

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

THIAGO PEREIRA KOVALSKI

**DESTINAÇÃO DE RESTOS MORTAIS HUMANOS:
UMA PROPOSTA DE MANEJO PARA O MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS**

CAXIAS DO SUL

2022

THIAGO PEREIRA KOVALSKI

**DESTINAÇÃO DE RESTOS MORTAIS HUMANOS:
UMA PROPOSTA DE MANEJO PARA O MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obter o título de Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul, com concentração na área de Gestão Ambiental.

Orientadora Prof^a: Pós Dr^a. Nilva Lúcia Rech Stedile

CAXIAS DO SUL

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

K88d Kovalski, Thiago Pereira

Destinação de restos mortais humanos [recurso eletrônico] : uma proposta de manejo para o município de Caxias do Sul/RS / Thiago Pereira Kovalski. – 2021.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais, 2021.

Orientação: Nilva Lúcia Rech Stedile.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Gestão ambiental. 2. Solos - Poluição. 3. Sepultamento - Aspectos ambientais. 4. Restos mortais - Aspectos ambientais. 5. Meio ambiente. I. Stedile, Nilva Lúcia Rech, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 502.13

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Márcia Servi Gonçalves - CRB 10/1500

THIAGO PEREIRA KOVALSKI

**DESTINAÇÃO DE RESTOS MORTAIS HUMANOS:
UMA PROPOSTA DE MANEJO PARA O MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS**

Dissertação, apresentada com o objetivo de obter a titulação de Mestrado Profissional em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul, com concentração na área de Gestão Ambiental.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Profª Pós Drª Nilva Lúcia Rech Stedile
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Dr. Émerson Rodrigues da Silva
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Drª Vânia Elisabete Schneider
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Dra. Ana Emilia Siegloch
Universidade do Planalto Catarinense - UNIPLAC

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”

Isaac Newton

RESUMO

A contaminação do solo, da água e do ar pelos cemitérios é um problema ambiental e de Saúde Pública, o que exige avaliação rigorosa quando da implementação desses espaços, tendo em vista que existe sobre o tema legislações específicas e normas técnicas. A maior parte dos cemitérios existentes, devido a época de instalação, não foram implantados levando em conta a proteção ambiental, exigindo formas de mitigação de impactos, especialmente em cemitérios tradicionais. Esse estudo objetiva analisar os principais métodos de destinação de restos mortais humanos, em relação aos impactos ambientais potencialmente gerados, com vistas a proposição de formas de manejo para o Município de Caxias do Sul. O método proposto foi desenvolvido em duas etapas, sendo a primeira uma pesquisa documental e a segunda uma pesquisa convergente assistencial. Os dados provenientes da segunda etapa foram organizados, analisados e tratados por estatística descritiva e apresentados em forma de quadros. Com base na análise dos resultados foi elaborada uma proposta de manejo dos restos mortais humanos para o Município, com vistas à redução dos impactos destes sobre os compartimentos ambientais. Os principais resultados demonstram que os métodos disponíveis atualmente apresentam vantagens e desvantagens. Os danos ambientais em construções de inumação com adequada vedação dos fluidos no seu interior são pequenos, de modo geral, bem como os da cremação. A consumpção aeróbia, apesar de apresentar baixo custo, necessita de ampliação de conhecimentos para instalação, a fim de captar os fluidos de modo a não gerar danos ao meio ambiente. A hidrólise alcalina é o único método capaz de remover os resíduos de amoxicilina, o que é importante do ponto de vista da saúde ambiental. A liofilização pode gerar subprodutos para compostagem. Foram avaliados ainda os custos para implementação do projeto, com base na literatura. Levando-se em conta os danos e impactos ambientais e as características da destinação de restos mortais atualmente realizada no Município em estudo, a proposta centra-se na adoção de sistemas de consumpção aeróbia nos cemitérios tradicionais, além do incentivo a construção de um crematório público, de modo sustentável, que assim reduza o impacto ambiental, forneça serviços sociais, favoreça a conscientização da população, bem como possibilite a redução da densidade populacional cemiterial.

Descritores: Sepultamento. Gestão ambiental. Restos humanos.

ABSTRACT

The contamination of soil, water, and air by cemeteries is an environmental and public health problem, which requires rigorous evaluation when implementing these spaces, given that there are specific laws and technical standards on the subject. Most existing cemeteries, due to the time of installation, were not implemented taking into account environmental protection, requiring forms of impact mitigation, especially in traditional cemeteries. This study aims to analyze the main methods of disposal of human remains, concerning the environmental impacts potentially generated, to propose forms of management for the Municipality of Caxias do Sul. The proposed method was developed in two stages, the first being documental research and the second convergent assistance research. The data from the second stage were organized, analyzed, and treated by descriptive statistics and presented in the form of tables. Based on the analysis of the results, a proposal for the management of human remains was elaborated for the Municipality, to reduce their impact on environmental compartments. The main results show that the methods currently available have advantages and disadvantages. Environmental damage in burial constructions with adequate sealing of the fluids inside is generally small, as is that of cremation. Aerobic consumption, despite its low cost, needs extensive knowledge for installation to capture the fluids in a way that does not generate damage to the environment. Alkaline hydrolysis is the only method capable of removing amoxicillin residues, which is important from an environmental health point of view. Freeze-drying can generate by-products for composting. The costs for implementing the project were also evaluated, based on the literature. Taking into account the environmental damage and impacts and the characteristics of the destination of remains currently performed in the Municipality under study, the proposal focuses on the adoption of aerobic consumption systems in traditional cemeteries, in addition to encouraging the construction of a public crematorium, in a sustainable way, which thus reduces the environmental impact, provides social services, favors the awareness of the population, as well as enables the reduction of cemetery population density.

Key words: Burial. Environmental management. Human remains.

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens de tipos de cemitérios frente a legislação federal brasileira.....	31
Quadro 2 - Causas de óbitos presentes nas declarações de óbito de maior relevância das pessoas residentes no Município de Caxias do Sul de acordo com o CID, no ano de 2018.....	52
Quadro 3: Descrição dos procedimentos realizados com os restos mortais humanos de acordo com literatura pesquisada.....	54
Quadro 4: Comparativo de custos nos processos empregados para destinação de cadáveres entre Porto Alegre e Caxias do Sul em reais (R\$).....	58
Quadro 5: Custos dos processos de destinação de restos mortais humanos no município de Caxias do Sul, convertidos para dólares americanos (US\$).....	59

LISTA DE ABREVIATURAS

cm:	centímetro (s)
cm ² :	centímetro (s) quadrado (s)
cm ³ :	centímetro (s) cúbico (s)
col.	colaboradores
et al:	e outros
g:	grama (s)
Km:	quilômetro (s)
Kwh:	quilo watt-hora
L:	litro (s)
m:	metro (s)
mm:	milímetro (s)
m ² :	metro (s) quadrado (s)
m ³ :	metro (s) cúbico (s)
org.	organizador (es)

LISTA DE SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CARNEIRO: ou gaveta: é a unidade de cada um dos compartimentos para sepultamentos existentes em uma construção tumular

CEMITÉRIO: Área destinada a sepultamentos

CID: diagnóstico internacional de doenças

CONAMA: conselho nacional do meio ambientes

COVA RASA: cova com menos de 1,55m de profundidade

COVID-19: doença causada pelo vírus coronavírus, em humanos, identificado em 2019 na China

CREMAÇÃO: desidratação por calor, reduzindo a pó ou cinzas

DATASUS: departamento de informática do Sistema único de Saúde

DNA: molécula de ácido desoxirribonucleico

EXUMAÇÃO: retirar a pessoa falecida, partes ou restos mortais do local em que se acha sepultado

INUMAÇÃO: colocar a pessoa falecida em caixão seja no solo, seja em construção de alvenaria ou carneiro

LIXIVIADO: decomposição, extração ou solubilização dos constituintes químicos de um material

OMS: Organização Mundial da Saúde

pH: percentual de Hidrogênio

RDC: resolução da diretoria colegiada

RESTOS MORTAIS HUMANOS: Também chamados de corpos humanos, cadáveres ou produto da coliquação, é o líquido biodegradável oriundo do processo de decomposição dos corpos ou partes

RSS: resíduos dos serviços de saúde

SEPULTAMENTO: é o ato de colocar pessoa falecida, membros amputados e restos mortais em local adequado

SEPULTURA: espaço unitário, destinado a sepultamentos

SARS-CoV-2: síndrome da angústia respiratória aguda, causada por infecção respiratória de coronavírus

TRANSLADO: ato de remover pessoa falecida ou restos mortais de um lugar para outro

TNO: organização à Pesquisa das Ciências Aplicadas, holandesa

TUMULAÇÃO: Sepultamento em construção tumular, gaveta ou carneiro.

URNA FUNERÁRIA: urna, caixão, ataúde ou esquife: é a caixa com formato adequado para conter pessoa falecida ou partes

URNA CINERÁRIA: é o recipiente destinado a cinzas de corpos cremados;

WHO: World health statistics. Em inglês traduz-se como: organização mundial da saúde.

LISTA DE SÍMBOLOS

°C:	graus Celsius
°F:	graus Farenheit
%:	por cento, percentual, percentis
CH ₄ :	metano
CO ₂ :	dióxido de carbono
H ₂ :	hidrogênio
H ₂ O:	água
KOH:	hidróxido de potássio
NH ₃ :	amônia
O ₂ :	oxigênio
R\$:	reais brasileiros
US\$	dólares americanos
Zn:	zinco

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
2 CONTEXTO CEMITERIAL.....	19
2.1 DECOMPOSIÇÃO DE CORPOS E RESTOS MORTAIS HUMANOS.....	22
2.2 TIPOS DE CEMITÉRIOS.....	24
2.2.1 Cemitérios Tradicionais.....	25
2.2.2 Cemitérios Verticais.....	27
2.2.3 Cemitérios Parque.....	29
2.2.4 Cemitérios ecológicos.....	30
2.2.5 Cemitérios floresta.....	30
2.3 PROCEDIMENTOS REALIZADOS COM OS RESTOS MORTAIS HUMANOS	32
2.3.1 Transladação.....	33
2.3.2 Inumação, tumulação e cova rasa.....	35
2.3.3 Consumpção aeróbia.....	37
2.3.4 Cremação.....	38
2.3.5 Hidrólise alcalina.....	41
2.3.6 Liofilização.....	43
2.3.7 Destinação final dos ossos.....	45
2.3.8 Exumação.....	46
3 METODOLOGIA.....	48
3.1 NATUREZA DOS DADOS.....	48
3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	49
3.2.1 Procedimentos de registro, tratamento e análise dos dados.....	50
3.4 ASPECTOS ÉTICOS.....	50

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
4.1 DADOS DE MORTALIDADE EM CAXIAS DO SUL.....	51
4.2 MÉTODOS E TECNOLOGIAS PARA O DESTINO DOS RESTOS MORTAIS HUMANOS.....	53
4.3 CUSTOS COM OS PROCESSOS DE DESTINAÇÃO DOS RESTOS MORTAIS HUMANOS.....	57
4.4 IMPACTO AMBIENTAL DAS DESTINAÇÕES DE RESTOS MORTAIS HUMANOS.....	64
4.5 PROPOSTA DE MANEJO PARA RESTOS MORTAIS HUMANOS.....	68
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
5.1 PROPOSTA.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
1 APÊNDICE 1 - PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DAS POSSIBILIDADES E ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DOS CADÁVERES NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS.....	84
ANEXO 1.....	92

1 INTRODUÇÃO

Na VIII Conferência Nacional de Saúde, o conceito de saúde foi definido como sendo resultante de determinantes como as condições de trabalho, alimentação, moradia higiênica e digna, educação e informação plena, transporte seguro e acessível, repouso, lazer e segurança, participação da população na gestão de serviços e ações de saúde, direito à liberdade, acesso universal e igualitário aos serviços de saúde e a qualidade adequada do meio ambiente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1986; FINKLER, STEDILE e SCHNEIDER, 2015). Desse modo, a conferência destaca o meio ambiente como um determinante da saúde, envolvendo aspectos como higiene, limpeza pública, manejo adequado dos resíduos gerados nas atividades, uso racional dos recursos, saneamento, entre outros (FINKLER, STEDILE e SCHNEIDER, 2015).

Refere-se ainda ao meio ambiente como um determinante de saúde, tensionando a inclusão de questões como o manejo de resíduos. Entre esses, os dos Serviços de Saúde, pelas suas características diferenciais (patogenicidade, toxicidade, inflamabilidade e radioatividade) que exigem rotinas específicas de manejo para a redução de riscos à saúde (FINKLER, STEDILE e SCHNEIDER, 2015) humana e ambiental. Restos humanos resultantes de amputações nesses serviços, precisam receber tratamento adequado para reduzir riscos de poluição ambiental e à saúde (BRASIL, 2011).

Em 2016, estima-se que 91% da população respirou um ar com 2,5 vezes mais poluentes que as normativas estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo responsável por 4,2 milhões de mortes no mundo, as quais podem chegar a sete milhões de mortes, correspondente a 12,5% (WHO, 2018). Esse documento destaca ainda que apenas 39% da população mundial teve acesso a saneamento básico nesse ano, 11% da população do planeta morreu por fazer uso de água não potável. De modo geral, 71% das pessoas no mundo estão expostas a riscos de morbidades e mortalidades evitáveis com programas e políticas públicas de saúde (WHO, 2018). Esses números apresentados pela OMS ilustram a situação de vulnerabilidade planetária a que estamos expostos como consequência do uso inadequado dos recursos ambientais, sem a devida proteção do meio ambiente.

Cabe destacar o impacto gerado no ambiente pelos produtos químicos, resíduos industriais, farmacêuticos e agroquímicos, os quais impregnam aos ecossistemas aquáticos, águas superficiais e subterrâneas, além de poluir também a

atmosfera terrestre (SCHNEIDER e STEDILE, 2015). Os poluentes industriais também estão presentes nos corpos humanos e também nos materiais utilizados na inumação de restos mortais humanos, sendo responsáveis pela subsequente contaminação no ambiente no qual os mesmos são depositados.

De acordo com a RDC Nº 33 da ANVISA, restos mortais humanos constituem-se do próprio cadáver ou de partes deste, das ossadas e de cinzas provenientes de sua cremação, excetuadas as células, tecidos e órgãos humanos destinados a transplantes e implantes, cujo transporte deverá obedecer à legislação sanitária pertinente (BRASIL, 2011).

Dessa forma, pode-se observar que a contaminação do solo, da água e do ar pelos cemitérios são reais aspectos ambientais e de Saúde Pública, os quais devem ser rigorosamente pensados, tendo em vista que existem sobre o tema legislações específicas e normas técnicas (ZANDONÁ, 2018). Dentre essas leis e normas técnicas, há as que dispõem sobre a instalação de um cemitério, com previsão e planejamento, bem como a gestão urbana (BRASIL, 2006; KEMERICH et al., 2014; ZANDONÁ, 2018).

Após a morte ocorre um conjunto de alterações nos corpos, designados de fenômenos *post mortem*, ou seja, alterações que os cadáveres vão sofrer gradual e continuamente. A autólise e a putrefação constituem os dois processos mais comuns envolvidos na decomposição cadavérica. Esses acontecimentos naturais são observados como capazes de causar danos ao meio ambiente, se não ocorrer um manejo adequado, liberando substâncias orgânicas e inorgânicas, bem como microrganismos patogênicos para o solo e os lençóis freáticos (MORGADO e FERREIRA, 2018; ZANDONÁ, 2018). Diante dos aspectos apresentados são propostos os objetivos a seguir.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os principais métodos principais de destinação de restos mortais humanos, em relação aos impactos ambientais potencialmente gerados.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais causas de morte das pessoas que residiam em Caxias do Sul/RS no ano de 2018.
- Identificar quais os métodos e tecnologias conhecidos e utilizados na destinação de restos mortais humanos.
- Descrever os impactos ambientais decorrentes dos métodos adotados para destinação de restos mortais humanos.
- Levantar os custos referente a destinação de restos mortais humanos em Caxias do Sul, a fim de realizar comparações.
- Avaliar quais os métodos e tecnologias, com redução no impacto ambiental, podem ser adotadas para a destinação de restos mortais humanos no Município de Caxias do Sul.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os problemas decorrentes do crescimento urbano desordenado, de higiene, de saúde e de meio ambiente ameaçam a qualidade de vida da população. Entre os danos gerados e possíveis, evidencia-se a necessidade de análise dos métodos de sepultamento, de modo a atenuar os efeitos ambientais causados por essa atividade. Destacam-se em pesquisas científicas a contaminação causada pelos cemitérios tradicionais ao solo, aos lençóis freáticos e até ao próprio ecossistema, como consequência do processo de decomposição dos restos mortais humanos (ZANDONÁ, 2018).

Os seres humanos fazem uso cada vez mais intenso dos recursos naturais, entrando em conflito com o meio ambiente a fim de satisfazer suas necessidades (ZANDONÁ, 2018; RAWORTH, 2019) neles incluídos os espaços usados como cemitérios. Quando o cemitério alcançar o limite de saturação de matérias orgânicas que o torne impróprio para provocar a fermentação, deve ser fechado e nele não poderão ser feitas novas inumações ou exumações (KEMERICH et al., 2014; ZANDONÁ, 2018). Exceção feita aos interesses dos órgãos públicos reguladores, depois de decorrido o prazo julgado necessário, pelas autoridades sanitárias, à desintoxicação do solo (BRASIL, 1973).

Assim sendo, analisamos a crescente populacional vivida pela humanidade em escala global, bem como em Caxias do Sul, aliado ao método ocidental mais

usualmente utilizado na destinação de restos mortais humanos, a inumação, compreendendo que devemos rever esses métodos, uma vez que essa utilização ao longo do tempo pode não deter locais suficientes para alocar os restos mortais.

Outro aspecto a considerar é 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, são vistos como fontes de poluição renováveis, ao contrário dos aterros que, quando ao fim da sua vida útil, são desativados. Deste modo, é fundamental que exista um interesse e planejamento ambiental para a instalação de cemitérios, considerando as relações ecossistêmicas entre esses e seu entorno (CAMPOS, 2017; ZANDONÁ, 2018).

Analisar as tecnologias usuais de gestão de restos mortais humanos, e também sua eficácia em comparação com novas formas de gestão, bem como propor tecnologias de menor impacto ambiental e métodos menos usuais ou alternativos, que objetivem à minimização dos mesmos é de grande importância no panorama atual, justificando-se assim o presente estudo.

2 CONTEXTO CEMITERIAL

Os estudos de John Snow na Inglaterra do século XVIII estabelecem a relação entre a cólera e a ingestão de água contaminada, o que revolucionou a gestão do saneamento nas cidades (JOHNSON, 2008). De uma forma geral, as alterações e mudanças nos sistemas de organização das cidades do Século XIX, ocorrem com base nas pesquisas científicas e observações epidemiológicas e sociológicas, de modo que possam melhorar a qualidade de vida da população. No contexto desse estudo, esmera-se a relação entre as organizações cemiteriais e os impactos gerados, ao meio ambiente e à população adstrita.

No Século XIX por sua vez, os médicos reconheciam os surtos de doenças infectocontagiosas como transitórias, podendo ser pandêmicas pelo transporte de pessoas infectadas de navios pelo mundo (VIDAL e RODRIGUES, 2015). Demonstam ainda uma ideia inicial que relaciona as doenças com más condições de higiene das cidades, como águas empoçadas, esgotamento a céu aberto, saneamento básico, água de má qualidade, armazenamento inadequado dos resíduos, animais mortos e processos de putrefação em local inadequado (REGO, 1872). Significa que, de modo geral, a relação entre saúde e meio ambiente foi estabelecida a muito tempo e, especificamente, que corpos em putrefação determinam de doenças.

Destaca-se que em grande parte das cidades os cemitérios ocupam espaço central, próximo a igrejas e com alta densidade populacional no entorno. 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 (ZANDONÁ, 2018). Ainda em 1981 no Brasil ficou definida a impossibilidade de atividades que afetem o meio ambiente ao ponto de oferecer riscos diretos ou indiretos a população, conforme destaca-se na citação abaixo.

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).

Essa legislação brasileira de 1981, supracitada, mantém-se até os dias atuais como base as práticas de preservação do meio ambiente, da vida e qualidade

vivida da população. Para iniciar a construção de um cemitério, deve-se analisar as condições físicas e do comportamento do solo por meio de estudo geológico, devido as transformações possíveis dos restos mortais humanos (BORTOLASSI, 2012; ZANDONÁ, 2018).

De acordo com esses conhecimentos prévios a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 368, de 28 de março de 2006 proibiu a instalação de cemitérios em áreas de preservação permanente 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 (m) da base das sepulturas (BRASIL, 2006).

Corroborando com as informações temos ainda Caleiro (2015) *apud* Zandoná (2018), que declara sobre a importância de avaliar a permeabilidade do solo, e em locais em que essa permeabilidade de substrato se faça maior que 10,5 centímetros, deve-se executar medidas adicionais de impermeabilização de modo a impedir a penetração de possíveis contaminantes, como o lixiviado, em direção ao nível freático.

