profundidade (1.6 – 1.8) e na análise superficial um menor valor, destaca-se que entre os cemitérios, o Areias apresenta os menores valores de COT. Segundo Mauro et al. (2015) a sobreposição de areias com diferentes granulometrias na área do cemitério Areias aumentam a capacidade de filtração e adsorção do solo, tornando-o apto à remoção do lixiviado na água infiltrada e maximizando a retenção dos produtos de degradação. Para o autor essa pluma contaminante pode encontrar o lençol freático e percolar para camadas mais profundas do substrato saturado, ou, pode percolar horizontalmente em direção ao Rio Parnaíba, que segundo estudo de observação topográfica realizado o escoamento das águas superficiais ocorre na direção do Rio Parnaíba.

Para os resultados das análises de variação ^{13}C e marcação isotópica em diferentes profundidades destaca-se que os cemitérios São José e Dom Bosco, que são os dois cemitérios

mais antigos da cidade de Teresina apresentaram variação entre as profundidades, onde nas camadas mais profundas de análises foram identificados maiores concentrações, onde no cemitério São José o resultado da análise mais superficial (0.0 – 0.4) apresenta valor 21,11b e para a análise de maior profundidade (1.3 - 1.5) o resultado da análise de $\delta^{13}\text{C}$ foi -23,65a.

Para o cemitério Dom Bosco os resultados de foram similares apresentando menores teores $\delta^{13}\text{C}$ de -26,83b na análise superficial (0.0 – 0.2) e maiores concentrações -27,38a na análise de maior profundidade (1.5 – 1.6). Segundo Alves et al. (2008) a marcação isotópica da matéria orgânica do solo e o grau com que isso ocorre está relacionado com a composição química dos resíduos. Tratando-se de uma investigação em solo de áreas necrópoles é importante destacar que as atividades de sepultamento desenvolvidas na área podem ou não estar relacionadas com os resultados encontrados. Para Barbinot et al. (2009) processos naturais causam uma distribuição desigual de isótopos pesados e leves entre os compostos.

Tabela 3. Atributos Físicos do solo das áreas de necrópoles urbanas de Teresina, Piauí.

ÁREAS/PONTOS	IDENTIFICAÇÃO	PROFUNDIDADE SUPER/SUB	COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA (G/KG)					CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE FLOCULAÇÃO	D	DENSID. PARTÍCULA
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	Textural	(g/100g)	(g/cm ³)	(g/cm ³)
1	C.S.J	0.30	270a	396b	249a	85b	42b	Franco arenosa	51a	1,49a	2,71a
2	C.S.J	2.10	245b	452 ^a	194b	109a	63 ^a	Franco arenosa	42b	1,43b	2,70a
3	C.D.B.	0.30	166a	550 ^a	167b	117b	52b	Franco arenosa	56a	1,54a	2,70a
4	C.D.B	1.57	90b	430b	225a	255a	146 ^a	Franco argilo arenosa	43b	1,49a	2,74a
5	C.A	0.30	380b	491b	68ab	61a	34 ^a	Areia franca	45ab	1,60ab	2,69ab
6	C.A	0.70	392ab	510ab	65b	55b	28b	Areia franca	42b	1,58b	2,59b
7	C.J.R.	0.30	268a	391b	262a	91b	38b	Franco arenosa	40b	1,49a	2,73b
8	C.J.R.	1.45	247b	443 ^a	170b	123a	77 ^a	Franco arenosa	48a	1,43b	2,77ab

Legenda: C.S.J – Cemitério São José, C.D.B. – Cemitério Dom Bosco, C.A. – Cemitério Areias, C.J.R. – Jardim da Ressurreição

Fonte: Autor, 2021

Densidade do solo

Verifica-se que os resultados de densidade no solo dos quatro cemitérios estudados apresentaram valores próximos quando comparados valores superficiais e subsuperficiais, entretanto o Cemitério Areias apresentou os maiores valores, considerados estatisticamente iguais de densidade do solo entre profundidades superficial 1,60 g/cm³ e subsuperficial 1,58 g/cm³, destaca-se que, a área do cemitério Areias, que está situado em área de Neossolos flúvicos, que apresenta textura arenosa.

De acordo com Reinert et al. 2006 os valores normais para solos arenosos variam de 1,2 a 1,9 g cm⁻³, e os valores de densidade associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrição ao crescimento radicular situam-se em torno de 1,65 g cm⁻³ para solos arenosos, se enquadrando nos valores encontrados no cemitério Areias. Vale ressaltar que não houve aumento significativo do valor deste atributo quando comparado os valores encontrados nas amostras superficiais e subsuperficiais, onde no Cemitério São José os valores foram, superficial 1,49 g/cm³ e subsuperficial 1,43 g/cm³, no cemitério Dom Bosco 1,54 g/cm³ e 1,49 g/cm³ e o cemitério Jardim da Ressurreição valor superficial de 1,49 g/cm³ e subsuperficial 1,43 g/cm³.

A densidade do solo, expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume do solo, onde é incluído o volume de sólidos e o de poros do solo. Entretanto, havendo modificação do espaço poroso haverá alteração da Ds. O uso principal da densidade do solo e como indicador da compactação, assim como medir alterações da estrutura e porosidade do solo (REINERT, 2006). Segundo Pacheco et al. 2010 os horizontes superficiais tornam-se compactados ou adensados, e o adensamento natural reduz a capacidade de infiltração e o armazenamento de água, além de agir como impedimento físico.

Composição Granulométrica (g/kg)

A textura do solo é um atributo de difícil modificação, podendo levar vários anos sob uso antrópico para sofrer uma mínima alteração, sendo mais facilmente visualizado em áreas de relevo acidentado (BOTTEGA, 2013). A partir dos resultados da tabela 2, destaca-se que três das áreas de investigação desta pesquisa receberam classificação textural franco arenosa, o cemitério São José, cemitério Dom Bosco e cemitério Jardim da Ressurreição, apresentando aumento de argila em perfil de profundidade. Segundo Donagemma et al. 2016, solos arenosos, são mais propensos à degradação quando comparados aos solos argilosos. Para Carvalho et al. 2016 à perda de argila na camada mais superficial do solo pode decorrer em

virtude da erosão laminar na área em que o solo fica mais exposto ao transporte das partículas de menor tamanho.

O cemitério Areias, apresenta os maiores valores de areia grossa e fina, sendo considerados estatisticamente iguais em ambas as profundidades, com tendência a maior concentração na amostra subsuperficial, classificado texturalmente como areia franca. A textura está diretamente ligada com outros importantes atributos do solo, como a estrutura, porosidade, retenção de cargas e influenciando diretamente na taxa de infiltração (BETIOLI et al., 2012; BRANDÃO, 2013). O tipo de solo pode dificultar ou acelerar o processo de decomposição, os argilosos, por exemplo, por serem porosos e impermeáveis, dificultam o processo, o solo adequado seria aquele que possui características de permeabilidade, permitindo o acesso regular de oxigênio (PACHECO, 2000).

Quadro 9. Valores de porosidade para alguns materiais geológicos (TODD, 1959 apud SOUSA, 2015)

Material	Porosidade %	Material	Porosidade %
Cascalho grosso	28	Calcário	30
Cascalho médio	32	Dolomita	26
Cascalho fino	34	Arenito	33
Areia grossa	39	Siltito	35
Areia média	39	Argilito	43
Areia fina	43	Basalto	17
Silte	46	Argila	42

Fonte. TODD, 1959 apud SOUSA 2015, por Autor 2021.

O Quadro 9, adaptado de Todd (1959) apud Sousa (2015), lista valores médios de porosidade para alguns materiais geológicos. No cemitério Areias, a porosidade considerada foi de 43 % devido a predominância de areia fina nas amostras superficiais e subsuperficiais, em conformidade com o resultado encontrado por Sousa et al. 2015. Os cemitérios São José, Areias e cemitério Jardim da Ressurreição também receberam classificação 43%. Em relação à granulometria, solos com textura grossa apresentam maior quantidade de espaços vazios e geralmente menor densidade quando comparados com solos de texturas finas,

consequentemente esses solos apresentam maior capacidade de condutividade hidráulica (BRANDÃO et al.,2012).

Grau de Flocculação

Entre os valores de grau de flocculação, todos os cemitérios apresentaram baixos valores de grau de flocculação, observa-se que entre as quatro áreas de investigação desta pesquisa, três estão localizados em áreas de latossolo amarelo, são eles o cemitério São José, Areias e cemitério Jardim da Ressurreição. Destaca-se que os valores para amostras superficiais são superiores as subsuperficiais, o que Prado et al. 2001 essa menor contribuição da matéria orgânica na camada mais profunda do que na superficial, uma vez que esta última é mais beneficiada com a deposição de restos vegetais, e conseqüentemente, nela ocorre maior acúmulo de matéria orgânica.

Densidade de Partículas

Para os resultados de densidade de partículas, todos os cemitérios apresentaram resultados estatisticamente iguais quando comparada amostra superficial e subsuperficial, a densidade de partículas, característica intrínseca do solo, dependente apenas dos constituintes da fração sólida do solo, é determinada pela proporção relativa de material mineral e orgânico e suas respectivas densidades. Segundo Andrade et al. 1997 a variação da densidade das partículas em relação à profundidade acontece, em decorrência da variação do conteúdo orgânico e da constituição mineralógica dos horizontes do solo.

Destaca-se que os resultados da densidade de partículas nos cemitérios alvo desta pesquisa, encontram-se na faixa de valores descrita por Santos et al. 2011 variando em média, entre os limites de 2,30 a 2,90 g.cm⁻³, isto ocorre porque as densidades dos principais componentes minerais dos solos (quartzo, feldspatos e argilas silicatadas) estão próximas destes valores. Os valores de densidade de partículas $\cong < 3,0$ g.cm⁻³ encontrados, indicam solos com altos teores de óxidos de Fe, comuns em áreas de clima tropical e subtropical. Destaca-se que as áreas de estudo são classificadas texturalmente em franco arenosa, areia franca e franco argilo arenosa e para Weil e Brady et al. 2013 solos arenosos geralmente possuem alta densidade, afetada pelo arranjo das partículas, a densidade do solo é menor se as

partículas de areia forem uniformes em tamanho, uma mistura de diferentes tamanhos de partículas tende a possuir alta densidade.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados das análises é possível perceber que o comportamento do solo sob uso de necrópoles em zona urbana da cidade de Teresina foi de baixa ou nenhuma influência da atividade de necrópoles sobre os valores encontrados. Destaca-se a ausência de valores referência na resolução 420/2009 do CONAMA que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, entre estas destaca-se os valores de K, Cl e Na e assim também como diretrizes para avaliar e monitorar a capacidade tampão do solo em áreas de necrópoles. Entre as necrópoles, o Cemitério Areias que se encontra desativada, requer a atenção permanente dos órgãos gestores e ressalta que o encerramento das atividades do cemitério Areias, deve ser pautado em caráter definitivo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, B.J.R.; OLIVEIRA, O.C.; BODDEY, R.M. & URQUIAGA, S. Métodos isotópicos. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, Metropole, 2008. p.229-241.
- ANDRADE, A. R. S., Características físico-hídricas dos solos da estação experimental da Embrapa algodão. Variabilidade espacial. **Dissertação de Mestrado** – Centro de Ciências e Tecnologia, Campus II, Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, PB. 1997.
- BARBINOT, R., Carbono, Nitrogênio e Razões Isotópicas $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ no solo e vegetação de estágios sucessionais de floresta ombrófila densa submontana. **Tese de Doutorado**, Curitiba, 2009.
- BACIGALUPO, R., Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2012. **Revista Eletrônica História, Natureza e Espaço**, DOI: <https://doi.org/10.12957/hne.2012.4461>
- BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W. H.; TORMENA, C. A.; FERREIRA, C. J. B.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.3, p.971-982, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300027>
- BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; MÁRCIO, C.; SOUZA, A. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de

culturas no cerrado brasileiro. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v.44, n.1, ISSN 1806 - 6690, p.1-9, jan./mar. 2013.

BRANDÃO, E. D. **Degradação do solo em áreas de pastagem na Microrregião do Brejo Paraibano**. 2013. 120p. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba, 2013

BRANDÃO, Viviane dos Santos, CECÍLIO, Roberto Avelino, PRUSKI, Fernando Falco, SILVA, Demetrius David da. **Infiltração da água no solo**. 3ª edição. Editora UFV. Viçosa, 2006.

BRAZ, V, INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS BACTERIOLÓGICOS E GEOFÍSICOS NA INVESTIGAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS POR CEMITÉRIOS, **Anais do 1st Joint World Congress on Groundwater**, Fortaleza, Brasil, 2000.

BRITO, A.C.C., Acidez Ativa de um NEOSSOLO QUARTZARÊNICO sob Concentrações de Água Residuária da Piscicultura e Probiótico Condicionador do Solo. **Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Natal, Rio Grande do Norte, 2015

CASTRO, C. N., **Definição de unidades de gerenciamento do solo por meio da sua condutividade elétrica e variáveis físico químicas**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , Piracicaba, 2004.

CARVALHO, M.A., Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo Vermelho sob duas coberturas do solo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.10, p.1010–1016, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n10p1010-1016>.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE(Brasil). Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009. Diário Oficial da República, nº 249, Brasília, DF, 2009.

CIOTTA, M.N., Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p.1161 - 1164, nov-dez, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000600026>

CZYŻ, E. A.; DEXTER, A. R., Mechanical dispersion of clay from soil into water: readilydispersed and spontaneously-dispersed clay. **International Agrophysics**, v. 29, n. 1, p. 31-37, 2015. DOI: 10.1515/intag-2015-0007

DEPIZZOL, T.O.; GIELFE, S., **Contaminação do Solo causada por Necrochorume**. Anais XV Congresso de Iniciação Científica, Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Faculdades Integradas de Ourinhos - FIO/FEMM, ISSN 2176 378-X, 2016.

DONAGEMMA, G. K., Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p.1003-1020, Brasília, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900001>.

EMBRAPA, **Espacialização da Porcentagem de Sódio Trocável do Solo no Perímetro Irrigado Califórnia, em Canindé de São Francisco, Sergipe - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Aracaju, SE, 2010

FARIAS, P.K.P., Caracterização, Classificação e as Inter-relações entre os atributos do solo em agroecossistemas, **Tese de Doutorado**, Martins-RN, 2019.

FERREIRA, C. A. M., **Estudo da corrosão pelo solo – Avaliação da corrosividade de amostras de solo do continente antártico e da região sudeste do Brasil, Rio de Janeiro, RJ** – Brasil março de 2005.

FREIRE, M.B.G.S., Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.227-232, 2003

FUNASA. **Cemitérios Como Fonte Potencial de Contaminação das Águas Subterrâneas. Região de Cuiabá e Várzea Grande (MT)**. Brasília, 2007.

FORNASIER, E.; FORNASIER, F.; DI MARCO, V.; *Spectrophotometric methods for the measurement of soil pH: A reappraisal*. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular**

KEMERICH, P. D. DA C.; SCHMACHTENBERG, N.; GRAEPIN, C.; BORBA, W. F de.; GERTHARDT, A. E., Potencial de contaminação do solo em cemitério na cidade de Seberi – RS. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 2, p. 119–125, Natal/RN, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X12566>

LOPES, Alfredo Scheid. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2. ed. Eua: Internacional Plant Nutrition Institute, 1995.

LOSS A. Carbono e Frações granulométricas da matéria orgânica do sobo sob sistemas de produção orgânica. **Ciência Rural**, v.39, n.4, jul, 2009.

MARCHUK, S.; MARCHUK, A. Effect of applied potassium concentration on clay dispersion, hydraulic conductivity, pore structure and mineralogy of two contrasting Australian soils. **Soil and Tillage Research**, v. 182, P. 35-44, 2018.

NANZER, M. C., Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no Cerrado, *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages - SC, 2019.

PACHECO, Alberto. Cemitério e meio ambiente. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, 2000.

PEREIRA, H. S., Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados, **Revista Visão Agrícola**, Nutrientes, nº 9 dez, 2009.

PEREIRA, J.R., Recuperação de Solos afetados através do uso de gesso, Apresentado no **Seminário sobre uso do fosfogesso na agricultura**, Brasília, jun., 1985.

PROCHNOW, L. I. Avaliação e Manejo da Acidez do Solo. **Informações Agronômicas**. Nº 146, p. 1-5. 2014.

PÔRTO, M. L., Biological indicators of soil quality in different land use systems in paraiban swamp region, Brazil. **Rev. Ciências e Agrotecnologia**, vol.33, Ago. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000400010>.

QADIR, M.; SCHUBERT, S.; OSTER, J. D.; SPOSITO, G.; MINHAS, P.S et al. High-magnesium waters and soils: Emerging environmental and food security constraints. **Science of the Total Environment**, v. 642, 2018.

RAIJ, B. VAN., CANARELLA, H. QUAGGIO, J. A. FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed.rev.atual. Campinas: Fundação IAC, 1997.

ROMANÓ, E. N. L., Caracterização do meio físico no cemitério municipal do Boqueirão e no cemitério municipal de Santa Cândida no município de Curitiba - PR. **Tese de Mestrado**, Curitiba, 2003.

RONQUIM, C.C., Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, p. 26, 2010.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., DE OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R. & CUNHA, T. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, P. R. A., CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA SUBSUPERFICIAL DO SOLO DO CEMITÉRIO MUNICIPAL SÃO SEBASTIÃO EM JOÃO PESSOA – PB, **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 261, 2018. DOI: [10.18677/EnciBio_2018B127](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B127)

SANTOS, R.V., Correção de um Solo Salino-Sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro Vigna. **Tese de Doutorado**, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba, São Paulo, 1995

SANTOS, P.D.M., **Estudo da densidade das partículas, densidade aparente e da porosidade total como base para verificar se o solo da área experimental do ICSEZ/UFAM/PÁRINTINS está ou não compactado**, UFAM, Parintins, 2011.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. & BALBINOT JR., A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. Perdas de nutrientes e Carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.437-447, 2000.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.2, p.287-291, 1997.

