



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, PROSPECÇÃO
TECNOLÓGICA E PROPOSIÇÃO DE UM NOVO
MODELO DE GESTÃO DE CADÁVERES**

Daiane Miglioli Zandoná

Toledo – Paraná – Brasil
2018



Estado do Paraná

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - Unioeste
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS - PPGCA

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA E PROPOSIÇÃO DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE CADÁVERES

Daiane Miglioli Zandoná

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste/*Campus* Toledo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon

OUTUBRO/2018

Toledo – PR

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

ZANDONÁ, DAIANE MIGLIOLI

Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de cadáveres / DAIANE MIGLIOLI ZANDONÁ; orientador(a), Profº. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon, 2019.

128 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2019.

1. Gestão de Cadáveres . 2. Impacto Ambiental . 3. Necrochorume . 4. Cemitérios . I. Morejon, Profº. Dr. Camilo Freddy Mendoza . II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Daiane Miglioli Zandoná

“Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de cadáveres”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, pela Comissão Examinadora composta pelos membros:

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Camilo Freddy Mendoza Morejon
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Prof. Dr. Julio Daniel do Vale
Pontifícia Universidade Católica



Prof. Dr. Mauricio Ferreira da Rosa
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Aprovada em: 19 de março de 2019.
Local de defesa: Auditório do Gerpel – Unioeste Toledo.

AGRADECIMENTOS

A divindade que nos permite todos os dias uma nova chance.

Meus pais Antônio e Eva aos quais só tenho gratidão, por me abençoarem todos os dias, deles tomei o exemplo para seguir minha vida.

Meu filho Luiz Eduardo que transborda meu coração de orgulho e alegrias, sendo o vigor dos meus dias. Meu marido Marco por apoiar, aceitar e colaborar com os desafios aos quais me proponho me ajudando a crescer cada vez mais. Ao meu orientador professor Camilo, por ter compartilhado seu conhecimento com tanta maestria e por ensinar que tudo passa tanto os bons quanto os maus momentos da vida. Ainda aos meus amigos Ana, Débora, Eloisa, Jocemara, Satie dentre outros que estão presentes e sempre me estendem a mão para que eu possa seguir minha jornada.

DEDICATÓRIA

A TODOS OS QUE TOMAM A SUA VIDA PARA SI SE RESPONSABILIZANDO
POR ELA, TRABALHAM, SERVEM E AGRADECEM, TENTANDO TORNAR DO
MUNDO UM LUGAR UM POUCO MELHOR.

Se eu conversasse com Deus
Iria lhe perguntar:
Por que é que sofremos tanto
Quando viemos pra cá?
Que dívida é essa
Que a gente tem que morrer pra
pagar?

Perguntaria também
Como é que ele é feito
Que não dorme, que não come
E assim vive satisfeito.
Por que foi que ele não fez
A gente do mesmo jeito?

Por que existem uns felizes
E outros que sofrem tanto?
Nascemos do mesmo jeito,
Moramos no mesmo canto.
Quem foi temperar o choro
E acabou salgando o pranto?

LEANDRO GOMES DE BARROS

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	18
1.1. JUSTIFICATIVA.....	21
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1. ASPECTOS HISTÓRICOS GERAIS	23
2.2. TIPOS DE CEMITÉRIOS: DO PALEOLÍTICO AO SÉCULO XXI	26
2.2.1. Cemitério Tradicional.....	29
2.2.2. Cemitério Parque.....	30
2.2.3. Cemitério Vertical	31
2.2.4. Cemitério Floresta	32
2.2.5. Cemitérios Ecológicos	33
2.3. CEMITÉRIO: MEIO AMBIENTE E LEGISLAÇÃO.....	35
2.3.1. Instalação de Novos Cemitérios	36
2.3.1.1. Licença Prévia	37
2.3.1.2. Estudo Prévio de Impacto Ambiental	37
2.3.1.3. Licença de Instalação	38
2.3.1.4. Plano de Controle Ambiental	38
2.3.1.5. Licença de Operação	38
2.3.1.6. Licença Ambiental Simplificada	39
2.3.2. Regularização de cemitérios já existentes.....	39
2.3.2.1. Licença de Operação de Regularização	40
2.3.3. Requisitos Mínimos e Restrições Para o Licenciamento	41
2.3.4. Crime Ambiental	42
2.4. O CORPO APÓS O SEPULTAMENTO: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS.....	45
2.5. O NECROCHORUME: COMPOSIÇÃO	49
2.6. CEMITÉRIOS COMO FONTE POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO AMBIENTAL.....	52
2.6.1. Contaminação do solo e das fontes de águas subterrâneas	53
2.6.2. Contaminação do solo e das águas superficiais.....	56
2.6.3. O Necrochorume e as doenças de vinculação hídrica.....	57
2.7. MODELOS ALTERNATIVOS DE GESTÃO DE CADÁVERES	58

2.7.1	Cremação	58
2.7.1.1.	A cremação por meio da história	61
2.7.1.2.	A cremação na atualidade	63
2.7.1.3.	Características técnicas de um crematório e da cremação	64
2.7.2.	Liofilização e compostagem	68
2.7.3.	Hidrólise Alcalina	69
2.7.4.	Criogenia	70
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA		72
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES		76
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DA FONTE GERADORA DE RESÍDUOS	76
4.1.1.	Caracterização do elemento geográfico e dos cemitérios de Cascavel-PR. ...	76
4.1.2.	Caracterização dos elementos de geração de cadáveres no município de Cascavel-PR: sexo feminino	78
4.1.3.	Caracterização dos elementos de geração de cadáveres no município de Cascavel-PR: sexo masculino.....	80
4.1.4.	Quantitativo de nascidos vivos entre os anos de 2010 a 2015 em Cascavel – Paraná: ambos os sexos	82
4.1.5.	Comparativos da totalidade de óbitos masculinos e femininos por ano	83
4.1.6.	Comparativos entre nascidos vivos e óbitos totais em cada ano	85
4.2.	CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS “RESÍDUOS” (CADÁVERES).....	86
4.2.1.	Índices da composição corpórea.....	86
4.3.	PROSPECAÇÃO DE MÉTODOS E TECNOLOGIAS EXISTENTES	104
4.4.	AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS DE SEPULTAMENTO E PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA TÉCNOLOGIA ALTERNATIVA	110
4.4.1	Avaliação do método da inumação.....	110
4.4.2.	Avaliação do método da tumulação.....	110
4.4.3.	Avaliação do método da cremação	111
4.4.4.	Avaliação do método da liofilização	112
4.4.5.	Avaliação do método da hidrólise alcalina.....	113
4.4.6.	Avaliação do método da criogenia	114

4.4.7. Análise dos métodos de sepultamento e proposição de uma nova tecnologia alternativa.....	114
4.5. CONFIGURAÇÃO ACERCA DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE CADÁVERES.....	117
4.6. AVALIAÇÃO DOS PRÓS E CONTRAS, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO NOVO MODELO DE GESTÃO.....	120
CONCLUSÕES.....	122
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS.....	124

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Acesc	Administração de Cemitérios e Serviços Funerários de Cascavel
APP	Áreas de Preservação Permanente
CID10	Código Internacional de Doenças
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LA	Licença Ambiental
LAS	Licença Ambiental Simplificada
LCA	Lei de Crimes Ambientais
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LOR	Licença de Operação de Regularização
LP	Licença Prévia
PCA	Plano de Controle Ambiental
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Monumentos possivelmente utilizados como túmulos Cromeleque dos Almendres	26
Figura 2. Monumentos possivelmente utilizados como túmulos Stonehenge	27
Figura 3. Pirâmides de Gizé ou Necrópole de Gizé.....	27
Figura 4. Cemitério Cristo Redentor na Cidade de Cascavel, Paraná.....	30
Figura 5. Cemitério Jardins de Cascavel na Cidade de Cascavel, Paraná	31
Figura 6. Memorial Necrópole Ecumênica Na Cidade de Santos, São Paulo	32
Figura 7. Cemitério Skosgkyrkogarden em Estolcomo na Suécia	33
Figura 8. Enterro comum ou natural	34
Figura 9. Composição média do Necrochorume	51
Figura 10. Situação de vulnerabilidade quando há contaminação do lençol freático	54
Figura 11. Plumas de contaminação	55
Figura 12. Situação de Vulnerabilidade através das Plumas de contaminação	56
Figura 13. Máquina incineradora	65
Figura 14. Refrigerador mortuário	65
Figura 15. Mesa hidráulica elevatória.....	66
Figura 16. Processador de cinzas	66
Figura 17. Processo de cremação.....	67
Figura 18. Caracterização geográfica do Estado do Paraná com destaque a Cidade de Cascavel.....	76
Figura 19. Caracterização geográfica da Cidade de Cascavel e a localização dos cemitérios na cidade	77
Figura 20. Percentual das mortes do sexo feminino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná.....	80
Figura 21. Percentual das mortes do sexo masculino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná.....	82
Figura 22. Percentual de nascidos vivos nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná	83
Figura 23. Percentual comparativo entre os óbitos feminino e masculino entre os anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná	84

Figura 24. Comparativo entre nascidos vivos e óbitos em cada ano e da soma total de todos os anos	86
Figura 25. Quantidade de resíduos produzidos em 2015 de acordo com o tipo – comparação entre homens e mulheres	100
Figura 26. Percentual de resíduos líquidos e sólidos gerados por cadáveres entre 2010 e 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná	102
Figura 27. Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios	106
Figura 28. Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento	106
Figura 29. Avanços científicos em relação aos países de origem	107
Figura 30. Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios à nível nacional	108
Figura 31. Avanços científicos no tema em relação à instituição de origem	108
Figura 32. Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento a nível nacional	109
Figura 33. Requisitos de um modelo ideal para gestão de cadáveres	117
Figura 34. Modelo de gestão tradicional comparado ao novo modelo proposto	119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Números de mortes do sexo feminino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná	79
Tabela 2. Números de mortes do sexo masculino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná.....	81
Tabela 3. Quantitativo de nascidos vivos entre os anos de 2010 a 2015 em Cascavel - Paraná	82
Tabela 4. Total de óbitos femininos x masculinos comparados por ano.....	84
Tabela 5. Comparativo do total de nascidos vivos e óbitos em cada ano.....	85
Tabela 6. Índice de composição corporal feminino	87
Tabela 7. Índice de composição corporal masculino	88
Tabela 8. Total de resíduos líquidos gerados em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em (kg) quilograma.....	89
Tabela 9. Total de resíduos gerados pelo sangue em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	90
Tabela 10. Total de resíduos gerados pelos ossos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	91
Tabela 11. Total de resíduos gerado pelas unhas em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	92
Tabela 12. Total de resíduos gerado pelos cabelos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	93
Tabela 13. Total de resíduos gerado pelos músculos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	94
Tabela 14. Total de resíduos gerado pela gordura em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	95
Tabela 15. Total de resíduos gerado pela pele em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	96
Tabela 16. Total de resíduos gerado pelos dentes em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	97

Tabela 17. Total de resíduos gerado pela microbiota normal em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	98
Tabela 18. Total de resíduos gerados pelas vísceras em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)	99
Tabela 19. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma).....	101
Tabela 20. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma).....	103
Tabela 21. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma).....	104
Tabela 22. Resultado das buscas nas bases de patente PatentScope e INPI	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Substâncias que compõem o necrochorume e suas quantidades.....	50
Quadro 2. Compostos químicos e gases resultantes do período coliquativo	53
Quadro 3. Apresenta o nome, localização, o tipo de cemitério e o tipo de sepultamento.....	78
Quadro 4. Vantagens e desvantagens da inumação.....	110
Quadro 5. Vantagens e desvantagens da tumulação.....	111
Quadro 6. Vantagens e desvantagens da cremação.....	112
Quadro 7. Vantagens e desvantagens da liofilização.....	113
Quadro 8. Vantagens e desvantagens da hidrólise alcalina.....	114
Quadro 9. Vantagens e desvantagens da pirólise	121

RESUMO

MIGLIOLI, D. Z. **Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de cadáveres**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

Embora existam vários tipos de cemitérios, os mais comuns são os cemitérios tradicionais e cemitérios parque, nos quais as características usuais de sepultamento são as inumações ou tumulações, formas frágeis que, por vezes, acabam sendo um risco ao ambiente, já que, após ser sepultado, o corpo humano passa por uma série de transformações naturais, durante as quais libera um composto conhecido por necrochorume que tem grande potencial de contaminação ambiental, sendo um risco para a contaminação do solo e principalmente das águas subterrâneas. Para minimizar esse risco de contaminação, normas para implantação, funcionamento e administração de cemitérios devem ser seguidas. Este estudo teve como objetivo o diagnóstico das formas tradicionais de gestão de cadáveres, pela estimativa qualitativa e quantitativa das fontes geradoras de resíduos cemiteriais e a proposição de um novo modelo de gestão dos cadáveres com base de novas tecnologias, tendo como elemento de estudo o Município de Cascavel-PR. Na metodologia, além da caracterização das fontes geradoras de resíduos, prospectaram-se tecnologias usuais e novas tecnologias utilizadas na gestão de cadáveres e a proposição de novo modelo de gestão. Os resultados mais relevantes demonstram que, no período de 2010 a 2015, no município de Cascavel-Pr, o total de nascidos vivos foi de 29.103, a quantidade de óbitos do sexo feminino e masculino totalizou 16.519 pessoas, gerando o quantitativo acumulado de 1.356 toneladas resíduos. Deste total, estima-se que 738 toneladas correspondem aos resíduos líquidos e 618 toneladas aos resíduos sólidos. Constatou-se, ainda, a existência de um material inerte (1,74 toneladas) constituído de ossos, unha, cabelo e dente. Do ponto de vista geral, pelo potencial de contaminação foi constatada o cenário de colapso do sistema tradicional de gestão de cadáveres. Dessa forma foi proposto um novo modelo de gestão com base da “pirolise em ambiente anaeróbico” como tecnologia alternativa. Esse novo modelo permite o aproveitamento dos cadáveres em sintonia com o desenvolvimento territorial, sustentável e inovador, sugerindo, ao mesmo tempo, a necessidade de mudanças de paradigmas culturais e religiosos, sendo essas, grandes barreiras para aceitação de novas formas de destinação do corpo humano após a morte.

Palavras-chave: cemitérios; impacto ambiental; paradigmas culturais.

ABSTRACT

MIGLIOLI, D. Z. **Environmental diagnosis, technological prospection and proposition of a new corpse management model.** 2018. 128. F. Dissertation (Masters in Environmental Science) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

Although there are various types of cemeteries, the most common are the traditional cemeteries and park cemeteries, in which the usual characteristics of burial are inhumations or the use of graves, fragile forms that, by times, end up being a risk to the environment, since, after being buried, the human body goes through a series of natural transformations, during which it releases a compound known as necro-leachate that has great potential of environmental contamination, being a risk to soil contamination and mainly to underground water. In order to minimize the risk of contamination, implantation, operation and administration rules of cemeteries should be followed. This study has as objective the diagnosis of the traditional corpse management forms, by the qualitative and quantitative estimation of the waste generating sources and the proposition of a new model of management of corpses based on new technologies, having as a study element the municipality of Cascavel-PR. In the methodology, besides the characterization of residual generating sources, it was prospected usual technologies and new technologies utilized in the management of corpses and to the proposition of a new management model. The most relevant results demonstrated that, in the period of 2010 to 2015, in the municipality of Cascavel-Pr, the total of live births was of 29.103, the quantity of female and male deaths totaled 16,519 people, generating the cumulative amount of 1,356 tons of waste. From this total, it is estimated that 738 tons correspond to liquid waste and 618 tones to solid waste. It was found that, yet, the existence of inert material (1,74 tons) consisting of bones, nails, hair and teeth. From the general point of view, by the contamination potential it was verified that the traditional corpse management model has collapsed. In this way a new management model was proposed based in the “pyrolysis in anaerobic environment” as alternative technology. This new model allows the use of corpses in symphony with territorial development, sustainable and innovating, suggesting, at the same time, the need for change in cultural and religious paradigms, being these ones, big barriers to the acceptance of new forms of human body destination after death.

Keywords: cemeteries; environmental impact; cultural paradigms.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Todos os seres vivos, inclusive os humanos, têm seus estágios de vida bem delimitados e o último, e derradeiro, desses estágios é a morte. Embora cada indivíduo tenha seus juízos em relação a este momento último, a grande maioria encara este fato natural com temor e tabu. Segundo Veatch e Ross (2015), embora a concepção de morte seja individualmente subjetiva, biologicamente, não existe um momento exato da morte, mas sim uma série de acontecimentos no sistema orgânico com diferentes partes do corpo se desligando em seu próprio ritmo. Devido a isso, segundo os autores, determinar o momento exato é essencialmente uma questão religiosa ou filosófica. Essa ideia é reforçada por Bernat (2008) ao dizer que uma pessoa é declarada morta quando seu coração para de bater e não existe mais respiração ou circulação sanguínea por vários minutos. Tudo isso sem interferência de nenhum equipamento médico. Como médico e professor Neurologista, Bernat conclui que, isoladamente, nenhuma das características determina um momento exato de morte, então, é necessário o acúmulo de parada das funções para a confirmação do óbito.

É nítido que a questão biológica é somente um dos pontos que envolvem esta temática, pois a morte permeia os pensamentos de todos os humanos conscientes, inclusive de estudiosos do assunto que concordam e discordam entre si ao olhar o tema conforme a filosofia, teologia, biologia, religião, ética e tantas outras formas de embasamento científico ou não (PACHECO, 2017). Com isso, percebe-se que não existe um consenso quando o tema é envolto em tantas incertezas e medos, além, é claro, que o fato de se saber que todos se encaminham para esse fim gera expectativas e até mesmo esperanças de haver uma continuidade após o fim. A existência de outra “vida” após a morte confunde a mente humana racional e, ao mesmo tempo, é susceptível a crenças infundadas. Assim, fora o que a ciência consegue provar, todo o resto em relação à morte é uma mescla de muitos sentimentos ligados a nossa ideia e quase necessidade de continuidade existencial (BELLOMO, 2008). Historicamente, o processo de se pensar a morte mudou, no entanto, muito ainda se conserva em relação às crenças desde tempos remotos (MOTTA, 2009).

Seja qual for a forma de pensar ou encarar o processo de finalização da vida individual, é visto que, além do aspecto biológico ou necrológico, há considerações

de vários outros pontos, sendo estes culturais, religiosos, filosóficos e, além disso, ainda existem as questões sanitárias, urbanísticas, socioeconômicas, fundiárias e ambientais, pois, quando o indivíduo morre, seu corpo ainda permanece e a destinação do cadáver é quase, em sua totalidade, às necrópoles, populares cemitérios (FERNANDES, 2014). Segundo Kemerich, Ucker e Borba (2012), os cemitérios de caráter tradicional, os convencionais, os jardins e mesmo os verticais (em menor escala), trazem problemas para o meio ambiente, problemas, às vezes, confusos, inclusive sob o ponto de vista jurídico, que vem se tornando cada vez mais complexo com a própria forma de vida atual. O planejamento urbano enfrenta a escassez crescente de áreas disponíveis para inumações. Áreas que, quando existem após serem estudadas, descobre-se que são frágeis para contornar graves problemas sanitários relacionados com a poluição do solo e de lençóis freáticos subjacentes ou próximos. Já os cemitérios verticais, instalados em prédios, não escapam a problemas análogos, embora em menor intensidade. Crematórios ganham espaço lentamente e, mesmo a cada dia mais aceitos, são confrontados com obstáculos de ordem cultural ou religiosa. Esse cenário demonstra que o último destino de todos passa a ser, seguramente, uma questão séria com impactos ambientais, de saúde pública, saneamento, aspectos socioeconômicos e, até mesmo, envolvendo a questão demográfica (PACHECO, 2017).

Kemerich (2012) diz que os cemitérios, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividades com risco de contaminação ambiental. A razão disso é que o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. O processo de decomposição dos corpos ali presentes libera diversos componentes que formam o organismo humano, além disso, diferentes utensílios que acompanham o corpo e o caixão em que ele é sepultado também são fontes de contaminação. Segundo Campos (2007), o principal contaminante na decomposição dos corpos é um líquido conhecido como necrochorume, que se constitui por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% (valores aproximados) de substâncias orgânicas degradáveis, tais como carga patogênica de bactérias e vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (1,4 butanodiamina) e cadaverina (1,5 pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes. Dependendo da composição do solo subjacente ao cemitério, o necrochorume pode atravessá-lo e atingir o lençol freático, contaminando-o e

oferecendo grave risco à saúde de quem consumir a água contaminada. Fernandes (2014) diz que outra forma que o necrochorume pode chegar até as águas corrente próximas aos cemitérios é em casos de o terreno estar impermeabilizado pela pavimentação em torno das ruas; e, além disso, onde o sistema de drenagem é deficiente, as águas das chuvas podem escoar superficialmente e inundar os túmulos mais vulneráveis. Após atravessarem a área dos cemitérios, essas águas são, em geral, lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os corpos d'água, contaminando-os com substâncias trazidas do interior do cemitério.

A Resolução nº 355 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA busca minimizar esse problema, estabelecendo que a área de sepultamento deva ter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério. Esse recuo deve ser ampliado se as características do solo forem desfavoráveis, como permeabilidade reduzida, distância inadequada em relação ao nível do lençol freático e outras. Tal resolução, assim como outros dispositivos legais, são de muita importância e valia, já que os cemitérios, como fonte real e potencial de contaminação ambiental, carecem de adequação ao meio em que estão ou serão implantados, bem como de fiscalização dos órgãos competentes no que tange ao cumprimento de medidas legais existentes, visando à diminuição do impacto ambiental causado por tais empreendimentos (PIRES, 2008).

Nesse contexto, o objetivo geral do estudo foi o diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e a proposição de novos modelos de gestão de defuntos na cidade de Cascavel, no Estado do Paraná.

Para tanto, o trabalho foi focado nos seguintes objetivos específicos: Caracterizar a principal fonte geradora de resíduos resultantes da atividade cemiterial; Caracterizar de forma qualitativa e quantitativa os resíduos decorrentes da gestão dos defuntos; Prospectar métodos e tecnologias convencionais usadas na gestão de cadáveres; Avaliar e propor tecnologias alternativas para a gestão dos defuntos; Configurar e propor um novo modelo de gestão de defuntos; e Avaliar os prós e contras do ponto de vista de impactos econômicos, sociais e ambientais do novo modelo de gestão de defuntos.

1.1. JUSTIFICATIVA

O problema com crescimento urbano, higiene, saúde e meio ambiente resgatam a necessidade de análise dos métodos de sepultamento, se não para solução, pelo menos atenuação dos problemas causados por essa atividade. Hoje é inquestionável que os cemitérios comprometem o solo, o lençol freático e até o próprio ecossistema ante a decomposição dos cadáveres.

O relacionamento homem e meio ambiente está mudando gradualmente, a interdisciplinaridade desta relação é motivo de muitos estudos nas últimas décadas. À medida que a quantidade populacional aumenta, as mudanças que causam no meio onde vivem são avassaladoras. O surgimento de conflito entre o meio e os recursos utilizados é cada vez maior.

Abre-se, assim, a vertente de que o homem pode prejudicar a natureza mesmo depois da morte. É impactante tratar os cemitérios como causadores de problemas ambientais e não apenas como lugares que guardam os entes queridos. Além disso, podem ser, inclusive, vistos como fontes de poluição renováveis, ao contrário dos aterros que, quando ao fim da sua vida útil, são desativados. Deste modo, é salutar que haja o interesse de um planejamento ambiental para a instalação de cemitérios, no sentido de um planejamento que leve em consideração as relações ecossistêmicas.

A contaminação do solo, água e ar pelos cemitérios são reais aspectos ambientais e de saúde pública e devem ser rigorosamente pensados, tendo em vista que existem hoje sobre o tema legislações específicas e ainda normas técnicas. Dentre elas, há a que dispõe que a instalação de um cemitério deve estar prevista no planejamento e gestão urbana de uma cidade, trata-se de questões que transcendem os mitos, culturas e religiões que envolvem o tema, que devem ser olhadas com mais rigor, prezando pela qualidade de vida de todos que permanecem vivos.

É preciso olhar a questão com seriedade, pois os problemas estão eclodindo em torno do fato e a manutenção das tradições vem a agravar o problema, de modo não será possível evitar as consequências se os métodos de sepultamento não forem adaptados à realidade atual.

Analisar as tecnologias de gestão de defuntos usuais, bem como sua eficácia em comparação com novas formas de gestão e propor tecnologias alternativas que

visam à minimização dos impactos ambientais é urgente e justifica o presente estudo.

Nesse processo, os estudos prospectivos facilitam a construção de soluções para um futuro pretendido. Partindo de um panorama atual, as atividades prospectivas buscam determinar perspectivas plausíveis e estabelecer recomendações que possam conduzir a um futuro desejável. Neste ponto, os estudos de prospecção auxiliam no planejamento estratégico, sendo base para escolhas e tomadas de decisão.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ASPECTOS HISTÓRICOS GERAIS

Ainda na pré-história, achados arqueológicos sinalizam a existência do costume de sepultar os que morreram, ou mesmo os cobrir com alguma quantidade de pedras; alguns registros dão indícios de que os Neandertais tinham a prática do sepultamento dos cadáveres. Porém, o cemitério, tal qual se conhece, sendo uma área exclusiva para enterrar os mortos agrupados em uma mesma área, foi inspirado pelos cristãos da primeira era cristã. Em relação à palavra cemitério, esta tem origem grega, e naquela língua significa dormitório, o termo cidade dos mortos também nos remete ao lugar onde os cadáveres são acomodados e é sinônimo de necrópole ou necrópoles, também com origens na língua da Grécia antiga. Ao contrário de necrópole, a palavra cadáver tem origem latina e seu significado é carne para os vermes, ou carne dada aos vermes, termo este realmente preciso em sua significância (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2012).

Ariès (2010) diz que relatos históricos sugerem que, durante as guerras onde grande quantidade de indivíduos perdiam as vidas, e para economizar tempo e energia dos soldados que teriam mais batalhas pela frente, a saída era cremar os corpos. Além disso, existiam crenças de que a cremação libertava a alma do defunto, essas práticas eram dos gregos e escandinavos. Por crença religiosa, o povo de Roma decidiu por enterrar seus mortos fora das cidades, apesar destes prestarem cultos e honrarias aos falecidos, não gostavam de tê-los por perto e um dos motivos da prática de cultos era justamente para manter os que morreram em sua condição de morto, tinham medo de que os falecidos retornassem ao convívio dos vivos, existindo até mesmo lei para impedir o enterro dentro da cidade, tal era a importância desprendida em suas crenças em relação ao sepultamento (BETIATTO; SOUZA; BINI, 2015).

Nos primeiros 300 anos do surgimento do cristianismo, o uso da terminologia cemitério passou a ser usada para nomear o lugar onde os mortos pertencentes às comunidades cristãs eram inumados. Em comparação com os romanos, os cristãos primitivos também estabeleceram suas necrópoles fora da cidade e longe das igrejas, até então a pretensão dos membros das primeiras comunidades cristãs era de manter os restos mortais dos seus longe das igrejas (ARIÈS, 2010).

Estudo realizado por Fernandes (2014) aponta que a prática de sepultar dentro das igrejas se iniciou com os mártires originários da África, pois os admiradores e os que foram ajudados por esses homens martirizados enquanto estavam em vida tinham o hábito de venerar o local de seu sepultamento, com isso, algumas pessoas enterravam seus entes entre esses mártires acreditando que, dessa forma, o morto pudesse partilhar de sua “santidade” (PACHECO, 2017).

Aos poucos, e baseados em suas crenças que foram mudando através dos tempos, com o passar de algumas centenas de anos, os cristãos decidiram por levar ou começar a sepultar os corpos dos santos no interior das igrejas. Assim, não havia mais distinção entre cemitério e igreja, pois tudo era uma só estrutura, destinada ao culto a Deus e veneração aos santos falecidos (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2012).

Na época em que o Brasil era colônia de Portugal, o que se acreditava era que, ao ser sepultado dentro da igreja, os laços com o mundo dos vivos continuariam a existir e as graças, fruto da oração dos fiéis que frequentavam o lugar, seria estendida aos ali encerrados. Os que ali estavam sepultados eram os mesmos que outrora frequentavam o recinto para orar, participar de reuniões, assistir a julgamentos e receber os sacramentos concedidos pela igreja (o templo era lugar de diversos eventos sociais), dessa forma, após morrer, o sujeito continuava a “ocupar” o seu espaço social de costume (REIS, 1991).