Aplica-se ainda os itens de legislação, na qual o subsolo da área pretendida para o cemitério deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático, medido no fim da estação das cheias. Para permeabilidades maiores, se faz necessário que o nível inferior dos jazigos esteja 10 metros acima do nível do lençol freático (BRASIL, 2006).

Autores que estudam esta questão em Portugal alertam que as características do solo são fatores fundamentais que atuam no processo de decomposição e, uma vez que estes não foram alvos de deliberações quando da construção da maioria dos cemitérios portugueses, tende a ser uma dificuldade na decomposição, retardando-a. Outro fator que pode interferir nesse processo é a utilização de caixões de material não adequado, já que diferentes tipos de material influenciam de formas distintas o desenrolar da decomposição, pelo que é fundamental trabalhar no sentido de produzir caixões, em Portugal, que auxiliem o processo a decorrer durante o tempo decretado por lei (FERREIRA e CUNHA, 2014; MORGADO e FERREIRA, 2018).

Determina-se ainda através de legislação pertinente no Brasil, a proibição da implantação de cemitérios em terrenos ou áreas úmidas, ou ainda quaisquer áreas

sujeitas a inundações, sejam essas eventuais ou permanentes, bem como, no interior de Unidades de Conservação de proteção integral (ZANDONÁ, 2018; BRASIL, 2003; BRASIL, 2006).

De acordo com a legislação Nº 335 da CONAMA (BRASIL, 2003):

Artigo 8º: Os corpos sepultados poderão estar envoltos por mantas ou urnas constituídas de materiais biodegradáveis, não sendo recomendado o emprego de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou qualquer material nocivo ao meio ambiente.

§ único: Fica vedado o emprego de material impermeável que impeça a troca gasosa do corpo sepultado com o meio que o envolve, exceto nos casos específicos previstos na legislação.

Artigo 9º: Os resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos deverão ter destinação ambiental e sanitariamente adequada (BRASIL, 2003).

As vestimentas utilizadas na inumação, o tipo de caixão, os adornos, os sapatos, as fraldas, são alguns dos materiais que têm influência sobre a decomposição (FERREIRA e CUNHA, 2014) e que estão, na maioria das vezes, sob a alçada e/ou escolha dos agentes funerários (MORGADO e FERREIRA, 2018). Cabe destacar que a família tem poder de escolha sobre esses itens e adereços, entretanto, são frequentemente influenciados por um mercado de consumo que lucra com a venda de itens e adereços, sem compreender os impactos ambientais gerados.

Foi apresentado por Vidal e Rodrigues (2015) que, segundo os dados do ano de 1876, defendia-se o plantio de árvores em cemitérios, com o ideal de “renovação do ar”. Esta indicação remete a preocupação já presente em contaminação do solo, da água e do ar pelos resíduos dos cadáveres, para o que se indicava o uso de sistemas de drenagem artificial desses excrementos (VIDAL e RODRIGUES, 2015; COSTA et al., 2017). No cenário brasileiro atual, o plantio de árvores no interior de cemitério é permitido unicamente em áreas reservadas e especialmente destinadas para esta finalidade como pequenas praças. Isso após análise, em que as raízes não venham a causar danos aos jazigos, bem como, percolação de possíveis contaminantes ao solo e lençóis freáticos (ZANDONÁ, 2018).

Em Portugal, por sua vez, são proibidos o plantio e a colheita de árvores frutíferas e plantas com destinos alimentares em áreas próximas a cemitérios, devido a contaminação de solo e os possíveis riscos inerentes à saúde da população que deles se destinar (PORTUGAL, 2016).

2.1 DECOMPOSIÇÃO DE CORPOS E RESTOS MORTAIS HUMANOS

Na morte, os organismos perdem suas defesas naturais ocorrendo o desequilíbrio entre os microrganismos que vivem de modo simbiótico com o hospedeiro. Assim sendo, esses germes propagam-se ao interior do corpo, provenientes principalmente da flora intestinal, degradando órgãos internos. Os fluidos digestivos presentes no trato gastrointestinal extravasam e, por sua vez, aceleram a corrosão e assim, o processo de decomposição do interior do cadáver (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017).

Há uma expressiva quantidade de microrganismos patogênicos na composição química do necrochorume ou lixiviado, em sua grande maioria, degradantes de matéria orgânica e lipídios. Consistem, dessa forma, como um grande risco no processo de decomposição de restos mortais humanos, através da patogenicidade desses fluidos. As doenças de vinculação hídrica são causadas por microrganismos com potencial de agredir o sistema orgânico humano, transportados pelas chuvas em contato com água subterrânea; essas por sua vez são contaminadas pelo lixiviado (COSTA et al., 2017; ZANDONÁ, 2018).

Nessa etapa do processo, a lisina (ácido 2,6-diaminohexanóico) presente em ossos, cartilagens e em outros tecidos, começa a sofrer reações de descarboxilação por intermédio de enzimas, liberando CO₂ e formando uma substância chamada cadaverina (1,5-diaminopentano). Da mesma forma, a ornitina (L-Ornitina) quando sofre reação de descarboxilação forma a substância denominada putrescina (1,4-diamina-butano) (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015). O médico alemão Ludwig Brieger identificou estes dois compostos nitrogenados em 1885 como os principais responsáveis pelo cheiro característico da putrefação (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; CAMPOS, 2007; COSTA et al., 2017).

Assim, a decomposição de restos mortais humanos pode gerar compostos químicos conhecidos como cadaverina (C₅H₁₄N₂), putrescina (C₄H₁₂N₂) e, ainda, amônia (NH₃). Essas substâncias em altas concentrações são danosas à saúde dos ambientes e da vida, bem como são capazes de transmitir doenças infectocontagiosas, como hepatites e febre tifoide (CAMPOS, 2007; COSTA et al., 2017).

Essa decomposição de corpos gera um fluido denominado necrochorume, lixiviado, ou ainda produto da coliquação, pode ser caracterizado como uma solução

aquosa, de cor castanho-acinzentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade. É rica em substâncias orgânicas degradáveis e sais minerais (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017).

Um corpo humano (aproximadamente 70Kg) decomposto libera um volume que pode variar de 30 à 40 litros de lixiviado, apresentando como principais características: viscosidade maior que a da água; densidade média de 1,23 g/cm³; polimerizável; cor acinzentada ou acastanhada; odor forte e desagradável; constituído aproximadamente por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, tais como, carga patogênica de bactérias, vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (C₄H₁₂N₂ butanodiamina) e cadaverina (C₅H₁₄N₂ pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes (ZANDONÁ, 2018).

Quando são sepultados, tanto por inumação quanto tumulação, os restos mortais humanos são submetidos a processos de transformação, uma vez que os tecidos são digeridos pela ação das bactérias e enzimas. Resultando assim, na dissolução gradual e na liberação de gases, líquidos e sais para o meio ambiente, ou seja, estão sujeitos a fenômenos transformativos, os quais, se não acondicionados de modo adequado são liberados no meio ambientes, contaminando a fauna, a flora e os aquíferos locais (COSTA, 2017; ZANDONÁ, 2018).

A ventilação também interfere acelerando o processo de decomposição, pois permite a ação de microrganismos, principalmente os que usam oxigênio (aeróbios). Esta ação é ainda mais rápida em sepulturas por inumação do que na por tumulação, uma vez que a última isola o cadáver (CAMPOS, 2007; COSTA et al., 2017; ZANDONÁ, 2018).

O CO₂ liberado pela descarboxilação da lisina e da omitina soma-se a outros diversos gases produzidos pelas bactérias que não utilizam O₂ (anaeróbias), atuando na degradação dos corpos. O acúmulo de gases dentro do cadáver, além de inflá-lo, gera uma pressão que força a saída de fluidos pelos vasos sanguíneos e pelas cavidades corporais (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017).

O solo naturalmente degrada a matéria orgânica que esteja em sua superfície ou permeia seu contato, porém essa decomposição 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; ZANDONÁ, 2018; COSTA et al., 2017).

A velocidade de decomposição é diretamente proporcional a quantidade disponível de O₂, o que indica que restos mortais humanos inumados em caixões e em profundidade elevada vão decompor mais lentamente quando comparados com inumações em sepulturas rasas e sem caixão (COSTA et al., 2017). Este processo ocorre uma vez que o caixão e a profundidade fazem com que exista uma diminuição da temperatura, oxigênio, água e acessibilidade da fauna (COSTA et al., 2017; MORGADO e FERREIRA, 2018).

Destaca-se ainda que o lixiviado pode apresentar concentrações expressivas de metais pesados, as quais consistem no resultado da lixiviação dos adereços de caixões e túmulos, bem como das tintas e vernizes utilizados no recobrimento e tratamento dos locais de inumação dos restos mortais humanos (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017).

A putrefação, na ausência de condições favoráveis à preservação do cadáver, dá lugar à esqueletização. Esta fase corresponde ao desaparecimento dos tecidos moles, porém pode ocorrer ainda a presença de ligamentos juntos aos ossos (COSTA et al., 2017). Quanto maior a temperatura e umidade mais rapidamente ocorrerá a decomposição. Dessa forma um cadáver depositado ao ar livre amplia a velocidade da decomposição quando comparada a clausuras. A esqueletização quando ocorre sem a presença de agentes conservativos, permite a dissolução do material ósseo (COSTA et al., 2017; MORGADO e FERREIRA, 2018).

2.2 TIPOS DE CEMITÉRIOS

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (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 (BRASIL, 2003). Apresenta-se assim o quadro 01, que discorre sobre os tipos de cemitérios e a legislação vigente.

Esta Resolução surgiu da necessidade de 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 RDC Nº 335 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 ou lixiviado

ou ainda produto da coligação, para os cemitérios já existentes (BRASIL, 2003; BROCK, 2007; ZANDONÁ, 2018).

De acordo com a legislação municipal de Caxias do Sul (CAXIAS DO SUL, 2009), há autorização para as seguintes organizações cemiteriais no referido município:

- horizontais, assim compreendidos os localizados em áreas descobertas, com construções tumulares na superfície;
- verticais, os edificados com um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamento;
- parques ou jardins, aqueles predominantemente recobertos por jardins, isentos de construções tumulares na superfície e cujas sepulturas são identificadas por lápide ao nível do solo e de pequenas dimensões.

2.2.1 Cemitérios Tradicionais

Os cemitérios tradicionais apareceram há aproximadamente 12 mil anos, através de sepulturas agrupadas em túmulos individuais e coletivos. Também foram identificadas construções cemiteriais há sete mil anos na Europa, incluindo construções de arquitetura monumental, com variedades de práticas distintas. Em conceito, cemitério é o local onde são depositados os restos mortais humanos. Os tradicionais são aqueles em que os corpos são alocados abaixo da terra, diretamente no solo, em construções, caixas para depositar os restos, caixões ou ainda restos em jarros e incinerações (CAMPOS, 2007).

Segundo Campos (2007) há aproximadamente cinco mil anos no Egito identificou-se a necessidade de proteger o local onde são alocados os corpos humanos, através de sepulturas construídas com tijolos, gesso ou outros materiais. Ao longo dos anos vemos a construção de necrópoles em áreas utilizadas para destinação de restos mortais humanos.

Autores discutem que há poucas vantagens na utilização tradicional de cemitérios, entre elas apresenta-se a facilidade de decomposição, em função do contato do corpo inumado com o solo. Entretanto, existe um dano colateral que deve ser destacado: a infiltração do lixiviado diretamente no solo, causando contaminações ambientais importantes. Ainda assim, é o tipo de organização cemiterial e de destinação final de restos mortais humanos mais frequente atualmente no Brasil (BETIATTO, 2015; ZANDONÁ 2018).

Entre as principais desvantagens do uso desse modelo de cemitério, destaca-se o potencial de contaminação para o solo e para as fontes de água superficiais e subterrâneas. O solo no local da sua implantação deve ser compatível com a atividade, pois dispõe um ambiente propício à propagação de diversas espécies de vetores patológicos. Apresenta, ainda, um alto custo de manutenção (ASSIS, 2010; ZANDONÁ, 2018).

No Brasil, de acordo com a Lei Nº 6015, de 1973 (BRASIL, 1973), que dispõe as informações pertinentes às ações para instalação de um cemitério, dito como “tradicional” devem ser observadas:

- sondagem geológica do terreno, com laudos completos, indicando a natureza do solo e a altura do nível d’água;
- projetos de esgotamento sanitário e águas pluviais, de abastecimento de água, de iluminação, instalações elétricas, gás e telefonia e das obras de contenção. Indicação da natureza da pavimentação das ruas, calçadas, alamedas e acessos à sepultura;
- projeto de sistema de drenagem que assegure o rebaixamento do lençol d’água ao limite de 3m abaixo do nível projetado para as áreas de sepultamento, quando a sondagem geológica o indique acima desse limite.

As construções concretadas para o depósito, acima ou abaixo do solo, dos restos mortais humanos em seus respectivos invólucros e urnas são denominados de carneiras. Essas carneiras serão feitas exclusivamente pela administração dos cemitérios, de modo que todas as sepulturas para os cemitérios do tipo tradicional devem manter um afastamento de três metros das divisas do terreno do cemitério (BRASIL, 1973; BRASIL, 2003; BRASIL, 2011).

À superfície das sepulturas onde houverem sido construídos carneiras poderão ser colocadas lápides ou erguidos monumentos comemorativos habilitados. Por ocasião das escavações, o empreiteiro deverá tomar todas as medidas de precaução necessárias para que não seja prejudicada a estabilidade das construções circunvizinhas, efetuando-se responsáveis, o dono da obra e o empreiteiro, pelos danos que ocasionarem (BRASIL, 1973).

Para atender essas ações, medidas de segurança e organização devem ser realizadas, dentre eles: os subterrâneos não terão mais de 5 (cinco) metros (m) de profundidade; as escadas de acesso serão revestidas de mármore, granito ou material igualmente perene; as saliências das carneiras e estruturas atingirão um

valor máximo de 0,20m sobre as ruas e a de 0,15m sobre os outros lados, depois de 2,00m de altura, não podendo haver saliências abaixo dessa altura (BRASIL, 1973).

De mesmo modo, havendo na soleira externa saliência vertical de 0,10m, as paredes horizontais e verticais das gavetas terão a espessura mínima de 0,10m; as paredes, piso e teto serão revestidos com material impermeável; as portas, que sempre existirão, serão de ferro, bronze ou de madeira chapeada (BRASIL, 1973; BRASIL, 2011).

Em Portugal, decreta-se que todo sepultamento deverá ser feito abaixo do nível do terreno nos cemitérios tipo parque e do tipo tradicional, salvo os sepultamentos nos cemitérios tipo tradicional, em gavetas, consolos ou prateleiras, abaixo ou acima do nível do terreno. Esses, por sua vez, como no Brasil, somente serão permitidos em construções definitivas, desde que tais construções possuam instalações previamente aprovadas pela autoridade estadual, que permitam enterramento em condições satisfatórias de higiene pública (GUANABARA, 1970; PORTUGAL, 1979).

2.2.2 Cemitérios Verticais

Segundo a Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003, cemitério vertical é um edifício, de um ou mais pavimentos, dotados de compartimentos. Nesses compartimentos são então inumados e/ou depositados os restos mortais humanos (BRASIL, 2003; ZANDONÁ, 2018).

Reitera-se, diante do demasiado crescimento urbano, que há uma 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 devem dispor de sistemas de inativação dos gases do lixiviado e de vedação, para que estes poluentes não sejam dispersados às áreas comuns onde circulam os visitantes e os funcionários do local. (CAMPOS, 2007; ZANDONÁ, 2018).

A legislação vigente sobre a constituição dos lóculos nos cemitérios verticais determina a utilização de materiais capazes de impedir a liberação de gases para as demais áreas, sendo essas de circulação de pessoas, bem como no meio externo, com materiais com características construtivas que impeçam o vazamento do fluidos cadavéricos ou lixiviados. Exige-se ainda que ocorra o tratamento ambientalmente

adequado desses efluentes gasosos (BRASIL, 1973; BRASIL, 2003; KEMERICH et al., 2014).

A solicitação para o estabelecimento de cemitério particular tipo vertical deverá obedecer às normas gerais em vigor e às condições estabelecidas no regulamento da República Federativa do Brasil, vigente desde sua publicação (BRASIL, 1973).

Este formato construído de necrópole faz utilização de menores áreas para sua construção, ausência de interferência do lixiviado junto ao solo, preservando às águas subterrâneas. Possui ainda baixa exigência quanto ao tipo de solo, facilidade de sepultamento, possibilita visitas em dias chuvosos, segurança no local e a possibilidade de sepultamento no período noturno. A grande desvantagem fica por conta do elevado valor cobrado a população para que possam fazer uso dos serviços deste tipo de empreendimento (CAMPOS, 2007; ZANDONÁ, 2018).

A construção denominada de cemitério vertical deverá conter no mínimo uma sala para culto religioso, detendo uma área mínimo de 20 m²; um local destinado ao acendimento de vela em área externa à edificação; três elevadores, dois dos quais, pelo menos, com dimensões suficientes para o transporte do caixão; um gerador de energia elétrica próprio, capaz de suprir as necessidades de todo o cemitério em caso de emergência (BRASIL, 1973; BRASIL, 2003; BRASIL, 2011; COSTA et al., 2017).

Sobre as estruturas internas, a legislação obriga a adotar altura interna mínima de cada pavimento igual ou superior a 2,6 m. Descreve ainda que as áreas de circulação e acesso aos jazigos deverão ter, no mínimo, 3 m de largura, dotados de ventilação (BRASIL, 1973; BRASIL, 2011).

Os jazigos são uma categoria de construção em um cemitério, usados para sepultar várias pessoas, geralmente de uma mesma família, todavia, também é visto como um monumento funerário. Comumente são observados em cemitérios chamados tradicionais, entretanto, são predominantes nos cemitérios verticais (BRASIL, 1973).

Essas construções devem obedecer, internamente, as seguintes dimensões mínimas: largura de 0,8 m; altura de 0,6 m e comprimento de 2,3 m. Destaca-se ainda que os jazigos poderão ser sobrepostos e justapostos, de modo a formar um conjunto, obedecida as seguintes características (BRASIL, 1973):

- a sobreposição poderá ser no máximo quatro jazigos por pavimento;
- a justaposição poderá ser no máximo vinte e cinco jazigos;

- a cada vinte e cinco jazigos justapostos deverá ser prevista a circulação de acesso.

2.2.3 Cemitérios Parque

Segundo a Resolução CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003 (BRASIL, 2003), cemitério parque ou jardim: é aquele predominantemente recoberto por jardins, isento de construções tumulares, cujas sepulturas são identificadas por uma lápide, ao nível do chão, e de pequenas dimensões”.

A solicitação para o estabelecimento de cemitérios tipo parque deverá obedecer às normas legais em vigor e as condições previstas, aplicando também as disposições referentes aos cemitérios do tipo tradicional (BRASIL, 1973).

Os projetos, além dos requisitos obrigatórios no cemitério tradicional, devem assegurar a manutenção das características de parque. Serão permitidas construções verticais de sepulturas sobrepostas para inumação de até três corpos, abaixo do nível do terreno. As sepulturas serão construídas em concreto armado com placas dimensionadas em 0,06 m de espessura mínima e terão tamanho mínimo de 2,20 m de comprimento, por 0,80 m de largura e 0,60 m de profundidade (BRASIL, 1973; BRASIL, 2003; BRASIL, 2006; COSTA, 2017).

Nos Estados Unidos da América (EUA) existem cemitérios parque utilizados com fins de lazer, bem como para realizar festas, piqueniques, ou ainda exercícios físicos, e outras atividades da vida cotidiana e social da população, nessas localidades podem ser apreciados ainda lagos e diversas espécies de plantas (COSTA, 2017). Essa prática não é comum no Brasil.

A cessão de direito de uso das sepulturas incluirá, obrigatoriamente, os preços do lote, da caixa ou das caixas de concreto armado, incluindo escavação, instalação, reaterro e reconstituição do gramado, da lápide e da floreira padronizada (BRASIL, 1973).

A identificação de cada sepultura será feita após o sepultamento, por meio de placa de mármore, ou de outro material permanente, em que conste o número da sepultura e o nome da pessoa ou pessoas sepultadas. Não são permitidas as construções sobre as sepulturas de qualquer edificação ou monumento (BRASIL, 1973).

Os cemitérios parque, devido à sua arborização e aparência, contribuem para uma harmonização com o ambiente urbano. Porém, esses tipos de necrópoles

apresentam como principal desvantagem 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 e ainda a proliferação de doenças (PAULA e SABBADINE, 2005; ZANDONÁ, 2018). Os cemitérios parque adequam-se a legislações da CONAMA, que realiza construção em concreto para impermeabilizar a área sepultada dos restos mortais humanos (BRASIL, 2003; BRASIL, 2006).

2.2.4 Cemitérios ecológicos

São chamados também de cemitérios verdes, uma vez que têm como característica marcante o fato de que não é realizado o plantio de gramado nesses locais, mas é mantida 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 (BORTOLASSI, 2012; COSTA, 2017; ZANDONÁ, 2018).