SERRA, D. D., Avaliação da disponibilidade de nitrogênio para o milho (*Zea Mays*) em solo do Distrito Federal, **Tese de Mestrado**, Universidade de Brasília, p.93, Brasília-DF, 2006.

SOUSA, M.C.B., Estudo da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina/PI, Brasil. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 41-57, jan./jun. 2015.

ÜÇISIK A. S.; RUSHBROOK P., The impact of cemeteries on the environment and public health an introductory briefing - **Who Regional for Europe**, EUR/HFA target 23, 1998.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em Latossolo sob sistema de plantio direto. **Solos e Nutrição de Plantas**, Bragantia, v. 66, n. 3, p. 487-495, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000300016>.

MARQUES, Jean Dalmo., TEIXEIRA, W. G., LEHMANN, Johannes Caracterização e Interpretação de Parâmetros físicoquímicos de um Latossolo amarelo, na região Amazônica. **XXVII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Rio de Janeiro, 1999.

Marques, J.D.O, Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região Amazônica, **ACTA AMAZÔNICA**, VOL. 34(2), 145 – 154, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672004000200002>.

NEU, V., Influência da Cobertura Vegetal na Ciclagem de Nutrientes Via Solução do Solo na Região de Manaus. **Dissertação de Mestrado** em Ecologia de Agroecossistemas – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2005. DOI: [10.11606/D.91.2005.tde-21062005-141708](https://doi.org/10.11606/D.91.2005.tde-21062005-141708)

OLIVEIRA, A. B. et al. COLEÇÃO 500 PERGUNTAS, 500 RESPOSTAS. **EMBRAPA**, Brasília, 274 p. 2019.

LUCHESI, E. B., FAVERO, L. O. B.; LENZI, E., **Fundamentos da Química do Solo Teoria e Prática**. 2ª ed. Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 2002.

PACHECO, E.P., Estudo da compressibilidade e qualidade de um argissolo amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros de Alagoas, **Tese de Doutorado**, UFRP, 2010.
PRADO, R. M. Alterações na cor e no grau de floculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar, *Resista Pesquisa agropecuaria brasileira*, v. 36, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000100024>

WEIL, R.R.; NYLE, C.B., **Elementos da Natureza e propriedades dos solos**, Editora: Bookman, 2013.

WOODS, W.I., Os Solos e as Ciências Humanas: Interpretação do Passado. In: As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas, **Embrapa Amazônia Ocidental - Livro científico**, p. 62-71.,2009.

ROBINSON, W. C., **Testing Soil for Corrosiveness**, In: **Materials Performance**,Tacoma, 1993.

SANTOS, L.R.F., Análise físico-química de nascentes potencialmente contaminadas por necrochorume no município de Muzambinho, **XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS**, 2016

SANTOS, E., Carbono, Nitrogênio e relação c/n em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa,**Tese de Mestrado**, Antonina – PR, 2007.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas. Núcleo Pluridisciplinar de pesquisa e estudo da cadeia produtiva o leite**, p. 22, 2003

VILLAR, M. L. P., Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação, **Série Documentos nº 35**, Cuiabá-MT, Junho/2007.

7. CAPÍTULO III. APLICAÇÃO DO TERMO DE REFERÊNCIA (TR) COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE CEMITERIAL EM ZONA URBANA TERESINA, PI

7.1 RESUMO

Um importante instrumento para controlar os impactos ambientais que surgem a partir da ação do homem sobre o meio natural, o Termo de Referência – TR, estruturado com base no levantamento dos impactos significativos relativos ao empreendimento analisado, e adaptável caso a caso. A presente pesquisa através de um estudo técnico visa diagnosticar e avaliar os impactos ambientais em áreas de necrópoles na cidade de Teresina, utilizando a metodologia de ROCHA et. al. (2018) estruturado com base no levantamento dos impactos significativos relativos ao empreendimento cemiteriais, contribuindo com avaliação da sustentabilidade na atividade cemiterial em zona urbana da cidade, identificando pontos considerados críticos frente a necessidade de adotar práticas sustentáveis. O método adotado para as seguintes etapas do estudo de impacto ambiental, são: o diagnóstico ambiental; a seleção; a previsão; a avaliação dos impactos; a seleção das alternativas de projeto analisadas e o plano de controle e monitoramento dos impactos. Entre os resultados alcançados por esta pesquisa, destaca-se relatório situacional das necrópoles em funcionamento e seus principais impactos em zona urbana, as variações dos diagnósticos encontrados são resultados das diferentes características encontradas nas áreas de estudo.

Palavras-chave: Estudo ambiental. monitoramento ambiental. termo de referência

7.2 ABSTRACT

An important instrument to control the environmental impacts that arise from man's action on the natural environment, the TR is structured based on a survey of significant impacts relating to the analyzed project, and adaptable on a case-by-case basis. The present research, through a technical study, aims to diagnose and assess the environmental impacts in necropolis areas in the city of Teresina, contributing to the assessment of sustainability in the cemetery activity in the urban area of the city, identifying points considered critical in view of the need to adopt sustainable practices. The method adopted for the following stages of the environmental impact study are: environmental diagnosis; the selection; the forecast; the assessment of impacts; the selection of the project alternatives analyzed and the control and monitoring plan for the impacts. Among the criteria used to apply the RT, cemeteries with different characteristics were chosen in order to obtain a variation in the results and in the application of the adopted methodology. Among the results achieved by this research, there is a situational report of functioning necropolises and their main impacts in urban areas.

Keywords: Environmental study. environmental monitoring. reference term

7.3 INTRODUÇÃO

A instalação de cemitérios no Brasil massivamente ocorreu sem a elaboração de estudos e avaliação de impactos ambientais, visto que precederam a normatização via Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a resolução que dispõe dessa obrigatoriedade, resolução CONAMA 01 de 1986. Assim, ressalta-se os riscos envolvidos no uso dessas áreas, podendo estes afetarem direta ou indiretamente a saúde e qualidade de vida da população (LINS et al., 2018).

Dentre a ampla gama de atividades antrópicas urbanas, com carga contaminante potencialmente impactantes das faixas subsuperficiais de solo e aquíferos rasos ou profundos, as necrópoles brasileiras trazem especial preocupação pela sua localização e geração de passivos ambientais, visto que, as necrópoles trazem atualmente o agravante de estarem circundadas pela população, inseridas em plena área urbana das cidades (SOUSA, 2019), ocasionando contaminação e poluição em áreas que são diretamente acessadas pela dinâmica da cidade.

De acordo com a Lei 6.938/81, entende-se por poluição, quando ocorre a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população, que crie condições adversas às atividades sociais e econômicas, que afete desfavoravelmente a biota, que afete as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e ainda, que lancem materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (ALBUQUERQUE, 2017).

Assim, com vistas na prevenção e previsibilidade de danos ambientais podendo ser causados pela atividade cemiterial, a normativa brasileira aponta como ferramenta estratégica e obrigatória a avaliação dos impactos ambientais. Assim, ainda que considerando o papel essencial para o funcionamento de uma cidade por suas funções social e higiênica, é preciso salientar que os cemitérios causam importantes impactos, tanto positivos quanto negativos no tecido urbano e que podem alterar de forma significativa a dinâmica destas áreas (ROCHA, 2018).

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um importante instrumento para controlar os impactos ambientais que surgem a partir da ação do homem sobre o meio natural, pois ela permite definir a causa e as consequências destes impactos, assim como determinar sua proporção, forma e duração. A análise destes fatores orienta a elaboração de estratégias de recuperação ambiental de áreas antropizadas. A avaliação de impacto ambiental tornou-se

importante ferramenta de controle e regulação dos recursos naturais e seus processos, como forma de manter e garantir sua disponibilidade às futuras gerações (FEIO, 2019).

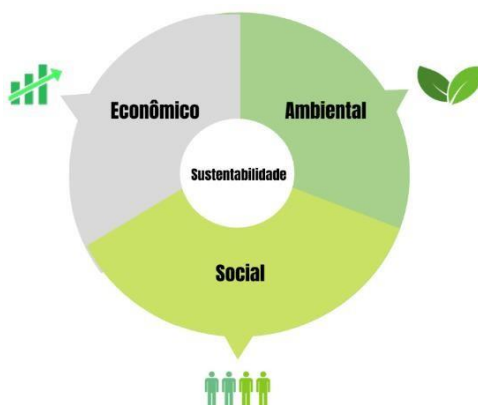
Para além da previsão de impactos e prevenção de danos ambientais, existe a vertente associada à sustentabilidade em cemitérios, que segundo Rocha et. al. (2018) a sustentabilidade de um sistema em seu meio é atingida pelo atendimento a um conjunto de indicadores ou critérios de análises representativos para a quantificação da satisfação as necessidades básicas, orientando os sistemas ou os atores que os controlam, optem por ações e estratégias.

Assim, a presente pesquisa através de um estudo técnico visa diagnosticar e avaliar os impactos ambientais de área de necrópoles, contribuindo com avaliação da sustentabilidade na atividade cemiterial em zona urbana da cidade de Teresina, identificando pontos considerados críticos frente a necessidade de adotar práticas sustentáveis.

7.4 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando a metodologia de ROCHA et al. 2018 que apresenta escopo de um estudo de impacto ambiental, ou TR estruturado com base no levantamento dos impactos significativos relativos ao empreendimento analisado, e adaptável caso a caso, e leva em consideração os três pilares básicos da sustentabilidade (Figura 8).

Figura 8. Pilares da Sustentabilidade



Fonte: Adaptado de ROCHA, 2018 por Autores, 2021

O TR construído seguindo a metodologia ROCHA et al. (2018) segue o modelo de escopo abrangente, contendo subdivisões essenciais relativas aos conteúdos exigidos no estudo de impacto ambiental, e que tem como meta o primeiro conceito de necrópole sustentável.

Entre os critérios utilizados para aplicação do TR, foram escolhidos cemitérios de características distintas a fim de obter uma variação nos resultados e na aplicação da

metodologia, entre as características estão, um cemitério tradicional e outro do formato parque ou jardim, um cemitério de domínio público e privado, cemitério em atividade e desativado.

7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os resultados obtidos por essa pesquisa, destaca-se a construção do Termo de Referência – TR para cada necrópole alvo deste estudo, objeto que tem por finalidade determinar a abrangência, os procedimentos e os critérios para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – EIA/RIMA, que subsidiará o licenciamento ambiental para o empreendimento. Uma vez que os riscos podem ser reduzidos, seguindo as normas de implantação e gerenciamento para cemitérios, se faz importante para avaliação de medidas a serem implantadas para uma melhor gestão dessas áreas, mesmo em casos de necrópoles inativas como o cemitério Areias.

Entre os tópicos orientadores para diagnosticar e avaliar os impactos ambientais em áreas de necrópole, que contribuíram para avaliação da sustentabilidade da atividade cemiterial na zona urbana da cidade de Teresina, foram considerados os seguintes aspectos: a área de influência (direta e indireta), meio físico (geologia, geomorfologia, solo, hidrogeologia, clima), meio antrópico (histórico do bairro e perfil socioeconômico), meio biótico (fauna e flora), fundamentação legal, matriz de impactos e prognóstico ambiental.

8. TR

Considerando que o Termo de Referência – TR é instrumento orientador da elaboração de um estudo ambiental a partir do potencial de impacto de atividades poluidoras ou modificadoras do meio ambiente, a cargo das entidades ambientais dos governos estaduais. Recorreu-se a esse instrumento como método de avaliação do grau de sustentabilidade de dos cemérios Areias, Dom Bosco, Jardim da Ressurreição e São José, do tipo tradicional e parque e empreendimento ativo e inativo, seguem a discriminação de cada componente do método:

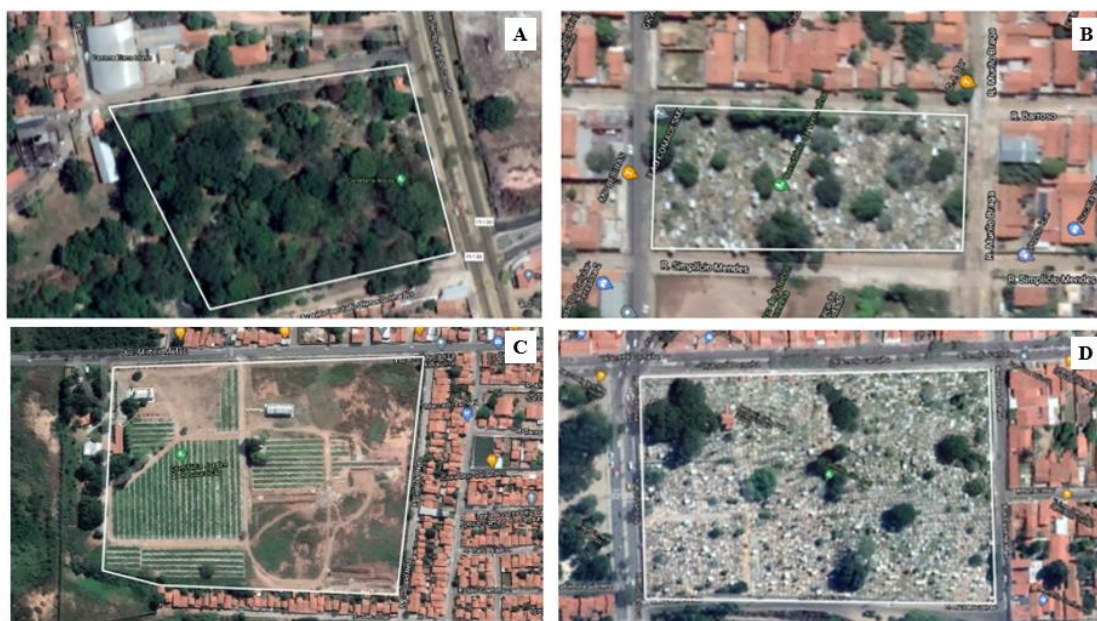
8.1 ÁREAS DE INFLUÊNCIA

São apresentados os limites de cada área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência dos empreendimentos. Assim, para cada área em estudo a partir dos dados preliminares colhidos, sugere-se como AIs:

Área de influência direta (AID) - área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento. A sua delimitação foi realizada em função das características sociais, econômicas, físicas e biológicas dos sistemas a serem estudados, assim como das particularidades da área.

Assim, para a necrópole 1. AID trata-se da área ocupada para fins de uso pela necrópole, compreendendo a área total de sepultamentos, assim como as ruas no entorno do cemitério e acesso como Deputado Ulisses Guimarães e rua João, e Avenida Henry Wall de Carvalho e PI - 130. Para a necrópole 2, as ruas Barroso (Norte), Murilo Braga (Sul), Rua Simplício Mendes (Leste) e Henrique Dias (Oeste). Para a necrópole 3, a Avenida Mirtes Melão (Norte) e as ruas São José (Sudeste e Oeste), rua Custódio Neto (Leste). Para a necrópole 4, os quatro limites: a oeste, é delimitado pela Rua Rui Barbosa, o limite leste é a Rua 13 de Maio, ao Norte, é delimitado pela avenida Alameda Parnaíba, enquanto o limite sul é assinalado pela Rua Alcides Freitas (Figura 9).

Figura 9. Áreas de Influência Direta, Cemitérios, Teresina.



Legenda: A – Cemitério Areias, B – Cemitério Dom Bosco, C – Cemitério Jardim da Ressurreição, D – Cemitério São José.

Fonte: Google Satélite, 2021

Área de influência indireta (AII) - é aquela real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação das necrópoles, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta. Para o cemitério 1, considerou-se o bairro Areias, assim como os três bairros: Distrito Industrial (Norte), Angelim (Sul), Santa Cruz (Leste) e o Rio Parnaíba (Oeste) no entorno do cemitério Areias. Para o cemitério 2 considerou-se, o bairro Vermelha, assim como os três bairros: Centro (Norte), São Pedro / Pio XII Nossa Senhora das Graças / Macaúba e o Rio Parnaíba (Oeste) no entorno do cemitério Dom Bosco. Para o cemitério 3, considerou-se o bairro Gurupi onde o empreendimento está localizado, assim como os bairros vizinhos: Uruguai (Norte), Parque Ideal, Renascença e Colorado (Sul), Todos os Santos e Zona Rural (Leste), Recanto das Palmeiras e Livramento (Oeste). Para o cemitério 4 considerou-se o bairro Matinha, assim como os três bairro do entorno: Pirajá (Norte), Centro (Sul), Vila Operária/Mafuá (Leste) e o Rio Parnaíba (Oeste) (Figura 10).

Figura 10. Área de influência indireta, Cemitérios, Teresina.



Legenda: A – Cemitério Areias, B – Cemitério Dom Bosco, C – Cemitério Jardim da Ressurreição, D – Cemitério São José
Fonte: SEMPLAN, 2018.