Bellomo (2008) diz:

[...] na França, em 1737, uma comissão de médicos formada pelo Parlamento de Paris recomendou mais cuidado nas sepulturas e decência na manutenção dos locais onde os mortos eram enterrados. Neste mesmo período, o abade francês Charles Gabriel Poré, publicou um texto condenando os enterros em igrejas e propondo a criação de cemitérios fora das cidades. Autoridades de países e cidades da Europa, a partir daí, passam a proibir sepultamentos nas igrejas e a promover a instalação de cemitérios, para que os enterros ocorressem ao ar livre e longe do perímetro urbano (BELLOMO, 2008, p. 131).

Com o passar dos anos, os sepultamentos nas igrejas tornaram esses locais e seus arredores focos de contaminação por micro-organismos patogênicos que causavam graves doenças que, em muitos casos, e nas condições da época, levavam o indivíduo à morte. Concomitantemente a isso, as igrejas estavam superlotadas e não havia mais espaço para novas sepulturas, até mesmo nos limites das cidades não havia mais espaço para inumações. Devido à superlotação desses locais e ao ambiente nocivo, a partir de 1801 D. João VI proíbe o sepultamento em

igrejas em Portugal e em terras sob seu domínio, incluindo o Brasil. Após 21 anos, em 1828, essa indicação se torna lei imperial, acrescentando ainda que os cemitérios, daquele momento em diante, deveriam ser longe da cidade. Ainda no quesito legal e regulamentar; em 1855 a Inglaterra cria uma lei, deixando regular que os sepultamentos sejam feitos fora da área urbana de suas cidades. Um diferencial desta época é que a cremação começou se tornar mais habitual, diminuindo o impacto ambiental (OSMAN; RIBEIRO, 2007).

No Brasil, a classe mais pobre não tinha os privilégios de sepultamento equivalente à nobreza e à burguesia. Neste contexto, Fernandes (2014) diz que:

Antes do século XIX, no Brasil, o costume era que os mortos da nobreza rural e da burguesia urbana fossem sepultados nas igrejas, nos conventos e nas capelas particulares e os pobres em áreas próximas à própria residência. Não se usavam caixões e o corpo era envolto numa mortalha. Essa prática provocou uma aproximação perigosa entre os cadáveres, muitos vitimados por doenças contagiosas, e os vivos, aumentando significativamente a disseminação dos agentes patogênicos de epidemias como a do tifo, da peste bubônica e outras. Na época, o tipo de sepultamento predominante era a inumação, processo simplificado com simples recobrimento dos corpos com terra em profundidades que variavam de um a dois metros (FERNANDES, 2014, p. 10).

Devido ao surgimento e ao rápido crescimento das indústrias; grandes áreas urbanas começaram a ser formadas nos arredores dos aglomerados industriais, devido às facilidades logísticas óbvias. Com esse crescimento, as áreas urbanas logo se aproximaram dos cemitérios (implantados fora da cidade) e os envolveram. Ainda devido às conveniências logísticas; outros cemitérios, desta vez públicos, foram implantados dentro do perímetro urbano, exigindo que ações com a finalidade de diminuir os impactos a saúde da população fossem adotadas pelos responsáveis. Dessa forma, no século XIX, tais ações aparecem pela primeira vez em moldes “públicos” com um caráter mais sério e pautas contemplando a saúde pública (FERNANDES, 2014).

Muito tempo depois da implantação dos primeiros cemitérios públicos e depois de sérios problemas ambientais, só em 1998 a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou um relatório afirmando que os cemitérios poderiam causar impactos ao ambiente, com a liberação de substâncias orgânicas e inorgânicas e de micro-organismos patogênicos para o solo e os lençóis freáticos (UCISIK 1998).

2.2. TIPOS DE CEMITÉRIOS: DO PALEOLÍTICO AO SÉCULO XXI

Embora haja alguma discordância entre os estudiosos sobre o surgimento dos primeiros cemitérios, acredita-se que os monumentos megalíticos podem se encaixar nesse quesito. Essas estruturas, também conhecidas como megálitos, eram e são (pois ainda existem) conjuntos de grandes pedras com formato semelhante agrupados em formato circular ou oval, estrategicamente dispostos. Datam do início do Neolítico, cerca de seis a dez mil anos a.C., e foram descobertos na Europa, com evidências de serem usados para a o sepultamento de povos locais, os quais, além da inumação, praticavam, também, a mumificação, incineração e “acomodação” de corpos, em posição fetal, dentro de recipientes parecidos com grandes potes (CAMPOS, 2007)

Os monumentos megalíticos mais conhecidos são: o Cromeleque dos Almendres (Figura 1), no Município de Évora em Portugal e o conhecido e grandioso Stonehenge (Figura 2), na Inglaterra (CAMPOS, 2007).

Figura 1. Monumentos possivelmente utilizados como túmulos Cromeleque dos Almendres



FONTE: Campanário (2018).

Figura 2. Monumentos possivelmente utilizados como túmulos Stonehenge



FONTE: Wikipédia (2017).

Certamente, diz Fernandes (2014), os egípcios foram os responsáveis pelas mais impressionantes sepulturas já construídas em todos os tempos, as pirâmides (Figura 3). Essas impressionantes estruturas de pedra foram construídas para servir de túmulo para o faraó e sua família. Em seu intrincado interior, ainda pouco explorado, existem nichos e câmaras destinadas a abrigar o corpo da realeza, porém, mesmo com um tamanho descomunal, as pirâmides eram destinadas a poucos e seletos indivíduos.

Figura 3. Pirâmides de Gizé ou Necrópole de Gizé



FONTE: Wikipédia (2017).

No entanto, há indicações históricas de que esses túmulos descomunais surgiram após os faraós e membros da realeza perceberem que os corpos inumados em covas rasas eram desenterrados pela ação dos ventos e da água do rio Nilo, quando este transbordava. Para sanar o problema, começaram a proteger as covas com cobertura de pedra ou outros materiais disponíveis, essa prática se consolidou e avançou, evoluindo até culminar nas pirâmides que resistem até hoje à ação do tempo e ao clima rigoroso do deserto. Construções tumulares, espécie de “mini” pirâmides, eram construídas ao redor das maiores para servir de túmulo aos menos abastados. Assim, as pirâmides e seus anexos constituíam grandes necrópoles (PIRES, 2008).

Segundo Campos (2007), até a difusão do cristianismo em Roma, as duas práticas mais comuns era embalsamar o corpo, ou cremar e recolher as cinzas em jarros para serem depositadas em sepulcros. Abandonando a prática romana, os cristãos sepultavam os mortos em catacumbas ou em grutas subterrâneas. A partir do primeiro século da era cristã, a prática de sepultamento desse grupo se tornou a inumação.

Avançando muitos séculos à frente, já na idade contemporânea, segundo Campos (2007), “em Portugal, muitos resistiram à construção de cemitérios públicos. Até que no ano de 1835, se tornou obrigatória à existência desse empreendimento onde houvesse pessoas, tal obrigação deu-se pela necessidade de observação de normas sanitárias” (CAMPOS, 2007, p.21).

No Brasil, no ano de 1828:

[...] uma lei imperial determinou a construção de cemitérios campais longe das cidades, por questões estéticas e de saneamento, mas só entrou em vigor no ano de 1836, com a Cemiterada, que foi uma resistência física por parte de organizações católicas, as quais protestavam em oposição ao enterramento no cemitério campal construído na cidade de Salvador, na Bahia. A multidão se revoltou contra a lei que proibia os enterros nas igrejas e destruiu o cemitério (SILVA, 2000a, p. 41-45).

Camargo (2007) diz que com a evolução nos estudos na área sanitária, como era de se esperar, vários cemitérios campais públicos e particulares surgiram, assim, o ato de sepultar no interior das igrejas foi abandonado. Esses novos locais para os mortos eram implantados fora dos limites urbanos, com o passar do tempo e a expansão horizontal das cidades, muitos acabaram tornando-se parte da paisagem urbana. Por motivos religiosos, culturais, sociais, econômicos e pela facilidade

logística, começaram a ser construídos cada vez mais próximos às vilas e cidades (CAMARGO, 2007).

Com a longa história dos cemitérios, percebe-se que estes sempre tiveram a finalidade de “guardar” os corpos dos entes queridos, pelo fato de serem monumentos à memória daqueles que morreram. Além de que os vivos fazem questão de manter esta lembrança ao longo do tempo, podendo, assim, realizar visitas e homenagens em seus locais de sepultamento e se sentirem mais próximos dos que já morreram (PIRES, 2008).

Por meio da história, as formas de sepultamento se diversificaram e novos tipos de necrópoles surgiram e permaneceram, nos dias atuais, em atividade, tem-se o cemitério tradicional ou horizontal (mais comum), parque (também conhecido como jardim) e vertical (FERNANDES, 2014). Segundo Pacheco (2017), um modelo pouco comum é o cemitério floresta que, embora pouco conhecido, ainda está em atividade.

2.2.1. Cemitério Tradicional

Segundo Campos (2007), estas necrópoles se caracterizam por serem compostas de vias pavimentadas, contendo câmaras funerárias enterradas diretamente no solo, túmulos semienterrados, jazigos, capelas, objetos e esculturas religiosas, peças funerárias de mármore e granito, com pouca ou nenhuma vegetação. Chamados também de cemitério horizontal (Figura 4).

Poucas são as vantagens desse modelo de cemitério, uma delas é a facilidade de decomposição, em função do contato do corpo inumado com o solo (vantagem essa acompanhada de sua consequência que é a infiltração do necrochorume no solo), é o modelo mais comumente aceito (BETIATTO, 2015).

Para Assis (2010), as desvantagens superam em muito as vantagens. Além de ser fonte potencial de contaminação para o solo e fontes de água, ocupa grandes áreas, apresenta alto custo de manutenção, o solo no local da sua implantação deve ser compatível com a atividade, apresenta ambiente propício para a proliferação de muitos tipos de insetos incluindo os mosquitos vetores de doenças, e artrópodes como escorpiões, baratas e outros tantos.

Figura 4. Cemitério Cristo Redentor na Cidade de Cascavel, Paraná



FONTE: Catve (2018).

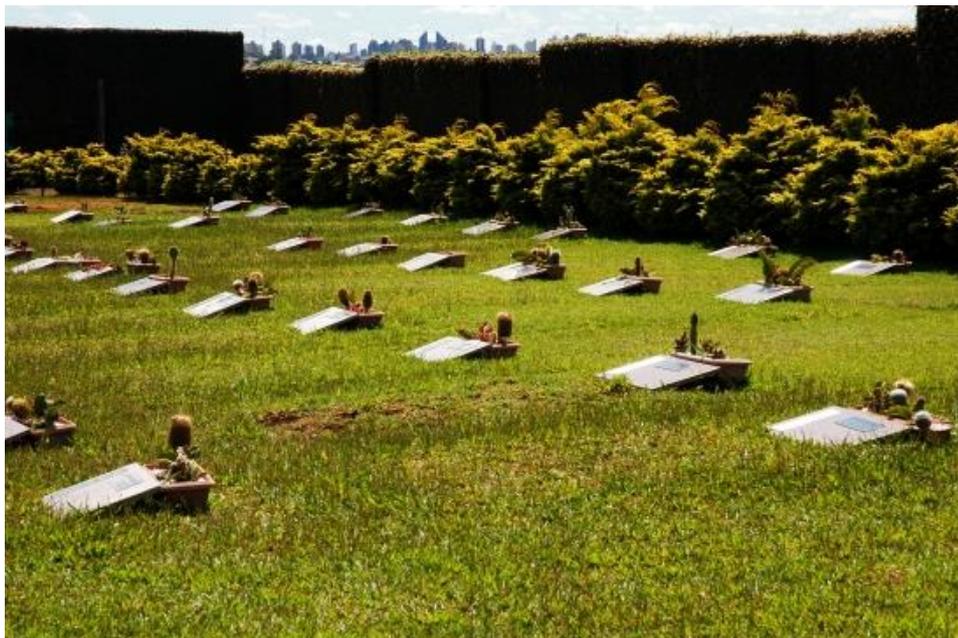
2.2.2. Cemitério Parque

Segundo a Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003, alínea “b) cemitério parque ou jardim (Figura 5): “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” (BRASIL, 2003).

Essas necrópoles são mais simples que as tradicionais e sua aparência secular (devido à ausência de monumentos estatutários e símbolos religiosos) também contrastam com a outra (BETIATTO, 2015).

Segundo De Paula e Sabbadine (2005), os cemitérios parque, devido à sua arborização e aparência, contribuem para uma harmonização com o ambiente urbano. Porém, esses tipos de necrópoles apresentam algumas desvantagens, como a falta de tratamento do necrochorume e dos gases, uma vez que os corpos são enterrados sem que haja uma preocupação com a vedação para os líquidos e gases gerados, o que causa a contaminação do solo e das águas, bem como a possível proliferação de doenças.

Figura 5. Cemitério Jardins de Cascavel na Cidade de Cascavel, Paraná



FONTE: Mascar (2017).

2.2.3. Cemitério Vertical

Segundo a Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003, artigo 2ª alínea “c) diz que “cemitério vertical: é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos” (BRASIL, 2003).

Campos (2007) reitera que, diante do demasiado crescimento urbano, surgiu a preocupação com os espaços cemiteriais, bem como a preocupação ambiental sobre o assunto. Pensando nisso, foram criados os cemitérios verticais, uma alternativa encontrada para solucionar o caso. Os cemitérios verticais são prédios de dois ou mais pavimentos que oferecem compartimentos, ou gavetas, para o sepultamento e que devem dispor de sistemas de inativação dos gases do necrochorume e de vedação, para que estes não cheguem às áreas comuns onde circulam os visitantes e funcionários do local.

Quanto à legislação específica:

Para os cemitérios verticais, a legislação atenta quanto à constituição dos lóculos que são materiais que impedem a passagem gasosa para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores; materiais com características construtivas que impeçam o vazamento do necrochorume; dispositivo que permita a troca gasosa proporcionando condições adequadas para a decomposição dos corpos; tratamento ambientalmente adequado dos efluentes gasosos (KEMERICH, 2014, p. 3).

Para Campos (2007), esse tipo de necrópole apresenta vantagens, entre elas, a utilização de menores áreas para sua construção, ausência de interferência do necrochorume junto ao solo e às águas subterrâneas, baixa exigência quanto ao tipo de solo, facilidade de sepultamento, visitas em dias chuvosos, segurança, sepultamento no período noturno, entre outras. A desvantagem fica por conta do elevado valor para utilização dos serviços deste tipo de empreendimento.

Kemerich (2014) diz que o maior cemitério vertical do mundo está na cidade de Santos. É o Memorial Necrópole Ecumênica, que foi criado em 1983 e possui mais de catorze mil lóculos, distribuídos em catorze andares (Figura 6).

Figura 6. Memorial Necrópole Ecumênica Na Cidade de Santos, São Paulo



FONTE: Memorial de santos (2017).

2.2.4. Cemitério Floresta

Segundo Pacheco (2007), este tipo é conhecido também como *Waldfriedhof*, ou bosque, organizado como uma floresta ou mesmo bosque, os elementos dominantes são as árvores de grande porte. Em geral, as sepulturas estão dispostas embaixo dessas árvores com monumentos simples como a lápide somente, não é feito ajuste na topologia do terreno e não se planta grama ou faz-se pavimentação,

deixando o ambiente o mais natural possível, por vezes, as sepulturas são agrupadas em clareiras.

Como vantagem apresenta o fato de estar distante de áreas urbanas e a circulação de pessoas ser mínima. A desvantagem está ligada ao não tratamento do necrochorume e gases e os elevados preços cobrados pelos serviços, visto que não existem necrópoles públicas desse tipo (PACHECO, 2007).

Um modelo nesses moldes de cemitério é o *Skosgkyrkogarden*, em Estocolmo, na Suécia (Figura 7).

Figura 7. Cemitério Skosgkyrkogarden em Estocolmo na Suécia



FONTE: Memorial de santos (2017).

2.2.5. Cemitérios Ecológicos

Segundo Bortolassi (2012), embora desconhecido no Brasil, há muitos anos existem esse tipo de cemitério nos Estados Unidos e na Europa. Os enterros nesses locais são chamados de funeral ecológico ou enterro natural (Figura 8), sendo muito bem aceito nesses países. Em geral, as pessoas sepultadas nessas necrópoles eram, quando em vida, preocupadas com o meio ambiente, ou seus entes o são. Alguns estudos apontam vantagens nesse tipo de sepultamento. Duas dessas

vantagens são o não uso de formol e maquiagem nos cadáveres lá sepultados, haja vista que esses produtos são grandes contaminadores ambientais.

São chamados também de cemitérios verdes, uma vez que têm como característica marcante o fato de que não se planta grama nesses locais, deixando-se a vegetação natural e as árvores nativas. Os materiais usados nas confecções das lápides são todos degradáveis, como bando ou até mesmo pedras naturais, sem lapidação, são usadas (BORTOLASSI, 2012).

Até mesmo a parte interna das câmaras funerárias (caixão) é feita de fibras naturais, como o algodão, além de ser utilizado o invólucro protetor, composto absorvente de celulose e gel, este revestimento interno atual faz a sucção e contenção das partículas liberadas na fase de coliquação do cadáver e tem o objetivo de evitar contaminação do lençol freático pelo necrochorume. Tal medida mostra-se eficaz na contenção do necrochorume (ROCHA; ASSIS; CORTIZO, 2017).

Figura 8. Enterro comum ou natural



FONTE: Bortolassi (2012).

Os cemitérios podem estar mesclados em relação ao tipo, um exemplo disso são as necrópoles tradicionais ou verticais, que oferecem também o sepultamento em carneiros (gavetas) sobrepostos, com vários recipientes que ficam totalmente fora do solo, sendo um mescla de cemitério horizontal e vertical ao mesmo tempo.

Cada um dos tipos de necrópoles citadas utiliza uma ou duas formas de sepultamento, sendo que:

A inumação é o ato de enterrar o cadáver em cova aberta e aterrada a profundidades de 1,10 a 1,50 metros, ou colocá-lo à superfície coberto por terra e pedras, ou depositá-lo em cavidade ou caixa devidamente resguardada. É um processo muito comum nos cemitérios de periferia e de pequenas cidades interioranas. No entanto, utiliza-se este termo para definir toda forma de sepultamento, independentemente do tipo de cemitério utilizado. Já a tumulação é o ato de sepultar o cadáver em carneiros, popularmente conhecidos por gavetas, construídas parcial ou totalmente subterrâneas, em alvenaria ou concreto e formato de caixas retangulares, com profundidade máxima de cinco metros, as quais recebem os caixões e são lacradas (CAMPOS, 2007, p. 17).

A inumação e tumulação são as formas habituais de sepultamento, todos os tipos de cemitérios supracitados oferecem uma dessas duas formas ou ambas. O cemitério tradicional geralmente oferece as duas formas, os jardins e floresta utilizam somente a inumação, e o vertical oferece somente a tumulação. Sendo os cemitérios lugares dedicados a oferecer formas de sepultamento, ou seja, uma destinação para o cadáver, a maioria deles também oferecem outras formas de tratamento ao corpo além do sepultamento, a mais conhecida gestão de cadáveres que não envolve sepultura é a cremação. Embora muitos cemitérios tradicionais, jardins, verticais e bosque ofereçam o serviço de cremação, esta prática pode ser ofertada por um crematório que não seja um cemitério, mas uma empresa com autorização de funcionamento que, embora possa realizar a cremação, não tem licença para fazer sepultamentos de cadáveres em suas dependências (THOMPSON, 2015). Sobre formas de gestão de cadáveres terá um capítulo específico adiante.

2.3. CEMITÉRIO: MEIO AMBIENTE E LEGISLAÇÃO

O CONAMA publicou, no dia 28 de maio de 2003, a Resolução nº 335, que trata do licenciamento ambiental para cemitérios do tipo horizontal e vertical. Até esse momento o Brasil ainda não dispunha de nenhum dispositivo de lei que fosse em nível de federação que tratava da questão (BETIATTO; SOUZA, 2015).

Esta Resolução surgiu da necessidade de se ter um meio legal para garantir a minimização dos impactos que a decomposição dos corpos causa ao solo e às águas próximas aos cemitérios. Assim, a Resolução estabelece alguns critérios para a implantação de novos cemitérios e a adequação dos que já existem, visando,

dessa forma, proteger os lençóis freáticos da infiltração do necrochorume, para os cemitérios já existentes, a resolução deu prazo de seis meses ou 180 dias para se adequarem (KEMERICH, 2009).

Três anos mais tarde, outra resolução foi publicada para alterar alguns dispositivos da resolução de 2003. A Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006, proibiu a instalação de cemitérios em Áreas de Preservação Permanente (APP) ou em outras que provoquem desmatamento da Mata Atlântica, em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos onde existem cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos e em áreas onde o lençol freático, medido no final da estação chuvosa, fique a menos de 1,5 metros da base das sepulturas. Tendo como base a nova Resolução, os órgãos municipais e estaduais, deste momento em diante, passaram a ter o poder e a atribuição de fornecer a licença e fiscalizar a implantação de novos cemitérios. Observa-se que o prazo para adequação dos cemitérios existentes antes da Resolução do CONAMA foi tornado sem efeito por força da nova Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008. Esta Resolução deu aos órgãos estaduais e municipais, que atuam na área do meio ambiente, prazo até dezembro de 2010 para estabelecer critérios para a adequação dos cemitérios existentes antes de 2003. O descumprimento dessas disposições implicará sanções penais e administrativas (ROCHA; ASSIS; CORTIZO, 2017).

2.3.1. Instalação de Novos Cemitérios

Como supracitado, é percebido que os municípios e unidades da federação têm autonomia para estabelecer critérios para instalação de novos cemitérios e regularização dos já existentes, desde que obedecido o que regulamentam as leis federais e as resoluções do CONAMA (ROCHA; ASSIS; CORTIZO, 2017).

Assim sendo, no estado do Paraná, para a instalação de novos cemitérios, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), com base na legislação do CONAMA, descreve, de forma clara e detalhada, as exigências necessárias a serem cumpridas pelos órgãos públicos e privados (IAP, 2015).

De acordo com o IAP, em municípios com população superior a 30.000 (trinta mil) habitantes e com capacidade superior a 1.500 (um mil e quinhentos) jazigos, é exigido, quando da apresentação da Licença Prévia (LP), o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA). Ultrapassada esta fase, na Licença de Instalação (LI),

faz-se necessária a apresentação do Plano de Controle Ambiental (PCA), estando tudo regular, obtém-se, enfim, a Licença de Operação (LO).

Para Cemitérios em município com população inferior a 30.000 (trinta mil) habitantes, não integrantes das regiões metropolitanas e com capacidade limitada ao máximo de 1.500 jazigos, exige-se somente a Licença Ambiental Simplificada (LAS).

2.3.1.1. Licença Prévia

A LP é a primeira etapa da aquisição de Licença Ambiental (LA), em que o órgão licenciador avalia a localização e a concepção do empreendimento, atestando a sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos para as próximas fases. A LP funciona como um alicerce legal para a edificação de todo o empreendimento. Nesta etapa, são definidos todos os aspectos referentes ao controle ambiental a ser implementado pela administração do cemitério. De início, o órgão licenciador determina se a área sugerida para a instalação da necrópole é tecnicamente adequada. Este estudo de viabilidade é baseado no Zoneamento Municipal (ROCHA; ASSIS; CORTIZO, 2017).

Quanto à finalidade da LP, esta é concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação (IAP, 2015).

Quanto à validade da LP, esta será válida por dois anos, com a particularidade de não ser passível de renovação. Dessa forma, quando a LP vencer, o requerente deverá entrar com nova documentação e reiniciar o processo.

2.3.1.2. Estudo Prévio de Impacto Ambiental

É um documento técnico que tem por finalidade embasar, subsidiar e justificar a solicitação de licenciamento. É necessário para se obter a autorização ambiental de empreendimentos e atividades efetivas ou potencialmente impactantes. Deve conter informações técnicas e legais que demonstrem a viabilidade ambiental sob os

aspectos técnicos e científicos, jurídicos, administrativos e locacionais de um empreendimento/atividade (BETIATTO; SOUZA, 2015).

2.3.1.3. Licença de Instalação

Uma vez detalhado o projeto inicial e definidas as medidas de proteção ambiental, deve ser requerida a LI, cuja concessão autoriza o início da construção do cemitério e a instalação de todos os equipamentos necessários ao seu funcionamento. A execução do projeto deve ser feita conforme o modelo que foi apresentado nas fases anteriores. Qualquer alteração na planta ou nos sistemas instalados deve ser formalmente enviada ao órgão licenciador para avaliação (THOMPSON, 2015).

A finalidade da licença de instalação é a autorização para que o empreendimento ou atividade seja instalado de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controles ambientais e demais condicionantes, da qual constituem motivos determinantes (BACIGALUPO, 2012).

Quanto à validade da LI, o prazo será de dois anos, podendo ser renovada, a critério do IAP (BAIGALUPO, 2012).

2.3.1.4. Plano de Controle Ambiental

O PCA é um estudo ambiental que, além da apresentação do empreendimento, identifica os impactos gerados e suas magnitudes, e também apresenta as medidas mitigadoras, tudo dentro de planos e programas ambientais (BETIATTO; SOUZA, 2015).

2.3.1.5. Licença de Operação

A LO autoriza o funcionamento do cemitério. Essa deve ser requerida quando a construção estiver concluída e após a verificação da eficácia das medidas de controle ambiental estabelecidas nas condicionantes das licenças anteriores. Nas restrições da LO, estão determinados os métodos de controle e as condições de operação (BORTOLASSI, 2012).

O prazo de validade da LO será de seis anos e poderá ser renovada, a critério do IAP (CALEIRO, 2015).

2.3.1.6. Licença Ambiental Simplificada

Licença Ambiental Simplificada de Regularização aprova a localização e a concepção do empreendimento, atividade ou obra de pequeno porte e/ou que possua baixo potencial poluidor/degradador, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos, bem como autoriza sua instalação e operação de acordo com as especificações constantes dos requerimentos, planos, programas e/ou projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes determinadas pelo IAP. Esse é o tipo de licença para cemitérios em municípios de até 30.000 (trinta mil) pessoas e que não faça parte de região metropolitana, que a capacidade não ultrapasse 1.500 (um mil e quinhentos) jazigos (FERNANDES, 2014).

O prazo de validade da LAS será de seis anos, podendo ser renovada ao findar esse período (FENANDES, 2014).

2.3.2. Regularização de cemitérios já existentes

Segundo informações públicas constante no site do IAP, para a regularização de cemitério que estivessem operando sem a devida licença ambiental, eles deveriam requerer a regularização de seu empreendimento junto ao IAP até 31 de dezembro de 2010, seguindo o que se apresenta a seguir: cemitérios em município com população inferior a 30.000 (trinta mil) habitantes, não integrantes das regiões metropolitanas e com capacidade limitada a 1500 jazigos, precisariam da licença ambiental simplificada de regularização (CARNEIRO, 2009).

Já em locais onde a população fosse superior a 30.000 (trinta mil) habitantes e com capacidade superior a 1.500 jazigos, precisariam da Licença de Operação de Regularização (LOR) (KEMERICH, 2014).

2.3.2.1. Licença de Operação de Regularização

Conforme acima citado, de acordo com Kemerich (2014), a LOR é para os cemitérios com capacidade acima de 1.500 (um mil e quinhentos) jazigos, já existentes e sem a devida licença ambiental, situação comum em quase todos os municípios. Seguindo o constante no site do IAP, a relação de Documentos para LOR para cemitérios já existentes é apresentada a seguir:

- a. Requerimento de Licenciamento Ambiental - RLA;
- b. Cadastro de Empreendimento Cemitério - CEC;
- c. Alvará de funcionamento;
- d. A critério do IAP, laudo de Passivo Ambiental da situação do cemitério, frente à qualidade da água do lençol freático e a disposição de Resíduos sólidos;
- e. PCA direcionado para as medidas mitigadoras dos impactos negativos gerados pela poluição/contaminação do lençol freático, pelos lixiviados gerados pelas águas pluviais na área das sepulturas, caso comprovado pelo Laudo de Passivo Ambiental;
- f. No caso de Cemitério Vertical, apresentar projeto arquitetônico do cemitério, incluindo o tipo de construção, e do sistema de destinação dos gases provenientes da decomposição dos cadáveres;
- g. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, de acordo com o estabelecido na Lei Estadual nº 13.448/02 e no Decreto Estadual nº 6674/02, elaborado por profissional de nível superior devidamente habilitado pelo seu conselho de classe, emitindo a Anotação de Responsabilidade Técnica ou similar;
- h. Projeto do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário;
- i. A critério do IAP Programa de Monitoramento da qualidade das águas do Lençol Freático;
- j. Publicação de súmula do pedido de LO em jornal de circulação regional e no Diário Oficial do Estado, conforme modelo aprovado pela Resolução CONAMA nº 006/86 (as publicações deverão ser comprovadas por meio da apresentação dos jornais respectivos originais);
- k. Comprovante de Recolhimento da Taxa Ambiental (Ficha de Compensação Bancária) de acordo com a Lei Estadual nº 10.233/92.