Entre as vantagens estão a ausência de uso de formaldeídos e maquilagens no preparo dos cadáveres que no local serão sepultados no cemitério ecológico, haja vista que esses produtos são grandes contaminadores ambientais (BORTOLASSI, 2012; ZANDONÁ, 2018).

Até mesmo a parte interna das câmaras funerárias, denominada coloquialmente de 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 lixiviado. Essas medidas apresentam-se eficazes na contenção dos resíduos cadavéricos que podem contaminar solo, água e ar (COSTA, 2017; ZANDONÁ, 2018).

2.2.5 Cemitérios floresta

Os cemitérios floresta, também são conhecidos como *Waldfriedhof*, ou bosque, organizados como uma floresta ou mesmo bosque, possuem como elementos dominantes 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 (PACHECO, 2007; HOLST, 2011; ZANDONÁ, 2018).

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; ZANDONÁ, 2018).

Após um processo de liofilização, os restos mortais humanos podem ser enterrados diretamente no solo, pois é transformado em adubo, através do processo de compostagem, em um tempo que varia de seis a doze meses. Recomenda-se plantar uma árvore ou roseira ao lado do “túmulo” como um símbolo do falecido, sabendo que o solo compostado sustentará a vida da planta (HOLST, 2011).

Pode-se observar que a destinação final dos restos mortais humanos é uma grande preocupação, entre os processos de inumação e até de destruição dos mesmos, bem como da destinação e redução de danos aos corpos humanos. Assim, a ciência busca cada vez mais soluções sustentáveis e que visem mitigar os impactos ambientais decorrentes da destinação de cadáveres humanos.

O Quadro 1 a seguir contém os tipos de cemitérios, suas vantagens e desvantagens e a legislação brasileira correspondente.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos tipos de cemitérios frente a legislação federal brasileira.

ORGANIZAÇÃO CEMITERIAL	VANTAGENS	DESVANTAGENS	LEGISLAÇÃO FEDERAL
Tradicional	Facilidade de decomposição pela proximidade ao solo; Pode ocorrer adaptação para modelos de consumpção aeróbia;	Potencial de contaminação solo e água; Potencial de vetores patogênicos; Maiores danos se não houver impermeabilização do solo; Alto custo de manutenção;	Brasil, 1973 Brasil, 2003 Brasil, 2006 Brasil, 2011
Vertical	Reduz a área física de construção horizontal; Reduz contaminação de solo e ar;	Alto custo privado para a população que o acessa.	Brasil, 1973 Brasil, 2003 Brasil, 2006 Brasil, 2011

Parque ou Jardim	Arborização e paisagismo que contribuem. Impermeabilização do lixiviado.	Alto custo para o acesso da população. Necessidade de grande área territorial para implementação do empreendimento.	Brasil, 1973 Brasil, 2003 Brasil, 2006
Ecológicos ou Verdes	Uso de materiais degradáveis. Ausência de uso de formaldeídos e maquilagens.	Pouca utilização e divulgação comercial.	Ausente
Floresta	Distante de áreas urbanas.	Não há tratamento do lixiviado. Elevados preços cobrados pelos serviços.	Ausente

Fonte: elaborado pelo autor com base legislação específica e em estudos

2.3 PROCEDIMENTOS REALIZADOS COM OS RESTOS MORTAIS HUMANOS

São múltiplos e diversificados os procedimentos que têm sido realizados com restos mortais humanos, de acordo com a causa morte, por exemplo, de pessoas com suspeita ou confirmação de COVID-19 deve ser realizado o mínimo de manejo possível, sendo proibido realizar tanatopraxia, tanatoestética, embalsamento ou abrir o saco impermeável com o corpo após vedado (MATO GROSSO, 2020).

De acordo com a Resolução Nº 335 da CONAMA (BRASIL, 2003), as principais práticas funerárias no Brasil consistem na inumação ou sepultamento, tumulação e cremação, todavia há outras atividades gerais e métodos ainda não regulamentados em território nacional, os quais nos cabe conhecer e analisar, conforme pode ser observado no Quadro 3.

Entende-se por “sepultura” como o local dentro do cemitério destinado à inumação de restos mortais humanos. Exceto a chamada cova rasa, toda sepultura deverá ser obrigatoriamente revestida, prioritariamente com concreto, sendo vedada e impermeável contra extravasamentos de fluidos, constituindo carneira. Excluem-se dessa disposição as gavetas, consolos e prateleiras e as sepulturas integrantes de cemitério do tipo vertical (BRASIL, 1973; BRASIL, 2003; BRASIL, 2017).

Somando-se a seu impacto ambiental geral, a popularidade crescente da cremação estimulou todo um mercado de opções criativas, com o intuito de fazer usos não comuns com os restos mortais, como enviar as cinzas para a órbita do espaço sideral, usar em pinturas sob encomenda, ou outros métodos de arte e até

mesmo, transformar as cinzas em diamantes, sinos de vento, banheiras de pássaros, tanques de gasolina para motocicletas e fogos de artifício (HOLST, 2011).

2.3.1 Transladação

A RDC Nº 33 (BRASIL, 2011) determina que: as cinzas devem ser transportadas em urnas funerárias; os restos mortais devem ser transportados após adequados procedimentos de conservação, sendo esses os processos as imersões e tanatopraxia com formaldeídos e ainda os embalsamentos. Quando houver necessidade de transporte através de portos, aeroportos e fronteiras, esses restos deverão ser armazenados em uma urna impermeável e lacrada, no compartimento de cargas do veículo.

Diferentemente do Brasil, o Decreto Nº 31 de 1979 de Portugal (PORTUGAL, 1979) regulamenta que há o livre-trânsito no transporte de restos mortais humanos dentro dos países que participam do acordo da União Europeia, desde que as autoridades emitam documento de certidão de transladação de corpos, após se ter assegurado de que:

- foram cumpridas as formalidades médico-sanitárias, administrativas e legais exigidas para a transladação de corpos de pessoas falecidas, para inumação e exumação, em vigor no Estado de partida;
- o corpo deve ser colocado em caixão cujas características sejam conformes às normas definidas no documento;
- o caixão não contém senão o corpo da pessoa mencionada no livre-trânsito e os objetos pessoais, destinados para inumação ou incineração, junto ao corpo.

Nesse mesmo Documento fica evidente que há uma preocupação com o lixo e os danos ao meio ambiente ainda no transporte de restos mortais humanos, exigindo um caixão estanque, contendo produto absorvente, bem como outras especificidades. Determina ainda que se não houver um responsável para receber um corpo, o cadáver deve ser entregue ao instituto médico legal.

Quando as autoridades competentes do Estado de partida entenderem necessário, o caixão deve estar munido de um aparelho depurador destinado a nivelar a pressão interior e exterior. O caixão deve ser constituído (PORTUGAL, 1979):

- ou por um caixão exterior de madeira cujas paredes terão espessura não inferior a 20 mm e por um caixão interior de Zinco (Zn) cuidadosamente soldado ou de outro qualquer material biodegradável;
- ou por um só caixão de madeira cujas paredes serão de espessura não inferior a 30 mm, reforçado interiormente por uma folha de zinco ou por outro qualquer material biodegradável;
- quando a morte for devida a doença contagiosa, o corpo será envolvido numa mortalha embebida numa solução antisséptica.

No Brasil fica proibido, em todo o território nacional, a prestação de serviço de conservação e traslado de restos mortais humanos em que o óbito tenha tido como causa doença infectocontagiosa que, porventura, venha a surgir, reconhecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Todavia, observa-se que pela ocorrência da Pandemia de Coronavírus em 2020, ocorreu a liberação, como citada pelo Estado do Mato Grosso, de transladação de corpos, desde que sigam as rigorosas as recomendações das normativas do MS, mas ainda estão vedados os serviços de conservação de corpos (MATO GROSSO, 2020).

Em território nacional (Brasil) é obrigatório para o traslado ou para procedimento de conservação de restos mortais humanos, a lavratura da Ata de Conservação de Restos Mortais Humanos além do atestado de óbito, devendo ser lavrada em três vias (BRASIL, 2011).

A legislação específica sobre a transladação de restos mortais humanos brasileira é extremamente rica de informações, especialmente quando comparada as normativas de Portugal. No Brasil as legislações federais, estaduais e municipais, embasam-se em outras complementares, como o tratamento dos restos mortais, segundo a Resolução Nº 358 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), que orienta a disposição dos restos mortais humanos de mesmo modo que aos resíduos sólidos dos serviços de saúde.

Nos casos em que os óbitos ocorreram com suspeitas ou confirmação de infecção pelo COVID-19 é imprescindível que o corpo seja alocado em um saco impermeável, identificando-o externamente, com informações sobre a pessoa morta, além de descrever ainda: risco biológico no contexto da pandemia por SARS-CoV-2/COVID-19, agente biológico classe de risco 3; de modo que não se faça necessário fazer a abertura do invólucro durante o transporte, ou ainda, até a destinação final dos restos mortais humanos (MATO GROSSO, 2020).

Ao verificar sobre transladação fica evidente que é um procedimento realizado em todas as situações que envolvem destinação de cadáveres humanos, pois independentemente do método de destinação escolhido, esse se dará em algum local específico, que comumente não será o local da morte. Desse modo é um item de transporte dos corpos ao destino *post mortem*, desse modo, não pode ser alterado e seus impactos são irrelevantes nesses resultados.

2.3.2 Inumação, tumulação e cova rasa

A inumação é o ato de enterrar o cadáver em sepultura ou cova rasa, seja esse procedimento junto à superfície, no subsolo, coberto com pedras ou terra. Utiliza-se este termo “inumação” para definir todos os métodos de sepultamento, independentemente do tipo de cemitério regularizado pelo CONAMA (BRASIL, 2003). Enquanto o termo “tumulação”, é usado para definir o ato de sepultar um cadáver em carneiras, gavetas ou construções de alvenaria abaixo ou a cima do solo (BRASIL, 2006; CAMPOS, 2007).

A inumação e a tumulação são as formas mais comumente empregadas para o sepultamento. O cemitério tradicional geralmente oferece as duas formas, os jardins e floresta utilizam somente a inumação no solo, e o vertical oferece somente a tumulação (THOMPSON, 2015; ZANDONÁ, 2018).

Nos sepultamentos por tumulação, dependendo das condições de impermeabilidade e confinamento, o produto da coliquação pode vir a solidificar-se de modo natural, polimeriza-se, reduz-se a pó e não permeia para o solo circunvizinho. Todavia, se os jazigos não atenderem essas necessidades pode tornar insalubre o ambiente e ocasionar infiltração nas paredes, irradiar mau cheiro, atrair insetos (KEMERICH et al., 2014; ZANDONÁ, 2018), bem como consequentes danos ao meio ambiente.

Os sepultamentos em cova rasa são permitidos somente nos cemitérios públicos, em trecho plano do cemitério e a profundidade mínima de 1,55 m, independentemente da idade da pessoa a ser sepultada. Admitir-se-á, excepcionalmente em cemitério particular, desde que decorrente de imperativo religioso e o cemitério se destine exclusivamente a membros da Associação Religiosa – Permissionária (BRASIL, 1973; CASCAVEL, 2007; SINOP, 2008).

Segundo as informações acima, desde a legislação de 1973 não houve mudanças da legislação nacional, porém existem acréscimos em municípios que

reforçam essa mesma legislação, além de atualizações com a importância de cuidados ambientais no método de utilização da cova rasa.

Para as covas rasas individuais os prazos para retirada de um cadáver são os mesmos de túmulos temporários: sete anos. É possível também anuir a utilização de ossuários perpétuos para o armazenamento dos ossos dos inumados em sepulturas temporárias, custeado pelos familiares e/ou responsáveis legais (VIDAL e RODRIGUES, 2015).

Na falta de qualquer documento e até apresentação do cadáver para a inumação, esse ficará depositado pelo prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas. Não apresentada a certidão de óbito, o administrador do cemitério deverá comunicar ao órgão competente (GUANABARA, 1970; BRASIL, 1973; PORTUGAL, 1979). Essa ação é semelhante tanto no território brasileiro quanto no luso-europeu.

Os sepultamentos não poderão ser feitos antes de 24 horas do momento do falecimento, exceto se a causa da morte for moléstia contagiosa ou epidêmica ou se o cadáver apresentar sinais inequívocos de princípio de putrefação. Não poderá, igualmente, qualquer cadáver permanecer insepulto, no cemitério, após 36 (trinta e seis) horas do momento em que tenha dado a morte, salvo se o corpo for submetido a processos adequados de conservação de restos mortais humanos (BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009).

Cada cadáver será sempre sepultado em caixão próprio. Os restos mortais humanos que tiverem sido autopsiados serão conduzidos aos cemitérios em caixão de zinco ou de folha de Flandres (BRASIL, 1973). Keijzer (2017), ao discutir sobre o forro que é colocado dentro dos caixões na inumação de restos mortais humanos, declara que o forro de algodão causa um impacto ambiental relevante e deve ser substituído por um outro tipo, absorvente e biodegradável, capaz de manter a função de absorver o lixiviado, reduzindo assim os danos ao meio ambiente.

Nos casos em que óbito se deu por confirmação ou suspeita de infecção pelo COVID-19, o corpo será alocado em um saco impermeável e o cerimonial será mantido com caixão de zinco (Zn) lacrado. Todos os profissionais de saúde e dos serviços funerários, devem fazer uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPI's) (MATO GROSSO, 2020).

De acordo com legislação presente durante a pandemia de 2020, que também afeta o Brasil, destaca-se que não devem ser realizados velórios para casos suspeitos ou confirmados de COVID-19 (MATO GROSSO, 2020). Isto porque há

como recomendação manter o distanciamento e isolamento social, como método de contenção da infecção.

Há um método criado de inumação que declara a possibilidade de reduzir os impactos ambientais com o sepultamento no solo, de restos mortais humanos. Dessa forma, a bióloga Masak fundou a empresa *Promess Organic Burial*¹, que desenvolve e oferece um método ecologicamente responsável através de liofilização ou preparo de cadáveres humanos, em que esses restos mortais podem ser alocados diretamente no solo, decompondo-se, servindo como adubo ao meio, chamado de compostagem (KEIJZER, 2011; HOLST, 2011; ROTHSTEIN, 2016).

Os impactos ambientais dos processos de inumação, bem como dos demais processos de disposição dos restos mortais humanos, aqui destacados, citados e explicitados estarão dispostos e discutidos no Capítulo 4, nomeado como “Resultados” e ainda, seus subcapítulos.

2.3.3 Consumpção aeróbia

Uma alternativa proposta para inumação em Portugal e também utilizada em diversos países, é a *Consumpção aeróbia*, que consiste na decomposição enzimática, com recolhimento dos líquidos, protegendo o meio ambiente dos resíduos fluídos cadavéricos (MORGADO e FERREIRA, 2018).

Os módulos de *consumpção aeróbia* são utilizados na construção de sepulturas e edifícios de gavetões ou carneiros com o objetivo de constituírem locais para inumações temporárias. As construções empregam tubagens independentes, uma com o objetivo de drenar os líquidos resultantes do processo de decomposição para uma caixa estanque e outra cuja função é possibilitar a circulação do ar. A aplicação de filtros depuradores de carvão ativado vai permitir que a libertação de gases ocorra com isenção total de odores (MORGADO e FERREIRA, 2018).

A construção destes módulos garante a selagem do local de inumação e assim assegura que não haja contaminação entre módulos, nem para o ambiente. As tubagens de lixiviados constituem um circuito fechado que os conduz para uma caixa estanque que dessa forma impede a contaminação ambiental. Através da confecção dos orifícios, nas carneiras, evita-se o acúmulo de resíduos dentro do sistema de tubagens (MORGADO e FERREIRA, 2018).

1 Método melhor descrito no Capítulo 2.2.7.

Esse sistema de destinação de restos mortais humanos tem sido amplamente discutido em Portugal, mas também são crescentes essas discussões em território brasileiro, como visto nos documentos legais próprios nacionais e municipais (PORTUGAL, 1998; PORTUGAL, 2016; BRASIL, 2006; LIBERATO SALZANO, 2016).

O Decreto Nº 411 (PORTUGAL, 1998) determina que a inumação em local de *consumpção aeróbia* de restos mortais humanos obedeça às regras definidas por portaria conjunta dos Ministros do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Saúde e do Ambiente. Deve-se manter o corpo por período mínimo de 5 anos (PORTUGAL, 2016). Caso seja realizada a inumação do cadáver e não estejam concluídos os processos de destruição de matéria orgânica, deve-se recobrir o cadáver, mantendo-o inumado por mais 2 anos, até a mineralização do esqueleto (PORTUGAL, 2016). No Brasil há esse mesmo regramento, exceto em casos de ordem judicial (BRASIL, 2006).

No município de Liberato Salzano, no estado do Rio Grande do Sul, há uma legislação pertinente, que redige e autoriza procedimentos com restos mortais humanos, incluindo ainda a opção de *consumpção aeróbia*, bem como dispõe sobre os tempos de exumação recomendados em situações previstas (LIBERATO SALZANO, 2016).

Esta redução do tempo de decomposição poderá otimizar o espaço físico nas zonas cemiteriais e resolver grande parte dos problemas que os cemitérios enfrentam na atualidade (MORGADO e FERREIRA, 2018).

2.3.4 Cremação

Cremação é o processo de oxidação à alta temperatura com transformação de restos mortais e redução do volume em fornos crematórios (CAXIAS DO SUL, 2009). Declara-se ainda que os ossos enterrados em ossuários públicos poderão ser periodicamente incinerados (BRASIL, 1973), instituindo assim sua utilização também para a destinação final de restos mortais humanos cemiteriais.

A cremação é um processo individual e irreversível de restos mortais humanos, em que o corpo (podendo ou não estar dentro de uma urna/caixão) é introduzido em um forno especial que suporta altas temperaturas, as quais podem chegar a 1.250°C. A cremação não deve ser confundida com a incineração, uma vez que na primeira o corpo e todo material que o acompanhou são reduzidos quase que

em sua totalidade a cinzas, pela retirada de água no processo; o segundo consiste em aplicação de fogo diretamente no cadáver (COSTA et al., 2017; ZANDONÁ, 2018).

Para muitos, a cremação é considerada um processo recente. Contudo, já no início do século passado Cicco (1906) apontava que a cremação é uma solução para destino “higiênico” dos restos mortais humanos, pois não gera contaminação dos solos, eliminando microrganismos. Há impactos ambientais gerados através dos gases liberados ao meio ambiente, entre eles as quantidades de mercúrio tanto liberada na atmosfera, como também no ecossistema, ou outros contaminantes, de acordo com o próprio estilo de vida da população (DA CRUZ et al., 2015). Cabe destacar que é possível realizar instalação de sistemas de manejo e captação desses resíduos, de modo a inibir o impacto ambiental.

A principal vantagem da cremação se dá em evitar a contaminação dos lençóis freáticos e destruir os microrganismos patogênicos (KEIJZER, 2017; COSTA et al., 2017). Vidal e Rodrigues (2015) relatam que os médicos no fim de Século XIX questionavam sobre a cremação emitir muitos gases, como o dióxido de carbono (CO_2) para o ambiente. Apoiavam-se em ideias de Lavoisier e Pasteur sobre decomposição, fermentação e excrementos cadavéricos, quando relacionavam à inumação.

Catroga (1998) relata que cremar significa remover o aspecto “sacro” da morte, sugere inclusive, ao eliminar os corpos, eliminar-se-iam as epidemias. Ao tempo, Vianna (1882) *apud* Schwyzer (2001), apontava que, desde o século XIX a cremação foi utilizada como uma solução para gastos econômicos e para redução do espaço utilizado pelos cemitérios.

A cremação pode consumir até 23 litros de óleo fluido e 0,5 Kg de carvão ativado. Na Suécia, a cremação sozinha é responsável por uma contribuição anual de um terço das emissões totais de mercúrio do País, de acordo com a empresa de enterro ecológico (HOLST, 2011). Recomenda o uso de gás natural como fonte de combustível no crematório, pois apresenta menor dano ambiental (BROCK, 2007).

Na cremação, o equivalente a 320 kg de CO_2 são gerados. A menos que medidas especiais sejam tomadas, substâncias tóxicas são liberadas, como o mercúrio do preenchimento dental (KREMER, 2017). O processo pode gerar entre 1 à 4 Kg de cinzas na cremação (BROCK, 2007).

Se faz necessário que metais como órteses e próteses sejam retirados do corpo antes do procedimento no forno crematório, quando possível. Ademais, em

alguns métodos, os metais no corpo, podem ser reaproveitados através da utilização de potentes imãs para segregar esses metais dos demais resíduos. Os ossos que restarem são triturados, transformando-os em pó com aspecto parecido com açúcar branco (BRASIL, 1973; BROCK, 2007; HOLST, 2011; KEIJZER, 2017; ZANDONÁ, 2018).