8.2 MEIO FÍSICO

8.2.1 LOCALIZAÇÃO DAS NECRÓPOLE

A área avaliada do cemitério 1, localizado na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, no Centro-Norte do Estado, a 366 km do litoral. A cidade possui 1.391,046 km² de

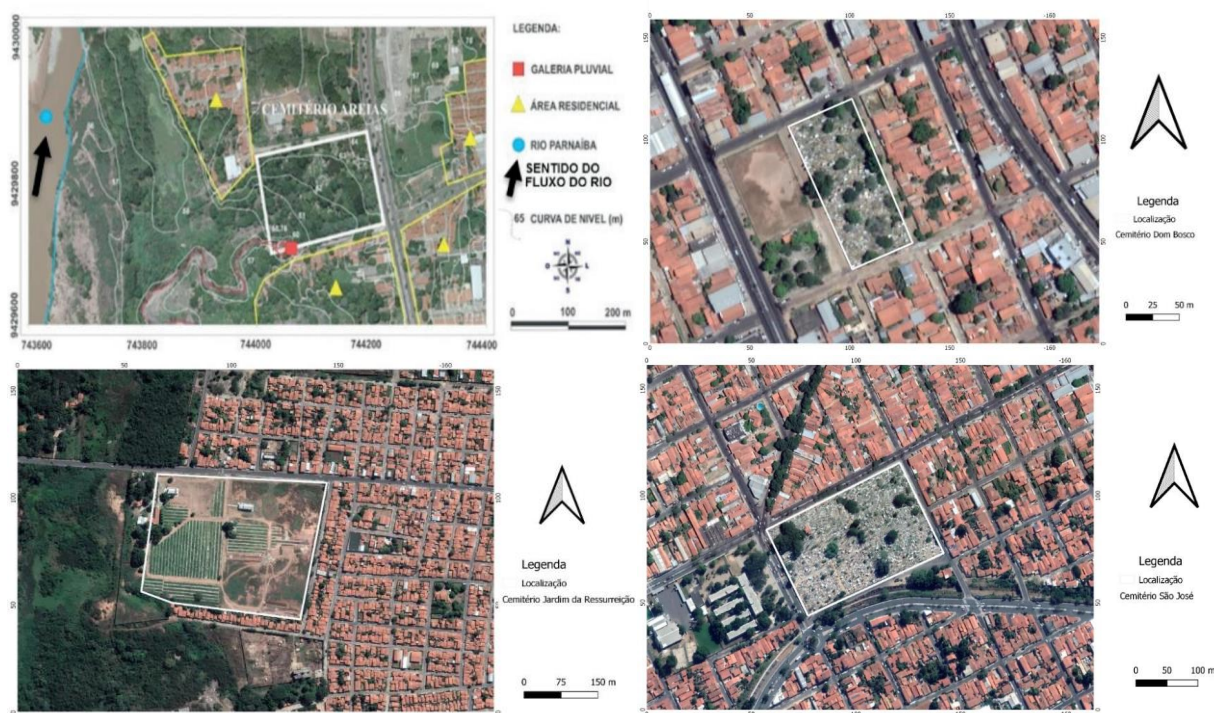
extensão (SEMPPLAN, 2016). O cemitério Areias alvo deste estudo de coordenadas geográficas ($5^{\circ}9'18.31''\text{S}$ e $42^{\circ}47'50.69''\text{W}$) está delimitado na (Figura 11-A). O cemitério Areias está situado na margem direita do Rio Parnaíba, na região sul da cidade de Teresina e a montante do ponto de captação de água superficial para abastecimento público (SOUSA, 2015).

Para o o cemitério 2, que está localizado na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, no Centro-Norte do Estado, a 366 km do litoral. A cidade possui 1.391,046 km² de extensão (SEMPPLAN, 2016). O cemitério Dom Bosco alvo deste estudo de coordenadas geográficas ($5^{\circ}6'35.54''\text{S}$ e $42^{\circ}48' 22.49'' \text{W}$) está delimitado na (Figura 11-B).

Foi considerado para o cemitério 3, localizado na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, no Centro-Norte do Estado, a 366 km do litoral. A cidade possui 1.391,046 km² de extensão (SEMPPLAN, 2016). O cemitério Jardim da Ressurreição, alvo deste estudo de coordenadas geográficas ($5^{\circ} 5' 9.88'' \text{S}$ e $42^{\circ} 44' 32.16'' \text{W}$) delimitado na Figura 11-C.

A área avaliada do cemitério 4, está localizada na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, no Centro-Norte do Estado, a 366 km do litoral. A cidade possui 1.391,046 km² de extensão (SEMPPLAN, 2016). O cemitério São José alvo deste estudo de coordenadas geográficas ($5^{\circ}4'48.19'' \text{S}$ e $42^{\circ}49'14.81'' \text{W}$) está delimitado no mapa representado na (Figura 11- D). O cemitério São José está situado no bairro Matinha, na zona norte da capital.

Figura 11. Mapa de identificação locacional dos cemitérios, Teresina.



Legenda: A – Cemitério Areias, B – Cemitério Dom Bosco, C – Cemitério Jardim da Ressurreição, D – Cemitério São José.

Fonte: SOUSA, 2019; Autor, 2021.

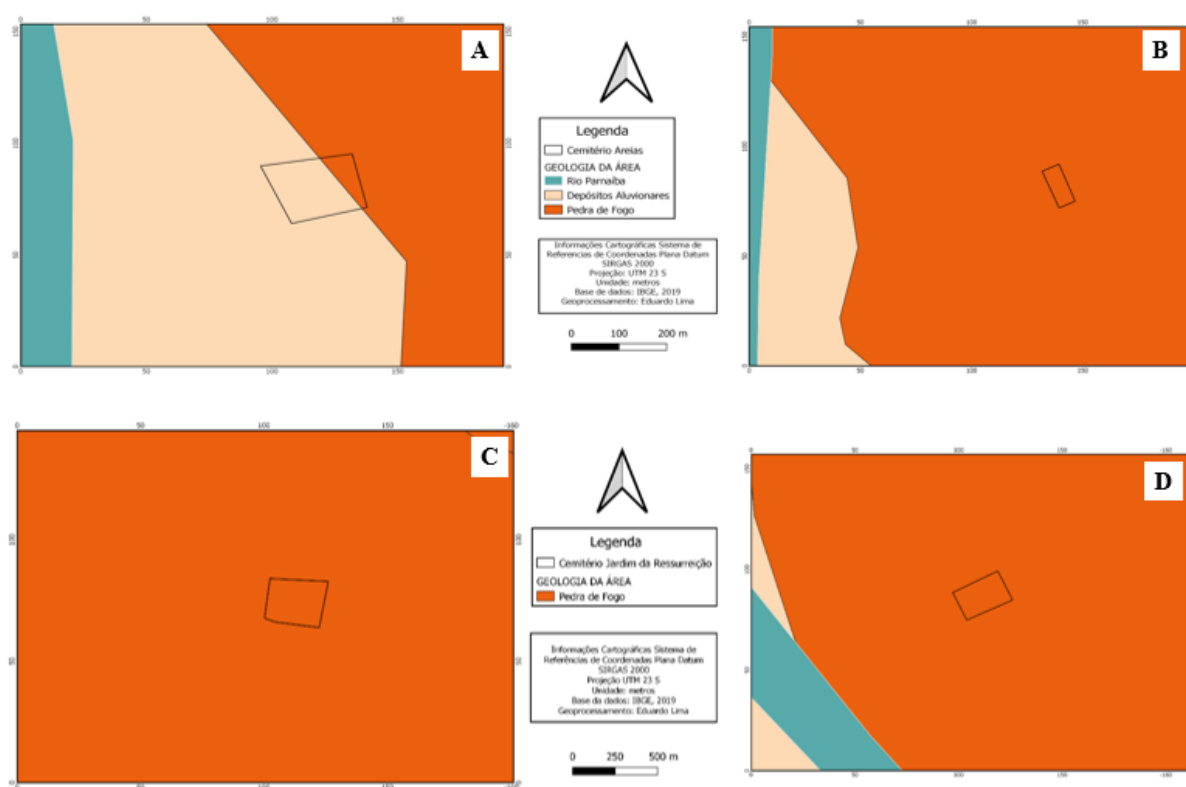
8.2.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

O município de Teresina encontra-se na Bacia Sedimentar do Parnaíba, que comporta 84% do território piauiense. Essa estrutura é resultado do desgaste de escudos cristalinos circunvizinhos ao longo das Eras Paleozóica e Mesozóica, na qual as rochas sedimentares foram sendo depositadas, empilhando-se umas sobre as outras resultando em formações geológicas com características particulares, como tamanho, compactação e cimentação e pressão sofrida (ARAÚJO, 2010).

O cemitério 1, Areias, localizado na zona Sul de Teresina, está situado em uma área de Pedra de Fogo e Depósitos Aluvionares (Figura 12-A). Os maiores depósitos aluvionares ocorrem ao longo das planícies fluviais dos rios Parnaíba e Longá. São formados, essencialmente, por areias, cascalhos, siltes e argilas, com ou sem matéria orgânica. Em alguns setores, os cursos d'água mostram-se controlados por fraturas e falhas, exibindo longos trechos aluvionares estreitos e retelinizados, como se verifica na porção centro-ocidental do estado. Em outros, como nos baixos cursos, esses depósitos tornam-se mais possantes e assumem larguras consideráveis (CPRM, 2010).

Os cemitério 2, Dom Bosco (Figura 12-B), 3 cemitério Jardim da Ressurreição (Figura 12-C) e 4 cemitério São José (Figura 12 - D), estão situados em uma área de Pedra de Fogo da idade Permiana, inserida na Bacia do Parnaíba, ocorrendo nos estados do Piauí, Maranhão e Tocantins. Aflora principalmente na área central da bacia, percorrendo uma faixa de cerca de 600 km na direção E-W, com largura média de 80 km. Seu processo de sedimentação ocorreu ciclicamente (ANDRADE, 2019).

Figura 12. Mapa de Geologia dos Cemitérios, Teresina.



Lege
nda:

A – Cemitério Areias, B – Cemitério Dom Bosco, C – Cemitério Jardim da Ressurreição, D – Cemitério São José.
Fonte: Autor, 2021

8.2.3 SOLO

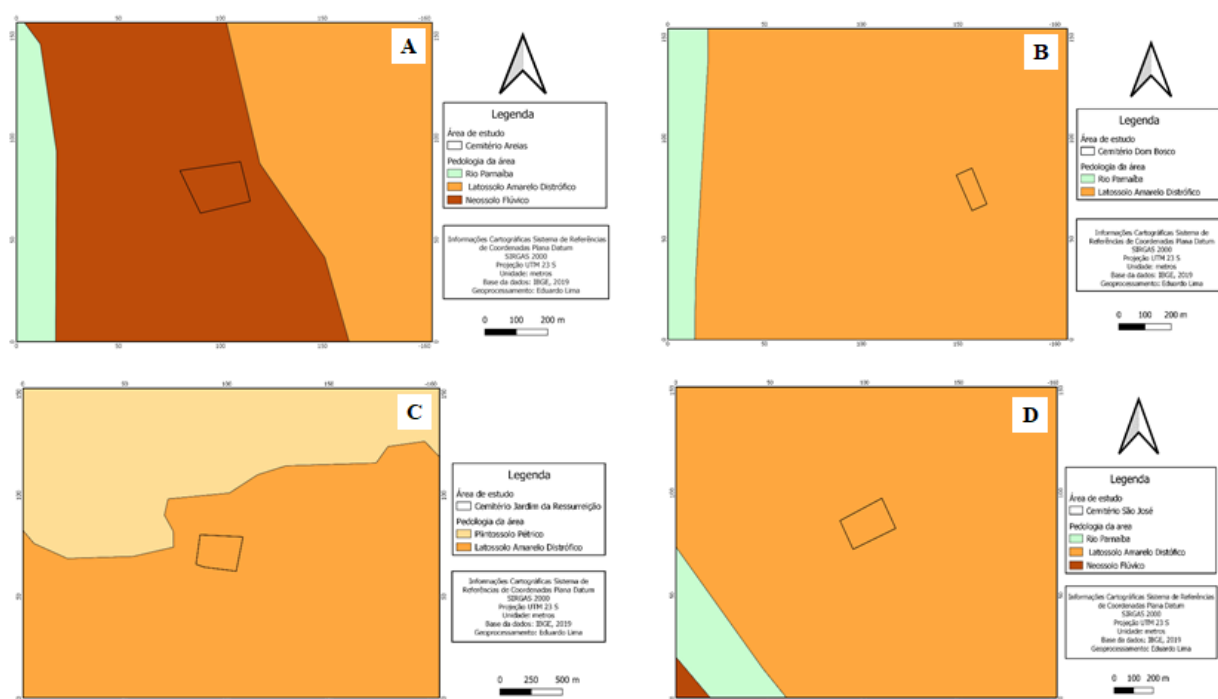
O Cemitério Areias zona sul de Teresina, está localizado em uma área de Neossolo Flúvico (Figura 13-A) que tem como característica solos desenvolvidos de sedimentos recentes, geralmente de origem fluvial, constituído de camadas alternadas e, frequentemente, de classes texturais distintas (dependente do depósito aluvial transportado), sem guardar correspondência pedogenética, entre si. Apresenta um horizonte A, assentado diretamente sobre um horizonte C, constituído por estratos de depósitos sedimentares (EMBRAPA, 2005).

Destaca-se que o cemitério Areias está localizado em zona de manancial de abastecimento da cidade de Teresina. Segundo (SOUZA, 2015) neste cenário espera-se que o substrato apresente baixa permeabilidade (entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s), ou em caso contrário, distância até o topo do aquífero de 10 m de profundidade, essas pré-condições não acontecem no cemitério Areias.

Segundo Silva et al. (2018) as características físicas do solo como infiltração e permeabilidade são muito importantes para a implantação ou regularização de cemitérios pois quando mal planejados, ou instalados em locais inadequados, configuram um potencial risco de contaminação do solo e das águas. Destaca-se que as Resoluções CONAMA 335/03 e a 402/08 salientam que não é permitida a implantação de cemitérios em terrenos sujeitos à inundação permanente ou sazonal nem em locais em que a permeabilidade dos solos e produtos de alteração possa estar modificada, trazendo considerações sobre o tipo de solo, profundidade do lençol freático, inclinação do terreno.

O Cemitério Jardim da Ressurreição está localizado em uma área de Latossolo Amarelo Distrófico (Figura 13-C) segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que tem como característica, saturação por bases $< 50\%$ na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (EMBRAPA, 2018).

O Cemitério São José está localizado em uma área de Latossolo Amarelo Distrófico (Figura 13-D) segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que tem como característica, saturação por bases $< 50\%$ na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (EMBRAPA, 2018).

Figura 13. Mapas de solo dos cemitérios, Teresina.

Legenda: A – Cemitério Areias, B – Cemitério Dom Bosco, C – Cemitério Jardim da Ressurreição, D – Cemitério São José.

Fonte: Autor, 2021

8.2.3 HIDROGRAFIA

Teresina se encontra em parte da área de pequenas bacias hidrográficas difusas do Médio Parnaíba e do rio Poti, sendo que o Parnaíba corresponde ao nível de base regional e em sua bacia encontram-se 90% da área piauiense. É banhado pelo rio Parnaíba em toda sua extensão Norte-Sul, num percurso de 83,408 Km formando o limite oeste com o Maranhão, sendo o trecho da área urbana de 26,311 km de extensão. Ao atravessar a cidade de Teresina o Poti encontra-se no seu baixo curso, apresentando traçado fortemente meandrante até sua foz no Parnaíba (LIMA, 2011).

O cemitério Areias está localizado em plena área urbana da cidade de Teresina, às margens do Rio Parnaíba e à montante do ponto de captação da principal Estação de Tratamento de Água que abastece a cidade de Teresina (SOUSA, 2019). Segundo dados descritos pelo autor o cemitério ao fim da estação chuvosa, a profundidade média do aquífero considerando o fundo das sepulturas, não ultrapassa 1,5 m em 69 % da área instalada da necrópole. Este fator está em desacordo com a Resolução CONAMA 368/2006 (BRASIL, 2006) em que “[...] o nível inferior das sepulturas deve estar a uma distância de pelo menos um metro e meio acima do mais alto nível do lençol freático, medido ao fim da estação das cheias.” Para Sousa, a necrópole Areias está localizada em uma zona com alta vulnerabilidade e, conseqüentemente, alto perigo de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região,

e por esse fator o Cemitério Areias encontra-se com suas atividades paralisadas.

O cemitério 3 Jardim da Ressurreição não está localizado próximo a corpos hídricos superficiais ou mananciais de abastecimento urbano o que é normatizado na resolução CONAMA 368/06 que restringe a implantação do cemitério a uma distância segura de corpos d'água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade. A normativa dispõe sobre a adoção 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, alagamentos e movimentos de terra, no perímetro e interior do cemitério (BRASIL, 2006).

Segundo o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina medidas extensivas agem no contexto global da bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de cheias e controla a erosão da bacia. O cemitério Jardim da Ressurreição apresenta baixa cobertura vegetal e áreas impermeabilizadas do solo do empreendimento contribuindo com o aumento da velocidade do escoamento superficial, principalmente considerando o terreno declivoso (Figura 14 A-B).

Figura 14. A-B Declividade do cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte. <https://jardimdaressurreicao.com.br/> e Autores, 2021. Acesso em: 15 de dez de 2021.

8.2.4 CLIMA

Segundo a classificação de Köppen, o clima de Teresina corresponde ao tipo Tropical com chuvas retardadas para outono (Aw'), tendo apresentado para o período 1980-2006 os seguintes índices de média anual de precipitação de 1.350 mm; de evapotranspiração de referência 4,9 (Penman Monteith - mm); 28,4 °C de temperatura e 72% de umidade relativa do ar. Considerando a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), o clima de Teresina é caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão e uma concentração de 32,1% da evapotranspiração potencial no trimestre setembro-outubro-novembro. Para o período de 1980 a 2007 foram encontrados os índices de Aridez de 55,5%, o de umidade de 13,3% e o índice hídrico de 20%. (LIMA, 2011)

Destaca-se que a vegetação (Figura 15 A-B) observada no cemitério Dom Bosco, é importante no controle da temperatura do ambiente, atenuando grande parte da radiação incidente, pelas árvores, em grupos ou mesmo isoladas desempenham papel importante (SHAMS, 2009).

Figura 15. A-B Vegetação no Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021.