2.3.3. Requisitos Mínimos e Restrições Para o Licenciamento

Segundo Caleiro (2015), mesmo com todas as medidas legais já citadas, ainda existem nove requisitos mínimos exigidos para que a LA seja concedida, sendo as seguintes:

- a. O perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem superficial adequado e eficiente, além de outros dispositivos destinados a captar, encaminhar e dispor de maneira segura as águas pluviais e evitar erosão, alagamentos e movimentos de terra;
- b. Internamente, o cemitério deverá ser contornado por uma faixa com largura mínima de 5 m (cinco metros), destituída de qualquer tipo de sepultura, pavimentação ou cobertura em alvenaria;
- c. O plantio de árvores no interior de cemitério, quando houver, só será permitido em áreas especialmente destinadas para esta finalidade como pequenas praças ou locais adequados onde as raízes não causem danos aos jazigos;
- d. Em locais onde a permeabilidade do substrato seja maior que 10,5 centímetros, medidas adicionais de impermeabilização devem ser adotadas, de maneira a impedir a percolação de possíveis contaminantes em direção ao nível freático;
- e. O nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância mínima de 1,5 metros acima do nível mais alto do lençol freático;
- f. Materiais e métodos que dificultem ou impeçam a percolação do produto da coliquação para o substrato onde se processa a inumação, deverão ser utilizados no caso do sepultamento acima do nível natural onde o solo original tenha sido retirado;
- g. Fica proibida a implantação de cemitérios em áreas úmidas e em terrenos sujeitos à inundação permanente ou eventual e no interior de Unidades de Conservação de proteção integral.
- h. Fica proibida a implantação de cemitérios em APPs ou em outras que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária, em estágio médio ou avançado de regeneração, em terrenos predominantemente cársticos, que apresentam cavernas, sumidouros ou

rios subterrâneos, bem como naquelas que tenham seu uso restrito pela legislação vigentes ressalvadas as exceções legais previstas.

- i. Fica restrita a instalação e ampliação de cemitérios em áreas de mananciais de abastecimento público, ficando sua aprovação condicionada ao que determina a Resolução CONAMA nº 368/2006, ou outra que vier a substituí-la, podendo o IAP exigir estudos complementares.

Com tudo que foi visto a respeito dos requisitos legais para instalação e também regularização de cemitérios, percebe-se que, em resumo, a Licença visa ao que diz Fernandes (2014), quando ressalta que a LA serve de parâmetro para aferir a qualidade do meio ambiente, pois, se forem seguidos os ditames estabelecidos pelo órgão concessor da LA, certamente haverá a manutenção da qualidade do meio ambiente e, por via de consequência, ocorrerá a preservação da saúde pública, trazendo boa qualidade de vida para a população circundante do cemitério por longo período de tempo.

As necrópoles necessitam também de avaliações periódicas após sua instalação, como salienta Leite (2009), ao dizer que sempre é necessária uma avaliação dos cemitérios, com o fito de adequá-los às normas técnicas previstas na Resolução CONAMA nº 368/2006, objetivando suavizar possíveis contaminações que o necrochorume pode causar nos lençóis freáticos e poços que muitas vezes são utilizados por populações de baixa renda, principalmente em locais onde o abastecimento de água é precário.

2.3.4. Crime Ambiental

A Lei de Crimes Ambientais (LCA) nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, estabelece que, quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas cominadas, na medida da sua culpabilidade, e estende tal responsabilidade ao diretor, ao administrador, ao membro de conselho e de órgão técnico, ao auditor, ao gerente, ao preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminosa de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la (LEITE, 2009).

Fica também patente que a pessoa jurídica será responsabilizada administrativa, civil e penalmente conforme o disposto na LCA, nos casos em que a

infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade. Foi ressalvado no próprio texto da LCA que a responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, coautoras ou partícipes do mesmo fato (BORTOLASSI, 2012).

A LCA objetiva a proteção do meio ambiente, tendo sido preocupação do legislador a proteção contra poluições que possam causar danos à saúde humana, assim como a mortalidade de animais e a afetação à flora, estando no art. 54 desta Lei a descrição da norma e as sanções impostas, quando da ocorrência da infração penal (FERNANDES, 2014).

Apesar de o legislador restringir a poluição a ser punida, aquela que resultar em danos à saúde humana, em mortalidade de animais ou em destruição significativa da flora, constata-se que o artigo 54 possui uma abrangência ampla ao referir-se “a danos à saúde humana”, pois sua delimitação poderia ser uma forma açodada de minimizar o alcance da norma ambiental, não atingindo de forma eficaz as diversas possibilidades de ocorrência do dano causador de malefícios ao ser humano (KEMERICH, 2009).

Leite (2009) ainda lembra que existe no Brasil uma Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), cujo objetivo é a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Observa-se que a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a PNMA, definiu poluição como sendo:

A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, Art. 3).

A contaminação do meio ambiente pelo necrochorume é uma preocupação constante, pois leva a uma diminuição da qualidade de vida, assim como causa doenças na população residente na periferia dos cemitérios (FERNANDES, 2014).

Para Kemerich (2009), é importante observar que a Lei nº 6.938/1981, ao dispor sobre a PNMA, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, possui um

cunho repressor, funcionando de forma subsidiária à LCA, pois afirma que, sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, existirão sanções para aqueles que desatenderam aos ditames legais, sendo elas de cunho administrativo, pecuniário e criminal, conforme delineado em seguida:

Art. 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

I - à multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil) Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional - ORTNs, agravada em casos de reincidência específica, conforme dispuser o regulamento, vedada a sua cobrança pela União se já tiver sido aplicado pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos Municípios.

II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito;

IV - à suspensão de sua atividade.

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

§ 2º - No caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário do Meio Ambiente a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.

§ 3º - Nos casos previstos nos incisos II e III deste artigo, o ato declaratório da perda, restrição ou suspensão será atribuição da autoridade administrativa ou financeira que concedeu os benefícios, incentivos ou financiamento, cumprindo resolução do CONAMA.

§ 4º - (REVOGADO)

§ 5º - A execução das garantias exigidas do poluidor não impede a aplicação das obrigações de indenização e reparação de danos previstas no § 1º deste artigo (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006) (BRASIL, 1998, Art. 14).

A aplicação da LCA ocorrerá em último caso, visto que as etapas apresentadas anteriormente, LP e LA, foram e são os meios próprios para inibição da aplicação da LCA. Mediante estas formas de licenciamento foram fornecidas, há mais de uma década, oportunidades ao órgão concedido para sua adequação à realidade atual e às políticas públicas aplicadas ao meio ambiente, cujos dispositivos são de conhecimento pleno das pessoas que administram e cuidam dos cemitérios (BORTOLASSI, 2012).

2.4. O CORPO APÓS O SEPULTAMENTO: TRANSFORMAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

Os mecanismos de proteção e controle do corpo de um ser humano vivo fazem com que todo o sistema orgânico se mantenha em homeostase, ou seja, trabalham para que exista equilíbrio entre as diversas partes do sistema, entre a microbiota normal (que são micro-organismos que vivem em simbiose no corpo humano vivo) e as células de defesa do organismo, mantêm também o equilíbrio ácido/básico e o equilíbrio com o meio em que o indivíduo vive. Quando acontece a parada de várias partes do sistema orgânico, ocorre a morte, os mecanismos de controle e proteção cessam, a partir deste momento, uma série de transformações são iniciadas no corpo já sem vida (BERNAT, 2008).

Quando são sepultados tanto por inumação quanto tumulação, os cadáveres se transformam e têm os tecidos do corpo destruídos por ação de bactérias e enzimas decompositoras de matéria orgânica, resultando na dissolução gradual e liberação de gases, líquidos e sais para o meio ambiente, ou seja, estão sujeitos a fenômenos transformativos, que podem ser divididos em fenômenos transformativos destrutivos e fenômenos transformativos conservadores (CAMPOS, 2007).

Segundo Campos (2007), quando os cemitérios são mal implantados, sem estudos geológicos e hidrogeológicos, em solo não próprio e operado em desacordo com indicativos técnico e sanitário corretos, somados a aspectos ambientais como temperatura, umidade, ventilação, os fenômenos de transformação dos cadáveres sofrem alteração, podendo ser acelerados ou retardados (CAMPOS, 2007, p. 26-27).

De acordo com Silva e Malagutti Filho (2012), algumas condições interferem na aceleração ou retardo das transformações nos cadáveres. Dentre elas está a temperatura, sendo que a transformação e a atividade microbiológica são facilitadas quando a temperatura está em torno de 25 a 35°C, pois altas temperaturas influenciam a evaporação da água contida no corpo e as fermentações, já temperaturas muito baixas podem retardar a putrefação. A umidade influencia na degradação da matéria orgânica e sobrevivência de microrganismos, sendo que o excesso ou a escassez de água prejudica e retarda a putrefação, deixando o cadáver conservado por maior tempo.

A ventilação também interfere, acelerando o processo de decomposição, pois permite a ação de microrganismos, principalmente os que usam oxigênio (micro-

organismos aeróbios), esta ação é ainda mais rápida em sepulturas por inumação do que na por tumulação, uma vez que a última isola o cadáver. O solo naturalmente degrada a matéria orgânica que esteja enterrada em uma parte chamada zona não saturada e, devido a esta característica, é um dos principais fatores envolvidos nas alterações das transformações dos cadáveres. Porém, a degradação é dependente das condições de permeabilidade e estrutura do solo que deve ter relação com as condições acima citadas. Como exemplo, pode-se citar o solo argiloso, que, por sua baixa porosidade e impermeabilidade, dificulta a putrefação (CAMPOS, 2007).

Segundo Fernandes (2014), as condições do corpo sepultado também influenciam favoravelmente a decomposição, os recém-nascidos, por exemplo, decompõe-se mais rápido que os adultos, a constituição do corpo é outro fator influente, sendo que os indivíduos mais obesos transformam-se com mais rapidez. Em se tratando da causa-mortis, a putrefação é acelerada em corpos na presença de mutilações, infecções e gangrenas.

As condições citadas anteriormente influenciam a transformação do cadáver acelerando ou retardando o processo, a seguir serão apresentados os fatores que transformam a matéria orgânica cadavérica.

Segundo Campos (2007), os fenômenos putrefativos físicos e químicos ocorrem normalmente nos cemitérios, após o sepultamento do cadáver, sendo que o processo de putrefação é decorrente de fenômenos biológicos, físicos e químicos que podem ser observados 24 horas após a morte, e dura de alguns meses até vários anos, variando de acordo com o ambiente onde o cemitério está instalado.

Sobre a ação dos microrganismos, Campos (2007) ainda esclarece:

Caracterizada pela atuação de microrganismos, a putrefação inicia-se com bactérias endógenas intestinais saprófitas, consideradas anaeróbias, oriundas do cadáver e do meio, tais como Neisseriaceae, Pseudomonadaceae e Clostridium. Influencia-se por conjunto de fatores inerentes e intrínsecos ao cadáver, como a idade, a composição do corpo e a causa-mortis, e por fatores extrínsecos, conhecidos por fatores ambientais, como a temperatura, a umidade, a aeração, a constituição mineralógica, a permeabilidade do solo e a presença de insetos e larvas (CAMPOS, 2007, p. 27).

Durante esse processo, além da ação de micro-organismos degradadores, proliferam também agentes infecciosos, quando a morte ocorre por moléstia contagiosa ou epidemia.

Segundo Melo, Tudor e Bernadino (2012), quando não há fatores influenciáveis além do natural, a decomposição dos corpos tem a sequência a seguir:

A. Período de Coloração, quando a putrefação se inicia com a manifestação das bactérias intestinais (enterobactérias), do tipo saprófitas, em meio anaeróbico. Exterioriza-se através de manchas verdes a altura da fossa ilíaca, onde se acumulam gases no começo, se difundido posteriormente pelo abdômen, tórax, cabeça e membros. A coloração verde dos tegumentos deve-se a reação do gás sulfídrico com a hemoglobina, formando a sulfometemoglobina. O ceco, porção inicial do intestino grosso, é onde ocorre maior acúmulo de gases, que por estar muito próximo da parede abdominal da fossa ilíaca direta, determina o aparecimento da “mancha verde abdominal”. O tempo de aparecimento das manchas está condicionado a diversos fatores relacionados ao próprio corpo e ao meio externo. Este primeiro período pode durar até sete dias, sendo mais moroso nos cadáveres inumados do que conservados ao ar livre. Os fatores intrínsecos (pertinentes ao próprio corpo, tais como: idade, constituição física e causa-mortis) e extrínsecos (pertinentes ao ambiente onde o corpo foi depositado: temperatura, umidade, aeração, constituição mineralógica e permeabilidade) influem no tempo necessário para o surgimento da referida mancha. Desenvolvem-se mais lentamente nos cadáveres inumados do que nos conservados ao ar livre, sendo mais rápida na água.

B. Período Gasoso, nesta fase os gases originados na cavidade abdominal começam a se difundir por todo o corpo, originando a formação de bolhas cheias de líquido nos tegumentos e a um enfisema putrefativo facilmente visível. Em decorrência do acúmulo desses gases, o corpo vai se avolumando, ficando com aspecto de gigantismo devido à forte pressão dos gases putrefativos, o sangue já alterado é propelido para a periferia, ficando os vasos desenhados nos tegumentos. Por fim, dada a força dos gases, pode-se desencadear o fenômeno de ruptura das paredes abdominais.

C. Período Coliquativo, possuindo também a denominação de fase humorosa, é quando se dá a dissolução pútrida, com a formação de um líquido denso e escuro, o necrochorume. As partes moles têm seu volume reduzido devido à desintegração dos tecidos. Os gases se exalam, ficando o corpo reduzido a uma “massa” de odor fétido, perdendo pouco a pouco a sua forma. Nesse período, além dos micro-organismos putrefativos, há grande participação de larvas de insetos em quantidade, que concorrem na destruição do cadáver. Esse período tem duração de 6 a 8 meses após o sepultamento, numa faixa de temperatura de 18 a 25°C, a depender das condições de resistência do corpo e da agressividade do meio externo. A ação continuada das bactérias, insetos e ácaros, em conjunto com as condições ambientais, reduz conseqüentemente o volume e conduz a matéria orgânica ao estado de pó, deixando livre o esqueleto (ossos limpos).

D. Período de Esqueletização, onde o resíduo de matéria orgânica dos ossos costuma liberar o fósforo sob a forma de fosfina, que reage com o oxigênio atmosférico, dando origem a um fenômeno luminoso de curtíssima duração e de observação fortuita, conhecido como “fogo fátuo”. Os cabelos e ossos podem resistir por muitos anos. Os ossos podem resistir por dezenas de anos, perdendo a sua estrutura e resistência, com a extinção da osseína, ficando presente apenas o carbonato de cálcio - CaCO_3 (porção mineral), tornando-se friáveis, frágeis, quebradiços e mais leves. Em geral, ao ser desmontado o esqueleto, a massa cadavérica é reduzida a 18 ou 20 kg decorridos dois anos e meio a três anos de sepultamento. Esse período pode durar de vários meses a vários anos, dependendo das condições do meio. Quando da ocorrência de fenômenos conservativos (saponificação ou

umidificação), não se completará a destruição do corpo (FERNANDES, 2014, p. 15).

A decomposição do cadáver deve acontecer dentro do período previsto, pois, assim, a reutilização da sepultura poderá ocorrer periodicamente e o potencial de contaminação do corpo em putrefação não excederá o previsto, porém, alguns fenômenos poderão fazer com que a decomposição demore mais do que o esperado, esses são os fenômenos transformativos conservadores (FERNANDES, 2014).

Tais fenômenos impedem que a decomposição dos corpos e a neutralização dos efluentes sigam o fluxo normal e prolonguem a permanência dos cadáveres semidecompostos no túmulo, fazendo com que o potencial de contaminação continue latente, enquanto persistirem as causas. Os fenômenos destrutivos conservadores estão subdivididos em mumificação e saponificação (CAMPOS, 2007).

Segundo Thompson (2015), a mumificação é a dessecação ou desidratação dos tecidos do cadáver, com conservação de seus caracteres morfológicos, e perda de 50 a 70% do peso pela desidratação e desengorduração, retração da pele e coloração escura. Ocorre quando determinado corpo é sepultado em solos secos, arenosos, com clima quente, em regiões áridas e semiáridas, e a grandes profundidades. Pode ocorrer de forma natural (espontânea), pela presença de nitrato de potássio no solo, que funciona como sal antisséptico, ou pela falta de umidade que permita o desenvolvimento de germes putrefativos, ou, ainda, de forma artificial com o embalsamamento do corpo, para torná-lo incorruptível. Hoje, o produto químico normalmente utilizado para esse processo é o aldeído fórmico, mais conhecido como formol.

A saponificação também prolonga a decomposição do cadáver. É também conhecida por adipocera, que se caracterizam pela hidrólise da gordura, com a liberação de ácidos graxos (triglicerídios), presentes no tecido adiposo, que têm acidez e se unem a minerais do organismo, tais como, cálcio e magnésio, formam sabão e inibem a ação de bactérias putrefativas, com o conseqüente retardamento da decomposição do cadáver. O cadáver fica intacto e adquire consistência untuosa e mole, tonalidade amarela-escura, odor de queijo rançoso e aspecto de cera ou sabão (CARNEIRO, 2009). Segundo Silva e Malagutti Filho (2012), pode ocorrer em

ambientes quentes, úmidos e anaeróbios, com a presença de bactérias endógenas, e em solos argilosos por sua impermeabilidade e retenção de água.

2.5. O NECROCHORUME: COMPOSIÇÃO

Conforme Macêdo (2007), o necrochorume é uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, resultante do processo de decomposição de cadáveres nos cemitérios, com duração de seis a oito meses, ou mais, dependendo das condições ambientais, e cuja formação se inicia após a morte, no período coliquativo. O nome necrochorume foi dado a esse produto por analogia ao chorume dos resíduos orgânicos dos aterros sanitários. Para um corpo de 70 kg tem-se na composição do necrochorume as substâncias e quantidades constantes no Quadro 1.

Além disso, esse mesmo cadáver produz aproximadamente 2 kg de nitrogênio que, em contato com as substâncias do solo, transforma-se em nitrato, material altamente poluente. A zona não saturada do solo atua como um filtro, por apresentar um ambiente (solo, ar e água) favorável à modificação de compostos orgânicos e inorgânicos e à retenção e eliminação de bactérias e vírus. A eficácia na retenção de micro-organismos depende de fatores como tipo de solo, aeração, baixa umidade, teor de nutrientes e outros. Para reter organismos maiores, como as bactérias, o mecanismo mais importante é o de filtração, relacionado à permeabilidade do solo. Para reter vírus, bem menores, e evitar que atinjam o lençol freático, é mais relevante a adsorção (adesão de moléculas de um fluido a uma superfície sólida), que depende da capacidade de troca iônica da argila e da matéria orgânica do solo (FERNANDES, 2014).

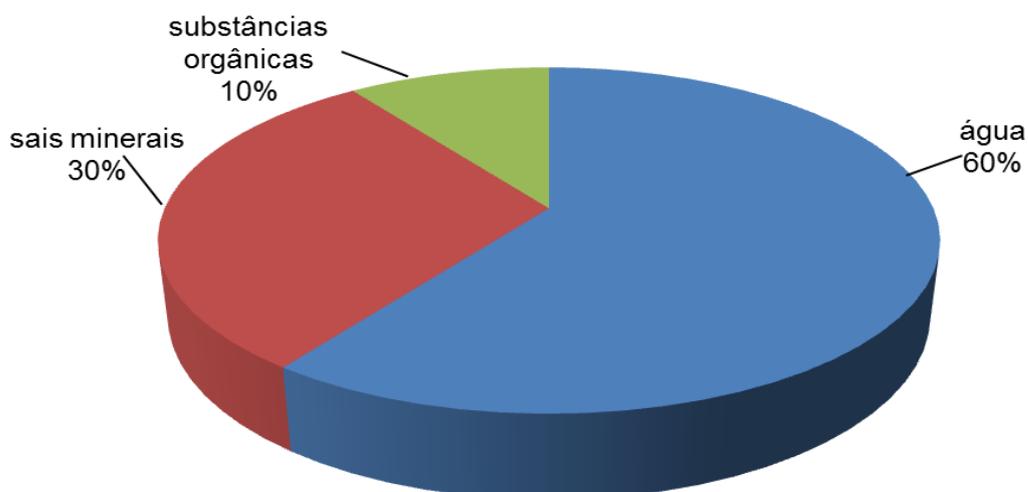
Quadro 1. Substâncias que compõem o necrochorume e suas quantidades, aproximadas para um corpo de 70kg

Substância	Quantidade
Carbono	16.000 g
Nitrogênio	1.800 g
Cálcio	1.100 g
Fósforo	500 g
Enxofre	140 g
Potássio	140 g
Sódio	100 g
Cloreto	95 g
Magnésio	19 g
Ferro	4,2 g
Água	70 a 74%

FONTE: (MACÊDO, 2007).

Segundo Carneiro (2009), cada corpo decomposto libera em torno de 30 a 40 litros de necrochorume, que é cientificamente conhecido por produto da coliquação, tendo como principais características as seguintes: Viscosidade maior que a da água; Densidade média de 1,23 g/cm³; Polimerizável; Cor acinzentada ou acastanhada; Odor forte e desagradável; Constituem-se por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis (Figura 9), tais como carga patogênica de bactérias e vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (C₄H₁₂N₂-butanodiamina) e cadaverina (C₅H₁₄N₂ pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes; pH entre 5 e 9, à temperatura de 23 a 28°C; e Grau variado de patogenicidade.

Figura 9. Composição média do Necrochorume



FONTE: Lopes (2000).

Campos (2007) diz que, dependendo das condições geológicas do meio, a composição do necrochorume pode propiciar a sobrevivência e a proliferação de micro-organismos oriundos da decomposição, e a conseqüente periculosidade do líquido, que pode conter bactérias, vírus e substâncias químicas orgânicas e inorgânicas, favorecida pela falta de oxigênio na água subterrânea, que diminui à medida que a profundidade aumenta. Ao longo de determinado tempo, no meio natural, o necrochorume, devido à capacidade de autodepuração do solo, decompõe-se e reduz-se a substâncias mais simples e inofensivas, em função do teor de argilas.

Nos sepultamentos por tumulação, dependendo das condições de estanqueidade e confinamento, o necrochorume seca naturalmente, polimeriza-se, reduz-se a pó e não permeia para o solo circunvizinho. Mas, se os jazigos estiverem mal construídos, pode tornar insalubre o ambiente e ocasionar infiltração nas paredes, irradiar mau cheiro e atrair insetos (KEMERICH, 2014).

2.6. CEMITÉRIOS COMO FONTE POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO AMBIENTAL

Para Fernandes (2014), quando são seguidas as recomendações do CONAMA, contidas nas Resoluções nº 335/2003 e nº 402/2008, em todas as fases de estudo hidrogeológico, implantação e organização dos cemitérios, bem como a fiscalização do seu cumprimento legal, os impactos ambientais vindos dessas necrópoles são mínimos, porém, quando quaisquer dessas recomendações são omitidas ou não realizadas na sua integridade, o potencial de contaminação aumenta significativamente, sendo quase uma regra.

Bortolassi (2012) diz que, quanto às formas de impacto ambiental das necrópoles, essas podem ocorrer quando sua localização e manejo são inadequados, podendo ocorrer pela deposição de resíduos sólidos advindos das visitas aos cemitérios acompanhadas de negligência administrativa quanto à limpeza do local, por resíduos de construção na confecção e manutenção de túmulos e monumentos.

Outra forma de impacto ambiental local está relacionada ao fato de esses locais serem atrativos para animais, desde insetos como formigas, mosquitos, aranhas, escorpiões, até roedores e tatus (*Eupharactus sexcinctus*), este último tem capacidade de violar os túmulos para se alimentar dos cadáveres. Alguns dos animais atraídos para cemitérios são vetores de patógenos e oferecem riscos para os trabalhadores do local, visitantes e circunvizinhança. Contudo, a principal fonte potencial de contaminação ao ambiente está ligada diretamente às matérias sepultadas (tanto por inumação como por tumulação), pois junto com o cadáver estão roupas, objetos (algumas vezes junto com o corpo são enterrados joias, livros, fotos ou qualquer outra coisa a pedido dos entes do sepultado), materiais da câmara funerária (caixão) como: madeira, tinta e todas as substâncias usadas em sua fabricação. Dentre esses, o produto da coliquação, resultado dos fenômenos transformativos do cadáver, é o mais preocupante (CARNEIRO, 2009).

Para Fernandes (2014), o necrochorume pode contaminar o ar, solo e lençol freático. A contaminação do ar se dá no período coliquativo, que tem como resultante os compostos químicos e gases contidos no Quadro 2.

Além desses resultantes químicos, outros estão presentes, como, por exemplo, os mercaptanos que são gases da família de compostos orgânicos de

enxofre que contêm um grupo sulfídrico (SH) ligado a um átomo de carbono. Alguns desses compostos e gases são prejudiciais à saúde e contribuem para o efeito estufa, além de causarem odor fétido e atraírem os animais já citados (BORTOLASSI, 2012).

Quadro 2. Compostos químicos e gases resultantes do período coliquativo

Substância	Formula química
Dióxido de carbono	CO ₂
Fosfina	PH ₃
Nitrogênio	N ₂
Enxofre	S
Putrescina	C ₄ H ₁₂ N ₂
Cadaverina	C ₅ H ₁₄ N ₂
Amônia	NH ₃
Metano	CH ₄
Sulfeto de hidrogênio	H ₂ S

FONTE: Fernandes (2014).

2.6.1. Contaminação do solo e das fontes de águas subterrâneas

Para entender a contaminação do solo e das águas pelo produto da coliquação, é importante entender primeiro o mínimo sobre o papel de filtração e adsorção que o solo possui. Pode se dizer, de modo simples, que o solo é dividido em duas zonas. A zona não saturada, chamada também de zona de aeração (pela maior presença de oxigênio) é composta de partículas sólidas e de espaços vazios ou porosos, com partes contendo água e outro ar. A zona saturada contém apenas água ocupando todos os espaços. A divisão das duas partes é o início do lençol freático. Na zona não saturada, a água e demais compostos que a usam como veículo tem seu movimento no sentido vertical, já na zona saturada o sentido do movimento é horizontal (FERNANDES, 2014).

Segundo Pacheco e colaboradores (1986), ao se iniciar um projeto de construção de cemitério é essencial o conhecimento das condições físicas e do comportamento do solo em questão (conhecimento este obtido por estudos

geológicos), pois, o tipo de solo é de vital importância para esses empreendimentos, visto que os processos transformativos estão relacionados com o meio onde o corpo se encontra: terra, água e ar (BORTOLASSI, 2012).

Os compostos do necrochorume podem ser satisfatoriamente modificados, bem como os vírus e bactérias retidos e eliminados na zona não saturada, quando o solo apresentar condições para isso, tal capacidade está diretamente ligada à umidade, nutrientes, presença em quantidade suficiente de oxigênio e outros fatores que deverão ser previamente avaliados (ROCHA; ASSIS; CORTIZO, 2017).

Na figura a seguir (Figura 10), podem-se notar três situações, a primeira (A) está de acordo com a resolução supracitada, sendo de baixa vulnerabilidade à contaminação. A segunda situação (B) é de extrema vulnerabilidade à contaminação, sendo a mais grave e certamente contaminará a fonte de água. A terceira (C) situação é de alta vulnerabilidade com grande potencial de contaminação. As duas últimas situações claramente não atendem as exigências legal estabelecidas pelo CONAMA, oferecendo grandes riscos ambientais e a saúde da população.