Esse produto resultante pode ser alocado em uma urna ou caixa de armazenamento e entregue aos familiares/responsáveis do falecido, ou ainda, realizar a devida destinação legal (KREMER, 2017; ZANDONÁ, 2018). Em vista ao mercado ideal de lucro com os restos mortais e a sua destinação, pode-se de fato compreender as ações da Igreja Católica em impelir a livre destinação das cinzas, como lançar no mar, utilizar em obras de arte ou ainda lançar esses resíduos no meio ambiente (ORDAZ, 2016). Entende-se que os fluidos de embalsamar os restos mortais humanos podem poluir as águas subterrâneas em um período que pode perdurar, entre 20 à 100 anos do processo de decomposição de um corpo.

A cremação de restos mortais humanos somente será feita na ocasião em que o mesmo houver manifestado a vontade de ser incinerado, no interesse da saúde pública ou 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, ou ainda, através de autorização de dois familiares em linha reta (cônjuge, pais, filhos e irmãos), maiores de 21 anos, mediante apresentação do atestado de óbito firmado por dois médicos ou por um legista. No caso de morte violenta é necessária a autorização de autoridade judiciária e um atestado de óbito firmado por um médico legista (BRASIL, 1973; THOMPSON, 2015; ZANDONÁ, 2018).

Se faz necessário uma Declaração de Vontade para que ocorra a cremação após a morte, contudo, a causa da morte também influencia nesses trâmites burocráticos. Quando a morte ocorre de forma dita como “natural”, se fazem necessários os seguintes documentos: 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 (BRASIL, 2004; BRASIL, 2009; ZANDONÁ, 2018).

Se o falecimento tiver ocorrido por morte violenta, é preciso apresentar alguns documentos específicos para que a cremação seja possível, essas exigências se fazem pois, depois de cremado, é impossível indicar a causa da morte

para um possível inquérito policial. Os documentos necessários, além dos anteriormente citados, são: 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 (BRASIL, 2004; BRASIL, 2009; ZANDONÁ, 2018).

2.3.5 Hidrólise alcalina

Neste processo, o cadáver é colocado em um cilindro de aço pressurizado sobre em uma grade com pequenos furos e deslizado para a câmara da máquina. O equipamento realiza a mensuração do corpo para calcular a quantidade de químicos necessária para o mesmo (KLOTZ, 2011; FERRER, 2018). Uma vez que o corpo está na câmara esta é selada e ele é imerso em uma quantidade de 425 a 500 litros (L) de água misturada com aproximadamente 15 a 20 litros de hidróxido de potássio (KOH), quantidade essa que varia de acordo com a massa do corpo a ser hidrolisado (KLOTZ, 2011; DA CRUZ et al., 2015; ZANDONÁ, 2018).

Uma bobina que atravessa a unidade gera vapor e aquece todos os ingredientes até alcançar a temperatura de 180°C, com um pH de 14, sendo que em seguida uma bomba de recirculação cria um efeito de redemoinho e ajuda o organismo a dissolver-se (KLOTZ, 2011; ZANDONÁ, 2018). Todos os tecidos, músculos, cabelos e unhas no interior da unidade são dissolvidos aproximadamente duas horas depois. Por fim, obtém-se os ossos que podem ser entregues, em pó, aos familiares, alocados em uma urna. Esse procedimento é legalizado em alguns lugares dos Estados Unidos e Canadá, mas não na Europa, porque o líquido restante do processo apresenta dúvidas ambientais (KLOTZ, 2011; DA CRUZ et al., 2015; KREMER, 2017; ZANDONÁ, 2018).

Além disso o processo requer cerca de 90 kWh de eletricidade para o seu adequado funcionamento na hidrolisação de um corpo, resultando em um quarto (1/4) das emissões de carbono produzidas na cremação por combustão, ou ainda consumindo um oitavo (1/8) da energia, apesar do custo de execução do processo ser aproximadamente o mesmo que a cremação, devido ao custo dos equipamentos e produtos químicos envolvidos (KLOTZ, 2011).

Na Holanda, a Organização à Pesquisa das Ciências Aplicadas declara que os fluidos corporais resultantes da hidrólise alcalina, podem voltar com segurança ao ciclo da água, por serem considerados como estéril, sem traços de DNA. Mas não

há consenso na comunidade científica sobre essa informação. Todavia, todos esses autores concordam que esse método apresenta um potencial de suavizar a pressão do espaço de sepultamento, o que em muitos países é um problema (KLOTZ, 2011; DA CRUZ et al., 2015; FERRER, 2018; ZANDONÁ, 2018).

O químico inglês Amos Herbert Hobson patenteou a hidrólise alcalina nos Estados Unidos, em 1888, para produzir fertilizante a partir de carcaças de animais. Os professores Dr. Kaye e Dr. Weber, patentearam um moderno tecido digestor, o qual tornou-se o primeiro sistema comercial de hidrólise alcalina para descarte de restos mortais humanos. Em 1993, na Escócia, o Dr. David Taylor desenvolveu um processo de hidrólise alcalina quente para destruir carcaças de vacas infectadas por encefalopatia espongiforme, conhecido popularmente como “doença da vaca louca”. Recentemente foi aprovada para uso comercial na decomposição de corpos humanos em diversos estados dos Estados Unidos da América (KLOTZ, 2011).

Para que a hidrólise seja mais eficaz devem ser controlados alguns fatores tais como o tamanho das partículas (trituração prévia dos restos mortais humanos), o controle de temperatura e tempo, o controle de O² atmosférico, para evitar a emanção de mau cheiro. O líquido proveniente da hidrólise pode depois ser tratado em conjunto com o chorume da exploração, com vantagens acrescidas tais como descritas (JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA, 2006):

- biossegurança: os restos mortais humanos são geridos na própria exploração em condições controladas, diminuindo a possibilidade de transmissão de doenças a outras explorações;
- o aumento da eficácia do processo tradicional de gestão de chorumes;
- a eliminação de elementos patogênicos;
- a melhoria da gestão da exploração, pois os restos mortais humanos e o tratamento dos chorumes são feitos no local, em tempo real.
- a produção de energia através de biogás é importante e para tal, podemos utilizar depósitos comunicantes, sem possibilidade de refluxo ou contato com a atmosfera.

Sá, Neto e Ribeiro (2018) apresentam o uso de hidrólise alcalina como meio eficiente, com pH específico, na remoção da Amoxicilina, observando 100% de inativação do substrato em efluentes. Demonstram assim a competência do processo em remoção de alguns produtos químicos que podem ser deletérios ao meio ambiente.

Esse é o único método descrito nessa pesquisa com potencial de inativação antimicrobiana, no caso aqui da Amoxicilina (SÁ, NETO e RIBEIRO, 2018). A importância desse dado se dá nos impactos que os efluentes apresentam na vida dos seres vivos, especialmente nas mutações microbiológicas ambientais. Estudo aponta que 25% das pessoas escolheriam esse método e dois terços concordam com sua aprovação em lei, baseando-se em dados de uma pesquisa publicada em 2017 (FERRER, 2018).

Nos Estados Unidos da América um equipamento de hidrólise alcalina, bem como as salas para acompanhar o processo, foram instalados no ano de 2012 com um custo de US\$ 750 mil, aproximadamente (KREMER, 2017).

O preço base para a cremação nos Estados Unidos da América em 2011 era de US\$ 494,21 e os da *Ressomation* ou hidrólise alcalina de US\$ 578,94, excluindo os demais custos funerários. Ao considerar os valores de preparo do corpo/tanatopraxia, traslado e outras taxas trazem os custos de ambos os procedimentos são similares, próximo à US\$ 2.700,00 (ROMANZOTI, 2011).

2.3.6 Liofilização

A liofilização também denominada por outras nomenclaturas como criodesidratação, criosecação, criomação, criolização ou freeze-dry, consiste em um processo diferenciado de desidratação de produtos, pois ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água previamente congelada seja submetida a sublimação (GARCIA, 2009; COSTA et al., 2017; FERRER, 2018).

Liofilização é um processo de estabilização, no qual uma substância é previamente congelada e então a quantidade de solvente (geralmente água) é reduzida, primeiro por sublimação e posteriormente por dessorção, para valores tais que impeçam atividade biológica e reações químicas, bem como, permear pelos processos de congelamento e secagem (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998; MARQUES, 2008; FERRER, 2018, COSTA et al., 2017).

O morto é congelado a uma temperatura de 0°F (-18°C), então alocado em um equipamento selado, imerso em aproximadamente 83 litros de nitrogênio líquido (ajustado ao tamanho do corpo), o cadáver é então congelado a -321°F (-196°C) cristalizando-se. Depois de duas horas, o nitrogênio líquido evapora na atmosfera,

em forma de gás nitrogênio (N₂) não-nocivo, que compõe naturalmente 78% da atmosfera da Terra (ROTHSTEIN, 2016, COSTA; 2017).

Esse processo envolve mais do que um congelamento, pois ao cristalizar, os restos tornam-se quebradiços, sendo então pulverizados através de vibrações e ondas sonoras, por sonares. Após são retirados implantes dentários e próteses diversas e os restos mortais são enterrados em uma caixa ecológica que se degrada naturalmente (FERRER, 2018, COSTA, 2017). Por fim, condensa-se um cadáver adulto a um peso entre 20 e 30 Kg de pó orgânico, inodoro, podendo fazer uso do mesmo em compostagem (KEIJZER, 2011; KEIJZER, 2017; ROTHSTEIN, 2016).

De acordo com o vídeo no site oficial da empresa *Promession*®, disponibilizado no Youtube sob o título “*Promession_Introduction of method*” (https://www.youtube.com/watch?v=4HD5Gt80H6s&feature=emb_logo), a instalação do equipamento necessita de uma área de 27m², porém são necessários para todas as etapas do processo 92m², para incluir:

- 1 área de segregação do caixão;
- 2 congelamento criogênico;
- 3 vibração;
- 4 liofilização;
- 5 separação de metais;
- 6 preenchimento e sepultamento.

Esse mesmo vídeo destaca ainda que um corpo humano de aproximadamente 70 Kg pode ser reduzido a 30Kg de partículas após o processo. Os restos podem ser depositados diretamente no solo, pois são removidos os metais que podem causar danos ao meio ambiente, além de não existirem no processo resultado microrganismos que sobreviventes. Após depositado no solo, entre 6 e 18 meses, todas as partículas são absorvidas e utilizadas como fontes de nutrientes para a terra e plantas.

O método de compostagem foi desenvolvido para substituir o enterro tradicional, é preconizado para redução de restos mortais humanos em fertilizantes, para adubar uma árvore ou arbusto, que pode ser plantado em área privada, estrutura cívica ou parque memorial (ROTHSTEIN, 2016). Esse processo se como destinação final dos restos mortais, após realizar a Liofinização com o corpo.

Os animais são depositados em um *container* biodegradável e, depois, enterrado em solo oxigenado, desintegrando-se em aproximadamente seis meses (KEIJZER, 2011; KEIJZER, 2017; ROTHSTEIN, 2016). “Os restos mortais são

enterrados em uma cova rasa e o solo vivo o transforma em adubo em cerca de seis a doze meses”, diz Wiigh-Mäsak, que recomenda plantar uma árvore ou roseira ao lado do túmulo como um símbolo do falecido, sabendo que o solo compostado sustentará a vida da planta (HOLST, 2011).

Den Boer, deputada Holandesa, propõe também a exploração da compostagem dos mortos, para sua decomposição de maneira natural até que só reste húmus que sirvam como fertilizantes (FERRER, 2018). 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 da América), o objetivo é transformar esses resíduos em adubo para plantas (ZANDONÁ, 2018).

Entre os motivos para a escolha dos processos teve-se: menor impacto ambiental; não existir gastos pós-morte (pagamento mensal ou anual pelo jazigo nos cemitérios); a possibilidade de colocar os restos mortais onde desejar, como os principais fatores (DA CRUZ, *et al.*, 2015).

A relação de preços para contratação desse serviço, bem como os seus custos foi buscada em bases de dados, sites da internet, artigos científicos e comunidade de mídia digital sem sucesso. Após contato com a empresa *Promession*®, obtivera-se a explanação de que esse método é uma proposta futura, já com comprovação de efetividade, porém sem disponibilidade de venda comercial, apesar de existirem projetos na Suécia, Alemanha, Holanda e Inglaterra, efetivamente ainda não há a possibilidade de liofilização de restos mortais humanos por empresas privadas ou funerárias.

2.3.7 Destinação final dos ossos

Após os processos de inumação completados, de acordo com as leis vigentes, os ossos poderão ser solicitados pelas pessoas autorizadas a requerer a exumação, de modo a serem depositados em ossuários, em cemitérios ou em templos religiosos, com a anterior vistoria e aprovação da Comissão Estadual de Controle de Cemitérios e Serviços Funerários, observadas as exigências legais vigentes (BRASIL, 1973).

Não sendo os ossos reclamados poderá a administração do cemitério incinerá-los ou enterrá-los em ossuário público ou outro, existente no cemitério.

Destinos idênticos podem ser dados pela administração do cemitério, aos restos mortais retirados das sepulturas consideradas sem conservação (BRASIL, 1973).

Nos cemitérios podem existir nichos perpétuos, em columbário, para depósito de ossadas exumadas. Podem existir ainda, mediante pagamento, depósitos de ossadas a serem conservadas temporariamente, não podendo esse depósito exceder o tempo de seis meses, findos os quais serão os ossos recolhidos ao ossuário geral ou incinerado (BRASIL, 1973).

2.3.8 Exumação

No Brasil, de acordo com a Lei Nº 6.015 (BRASIL, 1973), nenhuma exumação (retirada dos restos mortais de uma sepultura) poderá ser feita, exceto quando requisitada por escrito e na forma da lei, por autoridade competente, depois de decorridos três anos de inumação, lapso de tempo necessário à consumação do cadáver, desde que (BRASIL, 1973):

- cadáver sepultado como indigente;
- cadáver sepultado em sepultura arrendada, não renovado o arrendamento ou terminado o prazo máximo deste;
- exista requerimento de pessoas habilitada em se tratando de restos mortais humanos sepultados em sepultura perpétua.

A exumação, nas condições previstas na lei, será requerida à administração do cemitério pelo interessado, que provará a autoridade que autorize tal pedido, a razão do pedido, a causa da morte, o consentimento da autoridade policial se a exumação for feita para transladação do cadáver para outro local, o consentimento da autoridade consular respectiva se for feita para transladação do cadáver para país estrangeiro (BRASIL, 1973). No município de Caxias do Sul regulamenta-se que nenhuma exumação poderá ser efetuada nos cemitérios municipais, antes de decorrido o prazo mínimo de cinco anos para adultos e três anos para crianças, contados da data do sepultamento, exceto em virtude de requisição, por escrito, de autoridade judicial (CAXIAS DO SUL, 2009).

Quando a exumação for feita para transladação de restos mortais humanos para outro cemitério, dentro ou fora do Estado, o interessado deverá apresentar previamente o caixão para tal fim. Esse caixão, sempre de madeira de lei, ajustada com parafusos, será revestido inteiramente de lâminas de chumbo, com dois milímetros de espessura, perfeitamente soldadas, de modo a não permitir

escapamento de gases (BRASIL, 1973). Deve-se estar atento ao regramento de transladação.

Destaca-se ainda que se as diligências requisitadas da exumação forem feitas em virtude de requerimento de parte, deverá esta pagar todas as despesas. Todavia, caso o processo ocorrer por *ex officio*, nenhuma despesa será cobrada. Ainda, salvo as exumações requisitadas no interesse da justiça, nenhuma será feita em tempo de epidemia (BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009).

Um dos motivos aos quais se darão as exumações é a utilização dos terrenos para novos sepultamentos. A exumação, pelo decurso do prazo, dos restos mortais de pessoa falecida de moléstia contagiosa deverá ser previamente autorizada pelos órgãos competentes. As pessoas legalmente habilitadas a requerer a exumação poderão também solicitar que lhes sejam entregues as cinzas, em caso de incineração dos ossos (BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009; MORGADO e FERREIRA, 2018; ZANDONÁ, 2018).

Exumar um corpo, cadáver ou restos mortais humanos, significa retirá-lo do local para que possa ser realizada uma destinação final desses resíduos. Desse modo compreende-se que a exumação em si não deve ser discutida como um processo a ser modificado nesse contexto, porém é fundamental a sua apresentação, em relação aos danos ambientais, a qual está diretamente relacionada com o tempo de inumação, método de destinação dos restos mortais e técnicas próprias dos procedimentos envolvidos.

Os restos mortais resultantes de exumação definitiva, quando há completa esqueletização do corpo humano, deverão ser incinerados nos fornos crematórios. Após esse processo podem ser inumados em covas rasas, ou entregues aos familiares/responsáveis pelos restos mortais em urnas, se houver requisição legal desses (BRASIL, 1973; BROCK, 2007).

3 METODOLOGIA

Consiste em uma pesquisa documental e convergente assistencial. Esses desenhos de pesquisa compuseram duas etapas de trabalho. A primeira compreendida como aquela que busca identificar informações factuais nos documentos a partir de questões e hipóteses de pesquisa, permitindo acrescer a dimensão de tempo à compreensão dos aspectos sociais (SÁ-SILVA, ALMEIDA e GUINDANI, 2009). A segunda é uma relação direta entre a academia e a prática clínica. Devido a esse movimento, em alguns momentos há maior vínculo com o cuidado e em outros com a pesquisa (ROCHA, PRADO e SILVA, 2012).

A pesquisa documental foi desenvolvida por meio do acesso a dados públicos provenientes da plataforma do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, DATASUS (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>). Essa pesquisa culminou na elaboração de uma proposta de destinação dos restos mortais humanos a ser encaminhada para o município de Caxias do Sul, respeitando princípios ambientalmente adequados, possibilitando analisar e propor tecnologias para a destinação dos corpos, que permitam reduzir riscos a coletivos humanos.

3.1 NATUREZA DOS DADOS

Configura-se como quali-quantitativa e de caráter exploratória, conforme Moresi (2003), o objetivo de conduzir-se a uma pesquisa quantitativa se dá no fato de descobrir quantas pessoas de uma determinada população compartilham uma característica ou um grupo de características, além de ser projetada de modo a gerar medidas precisas e confiáveis que permitam uma análise estatística. Os pesquisadores quantitativos especificam com cuidado o projeto de pesquisa antes de coletar qualquer dado, após o planejamento seguem as etapas rigorosamente (POLIT e BECK, 2011).

Nesse estudo, os dados de natureza quantitativa referem-se ao número de corpos humanos ou cadáveres, no ano de 2018 da cidade de Caxias do Sul no estado do Rio Grande do Sul. Buscam-se os dados de total de óbitos referente às pessoas residentes no Município de Caxias do Sul, organizados com base no motivo declarado do óbito, obtidos pela pesquisa documental.

A pesquisa qualitativa por sua vez deve ser utilizada quando é desejado compreender o detalhamento em um fenômeno ou objeto (MORESI, 2003).

Conforme Polit e Beck (2011), os pesquisadores passam da proposição da questão a obtenção de uma resposta em uma sequência de etapas uniforme.

Uma pesquisa de caráter exploratória detém como principal objetivo verificar um fenômeno investigativo, de modo que o estudo principal tenha capacidade de adquirir maior compreensão e precisão, bem como testar a viabilidade de empreender o mesmo, e ainda, desenvolver métodos que possam ser empregados em uma investigação criteriosa. Este, por sua vez, permite ao investigador definir seu problema de pesquisa e formular suas hipóteses com mais esmero (PIOVESAN e TEMPORINI, 1995).

3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados documentais foram buscados através da base de dados DATASUS, os quais têm acesso gratuito por rede de internet entre, no período compreendido entre 01/08/2020 e 01/01/2021. As informações buscadas se deram com as variáveis “óbitos com residência no Município” e “causa da morte” para a Cidade de Caxias do Sul, no ano de 2018. Esses dados foram exportados em formato de planilha, para que pudessem ser compilados, estudados e analisados.

Nessa fonte foram levantados dados sobre a quantidade total de cadáveres gerados no ano de 2018 no Município de Caxias do Sul, uma vez que esses são os últimos dados completos disponíveis na plataforma durante a construção dessa pesquisa. Buscou-se ainda informações referentes ao destino dado aos restos mortais humanos na cidade em estudo, além da sistematização do conhecimento sobre seu manejo.

Dados sobre custos dos processos utilizados foram buscados junto as empresas funerárias de Caxias do Sul e Porto Alegre (consultando três empresas aleatoriamente, frente ao campo de buscas no site www.google.com), respectivamente, idealizando obter os valores da prestação dos seus serviços relacionados a translado, inumação, tumulação, cremação e cerimônia religiosa. Desse modo, fora realizada uma solicitação à empresa funerária de Caxias do Sul, de dados do município do ano de 2018 sobre números de inumações e cremações. Informações referentes as formas de manejo dos restos mortais humanos foram obtidas da bibliografia especializada, a fim de subsidiar a tomada de decisões e a elaboração da proposta de manejo em Caxias do Sul.

3.2.1 Procedimentos de registro, tratamento e análise dos dados

A organização dos dados se deu em uma *suite office* de aplicativos livres, *LibreOffice*, de acesso gratuito, opor meio do *download* na página do fornecedor (<https://pt-br.libreoffice.org/>). Nesse caso, por fazer uso da língua portuguesa, vernácula, buscou-se o programa nessa referida linguagem.