A área do cemitério 3, Jardim da Ressurreição tem características de topo, se apresenta íngreme em relação às demais áreas do terreno, e em período chuvoso resulta em uma das principais formas de degradação dos solos, a erosão hídrica que sob influência direta de fatores como a declividade da área e a cobertura vegetal (GARDIMAN, 2012). Destaca-se que empreendimento possui pequena área com vegetação remanescente e na maior parte da área do cemitério Jardim da Ressurreição possui gramados dotados de sistema de irrigação.

É importante destacar que o empreendimento está localizado em um ponto mais alto da região, o que pode influenciar em temperaturas mais amenas na área. Segundo Sanchotene et al. 1994, a presença de arbustos e árvores no ambiente urbano tende a melhorar o microclima através da diminuição da amplitude térmica, principalmente por meio da elevada transpiração, da interferência na velocidade e direção dos ventos, sombreamento, embelezamento das cidades, diminuição das poluições atmosférica, sonora e visual e contribuição para a melhoria física e mental do ser humano na cidade.

8.3 MEIO ANTRÓPICO

8.3.1 HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO/ HISTÓRICO DO BAIRRO

O bairro Areias localiza-se em uma parte da Fazenda Angelim. Nesta região há grandes bancos de areia e lá foi construído o Cemitério das Areias, em torno do qual desenvolveu-se o bairro, que é pouco povoado por possuir grande área de preservação ambiental (SEMPPLAN, 2018).

O Cemitério 1, Areias, caracteriza-se como horizontal, Público, do tipo tradicional constituído por sepulturas, de espaço unitário, destinado a sepultamentos e por construções tumulares que são construções erigidas em sepulturas, dotadas ou não de compartimentos para sepultamento, denominados de jazigos o compartimento destinado a sepultamento. Embora, esteja atualmente com suas atividades paralisadas, permanece a dúvida da comunidade sobre o potencial poluidor da necrópole e a expectativa de reabertura para novos sepultamentos (SOUSA, 2015).

O bairro onde está localizado o cemitério 2, recebi o nome de Vermelha, devido ao solo da área que é formado por barro vermelho, por isso chamou-se Quinta Vermelha a quinta de Laurindo Veloso, o mais antigo morador da região. Com o povoamento manteve-se o nome Vermelha (SEMPPLAN, 2018). A necrópole 2, Dom Bosco foi fundada no ano de 1930, foi edificado o segundo cemitério público da capital, caracterizando-se também por ocupar uma delimitação espacial fora dos limites da cidade. Entretanto, não demorou muito para que ela

passasse a fazer parte da paisagem configurativa da malha urbana de Teresina, como aconteceu com o cemitério São José (SOUSA, 2017).

Segundo CONAMA 335/03 e a partir de observações feitas *in loco* no empreendimento e Cemitério Público Dom Bosco caracteriza-se como horizontal, do tipo tradicional constituído por sepulturas, de espaço unitário, destinado a sepultamentos e por construções tumulares que são construções erigidas em sepulturas, dotadas ou não de compartimentos para sepultamento, denominados de jazigos o compartimento destinado a sepultamento.

O bairro Gurupi, no qual se localiza o Cemitério 3, Jardim da Ressurreição, compreende a área contida no seguinte perímetro: começa no cruzamento da Avenida João XXIII (BR-343) com a Avenida Zequinha Freire; segue, por aquela, até a Av. Professor Camilo Filho; continua, até a via-férrea, pela qual prossegue, em direção leste, até a Av. Joaquim Nelson; atinge a Av. Deputado Paulo Ferraz, chega à Av. João XXIII (BR-343) e, por esta, retornando ao ponto de partida. A denominação está relacionada ao loteamento Parque Gurupi, com lotes para chácaras. Constitui área de expansão da cidade e ao ser oficializado, em 1988, com o II Plano Estrutural de Teresina - PET, adotou-se apenas o nome Gurupi.

O cemitério Jardim da Ressurreição iniciou suas atividades em agosto de 1977 e hoje conta com mais de 5.132 (cinco mil, cento e trinta e dois) jazigos construídos. Apesar de o empreendimento já contar com mais de 40 anos desde sua fundação, as atividades de cremação somente iniciaram-se em novembro de 2016. Do ponto de vista operacional são realizados mensalmente no local cerca de quarenta sepultamentos, 04 exumações e 02 cremações. Os principais serviços prestados (Quadro 10) pelo empreendimento são:

Quadro 10. Principais serviços prestados pelo Cemitério Jardim da Ressurreição Zona Sudeste, Teresina.

Principais serviços prestados pelo cemitério Jardim da Ressurreição	
Venda de Jazigos – uso futuro e uso imediato;	Venda de cremação;
Locação de Columbário (Guarda das Cinzas);	Exumações;
Locação de Salas para Velório;	Transporte Interno;
Inumações (Sepultamentos);	Serviço de Lanchonete;
Fornecimento de Toldos para mais conforto nos sepultamentos;	Serviço de Floricultura

Fonte: Autor, 2021

Com a abertura de uma estrada para o Matadouro Municipal, ficou entre o centro da cidade de Teresina e aquele local uma área com vegetação baixa, a qual passou a ser chamada de Matinha, bairro onde está localizado o cemitério 4, cemitério São José. Tornando-se bairro, cujo nome foi mantido. Em Teresina, a implantação do Cemitério São José foi fator determinante para ensejar transformações fúnebres na cidade. O Cemitério São José, é a mais antiga necrópole pública de Teresina, foi inaugurada em 1859 e teve seu primeiro sepultamento na data 21.04.1859. Essa necrópole ocupa uma área de aproximadamente 35.088, 37 m², possui 4 seções, 24 quadras, 8.700 covas (ROSA, 2019).

8.3.2 PERFIL SOCIOECONÔMICO DO BAIRRO AREIAS

A respeito do bairro Areias, tem-se que possui uma densidade demográfica de 31,8 habitantes por hectare e área em hectare 95 (Quadro 11). O bairro localiza-se em uma parte da Fazenda Angelim. Nesta região há grandes bancos de areia e lá foi construído o Cemitério das Areias, em torno do qual desenvolveu-se o bairro, que é pouco povoado por possuir grande área de preservação ambiental (SEMPPLAN, 2018).

Quadro 11. Características Gerais do Bairro Areias, Zona Sul, Teresina

Características Gerais				
Região (IBGE)	Superintendência (SDU)	Área (Km ²)	Área (Hectares)	Densidade Demográfica (hab/hectare)
Sul	Sul	0,95	95	31,8-
Limites				
Norte	Sul	Leste	Oeste	
Distrito Industrial	Angelim	Santa Cruz	Rio Parnaíba	

Fonte: SEMPLAN, 2018

O bairro Vermelha compreende a área contida no seguinte perímetro: partindo do eixo do Rio Parnaíba, no alinhamento da Av. Joaquim Ribeiro, segue, por esta, em direção leste, até a Rua Sete de Setembro; continua, por esta até a Av. Nações Unidas e, daí, pela Av. Miguel Rosa atinge a Rua Murilo Braga; prossegue até a Av. Pedro Freitas e, em sentido norte, chega à Rua Abílio Guimarães, pelo qual seu alinhamento atinge o eixo do Rio Parnaíba, retornando, por este, ao ponto inicial.

Quadro 12. Características Gerais do Bairro Vermelha, Zona Sul, Teresina

Características Gerais				
Região (IBGE)	Superintendência (SDU)	Área (Km²)	Área (Hectares)	Densidade Demográfica (hab/hectare)
Centro	Sul	1,27	127	-
Limites				
Norte	Sul	Leste	Oeste	
Centro	São Pedro / Pio XII	Nossa Senhora das Graças / Macaúba	Rio Parnaíba	

Fonte: SEMPLAN, 2018

Destaca-se que o bairro Vermelha tem como importante característica, ser um bairro com grande influência comercial por estar situado em zona central de Teresina e próximo a centros comerciais da cidade. Em 2010 a população do bairro Vermelha representava 0,74% da cidade de Teresina e ocupava a 52ª posição.

Entre as características gerais do bairro Gurupi, no qual se localiza o Cemitério Jardim da Ressurreição, destacamos os bairros que fazem limite (Quadro 19) com o bairro onde o empreendimento está localizado e que compõem a área de influência indireta deste estudo.

Quadro 13. Características Gerais do Bairro Gurupi, Zona Sudeste, Teresina

Características Gerais				
Região (IBGE)	Superintendência (SDU)	Área (Km²)	Área (Hectares)	Densidade Demográfica (hab/hectare)
Sudeste	Sudeste	4.11	411	33.4
Limites				
Norte	Sul	Leste	Oeste	
Uruguai	Parque Ideal / Renascença / Colorado	Todos os Santos / Zona Rural	Recanto das Palmeiras / Livramento	

Fonte: SEMPLAN, 2018.

O bairro Gurupi, no qual se localiza o Cemitério Jardim da Ressurreição, segundo a figura 7 (sete), apresentou significativo avanço em sua população a partir dos anos 2000, mantendo uma média de crescimento considerável nos anos 2007 e 2010 onde em 2010 a

população do bairro Gurupi representava 1,79% da cidade de Teresina e ocupava a 10ª posição.

O bairro Matinha compreende a área contida no seguinte perímetro: partindo do alinhamento da Rua Ceará, no eixo do Rio Parnaíba, segue por aquela rua, em direção leste, até a Av. Santos Dumont; continua, então, até a Rua Rui Barbosa, pela qual prossegue até a Av. Miguel Rosa; daí, em direção oeste, atinge a Ponte João Luís Ferreira e, pelo eixo do Rio Parnaíba, retorna ao ponto de partida.

Quadro 14. Características Gerais do Bairro Matinha, Zona Central, Teresina.

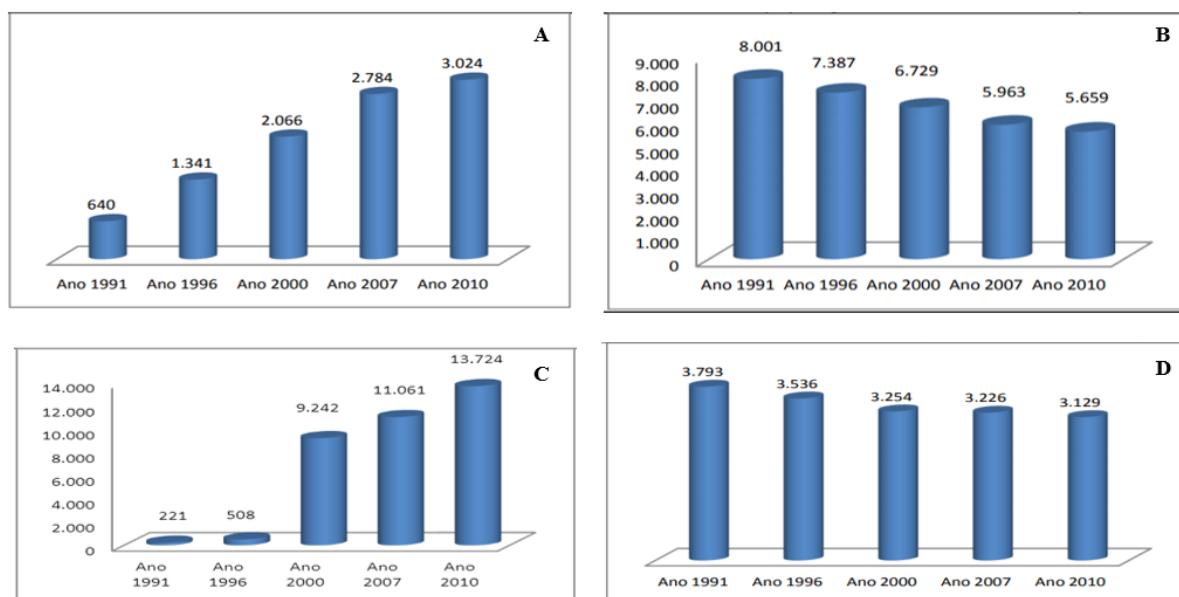
Características Gerais				
Região (IBGE)	Superintendência (SDU)	Área (Km²)	Área (Hectares)	Densidade Demográfica (hab/hectare)
Centro	Centro Norte	0.465	46.5	67.3
Limites				
Norte	Sul	Leste	Oeste	
Piraja	Centro	Vila Operária / Mafuá	Rio Parnaíba	

Fonte: SEMPLAN, 2018.

Em 2010 a população do bairro Areias (Figura 16-A), onde está situado o cemitério 1, Areias, representava 0,39% da cidade de Teresina e ocupava a 80ª posição. Na última década, a população do bairro aumentou 46,4%. Na figura a seguir podemos observar um significativo crescimento da população do bairro Areias no período de 1991 a 2010. A população do bairro Vermelha (Figura 16-B), onde está localizado o cemitério 2, Dom Bosco, representava 0,74% da cidade de Teresina e ocupava a 52ª posição. No gráfico está representada a redução da população do bairro Vermelha ao longo dos anos.

O bairro Gurupi, no qual se localiza o Cemitério 3, Jardim da Ressurreição, segundo a figura 16-C, apresentou significativo avanço em sua população a partir dos anos 2000, mantendo uma média de crescimento considerável nos anos 2007 e 2010 onde em 2010 a população do bairro Gurupi representava 1,79% da cidade de Teresina e ocupava a 10ª posição. Já a população residente no bairro Matinha (Figura 16-D), onde está localizado o cemitério 4, São José, entre os anos de 1991 a 2010, demonstrando uma pequena redução na população do bairro Matinha no decorrer dos anos.

Figura 16. População residentes no bairro dos cemitérios – 1991 a 2010



Fonte: SEMPLAN, 2018

8.4. MEIO BIÓTICO

8.4.1 FLORA

O cemitério 2, Dom Bosco apresenta pouca arborização, sendo encontrado traços de vegetação remanescentes em alguns pontos do cemitério Dom Bosco (Figura 17), é importante destacar uma significativa quantidade de espécies arbustivas no cemitério. O bairro onde o cemitério está localizado e sua proximidade com o Rio Parnaíba onde segundo SEMPLAN, 2018 encontra-se o Parque Municipal Parnaíba I: Localiza-se à margem direita do rio Parnaíba na Avenida Maranhão, com uma área de 12 hectares de extensão entre as Avenidas Joaquim Ribeiro e Getúlio Vargas, ponte Presidente Médici, estendendo-se por três quilômetros entre a Avenida Maranhão e o Rio Parnaíba. É um espaço aberto à visitação da população para a prática de Cooper e ginástica.

Figura 17. Vegetação remanescente na área do Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina.



Fonte. Autor, 2021.

Destaca-se também em área próxima ao cemitério Dom Bosco, está localizado o Parque Ambiental da Prainha, onde parte da área foi revitalizada com a implantação da Bio C, 03 (três) museus vivos dos principais biomas do Estado do Piauí: Caatinga, Cerrado e Cocais, e possui solo arenoso e pedregoso. É considerada área de Preservação Ambiental, além do Museu Vivo, foi instalado nessa área um posto do corpo de bombeiros. Recebe um público para estudos, pesquisas e lazer, cumprindo assim importante papel social e ambiental. É atualmente o maior Parque Ambiental da zona Sul de Teresina. A área do parque passa pelos bairros: Centro, Vermelha, São Pedro e Tabuleta (SEMPPLAN, 2018).

Enfatiza-se que a vegetação tem diferentes usos e funções no ambiente de necrópoles, segundo Pacheco et al. 2012 além da aparência estética, a vegetação é importante sob o ponto de vista higiênico e sanitário, purifica o ambiente e influencia na velocidade e direção dos ventos e além disso, oxigena o solo e o subsolo, apresentando uma atuação benéfica no desenrolar do ciclo de modificação da matéria orgânica. As árvores a serem plantadas devem se situar nas zonas mais afastadas das sepulturas, sendo minuciosamente escolhidas de modo a evitar danos às sepulturas.

Por se tratar de um cemitério no formato Parque ou Jardim, o empreendimento tem como característica predominantemente ser recoberto por grama em toda extensão da área de sepultamento (Figura 18 A-B). Segundo Barbedo et al. 2005, a vegetação em ambiente urbano além do aspecto paisagístico, garante proteção contra ventos e favorece a recarga hídrica além de garantir uma melhora na qualidade de vida dos habitantes fornecendo, sombreamento, diminuição da poluição sonora, absorção da poluição atmosférica e diminuição das ilhas de calor.

Figura 18. A-B Entrada e Área de sepultamento cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: Google Earth Pro, 2021 e Autores, 2021.

8.4.2 FAUNA

Durante as visitas *in loco* ao cemitério Areias, destacam-se os impactos a fauna e flora em decorrência do empreendimento, entre eles destaca-se que não foi observado presença faunística, apenas foi registrado presença de fauna doméstica e avifauna na área do

empreendimento em decorrência da presença de vegetação remanescentes no cemitério Areias (Figura 19).

Figura 19. Animal de grande porte no interior do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

O crescimento acelerado associado à distribuição irregular de Teresina vem provocando mudanças no meio ambiente urbano, agravando o afugentamento da fauna silvestre. As fragmentações de áreas florestais ocorridas na cidade afetam diretamente os elementos faunísticos, intensificando o desequilíbrio da biodiversidade. A fauna possui grande importância para preservação e manutenção da diversidade biológica, sendo assim, condutas e atividades nocivas ao meio ambiente, tais como, modificar, danificar ou destruir ninho, abrigo ou criadouro natural da fauna silvestre é crime, prescritos na lei 9.605/98 de crimes ambientais (SILVA, 2018).