Figura 10. Situação de vulnerabilidade quando há contaminação do lençol freático



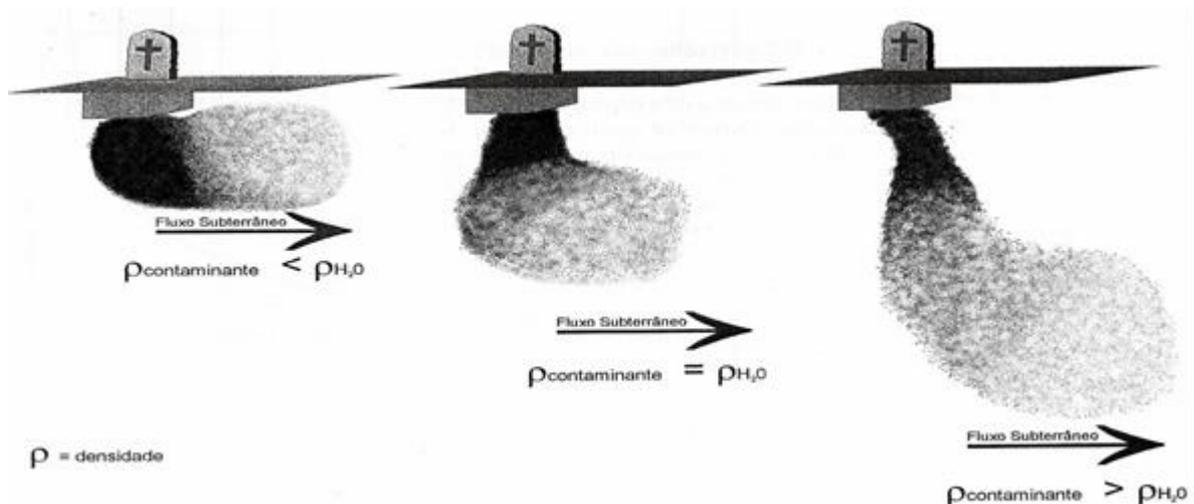
FONTE: Bortolassi (2012).

Se a capacidade do solo em relação à permeabilidade é média, porém há capacidade de adsorção adequada e a retenção do material argiloso e satisfatório, associada a distância suficiente até o lençol freático, o produto da coligação tem um trânsito suficientemente lento para as substâncias do necrochorume não serem

retidas e eliminadas na zona não saturada. Neste cenário, a situação de vulnerabilidade é média para a contaminação de águas subterrâneas. No sepultamento abaixo do nível do lençol freático, o risco de contaminação é extremo, pois o papel do solo na filtração e adsorção não existirá (CARNEIRO, 2009).

Segundo Silva (2000b), devido à diferença entre a densidade e viscosidade da água e necrochorume, há a formação de plumas de contaminação que tendem a se disseminar pelo solo, saturado a velocidades variadas, podendo atingir distâncias consideráveis a partir de onde se formaram (Figura 11).

Figura 11. Plumam de contaminação



FONTE: Silva (2000b).

Bortolassi (2012) diz que a formação das plumas de contaminação, aliada a condições inadequadas do solo e pequena distância das sepulturas em relação ao lençol freático, são condições de risco extremo de contaminação. Neste cenário, que deverá ser previsível por meio de estudos do solo e profundidade das águas subterrâneas, a solução é o sepultamento acima do nível do terreno, como apresenta a situação (C) da Figura 12.

Figura 12. Situação de Vulnerabilidade através das Plumões de contaminação



FONTE: Bortolassi (2012).

Embora exista grande preocupação com a contaminação do lençol freático pelo produto do coliquação, existe outra maneira que este combinado de substâncias possa contaminar o solo e as águas, porém, as superficiais.

2.6.2. Contaminação do solo e das águas superficiais

Em cemitérios construídos em morros, montanhas ou terrenos muito elevados ou que tenham sua área muito impermeabilizada pela pavimentação em torno das ruas, aliado a um sistema de drenagem sem eficiência, as águas das chuvas podem escoar pela superfície e inundar os túmulos mais vulneráveis. Após atravessarem a área dos cemitérios, essas águas podem escoar por quintais, vias públicas, atingir plantações, serem consumidas por animais e, em geral, findarem-se na rede pluvial e corpos d'água, contaminando os locais por onde escoar com substâncias trazidas do interior do cemitério (FERNANDES, 2014).

Desta forma, segundo Fernandes (2014), o planejamento municipal para implantação de novos cemitérios deve se atentar em mantê-los distantes dos rios que fornecem água para estação de tratamento, e longe de plantações para o consumo.

Todas as ferramentas legislativas, aliadas ao poder de concessão e responsabilidade de fiscalização dos órgãos públicos das três esferas administrativas, têm por finalidade evitar a contaminação do meio, sendo o mais

preocupado a do solo e da água, esta última em especial, pois, por meio dela, são transmitidas as doenças de vinculação hídrica (BETIATTO; SOUZA, 2015).

2.6.3. O Necrochorume e as doenças de vinculação hídrica

Segundo Matos (2001), essas doenças são causadas por micro-organismos com potencial de agredir o sistema orgânico humano, causando uma variedade de doenças. O veículo de transmissão desses agentes é a água contaminada pelo necrochorume, transportado pelas chuvas, em contato com a água subterrânea, por isso é chamada de doenças de vinculação hídrica. Tais agentes patológicos, incluindo aqueles presentes no necrochorume, chegam até a água, e esta pode ser consumida ou utilizada por pessoas e animais que, infectados, excretam os micro-organismos nas fezes e urina. Essas doenças causam distúrbios gastrintestinais, como, por exemplo, vômitos, cólicas e diarreias, e podem ser transmitidos por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos, todos possíveis de estarem no produto da coliquação de cadáveres.

Segundo Matos (2001), os micro-organismos mais comuns encontrados em água contaminada pelo necrochorume são:

- a) **Protozoários:** *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*;
- b) **Bactérias:** *Escherichia coli*, *Legionella pneumiphila*, *Leptospira interrogans*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae* *S. flexneri*, *S. sonne* e *Vibrio cholerae*; e
- c) **Vírus:** Adenovírus, Agente Norwalk, Coxsackie humano A1 a A22, A24, B1 a B6, Echo humano 1 a 27, 11 a 27, 29 a 33, Hepatite A, Poliovírus humano 1, 2, 3, Reovírus 1, 2, 3 e Rotavírus grupo B.

Matos (2001) ainda diz que, dentre as doenças causadas por esses microrganismos, as seguintes se destacam:

- a) **Causadas por Protozoários:** Gastreenterite e Amebíase;
- b) **Causadas por Bactérias:** Diarreia, Dores abdominais, Pneumonia Febre, Leptospirose, Febre tifoide, Disenteria e Cólera; e
- c) **Causadas por Vírus:** Infecções respiratórias, Gastreenterite, Vômito, Diarréia, Doenças respiratórias, Meningite, Miocardite, Erupções cutâneas,

Febre, Hepatite, Paralisia, Infecções do trato respiratório superior, Enterite em crianças e bebês.

Os cemitérios, em comparação, são como aterros sanitários que recebem lixo doméstico, em sua maioria lixo orgânico, porém, os cemitérios têm um agravante, é uma espécie de “aterro” com “lixo hospitalar”, integrando parte da matéria ali presente. Muitos dos corpos ali enterrados carregam consigo bactérias e vírus de todas as espécies e que foram, provavelmente, a causa mortis. Além disso, é importante considerar que metais pesados, advindo de próteses, materiais das urnas, entre outros, vão dar, também, sua contribuição poluidora, visto que os produtos orgânicos gerados na composição cadavérica irão reagir com esses metais, sem levar em conta os resíduos nucleares advindos das aplicações recebidas pelo ser em vida, que, muitas vezes, ficou muito tempo hospitalizado e passou por exames nucleares. Ainda, indivíduos que fizeram tratamento medicamentoso com os mais variados tipos de drogas durante muito tempo, ou seja, tudo isso fará parte do produto da coliquação. Com isso, o solo, que recebe esses ingredientes de uma forma direta ou indireta, irá se saturar e, apesar de sua capacidade de autodepuração, propiciará que neles se infiltrem tais ingredientes e que, quando sua capacidade de filtração ou adsorção não for eficaz, todos esses compostos chegarão aos lençóis freáticos (CARNEIRO, 2009).

2.7. MODELOS ALTERNATIVOS DE GESTÃO DE CADÁVERES

Além dos sepultamentos convencionais (inumação e tumulação), até aqui discutidas, existem outras formas de gestão de cadáveres, ou seja, outras maneiras de dar destinação ao corpo. Esses métodos alternativos surgiram em geral da necessidade de minimizar o impacto ambiental causado pelos tradicionais sepultamentos. Um desses modelos, porém, além de ser uma opção mitigadora para a poluição e contaminação, envolve também aspectos religiosos, sendo tão antiga quando os métodos citados até aqui. Esse modelo é a cremação (XISTO, 2012).

2.7.1 Cremação

A cremação é um processo individual e irreversível de incineração de restos mortais humanos. Em resumo, o caixão com o corpo (ou somente o corpo

dependendo da ocasião) é introduzido em um forno especial que suporta altas temperaturas que podem chegar a 1.250°C, por meio de incineração, o corpo e todo material que o acompanhou são reduzidos quase que em sua totalidade a cinzas. Assim, tudo que sobrar após a cremação é recolhido e passa por um equipamento que usa potentes imãs para separar toda espécie de metal do resto, os ossos que sobraram são triturados por outro equipamento com lâminas muito resistentes, que transformam os ósseos remanescentes em um pó com aspecto parecido com açúcar branco, esse produto resultante é colocado em uma urna (caixa ou espécie de pote) e entregue aos entes do falecido (DA CRUZ et al., 2015).

Porém, não são somente corpos humanos completos que podem ser cremados, partes humanas também estão sujeitos a esse tipo de incineração em alguns casos. Em casos de doenças ou mesmo acidentes em que alguma parte do corpo precise ser amputada por processo cirúrgico, fetos abortados em estágios iniciais, tumores retirados em centros cirúrgicos, resíduos resultantes de cirurgias estéticas entre outras, são encaminhados pelo próprio hospital para serem incinerados, ou no caso de amputação, se for da vontade do indivíduo, ele mesmo poderá providenciar a cremação em um crematório regulamentado. A cremação de ossos também é possível, podendo a família requerer junto à administração funerária municipal a exumação dos ossos e providenciar a cremação dos restos ósseos (SORENSEN, 2009).

Quando se trata de um falecimento, existem algumas exigências a serem cumpridas para que a cremação seja viável. A Lei federal nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, em seu artigo 77, assim define:

Art. 77 – § 2º A cremação de cadáver somente será feita daquele que houver manifestado a vontade de ser incinerado ou no interesse da saúde pública e se o atestado de óbito houver sido firmado por 2 (dois) médicos ou por 1 (um) médico legista e, no caso de morte violenta, depois de autorizada pela autoridade judiciária (BRASIL, 1973, Art. 77).

A mesma lei ainda define que, caso o indivíduo deseje ser cremado, deverá informar aos seus familiares desse desejo, providenciando uma Declaração de Vontade que será escrita e assinada, além de que o reconhecimento em cartório é necessário. Caso isso não aconteça, a decisão pela forma de sepultamento ou destinação do corpo ficará a cargo de familiares de primeiro grau, ou seja, cônjuges, pais, avós, filhos, netos e irmãos, maiores de 18 anos. Se o falecido não tiver

parentes de primeiro grau, uma autorização judicial que deverá ser requisitada pelos familiares de segundo grau junto, ao Poder Judiciário; no momento da requisição, os seguintes documentos precisarão ser apresentados: certidão de óbito, declaração do delegado não se opondo à cremação e Boletim de Ocorrência (em caso de mortes violentas).

Além da Declaração de Vontade, o tipo de morte também influencia nos trâmites burocráticos para a cremação. Em se tratando de morte natural, os seguintes documentos são necessários: atestado de óbito assinado por dois médicos, autorização de cremação devidamente preenchida e assinada por um parente de grau direto e duas testemunhas, com firma reconhecida, cópia do Cadastro de Pessoa Física, Registro Geral, Certidão de Casamento ou de Nascimento do falecido (FERREIRA; ROSSI; GARCIA, 2014).

Se o falecimento tiver ocorrido por morte violenta, é preciso apresentar alguns documentos específicos para que a cremação seja possível, alguns desses documentos servem para indicar que a morte e o corpo já foram analisados pela Polícia e pelos médicos do Instituto Médico Legal. Afinal, depois de cremado, é impossível indicar a causa da morte para um possível inquérito policial. Os documentos necessários são: atestado de óbito assinado por um médico legista, autorização de cremação assinada por um parente de grau direto e duas testemunhas, com firma reconhecida, autorização judicial, com declaração do delegado da polícia responsável pelo inquérito e do Instituto Médico Legal alegando que não se opõe à cremação, Boletim de Ocorrência, cópia do Registro Geral, Cadastro de Pessoa Física, do falecido e do membro da família que autoriza a cremação, cópia da certidão de nascimento ou de casamento do falecido (BRASIL, 1973).

Caso um indivíduo opte ainda em vida pela cremação, deverá providenciar a Declaração de Vontade, que é um documento em que uma pessoa manifesta a sua vontade de ser cremada ou de doar os seus órgãos após o seu falecimento perante um tabelião. Podem ser feitos vários tipos de declaração para esse fim, bastando apenas que o declarante se dirija até um cartório portando seus documentos de identidade e declare a sua vontade, e que tenha conhecimento da sua responsabilidade cível e criminal, para que o documento, assim, tenha efeitos jurídicos (MELLO et al., 2012).

2.7.1.1. A cremação por meio da história

A cremação vem sendo usada de forma ritualística ou não, historicamente, há registros arqueológicos que confirmam essa prática em várias civilizações antigas. É considerada a prática funerária mais antiga da humanidade por tratar-se de um modo eficiente de se livrar de restos mortais (FERREIRA; ROSSI; GARCIA, 2014).

Creumar os mortos é hábito milenar, tem-se sugestão arqueológica do seu surgimento ainda na Idade da Pedra, em grande parte do continente europeu. Os primeiros cristãos eram adeptos da cremação e, durante muito tempo, era esse o costume constante e prevalente da maioria das civilizações. Existiam, é claro, exceções, como, por exemplo, o Egito, onde era praticada a mumificação, também na Judeia, onde os mortos eram colocadas em tumbas que, geralmente, eram cavernas naturais ou trabalhadas, e na China os mortos eram sepultados em terra (SORENSEN, 2009).

Muitos povos da antiguidade, muito tempo antes da Era Cristã, consideravam o fogo como um deus. A crença na cremação aumentou a partir do poder que o elemento fogo representava. Acreditava-se que esse elemento tinha um poder purificador para alma, outra crença recorrente era de que o espírito seria protegido de maus espíritos pela cremação. Como o ritual era sagrado, era proibido aos suicidas; a crianças que ainda não possuíam dentição e a pessoas atingidas por relâmpagos, porque tinham a convicção de que esses contaminariam o fogo. Os povos nórdicos permitiam a cremação somente aos líderes e comandantes (MELO et al., 2012).

Logo no início da prática, essa consistia apenas em um feixe de madeira, onde o corpo era depositado em cima e o fogo era colocado no feixe. Esse amontoado de madeira que era posteriormente incendiado chamava-se pira. Porém, com o passar do tempo, as técnicas de cremação começaram a ficar mais sofisticadas e elaboradas, assim, de acordo com a classe social, o corpo recebia uma forma de incineração, ou apenas era utilizado uma forma mais eficiente para que o cadáver fosse reduzido a fragmentos menores, tornando a cremação mais eficiente (FERREIRA; ROSSI; GARCIA, 2014).

Segundo Melo e colaboradores (2012), observa-se a expansão desta gestão de cadáveres em toda Europa e boa parte do mundo. Na Inglaterra, por exemplo, entre os anos 50 e 80, havia registros de mais ou menos 300 mil cremações por

ano, quase a metade dos mortos eram cremados, na mesma época, havia em torno de 190 crematórios instalados.

Por volta do ano 200 d.C., devido à influência cristã, as inumações começaram a tomar o lugar da cremação, o que perdurou até o final da Idade Média, onde, por questões de sanitárias (na América e Europa) e por questão de espaço e economia (em países orientais como China e Japão), a cremação voltou como opção mitigatória (DA CRUZ et al., 2015).

Para Ferreira, Rossi e Garcia (2014), o crescimento da prática da cremação ocorreu em larga escala, principalmente na Suécia, Noruega, Dinamarca, Islândia e Finlândia (países escandinavos) e em vários países da Europa, onde os crematórios são instalados nas áreas mais densamente povoadas e têm, cada vez mais, aumentado o número de cremações.

Nos Estados Unidos, de acordo com uma amostragem apresentada pela Associação de Cremação da América, próximo à segunda metade do século XX, já havia mais de 230 crematórios em operação, de um extremo a outro do país, observando-se que, apenas no ano de 1970, foram realizadas mais de 88 mil cremações (UBELAKER; RIFE, 2007).

No Japão, a cremação é a prática mais aceita, realizada em 98% dos mortos. Em grande parte se dá por influência do budismo, que indica esta forma de gestão de cadáveres, de modo a prática chegou ao Japão por influência chinesa, por volta de 552 d.C. Além do fator religioso, um fato muito importante a se considerar é a falta de espaço, assim, a cremação surge como opção resolutiva ao problema (THOMPSON, 2015).

Ainda no século XVII, no Japão, foi promulgada uma lei que tornava a cremação obrigatória para as pessoas que morressem de doenças contagiosas, com o objetivo de controlar eventuais epidemias. Isso contribuiu para que a cremação fosse difundida e aceita por todas as religiões no Japão. Nesse país, somente 2% da população é cristã e optam por sepultamentos tidos no Brasil como tradicional. O budismo e xintoísmo, religiões predominantes no Japão, consideram profano e indigno deixar que corpo humano entre em decomposição. Na China e em Hong Kong, a situação é idêntica à do Japão, inclusive pelos mesmos motivos. Na China, as influências são religiosas e sanitárias (UBELAKER; RIFE, 2007).

No Brasil, o primeiro crematório com fins funerários que surgiu foi o crematório municipal de Vila Alpina, na cidade de São Paulo, no ano de 1974. Assim como em

outras partes do mundo, no Brasil a cremação tem crescido significativamente nos últimos dez anos. Segundo os dados do Serviço Funerário de São Paulo, em 1995 houve 2.837 cremações e, em 2007, este número saltou para 5.286. Neste período, dados apontam para um crescimento significativo do número de crematórios no território nacional, ou seja, em 1997 havia somente três crematórios, em 2007, a contagem foi para 23 (WESTIN, 2008).

2.7.1.2. A cremação na atualidade

Para que ocorra a cremação, é judicialmente necessário que se transcorra 24 horas após a morte, assim, o tradicional velório pode acontecer nesse período de tempo, os cemitérios ou crematório que oferecem esse serviço de espaços chamados de capelas mortuárias destinadas a esse fim. Após ser realizada a cremação, a família opta por receber ou não as cinzas do ente falecido, podendo optar por espalhá-las nos próprios jardins do cemitério, guardar em jazigos particulares, enterrá-las ou mesmo guardá-las em recipiente próprio fornecido pela prestadora do serviço (DA CRUZ et al., 2015).

Em se tratando de valores, o Crematório Vila Alpina, localizado no estado de São Paulo, diz em seu *site* que o custo da cremação, já incluso todos os serviços funerários com velório, caixão, flores, coroas, entre outros, tem o custo entre R\$ 6.000 (seis mil reais) a R\$ 10.000 (dez mil reais). Bortolassi (2012) diz que os valores da cremação podem variar em até 40% dependendo da região do país. Nada é acrescido a esse valor, pois não é necessária manutenção de túmulo, parcelas de terreno ou qualquer outro gasto.

Traçando um comparativo com o processo de inumação, segundo informações obtidas junto a Administração de Cemitérios e Serviços Funerários de Cascavel (Acesc), os serviços de um velório incluindo capela, caixão, preparação do corpo no caixão entre outros pode variar de R\$ 700 (setecentos reais) a R\$ 16.000,00 (dezesesseis mil reais) e o túmulo, a depender do cemitério, pode variar de R\$ 2.900,00 (dois mil e novecentos reais) a R\$ 10.000,00 (dez mil reais).

Para Ferreira, Rossi e Garcia (2014), mesmo no contexto atual, um dos principais fatores que determina a escolha pela inumação ou cremação é a crença religiosa da família. Existe, ainda, contemporaneamente uma intrínseca relação morte-religião, sendo temas que não caminham em separado desde as épocas mais

remotas, em todas as partes do mundo. No Brasil, apesar da pluralidade religiosa, o catolicismo ainda predomina. Neste sentido, considera-se que o Direito Canônico, código que regula as normas de vida da igreja católica, sempre proibiu o ato da cremação. Contudo em 1983, o papa João Paulo II fez reformulações no código e passou a desaconselhar a cremação, e não proibi-la, o que pode ter repercutido em mais pessoas optando por esta prática. Além disso, a própria pluralidade religiosa, já citada anteriormente, também garante a presença de religiões que não proíbem a cremação e influenciam, assim, seus adeptos.

Em se tratando da questão ambiental já apresentada, nunca, em nenhum outro momento da história, o destino dos corpos foi tão amplamente discutido com o enfoque ambiental como tem sido nos dias atuais. Este é um fator que pode ser considerado uma das questões que mais influência nas mudanças gradativas do modo como cultura atual lida com a morte do corpo, já vista os problemas causados pelas inumações e tumulações em cemitérios tradicionais (DA CRUZ et al., 2015).

2.7.1.3. Características técnicas de um crematório e da cremação

De acordo com Da Cruz et al. (2015), em geral os crematórios atuais têm sua instalação junto a um cemitério particular ou público, podendo também oferecer somente o serviço de cremação. Dentre os equipamentos essencialmente necessários estão a Máquina incineradora (Figura 13), que antes usava carvão mineral, porém os combustíveis de hoje podem ser o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), diesel ou outro dependendo das particularidades técnicas do equipamento, o Refrigerador mortuário (usado para os cadáveres na fila de espera) e todo crematório deve possuir um refrigerador, para que o corpo não se decomponha e exale odores (Figura 14), Mesa hidráulica elevatória (Auxilia na elevação dos caixões) (Figura 15), Processador de cinzas (transforma os ossos que não foram destruídos na cremação em cinzas) (Figura 16).

Figura 13. Máquina incineradora



FONTE: Carvalho (2016).

Figura 14. Refrigerador mortuário



FONTE: Site Alibaba (2017).

Figura 15. Mesa hidráulica elevatória



FONTE: Logismarket (2018).

Figura 16. Processador de cinzas



FONTE: Google Imagens (2018).

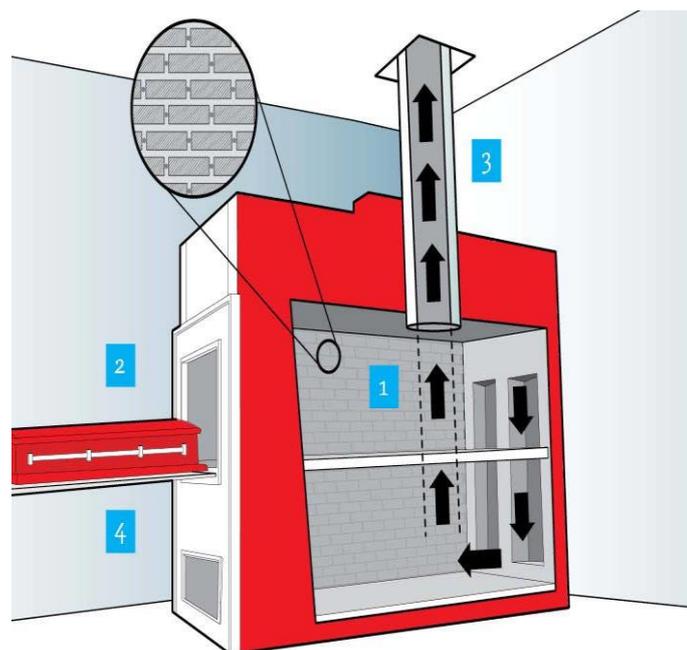
Segundo Anjos (2016), em ordem cronológica, o processo total da cremação acontece da seguinte forma:

- a) Assim que chega ao crematório o corpo é levado à sala de cerimônia para ser velado. No final da homenagem, a urna desce (numa alusão ao

sepultamento) por um elevador até uma ala subterrânea, onde a cremação será feita.

- b) Sem abrir o caixão, um profissional passa o detector de metais portátil na altura do peito do cadáver para certificar-se de que não há marca-passo no corpo. O aparelho pode explodir devido à alta temperatura do forno. Também se retiram as alças de metal e os vidros do caixão.
- c) Por lei, deve-se aguardar 24 horas após o óbito antes de dar início à cremação propriamente dita. Mas, nos crematórios mais procurados, os corpos chegam a ficar até dois dias na fila de espera. Enquanto não são cremados, eles permanecem no refrigerador mortuário a 0°C.
- d) O processo de cremação acontece no interior da Máquina incineradora que apresenta o seguinte esquema (Figura 17):

Figura 17. Processo de cremação



FONTE: Adaptado de Super Abril (2017).

Legenda:

1. A câmara primária é o espaço reservado para o caixão; a secundária tem por função requeimar os gases provenientes da combustão. Ambos os recipientes são forrados por tijolos refratários (destaque).
2. O caixão com o cadáver é colocado quando o forno ainda está frio. A câmara primária só é posta para funcionar quando a secundária atinge 500°C.

3. Os gases descem até a câmara secundária através de uma passagem que os força para baixo. Após a passagem pela câmara inferior, a fumaça sairá pela chaminé isenta de cor, cheiro e agentes poluentes.
4. As cinzas de um adulto pesam entre 1 quilo e 1 quilo e meio e são recolhidas por uma abertura no forno. Frias, elas passam por um ímã, que recolhe eventuais metais, e, por fim, são trituradas para que o tamanho dos grãos fique uniforme.

As vantagens deste método de gestão de cadáveres sobre os mais tradicionais são indiscutíveis, porém, embora exista o tratamento dos gases produzidos durante a cremação, alguns ainda são lançados na atmosfera e contribuem para o efeito estufa, juntamente com esses, o mais preocupante pela sua toxicidade é o mercúrio, isso constitui uma desvantagem do método (BETIATTO; SOUZA, 2015).

2.7.2. Liofilização e compostagem

Processo de desidratação usado em alimentos e que vem sendo aplicado em cadáveres é também conhecido como compostagem e *promession*. Foi desenvolvido pela bióloga sueca Susanne Wiihg Masak, tendo aproximadamente 60 países que manifestaram interesse nesta tecnologia. Método que substitui o enterro tradicional, uma espécie de compostagem do cadáver. O processo começa com o congelamento do corpo em nitrogênio líquido, quebrando-o em pedaços menores. A seguir, os restos são secos pelo processo de liofilização, por meio do qual a água congelada sublima-se, passando diretamente da fase sólida para gasosa. Finalmente, o que sobrou é colocado dentro de uma caixa ou caixão biodegradável para o enterro, com um enterro raso, o oxigênio e a água podem se misturar com os restos resultantes do processo, transformando-os em adubo (DA CRUZ et al., 2015).

A compostagem é utilizada para transformar restos biodegradáveis em substâncias ricas em nutrientes para ser usado como adubo, isso é um processo natural e que, com algumas técnicas, pode ser acelerado, em geral é feito utilizando cascas de frutas e até mesmo carcaça de gado (comum em fazendas nos Estados Unidos), o objetivo é transformar esses resíduos em adubo para plantas. A liofilização é uma técnica que acelera muitas vezes esse processo. Usando a

liofilização é possível acelerar o processo de transformação destrutiva do corpo e depois usar o produto resultante como adubo. (BORTOLASSI, 2012).

2.7.3. Hidrólise Alcalina

Um dos maiores problemas e desvantagem da cremação é a quantidade de resultante que é liberado na atmosfera e no ecossistema. Desta forma, a hidrólise alcalina é uma alternativa tanto para os métodos de sepultamentos mais comuns quanto para a própria cremação. Existem atualmente poucas câmaras de hidrólise alcalina em funcionamento em todo mundo, o que torna o serviço inacessível a muitos (ROMANZOTI, 2010).

Segundo Da Cruz et al. (2015), neste método, o cadáver é introduzido na câmara da máquina, e esta faz uma mensuração computadorizado do corpo, para calcular a quantidade de químicos necessária para o processo. Após o corpo ser acomodado na câmara, ela é selada, sendo o cadáver imerso em uma quantidade de 425 a 500 litros de água misturada com a quantidade adequada de hidróxido de potássio (a quantidade desse químico vai depender da massa do cadáver). Uma bobina que atravessa a unidade gera vapor e aquece todos os ingredientes até alcançar a temperatura de 180°C, sendo que, em seguida, uma bomba de recirculação cria um efeito de redemoinho dissolvendo o corpo. Todos os tecidos, músculos, cabelos e unhas no interior da unidade são dissolvidos.