Os dados qualitativos sobre os processos de destinação de cadáveres, bem como os processos e danos ambientais ocasionados foram compilados e organizados em um quadro sináptico, de modo a auxiliar na visualização desses resultados e ainda na discussão da inter-relação dos mesmos junto à proposta de pesquisa e analisados segundo a análise temática de Minayo (2001; 2010).

Ao tempo que os dados quantitativos provenientes do DATASUS foram tratados através de estatística descritiva e narrativa. Enquanto que os dados de custeios das empresas prestadoras serviços funerários orientaram-se a tabulação, ocorrendo nova análise, convertendo todos os valores obtidos nessa pesquisa para US\$ (dólares americanos), compreendo que essa é a moeda internacionalmente utilizada.

O conjunto de dados e informações foram utilizados na pesquisa convergente assistencial, de modo a compreender e subsidiar a elaboração de uma proposta de manejo dos restos mortais humanos para o município de Caxias do Sul, com vistas a mitigação dos impactos ambientais.

Levantar custos com sepultamento e cremação nos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre, como uma das variáveis a serem consideradas na proposta de destinação. A escolha da cidade de Porto Alegre como comparativo ao estudo foi feita por ser a capital do estado do Rio Grande do Sul que pode ser analisada como parâmetro de custeios e de organização da economia local regional.

3.4 ASPECTOS ÉTICOS

Segui a regulamentação criada pelo Conselho Nacional de Saúde através da Resolução 466/2012 e 510/2016, sobre pesquisa em ciências humanas e sociais, considerando os delineamentos definidos, o projeto não foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016). Declara-se ainda que não há conflitos de interesses pessoais envolvidos na pesquisa, o envolvimento se deu, a fim de elucidar uma necessidade social, bem como, buscar alternativas as mesmas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por tratar-se de um mestrado profissional no qual o produto final pode ter outro formato, além da dissertação tradicional, o foco deste estudo é uma proposta técnica de destinação dos cadáveres humanos ao município de Caxias do Sul. No entanto, no percurso do estudo, outros produtos foram sendo elaborados.

Os resultados deste estudo consistem em três partes, apresentadas com vistas a titulação de mestre em engenharia e ciências ambientais, no programa de Mestrado Profissional da Universidade de Caxias do Sul:

- 1 Resultados e discussão seguido de considerações finais do estudo;
- 2 Elaboração da proposta a ser entregue ao Município para destinação de restos mortais humanos **Apêndice 1**;
- 3 Artigo publicado nos anais de evento internacional, conforme **Anexo 1**.

4.1 DADOS DE MORTALIDADE EM CAXIAS DO SUL

Segundo os dados do DATASUS, no município de Caxias do Sul, no ano de 2018, foram declarados 2807 óbitos de pessoas que residiam na cidade. Com relação ao sexo dessas pessoas há predominância do sexo masculino, com um total de 1477 (52,6%) óbitos declarados, seguido do feminino com 1330 (47,4%) mortes registradas.

De acordo com a empresa que monopoliza o sistema funerário no município, no ano de 2018 houve 2741 inumações de corpos humanos nos cemitérios da cidade, sejam eles em cemitérios públicos ou privados. A Instituição ainda declara que no referido ano foram realizadas 499 cremações de corpos humanos, representando 15,4% de todas os procedimentos com os restos mortais humanos, ou ainda 18,2% das inumações no Município. A soma das inumações em cemitério e das cremações totalizam 3240 destinações.

Há, dessa forma, 433 destinações de restos mortais humanos, para além dos dados oficiais declarados. É possível justificar esse fato pela abrangência do município, podendo realizar cerimoniais, sepultamentos e cremações de municípios vizinhos, ou de pessoas que não possuem como declaração de endereço de residência o próprio município.

Dos 2807 óbitos oficiais registrados das pessoas que residiam em Caxias do Sul no ano de 2018, há um total de 5841 causas de morte declaradas de acordo com

o Código Internacional de Doenças (CID-10). Este número se justifica, considerando que os registros das declarações de óbitos podem apresentar mais de um registro/CID, como fatores secundários e terciários que podem ter ocasionado a morte.

Observa-se que há um total de 5841 CID nas declarações de óbito de município em 2018, dentre esses cabe destacar as seguintes causas no Quadro 02.

Quadro 2 - Causas de óbitos presentes nas declarações de óbito de maior relevância das pessoas residentes no Município de Caxias do Sul de acordo com o CID, no ano de 2018

Causa de Morte por CID	Percentual
Neoplasias	12,6%
Doenças do aparelho circulatório	11,43%
Causas externas de morbidade e mortalidade	4,75%
Doenças do sistema nervoso	4,04%
Doenças do aparelho respiratório	3,86%
Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	3,78%
Diabetes mellitus	3,42%
Doenças infecciosas e parasitárias	1,31%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos resultados do DATASUS.

Importante destacar, ao analisar essas informações supracitadas no quadro 02, as especificidades possíveis das causas de morte declaradas para essas pessoas, uma vez que as circunstâncias da morte ou os procedimentos realizados com essa pessoa podem apresentar resíduos químicos, capazes de causar desequilíbrios e danos ambientais.

As neoplasias, por exemplo, como sendo responsável por 12,6% das causas de morte em Caxias do Sul em 2018, exigem tratamentos médicos que podem resultar em acúmulos de resíduos químicos no corpo humano. Durante esses tratamentos é comum o uso de diversas drogas, as quais devem ser considerados para decidir o melhor método de destinação dos restos mortais humanos. Cabe destacar que todas as pessoas em tratamento domiciliar, ambulatorial ou hospitalar que fizeram uso de medicamentos, terão a presença de fármacos e de seus compostos no corpo, os quais podem atingir o meio ambiente.

Há uma preocupação com as doenças infectocontagiosas, especialmente nesse momento de pandemia por coronavírus, relacionando aos restos mortais humanos e o método de destinação seguro. Em 2018 foram declarados 1,31% de doenças infecciosas e parasitárias nas causas de morte em Caxias do Sul e esse número pode ser expressivamente maior como decorrência da pandemia.

Evidencia-se que no município de Caxias do Sul há basicamente dois métodos utilizados destinação de cadáveres, a inumação ou tumulação dos corpos, em cemitérios tradicionais ou do tipo parque e também a cremação tradicional.

De acordo com as informações cedidas pela empresa funerária da cidade, não há inumação ou tumulação que tenham sido realizadas sem seguir o rigor técnico da CONAMA, ou seja, todas dispõem de adequado método de contenção de fluídos cadavéricos. Não há registros de sepultamento em cova rasa sem construção de contenção. Não há registros de *consumpção aeróbia*.

Em Caxias do Sul atualmente são realizados os seguintes procedimentos para destinação de corpos humanos:

- Translado;
- Inumação em cova rasa;
- Inumação em carneiro no solo;
- Tumulação;
- Cremação;
- Exumação.

Segundo a empresa funerária de Caxias do Sul, os métodos aplicados no ano de 2018 para destinação de restos mortais humanos foram a cremação (15,4%), a inumação e a tumulação (84,6%). Por sua vez, esses procedimentos se deram em cemitérios tradicionais públicos e privados, ou ainda em cemitério parque, privado. Todas as cremações registradas são em modalidade privada, sem apoio ou custeio dos órgãos públicos.

4.2 MÉTODOS E TECNOLOGIAS PARA O DESTINO DOS RESTOS MORTAIS HUMANOS

O quadro 3 apresenta uma sistematização do conhecimento sobre os procedimentos realizados com os restos mortais humanos, as principais vantagens e desvantagens gerados com suas atividades. O objetivo do quadro é facilitar a

análise e a comparação entre os diferentes processos para como subsídio a tomada de decisões quanto àqueles que serão indicados ao Município em estudo.

Quadro 3: Descrição dos procedimentos realizados com os restos mortais humanos de acordo com literatura pesquisada.

Destino	Definição	Vantagem	Desvantagem	Fonte
Inumação	Sepultamento em cova rasa, profunda ou junto à superfície. Pode apresentar meio de contenção, como uma construção de concreto, ou diretamente no solo ou não.	Método mais comum no mundo; Menor curso	Lixiviado pode contaminar o solo, pode atingir lençóis freáticos e depósitos aquíferos. Os fluidos de embalsamar e os restos mortais humanos, podem poluir as águas subterrâneas em um período que pode perdurar, entre 20 à 100 anos do processo de decomposição de um corpo	BRASIL, 2003; BRASIL, 2006; BRASIL, 1973; CASCAVEL, 2007; ZANDONÁ, 2018
Tumulação	Dispor o cadáver em carneira, ou sepultura temporária, lacradas após receber o corpo, com construção de contenção do lixiviado.	Necessário menor espaço físico de terreno para construção de alvenaria; Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no local de depósito do cadáver, podendo ser drenado.	Caso não ocorra a contenção e captação desses poluentes, eles podem contaminar o solo, a água e o ar.	MORGADO e FERREIRA, 2018; PORTUGAL, 2016; LIBERATO SALZANO, 2016; BRASIL, 2003.
Consumpção aeróbia	Sepultura temporária com uso enzimático que acelera a esqueletização, com o objetivo de drenar os líquidos e gases resultantes do processo de decomposição para uma caixa estanque e possibilitar a circulação do ar.	Menor tempo de uso da sepultura; contém a lixiviação; capaz de armazenar o lixiviado reduzindo a contaminação do meio ambiente; Custo mais alto que a tumulação, porém menor que os demais	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no sistema interno, sendo captado. Necessita um processo definitivo após a <i>consumpção aeróbia</i> para determinar o fim dos ossos esqueletizados.	CAMPOS et al., 2007; MORGADO e FERREIRA, 2018;
Cremação	Processo de oxidação por calor, com transformação de restos mortais em pó, através da desidratação, ocasiona a redução do volume do corpo	Lucrativo para iniciativa privada; Com bom manejo do forno e filtros pode reduzir os danos ambientais; Não há lixiviação de solo e contaminação de água durante o processo.	Liberação de gases tóxicos, como mercúrio e CO ₂ na atmosfera, se não houver um bom manejo. Consumo de óleo fluido, carvão ativado, gás natural, ou outros métodos de aquecimento do crematório, comumente empregados combustíveis fósseis no processo.	BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009; ZANDONÁ, 2018; KREMER, 2017; BROCK, 2007
Hidrólise alcalina	Uso de cilindro de aço pressurizado com KOH para dissolução dos restos mortais humanos. Resultado em fluidos líquidos, mas alguns processos podem gerar pó.	Promete resíduos livres de patógenos, porém há dúvidas sobre segurança pela União Europeia sobre esses fluidos e sua composição química.	Processo exige ainda uma destinação aos restos, de modo geral em líquido ou pó, variando com os métodos empregados. Não está disponível no Brasil.	KLOTZ, 2011; DA CRUZ et al., 2015; FERRER, 2018; ZANDONÁ, 2018

Liofilização	Processo de desidratação a partir de nitrogênio líquido	Promete resíduos livres de patógenos; Resíduos dos restos mortais em aproximadamente 30 Kg de pó, para um adulto médio de 70 Kg.	Não está disponível para comercialização. Alto custo pelos equipamentos e processos envolvidos.	GARCIA, 2009; COSTA et al., 2017; FERRER, 2018; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; MARQUES, 2008
Compostagem	Utilização dos restos mortais, após liofilização, como adubo orgânico	Promete resíduos livres de patógenos; Pode ser utilizado como adubo vegetal; Destino final com melhor desfecho ambiental.	Os métodos atuais dependem diretamente da Liofilização, que está com seu acesso indisponível a população mundial	KEIJZER, 2011; KEIJZER, 2017; ROTHSTEIN, 2016
Exumação	Retirada dos restos mortais do cadáver do local de inumação. Termo utilizado para remoção de cinzas e resíduos de restos mortais humanos		Lixiviado pode contaminar o solo, a água e o ar na retirada do processo de inumação. Em casos de esqueletos é necessário dar um destino final após esse processo.	BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009; ZANDONÁ, 2018

Fonte: elaborado pelo autor, com base nas referências supracitadas.

O Quadro 3 apresenta de modo descritivo e resumido os métodos de manejo com os restos mortais humanos, além de discutir os impactos ambientais gerados nesses processos. Desse modo auxilia no processo de análise sobre os mais adequados destinos para com esses cadáveres, no ponto de vista de vantagens e desvantagens ao meio ambiente.

Os resultados evidenciam que a inumação em sepultura profunda ou de cova rasa, bem como através da tumulação por si só, não apresentam danos ambientais significativos, uma vez que exista a drenagem e a vedação adequada dos fluidos cadavéricos, sendo através dos invólucros e mortalhas, tecidos absorventes das caixas funerárias, ou por meio das construções de alvenaria capazes de deter e impossibilitar o extravasamento de lixiviado no solo e lençóis freáticos. Caso esses procedimentos não sejam observados os danos ambientais ocorrem e são maiores na proporção da qualidade das construções.

Esses dados são fundamentais na discussão atual dos impactos ambientais dos cemitérios presentes nos centros urbanos. Todavia esses métodos não são capazes de barrar com qualidade adequada o extravasamento dos gases pútridos provenientes da decomposição cadavérica, sejam eles eliminados por poros, fissuras ou defeitos nas construções de contenção ou ainda expelidos nas ações de exumação dos restos mortais humanos.

Uma importante alternativa para frear, reduzir ou eliminar esse efeito na atmosfera, especialmente a adstrita aos cemitérios, é a implantação de módulos de

consumpção aeróbia, uma vez que esse sistema, com grande difusão no cenário lusitano, é conhecido por realizar a captação desses fluídos cadavéricos, de modo a não gerar a contaminação do meio ambiente.

Se faz fundamental destacar que a *consumpção aeróbia* acelera o processo de esqueletização dos restos mortais humanos. Ao estimular a decomposição dos corpos, reduz-se o tempo necessário para que eles fiquem armazenados nos cemitérios, em túmulos temporários, auxiliando no crescente problema de superlotação desses locais, devido ao exponencial aumento no volume populacional.

Ainda assim esses restos mortais humanos, provenientes e exumados, após o processo de *consumpção aeróbia*, necessitam de uma destinação final desses substratos. Assim sendo, há outros processos que podem ser aplicados, sendo os mais comuns a deposição em ossuários em covas rasas dentro dos próprios cemitérios, ou ainda o processo de cremação, o qual também necessitará de alguma ação para findar seus resíduos, chamados de cinzas ou pó.

A hidrólise alcalina é um processo que tem gerado dúvidas em instituições governamentais europeias, relacionado às amostras bioquímicas finais. Autores consideram esse procedimento estéril, livre de patógenos e de DNA humano. Porém deve-se manter o questionamento sobre os aminoácidos, enzimas e produtos de transformações químicas envolvidas, como o KOH.

Entre as principais vantagens da hidrólise alcalina, obtém-se o fato de que esse é único método que possibilitou a inibição do composto amoxicilina de seus resíduos. Dado importante na busca por redução de impactos ambientais a saúde dos seres humanos, em relação a presença de antimicrobianos no solo, cabendo destacar as crescentes evoluções microbianas com resistência aos antibióticos, motivo de preocupação entre aos profissionais de saúde e ambientalistas.

A análise dos impactos ambientais, dos custos de execução e possibilidade de retorno financeiro sobre os valores investidos, permite afirmar que os módulos de liofilização associado a compostagem e o processo de cremação apresentam os melhores resultados. Apesar de o processo de liofilização não ser economicamente explorado no momento, há dados importantes sobre seus efeitos na comunidade mundial, incentivando uma maior preocupação com a preservação do meio ambiente.

Outro aspecto a ser observado quando da definição dos processos a serem utilizados, além dos apresentados até aqui, são os custos relacionados a cada processo, tanto no investimento inicial, quanto nos destinados a cada evento.

A *consumpção aeróbia* não é um método praticado para destinação dos restos mortais humanos nos municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre. Por esse motivo não são apresentados os dados comparativos no Quadro 4, que apresenta custos praticados em Caxias do Sul e em Porto Alegre.

4.3 CUSTOS COM OS PROCESSOS DE DESTINAÇÃO DOS RESTOS MORTAIS HUMANOS

O custo de traslado entre municípios, segundo empresas prestadoras desses serviços, de Porto Alegre e Caxias do Sul (distância de aproximadamente 130 Km), baseia-se no Km rodado, ou seja, distância duplicada, uma vez que descreve sobre o trecho de levar os restos mortais e ainda o retorno ao município de origem. Os valores apresentados são de R\$ 2,60 (US\$ 0,48) pela funerária de Porto Alegre e de R\$ 5,30 (US\$ 0,98) pela empresa de Caxias do Sul, por Km rodado, lembrando que nesse caso a base de cálculo se dá em um valor aproximado de 260 Km. Apresentando um valor do transporte de US\$ 124,93 e US\$ 254,67, respectivamente.

Quanto aos valores de transporte dentro do próprio município, os mesmos variam entre US\$ 36,96 e US\$ 55,44. Todavia, existem ainda os custos cobrados pelas empresas funerárias sobre os serviços prestados como auxílio com a documentação, bem como sobre a assistência às pessoas, os quais também apresentam diferenças em relação aos valores, variando entre US\$ 55,44 à US\$ 258,74, nos dois municípios pesquisados.

Essa diferença de valores pode estar relacionada ao custo de vida local, mas também ao número de empresas que prestam esses serviços nas duas cidades. Sabe-se que o valor cobrado de modo comercial pelos combustíveis (como etanol ou gasolina) são distintos e de maior valor na Serra Gaúcha quando comparada a capital.

Esses dados são indícios importantes das diferenças acerca do custo de vida dessas localidades e, desse modo, a valoração econômica dos procedimentos fúnebres. A ausência de concorrência nesse ramo comercial em Caxias do Sul também ocasiona um aumento dos preços, uma vez que a concorrência é, de acordo com as leis de mercado, um importante fator para estimular o aumento no consumo, aumento de produção de produtos industrializados e processos, reduzindo assim o preço de venda ao consumidor.

Quadro 4: Comparativo de custos nos processos empregados para destinação de cadáveres entre Porto Alegre e Caxias do Sul em reais (R\$).

Descrição dos processos	Porto Alegre	Caxias do Sul
1. Transladação	R\$ 2,60 por km rodado	R\$ 5,30 por km rodado
2. Sepultamento, inumação, tumulação, pelo período de 3 anos	Entre R\$ 250,00 e R\$ 2.100,00, entre instituições públicas e privadas	Varia entre R\$ 200,00 e R\$ 450,00 (públicos) até R\$3.600,00 (privados)
3. Cerimônia para sepultamentos, incluindo preparo do local e do corpo	R\$ 1.250,00	R\$ 1.950,00
4. Caixão de Zinco	Varia entre R\$ 800,00 e R\$ 4.500,00	Varia entre R\$ 800,00 e R\$ 4.500,00
5. <i>Consumpção aeróbia</i>	Sem informação	Sem informação
6. Exumação	Varia entre R\$ 140,00 e R\$ 1.600,00	Varia entre R\$ 140,00 e R\$ 1.600,00
7. Cremação	R\$ 1.750,00	R\$ 3.120,00
8. Urna funerária para depósito de cinzas	Valor mínimo de R\$ 50,00	Valor mínimo de R\$ 40,00
9. Cerimonial que antecede a cremação incluindo preparo do local e do corpo	R\$ 350,00	R\$ 1.630,00
10. Inumação para casos suspeitos ou confirmados de infecção por COVID-19	R\$ 1.053,81	R\$ 1.559,31
11. Sepultamentos em cemitérios parque no período de 5 anos	R\$ 10.498,10	R\$ 13.670,00

Fonte: dados pesquisados pelo autor, nas respectivas referências descritas em cada capítulo.

Quando estabelecemos relação sobre as análises de valores, cobrados pelos serviços funerários para a destinação de restos mortais humanos em Caxias do Sul, o valor é próximo de 50% superior aos ocorridos em Porto Alegre.

Ao analisar o custo de cremação isoladamente, o valor da capital gaúcha é o equivalente a 56,08% do valor cobrado na cidade serrana. Entretanto, ao observar o custo desse procedimento associado ao cerimonial ecumênico que o antecede, o valor aumenta consideravelmente em Caxias do Sul, de modo que o preço cobrado na cidade de Porto Alegre corresponde a 44,21%.

Ao optar pela inumação em um cemitério parque, os quais são privados, em ambas as cidades aqui estudadas a diferença de valores é de 30,21%, superior no município de Caxias do Sul.

Na construção do quadro 5 deu-se a conversão de moeda, sendo que US\$ 1,00 equivalente a R\$ 5,41 na data de 17 de fevereiro de 2021. Os dados são

referentes aos procedimentos e serviços ofertados no município de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul, território do Brasil.