Durante as visitas *in loco* ao cemitério Dom Bosco, segunda necrópole construída na cidade de Teresina, foi registrada a presença de fauna doméstica e avifauna na área do empreendimento em decorrência da presença de vegetação remanescentes no cemitério. Segundo Mota et al. 2012 estes animais podem se tornar vetores de transmissão de doenças, uma vez que ocorra contato direto entre eles os cadáveres e a população do entorno, ainda segundo o autor, esse risco pode ser ainda maior caso existam sepulturas danificadas no cemitério, o que pode ser constatado nas visitas ao cemitério Dom Bosco.

Não foi observado presença faunística de representantes na área, apenas foi registrado uma baixa presença de avifauna na área do empreendimento o que pode ser resultado da baixa arborização da área que possui apenas algumas espécies remanescentes de vegetação (Figura 20). Segundo Franchin et al. 2004 a presença da avifauna brasileira em ambientes modificados pela ação antrópica, como as áreas urbanas, tem se tornado comum, já que, devido à diversificação do ambiente, tendem a sofrer variações menos acentuadas de recursos, mantendo a diversidade de avifauna constante. Para Barbedo et al. 2005 áreas arborizadas em ambientes urbanos garantem locais para reprodução de alguns insetos e pássaros que podem ajudar no

controle de vetores, sendo um importante fator para uma necrópole.

Figura 20. Vegetação remanescentes no cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: <https://jardimdaressurreicao.com.br/>

Destaca-se que a área do cemitério Jardim da Ressurreição, possui capacidade para servir de abrigo para o afugentamento de espécies. Para Beretta et al. 2018, quando se pensa no equilíbrio dos espaços, tem-se em mente que devem atender a população, assim como a fauna também. As áreas verdes são de extrema importância pois assumem papel de equilíbrio entre o espaço modificado pela ocupação urbana e o meio ambiente. Segundo Silva et al. 2018 o crescimento acelerado associado à distribuição irregular de Teresina vem provocando mudanças no meio ambiente urbano, agravando o afugentamento da fauna silvestre. As fragmentações de áreas florestais ocorridas na cidade afetam diretamente os elementos faunísticos, intensificando o desequilíbrio da biodiversidade

Durante as visitas *in loco* ao cemitério São José não foi observado presença faunística representantes da fauna da área, apenas foi registrado presença de fauna doméstica e avifauna na área do empreendimento em decorrência da presença de vegetação remanescentes no cemitério (Figura 21). Segundo Franchin et al. 2004 a presença da avifauna brasileira em ambientes modificados pela ação antrópica, como as áreas urbanas, tem se tornado comum, já que, devido à diversificação do ambiente, tendem a sofrer variações menos acentuadas de recursos, mantendo a diversidade de avifauna constante. Para Barbedo et al. 2005 áreas arborizadas em ambientes urbanos garantem locais para reprodução de alguns insetos e pássaros que podem ajudar no controle de vetores.

Figura 21. Árvores remanescentes no Cemitério São José, Zona Central, Teresina.



Fonte: Autor, 2021.

O crescimento acelerado associado à distribuição irregular de Teresina vem provocando mudanças no meio ambiente urbano, agravando o afugentamento da fauna silvestre. As fragmentações de áreas florestais ocorridas na cidade afetam diretamente os elementos faunísticos, intensificando o desequilíbrio da biodiversidade. A fauna possui grande importância para preservação e manutenção da diversidade biológica, sendo assim, condutas e atividades nocivas ao meio ambiente, tais como, modificar, danificar ou destruir ninho, abrigo ou criadouro natural da fauna silvestre é crime, prescritos na lei 9.605/98 de crimes ambientais (SILVA, 2018).

8.4 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Para elaboração deste documento, foram observadas as seguintes normas de regência:

Quadro 15. Normas de regência

Resolução CONAMA, nº 237, de dezembro de 1997	Regulamenta o Licenciamento Ambiental como um instrumento de gestão ambiental previsto na PNMA.
Resolução CONAMA, nº 001, 23 de janeiro de 1986	Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.
Resolução CONAMA, nº 335, de 3 de abril de 2003	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.
Resolução CONAMA, de 17 de novembro de 2008	Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003.
Resolução CONAMA, nº 368, de 28 de março de 2006	Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.
Lei Complementar Nº 3608, de 04 de janeiro de 2007	Dá nova redação ao código de obras e Edificações de Teresina e dá outras providências.
Resolução CONAMA, nº 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimento e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Lei Municipal de Teresina nº 2.475 de 04 de julho de 1996	Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente, e dá outras providências"
--	---

Fonte: Autor, 2021

8.4.3 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS PELA MATRIZ DE LEOPOLD

A partir da aplicação do método, chegou-se a seguinte matriz:

Tabela 4. Matriz de Leopold Cemitérios

Magnitude dos impactos 1 a 3 – Pouco Importante 4 a 6 – Médio Importe 7 a 10 – Muito Importante			Magnitude dos Impactos	Temporário	Permanente	Positivo	Negativo	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo	Reversível	Irreversível	Área de Influência Direta	Área de Influência Indireta
FATORES														
	Físico	Solo e Geologia	10		X		X	X				X	X	X
		Esgoto Sanitário	10				X	X			X		X	X
		Sistema de Água	6				X	X			X		X	X
		Qualidade do Ar	7	X			X	X			X		X	X

		Uso do Solo Vizinho	10				X	X				X	X	
	Químico	Gases	7		X		X	X				X		X
		Metais pesados	7		X		X		X			X		X
		Necrochorume	10		X		X		X			X		X
	Biológico	Vegetação	8			X	X				X	X		
		Animais	8			X	X				X	X		
		Microorganismos	8				X				X	X		X
	Antrópico	Social	8		X			X			X		X	X
		Infraestrutura	10		X		X	X			X		X	
		Sonoro	1		X			X				X	X	X
	Social	Habitação	10		X		X	X				X	X	
		Saúde	10		X		X	X				X	X	X

Fonte: Autor, 2021

A partir dos resultados obtidos com a aplicação da matriz de Leopold para avaliação dos cemitérios, foram identificados resultados positivos e negativos em função dos

empreendimentos nos seus respectivos bairros, entre os positivos destaca-se a geração de empregos diretos e indiretos, entre as principais funções vigilância da área dos cemitérios e limpeza e manutenção.

Outro impacto positivo importante observado a partir da matriz foi a resiliência da vegetação da área do empreendimento que segundo Herzog et al. 2009 às infraestruturas verdes, têm funções ecológicas insubstituíveis, como: contribuir significativamente para prevenir erosão e assoreamento de corpos d'água; promover a infiltração das águas das chuvas, reduzindo o impacto das gotas que compactam o solo; capturar gases de efeito estufa; ser habitat para diversas espécies promovendo a biodiversidade, áreas de necrópoles contribuem com a redução da vegetação no local. O cemitério Areias apresenta-se como um local arborizado (Figura 22) e sombreado tornando o ambiente visualmente agradável e de clima ameno.

Figura 22. Entrada principal do Cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Entre os impactos negativos, observados no meio físico diagnosticou-se, como muito importante as características de solo e geologia, esgoto sanitário e uso do solo vizinho, em função da situação e localização próxima ao rio Parnaíba do empreendimento que segundo Sousa et al. 2019 embora esteja atualmente com suas atividades paralisadas, permanece a dúvida da comunidade sobre o potencial poluidor da necrópole.

Em uso do solo vizinho, ressalta-se que a necrópole não possui muro delimitando a área do empreendimento o que acaba deixando a vizinhança vulnerável desde a construção do empreendimento até a funcionamento do empreendimento pela liberação de gases resultantes

da decomposição de corpos e também por carreamento de materiais para áreas vizinhas uma vez que foram encontrados na área do empreendimento sulcos erosivos (Figura 23 A e B) causados por águas de chuva.

Figura 23. A e B - Sulcos erosivos no Cemitérios Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Outro fator resultante da falta de um muro de delimitação no empreendimento é a livre circulação de animais de grande porte no interior do cemitério Areias (Figura 24), o que pode provocar avarias nos túmulos e em decorrência disso provocar acidentes entre os visitantes.

Figura 24. Animal de grande porte no interior do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Entre os fatores biológicos destacados na matriz, todos foram avaliados como muito importantes, por estarem diretamente ligados aos fatores físicos da atividade desenvolvida em áreas de necrópole. Para Enetério (2009), o impacto físico de contaminação do lençol freático, ou do solo, ocorre pela proliferação de microrganismos que destroem a matéria orgânica.

Observando à análise dos resultados da aplicabilidade da matriz de Leopold no cemitério Areias em zona urbana da cidade de Teresina, e ponderando os resultados dos fatores analisados, o empreendimento em questão apresenta uma tendência a sustentabilidade uma vez que suas atividades foram interrompidas e não realizada mais o processo de sepultamentos que é o principal fator causador de degradação ambiental. Por outro lado, o principal fator que causa um distanciamento do empreendimento ser considerado menos impactante é a ausência de gestão sobre o empreendimento.

Quando consideramos a área do cemitério Areias em zona urbana da cidade de Teresina, devemos observar as transformações que essa área sofreu ao longo do tempo com o desenvolvimento urbano e a partir da visualização dos resultados implementar medidas mitigadoras para os impactos negativos, e potencializadoras para os impactos positivos, garantindo assim uma gestão ambiental sustentável da área possibilitando melhorias no ambiente urbano da cidade de Teresina.

A infraestrutura do Cemitério 2, Dom Bosco no que diz respeito a distância do muro do cemitério (Figura 25) contraria o inciso IV do art. 5 da Resolução CONAMA nº 335/03, que regulamenta que a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de 05 metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área. Segundo Albuquerque et al. 2017 relatou a mesma situação em sua pesquisa, esse fator está diretamente relacionado ao aspecto de segurança do empreendimento.

Figura 25. Distância entre os jazigos e muro de proteção do Cemitério Dom Bosco



Fonte: Autor, 2021

Outro importante fator observado para avaliação da infraestrutura do Cemitério Dom Bosco, foi a superlotação do empreendimento (Figura 26) e falta de planejamento prévio para a distribuição das sepulturas pela área do cemitério, em alguns pontos as sepulturas encontram-se muito próximas dificultando o acesso e locomoção dos visitantes pelo cemitério Dom Bosco.

Figura 26. Distribuição das sepulturas no Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Outro fator que podemos apontar é presença de animais domésticos que vivem nas dependências do cemitério Dom Bosco como exemplo a grande quantidade de gatos. Durante visitas *in loco* verificou-se corpos de animais em estado avançado de decomposição (Figura 27), causando odor, atraindo moscas e uma grande quantidade de formigas.

Figura 27. Animal doméstico em decomposição no cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

O fator social foi avaliado a partir dos parâmetros, saúde e habitação onde diagnosticou-se no

Cemitério Dom Bosco, a presença de jazigos abertos (Figura 28) oferecendo risco aos visitantes, cabe destacar também a influência dos objetos utilizados na ornamentação dos túmulos nos cemitérios o mais preocupante é encontrado no Cemitério Dom Bosco foram vasos que podem causar o acúmulo de água em seu interior, podendo se tornar um espaço potencial para proliferação de mosquitos *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de doenças como a Dengue, Chikungunya e Zika vírus. Segundo Pacheco et al. 2000 os cemitérios dão uma grande contribuição para a proliferação do *Aedes aegypti* mosquito que se tornou, um dos grandes problemas de saúde pública do Brasil.

Figura 28. Jazigo aberto no Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Verificou-se ainda que o Cemitério Dom Bosco, não segue normas para acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos gerados pelo empreendimento. O manejo dos resíduos gerados no cemitério é inadequado, oferecendo riscos a comunidade local sem nenhum cuidado sanitário e ambiental. Os resíduos gerados pelo processo de reforma dos jazigos são depositados na frente do cemitério misturados ao resíduo comum (Figura 29), e a disposição final no aterro controlado de Teresina.

Segundo Pinheiro et al. 2018, os resíduos gerados pela atividade cemiterial, tais como restos de roupas de cadáveres, restos de caixões, flores e outros, quando colocados juntamente com o lixo comum, se mal-acondicionado e incorretamente disposto, transformam-se em agentes contaminadores colocando em risco o meio ambiente e a saúde pública.

Figura 29. Urna descartada junto a resíduos de construção civil e resíduos comuns, Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Embora na norma NBR 10004 sejam citados diversos compostos, deve-se entender que compostos não listados, que sejam ou possam ser perigosos ao ser humano ou meio ambiente, devem ser classificados como perigosos independentemente ou não de estarem em listas de referência (CAMPOS, 2007).

A partir dos resultados obtidos da avaliação do cemitério Jardim da Ressurreição, foram identificados resultados positivos e negativos em função do empreendimento no bairro Gurupi. Entre os positivos, destaca-se a geração de empregos diretos gerados pelo empreendimento. Segundo Nogueira et al. 2013 tanto para o cemitério quanto para a comunidade do entorno, poderá se revelar como uma alternativa para o crescimento, os benefícios, no entanto, não somente aos moradores, mas àqueles que possuem comércios, negócios ou imóveis nas imediações do Cemitério.

Verificou-se também o impacto positivo do empreendimento no fator social, estabelecido através do aproveitamento das áreas verdes do cemitério para o desenvolvimento de atividades de lazer (Figura 30 A-B) e familiar, transformando o espaço do cemitério Jardim da Ressurreição em espaços de convivência através da construção de um parque para as crianças e a realização de missas semanais no cemitério. Segundo Fuchs et al. 2019, devido a associação de áreas verdes ao lazer e recreação, cemitérios acabam se configurando como um espaço atraente e acessível à população do entorno, que o utiliza para realização de atividades deste gênero de forma paralela à rotina do cemitério.

Entre os parâmetros bióticos, a vegetação da área do empreendimento recebeu avaliação

muito importante, pois é uma área pouco arborizada apresentando vegetação remanescente de grande porte em alguns pontos do empreendimento, entre eles o hall de entrada. Também se percebe um plano paisagístico no cemitério Jardim da Ressurreição atuando na inserção de novas espécies, entre elas palmeiras imperiais e a maior parte do cemitério é recoberto por gramados que apresentam boas condições.

Figura 30. A-B. Parque de diversão no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: <https://jardimdaressurreicao.com.br/>. Acesso em: 15/12/2021.

A organização do cemitério também é refletida no gerenciamento dos resíduos sólidos, possuindo coletores de resíduo disposto (Figura 31), o cemitério possui o PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, documento que identifica o tipo e a quantidade de resíduos sólidos gerados pelo cemitério Jardim da Ressurreição, a lei federal que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos não faz menção aos resíduos de necrópoles.

Figura 31. Coletores de resíduos sólidos dispostos no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte. Autor, 2021.

Outro fator importante é a infraestrutura, fator avaliado na matriz de Leopold em impactos no meio antrópico onde o cemitério Jardim da Ressurreição oferece acessibilidade aos visitantes (Figura 32 A- B) , respeitando a LEI N° 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas

portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, mediante a supressão de barreiras e de obstáculos nas vias e espaços públicos, no mobiliário urbano, na construção e reforma de edifícios e nos meios de transporte e de comunicação (BRASIL, 2000).

Figura 32. A - Rampa de acessibilidade à área de sepultamentos; B - Rampa de acessibilidade ao Crematório do Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: Autor, 2021

Foi considerado como fator determinante para a avaliação da infraestrutura o processo de preparação das áreas de sepultamento (Figura 33 A-B), pois segundo Campos et al. 2007, a falta de tratamento do necrochorume e dos gases, a influência nas águas subterrâneas e a utilização de várias gavetas a baixas profundidades e próximas aos aquíferos, podem ser consideradas como desvantagens dos cemitérios parques ou jardins que são compostos por gavetas construídas no solo cobertas por gramas e os sepultamentos são por tumulação no qual o caixão é colocado em caixas de alvenaria subterrâneas e os túmulos identificados por uma lápide implantada ao nível do solo.

Figura 33. A-B Caracterização construtiva dos jazigos no Cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina.



Fonte: Autor, 2021

Para os impactos negativos observados com a aplicação da matriz de Leopold, destaca-se os fatores químicos estabelecidos, no qual todos os fatores foram avaliados como impactos de magnitudes muito importantes, pois em decorrência do tipo de cemitério e por realizarem cremação, que segundo Campos et al. 2007, o processo apresenta como vantagens a não interferência do necrochorume nas águas subterrâneas, a destruição de microrganismos que poderiam interferir no ambiente e a ocupação de pequena área e como desvantagens na instalação de crematórios, destaca-se ainda, a produção de resíduos na combustão de corpos e também a pouca aceitação por questões sociais, religiosas e culturais.

A Norma Regulamentadora - NR 14, determina que os fornos devem ser dotados de chaminé, suficientemente dimensionada para a livre saída dos gases queimados, de acordo com normas técnicas oficiais sobre poluição do ar. A NR destaca também que os fornos devem ser instalados de forma a evitar acúmulo de gases nocivos e altas temperaturas em áreas vizinhas (Figura 34).

Figura 34. Chaminé e cilindros com monóxido de carbono do Crematório Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: Autor, 2021.

Destaca-se que outro fator relacionado a cremação são os resíduos metálicos resultantes do processo e a importância de uma destinação final adequada para esses materiais. Segundo Barry et al. (1994), os resíduos de metálicos comumente encontrados são próteses usadas no quadril e joelho e parafusos do quadril. Cruz et al. (2015), afirma que também ocorre a emissão de mercúrio com a cremação oriundo de obturações dentárias, feitas com amalgama dental, o amálgama dentário torna-se instável em alta temperatura como a existente em crematórios.

A Lei Municipal de Teresina nº 2.475 de 04 de julho de 1996, que trata da política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente, estabelece

quantidades máximas de poluentes, cujo lançamento no ar é permitido não fazendo uma referência direta a fumaça eliminada durante o processo de cremação, mas instituiu valores padrões primários do ar para o município de Teresina para controle da qualidade do mesmo.