Esse processo acontece naturalmente em inumações e tumulações, porém, nesse método há uma aceleração do que aconteceria no sepultamento nos cemitérios, quebrando o corpo em horas, ao invés de se esperar anos. Tudo o que resta no final de um ciclo da hidrólise alcalina são os ossos e líquidos (EVERTS, 2010).

Segundo Da Cruz et al. (2015):

Um funeral envolvendo a hidrólise alcalina é semelhante ao envolvendo a cremação. No entanto este processo oferece alguns benefícios a mais que a cremação, tais como: redução das emissões de gases de efeito estufa gerados pela cremação em aproximadamente 35%; a energia necessária para o processo de hidrólise alcalina na forma de eletricidade e de gás é menor do que um sétimo da energia necessária para uma cremação; não produz emissões de mercúrio no ar; o líquido estéril é devolvido com segurança para o ciclo da água isento de quaisquer vestígios de DNA e apresenta um potencial de suavizar a pressão do espaço de sepultamento,

o que, em muitos países, atualmente é um problema (DA CRUZ et al., 2015, p. 9).

Nesse método, a desvantagem é que necessita de um grande volume de água para sua realização, existem também desafios a serem superados, como os religiosos e culturais, maiores estudos do processo, bem como investimentos e divulgação são necessários (DA CRUZ et al., 2010).

2.7.4. Criogenia

Segundo Sarreta e Scarioni (2016), a criogenia é definida como geração de frio, de um modo geral é um estado de muito frio, somente atingido por alguns tipos de gases em estado líquido. Na prática é uma técnica usada para resfriar materiais a temperaturas extremamente baixas. Esta técnica é usada na indústria de alimentos, bem como na comercialização de gases e também para manter congelados gametas humanos e de animais na área de reprodução animal.

Não existem no Brasil empresas que ofereçam o serviço de preservação do corpo humano usando essa técnica. Porém, nos Estados Unidos há duas empresas conhecidas que atuam ativamente oferecendo essa opção, tanto no que se refere à realização da criogenia quanto na preservação e guarda do corpo (SARRETA; SGARIONI, 2016).

Os custos são muito altos para se contratar esses serviços. As empresas atuantes na área de criogenia para corpos humanos são a *Alcor*, no Estado do Arizona e a *Cryonics institute*, no Estado de Michigan. Embora se saiba do elevado custo do serviço, as empresas não publicam tais valores em seus sites, ou por telefone (FARIAS; ROSENVALD, 2014).

A empresa *Alcor*, em sua página na internet, diz que o procedimento da criogenia se justifica por meio de estudos realizados em seres humanos vivos que foram submetidos às temperaturas muito baixas, que fizeram com o que o coração, o cérebro e outros órgãos parassem por até uma hora, sendo reanimadas e colocadas de volta à vida com sucesso e sem sequelas (SARRETA; SGARIONI, 2016).

O que difere este tratamento de cadáveres dos demais apresentados é o fato do objetivo divergir, pois, na criogenia, o que se pretende é a guarda do corpo para, futuramente, com avanços científicos, possa ser reanimado. Embora alguns

cientistas condenem a técnica, por ter características de ficção científica, muitos estudos sérios têm sido realizados na área (BORTOLASSI, 2012).

Dessa forma o estado da arte demonstra a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias para novos modelos de gestão de cadáveres, principalmente para a diminuição dos impactos socioeconômicos, ambientais, otimização e/ou a eliminação dos cemitérios convencionais, tendo em vista o crescimento populacional.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Este estudo tem caráter quantitativo e qualitativo, envolvendo seis etapas, sendo: 1) Caracterização da fonte geradora de “resíduos” cadáveres; 2) Caracterização qualitativa e quantitativa dos “resíduos” cadáveres; 3) Prospecção de métodos e tecnologias existentes; 4) Avaliação e análise dos métodos de sepultamento e proposição de uma nova tecnologia alternativa; 5) Configuração acerca de um novo modelo de gestão; 6) Avaliação dos prós e contras econômico, social e ambiental do novo modelo.

Os procedimentos realizados em cada uma das etapas são detalhados na sequência:

Etapa 1 - Caracterização da fonte geradora de “resíduos” cadáveres

O levantamento dos dados foi realizado no banco de dados do IBGE, *site* <<https://sidra.ibge.gov.br/>>, para obtenção do quantitativo de óbitos femininos e masculinos, bem como a causa das mortes e números de nascidos vivos na Cidade de Cascavel – Paraná, no período de 2010 a 2015.

Por meio das informações obtidas, foi realizado um comparativo entre os dados de óbitos femininos e masculinos e de nascidos vivos e óbitos, sistematizando-os em Tabela do Excel e gráfico.

Ainda, a obtenção do quantitativo de óbitos foi utilizada para o levantamento da quantidade de resíduo gerado no período de 2010 a 2015.

Etapa 2 - Caracterização qualitativa e quantitativa dos “resíduos” cadáveres

Por meio de análise de exames de bioimpedância, densitometria corporal, pesagem de dentes, doados por um consultório odontológico, pesagem de perucas feitas de cabelos naturais em salão, e análise bibliográfica foi obtida uma estimativa da composição qualitativa e quantitativa do corpo humano.

Como não existem valores exatos para o cálculo pretendido, foi feita uma estimativa, pois inúmeros fatores podem influenciar no valor, ainda as porcentagens para unha, microbiota e vísceras foram inseridos sem nenhuma mensuração somente para chegar o mais próximo do valor proposto para o corpo feminino e masculino.

Assim foi possível a determinação de um parâmetro para obtenção da massa pretendida para o desenvolvimento dos cálculos, almejando aferir valores para um corpo adultos do sexo feminino, idade de 30 anos, peso médio de 70 kg e masculino, idade de 30 anos e peso médio de 90 kg, discriminados resíduos líquidos e sólidos que compõem o corpo humano.

Os valores da composição se darão em porcentagem e em quilogramas, discriminados em porcentagem de água, sangue, ossos, músculos, gorduras, pele, microbiota e vísceras, os quais são apresentados em forma de Tabelas e gráficos.

Etapa 3 – Prospecção de métodos e tecnologias existentes

A prospecção de tecnologias na gestão de cadáveres apresenta os avanços nas pesquisas científicas e o desenvolvimento tecnológico na área. Para tal, foi realizado mapeamento das tecnologias apresentadas por documentos de patentes e também publicações relacionadas.

Primeiramente, avaliou-se os documentos patentários por meio de consulta na base de dado nacional do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e na base internacional de patentes da WIPO (*World Intellectual Property Organization*) denominada PatentScope.

A busca foi realizada utilizando palavras-chave equivalentes nos idiomas português e inglês nas bases nacional e internacional, respectivamente. Na base PatentScope utilizou-se a aba Pesquisa Avançada, com as opções: língua (inglês), marcação do campo radicalização e marcação da opção PCT no organismo de busca, para pesquisa de patentes com depósitos reconhecidos internacionalmente. Na base de dados do INPI, utilizou-se a busca de todas as palavras-chave nos resumos dos documentos. Em ambos os casos, utilizou-se o operador “AND” para retorno apenas de resultados que apresentam todos os termos simultaneamente.

As palavras-chave utilizadas foram levantadas avaliando a abrangência dos termos, buscando envolver o maior número de pesquisas relacionadas, porém com foco no próprio trabalho. Diversas combinações foram testadas e as que obtiveram resultados relevantes foram registradas.

Etapa 4 – Avaliação e análise dos métodos de sepultamento e proposição de uma nova tecnologia alternativa

Por meio da análise bibliográfica dos métodos existentes foi possível a identificação das limitações e gargalos técnicos, ambientais e culturais de cada processo, desta observação constatou-se as vantagens e as desvantagens de cada um dos métodos.

O resultado deste processo foi a análise dos métodos existentes e a proposição de um novo sistema tecnológico embarcado num novo modelo de gestão de cadáveres em sintonia com o desenvolvimento territorial sustentável e inovador.

Etapa 5 – Configuração acerca de um novo modelo de gestão

Com base nos resultados das etapas anteriores foi sistematizado o novo modelo de gestão dos cadáveres, ou seja, uma alternativa inovadora para a destinação dos corpos, respeitando os aspectos culturais, ambientais e ainda viabilizando a possibilidade do aproveitamento dos cadáveres como fonte de geração de energia num ambiente de economia circular autossustentável e inovador.

Etapa 6 – Avaliação dos prós e contras, econômico, social e ambiental do novo modelo de gestão

Com a avaliação dos prós e contras e análise dos modelos existentes, dentro do panorama econômico, social e ambiental, foi possível a constatação de pontos de vantagens, tais como: boa aceitação religiosa e cultural do método; estar disponível em cemitérios públicos, baixo potencial de contaminação, redução de impacto ambiental, sem necessidade de manutenção, sem necessidade de aquisição de espaço, não oferecer risco de contaminação ao solo e às águas; elimina focos de micro-organismos patogênicos, necessita de pequeno espaço; pouca utilização de energia necessária ao processo; dentro de outros pontos apontados nos itens.

Ademais, foi possível a verificação de desvantagens presentes, tais como: necessidade de aquisição ou aluguel de terreno, às vezes com custo elevado; grande potencial de contaminação do ar, solo e águas subterrâneas e superficiais; atrativo para insetos e animais silvestres; emissão de gases prejudiciais ao ambiente; baixa aceitação cultural e religiosa; baixa oferta do método em função do seu alto custo. Com estes parâmetros, definiu-se um cenário adequado a ser

buscado com a propositura do novo modelo de gestão, permitindo a avaliação dos prós e contras para o modelo proposto.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

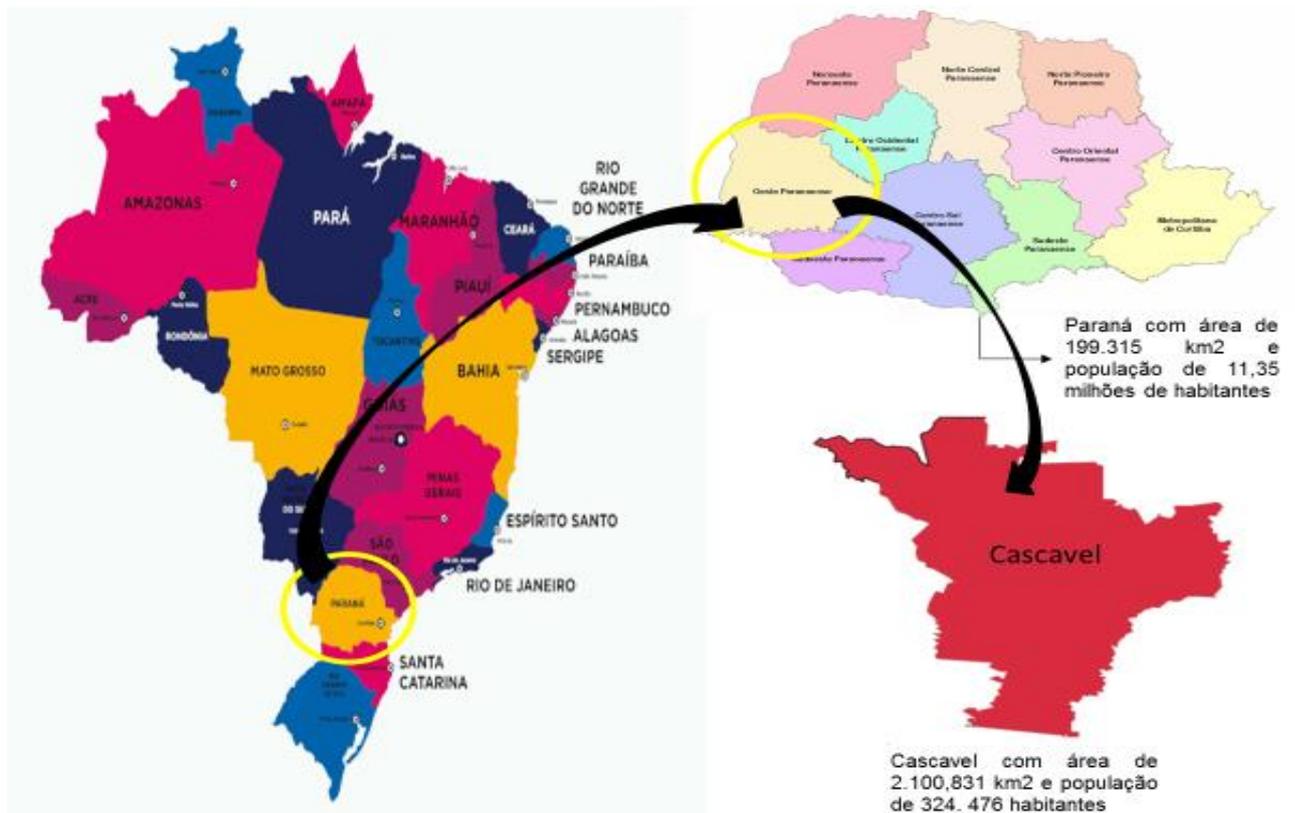
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA FONTE GERADORA DE RESÍDUOS

4.1.1. Caracterização do elemento geográfico e dos cemitérios de Cascavel-PR.

A figura 18 apresenta a caracterização geográfica do Estado do Paraná e destaca a cidade de Cascavel, localizada a Oeste do estado, sendo a quinta maior Cidade desta unidade da federação.

A região Oeste do Paraná é composta por três microrregiões, sendo estas: microrregião de Cascavel, composta por 18 municípios; microrregião de Foz do Iguaçu, composta por 11 municípios; e microrregião de Toledo, composta por 21 Municípios.

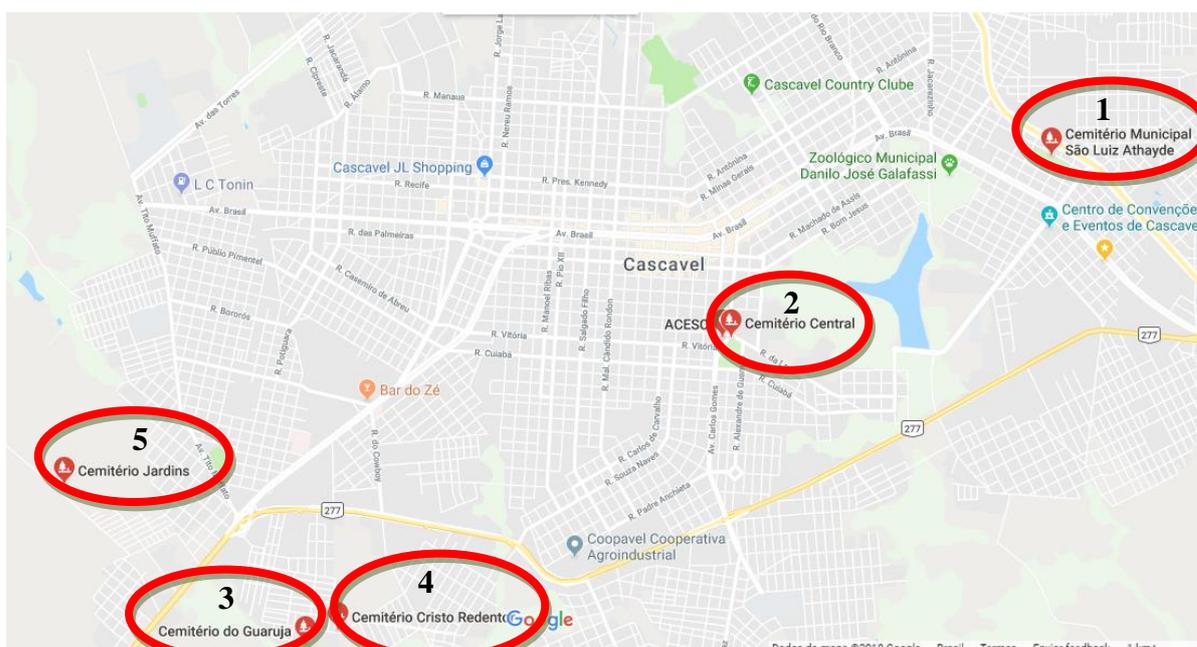
Figura 18. Caracterização geográfica do Estado do Paraná com destaque à Cidade de Cascavel



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na figura 19, complementado com o quadro 3, apresenta-se os resultados da caracterização dos cemitérios do município de Cascavel-PR. A metrópole, com 310 mil habitantes, conta com cinco cemitérios, sendo quatro municipais e um particular. Dos cemitérios municipais, três são do tipo tradicional e um do tipo parque ou jardim, o único particular é do tipo jardim. O método de sepultamento existente nessas cinco necrópoles é a tumulação em gavetas subterrâneas e em gavetas verticais acima do nível do solo. A exumação para troca de ossada acontece a cada quatro anos nos cemitérios sob a administração do município. Uma autarquia municipal (Acesc) faz a administração das capelas mortuárias e cemitérios, bem como todos os trâmites relativos ao cadáver, inclusive sua preparação para o velório, quando isso não é feito em empresa particular.

Figura 19. Caracterização geográfica da Cidade de Cascavel e a localização dos cemitérios na cidade



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Quadro 3. Apresenta o nome, localização, o tipo de cemitério e o tipo de sepultamento

LEGENDA				
CEMITÉRIO	NOME	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE CEMITÉRIO	TIPO DE SEPULTAMENTO
1	Cemitério Parque São Luiz	Rua Guaraniaçu, nº 1919, Bairro: São Cristóvão, Região: Leste	Parque ou jardim	Tumulação em gavetas subterrâneas
2	Cemitério Central	Rua do Rosário, nº 219, Bairro: Ciro Nardi, Região: Central	Tradicional	Tumulação em gavetas subterrâneas e gavetas verticais acima do nível do solo
3	Cemitério Jardim da Saudade	Av. Gralha Azul, nº 1264, Bairro: Jardim Guarujá, Região: Sul	Tradicional	Tumulação em gavetas subterrâneas e gavetas verticais acima do nível do solo
4	Cemitério Cristo Redentor	Rua do Trevo, nº 730, Bairro: Jardim Guarujá, Região: Sul	Tradicional	Tumulação em gavetas subterrâneas e gavetas verticais acima do nível do solo
5	Cemitério Jardins de Cascavel	Estrada Municipal 4796-5198, Bairro: Esmeralda, Região: Oeste	Parque	Tumulação em gavetas subterrâneas

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.1.2. Caracterização dos elementos de geração de cadáveres no município de Cascavel-PR: sexo feminino

Na Tabela 1 se apresenta o resultado quantitativo das causas de morte no sexo feminino, ocorridas nos anos de 2010 a 2015 segundo a causa geral, de acordo com o Código Internacional de Doenças (CID10), apresenta também o total dos óbitos em cada ano que passara pelo sistema de saúde, total de óbitos por cada

causa e o total geral, sendo essas mortes parte dos geradores de resíduos biológicos dos cemitérios da Cidade de Cascavel.

Tabela 1. Números de mortes do sexo feminino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná

Causa da Morte segundo (Cap CID10)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	20	16	23	24	18	19	120
II. Neoplasias (tumores)	112	136	183	127	165	187	910
III. Doenças sangue órgãos hematológicos e transtornos imunitários	3	6	2	7	5	4	27
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	36	37	47	31	51	41	243
V. Transtornos mentais e comportamentais	5	3	3	0	3	5	19
VI. Doenças do sistema nervoso	19	23	35	18	21	37	153
VII. Doenças do ouvido e da apófise mastoide	0	0	0	0	0	0	0
VIII. Doenças do aparelho circulatório	193	191	201	200	224	222	1.231
IX. Doenças do aparelho respiratório	72	102	95	80	74	86	509
X. Doenças do aparelho digestivo	28	33	39	39	32	34	205
XI. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	1	0	1	4	0	6
XII. Doenças sistema osteomuscular e tecido conjuntivo	5	6	5	4	3	2	25
XIII. Doenças do aparelho geniturinário	15	11	14	9	14	14	77
XIV. Gravidez, parto e puerpério	2	1	0	2	0	3	8
XV. Algumas afecções originadas no período perinatal	22	11	20	25	21	20	119
XVI. Malformação congênita, deformidades e anomalias cromossômicas	5	7	7	13	13	11	56
XVII. Sintomas, sinais e achados anormais	9	12	8	19	15	13	76
XVIII. Causas externas de morbidade e mortalidade	37	46	50	45	58	41	277
Total	583	642	732	644	721	739	4.061

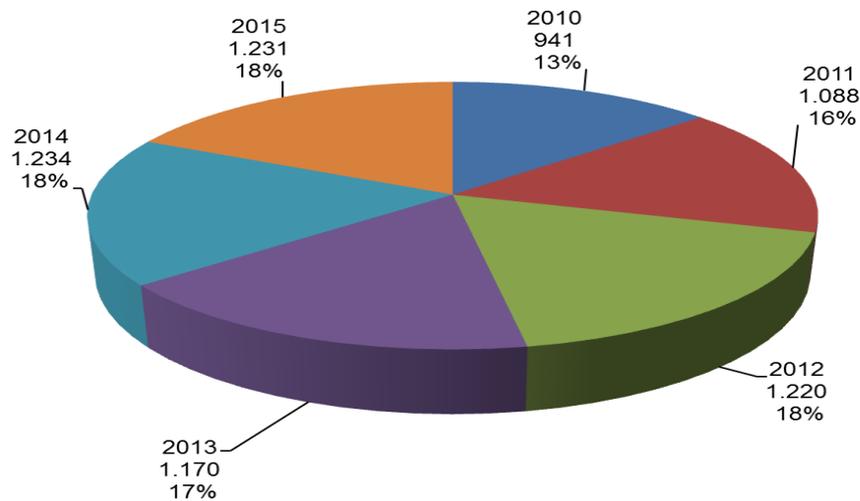
FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 1, o ano que apresenta maior número de mortes de mulheres é 2015, com 739 óbitos e o menor número é tido em 2010, com 583 mortes. A maior

causa de falecimento, somando os seis anos, foram as doenças do aparelho circulatório com 1.231 vítimas, as moléstias que menos causaram óbitos foram as doenças de pele e do tecido subcutâneo com seis vítimas fatais.

No gráfico 2, apresenta-se os resultados do percentual dos valores contidos na Tabela 1, excluindo a causa da morte levando em conta os valores apresentados pelo IBGE, onde os quantitativos são maiores, pois existem casos que não passam pelo sistema de saúde do município.

Figura 20. Percentual das mortes do sexo feminino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.1.3. Caracterização dos elementos de geração de cadáveres no município de Cascavel-PR: sexo masculino

Na Tabela 2 é apresentado o resultado quantitativo das causas das mortes do sexo masculino ocorridas nos anos de 2010 a 2015 segundo a causa geral, de acordo com o CID10, apresenta também o total dos óbitos em cada ano, total de óbitos por cada causa e o total geral, sendo essas mortes os geradores de resíduos biológicos dos cemitérios da Cidade de Cascavel.

Tabela 2. Números de mortes do sexo masculino nos anos de 2010 a 2015 na
Cidade de Cascavel – Paraná

Causa da Morte segundo (Cap CID10)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	15	30	33	28	22	32	160
II. Neoplasias (tumores)	182	199	190	150	212	201	1.134
III. Doenças sangue órgãos hematológicos e transtornos imunitários	3	1	8	6	3	3	24
IV. Doenças endócrinas nutricionais e metabólicas	34	37	37	31	36	47	222
V. Transtornos mentais e comportamentais	14	10	10	13	28	13	88
VI. Doenças do sistema nervoso	19	18	21	24	16	38	136
VII. Doenças do aparelho circulatório	216	257	296	241	225	225	1.460
VIII. Doenças do aparelho respiratório	88	95	103	88	81	104	559
IX. Doenças do aparelho digestivo	40	50	56	45	41	51	283
X. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	0	0	2	1	2	0	5
XI. Doenças sistema osteomuscular e tecido conjuntivo	2	1	0	2	1	3	9
XII. Doenças do aparelho geniturinário	12	28	15	12	13	18	98
XIII. Algumas afecções originadas no período perinatal	34	29	22	37	32	27	181
XIV. Malformação congênita, deformidades e anomalias cromossômicas	11	12	14	9	10	14	70
XV. Sintomas, sinais e achados anormais	8	24	16	31	24	18	121
XVI. Causas externas de morbidade e mortalidade	206	232	326	215	183	201	1.363
Total	884	1.023	1.149	933	929	995	5.913

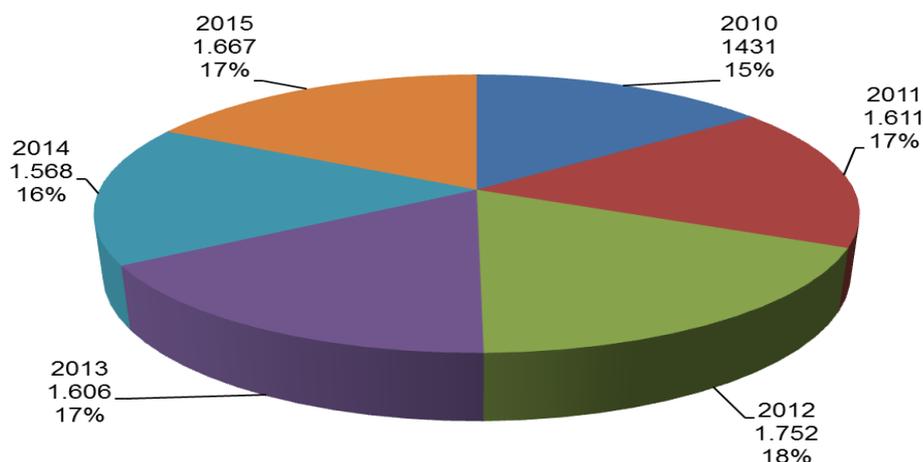
FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Percebe-se que o maior número de mortes de homens ocorreu em 2012, com 1.149 óbitos e o menor número em 2010, com 884 mortes. A maior causa de falecimento somando os seis anos foram as Doenças do Aparelho Circulatório com 1.460 vítimas e as moléstias que menos vitimaram foram as Doenças de Pele e do Tecido Subcutâneo, com 5 vítimas fatais.

Na figura 21, a seguir, é apresentado os resultados do percentual dos valores contidos na Tabela 2, excluindo a causa da morte levando em conta os valores

apresentados pelo IBGE, onde os quantitativos são maiores, pois existem casos que não passam pelo sistema de saúde do município.

Figura 21. Percentual das mortes do sexo masculino nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.1.4. Quantitativo de nascidos vivos entre os anos de 2010 a 2015 em Cascavel – Paraná: ambos os sexos

Na Tabela 3, são apresentados os resultados dos números de nascidos vivos de ambos os sexos, entre os anos de 2010 a 2015 na Cidade Cascavel – Paraná.

Tabela 3. Quantitativo de nascidos vivos entre os anos de 2010 a 2015 em Cascavel - Paraná

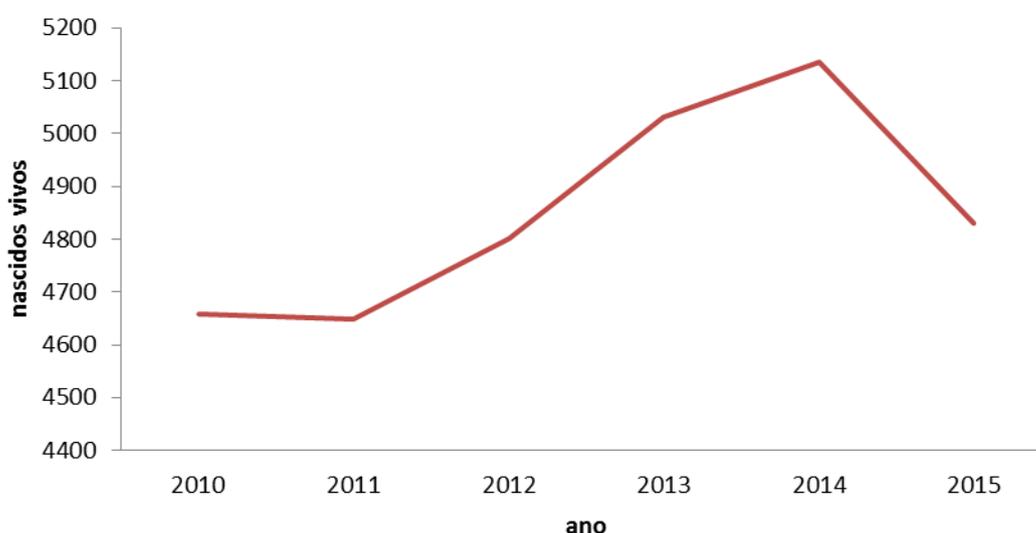
Ano	Número de nascidos vivos
2010	4.659
2011	4.648
2012	4.801
2013	5.030
2014	5.136
2015	4.829
Total	29.103

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Analisando a Tabela 3, percebe-se que o ano com maior número de nascimentos foi em 2014 com 5.136 nascidos vivos. O ano com menor número de crianças nascidas vivas foi 2011 com 4.648. O total de nascidos vivos nos seis anos pesquisados foi de 29.103 crianças.