Quadro 5: Custos dos processos de destinação de restos mortais humanos no município de Caxias do Sul, convertidos para dólares americanos (US\$)

Processos de Destinação de restos mortais humanos	Custo em Dólares Americanos
Transladação	US\$ 0,98 por Km rodado
Caixão de Zinco	Entre US\$ 147,85 e US\$ 831,65
Inumação e Tumulação	Entre US\$ 64,88 e US\$ 221,77
Inumação em cemitério parque	US\$ 2.526,80
Cerimônia religiosa para o processo de inumação e tumulação, bem como o preparo do corpo, incluindo tanatopraxia	US\$ 360,38
Consumção aeróbia	US\$ 903,55, em Portugal no ano de 1999
Exumação	Varia entre US\$ 25,87 e US\$ 295,70
Cremação	US\$ 494,21 nos EUA US\$ 576,61 em Caxias do Sul, Brasil Construção de um crematório no Brasil US\$ 184.811,21
Cerimônia religiosa para o processo de cremação, inclui o preparo do corpo e a tanatopraxia	US\$ 288,31
Hidrólise alcalina	US\$ 578,94 nos EUA Construção do equipamento US\$ 700 mil
Liofilização, criodesidratação, criosecagem, criomação, criolização ou freeze-dry	Não há valor disponível ainda no mercado.
Compostagem	Não há valor disponível ainda no mercado.

Fonte: Dados pesquisados pelo autor nas respectivas referências descritas em cada capítulo.

A principal importância do Quadro 5, se dá na possibilidade de realizarem estudos futuros comparando as relações de custos desses métodos, inclusive com outros países. Também há a facilidade de conseguir avaliar os custos comerciais e diretos de diferentes métodos de destinação de restos mortais humanos, relacionando-os com o Quadro 4, que indica quais são as principais vantagens e desvantagens, bem como a viabilidade e o impacto ambiental dos mesmos.

Os custos com a inumação de cadáveres apresentam valores divergentes, mesmo em regiões próximas, como Porto Alegre e Caxias do Sul, sendo abaixo descritas para comparativo simples, além de exploradas de modo mais adequado no Quadro 4. Em Caxias do Sul existem 33 cemitérios, sendo dois desses de

administração pública municipal. Estes dois cemitérios públicos apresentam os menores valores para o “arrendamento” de um local de inumação temporária, com valores entre US\$ 36,96 e US\$ 83,17 para manter os restos mortais por três anos no local, sendo essas sepulturas temporárias em caráter de tumulação.

Ademais, nos outros estabelecimentos cemiteriais de Caxias do Sul, os valores para manter restos mortais em um local de tumulação temporária pelo mesmo tempo, pode variar entre US\$ 64,68 e US\$ 221,77. As diferenças entre os valores praticados justificam-se por serem instituições privadas, os quais também prezam por públicos e classes sociais distintas. Em Porto Alegre os valores gerais para manter os restos mortais humanos em uma sepultura por inumação temporária por três anos podem variar entre US\$ 46,20 à US\$ 388,10, entre as instituições públicas e privadas.

Os custos para inumação de restos mortais no cemitério parque de Caxias do Sul/RS é de US\$ 2.217,73, para o contrato de cessão de uso. Quanto a manutenção do jazigo, realiza-se ainda a cobrança de um valor anual de US\$ 61,84. Informam que os chamados “jazigos” são construções de concreto, os quais são depositados abaixo do solo, com organização para alocar dois cadáveres, cada um em sepultura individual. Os restos mortais podem ser exumados após 5 anos².

A referida empresa ainda destaca, que eles não realizam funerais, nem cerimonial, esses custos são apenas para a locação e inumação dos cadáveres. Sendo assim, as demais necessidades devem ser realizadas junto às empresas funerárias.

Ao discorrer sobre os valores simplificados de inumação, sem ato cerimonial, como por exemplo, utilizados nos casos de pessoas com suspeita ou confirmação de infecção por COVID-19, obtivemos os valores de US\$ 194,79 em Porto Alegre, e de US\$ 288,31 em Caxias do Sul. Cabe destacar que aqui devem ser acrescidos os valores de um caixão de Zn adequadamente vedado/lacrado, para transporte e sepultamento.

Ao verificar junto as empresas responsáveis por realizar os procedimentos com restos mortais humanos, também chamadas de indústrias funerárias, que comercializam os procedimentos mortuários, verifica-se que os custos com o velório, também chamado de cerimonial fúnebre, envolve gastos gerais que também devem ser considerados:

² Essas informações foram obtidas diretamente pelo pesquisador junto ao estabelecimento que gerencia o Cemitério Parque de Caxias do Sul em 14 de Dezembro de 2020.

- locação de um local para a cerimônia e velório;
- custo ecumênico e/ou religioso para celebração;
- custo com adornos, flores e decoração local;
- caixão ou urna para depositar os restos mortais;
- preparo do corpo (embalsamento, tanatopraxia e tamponamento);
- taxas e custos administrativos e pelos serviços funerários oferecidos.

Os valores cobrados por esses serviços, associados à cerimônia religiosa, pelas duas empresas funerárias consultadas são respectivamente de US\$ 231,01 para a empresa de Porto Alegre e de US\$ 360,38 para a de Caxias do Sul¹, para os “pacotes” com menores custos. Essa diferença de valores pode ser observada pelo custo de vida local, mas também pelo monopólio dos serviços fúnebres na segunda cidade citada.

Segundo dados solicitados às empresas funerárias de Porto Alegre e Caxias do Sul, o preço de um caixão de Zn deve ser acrescido ao custo do velório, podendo variar entre US\$ 147,85,00 à US\$ 831,65. Essa diversificação se dá, principalmente, pela ornamentação do invólucro agregando valor monetário e social, além da proteção e impermeabilidade exigidos pela legislação vigente.

Os módulos de consumo aeróbia por sua vez, devem ser analisados com muita cautela, uma vez que os valores apresentados se referem ao ano de 1999. Os artigos de Portugal (2016), Liberato Salzano (2016) e Morgado e Ferreira (2018) não apresentam valores atualizados sobre as construções ou custos da utilização dessas modalidades de destinação de restos mortais humanos. Além da redução de preço estimada a partir de 1999, há um ponto importante a ser destacado sobre a consumo aeróbia, que consiste na redução do tempo de tumulação do corpo até que ocorra a esqueletização, sendo assim, acelera o processo de uso do local de inumação dos cadáveres. Em um Município com capacidade esgotada dos cemitérios, esse processo deve ser avaliado, uma vez que aumenta a vida útil do cemitério e reduz concomitantemente o impacto ambiental decorrente da destinação dos corpos.

Ao observar o valor de uma cremação nos EUA (KREMER, 2017) foi possível comparar com o de Caxias do Sul e Porto Alegre, desse modo destaca-se em preços que o menor preço é o de Porto Alegre, em segundo lugar os Estados Unidos da América (Média do autor Kremer, 2017) e em terceiro o município de Caxias do Sul.

Os custos obtidos para esse processo junto as empresas do ramo apontam para US\$ 323,42 em Porto Alegre. Essa mesma instituição ainda fornece urna funerária, ao valor de US\$ 9,24. Caso os familiares optem por um cerimonial religioso, o qual se antecede à cremação, o valor cobrado é de US\$ 388,10. No município de Caxias do Sul o custo de uma cremação é de US\$ 576,61, havendo a possibilidade de adquirir uma urna funerária para alocar os restos mortais, sendo aqui, as cinzas funerárias, pelo valor de US\$ 7,39. Nas situações em que os familiares decidam realizar um cerimonial, pode ser realizada com preço definido. No orçamento da empresa consta Cremação, caixão simples para transporte até o crematório, transladação e ainda os custos administrativos e de atendimento familiar da empresa, com valor total de US\$ 877,85.

Cabe destacar que o processo de cremação aqui citado não apresenta valores de velório, o qual costuma ser uma prática cultural, religiosa, além de ocorrer a obrigatoriedade de tempo de espera entre o óbito e a destinação final desse cadáver e seus restos mortais, independentemente da escolha familiar.

Essa diferença de custeio se dá, provavelmente, pelas diferenças nos custos de vida entre as cidades de Porto Alegre e Caxias do Sul, além do destaque empregado no monopólio do setor na respectiva cidade da Serra Gaúcha.

Para construir e instalar em pleno funcionamento um crematório para restos mortais humanos, era necessário um investimento aproximado de US\$ 184.811,21 no ano de 2007, no Brasil. Esse custo, estima-se, pode ser recuperado na previsão de 2 anos e 7 meses (BROCK, 2007).

Outrossim, um crematório pode oferecer serviços sociais. Uma proposta é fazer uso de seus serviços em cremação de indigentes e peças anatômicas, bem como, descontos a populações carentes. O Estado pode ser beneficiado com essa ação, de modo a criar menos impactos ambientais, além de reduzir o efeito de superlotação dos cemitérios tradicionais. O custo alto das urnas funerárias pode ser substituído por modelos de materiais biodegradáveis (BROCK, 2007).

Em análise econômica e financeira, identifica-se que no ramo privado, em um mercado adequado, que ao realizar o investimento de construção e comercialização de cremação de restos mortais humanos, se faz possível obter o lucro de 5,433% ao mês, sobre o capital investido, superando a média de mercado, considerando não somente os custos de construção e implementação, mas também, equipamentos, mão de obra, profissionais, marketing entre outros (BROCK, 2007).

Ao realizar uma pesquisa com uma determinada população, Brock (2007) apresenta que 66% dos participantes relatam já ter pensado em cremação de seus restos mortais, ao tempo que 42% desejam ser cremados e ainda, 63% dos familiares afirmavam que respeitariam o desejo do falecido quanto ao método de tratar seu corpo.

Cabe destacar ainda, com relação aos processos crematórios, que ao longo dos anos as melhorias na tecnologia são evidentes, impactando positivamente na qualidade de vida das pessoas, bem como proporcionando menor custo com matéria-prima e mitigação dos impactos ambientais gerados.

Os crematórios, por sua vez, quando apresentados em comparativo ao equipamento que realiza a hidrólise alcalina corresponde a 26% do valor necessário para construção do mecanismo que utiliza o KOH para redução dos restos mortais humanos e para acelerar seu processo de decomposição química.

Acerca dos equipamentos, bem como dos processos de liofilização e compostagem, não foram obtidos custos por não ocorrer descrição dos mesmos na bibliografia consultada, o que dificulta o processo de análise de custo-benefício do ponto de vista econômico, os quais objetivam propor métodos alternativos capazes de mitigar os danos ambientais pelos processos realizados aos seres humanos após a sua morte.

Quanto a exumação de restos mortais humanos, ao questionar às empresas funerárias dos municípios de Porto Alegre e Caxias do Sul, tivemos valores entre US\$ 25,87 e US\$ 295,70 para exumar os restos mortais humanos, sendo os valores mais altos os cobrados pelo cemitério parque, em ambas as cidades. As variações desses valores se dão principalmente nos custos administrativos e de construção, uma vez que se faz necessário abrir a sepultura e descartar os restos cemiteriais, bem como, a urna que serão depositados os ossos. Fazem parte dos restos cemiteriais: roupas; caixão; demais itens usados na inumação. Também são considerados restos cemiteriais, os materiais de construção e itens utilizados no cemitério como terra, areia e ainda os fluidos mortuários.

4.4 IMPACTO AMBIENTAL DAS DESTINAÇÕES DE RESTOS MORTAIS HUMANOS

Kemerich et al., (2014) apresentam os cemitérios, bem como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, classificando-os como atividades com risco de contaminação ambiental. A razão dessa classificação é o solo em que estão instalados os cemitérios, funcionando como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. O processo de decomposição dos corpos ali presentes, liberam 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.

As variações nos impactos de sepultamento afetam outras categorias de impacto: toxicidade humana e formação de oxidante fotoquímico devido à manutenção do cemitério e ocupação do solo urbano devido à ocupação do solo. Essas mudanças mostram que o impacto do sepultamento é amplamente dependente da forma como o cemitério é gerenciado e do valor que é alocado à terra; por exemplo, se cemitérios são considerados valiosos espaços verdes na cidade, o impacto da ocupação do solo deve ser atribuído um valor de ponderação inferior e o impacto total torna-se muito mais baixo que a cremação ou incineração de restos mortais humanos (KEIJZER, 2017).

Assim sendo, nos ambientes cemiteriais, é de grande importância que a decomposição do cadáver ocorra dentro do período previsto, pois assim a reutilização da sepultura poderá ocorrer periodicamente, bem como o potencial de contaminação do corpo em putrefação não excederá o previsto. Quando analisadas sob o prisma ambiental, todas as formas de sepultamento causam algum tipo de impacto ambiental (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017; ZANDONÁ, 2018). Ainda assim é fundamental compreender as diferenças entre eles e analisá-las.

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; ZANDONÁ, 2018).

De mesmo modo, o uso de cosméticos, enrijecedores, conservadores e demais substâncias durante o processo de tanatopraxia, bem como os traços residuais do tratamento aplicado ao indivíduo antes do seu óbito, como são os quimioterápicos, os radioterápicos, os antibióticos, os anti-inflamatórios, dentre outras drogas e produtos químicos, podem estar presentes nos lixiviados (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015).

Outro aspecto de grande relevância ambiental se dá nos veículos de transmissão de diversas patologias, principalmente a água, elemento esse que pode estar contaminado pelo produto da coliquação, bem como ser transportado pelas chuvas, ou ainda pelo contato com as águas subterrâneas, desse modo, são chamadas de doenças de vinculação hídrica. Essas patologias de veiculação hídrica acarretam distúrbios gastrintestinais, tais como, vômitos, cólicas e diarreias, esses por sua vez, podem ser transmitidos por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos, todos possíveis de estarem no produto do lixiviado (ZANDONÁ, 2018).

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; ZANDONÁ 2018). Cabe destacar que as doenças de veiculação hídrica, bem como distúrbios gastrintestinais, podem ser transmitidas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e helmintos, germes que podem ser encontrados nos produtos da coliquação de restos mortais humanos (ZANDONÁ, 2018).

O saneamento básico e a qualidade da água para consumo humano, demonstram-se como grandes preocupações pela Vigilância Ambiental em Saúde, uma vez que diversas doenças de veiculação hídrica são responsáveis pelo aumento na morbiletalidade. Por conseguinte, a determinação das relações entre o meio ambientes e os efeitos na saúde da população permitem avaliar, prevenir, corrigir e controlar riscos aos quais a população pode estar exposta, ameaçando a qualidade da saúde, em todos os seus aspectos de bem-estar físico, mental e social (SCHNEIDER e STEDILE, 2015).

Devemos destacar também que o lixiviado, assim como os gases gerados na decomposição da matéria orgânica, dissipa-se no meio livre através de rachaduras existentes nos túmulos, quando o enterramento ocorre acima do nível do solo, ou através de rachaduras e decomposição do próprio caixão, quando o enterramento ocorre abaixo do nível do solo. O concreto, material mais comumente utilizado no revestimento de túmulos, por ser permeável, permite a penetração de

líquidos e gases para o ambiente e ainda a entrada de água nas sepulturas, seja devido à precipitação, seja devido ao afloramento dos lençóis freáticos livres (TONET, SCHNEIDER e LOVISON, 2015; COSTA et al., 2017).

Defende-se ainda sob mesmo aspecto a avaliação do funeral “verde”, idealizando o desenvolvimento de novos métodos, como um novo caixão, procedimentos de reciclagem de metal, manutenção de cemitério, edifícios de crematório ou projeto de monumento, de modo sustentável e que reduzam os impactos gerados ao meio ambiente (KEIJZER, 2017; COSTA et al., 2017).

O argentino Mauricio Kalinov elaborou um projeto de caixões descartáveis, nos quais se faz uso de papelão. Segundo o autor, essa alternativa é mais barata, além de auxiliar na preservação de árvores, uma vez que a quantidade de madeira necessária é 100 vezes menor, quando comparada a uma urna de madeira convencional. Destaca-se ainda que o papelão não emite fumaça tóxica além de não contamina as águas subterrâneas (COSTA et al., 2017).

Os impactos ambientais gerados em uma inumação, independente ao método de escolha, quando comparados com as outras atividades durante a vida de uma pessoa, é muito pequena, de acordo com dados sobre as ações danosas ao lençol freático, contaminação do solo e do ar (KEIJZER, 2017).

Sejam essas, práxis de vida laboral, lazer, educação, saúde ou com outros fins, frequentemente ocorrem contaminações ou poluições ambientais, através da utilização de meios de transporte, processos de agricultura, pecuária, exploração de bens e reservas naturais finitas ou ainda na industrialização em diversos ramos, entre tantas outras diligências. Significa que o homem é o ser vivo do planeta que mais gera impactos ambientais e ao longo do ciclo de vida, esses impactos tendem a ser menores em relação aos gerados pela decomposição do corpo humano.

De acordo com a plataforma Medscape (2021) estão disponíveis para consulta pública e gratuita informações acerca de diversos medicamentos, bem como seus mecanismos de ação e tempo de meia-vida, sendo assim, descreve-se abaixo fármacos e seus respectivos tempos de meia-vida:

- Atenolol, 4,6 a 35 horas;
- sulfadiazina associada a prata, 10 horas;
- cafeína, 5 a 96 horas (maior em neonatos);
- sulfametoxazol, 8 a 10 horas;
- carbamazepina, 25 a 65 horas;

- eritromicina, 1,4 horas;
- amoxicilina, 0,7 à 3,7 horas;
- anti-inflamatórios não esteroides (AINES), 1 até 51 horas, com variações de acordo com a idade;
- morfina, 2 a 13 horas;
- paracetamol ou acetaminofeno, 1 a 7 horas;
- tramadol, 7 a 11 horas;
- moxifloxacino, 15 horas;
- azitromicina, 68 a 71 horas;
- risperidona, 9 dias;
- haloperidol decanoato, até 3 semanas;
- quimioterápicos;
- necitumumab, a fase estacionária dura em média de 100 dias, com tempo de meia vida após essa fase de 14 dias;
- mitotane, 159 dias;
- lisocabtagene maraleucel presente no sangue por até 2 anos.

Os quimioterápicos radioativos podem apresentar até 60 dias de meia-vida. Agente quelante de tetrafosfonato se concentram e depositam nos ossos humanos, não havendo a descrição de um tempo de meia-vida conhecido. Drogas como *oportuzumab monatox* não tem dado de tempo de meia-vida e excreção apresentados, bem como outras diversas drogas quimioterápicas (MESCAPE, 2021).

Cabe destacar que a Hidrólise alcalina apresentou resultados positivos na destruição dos resíduos químicos de amoxicilina nos restos mortais humanos, todavia não há dados com relação a outras drogas. Outrossim, reforça-se a importância de incentivar pesquisas em relação a outros fármacos, auxiliando na tomada de decisão mais adequada nos procedimentos a serem realizados com corpos humanos.

É fundamental destacar que os tempos de meia-vida das drogas, descritos e estudados na literatura, estão relacionados ao metabolismo intracelular humano. Não há dados sobre o tempo de meia-vida ou decomposição desses fármacos quando liberados no meio ambiente (MESCAPE, 2021).

Ainda assim, cabe destacar que a destinação de restos mortais humanos, independentemente do método, é um procedimento de cunho frequentemente

cultural, todavia é fundamental rever esses processos de modo que a mitigação dos danos ambientais e também sociais, se façam possíveis, então possibilitar-se-á preservar os recursos naturais e finitos do planeta, além de melhorar a qualidade de vida da população.

4.5 PROPOSTA DE MANEJO PARA RESTOS MORTAIS HUMANOS

O conjunto de dados e informações sistematizadas como resultados até o presente capítulo, foram analisados e utilizadas para composição de uma proposta de manejo dos cadáveres e restos mortais humanos para o Município de Caxias do Sul, para além do que é realizado atualmente. Cabe destacar que em períodos de pandemia como o que ocorre com o COVID há mais de dois anos, muitas vezes a única alternativa viável é a disposição em covas rasas. Significa que em situações extremas, como em guerras e pandemias, muitos desses processos ambientalmente mais adequados não podem ser aplicados. A proposta resultante para o Município de Caxias do Sul encontra-se no Apêndice 1 dessa dissertação.

Corroboram com essas tomadas de decisões os dados apresentados no Capítulo 4.1 sobre as causas de morte no Município, de modo a fornecer bases quanto aos impactos ambientais gerados em casos de doenças infectocontagiosa, bem como pelo uso de fármacos distintos para tratamentos das pessoas, os quais residualmente podem transpor aos lençóis freáticos ou se depositarem no solo.

Ao optar pela construção de um crematório, segundo dados de Brock (2007), é possível recuperar o valor investido em um prazo de 2 anos e 7 meses, para empresas privadas. Todavia, ao analisar o aspecto de serviços públicos, demonstra que é possível em médio prazo reduzir significativamente a superlotação cemiterial, de modo a não gerar danos aos corpos hídricos e lençóis freáticos ou ainda, ao solo. Esse fato deve ser levado em conta no cálculo dos custos, além de a cremação ser capaz de destruir microrganismos e agentes patogênicos no seu processo.