Para avaliação do cemitério São José, foram identificados resultados positivos e negativos em função do empreendimento no bairro, entre os positivos destacamos a geração de empregos diretos e indiretos, destaca-se os trabalhadores autônomos que prestam serviços de limpeza e reparo dos túmulos no cemitério São José, característica que também foi observada em outros cemitérios públicos de Teresina alvo desta pesquisa.

A infraestrutura do cemitério São José no que diz respeito a distância do muro do cemitério (Figura 35 A-B) contraria o inciso IV do art. 5 da Resolução CONAMA nº 335/03, que regulamenta que a área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de 05 metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área do empreendimento.

Figura 35. Distância do muro e os túmulos no cemitério São José, Zona Central, Teresina.



Fonte: Autor, 2021

O cemitério São José apresenta grande parte do seu perímetro ocupado por construções tumulares em cemitérios pavimentados e impermeabilizados pelos túmulos. Segundo SILVA et al. 2009 sistemas de drenagem das águas pluviais deficientes, essas podem escoar superficialmente e inundar os túmulos vulneráveis e, após atravessarem os cemitérios, essas águas são, geralmente, lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os corpos d'água, podendo assim, contaminá-las com substâncias carreadas do interior dos cemitérios.

Destaca-se também que em algumas áreas do empreendimento a acessibilidade encontra-se comprometida para os visitantes e riscos de acidentes. Outro fator importante é a presença de fauna doméstica nas dependências do cemitério São José como exemplo a grande quantidade de gatos, observados durante visitas *in loco* ao cemitério São José.

O fator social foi avaliado a partir dos parâmetros, saúde e habitação onde diagnosticou-se no Cemitério São José, a presença de jazigos abertos (Figura 36 - A) assim como túmulos com estrutura danificada (Figura 36 - B), oferecendo risco aos visitantes. Segundo Kemerich

et al. 2014, túmulos que se encontram em estado de ruínas ou com rachaduras devido ao crescimento das raízes das árvores, e negligência dos proprietários, também favorecem a contaminação das águas subterrâneas.

Figura 36. A - Jazigos abertos no cemitério São José; B – Jazigos com estrutura danificada Zona Central, Teresina.



Fonte: Autor, 2021

O Cemitério São José também apresenta grande quantidade de objetos utilizados na ornamentação dos túmulos, entre eles destaca-se a presença de vasos que podem causar o acúmulo de água em seu interior (Figura 37 A-B), podendo se tornar um espaço potencial para os mosquitos *Aedes aegyoti*, mosquito transmissor de doenças como a Dengue, chicungunha e Zica vírus.

Figura 37. Vasos ornamentação dos sepulcros no cemitério São José, Zona Central, Teresina.



Fonte: Autor, 2021

Destaca-se que o acúmulo de água também pode ocorrer em jazigos abertos

encontrados no perímetro do cemitério São José. Segundo Pacheco et al. 2000 os cemitérios são uma grande contribuição para a proliferação do *Aedes aegypti* mosquito que se tornou um dos grandes problemas de saúde pública no Brasil.

A partir das visitas aos cemitérios alvo dessa pesquisa, foi possível identificar impactos positivos e negativos, no quadro a seguir medidas potencializadoras para os impactos positivos e mitigadoras para os impactos negativos.

Quadro 16. Impactos Positivos - Medidas Potencializadoras do Cemitério, Teresina.

IMPACTOS POSITIVOS	MEDIDA POTENCIALIZADORA
A geração de empregos a partir Empreendimento	Otimização de serviços; priorizar contratação de mão-de-obra local
Resiliência ambiental	Plano de recuperação da área,
Arborização	Realizar uma avaliação da fauna e flora existente, chegando a um nível de percepção que permita reconhecer não só a diversidade, mas também a funcionalidade ecossistêmica ali existente (sendo utilizada como corredor ecológico).
Função sanitária	Manutenção e adoção de técnicas para a redução de impactos.
Identidade e cultura local	Construção de um memorial, destacando a importância da construção da necrópole para Teresina.
Zona de infiltração	sistema de drenagem e tratamento do necrochorume, torna-se possível evitar a contaminação do lençol freático da região evitando a infiltração e o escoamento superficial do efluente.

Fonte: Autor, 2021

Quadro 17. Impactos Negativos - Medidas Mitigadoras do Cemitério, Teresina.

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDA MITIGADORA
Solo e Geologia	Implantar o Programa de Recuperação de Passivos Ambientais; implantar o Programa de Monitoramento dos Impactos Diretos e Indiretos. O monitoramento contínuo dos solos, das águas superficiais e da subsuperfície dos cemitérios são essenciais para evitar a contaminação do meio. Os sistemas de poços de monitoramento deverão ser implantados conforme a norma ABNT NBR 13.895, que prevê o monitoramento e amostragem estrategicamente localizados a montante e a jusante da área do cemitério.
Saúde	Implantar o Programa de Educação Ambiental destinado à comunidade do bairro
Desmatamento	Restrição do desmatamento somente liberado em casos excepcionais.
Geração de Resíduos	O empreendimento deverá elaborar e seguir as diretrizes do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para realizar a classificação dos resíduos sólidos para a destinação final adequada de tratamento e/ou reciclagem de acordo com os regulamentos existente;
Rede de drenagem	Monitoramento do sentido de escoamento freático na área devido alterações em decorrência do empreendimento;
Uso do Solo Vizinho	Restringir a área do cemitério, através da construção de muro de alvenaria delimitando assim a área do cemitério.

Fonte: Autor, 2021

8.4.4 DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Durante as visitas *in loco* ao cemitério Areias, foi identificado em uma das laterais do empreendimento, o processo de deslizamento de terra, na área que faz limite a uma galeria, o que pode ser fator que contribuinte para o aumento da Voçoroca, fenômeno geológico que consiste na formação de buracos de erosão causados pela água da chuva e intempéries em solos onde a vegetação não protege mais o solo ficando suscetível de carregamento de material, estando entre o fator de maior preocupação na área do cemitério Areias.

Com a erosão (Figura 38 A-B) que pode ser mais afetada ainda no período chuvoso da cidade de Teresina, causando a destruição de sepulturas e o transporte de resíduos de sepultamento para áreas vizinhas e contaminação das mesmas, é importante destacar também sobre risco para os visitantes caso a área não seja isolada e devidamente sinalizada como área de perigo, essas são medidas fundamentais para a que devem ser implementadas em caráter de urgência pelo órgão público responsável pela administração do empreendimento.

Figura 38. A-B Comparativo de mesma área do cemitério Areias em anos diferentes de 2019 e 2021



Fonte. Autor, 2021

Os impactos ambientais decorrentes da operação de cemitério Dom Bosco podem ser considerados de magnitude curta, média e a longo prazo, o cemitério Dom Bosco a segunda necrópole construída na cidade de Teresina, apresenta entre os fatores observados, a superlotação da necrópole, a falta de planejamento na distribuição dos jazigos, a falta de uma destinação adequada dos resíduos gerados pelo empreendimento, e também os animais domésticos nas dependências do Cemitério, fatores que contribuem com impactos gerados pelo empreendimento no ambiente e distância a empreendimento de uma atividade sustentável, demonstrando a necessidade de alterações para almejar a sustentabilidade.

O cemitério Jardim da Ressurreição apresenta-se com uma infraestrutura, processo de sepultamentos e processo de cremação em conformidade com a legislação, onde os fatores abordados na avaliação dos parâmetros estabelecidos por este Termo de Referência, o aproxima de um empreendimento sustentável, sendo observado um equilíbrio nos três pilares

da sustentabilidade: o ambiental, econômico e social, adotados pelo cemitério Jardim da Ressurreição. Destaca-se a importância do direcionamento dos resíduos metálicos resultantes do processo de cremação realizados no cemitério Jardim da Ressurreição, e a importância de uma destinação final adequada para esses materiais.

A partir das observações feitas *in loco* no cemitério São José, a necrópole mais antiga da cidade de Teresina, e dos resultados observados a partir da matriz de Leopold aplicada ao empreendimento, observou-se que o cemitério tem grande influência no bairro Matinha onde está localizado. Ressalta-se que o empreendimento precisa passar por reparos em avarias que surgiram com o passar dos anos, como a presença de jazigos abertos oferecendo risco aos visitantes, outro fator a destacar sobre o empreendimento é a grande quantidade de fauna doméstica no perímetro do cemitério São José.

A superlotação do cemitério São José também é um fator importante a se destacar, pois, torna a área com baixa capacidade de infiltração da água no solo e pode aumentar o escoamento superficial, o que contribui com o transporte de materiais para áreas de vizinhança e também processos erosivos na área. Essas características observadas induzem que o Cemitério São José, necessita passar por alterações para o desenvolvimento dos pilares da sustentabilidade: o ambiental, econômico e social, pelo cemitério São José, destaca-se o pilar ambiental como aspecto importante a ser desenvolvido no cemitério e que influencia diretamente no pilar social.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento da Legislação vigente sobre o uso do solo em áreas de necrópoles, fica evidente uma baixa aderência dos estados para normativas complementares ao CONAMA, evidenciando que áreas potenciais poluidoras não recebem atenção para gestão de riscos ambientais. Destaca-se que a legislação complementar às normativas federais pelos estados brasileiros, é instrumento indispensável na prevenção de impactos ambientais e aumento da segurança ambiental em áreas de necrópoles.

Por meio da avaliação do comportamento do solo sob uso cemiterial em zona urbana de Teresina, através de análise dos resultados, não foi possível perceber alterações significativas que pudessem indicar estar atreladas ao processo de sepultamento. Mesmo com estes resultados, a atividade de necrópoles em zona urbana destaca-se pelos impactos negativos e suas magnitudes.

Por fim, conclui-se que através do Termo de Referência – TR uma ferramenta-modelo, foi possível obter diagnóstico e avaliação situacional das quatro necrópoles alvo desta pesquisa, considerando suas principais características, elementos essenciais para avaliação da sustentabilidade dos cemitérios estudados. Destaca-se que entre eles o Cemitério Jardim da Ressurreição uma necrópole privada, foi a que mais aproxima do conceito de

empreendimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE K.A., Pedogênese Permiana na formação Pedra de Fogo: Caracterização de Paleossolos e Implicações Paleoambientais no leste da bacia do Parnaíba, **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2019.

AQUINO, M. D., Proposta de uma Matriz para Avaliação de Impactos Ambientais, **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2002.

ALBUQUERQUE, H.N., CERQUEIRA, J.S., ALBUQUERQUE, I. C. S., Impactos ambientais no cemitério público de Queimadas-PB, Brasil, **Revista ESPACIOS**, Vol. 38, nº 37, 2017.

BARBEDO, A. S. C.; BIANCHI, C. G.; KELLER, L. R.; ORTEGA, M. G.; ORTEGA, S. E.

H. **Manual técnico de arborização urbana**. 2ª. ed. São Paulo: Secretária Municipal de Meio Ambiente, 2005.

BARRY, M., Metal residues after cremation, **BMJ**, 308:390, Vol. 308, 1994.

BERETTA, V. Z., Indicadores de Atração e Afugentamento de Fauna em Áreas Verdes Públicas no Município de Campinas (SP), **V Jornada de Gestão e Análise Ambiental**, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, ISBN: 978-85-94099-03-7, 2018.

BRASIL (1986). Conselho Nacional do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA. Resolução do CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Licenciamento ambiental – Normas e procedimentos. Brasília: MMA.

BRASIL (2003). Conselho Nacional do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA. Resolução do CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Licenciamento ambiental de cemitérios– Normas e procedimentos. Brasília: MMA.

BRASIL (2006). Conselho Nacional do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA. Resolução do CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Licenciamento ambiental de cemitérios– Normas e procedimentos. Brasília: MMA.

BRASIL (2008). Conselho Nacional do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA. Resolução do CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Licenciamento ambiental de cemitérios– Normas e procedimentos. Brasília: MMA.

CRUZ, N. J. T., Cemitérios, Crematórios e novas Tecnologias Fúnebres: Impactos Ambientais e Preferências Post-mortem na Cidade de Maceió-AL, *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, ISSN: 1982-4785, Abril, 2015

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Geodiversidade do estado do Piauí. Programa geologia do Brasil, levantamento da geodiversidade, Recife, Brasil, 2010.

EMBRAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO - MAPA EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS - CNPS UNIDADE DE EXECUÇÃO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE RECIFE - UEP/Recife

EMBRAPA, Descrição das principais classes de solos, unidade de execução de pesquisa e desenvolvimento de Recife - UEP/Recife, 2005.

ENETÉRIO, N. G. P. Avaliação da vulnerabilidade do aquífero freático à contaminação por necrochorume em Bonito MS. **Dissertação (Programa De Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais)** 102f. UFMS, 2009.

FEIO, Perícia Ambiental aplicada no controle da Poluição do solo e águas superficial e subterrâneas, **Revista Científica do CESP/UEA**, Ano 4, n. 5 , p. 16–30, 2019.

FURTADO, A. E. Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação. **Dissertação Mestrado em Conforto Ambiental** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 138p., Rio de Janeiro, 1994.

FUCHS F., Espaços de cemitérios e a cidade de São Paulo, **Dissertação de Mestrado**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Universidade São Paulo, São Paulo, p.236, 2019.

GARDIMAN B.S.J., Perda de solo por Erosão Hídrica em Áreas de Preservação Permanente na Microbacia Hidrográfica Córrego do Horizonte, Alegre, Espírito Santo. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 9, n. 2, p. 021-034, maio/jun. 2012

KEMERICH, P; D, Variação Espacial da Qualidade da Água Subterrânea em Área Ocupada por Cemitério tipo Parque Jardim. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 264-279, 2012.

Lei Municipal de Teresina nº 2.475 de 04 de julho de 1996 "Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente, e dá outras providencias".

LINS, E. A. M.; LINS, A. S. B. M; SOUZA, J. M.; MELO, D. C. P.; PAZ, D. H. F. Uma Análise Ambiental dos Impactos Negativos Gerados pelo Cemitério de São Luís, Escada – PE. **1ª Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, Gramado, RS, 2018.

MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.;

BOSSOLAN, N. R. S.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, S. Qualidade Bacteriológica de Águas Subterrâneas em Cemitérios. **Revista de Saúde Pública**. v.25, n.1, p. 111-116. 1991.

MOTA, J.A.P., Diagnóstico ambiental de cemitérios - Estudo de Caso São Luis do Maranhão, UFPB - João Pessoa, 2012.

MORAES, L.A., Arborização do canteiro central da avenida Frei Serafim, Teresina-PI: Análise

MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.;

BOSSOLAN, N. R. S.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, S. Qualidade Bacteriológica de Águas Subterrâneas em Cemitérios. **Revista de Saúde Pública**, v.25, n.1, p. 111-116. 1991. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-8910_1991000100010

MORAES, L.A., ARBORIZAÇÃO DO CANTEIRO CENTRAL DA AVENIDA FREI

SARAFIM, TERESINA-PI: Análise quali-quantitativa, **Revista Equador**, Vol. 5, nº 3, p 78-98, 2016

NOGUEIRA, R.S., **Quando um cemitério é patrimônio cultural**. 2013. Dissertação de Mestrado, UNIRIO. Rio de Janeiro 2013.

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

SANCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: **Oficina de textos**, 2013.

SILVA, L. S. J., Avaliação da Qualidade dos Processos de Licenciamento Ambiental de empreendimentos de mineração em Minas Gerais, **Ambiente & Sociedade**, São Paulo. Vol. 21, 2018.

- SOUSA, M. C. B., Estudo da Contaminação do Aquífero próximo ao Cemitério Areias, **Brazilian Geographical Journal : Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 41-57, jan./jun. 2015.
- SOUSA, M. C. B., Avaliação do Perigo de Contaminação do Aquífero próximo ao Cemitério Areias, Teresina, Piauí, **Subtemas e enfoques da sustentabilidade**, – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.
- SILVA, I. A. A., Perfil Qualitativo e Quantitativo da Fauna Silvestre recebida pelos órgãos de fiscalização de Teresina- PI, **Trabalho de conclusão de Curso**, Teresina, 2018.
- ROCHA, M.S.S., CEMITÉRIOS E SUSTENTABILIDADE: A elaboração de um termo de referência-modelo para o licenciamento ambiental, **Dissertação de Mestrado**, UFMG, Belo Horizonte, 2018
- SOUSA, C.B.S., MONTEIRO, C.A.B., AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO PRÓXIMO AO CEMITÉRIO AREIAS, TERESINA, PIAUÍ, **Subtemas e enfoques da sustentabilidade** [recurso eletrônico], Atena Editora, Ponta Grossa - PR, 2020. DOI: [10.22533/at.ed.22.6201601](https://doi.org/10.22533/at.ed.22.6201601).
- SANCHOTENE, M. C. C. Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, **São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, p.15-35, São Luís, 1994.
- SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 2ª ed., Copyright Oficina de textos, 2013.
- SHAMS, J.C.A., Emprego da Arborização na Melhoria do Conforto Térmico nos Espaços Livres Públicos, **REVSBAU**, v.4, n.4, p.1-16, Piracicaba – SP, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v4i4.66445>
- SILVA, L. S. J., Avaliação da Qualidade dos Processos de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Mineração em Minas Gerais, **Ambiente e Sociedade**, Vol. 21, 2018
- SILVA, I.A.A., PERFIL QUALITATIVO E QUANTITATIVO DA FAUNA SILVESTRE RECEBIDA PELOS ÓRGÃOS DE FISCALIZAÇÃO DE TERESINA- PI. 2018
- SILVA, F. C., AVALIAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR DO CEMITÉRIO DE ITAQUERA, SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 335/2003, MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, Revista UnG – Geociências V.7, N.1, 2008, 31-47
- SOUSA, GEOGRAFIA E ESPACIALIZAÇÃO DA MORTE, A sociedade e o espaço geográfico brasileiro / Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Curitiba (PR): Atena, 2017.
- SANCHEZ, L.E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. **São Paulo: Oficina de textos**, 2013.
- SILVA, Robson Willians da Costa; MALAGUTTI FILHO, Walter; MOREIRA, César Augusto. Emprego do método da eletrorresistividade no estudo da contaminação subterrânea do cemitério municipal de Vila Rezende, Piracicaba-SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2009000300007>
- SILVA, L.S.J., Avaliação da Qualidade dos processos de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Mineração em Minas Gerais, **Revista Ambiente & Sociedade**, Vol. 21, 2018.
- SILVA, F. C., Avaliação Ambiental preliminar do Cemitério de Itaquera, segundo a resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo, **Revista UnG – Geociências**, V.7, N.1, P. 31-47, 2008,
- SOUSA, M.C.B., Estudo da contaminação do Aquífero próximo ao Cemitério Areias, Teresina/PI, **Brazilian Geographical Journal**, v. 6, n. 1 , p. 41-57, Ituiutaba, 2015.