Na figura 22, apresenta-se os resultados do percentual de nascidos vivos e sua comparação entre os anos de 2010 a 2015.

Figura 22. Nascidos vivos nos anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.1.5. Comparativos da totalidade de óbitos masculinos e femininos por ano

A Tabela 4 apresenta os resultados da quantidade de óbitos femininos e também masculinos em cada um dos seis anos pesquisados, bem como o total em cada ano, total por gênero e total geral.

Tabela 4. Total de óbitos femininos x masculinos comparados por ano

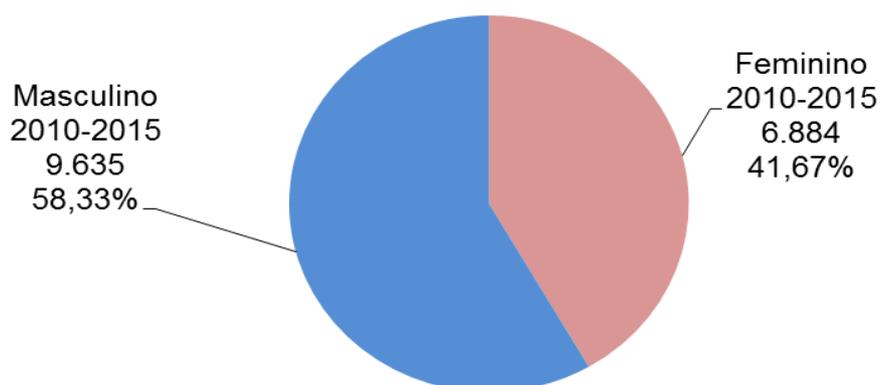
Ano	Sexo feminino	Sexo masculino	Total
2010	941	1.431	2.372
2011	1.088	1.611	2.699
2012	1.220	1.752	2.972
2013	1.170	1.606	2.776
2014	1.234	1.568	2.802
2015	1.231	1.667	2.898
Total	6.884	9.635	16.519

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Verifica-se, na tabela acima, que o total de mortes somando ambos os sexos, foi maior no ano de 2012 com 2.972 mortes, o ano com menor quantidade de mortes totais foi 2010 com 2.372 óbitos. Percebe-se, ainda, que o sexo masculino supera em 2.751 mortes o sexo feminino na totalidade dos seis anos. Finalmente, verifica-se que a quantidade total de mortes de 2010 a 2015 foi de 16.519, sendo 6.884 femininos e 9.635 masculinos.

A figura 23 apresenta os resultados do percentual total de óbitos femininos comparados aos masculinos, entre 2010 e 2015.

Figura 23. Percentual comparativo entre os óbitos feminino e masculino entre os anos de 2010 a 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na figura acima, é possível verificar uma diferença de quase 20% a mais de óbitos masculinos, confirmando estudos que demonstram que o sexo masculino está mais propenso a morte por doenças cardíacas e óbitos violentos que o gênero feminino, muito se deve ao estilo de vida e à falta de prevenção à saúde dos homens.

4.1.6. Comparativos entre nascidos vivos e óbitos totais em cada ano

Na Tabela 5 é apresentado o resultado do comparativo entre o quantitativo de nascidos vivos e dos óbitos em cada ano, bem como o total de nascimentos, total de mortes e as diferenças entre eles nos anos pesquisados.

Tabela 5. Comparativo do total de nascidos vivos e óbitos em cada ano

Ano	Nascidos vivos	Óbitos totais	Diferença entre
		Masculino + feminino	Nascimentos e óbitos
2010	4.659	2.372	2.287
2011	4.648	2.699	1.949
2012	4.801	2.972	1.829
2013	5.030	2.776	2.254
2014	5.136	2.802	2.334
2015	4.829	2.898	1.931
Total	29.103	16.519	12.584

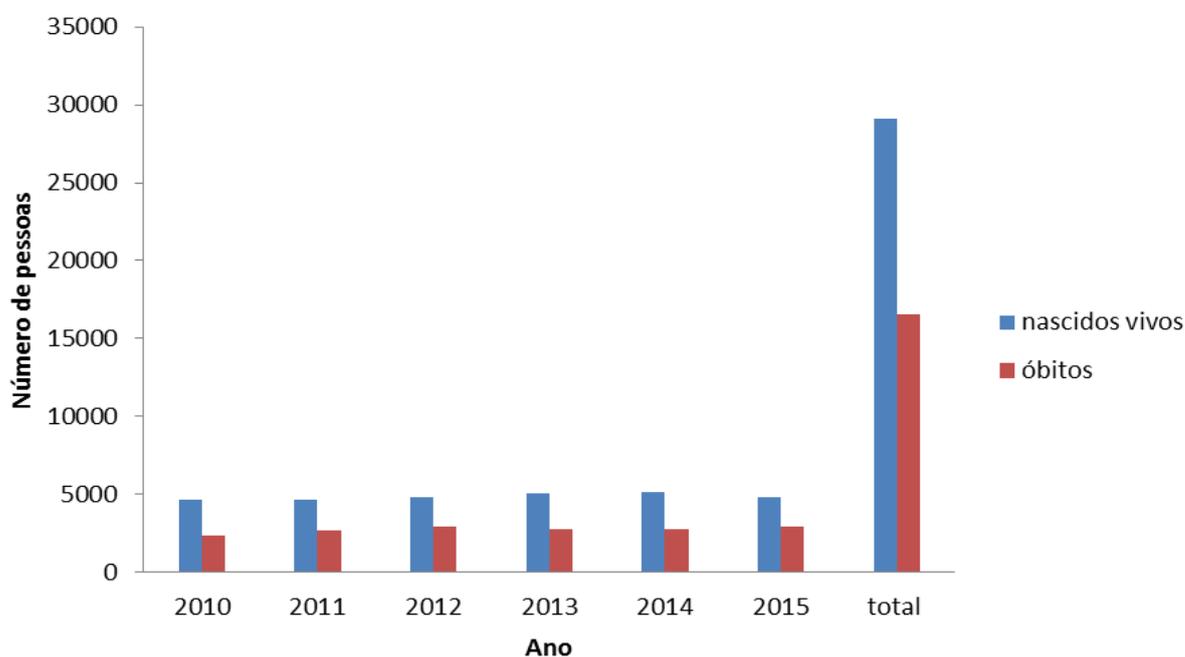
FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A quantidade de nascidos vivos supera em quase o dobro a quantidade de óbitos. Ao analisar a diferença entre os anos, percebe-se que, no ano de 2014, a quantidade de nascidos vivos superou os óbitos em 2.334, sendo o ano de menor diferença entre a quantidade de nascidos vivos e de óbito. O comparativo total impressiona, sendo que o total de nascidos vivos supera em 12.584 os de óbitos totais.

Na figura 24 é apresentado o resultado de forma visual da diferença entre nascidos vivos e óbitos, separados por ano, e também a soma total de todos os anos. No eixo vertical consta o quantitativo populacional e no eixo horizontal constam os anos referentes à pesquisa.

Cabendo lembrar que o número de nascimentos que a pesquisa apresenta é segundo o IBGE da cidade de Cascavel, contudo, há também os distritos próximos, que estão contabilizados neste número. Ainda, entre o número de mortes existem indivíduos que não nasceram no município, mas que nele residiam no momento da morte.

Figura 24. Comparativo entre nascidos vivos e óbitos em cada ano e da soma total de todos os anos



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.2. CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS “RESÍDUOS” (CADÁVERES)

4.2.1. Índices da composição corpórea

Na Tabela 6 se apresenta o resultado da caracterização quantitativa de massa e também percentual dos componentes do corpo feminino. Nessa tabela foi estimado o corpo feminino com pessoas de 30 anos e peso médio de 70 kg, sendo explicitados na primeira coluna os componentes, seguido da porcentagem e, na última coluna, o correspondente peso. Pode-se constatar que a composição do corpo humano, é um sistema formado por: água, sangue, ossos, unhas, cabelo,

músculos, gordura, pele, dentes, microbiota e vísceras, sendo que cada um desses componentes têm suas subdivisões e são, por sua vez, formados por células com composição química específica em cada parte do sistema. Segundo McArdle (2016), muitos estudos e pesquisas avaliaram quimicamente a composição corporal em várias espécies animais, porém poucos estudos com seres humanos foram realizados.

Ainda há muito a se fazer e pesquisar no que tange a composição corpórea, pois são inúmeros fatores que influenciam na determinação dos quantitativos, altura, peso, raça, cor, alimentação, vida pregressa, atividade física dentre muitos outros.

Conclui-se que os elementos mais representativos são água, ossos, gordura e músculos, respectivamente.

Tabela 6. Índice de composição corporal feminino

Corpo feminino de 30 anos e 70 kg		
Componentes	% médio	kg
Água	52,28	36,60
Sangue	0,32	0,22
Ossos	12,06	8,44
Unhas	0,04	0,03
Cabelo	0,57	0,40
Músculos	7,96	5,57
Gordura	17,98	12,59
Pele	6,48	4,54
Dentes	0,07	0,05
Microbiota	1,45	1,02
Vísceras	1,45	1,02

FONTE: Elaborado pela autoria a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 7 se apresenta o resultado da caracterização quantitativa de massa e também percentual dos componentes do corpo masculino. Nessa tabela foi considerado o corpo masculino com pessoas de 30 anos e peso médio de 90 kg, sendo explicitados na primeira coluna os componentes, seguido da porcentagem e, na última coluna, o correspondente peso. Apresenta-se idêntica composição da

tabela cima, alterando-se a porcentagem e, conseqüentemente, o peso. Conclui-se que os elementos mais representativos idênticos ao corpo feminino são água, ossos, gordura e músculos, respectivamente. No corpo masculino, a água ocupa um percentual ainda maior que no feminino, sendo 55,57%, os ossos no homem também apresentam um percentual levemente mais elevado do que na mulher. Em se tratando de músculos, a diferença é bem maior, sendo que na mulher o percentual de músculos no corpo é de 7,96% e no homem de 9,11%. Porém, o componente que apresenta maior diferença percentual entre o corpo masculino e feminino é a gordura, que, no homem, ocupa 13,34% do total do corpo, já na mulher essa porcentagem sobe para 17,99%, correspondendo a uma diferença de 4,65%.

Tabela 7. Índice de composição corporal masculino

Corpo masculino de 30 anos e 90 kg		
Componentes	% médio	kg
Água	55,57	50,01
Sangue	0,31	0,28
Ossos	12,48	11,23
Unhas	0,03	0,03
Cabelos	0,44	0,40
Músculos	9,11	8,20
Gordura	13,34	12,01
Pele	6,35	5,71
Dentes	0,05	0,05
Microbiota	1,42	1,28
Vísceras	1,42	1,28

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 8 se apresenta o resultado quantitativo de resíduos líquidos (água) em kg gerado por cadáveres, femininos e masculinos em cada ano, e também o total dividido por sexo e o total geral de resíduos líquidos gerados nos seis anos pesquisados. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade de líquido que compõe o sistema. A quantidade de líquido é representada pela quantidade de água, considera-se, aqui, que os demais componentes estão desidratados, inclusive o

quantitativo de sangue (já sem água) corresponde à parte sólida do corpo, assim sendo, o quantitativo de água apresentado refere-se à totalidade de água no corpo. Os dados são apresentados em quilogramas (kg) por sexo, ano e o total.

Conclui-se que o ano com maior geração de resíduos líquidos cadavéricos foi 2012 com 132.269,500 kg (cento e trinta e duas toneladas, duzentos e sessenta e nove quilos e quinhentos gramas) somados ambos os sexos. O ano com menor geração de resíduos líquidos foi 2010, com 106.004,890 kg (cento e seis toneladas quatro quilos oitocentos e noventa gramas). Durante os seis anos foram gerados por cadáveres femininos 251.954,330 kg (duzentos e cinquenta e uma toneladas novecentos e cinquenta e quatro quilos e trezentos e trinta gramas) de resíduos líquidos, já em decorrência de mortes masculinas foram gerados 481.846,290 kg (quatrocentos e oitenta e uma toneladas oitocentos e quarenta e seis quilos duzentos e noventa gramas) de líquidos cadavéricos. O total de resíduos biológicos líquidos depositados por meio de cadáveres nos cemitérios de Cascavel de 2010 a 2015 foi de 733.800,630 kg (setecentos e trinta e três toneladas oitocentos quilos seiscentos e trinta gramas).

Tabela 8. Total de resíduos líquidos gerados em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em (kg) quilograma

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	34.440,59	71.564,30	106.004,89
2011	39.820,79	80.566,10	120.386,89
2012	44.561,99	87.617,51	132.269,50
2013	42.821,99	80.316,05	123.138,04
2014	45.164,39	78.415,67	123.580,06
2015	45.054,59	83.366,66	128.421,25
Total	251.954,33	481.846,29	733.800,63

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 9 é apresentado o resultado quantitativo de sangue (sem água) em kg, gerado por cadáveres, femininos e masculinos em cada ano, e também o total dividido por sexo, bem como o total geral desses resíduos gerado nos seis anos pesquisados. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de

cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg) por sexo, ano e o total.

Conclui-se que, embora a parte sólida do sangue seja a menor quando comparada com a parte líquida, nos seis anos pesquisados o total de resíduos desse composto somou 4.212,240 kg (quatro toneladas duzentos e doze quilos e duzentos e quarenta gramas) de resíduos.

Tabela 9. Total de resíduos gerados pelo sangue em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

	Sexo feminino	Sexo masculino	Total
Ano	kg	kg	kg
2010	207,02	400,68	607,69
2011	239,36	451,08	690,43
2012	268,40	490,56	758,95
2013	257,40	449,68	707,07
2014	271,48	439,04	710,51
2015	270,82	466,76	737,57
Total	1.514,45	2.697,79	4.212,24

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A Tabela 10 apresenta o resultado do quantitativo de ossos em kg, gerado por cadáveres, femininos e masculinos em cada ano e também o total dividido por sexo, bem como o total geral desses resíduos gerado nos seis anos pesquisados. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Conclui-se, com a presente tabela, que no sexo feminino os ossos geraram 58.100,950 kg (cinquenta e oito toneladas cem quilos novecentos e cinquenta gramas) de resíduos sólidos, no gênero masculino a quantidade é quase o dobro, chegando a 108.201,04 (cento e oito toneladas duzentos e um quilos quatro gramas). Essa grande diferença é explicada pelo fato de que, além da maior quantidade de óbitos do sexo masculino, nesse último a densidade óssea é maior que em mulheres. O total de geração de resíduos decorrente dos ossos foi de

166.301,990 kg (cento e sessenta e seis toneladas trezentos e um quilos novecentos e noventa gramas).

Tabela 10. Total de resíduos gerados pelos ossos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	7.942,04	16.070,13	24.012,17
2011	9.182,72	18.091,53	27.274,25
2012	10.296,80	19.674,96	29.971,76
2013	9.874,80	18.035,38	27.910,18
2014	10.414,96	17.608,64	28.023,60
2015	10.389,64	18.720,41	29.110,05
Total	58.100,95	108.201,04	166.301,99

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A Tabela 11 apresenta o resultado do quantitativo das unhas em kg, gerado por cadáveres, femininos e masculinos em cada ano, e também o total dividido por sexo, bem como o total geral desses resíduos gerado nos seis anos pesquisados. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Conclui-se que, no sexo feminino, as unhas geraram 206,680 kg (duzentos e seis quilos seiscentos e oitenta gramas) de resíduos sólidos, no gênero masculino a quantidade é de 289 kg (duzentos e oitenta e nove quilos). O total de geração de resíduos decorrente das unhas foi 495,730 kg (quatrocentos e noventa e cinco quilos e setecentos e trinta gramas).

Tabela 11. Total de resíduos gerado pelas unhas em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	28,25	42,93	71,18
2011	32,67	48,33	80,99
2012	36,63	52,56	89,19
2013	35,13	48,18	83,31
2014	37,05	47,04	84,09
2015	36,96	50,01	86,97
Total	206,68	289,05	495,73

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa

Na tabela 12 é apresentado o resultado quantitativo de resíduos gerados pelos cabelos em kg, gerados por cadáveres, femininos e masculinos em cada ano, e também o total dividido por sexo, bem como o total geral desses resíduos gerado nos seis anos pesquisados. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Conclui-se, com a presente tabela, que no sexo feminino os cabelos geraram 2.753,940 kg (duas toneladas setecentos e cinquenta e três quilos novecentos e quarenta gramas) de resíduos sólidos, no gênero masculino a quantidade é 3.854,480 kg (três toneladas oitocentos e cinquenta e quatro quilos quatrocentos e oitenta gramas). O total de geração de resíduos decorrente dos cabelos foi de 6.608,430 kg (seis toneladas seiscentos e oito quilos quatrocentos e trinta gramas).

Tabela 12. Total de resíduos gerado pelos cabelos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	376,45	572,47	948,92
2011	435,25	644,48	1.079,73
2012	488,06	700,89	1.188,95
2013	468,06	642,48	1.110,54
2014	493,66	627,28	1.120,94
2015	492,46	666,88	1.159,34
Total	2.753,94	3.854,48	6.608,43

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

São apresentados na Tabela 13 os resultados dos dados quantitativos referentes aos músculos, é possível verificar a quantidade de resíduos gerado em cada ano, dividido por sexo e o total geral. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Conclui-se que a quantidade de resíduos gerados pelos músculos no sexo masculino é de 79.006,990 kg (setenta e nove toneladas seis quilos novecentos noventa gramas) quase o dobro do gerado no sexo feminino 38.343,870 kg (trinta e oito toneladas trezentos e quarenta e três quilos oitocentos e setenta gramas), resultando em 117.350,860 kg (cento e dezessete toneladas trezentos e cinquenta quilos oitocentos e sessenta gramas).

Tabela 13. Total de resíduos gerado pelos músculos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	5.241,37	11.734,20	16.975,57
2011	6.606,16	13.210,20	19.270,36
2012	6.795,40	14.366,40	21.161,80
2013	6.516,90	13.169,20	19.686,10
2014	6.873,38	12.857,60	19.730,98
2015	6.856,67	13.669,40	20.526,07
Total	38.343,87	79.006,99	117.350,86

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 14 são apresentados os resultados dos dados quantitativos referentes à gordura, é possível verificar a quantidade de resíduos gerado em cada ano, dividido por sexo e o total geral. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Conclui-se que, sendo um dos maiores geradores de resíduos sólidos, a gordura em cadáveres femininos resultou em 86.669,540 kg (oitenta e seis toneladas seiscentos e sessenta e nove quilos quinhentos e quarenta gramas), em masculinos 115.716,310 kg (cento e quinze toneladas setecentos e dezesseis quilos trezentos e dez gramas), somando 202.385,850 kg (duzentos e duas toneladas, trezentos e oitenta e cinco quilos oitocentos e cinquenta gramas) de resíduos.

Tabela 14. Total de resíduos gerado pela gordura em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	11.847,19	17.186,30	29.033,49
2011	13.697,92	19.348,10	33.046,02
2012	15.359,80	21.041,51	36.401,31
2013	14.730,30	19.288,05	34.018,35
2014	15.536,06	18.831,67	34.367,73
2015	15.498,29	20.020,66	35.518,95
Total	86.669,54	115.716,31	202.385,85

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A Tabela 15 apresenta o resultado do quantitativo de resíduos gerados pela pele dos corpos humanos sepultados nos cemitérios de Cascavel entre os anos de 2010 a 2015. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Verifica-se, na Tabela abaixo, que a quantidade de resíduos gerados por cadáveres femininos no decorrer dos seis anos foi de 31.253,360 kg (trinta e uma toneladas duzentos e cinquenta e três quilos trezentos e sessenta gramas). O total de resíduos de pele gerado pelos corpos humanos masculinos foi de 55.112,190 kg (cinquenta e cinco toneladas cento e doze quilos cento e noventa gramas). Totalizando 86.365,550 kg (oitenta e seis toneladas trezentos e sessenta e cinco quilos e quinhentos e cinquenta gramas).

Tabela 15. Total de resíduos gerado pela pele em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	4.272,14	8.185,32	12.457,46
2011	4.939,52	9.214,92	14.154,44
2012	5.538,80	10.021,44	15.560,24
2013	5.311,80	9.186,32	14.498,12
2014	5.602,36	8.968,96	14.571,32
2015	5.588,74	9.535,24	15.123,98
Total	31.253,36	55.112,19	86.365,55

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 16, a seguir, é apresentado o quantitativo dos resíduos gerados pelos dentes, entre os anos de 2010 a 2015, chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Percebe-se que, no sexo feminino, a quantidade de resíduos foi de 344,540 kg (trezentos e quarenta e quatro quilos quinhentos e quarenta gramas), no sexo masculino foi de 485,600 kg (quatrocentos e oitenta e cinco quilos e seiscentos gramas), totalizando 830,150 kg (oitocentos e trinta quilos cento e cinquenta gramas).

Tabela 16. Total de resíduos gerado pelos dentes em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	47,10	72,12	119,22
2011	54,45	81,19	135,65
2012	61,06	88,30	149,36
2013	58,56	80,94	139,50
2014	61,76	79,03	140,79
2015	61,61	84,02	145,63
Total	344,54	485,60	830,15

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 17, a seguir, são apresentados os resultados referentes ao quantitativo de resíduos gerados pela microbiota presente no corpo humano, tal componente são micro-organismos que vivem em simbiose com o organismo humano, porém, podem incluir patógenos, como alguns tipos de vírus e bactérias que inclusive podem ter sido a causa mortis nesses cadáveres. Entretanto, os valores aqui apresentados referem-se à microbiota normal do corpo humano.

Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total. Conclui-se que, embora a microbiota seja uma pequena parte do sistema corpóreo humano, nesses seis anos o total foi de 19.300,190 kg (dezenove toneladas trezentos quilos cento e noventa gramas) de resíduos gerados por esse componente.

Tabela 17. Total de resíduos gerado pela microbiota normal em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	955,12	1.828,82	2.783,93
2011	1.104,32	2.058,86	3.163,18
2012	1.238,30	2.239,06	3.477,36
2013	1.187,55	2.052,47	3.240,02
2014	1.252,51	2.003,90	3.256,41
2015	1.249,51	2.130,43	3.379,89
Total	6.987,26	12.313,53	19.300,79

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

É apresentado, na Tabela 18, o resultado do quantitativo em quilograma dos resíduos resultante das vísceras, componente da parte abdominal do corpo, chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total, conclui-se, assim, que as mortes de mulheres resultaram em 6.987,267 kg (seis toneladas novecentos e oitenta e sete quilos duzentos e sessenta e sete gramas) de resíduos gerados pelas vísceras, as masculinas geraram 12.313,530 kg (doze toneladas trezentos e treze quilos quinhentos e trinta gramas), sendo o total de 19.300,790 (dezenove toneladas trezentos quilos e setecentos e noventa gramas) e de resíduos cadavéricos gerados pelas vísceras humanas entre os anos de 2010 a 2015 na cidade de Cascavel.

Tabela 18. Total de resíduos gerados pelas vísceras em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

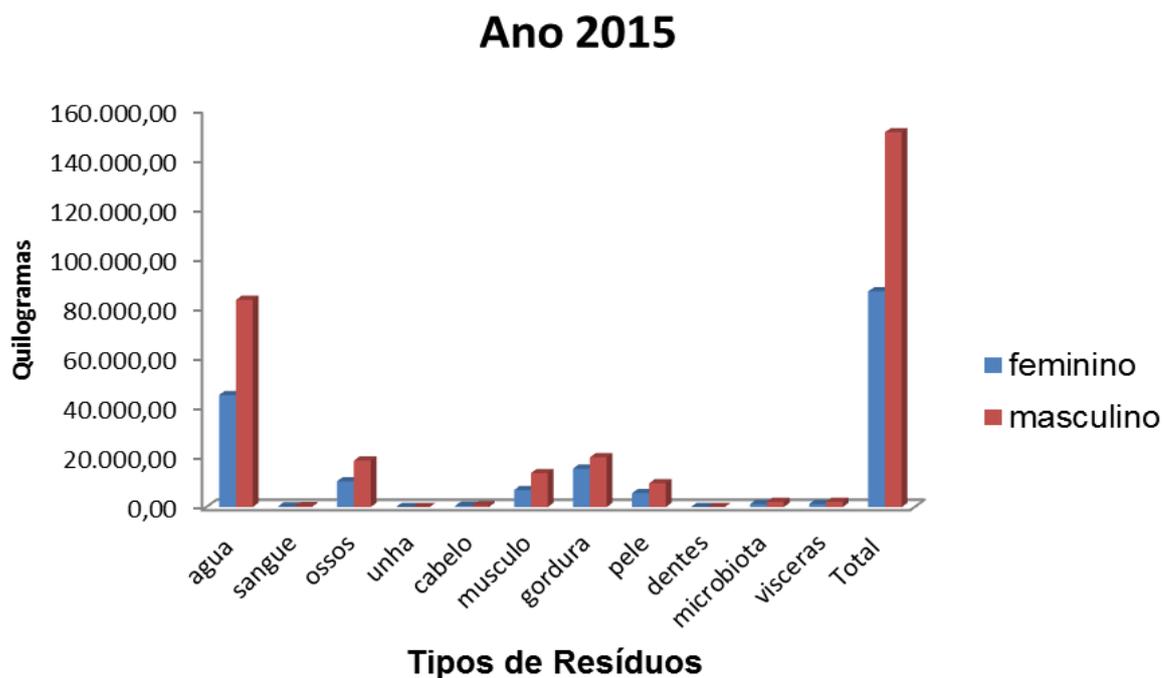
Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	955,12	1.828,82	2.783,93
2011	1.104,32	2.058,86	3.163,18
2012	1.238,30	2.239,06	3.477,36
2013	1.187,55	2.052,47	3.240,02
2014	1.252,51	2.003,90	3.256,41
2015	1.249,51	2.130,43	3.379,89
Total	6.987,26	12.313,53	19.300,79

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A figura 25 apresenta os resultados quantitativos de cada resíduo (água, sangue, ossos, unhas, cabelo, músculos, gordura, pele, dentes, microbiota e vísceras) produzidos no ano de 2015, comparando os gerados por cadáveres femininos e masculinos. Chegou-se ao resultado multiplicando o número de mortes de cada gênero, no ano de 2015, pela respectiva quantidade em porcentagem desse resíduo, sendo apresentado no gráfico por barras, onde os valores estão representados na vertical e o tipo dos resíduos na horizontal.

Conclui-se que o resíduo que apresenta maior diferença entre o sexo masculino e feminino é a água, seguido por músculos, sendo que os valores da microbiota, das vísceras e do sangue, embora menores em quantidade, são mais próximos entre homens e mulheres. Como pode ser percebido, somente em 2015, a quantidade de resíduo líquido produzido apenas pelo sexo masculino ficou em 83.366,660 (oitenta e três toneladas trezentos e sessenta e seis quilos seiscentos e sessenta gramas), totalizando a geração total de resíduos em ambos os sexos no período de 2015 de 150.840,900 (cento e cinquenta toneladas oitocentos e quarenta quilos novecentos gramas).

Figura 25. Quantidade de resíduos produzidos em 2015 de acordo com o tipo – comparação entre homens e mulheres



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 19, é apresentado o resultado do total de resíduos gerados por todos os óbitos femininos e masculinos entre os anos de 2010 a 2015 na cidade de Cascavel, no Paraná. Chegou-se a tais resultados multiplicando o número de mortes de cada gênero, em cada ano, pela respectiva quantidade desse resíduo que compõe o sistema, somando-se os totais de cada ano. Os dados são apresentados em quilograma (kg), por sexo, ano e o total.

Verifica-se que o total de resíduos gerados por mortes de mulheres foi de 485.116,180 kg (quatrocentos e oitenta e cinco toneladas cento e dezesseis quilos cento e oitenta gramas), por mortes de homens foi de 871.836,810 kg (oitocentos e setenta e uma toneladas oitocentos e trinta e seis quilos oitocentos e dez gramas). Somando os dois valores, tem-se o resultado de 1.356.952,990 kg (um mil trezentos e cinquenta e seis toneladas novecentos e cinquenta e dois quilos novecentos e noventa gramas).