Estudo demonstra que restos mortais humanos após o processo de cremação podem disseminar radiação no ambiente, destacando a preocupação quanto aos efeitos sobre os profissionais diretamente envolvidos no processo, submetidos diariamente a diversos corpos (YU et al., 2019). Porém, essa é uma pesquisa com a amostra de um único participante, sendo necessários novos estudos que esclareçam sobre o manejo de radiofármacos e os impactos ambientais que podem gerar. Cabe ainda discorrer sobre os demais fármacos, antimicrobianos, anti-

inflamatórios e quimioterápicos utilizados em vida e os danos que podem causar ao meio ambiente após a morte.

Para o manejo dos resíduos químicos e suas embalagens, existe a política de logística reversa estabelecida (BRASIL, 2017). Todavia, os resíduos químicos presentes nos corpos humanos que recebem os tratamentos, sejam em nível hospitalar ou ambulatorial, merecem atenção sobre o manejo, de modo a não contaminar solo e água. A hidrólise alcalina é o único método de destinação com dados que revelam ser capazes de destruir no seu processo os resíduos químicos de amoxicilina, todavia o pó resultante do processo necessita de uma disposição final, bem como a maioria dos processos descritos nessa pesquisa.

O método de consunpção aeróbia não apresenta dados ou informações acerca de destruição de microrganismos ou ainda sobre a redução dos contaminantes químicos presentes nos restos mortais humanos, ou sobre o tempo necessário nessas tumulações para que ocorra a inativação dos fármacos. Assim, deve-se buscar as informações específicas sobre o tempo de meia-vida de cada medicamento utilizado, como antimicrobianos, quimioterápicos e radioterápicos, de modo específico em cada cadáver para determinar o melhor método de destinação dos mesmos.

A análise da presença de produtos químicos na água é mais frequente. Estudos de Gaffney et al. (2016), por exemplo, mostra que dentre 34 compostos pesquisados, apenas sete fármacos foram quantificados em amostras de água para consumo humano, sendo eles atenolol, sulfadiazina, sulfapiridina cafeína, sulfametoxazol, carbamazepina e eritromicina. Principal contaminação sugere-se ser via agropecuária. A eritromicina consta como elevado risco para o ambiente, mas baixa para saúde humana no consumo.

Considerando o fato de que não há métodos eficazes na remoção de todos fármacos da água, por exemplo alguns psicotrópicos como a carbamazepina (GAFFNEY et al., 2016), o processo de consunpção aeróbia pode ser utilizado com essa finalidade por manter o corpo humano em uma tumulação por um tempo de três anos, tempo no qual esses fármacos são decompostos dentro da sepultura, devidamente vedada e apta para captar esses fluídos de modo a não contaminarem o meio ambiente.

Os modelos de inumação atualmente empregados são capazes de inativar os restos de fármacos antimicrobianos e anti-inflamatórios devido a decomposição própria, pelo tempo de meia-vida dos mesmos, desde que exista uma sepultura

adequadamente capaz de vedar os fluídos cadavéricos para não contaminarem o meio ambiente. Sendo assim, pode-se manter esse método de destinação de restos mortais humanos, desde que ocorra a fiscalização, bem como construções capazes de impermeabilizar as sepulturas. Todavia apresenta a desvantagem de um tempo mínimo de cinco anos de inumação antes de poder exumar os restos esqueletizados, necessitando uma disposição final.

Estudos demonstram que há contaminação de águas subterrâneas por necrochorume, água essa que é utilizada para o consumo humano, identificada a partir da detecção de *Clostridium perfringens* na água da região adscrita ao Cemitério do Campo Santo no município de Salvador na Bahia. Desse modo o consumo dessa água torna-se um risco aos moradores que a consomem (SANTOS, 2014; SANTOS, MORAES E NASCIMENTO, 2015).

Com base nesses resultados sugere-se que para o município de Caxias do Sul a adoção de mudanças nos cemitérios públicos, realizando construções de alvenaria com capacidade de estanque da lixiviação e assim efetuar modelos de *consumpção aeróbia*, bem como a alteração das modalidades de carneiros já existentes. Desse modo é possível acelerar o tempo de decomposição e esqueletização dos corpos e restos mortais humanos, aumentando a rotatividade de uso cemiterial.

Sugere-se ainda em um segundo momento a adoção de um crematório público municipal, o qual com as adequadas utilizações reduzem danos ambientais, podem gerar lucro ao poder público na comercialização com a população de maior poder aquisitivo, reduzir a contaminação de solo e água com a lixiviação dos restos mortais humanos e desse modo, reduzir os custos em saúde pública e de atenção primária, melhorando direta e indiretamente a qualidade de vida da população.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme mostram os dados, há diversos métodos para a destinação de restos mortais humanos, dentre eles, as inumações e as tumulações, *consumpção aeróbia*, cremação, hidrólise alcalina, liofilização e compostagem. A totalidade desses métodos estudados possuem vantagens e desvantagens em relação aos seus custos e aos impactos que geram sobre o meio ambiente.

Dentre os danos ambientais gerados pelos métodos de destinação final destaca-se a poluição do ar pelos gases gerados no processo de decomposição, a lixiviação que contamina os solos férteis, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo necrochorume que possui putrescina e cadaverina, altamente tóxicos ao ambiente, podendo interferir em diversas cadeias de produção e reprodução dos seres vivos. A inumação, desde que bem realizada com mecanismos de contenção, é capaz de barrar com qualidade adequada o extravasamento dos gases pútridos provenientes da decomposição cadavérica.

Dentre as principais causas notificadas de morte das pessoas que residem em Caxias do Sul, no ano de 2018 há uma maior prevalência de neoplasias (12,6%), seguidos de doenças do aparelho circulatório (11,43%) e causas externas (4,75%) respectivamente. Grande parte dessas patologias exigem um tratamento com diferentes fármacos e, no caso das doenças crônicas como as neoplasias, por longos períodos. Apesar de menor prevalência em 2018, as doenças infectocontagiosas (1,31%) são um dos motivos de preocupação ao realizar a destinação final dos cadáveres, especialmente nos anos de 2020 e 2021, devido a pandemia vivida pelo coronavírus, instigando à reflexão sobre métodos que mitiguem danos ambientais bem como promovam destruição de patógenos.

Entre os métodos apresentados na literatura, a *consumpção aeróbia* não é um método utilizado nas cidades pesquisadas de Caxias do Sul e Porto Alegre, portanto, não há dados comparativos. Ainda assim, ao analisar os custos de sepultamentos entre essas mesmas cidades, observa-se que a cidade da Serra Gaúcha apresenta um valor cobrado pelos serviços de inumação 58% superior ao da capital do estado em instituições privadas, todavia 20% menor em instituições públicas. Quanto aos cerimoniais da capital, o preço é 36% inferior ao da cidade comparada.

Os cemitérios parque também cobram um valor superior em Caxias do Sul de 23,2% quando comparado a Porto Alegre. Quando esses procedimentos

supracitados se dão em casos de suspeita ou confirmação de infecção por COVID-19, Caxias do Sul apresenta uma cobrança de serviços 32,42% superior aos de Porto Alegre. Todavia quando se avalia o valor de uma cremação, esse percentual acentua-se, correspondendo à 43,9% superior ao praticado em Porto Alegre.

A análise dos procedimentos e dos respectivos impactos ambientais da destinação de restos mortais humanos permite afirmar que a liofilização associada a compostagem e o processo de cremação apresentam os melhores resultados quanto aos impactos ambientais gerados. Apesar de o processo de liofilização não ser economicamente explorado no momento por seu alto custo de instalação, há dados importantes sobre seus efeitos na comunidade mundial, com a preservação do meio ambiente.

Especialistas ainda apontam a preocupação com a utilização dos caixões de zinco, especialmente recomendados no Brasil para sepultamento de pessoas que vieram a morrer vítimas de Covid-19. Compreende-se que a lixiviação química do zinco causa grandes danos ao solo e aquíferos, e sua utilização deve ser questionada em relação a segurança de seu uso e os danos futuros que poderão decorrer pelo inadequado manejo de resíduos e de restos mortais humanos. Essa mesma preocupação estende-se a outros materiais utilizados que sofrem lixiviação com os restos mortais humanos como plástico (estrogênicos) e madeira (conservantes, vernizes, tintas e impermeabilizantes).

Por fim é fundamental destacar que a práxis em ciência não se encerra em si, mas desponta novos horizontes na facilitação do conhecimento aos profissionais. Desse modo, essa pesquisa permite afirmar que há uma escassez de pesquisas com esse tema na atualidade, reduzidos incentivos aos profissionais para realizá-las e a ausência de incentivo público a estudos dessa natureza, fundamentais para conter os danos ambientais e subsidiar decisões aos gestores nas cidades, sem perder de vista o significado da morte em cada cultura e religião.

Esses resultados podem estimular profissionais que buscam contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população adstrita a construções cemiteriais, aperfeiçoar métodos de manejo e destinação de restos mortais humanos e ainda, reduzir custos públicos futuros, uma vez que essa proposta é capaz de mitigar os danos ambientais.

Cabe destacar que há limitações nessa investigação científica, as quais podem ser apontadas como sugestões as futuras pesquisas, destacando assim que uma pesquisa de campo avaliando a qualidade de solo e aquíferos nas proximidades

dos cemitérios, bem como a qualidade do ar, demonstram maior robustez aos resultados. Salienta-se ainda que equipes multiprofissionais apresentam maior probabilidade de ampliar o conhecimento específico sobre destinação de restos mortais humanos, pois a concentração de conhecimentos em diversas áreas, acelera o preenchimento de lacunas e busca de conhecimento nos campos da ciência.

O conhecimento de diversas áreas permite compreender com mais profundidade este objeto de estudo do ponto de vista jurídico, de saúde e doença (especialmente as infectocontagiosas), de biologia e biotecnologia, de geografia e geologia, de engenharias (especialmente a engenharia sanitária) e ainda na economia nacional e mundial, reforçando a necessidade de equipes interprofissionais nas buscas de soluções ambientais e tomadas de decisão sociais. Portanto, as principais dificuldades da pesquisa estiveram relacionadas a disponibilidade de pesquisas, publicações e legislações recentes em território nacional e mundial.

É fundamental que existam novas pesquisas que venham a corroborar com essas proposições, de modo a evidenciar as melhores tecnologias e produtos, com segurança e redução dos impactos ambientais para a destinação de restos mortais humanos. Desse modo, pesquisas sobre quais são os métodos capazes de mitigar os danos com materiais radioativos e com fármacos antimicrobianos e anti-inflamatórios, bem como sobre os efeitos dos gases eliminados pelos cemitérios na saúde da população que circunda essas construções, por exemplo, devem ser objeto de estudo dos pesquisadores, a fim de favorecer a tomada de decisão com segurança e efetividade em relação a proteção do meio ambiente.

5.1 PROPOSTA AO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL

Após analisar as aplicações tecnológicas disponíveis, bem como seus respectivos custos no município de Caxias do Sul, identifica-se que é viável propor outro método na destinação de restos mortais humanos dentro das instituições cemiteriais presentes, além de aproveitar os territórios já adquiridos para esse fim, através da construção de modelos de *consumpção aeróbia*, principalmente nos cemitérios públicos, de modo a acelerar o processo de esqueletização. Desse modo, se faz possível reduzir o tempo de inumação de cadáveres, de modo a atender as necessidades de túmulos para as crescentes necessidades de destinação.

Destarte, é de grande importância que ocorra a conscientização de utilizar métodos de destinação de restos mortais humanos ambientalmente sustentáveis, com preservação ambiental. Nesse caso, em específico do município referido, ressalva-se que investimentos públicos são necessários, podendo ser menor se realizados sobre os métodos já existentes, com melhoria no sistema de tumulação e fazendo uso de consumpção aeróbia.

Desse modo, para o município de Caxias do Sul, é de grande valor propor como uma alternativa a adoção de sistemas de consumpção aeróbia nos cemitérios tradicionais, uma vez que é capaz de acelerar o processo de decomposição dos corpos humanos, aumentando a rotatividade no uso dos túmulos cemiteriais, reduzindo os efeitos da superlotação cemiterial, além de garantindo a não contaminação do meio ambiente com a coliquação humana.

Outro método para investimento é a cremação pelo poder público, através da construção de um crematório o qual também pode fornecer serviços sociais, conscientização da população, com consequente redução da densidade populacional cemiterial. As vantagens desse método ao poder público são: reduzir os danos ambientais; gerenciar a superlotação dos cemitérios tradicionais; confeccionar urnas funerárias com materiais biodegradáveis, que por sua vez, podem ser inumados em cova rasa, mitigando os impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

ASSIS, A.; MAGNO, C.; MAURO, G.; et al. 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. Disponível em

https://www.researchgate.net/profile/Senia-Bastos/publication/227433258_O_CEMITERIO_DA_CONSOLACAO_COMO_ESPACO_DE_VISITACAO_TURISTICA_NA_CIDADE_DE_SAO_PAULO_SP/links/556c382408aec22683038f56/O-CEMITERIO-DA-CONSOLACAO-COMO-ESPACO-DE-VISITACAO-TURISTICA-NA-CIDADE-DE-SAO-PAULO-SP.pdf. Acesso em: 07 Janeiro 2021.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. xviii, 317 p. (Ciência, tecnologia, engenharia de alimentos e nutrição. ISBN 8573790482.

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. Disponível em:

<http://www.icepsc.com.br/ojs/index.php/gepesvida/article/view/72>. Acesso em: 15 Maio de 2020.

BORTOLASSI, C. C. **Cemitérios**: Fontes Potencialmente Poluidoras. Passo Fundo: Universidade De Passo Fundo, 2012. Disponível em:

<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2012-2/CASSI%CA%20CRISTINE%20BORTOLASSI.pdf>. Acesso em: 15 Maio de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução Nº 510/2016**. Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. Brasil: Ministério da Saúde, Brasília, DF. 07 de Abril de 2016. Disponível em:

<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>. Acesso em 20 de Abril de 2020.

BRASIL. Decreto Nº 9.177, de 23 de Outubro de 2017. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 de out. 2017. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9177.htm#:~:text=DECRETA%3A-Art.,sujeitos%20%C3%A0%20log%C3%Adstica%20reversa%20obrigat%C3%B3ria. Acesso em 15 de Março de 2021.

BRASIL. Lei Nº 6015, de 31 de dezembro de 1973. Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 31 de dezembro de 1973. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6015original.htm. Acesso em 25 de Maio de 2020.

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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 25 de Maio de 2020.

BRASIL. Lei Nº 13.484, de 26 de setembro de 2017. Altera a Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, que dispõe sobre os registros públicos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 de setembro de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13484.htm. Acesso em 25 de Maio de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A declaração de óbito**: documento necessário e importante / Ministério da Saúde, Conselho Federal de Medicina, Centro. Brasileiro de Classificação de Doenças. – 3. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 38 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos). ISBN 978-85-334-1614-7. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/agosto/14/Declaracao-de-Obito-WEB.pdf>. Acesso em 20 de Maio de 2020.

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. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2003_335.pdf. Acesso em: 12 de Setembro de 2020.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 abr 2005. Disponível em: https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/res_358.pdf. Acesso em: 15 de Junho de 2020.

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. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/17_01_2011_17.47.27.7dc5d81b315787de47e18cb128379567.pdf. Acesso em: 15 de Junho de 2020.

BRASIL. Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes da pesquisa, à comunidade científica e ao Estado. Publicada no **Diário Oficial da União (DOU)** nº 12 – quinta-feira, 13 de junho de 2013 – Seção 1 – Página 59. Brasília, 2012. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em 15 de Abril de 2020.

BRASIL. Resolução RDC Nº 33, de 8 de julho de 2011. Dispõe sobre o controle e fiscalização sanitária do traslado de restos mortais humanos. Ministério da Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jun. 2011. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0033_08_07_2011.html. Acesso em 23 de Agosto de 2020.

BRASIL. Resolução RDC Nº 306, de 07 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 Dez. 2004. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html. Acesso em: 24 de Abril de 2020.

BROCK, A. R. Plano de negócios para implantação de um crematório na região metropolitana de Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina [Trabalho de conclusão de curso de graduação, administração]. Florianópolis. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131324>. Acesso em: 24 jan. 2021.

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, São Paulo. 2007. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/pt-br.php>>. Acesso em 12 de Maio de 2020.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, v. 4, p. 1-18, 2009 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277201335_IMPACTOS_CAUSADOS_PO_R_NECROCHORUME_DE_CEMITERIOS_MEIO_AMBIENTE_E_SAUDE_PUBLICA. Acesso em 05 de Maio de 2020.

CASCAVEL. **Lei Nº 4.634/2007**. Cria normas para a instalação e funcionamento de cemitérios públicos, associativos ou particulares e dá outras providências. PARANÁ. Disponível em: https://www.camaracascavel.pr.gov.br/leis-municipais.html?sdetail=1&leis_id=70. Acesso em 16. Fev. 2021.

CATROGA, F. A cremação na época contemporânea e a dessacralização da morte. IN: **Revista portuguesa de história**, Lisboa. (s/n), 1980. Disponível em: https://digitalis.uc.pt/pt-pt/artigo/crema%C3%A7%C3%A3o_na_%C3%A9poca_contempor%C3%A2nea_e_dessacraliza%C3%A7%C3%A3o_da_morte_o_caso_portugu%C3%Aas. Acesso em: 28 de Abril de 2020.

CAXIAS DO SUL. **Lei complementar nº 338, de 11 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre o Serviço Funerário e sobre os Cemitérios localizados no Município de Caxias do Sul, e dá outras providências. Caxias do Sul/RS, 2009. Disponível em: <http://www.camaracaxias.rs.gov.br/Leis/LC/LC-00350.pdf>. Acesso em 12 de Abril de 2020.

CICCO, J. **Ligeiras considerações sobre o destino dos cadáveres perante a Higiene e a Medicina Legal**. Faculdade de Medicina da Bahia. Bahia: Typografia de Salvador. 1906. [Documento Histórico] Disponível em: <https://archive.org/details/101722124.nlm.nih.gov/page/n9/mode/2up>. Acesso em 15 de Maio de 2020.

COSTA, M. A. B; ANDRADE, J.H; FAJARDO, R. C. A; et al. Resíduos dos Serviços de Saúde: coleta e tratamento. I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana. Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de São Carlos. 25 a 27 de Outubro de 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcela_Costa5/publication/321156354_residuos_de_servicos_de_saude_coleta_e_tratamento/links/5a118b89a6fdccc2d79a8e36/residuos-de-servicos-de-saude-coleta-e-tratamento. Acesso em 28 Set. 2020.

DA CRUZ, N. J. T.; LEZANA, A. G. R.; DOS SANTOS, P; C. F.; et al. Cemitérios, crematórios e novas tecnologias fúnebres: impactos ambientais e preferências post-mortem na cidade de Maceió-AL. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**. Vol. 6 (Supl.

2). Abril, 2015 p.1058-72. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5559942>. Acesso em 08 de Outubro de 2020.

DATASUS. Ministério da Saúde DATASUS - Departamento de Informática do SUS. Copyright © 2008. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/>. Acesso em 10 de Agosto de 2020.

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. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/276500548>. Acesso em 22 de Ago 2020.

FERREIRA, M. T.; CUNHA, E. A decomposição cadavérica e as dificuldades de gestão dos espaços funerários. *Antropologia Portuguesa*, lss 30-31. **Coimbra University Press**, 2016. Disponível em: https://impactum-journals.uc.pt/antropologiaportuguesa/article/view/_31_4/2206. Acesso em 12 de Ago. 2020.

FERRER, I. Hidrólise, compostagem e restos mortais humanos pulverizados para a nova lei funerária holandesa. Liberais de esquerda, membros da coalizão de centro-direita no poder, querem atualizar os enterros para que sejam sustentáveis e atendam aos desejos dos familiares. **Jornal El Pais**, Haia, 24 de dezembro de 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/15/internacional/1542237294_281747.html. Acesso em 05 Set. 2020.

FINKLER, R; STEDILE, N. L. R.; SCHNEIDER, V. E. Saúde e meio ambiente: uma relação interdependente. In: SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. **Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno: 3. ed., ampl. e atual.** – Caxias do Sul, Educs, 2015. 584 p.; 24,5 cm. ISBN 978-85-7061-790-3.

GAFFNEY, V; CARDOSO, V; BENOLIEL, M. J.; et al. Contaminantes emergentes - fármacos: monitorização, avaliação do risco ambiental e do risco para a saúde humana. **Revista APESB - águas & resíduos**. IV.1 (2016). Disponível em: <http://publicacoes.apesb.org/biblioteca/assets/aer.2016.0102.pdf>. Acesso em 12 de Mar. 2021.

GARCIA, L. P. Liofilização aplicada a alimentos. 2009. 45p. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS, 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/138931671/Liofilizacao-Aplicada-a-Alimentos>. Acesso em 06 de Jan. 2021.

GUANABARA. **Decreto “e” nº 3707 de 06 de Fevereiro de 1970**. Regulamento que disciplina a criação, construção e funcionamento de cemitérios tipo tradicional, parque e vertical, bem como estabelece normas para o funcionamento das agências funerárias e casas de artigos funerários. Governo do Estado da Guanabara. Rio de Janeiro, 06 de fevereiro de 1970 - 82º da República e 11º do Estado da Guanabara. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/338154777/DECRETO-E-N%C2%BA-3-707-DE-06-DE-FEVEREIRO-DE-1970>>. Acesso em: 28 de Set. 2020.