SILVA, I.A.A., Perfil Qualitativo e Quantitativo da Fauna Silvestre recebida pelos órgãos de fiscalização de Teresina- PI. **Trabalho de Conclusão de Curso**, 81p., IFPI, 2018.

SANCHEZ, L.E., Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos., **São Paulo: Oficina de textos**, ed. 2º , 2013.

SANCHOTENE, M. C. C., Desenvolvimento e perspectivas da arborização urbana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, São Luís, **São Luís: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, p.15-35, 1994.

SILVA, L.S.J., Avaliação da Qualidade dos Processos de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Mineração em Minas Gerais, **Revista Ambiente & Sociedade**, vol. 21, São Paulo, 2018.

SILVA, F. C., Avaliação Ambiental Preliminar do Cemitério de Itaquera, Segundo a Resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo, **Revista UnG – Geociências**, V.7, N.1, p. 31-47, 2008.

SILVA, I.A.A., Perfil Qualitativo e Quantitativo da Fauna Silvestre Recebida pelos Órgãos de Fiscalização de Teresina- PI, **Trabalho de Conclusão de curso**, 81 p, IFPI, 2018

SILVA, A.P.S., Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial, **Dissertação de Mestrado**, São Paulo, 2007. DOI: [10.11606/D.6.2007.tde-25112007-172840](https://doi.org/10.11606/D.6.2007.tde-25112007-172840).

SILVA, L.S.J., Avaliação da Qualidade dos processos de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos de Mineração em Minas Gerais, **Revista Ambiente & Sociedade**, Vol. 21, 2018.

SILVA, F. C., Avaliação Ambiental preliminar do Cemitério de Itaquera, segundo a resolução CONAMA 335/2003, município de São Paulo, **Revista UnG – Geociências**, V.7, N.1, P. 31-47, 2008,

SOUSA, M.C.B., Estudo da contaminação do Aquífero próximo ao Cemitério Areias, Teresina/PI, **Brazilian Geographical Journal**, v. 6, n. 1 , p. 41-57, Ituiutaba, 2015.

SILVA, I.A.A., Perfil Qualitativo e Quantitativo da Fauna Silvestre recebida pelos órgãos de fiscalização de Teresina- PI. **Trabalho de Conclusão de Curso**, 81p., IFPI, 2018.

SANCHEZ, L.E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. **São Paulo: Oficina de textos**, 2013.

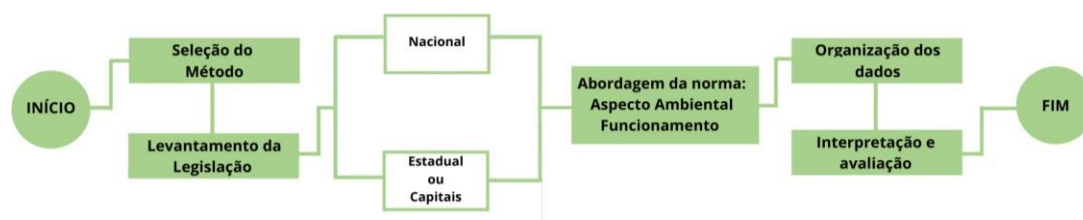
SILVA, Robson Willians da Costa; MALAGUTTI FILHO, Walter; MOREIRA, César Augusto. Emprego do método da eletrorresistividade no estudo da contaminação subterrânea do cemitério municipal de Vila Rezende, Piracicaba-SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2009000300007>

TERESINA - PERFIL DOS BAIRRO, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – **SEMPPLAN**, 2018

TERESINA - PERFIL DOS BAIRRO, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – **SEMPPLAN**, 2018.

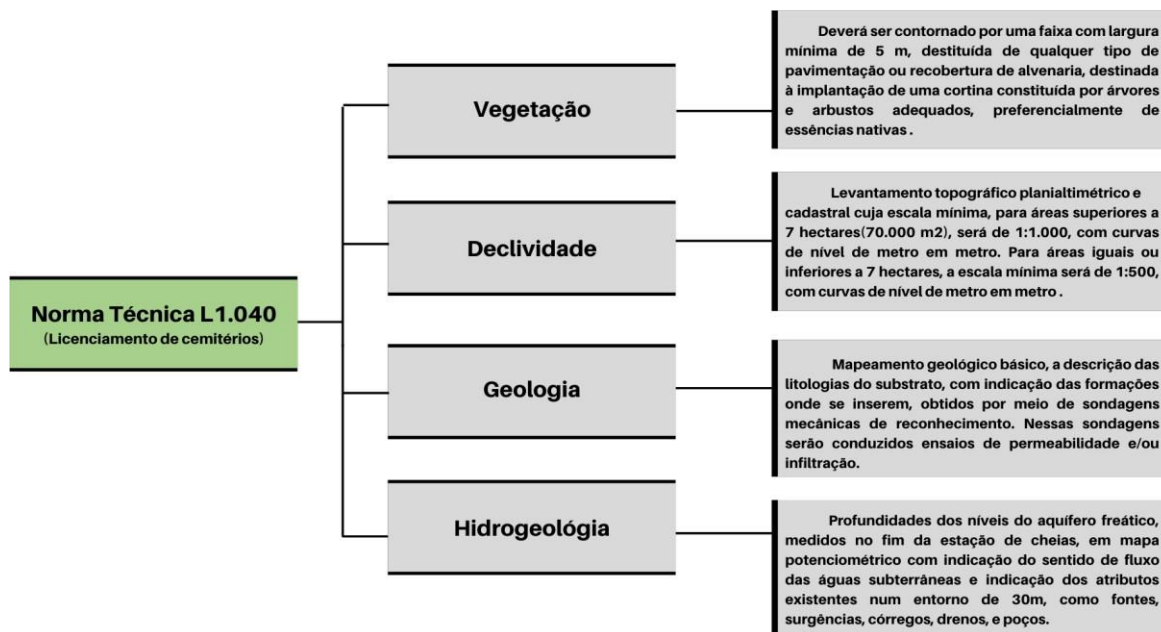
APÊNDICES

Apêndice A - Framework metodológico



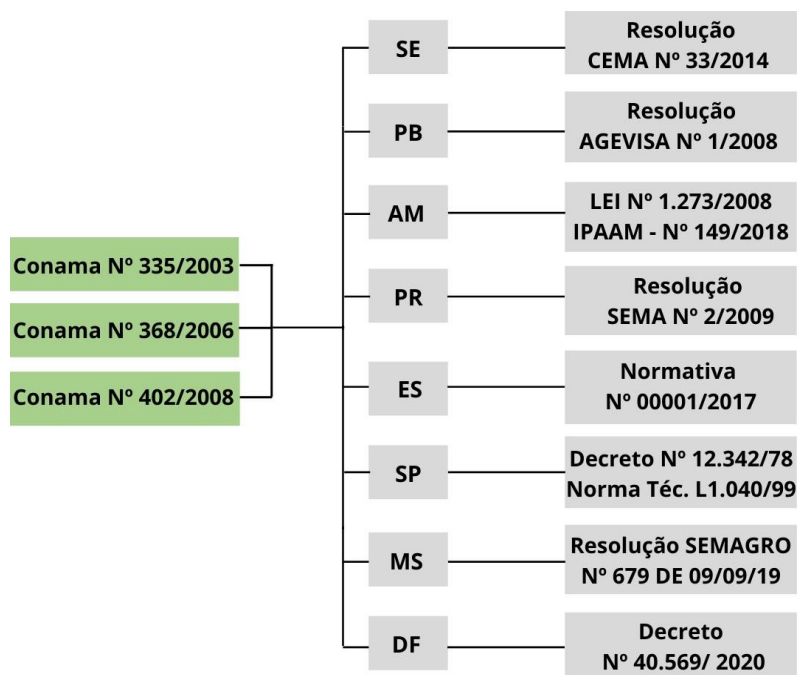
Fonte: Adaptado de (LUKOSEVICIUS, 2018), por Autores, 2021

Apêndice B - Fluxograma de temas abordados na norma técnica L1.040



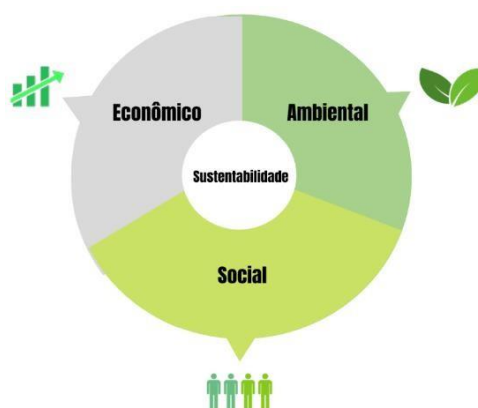
Fonte: Autores, 2021

Apêndice C - Fluxo de normativas estaduais complementares ao CONAMA



Fonte: Autores, 2021

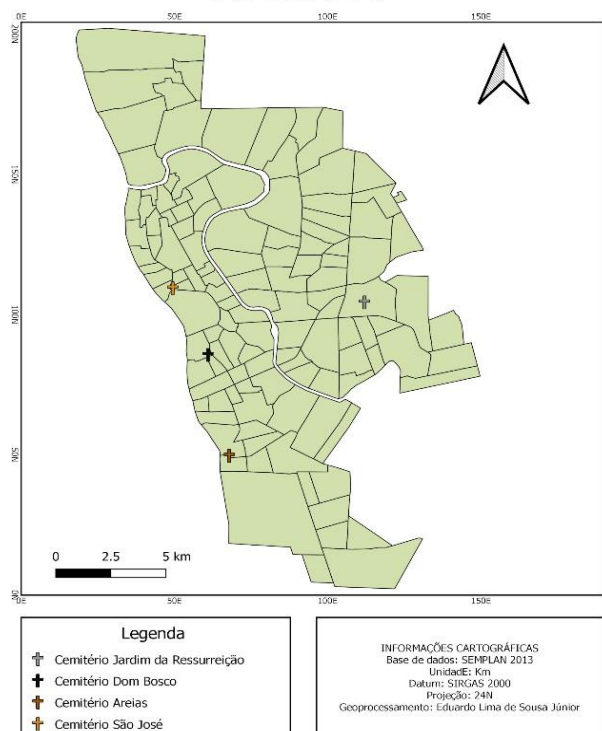
Apêndice D - Pilares da Sustentabilidade



Fonte: Adaptado de ROCHA, 2018 por Autores, 2021

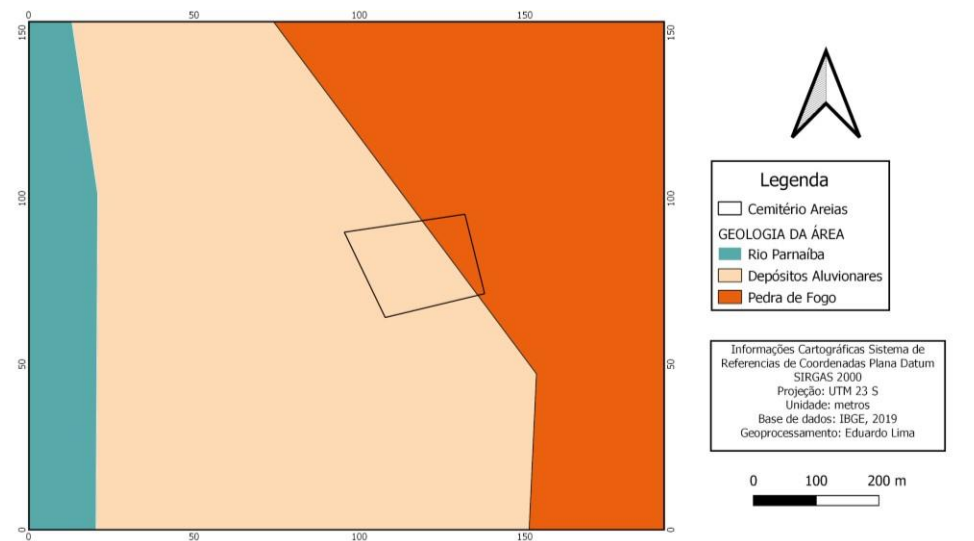
Apêndice E - Localização dos cemitérios alvo deste estudo

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



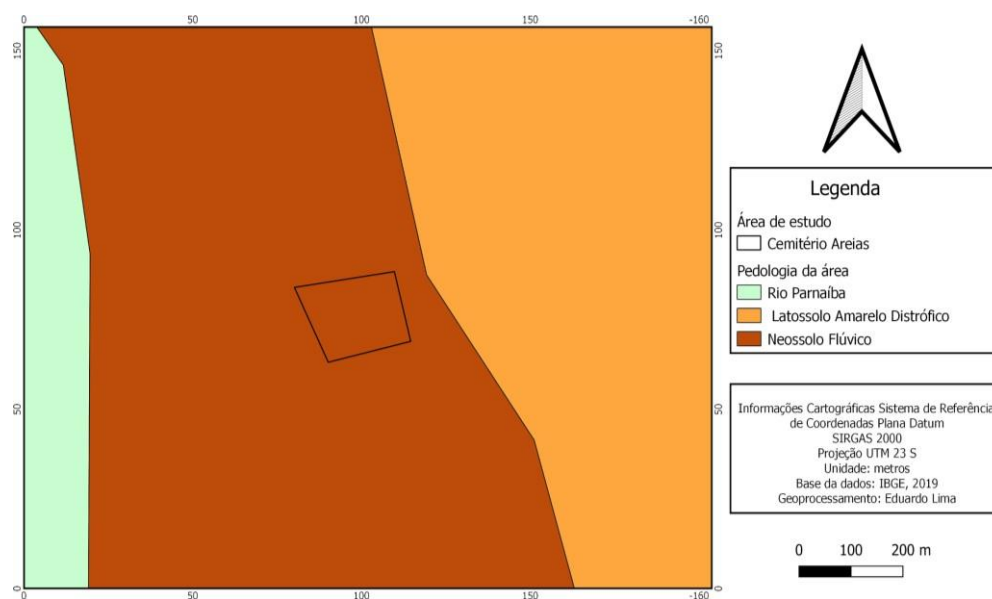
Fonte: Autores, 2021.

Apêndice F - Mapa de Geologia do Cemitério Areias, Zona Sul, Teresina.



Fonte: Autores, 2021

Apêndice G - Mapa de solos do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte:

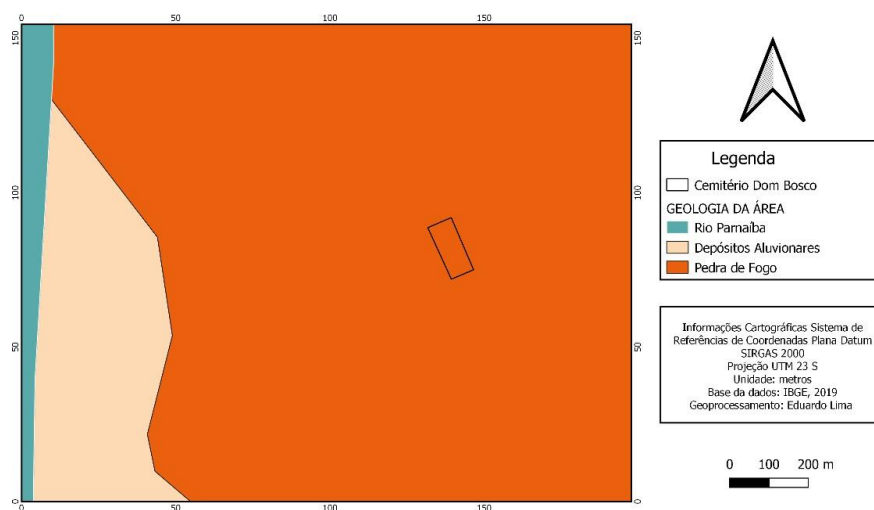
Autores, 2021

Apêndice H - A-B Comparativo de mesma área do cemitério Areias em anos diferentes de 2019 e



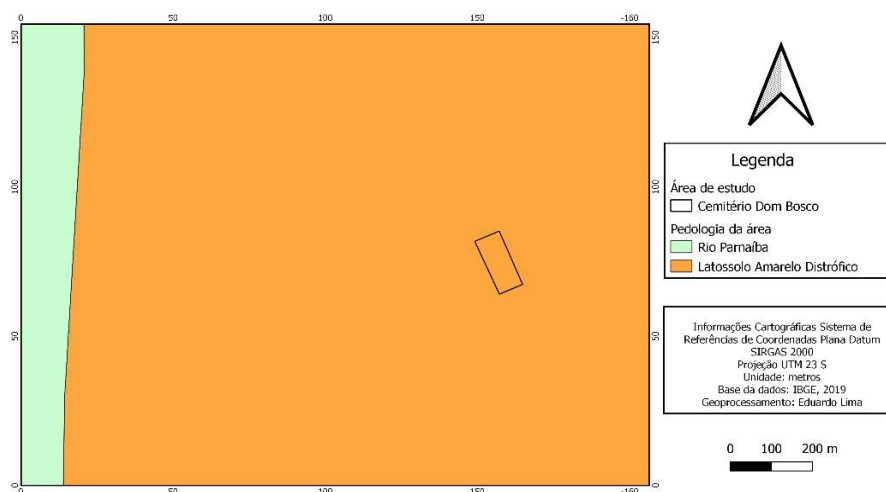
Fonte. Autores, 2021

Apêndice I - Mapa de geologia do Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