Tabela 19. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	Sexo feminino kg	Sexo masculino kg	Total kg
2010	66.312,37	129.486,09	195.798,46
2011	76.671,47	145.773,65	222.445,12
2012	85.973,52	158.532,24	244.505,76
2013	82.450,02	145.321,22	227.771,23
2014	86.960,11	141.882,73	228.842,84
2015	86.748,70	150.840,89	237.589,58
Total	485.116,18	871.836,81	1.356.952,99

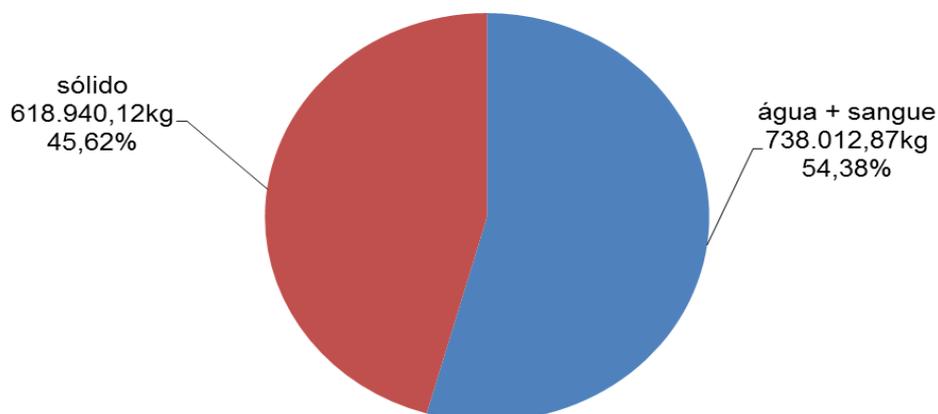
FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Na figura 26 apresenta-se o resultado da parte líquida e sólida do corpo humano. Com um cálculo simples de subtração (Total geral de resíduos – total de resíduos líquidos), tem-se o resultante de todos os resíduos sólidos, demonstrado na figura 26, por meio de um gráfico em formato de pizza.

Nesta fase, com a caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos orgânicos cadavéricos gerados na cidade de Cascavel – Paraná entre os anos de 2010 a 2015, e baseado na média dos componentes formadores do corpo humano, chegou-se aos seguintes resultados:

Total de resíduos líquidos gerados nesse período: 738.012,870 kg (setecentos e trinta e oito toneladas doze quilos oitocentos e setenta gramas); total de resíduos sólidos: 618.940,120 kg (seiscentos e dezoito toneladas novecentos e quarenta quilos cento e vinte gramas); total de resíduos gerados nesse período em 1.356.952,990 kg (um mil trezentos e cinquenta e seis toneladas, novecentos e cinquenta e dois quilos novecentos e noventa gramas).

Figura 26. Percentual de resíduos líquidos e sólidos gerados por cadáveres entre 2010 e 2015 na Cidade de Cascavel – Paraná



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Percebe-se que, com a diferença entre nascidos vivos e a quantidade de mortes (apresentado no capítulo anterior), o crescimento populacional no município é uma realidade atual, e que se potencializa ano a ano. Com o crescimento da população, também aumenta o número de mortes, o que gera mais resíduos e problematiza ainda mais a questão do impacto ambiental ocasionado por resíduos do corpo humano em decomposição.

No período pesquisado, entre os anos de 2010 a 2015, levando em conta o resultado em resíduos nos cemitérios da cidade e considerando que, segundo Campos (2007), 50% a 60% da massa do cadáver se transforma em necrochorume, percebe-se que, no período desses seis anos, uma média de 1.100 (um mil e cem) toneladas ou litros de necrochorume foram depositados nos solos a cidade, podendo considerar que alguma parte dessas toneladas de poluentes consigam chegar nos lençóis freáticos da cidade, o que consiste em uma preocupação ambiental e alarme para os gestores da saúde pública do município, tendo como agravante o fato de que toda a gestão de cadáveres da cidade é feita por meio de tumulação. Como já visto, é uma maneira frágil de gerir tais resíduos, ainda mais em tão grande quantidade como demonstrado nessa etapa.

Importante destacar que existe um material, o qual se deu no trabalho o nome de material inerte, que não passará pela fase de transformação, química, física e

biológica que resultará no necrochorume. Esses materiais são os ossos, unha, cabelo, dente.

Na tabela 20 apresenta-se o resultado do total desses denominados resíduos inertes (ossos, unha, cabelo e dente) gerados no período de 2010 a 2015, somados ambos os sexos - em quilograma. Conclui-se que o total de resíduos gerados pela parte inerte é de 174.236,300 kg (cento e setenta e quatro toneladas duzentos e trinta e seis quilos e trezentos gramas), valores que permanecem após a transformação do necrochorume, os quais devem ser removidos no processo de tumulação, processo padrão quando há a reutilização da mesma sepultura.

Tabela 20. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Resíduo	kg
Ossos	166.301,99
Unha	495,73
Cabelo	6.608,43
Dente	830,15
Material Inerte	174.236,30

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Desta forma, a tabela 21 apresenta o resultado obtido da diferença entre o material inerte e os demais resíduos. Tem-se o valor em quilograma obtido desta subtração em cada ano, o valor final apresentado em quilograma demonstra o valor final que sofrerá o processo de transformação, resultando no necrochorume de 1.182.716,700 kg (um mil cento e oitenta e duas toneladas setecentos e dezesseis quilos setecentos gramas) de resíduos que se transformarão em necrochorume.

O necrochorume é feito de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias degradáveis, o resultado da subtração em quilogramas, por ano, foi multiplicado pela porcentagem de cada composto do necrochorume.

Conclui-se que o ano que foi gerada menor quantidade de necrochorume foi em 2010, com 170.646,970 kg (cento e setenta toneladas seiscentos e quarenta e seis quilos e novecentos setenta gramas), o ano de maior geração de resíduo foi em 2012, com 213.106,510 kg (duzentos e treze mil toneladas cento e seis quilos quinhentos e dez gramas).

Tabela 21. Total de resíduos gerados por cadáveres humanos em cada ano e por cada sexo entre os anos de 2010 a 2015 – em kg (quilograma)

Ano	kg	Necrochorume			
		Água	Sais minerais	Substâncias degradáveis	Total necrochorume
		60%	30%	10%	Por ano em kg
2010	170.646,97	102.388,18	51.194,09	17.064,70	170.646,97
2011	193.874,49	116.324,69	58.162,35	19.387,45	193.874,49
2012	213.106,51	127.863,91	63.931,95	21.310,65	213.106,51
2013	198.527,71	119.116,63	59.558,31	19.852,77	198.527,71
2014	199.473,42	119.684,05	59.842,03	19.947,34	199.473,42
2015	207.087,60	124.252,56	62.126,28	20.708,76	207.087,60
Total de necrochorume produzido ao final dos 6 anos					1.182.716,70

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.3. PROSPECAÇÃO DE MÉTODOS E TECNOLOGIAS EXISTENTES

Na Tabela 20 se apresenta os resultados das buscas nas bases de patente PatentScope e INPI.

Ao analisar os resultados dos documentos em cada uma das pesquisas, verificou-se que os resultados utilizando as palavras-chave “mortal remain” e “human” estavam, em grande parte, ligados a publicações na área médica e farmacêutica, relacionados a pesquisas de substâncias químicas, princípios ativos, medicamentos e biomarcadores. De modo que não são do interesse desta pesquisa.

Os resultados para “decomposition” e “corpse” apresentaram alguns documentos relacionados à ciência forense e avaliação ou manutenção de cadáveres, também fugindo do objetivo da pesquisa. Portanto, por resultarem, em maior parte, em documentos relacionados com o contexto que se quer analisar, os termos “contamination” e “cemetery” foram utilizados para dar seguimento à prospecção, buscando histórico e comportamento das pesquisas de forma mais minuciosa.

Para isto, por meio da base Scopus, foi realizada a busca utilizando os termos “contamination” e “cemetery” com o operador AND, para obter resultados contendo ambas as palavras-chave, e seleção do campo TITLE-ABS-KEY para pesquisa nos campos título, resumo e palavras-chave dos documentos, limitando até o ano de 2017 (último ano completo). Um total de 69 publicações foi resultado da pesquisa. Com estes resultados e utilizando a ferramenta analyze da própria base de dados, o conjunto de documentos foi analisado.

Tabela 22. Resultado das buscas nas bases de patente PatentScope e INPI

Termos em português	Termos em inglês	Número de resultados da pesquisa	
		INPI	PatentScope
“necrochorume”	“necrochorume”*	17	2*
“decomposição” AND “cadáver”	“decomposition” AND “corpse”	4	65
“restos mortais” AND “humanos”	“mortal remain” AND “human”	2	146
“contaminação” AND “cemitério”	“contamination” AND “cemetery”	3	39
“cemitério” AND “lixiviado”	“cemetery” AND “leachate”	0	5

*Devido à falta de equivalente na língua, utilizou-se a pesquisa com marcação do campo língua: português.

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A figura 27 apresenta os resultados dos avanços científicos relacionados às pesquisas na área de contaminação por cemitérios. A temática começou a ser trabalhada em 1980 e pode-se observar que só houve crescimento do interesse no assunto a partir do ano 2000. Esse panorama de crescimento segue até o momento. Logo, verifica-se que o assunto continua sendo estudado e existe um interesse crescente em pesquisas relacionadas aos problemas causados pelos cemitérios e a gestão de cadáveres.

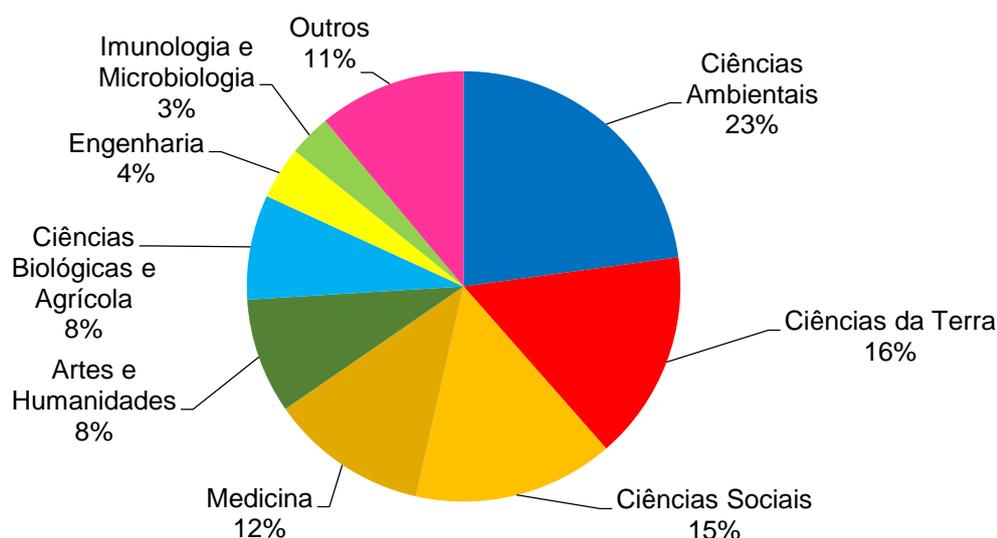
Figura 27. Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A figura 28 apresenta os resultados referentes às áreas do conhecimento que estão relacionadas aos documentos levantados na pesquisa. Com o gráfico em formato de pizza foi possível observar áreas diversas voltadas para a pesquisa, destacando-se a influência das Ciências Ambientais com 23% do total de publicações, Ciências da Terra com 16%, Sociais com 15% e Medicina com 12%.

Figura 28. Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento

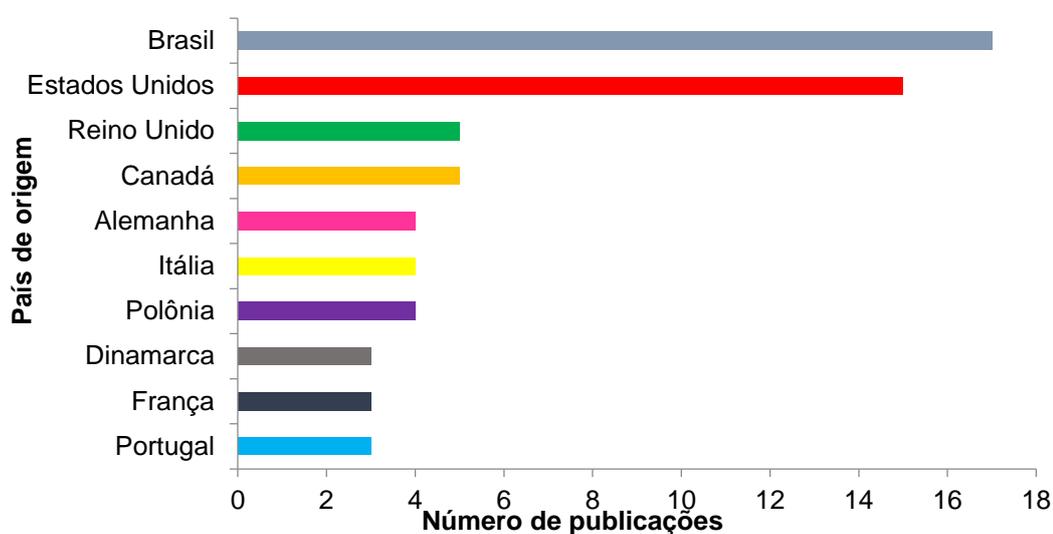


FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A figura 29 apresenta os resultados do levantamento realizado por país de origem das pesquisas. Apresentam-se no gráfico em barras na vertical os países

onde as publicações ocorreram, e na horizontal o número de publicações. Concluiu-se que, entre os países que mais geram publicações relacionadas à área de contaminação por cemitérios, destaca-se a produção científica do Brasil em primeiro lugar com 17 publicações. Seguindo tem-se os Estados Unidos, com 15 documentos publicados, Reino Unido e Canadá, com 5, respectivamente, e Alemanha, Itália e Polônia, com 4 publicações cada.

Figura 29. Avanços científicos em relação aos países de origem

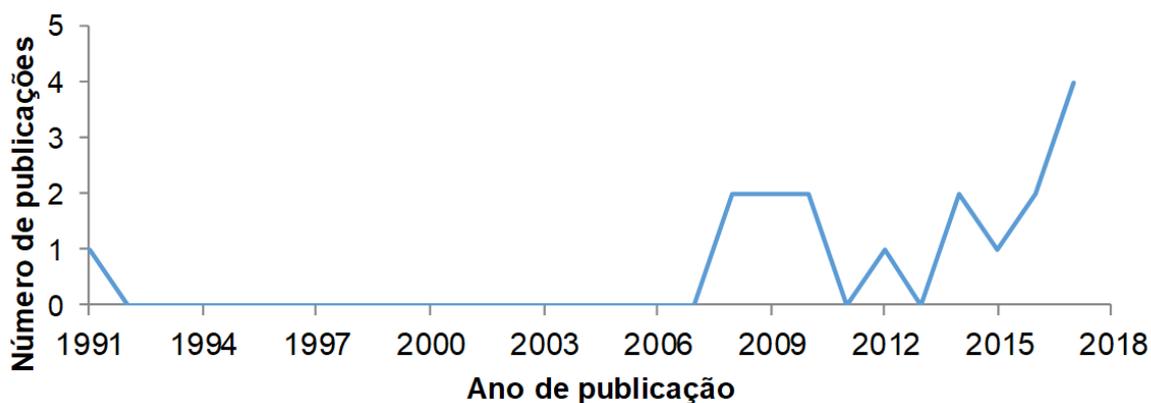


FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Buscando avaliar o cenário nacional, analisaram-se novamente os dados, restringindo a abrangência ao Brasil. A figura 30 apresenta o resultado referente ao avanço histórico em relação às pesquisas relacionadas no Brasil.

A primeira publicação do cenário nacional foi registrada somente dez anos após a primeira publicação a nível mundial. E, após esta, apenas a partir de 2007 é que o tema voltou a ser trabalhado. Apesar disso, como visto anteriormente, o Brasil é o país com maior participação nas publicações, verificando-se a importância da pesquisa nacional na temática abordada. Do mesmo modo que, no âmbito mundial, pode-se verificar que a área tem interesse crescente de estudos do setor.

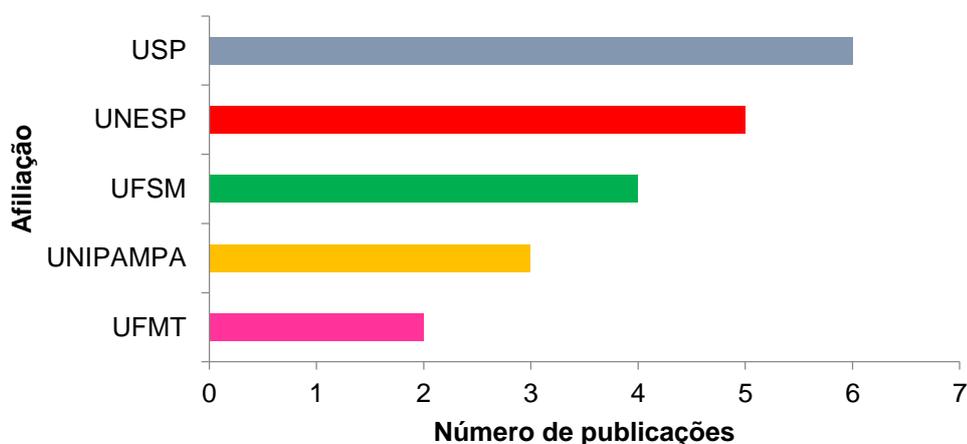
Figura 30. Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios a nível nacional



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

A figura 31 apresenta os resultados das principais instituições que originam as publicações, a nível nacional, sobre a contaminação relacionada a cemitérios. Pode-se observar que as duas principais instituições geradoras de publicações relacionadas à temática, Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP), estão localizadas no estado de São Paulo. No total, 21 instituições estão relacionadas com as publicações (cada publicação pode conter mais de uma instituição afiliada). Essas são, em sua maioria, universidades localizadas em todo o Brasil, sendo todas públicas.

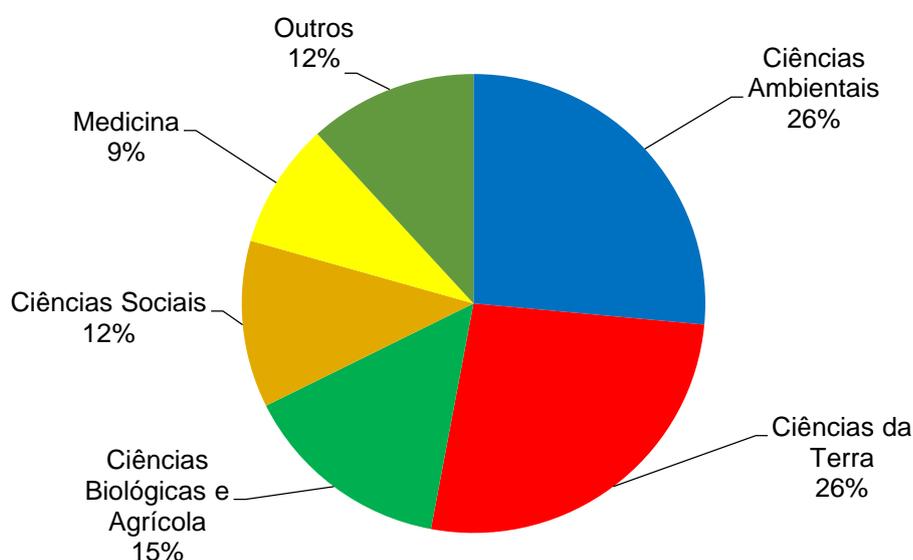
Figura 31. Avanços científicos no tema em relação à instituição de origem



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Por fim, analisaram-se as áreas do conhecimento que abrangem as publicações sobre o assunto a nível nacional. A figura 32 apresenta o resultado da relação entre as áreas de conhecimento das pesquisas sobre o assunto a nível nacional. Seguindo o cenário mundial, destaca-se a participação das Ciências Ambientais como a principal área de estudos relacionados à contaminação em cemitérios.

Figura 32. Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento a nível nacional



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Em geral, foi observado um número relativamente baixo tanto de publicações como de patentes na área pesquisada. Apesar do número reduzido, foi possível traçar um histórico de publicações. Dentro do contexto tanto mundial como nacional, existe um crescimento em publicações na área, principalmente com foco nas Ciências Ambientais. Logo, com base na prospecção realizada, pode-se observar o cenário favorável para, e até mesmo a necessidade de, investimento em pesquisas relacionadas à gestão de cadáveres, ao gerenciamento de cemitérios e a busca por soluções tecnológicas para estes casos.

A síntese dos resultados da prospecção dos métodos e tecnologias existentes na gestão de cadáveres (inumação, tumulação, cremação, liofilização, hidrólise alcalina, criogenia e pirólise) se apresenta na sequência.

4.4. AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS MÉTODOS DE SEPULTAMENTO E PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA TÉCNOLOGIA ALTERNATIVA

4.4.1 Avaliação do método da inumação

No quadro 4 se apresenta o resultado da comparação entre as vantagens e desvantagens da inumação, sendo que esta é o ato de enterrar o cadáver em uma cova aberta no solo, porém, esse termo é usado para qualquer tipo de sepultamento, já que não se enterra mais o caixão diretamente no solo, mas sim em gavetas (túmulos), que podem estar abaixo do solo, parcialmente enterrado, no nível do solo ou acima deste.

Utiliza-se, nesta forma de gestão de cadáveres, o caixão e o túmulo feito de concreto ou placas pré-moldadas de concreto, podendo ser de granito ou de mármore.

Quadro 4. Vantagens e desvantagens da inumação

Inumação	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Boa aceitação religiosa e cultural; - Disponível em cemitérios públicos.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita aquisição de terreno, às vezes com custo elevado; - Grande potencial de contaminação do ar, solo e águas subterrâneas e superficiais; - Atrativo para insetos e animais silvestres; - Em geral, necessita de exumação, gera burocracia para familiares.

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.4.2. Avaliação do método da tumulação

Apresenta-se, no Quadro 5, o resultado da comparação entre as vantagens e desvantagens do método de sepultamento por tumulação, no qual se coloca o caixão em túmulo ou gaveta, este se confunde com a inumação, pois todos os sepultamentos tradicionais utilizam-se de túmulos atualmente. Esse método é usado em cemitérios tradicionais, verticais, parque, floresta e até mesmo nos cemitérios

ecológicos. Nas grandes necrópoles verticais, os túmulos ficam muito acima do solo, utilizam-se de tecnologias como tratamento dos gases do processo de putrefação, materiais resistentes, tecnologias de controle de temperatura, tecnologias para controle de insetos entre outros. Em cemitérios ecológicos (comuns nos Estados Unidos e Europa), os túmulos são construídos 1,5 m dentro do solo e feito de materiais muito resistentes, o caixão é confeccionado para durar décadas e, por vezes, é totalmente encapsulado com concreto. Em contrapartida, em cemitérios tradicionais, pode-se encontrar túmulos gavetas ao nível do solo, com rachaduras, parcialmente abertos e sem manutenção.

As tecnologias usadas nesse tipo de gestão de cadáveres vão das mais simples (cemitérios tradicionais) até tecnologias de ponta, como é o caso das grandes necrópoles verticais.

Quadro 5. Vantagens e desvantagens da tumulação

Tumulação	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Boa aceitação religiosa e cultura; - Disponível em cemitérios públicos; - Quando em cemitérios verticais, ou ecológicos, tem médio ou baixo potencial para contaminação.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de aquisição do túmulo ou pagamento de uso (espécie de aluguel), às vezes com custo elevado; - Quando em cemitérios tradicionais, parque ou floresta, tem grande potencial de contaminação do solo e águas subterrâneas e superficiais; - Atrativo para insetos e animais silvestres; - Em geral, necessita de exumação, gera burocracia para familiares.

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.4.3. Avaliação do método da cremação

No Quadro 6 apresenta-se os resultados da comparação das vantagens e desvantagens da cremação, que é um processo individual e irreversível de incineração de restos mortais humanos. Em resumo, o caixão com o corpo (ou

somente o corpo dependendo da ocasião) é introduzido em um forno especial que suporta altas temperaturas que podem chegar a 1.250°C. Por meio de incineração, o corpo e o todo material que o acompanhou são reduzidos quase que em sua totalidade a cinzas, tudo o que sobrar após a cremação é recolhido e passa por um equipamento que usa potentes imãs para separar toda espécie de metal do resto. Os ossos que sobraram são triturados por outro equipamento com lâminas muito resistentes que transformam os óssos remanescentes em um pó com aspecto parecido com açúcar branco, esse produto resultante é colocado em uma urna (caixa ou espécie de pote) e entregue aos entes do falecido. Utiliza tecnologias avançadas para tratamento dos gases gerados no processo. Todo o processo e equipamentos usados utilizam técnicas e tecnologias físicas e procedimentais.

Oferece vantagens significativas sobre a inumação e tumulação, porém alguns estudos citam desvantagens como dispersão de gases causadores de efeito estufa para a atmosfera (mesmo com os tratamentos dispensados aos gases) entre outros.

Quadro 6. Vantagens e desvantagens da cremação

Cremação	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzido impacto ambiental; - Sem necessidade de manutenção; - Sem necessidade de aquisição de espaços; - Não oferece risco de contaminação ao solo e as águas; - Elimina focos de micro-organismos patogênicos.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão de gases prejudiciais ao ambiente (existem divergências em estudos); - Baixa aceitação cultural e religiosa; - Impossibilita exames no corpo após a realização do procedimento (DNA, motivo da morte etc.).

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.4.4. Avaliação do método da liofilização

No Quadro 7 apresenta-se o resultado do comparativo das vantagens e desvantagens do processo de liofilização, que é uma forma de desidratação usada

em alimentos que vem sendo usada na gestão de cadáveres. Começa com o congelamento do corpo em nitrogênio líquido, quebrando-o em pedaços menores. A seguir, os restos são secos pelo processo de liofilização, por meio do qual a água congelada sublima-se, passando diretamente da fase sólida para gasosa. Finalmente, o que sobrou é colocado dentro de uma caixa ou caixão biodegradável para o enterro, com um enterro raso, o oxigênio e a água podem se misturar com os restos resultantes do processo, transformando-os em adubo. Tem como desvantagem o alto custo, não é oferecido no Brasil. Como a principal vantagem tem-se a não ação do necrochorume ao ambiente, uma vez que o corpo é totalmente desidratado.

Quadro 7. Vantagens e desvantagens da liofilização

Liofilização	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzido impacto ambiental; - Necessita de pequeno espaço para sepultamento, visto que se pode utilizar uma caixa ou um caixão menor que o tradicional; - Compostagem, deixando o solo mais fértil e sem riscos para a saúde.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa oferta; - Alto custo; - Pouca aceitação cultural e religiosa; - Inexistente no Brasil.

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.4.5. Avaliação do método da hidrólise alcalina

No quadro 8 é apresentado o resultado da comparação entre as vantagens e desvantagens da hidrólise alcalina. Neste método, o cadáver é introduzido na câmara da máquina, e esta faz uma mensuração computadorizada do corpo para calcular a quantidade de químicos necessária para o processo e, por meio de uma ação química e mecânica, os tecidos são totalmente dissolvidos no interior da unidade.

Tem como vantagem a emissão de menos 35% dos gases de efeito estufa que a cremação e uso de 1/7 (um sétimo) da energia usada para se cremar o cadáver. Como desvantagem, cita-se o alto custo, entre outros.

Quadro 8. Vantagens e desvantagens da hidrólise alcalina

Hidrólise alcalina	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzido impacto ambiental (superior à cremação nesse quesito) - Pouca energia necessária ao processo; - Economia de espaço para sepultamento (restam os ossos que podem ser triturados ou sepultados em pequeno espaço);
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa oferta; - Alto custo; - Pouca aceitação cultural e religiosa; - Inexistente no Brasil.

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.4.6. Avaliação do método da criogenia

Diverge dos demais métodos quando ao objetivo, pois neste o intuito é de preservar o corpo para possível “ressuscitação” futura, porém, é uma forma disponível de gestão de cadáveres. Fica sem nexos a citação de vantagens e desvantagens devido à sua objetivação. Dentre todos os métodos pesquisados, este é o que tem maior custo vinculado.