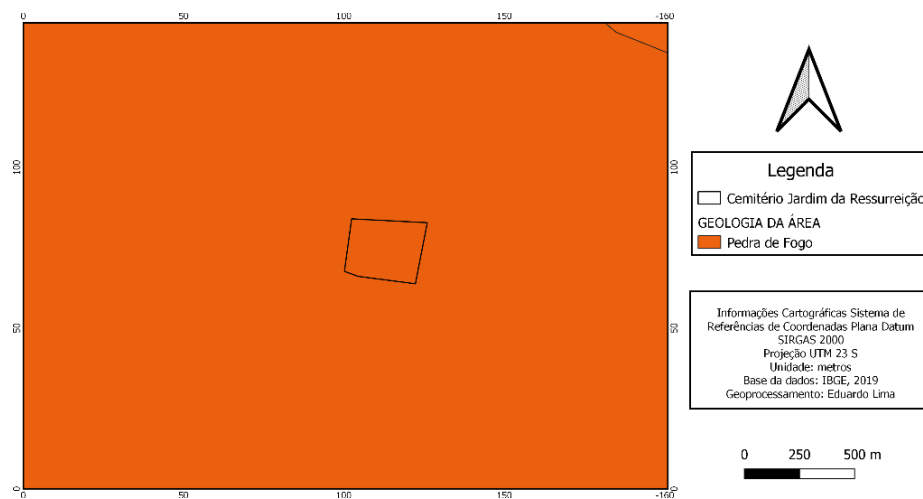
Fonte: Autores, 2021

Apêndice J - Mapa de solos Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



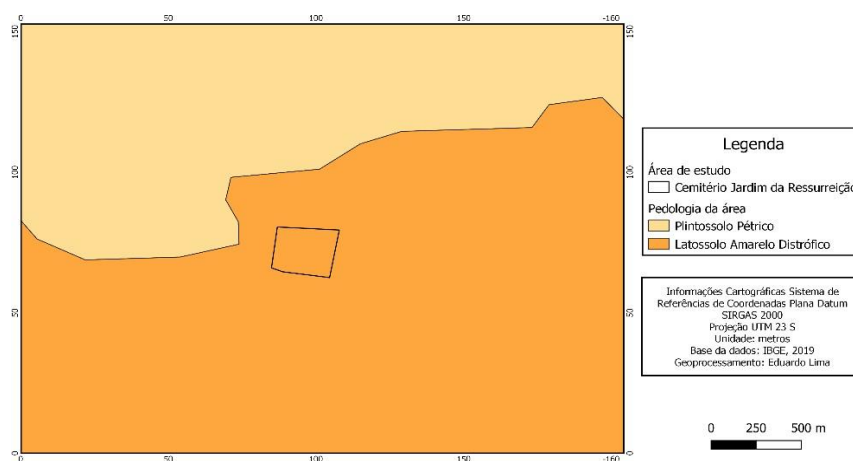
Fonte: Autores, 2021

Apêndice L - Mapa de Geologia do cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: Autores, 2021.

Apêndice M - Mapa de solos do cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



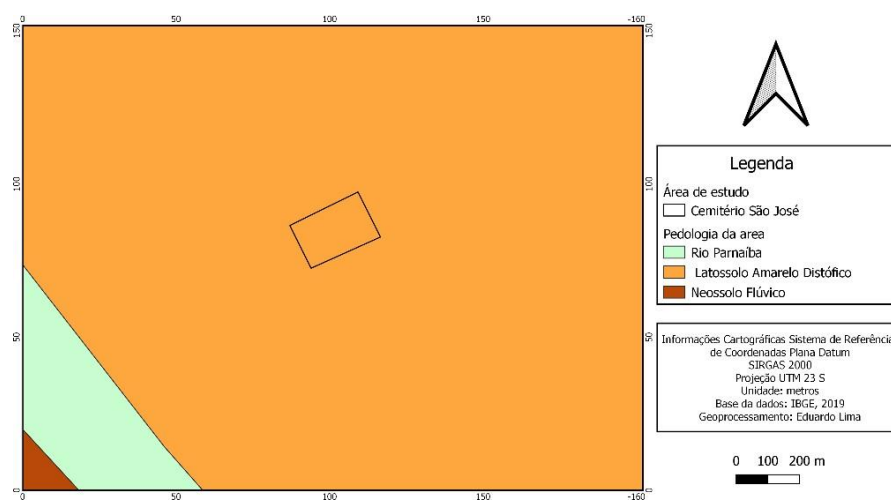
Fonte: Autores, 2021.

Apêndice N - Mapa de localização do cemitério São José, Zona Central, Teresina.



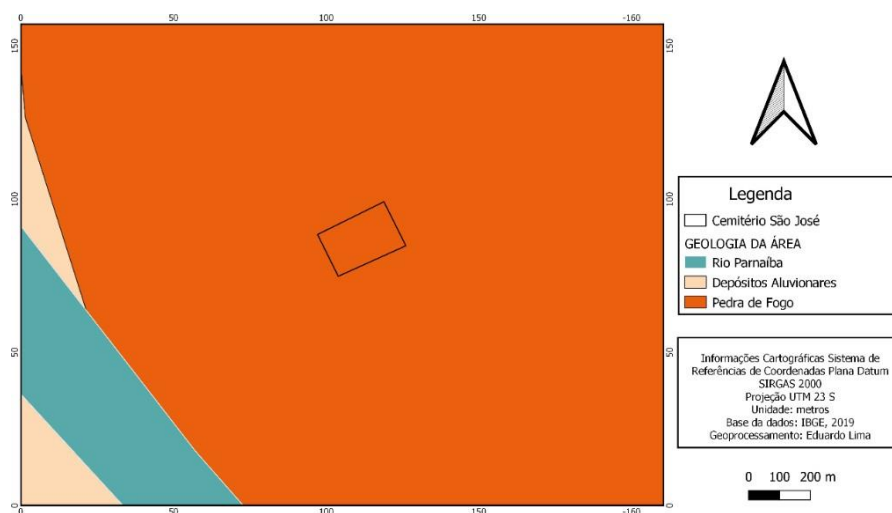
Fonte: Autores, 2021

Apêndice O - Mapa de Solos do cemitério São José, Zona Central, Teresina



Fonte: Autores, 2021

Apêndice P - Mapa de Geologia do cemitério São José, Zona Central, Teresina



Fonte: Autores, 2021

Apêndice Q - A - Jazigos abertos no cemitério São José; B – Jazigos com estrutura danificada Zona Central, Teresina.



Fonte: Autores, 2021

Apêndice U - Árvores remanescentes no Cemitério São José, Zona Central, Teresina



Fonte: Autores, 2021

Apêndice V - Urna descartada junto a resíduos de construção civil e resíduos comuns, Cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina



Fonte: Autores, 2021

Apêndice X - Distância do muro e os túmulos no cemitério São José, Zona Central, Teresina.



Fonte: Autores, 2021

Apêndice Z - Chaminé e cilindros com monóxido de carbono do Crematório Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: Autores, 2021.

ANEXO

ANEXO A - Formulário da Caracterização

**MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – MCE
ADICIONAL DE CEMITÉRIOS**

Identificação do Empreendimento
Razão Social: _____

INFORMAÇÕES GERAIS
Tipo de Cemitério: ☐ Horizontal ☐ Vertical ☐ Outros _____ Possui Cemitério? ☐ Sim ☐ Não

Justificativa do Empreendimento
Informe a demanda e seu atendimento e justifique a localização pretendida: _____

CARACTERÍSTICAS DO LOCAL
Uso e Ocupação do Solo
Descreva o uso e ocupação do solo num raio de 500m do empreendimento. Essa informação deve constar também em planta topográfica em escala 1:10.000. _____

Localização do Empreendimento
Informe a legislação incidente (na ausência de legislação específica para a região onde se pretende instalar o empreendimento): _____

O contexto geológico/hidrológico é vulnerável?
Por exemplo, está inserido em zonas de falhamentos, em região de rochas calcárias, calcossilicáticas interpenetradas ou com erosão superficial? ☐ Sim ☐ Não

A área está inserida, total ou parcialmente, em área de manancial para abastecimento público? ☐ Sim ☐ Não

INFORMAÇÕES SOBRE IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
Descreva as obras necessárias à implantação do empreendimento:
Será utilizado material de empréstimo? ☐ Sim ☐ Não
Se sim, informe a estimativa de material a ser utilizado e sua origem: _____

Haverá material para terra fora?
☐ Sim ☐ Não
Se sim, informe a estimativa de material para terra fora e o local de destinação: _____

Informe a compatibilidade do novo empreendimento com as condições do imóvel atual: _____

Será necessária a implantação de caminho de obras e equipamentos?
☐ Sim ☐ Não
Se sim, descreva a infraestrutura existente e/ou a necessária (tubo, caçoio, coleta de resíduos sólidos), entre outros: _____

Será necessária a abertura de acessos provisórios ou definitivos, entre outros?
☐ Sim ☐ Não
Se sim, descreva o local e apresente essas informações em planta: _____

Localidade: _____

**MEMORIAL DE CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO – MCE
ADICIONAL DE CEMITÉRIOS**

CEMITÉRIO HORIZONTAL
Características do Empreendimento
Número de sepulcros: _____ Área destinada ao sepultamento: _____ m²

Resultados das Sondagens

Descrição do ponto	Nível d'água sustentado (m)	Data de obtenção do dado	Distância do nível d'água até a base de sepultura (m)	Coefficiente de permeabilidade do solo (cm/s)

Há necessidade de novo adicional em função dos dados hidrogeológicos? ☐ Sim ☐ Não

A área de sepultamento mantém raio mínimo de 5 metros em relação ao perímetro do cemitério? ☐ Sim ☐ Não

CEMITÉRIO VERTICAL
Características do Empreendimento
Número de loculi: _____

Descreva a metodologia adotada para impedir o vazamento dos líquidos oriundos da coligação: _____

Descreva o sistema de tratamento dos líquidos oriundos da coligação: _____

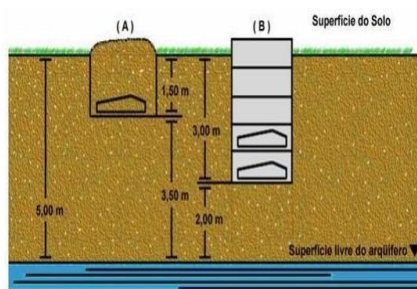
Declaro, sob as penas da lei, que as informações aqui contidas são e expressão de verdade.

Assinatura do proprietário ou responsável legal: _____

Localidade: _____

Fonte: (CETESB, 2007)

ANEXO B- Principal forma de sepultamentos realizados no Brasil



Fonte: Silva (2007)

ANEXO C - Áreas de vulnerabilidade à contaminação



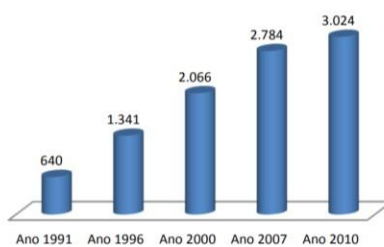
Fonte: Adaptado Pacheco, 1986; Silva, 2009

ANEXO D - Zonas saturada e não saturada do solo.



Fonte. Adaptado Pacheco, 1986; Silva, 2009

ANEXO E –População residente no bairro Matinha – 1991 a 2010



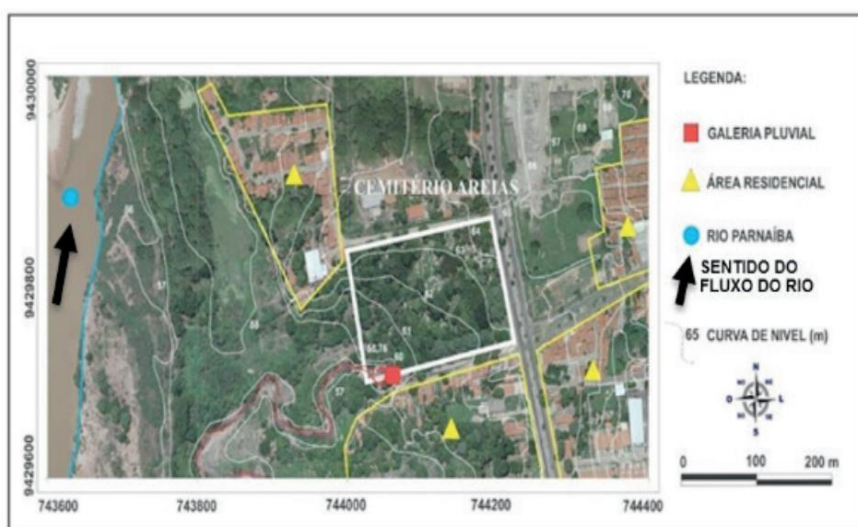
Fonte: SEMPLAN, 2018

ANEXO F - Área de influência direta do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



Fonte. Google Satellite, 2021

ANEXO G - Mapa de identificação locacional do cemitério Areias, Zona Sul, Teresina



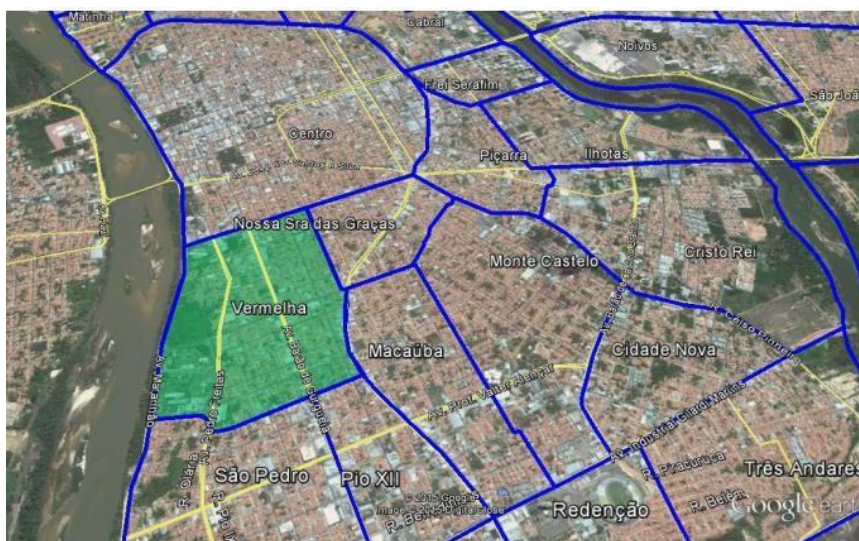
Fonte: SOUSA, 2019

ANEXO G - Área de influência direta do cemitério Dom Bosco, Zona Sul, Teresina.



Fonte. Google Satélite, 2021

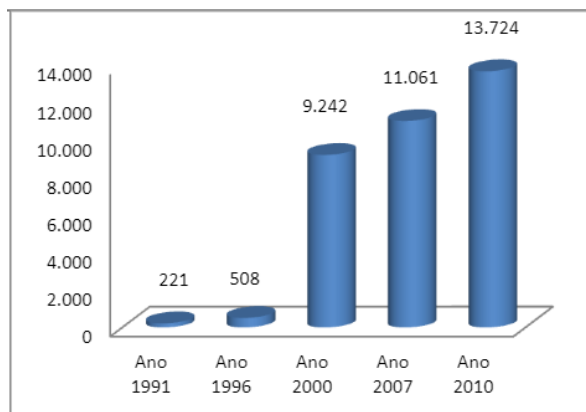
ANEXO H - Mapa da Área de influência indireta, em destaque o Bairro Vermelha, Zona Sul, Teresina



Fonte. SEMPLAN, 2018

Fonte: SEMPLAN, 2018.

ANEXO M - População residente no bairro Gurupi, Zona Sudeste, Teresina – 1991 a 2010



Fonte: SEMPLAN, 2018.

ANEXO N - Vegetação remanescentes no cemitério Jardim da Ressurreição, Zona Sudeste, Teresina



Fonte: <https://jardimdaressurreicao.com.br/>

ANEXO O - Área de influência direta do cemitério São José, Zona Central, Teresina



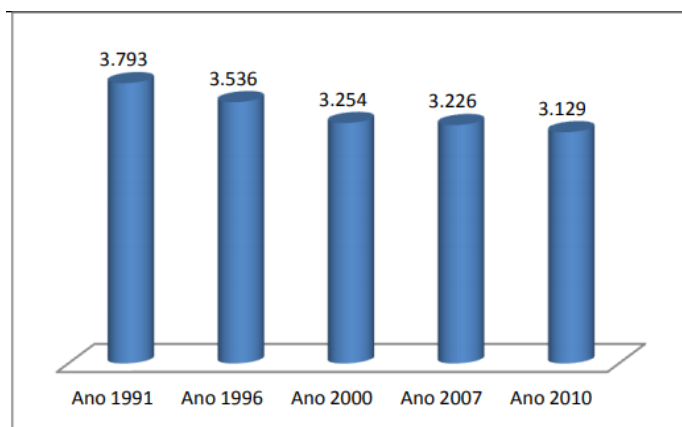
Fonte: Google Satélite, 2021

ANEXO P - Área de influência indireta do cemitério São José, Zona Central, Teresina



Fonte: SEMPLAN, 2018

ANEXO Q - Gráfico População residente bairro Matinha, Zona Central, Teresina- 1991 a 2010



Fonte: SEMPLAN, 2018