4.4.7. Análise dos métodos de sepultamento e proposição de uma nova tecnologia alternativa

Analisando as prospecções realizadas, verifica-se que todos os métodos e tecnologias tradicionais trazem impactos ambientais, econômicos e/ou religiosos. Os cemitérios tradicionais, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividade com risco de contaminação ambiental, devido a sua forma de gestão de cadáveres (inumação ou tumulação).

Os cemitérios parque e floresta têm as mesmas deficiências que o tradicional, pois o modelo de gestão dos cadáveres é o mesmo, ou seja, inumação ou tumulação abaixo ou a nível do solo.

Os cemitérios ecológicos são poucos, com alguns nos Estados Unidos e na Europa, e ainda se deparam com a problemática de utilizarem muito espaço e não fazerem qualquer tipo de tratamento em relação aos gases ou ao necrochorume. Nesse modelo, os caixões, embora de material biodegradável, ficam encapsulados em concreto, não deixando espaço para aeração ou para escape de gases, dificultando, assim, os estágios transformativos necessários para a decomposição do corpo.

O cemitério vertical tem vantagem sobre os horizontais tradicionais, porém, o tratamento do necrochorume e dos gases fazem o custo dos serviços de grandes necrópoles verticais serem elevados. Contudo, esse modelo de gestão de cadáveres se apresenta como alternativa para economia de espaço e mitigação dos poluentes oriundos dos cemitérios tradicionais, nesse sentido, este modelo vem como solução para a contaminação do solo e das águas pelo necrochorume, sendo mais vantajoso em quase todos os sentidos em relação ao tradicional.

Com notáveis vantagens sobre os demais, a cremação se apresenta como solução para o problema de falta de espaço e contaminação do solo e água, barrando nas questões culturais e religiosas, bem como no custo, ainda considerado como moderadamente elevado. Quanto à questão da emissão de gases nocivos, existem divergências entre alguns autores, carecendo de maiores estudos sobre a questão. Contudo, esta tecnologia vem como alternativa aos problemas encontrados nos modelos citados anteriormente, tendo como maior desafio a questão cultural e religiosa.

A criogenia não se enquadra nesse cenário por se divergir dos objetivos, e a liofilização ainda é distante da realidade atual, sendo uma opção exótica e com custos que a reservam a poucos.

A hidrólise alcalina é uma opção que merece atenção, pois já existem (embora poucas) empresas que oferecem esse modelo de gestão de cadáveres nos Estados Unidos. Tem como vantagem sobre a cremação o fato de emitir 35% menos gases nocivos ao ambiente e consumir sete vezes menos energia em todo processo, a desvantagem fica por conta do custo elevado, da pouca oferta do serviço e aceitação cultural e religiosa. Superando as barreiras culturais e com a diminuição

de custos e maior oferta do serviço, esse modelo seria a solução em relação aos demais, sendo uma tecnologia alternativa.

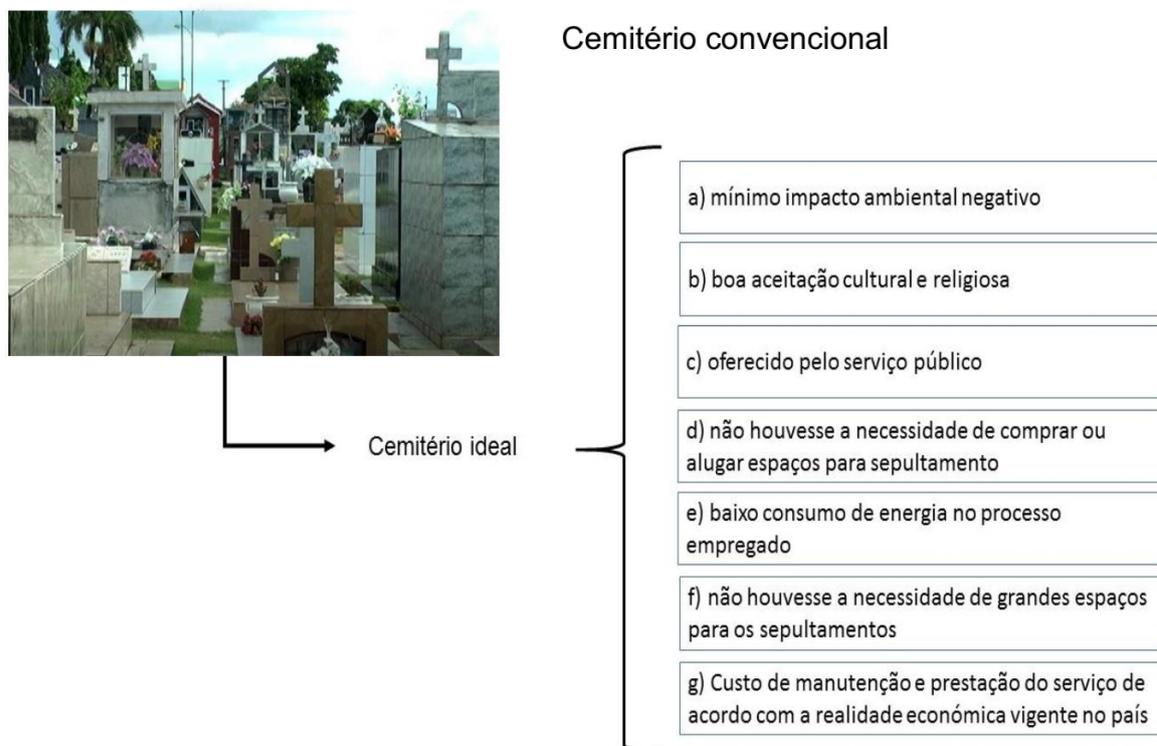
Um modelo ideal de gestão de cadáveres seria uma tecnologia que abrangesse todas as vantagens das já existentes, assim como superasse suas desvantagens. Nesse contexto, pode-se analisar as prospecções já apresentadas e perceber que os aspectos gerais avaliados em relação às vantagens e desvantagens de cada método estão relacionados ao: a) impacto ambiental; b) aceitação cultural e religiosa; c) oferta pública do serviço; d) necessidade de aquisição ou aluguel de terreno ou túmulo para o sepultamento; e) consumo de energia no processo; f) necessidade de grandes espaços para sepultamento; g) alto custo de manutenção e para a utilização do serviço.

Assim, percebe-se que alguns métodos têm vantagens sobre os demais, porém, nenhum dos já existentes contempla positivamente todos os aspectos.

O modelo ideal proposto, baseando-se nos aspectos citados, seria uma tecnologia: a) com mínimo impacto ambiental negativo; b) boa aceitação cultural e religiosa; c) fosse oferecida pelo serviço público; d) não houvesse a necessidade de comprar ou alugar espaços para sepultamento; e) baixo consumo de energia no processo empregado; f) não houvesse a necessidade de grandes espaços para os sepultamentos; g) que o custo de manutenção do serviço fosse o mais baixo possível, assim como o valor para utilização do serviço fosse de acordo com a realidade da população local.

A figura 33 mostra o resultado do que seria um cemitério (gestão de cadáveres) ideal.

Figura 33. Requisitos de um modelo ideal para gestão de cadáveres



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.5. CONFIGURAÇÃO ACERCA DE UM NOVO MODELO DE GESTÃO DE CADÁVERES

Um método de geração de energia renovável que vem sendo usado e estudado como método para gerenciamento de resíduos e geração de energia limpa e renovável é a pirólise, que usa a degradação térmica para transformar um composto em outro. Na prática, usinas de pirólise já vêm sendo usadas com sucesso, usando lixo para geração de energia, pois é um sistema autossustentável, ou seja, funciona com a própria energia que produz, e, por produzir em excedente, essa pode ser armazenada e usada para diversas finalidades.

As usinas de pirólise são instalações físicas de pequeno porte que usam equipamentos capazes de transformar resíduos de diversos tipos em produtos que, por sua vez, são usados para a produção de energia, quase todo tipo de resíduo pode ser usado, até mesmo o lodo oriundo de estações de tratamento de esgoto e água, resíduos produzidos das diversas atividades urbanas (lixo) ou resíduos

cadavéricos. As vantagens são diversas, além da geração de energia, os resíduos que seriam descartados em aterros sanitários, ou sepultados em cemitérios, por métodos tradicionais, podem ser convertidos em outros produtos capazes de gerar energia.(VASQUES 2012).

Na pirólise usa-se o calor, que faz a transformação ou quebra química de um produto em outros, sendo um processo limpo, sem produção de fumaça ou odores, já que os gases são usados em geradores para geração de energia elétrica ou térmica. Não há contato do fogo com o combustível.

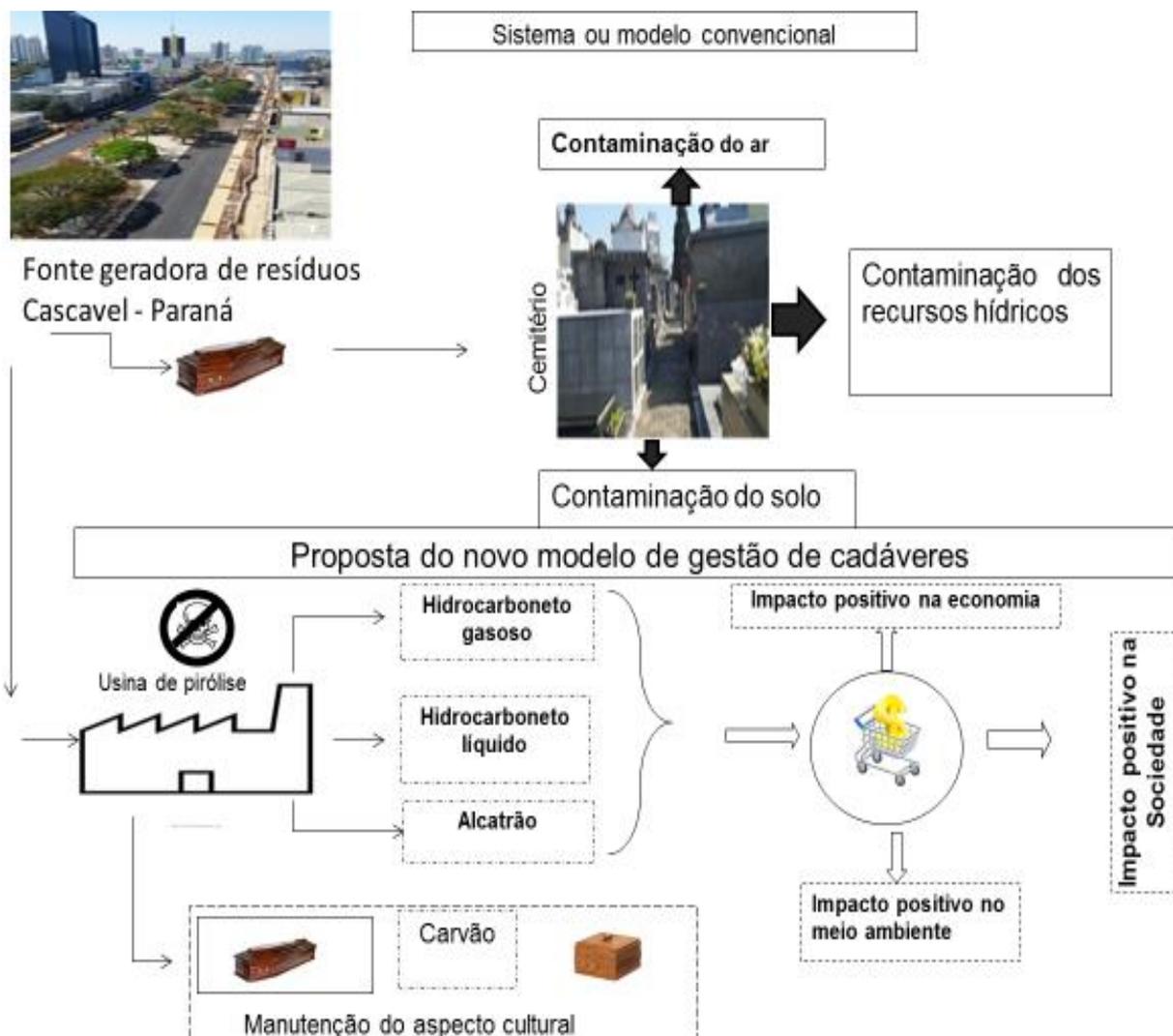
Com o uso da pirólise, uma matéria sólida é transformada líquido (alcatrão), gasoso (hidrocarbonetos) e sólido (carvão) todos com utilidade do ponto de vista energético e como matéria prima. A matéria prima resultado do processo depende do tipo do produto, aquecimento, temperatura e tempo empregados no processo, ainda qual o tipo de pirolise empregado lento, rápido ou outros métodos.

Segundo Chhiti e Kemiha (2013), no caso da biomassa a pirolise rápida a baixas temperaturas forma em média 60% a 75% de bio-óleo, 15% a 25% de carvão e 10% a 20% de gases não condensáveis.

Embora a pirólise ainda não seja usada como método para destinação dos cadáveres, tem-se nessa tecnologia todas as potencialidades para a resolução do problema da contaminação ambiental oriunda das atividades cemiteriais. Ainda, como vantagem, pode-se citar a autossustentabilidade energética e econômica, entre outras.

Dessa forma, o novo modelo de gestão de cadáveres pode ser melhor entendido com base no esquema da figura 34, que mostra o fluxo habitual do cadáver quando destinado a um cemitério convencional para inumação ou tumulação, sendo potencial contaminante para o ar, solo e recursos hídricos. Na mesma figura é apresentado o novo modelo de gestão de cadáveres, mostrando que o corpo é destinado à usina de pirólise e os resultantes, hidrocarboneto gasoso, hidrocarboneto líquido e alcatrão poderão ser usados para gerar energia limpa, causando impacto positivo na economia, meio ambiente e conseqüentemente na sociedade, pois a geração de energia tem significativo valor de mercado, além de diminuição de gastos com a manutenção dos métodos de sepultamento tradicionais. Já o carvão resultante poderá ser entregue à família, em recipiente apropriado, preservando assim o lado cultural e religioso, podendo ser guardado, enterrado, feito em cinzas e dado o destino conforme for a vontade dos familiares.

Figura 34. Modelo de gestão tradicional comparado ao novo modelo proposto



FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

4.6. AVALIAÇÃO DOS PRÓS E CONTRAS, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO NOVO MODELO DE GESTÃO

Como já exposto, nenhum dos modelos de gestão de corpos que se têm atualmente disponíveis estão isentos de impacto ambiental de forma negativa. Em regiões ou municípios onde existem limitações quanto a oferta pública e privada de métodos alternativos, a população fica “obrigada” a aceitar o que se tem disponível no local. É o que acontece na Cidade de Cascavel – Paraná, onde se tem cinco cemitérios, porém, somente duas formas de gestão de cadáveres ou sepultamentos, sendo inumação (em gavetas) e tumulação. Como agravante, essas formas são as mais preocupantes em relação aos impactos ambientais.

O crescimento populacional, aliado à falta de espaço para a implantação de novos cemitérios e seu grande potencial de contaminação, incentivou o surgimento de novos modelos de gestão de corpos humanos, o que culminou em modelos de cemitérios e novas formas de destinação do cadáver, exemplo dos cemitérios verticais que mitigam, em grande parte, os problemas ambientais, mas demanda grandes planejamentos e altos custos de manutenção. A cremação que, atualmente, é a opção acessível de melhor escolha em se tratando de minimização das contaminações e demais impactos ambientais. Novas formas de gestão, como hidrólise alcalina, por exemplo, surgem como opção, porém, distante geografica e economicamente da realidade atual do Brasil.

Com todo o exposto e baseado nos dados desta pesquisa, observa-se uma saída possível, uma tecnologia próxima e com muitas vantagens, o uso da pirólise na gestão de corpos humanos.

No quadro 8 são apresentados os resultados da comparação entre as vantagens e as desvantagens da pirólise, se esta tecnologia for usada com foco na gestão de cadáveres.

Quadro 9. Vantagens e desvantagens da pirólise

Pirólise	
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Reduz o impacto ambiental (superior à cremação nesse quesito); - Nenhuma energia de fontes externas é necessária ao processo, pois o sistema é autossustentável; - Economicamente autossustentável (pela geração de energia); - Economicamente rentável (a energia gerada pode ser comercializada); - Pouco ou nenhum espaço para sepultamento (pequena quantidade de carvão resultante pode ser entregue à família em recipiente adequado para destinação desejada). - Manutenção da parte cultural ou religiosa, já que o carvão resultante do processo poderá ser entregue à família em recipiente apropriado.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Provável baixa aceitação cultural e religiosa (semelhante à cremação).

FONTE: Elaborado pela autora a partir dos resultados da pesquisa.

Sobre o potencial econômico, baseado no modelo de gestão apresentado e no quantitativo total de resíduos gerados por ano, é possível saber quanto de hidrocarboneto, alcatrão e carvão seria possível conseguir se utilizado o novo modelo proposto.

CONCLUSÕES

Concluiu-se com as pesquisas e coletas de dados que o necrochorume é potencialmente contaminante, e, dessa forma, buscou-se identificar e diagnosticar, dentro do Município de Cascavel-Pr, o quantitativo e o qualitativo gerado pelo município. A partir deste ponto, o resultado da pesquisa apontou que, no período de 2010 a 2015, o total de nascidos vivos foi de 29.103, a quantidade de óbitos do sexo feminino e masculino totalizaram 16.519 pessoas. Buscou-se delinear e caracterizar a composição do corpo humano, com os elementos água, sangue, ossos, unhas, cabelos, músculos, gordura, pele, dentes, microbiota e vísceras, em porcentagem e quilos, para se ter uma noção dos resíduos gerados pelos cadáveres no período acima. Com o fim de obtenção de um volume que justificasse a propositura do novo método de gestão dos resíduos cadavéricos. O resultado apresenta que o total de resíduos gerados por mortes do sexo feminino foi de 485.116,180 kg (quatrocentos e oitenta e cinco toneladas cento e dezesseis quilos cento e oitenta gramas), por mortes de homens foi de 871.836,810 kg (oitocentos e setenta e uma toneladas oitocentos e trinta e seis quilos oitocentos e dez gramas). Somando os dois valores tem-se o resultado de 1.356.952,990 kg (um mil trezentos e cinquenta e seis toneladas novecentos e cinquenta e dois quilos novecentos e noventa gramas). Deste valor foi possível identificar que o total de resíduos líquidos gerados nesse período foi de 738.012,870 kg (setecentos e trinta e oito toneladas, doze quilos oitocentos e setenta gramas).

Ainda foi possível constatar que existe um material inerte que não passará pela fase de transformação, química, física e biológica o qual resultará no necrochorume. Esses materiais são os ossos, unha, cabelo, dente. Assim, retirando do levantamento total a parte inerte, obteve-se 1.182.716,70 kg (um mil cento e oitenta e duas toneladas setecentos e dezesseis quilos e setenta gramas) de resíduos que se transformarão em necrochorume.

As pesquisas ainda apontam o crescente interesse face ao problema em torno da questão da gestão de cadáveres, a partir de 2007, destaca-se a área de conhecimento Ciências Ambientais com 23% das publicações.

Por fim, foi possível traçar um parâmetro de vantagens e desvantagens dos métodos existentes, sendo possível a propositura de um novo método de gestão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Confirmou-se, nessa pesquisa, que as atividades cemiteriais, com todas as suas ações, constituem um risco ao ambiente, à sociedade de um modo geral e especialmente à saúde pública. Verificou-se que a geração de resíduos cadavéricos em quilograma nos seis anos pesquisados foi de 1.182.716,70 kg (um mil cento e oitenta e duas toneladas setecentos e dezesseis quilos e setenta gramas) de resíduos que se transformarão em necrochorume, dessa quantidade, mais da metade foi lançado ao meio ambiente em forma de necrochorume. Tais resultados confirmam o grande impacto ao ambiente que as práticas de sepultamentos tradicionais trazem.

Novas formas de sepultamentos, com ideias mais sustentáveis, foram apresentadas com boas opções disponíveis, como o caso dos cemitérios verticais e crematórios, porém, pouco acessíveis às camadas mais inferiores.

Um novo modelo de gestão de cadáveres foi proposto, a pirólise de cadáveres, e enumeradas as suas vantagens sobre os demais, porém, esse novo modelo não é ainda realidade, cabendo estudos e incentivo à pesquisa para seu desenvolvimento.

Um dos fatores que impedem uma evolução mais rápida em direção a modelos sustentáveis de gestão de cadáveres é a cultura enraizada e as crenças religiosas, porém, uma nova conscientização é necessária para que os impactos ambientais advindos dos cemitérios diminuam ou acabem. Sendo necessário, portanto, trabalho e conscientização a respeito de tais impactos.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, M. Como Funciona um Crematório?. **Super Abril**, nov. 2016. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/como-funciona-um-crematorio/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.
- ASSIS, Â. O Cemitério da Consolação como espaço de visitação turística na cidade de São Paulo. **Turismo y Desarrollo Local**, v. 3, n. 8, p. 1-4, 2010.
- BACIGALUPO, R. Cemitérios: fontes potenciais de impactos ambientais. **História, Natureza e Espaço, Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2012.
- BELLOMO, H. R. **Cemitérios do Rio Grande do Sul: arte, sociedade, ideologia**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.
- BERNAT, J. L. **Ethical issues in neurology**. New York: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- BETIATTO, A. C.; SOUZA, F. X. A morte, a atividade cemiterial e o meio ambiente. **Revista Gepes Vida**, v. 1, n. 2, p. 121-142, 2015.
- BORTOLASSI, C. C. **Cemitérios: Fontes Potencialmente Poluidoras**. Passo Fundo: Universidade De Passo Fundo, 2012.
- BRASIL. Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973. Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 1973. S. 1
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. S. 1.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 set. 1981. S. 1.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 maio. 2003. S. 1, p. 98-99.
- BRASIL. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 mar. 2006. S. 1.
- CALEIRO, D. Criogenia e Transhumanismo, indo além da morte. **Instituto Ética, Racionalidade Futuro da Humanidade**, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.ierfh.org/br.txt/CriogeniaETranshumanismo2012.html>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

CAMARGO, L. S. **Cemitério da Consolação**. Folheto do Arquivo Histórico Municipal. São Paulo: Prefeitura da Cidade de São Paulo, 2007

CAMPANÁRIO. Évora: Visitantes ameaçam integridade do Cromeleque dos Almender. **Radio Campanário**, 28 jun. 2018. Disponível em: <<https://www.radiocampanario.com/ultimas/regional/evora-visitantes-ameacam-integridade-do-cromeleque-dos-almendres>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

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

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, v. 4, p. 1-18, 2009.

CARVALHO, B. S. M. **Complexo fúnebre de Brasília**. Brasília: UNB, 2016.

CHHITI, Y.; KEMIHA, M. Thermal Conversion of Biomass, Pyrolysis and Gasification: A Review. **The International Journal of Engineering And Science**, v. 2, n. 3 p. 75-85, 2013.

DA CRUZ, N. J. T. et al. Cemitérios, crematórios e novas tecnologias fúnebres: impactos ambientais e preferências post-mortem na cidade de Maceió-AL. **Revista Eletrônica Gestão e Saúde**, n. 2, p. 1058-1072, 2015.

DE PAULA, L. S.; SABBADINI, F. S. **Gestão do planejamento da capacidade em cemitérios municipais**. Rio de Janeiro: Unesa, 2005.

EVERTS, S. Green for eternity. **Chemical & Engineering News**, v. 88, n. 26, p. 41-42, 2010.

FARIAS, C. C. de; ROSENVALD, N. **Curso de Direito Civil: Parte Geral e LINDB**. 12. ed. rev. atual. Salvador: Juspodium, 2014.

FERNANDES, D. A. O Efeito do Necrochorume no Meio Ambiente e sua Imputação Penal. **Amazon's Research and Environmental Law**, v. 2, n. 1, p.6-27, 2014.

FERREIRA, C. A.; ROSSI, R.; GARCIA, DD. S. S. Reconhecimento de paternidade post mortem: uma análise acerca da (im) possibilidade de comprovação em casos de cremação do cadáver. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 9, n. 3, p. 1459-1477, 2014.

FILHO, J.F; MONTEIRO, A.B. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho humano**, v.4, n. 1, p. 80-92, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/view/3986/16854>. Acesso em 23 Abril 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Pesquisa em Propriedade Industrial. 2015. Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>>. Acesso em: 08 set. 2018.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte.: CRQ-MG, 977p. 2004.

KEMERICH, P. D. C; UCKER, F. E; BORBA, W. F. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. **Scientific American Brasil**, v. 1, p. 78-81, 2012.

KEMERICH, P. D. et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **Rev. Monografias Ambientais**, v. 13, n. 4, p. 3777-3785, 2014.

KUPFER, D.; TIGRE, P. B. **Prospecção tecnológica**. Modelo SENAI de prospecção: documento metodológico. Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004.

LEITE, E. B. Análise físico-química e bacteriológica da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade Santana, Ilha de Maré, Salvador-BA. **Candombá- Revista Virtual**, v. 5, n. 2, p. 132-148, 2009.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de micro-organismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. 172 f. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MELLO, M. B. et al. **Teoria do fato jurídico: plano da existência**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

MOTTA, A. Formas tumulares e processos sociais nos cemitérios brasileiros. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 24, n. 71, p. 73-93, 2009.

OSMAN, S. A.; RIBEIRO, O. C. F. Arte, história, turismo e lazer nos cemitérios da cidade de São Paulo. **Revista do Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, v. 10, n. 1, p. 10-19, 2007..

PACHECO, A. **Meio ambiente & cemitérios**. V. 15. São Paulo: Senac, 2017.

PIRES, A. S. São os Cemitérios a melhor solução para a destinação dos Mortos? In: 4º ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: IAP, p. 1-10. 2008.

REIS, J. J. **A morte é uma festa: ritos fúnebres e revolta popular no Brasil do século XIX**. Companhia das Letras: São Paulo, 1991.

ROCHA, M. S. S.; ASSIS, E. S. D; CORTIZO, E. B. O Habitar Dos Mortos: seriam os cemitérios verticais uma alternativa projetual sustentável para os impactos gerados pelos cemitérios tradicionais?. In: 4º FÓRUM HABITAR, 4., 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo, p. 17-25. 2017.

ROMANZOTI, N. Dissolver seus restos mortais protege a Terra. **HypeScience**, 19 ago. 2010. Disponível em: <<https://hypescience.com/cc/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SARRETA, C. R. L.; SGARIONI, C. L. A. Criogenia: a morte, o direito e o futuro incerto. In: XXV CONGRESSO DO CONPEDI, 15., 2016. Curitiba. **Anais...** Curitiba: CONPEDI, 2016, p. 119-139.

SILVA L. M. **Cemitérios**: fonte potencial de contaminação dos aquíferos livres. Saneamento Ambiental. São Paulo: Universidade São Judas Tadeu, 2000a.

_____. **Cemitérios**: fonte potencial de contaminação do lençol freático. São Paulo: Universidade São Judas Tadeu, 2000b.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Fontes Potenciais de Contaminação. **Revista Ciência Hoje**, v. 44, n. 263, p. 24-29. 2012.

SORENSEN, T. F. The presence of the dead: cemeteries, cremation and the staging of non-place. **Journal of social archaeology**, v. 9, n. 1, p. 110-135, 2009.

THOMPSON, B. Cemitérios verticais, espaço urbano e meio ambiente: O novo discurso científico universitário de incentivo a verticalização do cemitério e cremação. **Primeiros Estudos**, n. 7, p. 07-26, 2015.

UBELAKER, D. H.; RIFE, J. L. The practice of cremation in the Roman-era cemetery at Kenchreai, Greece. **Bioarchaeology of the Near East**, v. 1, p. 35-57, 2007.

UCISIK, A. S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health**: an introductory briefing. Denmark: WHO Regional Office for Europe, 1998.

VASQUES, A. R. **Caracterização de adsorventes obtidos por combustão e pirólise de lodo residual e aplicação no tratamento de efluentes têxteis**. 2012. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

VEATCH, R. M.; ROSS, L. F. **Transplantation ethics**. Georgetown: Georgetown University, 2015.

WESTIN, R. Procura por serviço de cremação cresce no país. **Folha de São Paulo**, p. 9, 24 fev. 2008.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **PatentScope**. Disponível em: <<https://patentscope.wipo.int/search/pt/search.jsf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

XISTO, B. O. O. "**Assunto encerrado**"?. Atitudes contemporâneas perante a morte e a cremação em Lisboa. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social e Cultural) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.