HOLST, K. Swedish green-burial firm to turn frozen corpses in compost. **The Local SE**, Estocolmo, 3 de abril de 2011. Disponível em: <https://www.thelocal.se/20110413/33178>. Acesso em 05 set. 2020.

JOHNSON, S. O mapa fantasma: como a luta de dois homens contra a cólera mudou o destino de nossas metrópoles. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2008. 272 p.

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA. **Parecer do Comité Económico e Social Europeu sobre a «Destruição de restos mortais humanos de animais e utilização de subprodutos animais»** 23. Dez. De 2006. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2006:318:0109:0113:PT:PDF>. Acesso em: 16 de Mai. 2020.

KEIJZER, E. **Environmental Impact of Funerals: Life cycle assessments of activities after Life**. 2011. Report (Master Programme Energy and Environmental Sciences) – Center for Isotope Research University of Groningen, Groningen, 2011. 70 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/148285704.pdf>. Acesso em 26 de Jul. 2020.

KEIJZER, E. The environmental impact of activities after life: life cycle assessment of funerals. **Int J Life Cycle Assess** 22, 715–730. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11367-016-1183-9>. Acesso em 01 de Set. 2020.

KEMERICH, P. D. C.; BIANCHINI, D. C.; FRANK, J. C.; et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **REMOA** - V. 13, N. 5 (2014): Edição Especial LPMA/UFSM, p. 3777-3785. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14506/pdf>. Acesso em 12 de Set. 2020.

KLOTZ, I. Green Cremation Offers Clean Departure. **Discovery News**, Online, 6 sept. 2011. Disponível em: <https://www.nbcnews.com/id/wbna44397835>. Acesso em 10 Ago. 2020.

KREMER, W. BBC World Service. **Nada de cremação ou enterro: opção por dissolver corpo após a morte ganha adeptos**. [Jornal diário online] 22 maio 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-39998973>. Acesso em 10 de Dez. 2020.

LIBERATO SALZANO. LEI Nº 3461, de 24 de Março de 2016. Dispõe sobre o funcionamento, a utilização, a administração e a fiscalização do cemitério público municipal, e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rs//liberato-salzano/lei-ordinaria/2016/346/3461/lei-ordinaria-n-3461-2016-dispoe-sobre-o-funcionamento-a-utilizacao-a-administracao-e-a-fiscalizacao-do-cemiterio-publico-municipal-e-da-outras-providencias>. Acesso em 18 Set. 2020.

MARQUES, L G. Liofilização de frutas tropicais. 2008. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3870>. Acesso em 28 Set. 2020.

MATO GROSSO. **Portaria SES Nº 168 de 11 de maio de 2020**. Dispõe sobre o manejo dos corpos e Declarações de Óbito nos casos de óbitos de indivíduos suspeitos ou confirmados para COVID-19, ocorridos em unidades de saúde, hospitais, domicílios, casas de longa permanência e similares, durante o período configurado como situação de Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional em decorrência da propagação do novo coronavírus (SARS-CoV-2). Cuiabá/MT. 11 de mai 2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=395643> . Acesso em 25 de Set. 2020.

MEDSCAPE. Copyright © 1994-2021 by WebMD LLC. [WEBSITE]. Disponível em: <https://reference.medscape.com/drugs>. Acesso em 24 de Abr. 2021.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. 407 p. (Saúde em debate; 46)

Ministério da Saúde. **8ª Conferência Nacional de Saúde - Relatório Final**. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 1986.

MORESI, E. (org). Universidade Católica De Brasília – UCB. Brasília/DF. **Metodologia da Pesquisa**. 2003. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Brasília – DF. Março de 2003. Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~pdcosta/ensino/2010-2-metodologia-de-pesquisa/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>. Acesso em: 02 Out. 2020.

MORGADO, R. A. G.; FERREIRA, M. T. Inumação em modelos de consumpção aeróbia: Estudo tafonómico das consequências da utilização de caixão e acelerador enzimático na decomposição. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Coimbra/Portugal. Setembro de 2018. Disponível em: <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/86167/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Rui%20Morgado.pdf>. Acesso em 24 de Mai. 2020.

ORDAZ, P. Igreja Católica proíbe fiéis de jogar as cinzas dos mortos ou guardá-las em casa: Descumprimento da medida pode impedir funeral do falecido. **Jornal El País**. Roma, 26 de outubro de 2016. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2016/10/25/internacional/1477392380_549301.html?rel=listapoyo . Acesso em: 05 set. 2020.

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

PAULA, L. S.; SABBADINI, F. S. **Gestão do planejamento da capacidade em cemitérios municipais**. Rio de Janeiro: Unesa, 2005. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/332_Planecapacidade.pdf. Acesso em 12 de Outubro de 2020.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 318-325, Aug. 1995.

Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101995000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 Out. 2020.

POLIT, Denise F. BECK, Cheryl Tatano. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**: avaliação de evidências para a prática da enfermagem. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. ix, 669 p.

PORTUGAL. **Decreto Nº 31 de 16 de Abril de 1979**: Acordo Relativo à Trasladação de Corpos de Pessoas Falecidas. Ministério Público de Portugal. Disponível em: <http://www.ministeriopublico.pt/instrumento/acordo-relativo-trasladacao-de-corpos-de-pessoas-falecidas-0>. Acesso em 17 de mai. 2020.

PORTUGAL. **Decreto Nº 411 de 30 de dezembro de 1998**. Inumação e transladação de restos mortais humanos. Procuradoria-geral Distrital de Lisboa. Ministério Público de Portugal. Disponível em: http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=246&tabela=leis&so_miolo. Acesso em 17 de mai. 2020.

PORTUGAL. Regulamento n.º 772 de 2016. Regulamento de cemitérios da freguesia de Cedovim. **Diário da República** n.º 146/2016, Série II de 2016-08-01. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/75070828/details/6/maximized?serie=II&day=2016-04-18&date=2016-04-01%2Fen&dreId=75066612>. Acesso em 18 Set. 2020.

RAWORTH, K. **Economia donut**: uma alternativa ao crescimento a qualquer custo. Rio de Janeiro: Zahar, 2019.

REGO, J. P. **Esboço Histórico das Epidemias que tem gravado na Cidade do Rio de Janeiro desde 1830 a 1870**. [Documento histórico] Rio de Janeiro: Typografia Nacional, 1872. Disponível em: <https://digital.bbm.usp.br/handle/bbm/2765>. Acesso em 20 Mai. 2020.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano estadual de resíduos sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034**. Ministério do Meio Ambiente. Dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201905/03155041-pers-final.pdf>. Acesso em 12 de Mar. 2021.

ROCHA, P. K.; PRADO, M. L.; SILVA, D. M. G. V. Pesquisa Convergente Assistencial: uso na elaboração de modelos de cuidado de enfermagem. **Rev. bras. enferm.**, Brasília, v. 65, n. 6, p. 1019-1025, Dec. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672012000600019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 Mar. 2021.

ROMANZOTI, N. Hypescience. **8 formas de enterro esquisitas que estão se tornando comuns**. [web page] 14 de Setembro de 2011. Disponível em: <https://hypescience.com/8-formas-de-enterro-esquisitas-que-estao-se-tornando-comuns/>. Acesso em 18 de Set. 2020.

ROTHSTEIN, K. M. Propostas alternativas para cemitérios urbanos enquanto santuários e espaços de memória na contemporaneidade. **REVISTA M**. Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 126-146, jan./jun. 2016. Disponível em:

<http://seer.unirio.br/index.php/revistam/article/view/8114>. Acesso em 21 de Jun. 2020.

DE SÁ, T. A. P.; NETO, J. R. O.; RIBEIRO, T. S. S. Métodos de Remoção do Antibiótico Amoxicilina em Solução via Hidrólises Ácida e Alcalina. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 23, p. 25-32, 2 jan. 2018.

Disponível em: http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/421. Acesso em 21 de Set. 2020.

SÁ-SILVA, J. R. ALMEIDA, C. D. GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista brasileira de história & ciências sociais**. Ano I – Número I – Julho de 2019. Disponível em:

<https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351>. Acesso em 01 de Out. 2020.

SANTOS, A. G. S.; MORAES, L. R. S.; NASCIMENTO, S. A. M. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do cemitério do campo santo em Salvador-BA. **GESTA**, v. 3, n. 1 – Santos, Moraes e Nascimento, p.39-60, 2015 – ISSN: 2317-563X. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/12456> . Acesso em 21 de Junho de 2021.

SANTOS, A. G. S. **Qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano no entorno do cemitério do campo santo em Salvador/Ba**. 11/06/2014, 178 f. Dissertação (Mestrado): UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, Salvador. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2482660. Acesso em 24 Abr. 2021.

SANTOS, C. A. Ossadas removidas ao fim de três anos. Público. 08 de Fevereiro de 1999. @ 2021 **PÚBLICO Comunicação Social SA**. Disponível em:

<https://www.publico.pt/1999/02/08/jornal/ossadas-removidas-ao-fim-de-tres-anos-129304>. Acesso em 17. Fev. 2021.

SCHNEIDER, V. E.; PIEROZAN, E.; PANIZZON, T.; et al. Sistemas de tratamento de resíduos de serviços de saúde. In: SCHNEIDER, Vania Elisabete; STEDILE, Nilva Lúcia Rech. **Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno**. 3. ed., ampl. e atual. Caxias do Sul: Educs, 2015. 584 p.; 24,5 cm.

SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. **Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno**. 3. ed., ampl. e atual. Caxias do Sul, Educs, 2015. 584 p.; 24,5 cm.

SCHWYZER, I. Cremação & Cemitério higiênico: O olhar dos formandos de Medicina sobre os cadáveres (1882-1906). (Mestrado em História). Universidade Federal do Paraná. Curitiba/ PR, 2001. Disponível em:

<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24684/D%20-%20SCHWYZER%2C%20INGRID.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 12 de Abril de 2020.

SINOP. **Lei nº 1040/2008 data: 03 de julho de 2008**. Dispõe sobre a criação, construção, funcionamento e reforma de cemitérios públicos e particulares dos tipos tradicional, parque e vertical, bem como estabelece normas para seu funcionamento e administração no município de Sinop. Mato Grosso. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/mt/s/sinop/lei-ordinaria/2008/104/1040/lei-ordinaria-n-1040-2008-disciplina-a-implantacao-funcionamento-e-reforma-de-cemiterios-publicos-e-particulares-revoga-disposicoes-da-lei-n-0201983-e-da-outras-providencias>. Acesso em 16. Fev. 2021.

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. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/primeirosestudios/article/view/84289>. Acesso em 17 de Setembro de 2020.

TONET, E. M.; SCHNEIDER, V. E.; LOVISON, S. Impactos ambientais e resíduos decorrentes de sepultamento. *In*: SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. **Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno**. 3. ed., ampl. e atual. Caxias do Sul: Educs, 2015. 584 p.; 24,5 cm.

VIDAL, M. L. C. RODRIGUES, Claudia. **A febre amarela, os médicos e a cremação de restos mortais humanos no rio de janeiro das décadas de 1870 e 1880**. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro [Dissertação de Mestrado]. Programa de Pós-Graduação em História. 2015. Disponível em: http://www.unirio.br/cch/escoladehistoria/pos-graduacao/ppgh/dissertacao_monique. Acesso em 15 de Agosto de 2020.

WHO - **World health statistics 2018: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals**. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272596>. Acesso em 15 de Maio de 2020.

YU, N. Y.; RULE, W. G.; SIO, T. T.; et al. Radiation Contamination Following Cremation of a Deceased Patient Treated With a Radiopharmaceutical. **JAMA**. 2019; 321 (8): 803-804 Doi:10.1001/jama.2018.21673. Disponível em: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2725673?guestAccessKey=d1c4b9d2-5808-487c-a3ca-a6dd4d530da9&utm_source=JAMA%20Network&utm_medium=referral&utm_campaign=ftm_links&utm_content=tfl&utm_term=022619 . Acesso em 12 de Março de 2021.

ZANDONÁ, D. M. **Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de restos mortais humanos**. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018. Disponível em: http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4389/2/Daiane_Zandona_2019%20.pdf. Acesso em: 26 de Abr. 2020.

1 APÊNDICE 1 - PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DAS POSSIBILIDADES E ALTERNATIVAS PARA DESTINAÇÃO DOS CADÁVERES NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A contaminação do solo, da água e do ar pelos cemitérios são reais aspectos ambientais e de saúde pública, os quais devem ser rigorosamente avaliados, tendo em vista que existem sobre o tema legislações específicas e 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, portanto, de questões que transcendem 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 (KEMERICH, UCKER e BORBA, 2012; ZANDONÁ, 2018).

Após a morte ocorre um conjunto de alterações nos corpos, designados de fenômenos *post mortem*, ou seja, alterações que os cadáveres vão sofrer gradual e continuamente. A autólise e a putrefação constituem os dois processos mais comuns envolvidos na decomposição cadavérica. Esses acontecimentos são observados como capazes de causar danos ao meio ambiente, se não ocorrer um manejo adequado, liberando substâncias orgânicas e inorgânicas, bem como microrganismos patogênicos para o solo e os lençóis freáticos (MORGADO e FERREIRA, 2018; ZANDONÁ, 2018).

Um corpo humano (aproximadamente 70Kg) decomposto, libera um volume que pode variar de 30 à 40 litros de lixiviado, apresentando como principais características: viscosidade maior que a da água; densidade média de 1,23 g/cm³; polimerizável; cor acinzentada ou acastanhada; odor forte e desagradável; constituído aproximadamente por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, tais como, carga patogênica de bactérias, vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (C₄H₁₂N₂ butanodiamina) e cadaverina (C₅H₁₄N₂ pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes (CARNEIRO, 2009; ZANDONÁ, 2018).

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA FORMA DE DESTINAÇÃO DOS CORPOS NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL/RS.

Em conceito, cemitério é o local onde são depositados os restos mortais humanos. Os tradicionais são aqueles em que os corpos são alocados abaixo da terra, diretamente no solo, em construções (CAMPOS, 2007). É obrigatório um projeto de sistema de drenagem que assegure o estanque dos fluídos cadavéricos, a partir da sondagem geológica e de projeto de esgotamento sanitário (BRASIL, 1973).

Entre as principais desvantagens do uso desse modelo de cemitérios tradicionais com inumação e tumulação de restos mortais humanos destaca-se o potencial de contaminação para o solo e para as fontes de água superficiais e subterrâneas. O solo no local da sua implantação deve ser compatível com a atividade, pois dispõe um ambiente propício à propagação de diversas espécies de vetores patológicos (ASSIS, 2010; ZANDONÁ, 2018).

Com relação aos cemitérios parque, a cessão de direito de uso das sepulturas incluirá, obrigatoriamente, os preços do lote, da caixa ou das caixas de concreto armado, incluindo escavação, instalação, reaterro e reconstituição do gramado, da lápide e da floreira padronizada (BRASIL, 1973). Em Caxias do Sul há o custo de manutenção anual de US\$ 61,84 com organização para alocar dois cadáveres, cada um em sepultura individual. Os restos mortais podem ser exumados após 5 anos, desde que exista a esqueletização.

A principal vantagem da cremação se dá em evitar a contaminação dos lençóis freáticos, bem como em destruir os microrganismos patogênicos (KEIJZER, 2016; COSTA et al., 2017). Sobre o capital investido, supera a média de mercado, considerando não somente os custos de construção e implementação, mas também, equipamentos, mão de obra, profissionais, marketing, entre outros (BROCK, 2007).

3. VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA DEFINIÇÃO DOS PROCESSOS DE DESTINAÇÃO

Muitas são as variáveis que precisam ser analisadas para a proposição de formas ambientalmente mais adequadas de destinação dos restos mortais humanos. Para essa proposta foram levadas em conta:

- os métodos disponíveis no município;
- os impactos ambientais identificados na bibliografia;
- os recursos disponíveis para implementação de melhorias nas formas atuais ou para implantação de novas formas de destinação;
- o aceite da comunidade local considerando sua cultura;

- os custos diretos e indiretos envolvidos.

3.1 Possibilidades existentes para destinação de cadáveres humanos

A fim de subsidiar o processo de decisão é apresentado o Quadro 1 que sistematiza informações básicas a cerca dos processos de destinação dos restos mortais humanos e seus respectivos custos.

Quadro 01: Procedimentos e custos no manejo de restos mortais humanos em Dólares americanos US\$

Procedimento	Descrição das ações	Características, danos, ou Impactos ambientais	Custo em Dólares US\$
Inumação	Sepultamento ou deposição de restos mortais humanos em cova rasa, profunda ou junto à superfície. Pode apresentar meio de contenção, como uma construção de concreto, ou diretamente no solo. (BRASIL, 2003; BRASIL, 2006)	Lixiviado pode contaminar o solo, pode atingir lençóis freáticos e depósitos aquíferos. Os fluidos de embalsamar e os restos mortais humanos podem poluir as águas subterrâneas em um período que pode perdurar, entre 20 à 100 anos do processo de decomposição de um corpo.	Varia entre US\$ 64,88 e US\$ 221,77 Em cemitério parque: US\$ 2.526,80
Tumulação	Dispor o cadáver em carneira, ou sepultura temporária, lacradas após receber o corpo (CAMPOS et al., 2007).	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no local de depósito do cadáver, podendo ser drenado. Caso não ocorra a contenção e captação desses poluentes, eles podem contaminar o solo, a água e o ar.	Varia entre US\$ 64,88 e US\$ 221,77
Consumção aeróbia	Sepultura temporária com depósito enzimático que acelera a esqueletização, com o objetivo de drenar os líquidos e gases resultantes do processo de decomposição para uma caixa estanque e possibilitar a circulação do ar (MORGADO e FERREIRA, 2018; PORTUGAL, 2016; LIBERATO SALZANO, 2016)	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no sistema interno, sendo captado. Acelera processo de decomposição, possibilitando novo uso da sepultura, porém, necessita um processo definitivo após a <i>consumção aeróbia</i> , para determinar o fim dos ossos esqueletizados.	US\$ 903,55 em Portugal no ano de 1999
Cremação	Processo de oxidação por calor, com transformação de restos mortais em pó, através da desidratação; ocasiona a redução do volume do corpo (BRASIL, 1973; CAXIAS DO SUL, 2009; ZANDONÁ, 2018; KREMER, 2017; BROCK, 2007).	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no sistema interno, sendo captado. Acelera processo de decomposição, possibilitando novo uso da sepultura, porém, necessita um processo definitivo após a <i>consumção aeróbia</i> , para determinar o fim dos ossos esqueletizados. Se não houver manejo adequado, os liberados os fluidos apresentam impactos ambientais em solo, água e ar.	US\$ 494,21 nos EUA US\$ 576,61 em Caxias do Sul, Brasil Construção de um crematório no Brasil US\$ 184.811,21
Hidrólise alcalina	Uso de cilindro de aço pressurizado com KOH para dissolução dos restos mortais humanos, resultando em fluidos líquidos ou pó (KLOTZ, 2011; DA CRUZ et al., 2015; FERRER, 2018; ZANDONÁ, 2018).	Promete resíduos livres de patógenos, porém há dúvidas sobre a segurança pela União Europeia sobre esses fluidos e sua composição química. Processo exige ainda uma destinação aos restos, de modo geral em líquido ou pó, variando com os métodos empregados. Indisponível no Brasil.	US\$ 578,94 nos EUA Construção do equipamento US\$ 700 mil

Liofilização, criodesidratação, criosecação, criomação, criolização ou freeze-dry.	Processo de desidratação a partir de nitrogênio líquido.	Resíduos dos restos mortais em aproximadamente 30 Kg de pó, para um adulto médio de 70 Kg. Não está disponível para comercialização. Alto custo pelos equipamentos e processos envolvidos. Promete resíduos livres de patógenos.	Não há valor disponível ainda no mercado.
Compostagem	Utilização dos restos mortais, após liofilização, como adubo orgânico	Os métodos atuais dependem diretamente da Liofilização, que está com seu acesso indisponível a população mundial.	Não há valor disponível ainda no mercado.

Fonte: Elaborado pelo autor com base na bibliografia

É de grande importância destacar que são conhecidos diversos métodos de destinação de restos mortais humanos, dentre eles, as inumações (bem como as tumulações), consumpção aeróbia, cremação, hidrólise alcalina, liofilização, criolização e compostagem. Todas essas modalidades apresentam vantagens e desvantagens, bem como em sua relação com custos econômicos e os impactos ao meio ambiente.

Dentre os danos ambientais gerados pelos métodos de destinação final destaca-se a poluição do ar pelos gases gerados no processo de decomposição dos restos mortais humanos, a lixiviação de solos férteis, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo necrochorume o qual, possui putrescina e cadaverina, altamente tóxicos ao ambiente, podendo interferir em diversas cadeias de produção e reprodução dos seres vivos.

Os procedimentos chamados de Liofilização, criodesidratação, criosecação, criomação, criolização ou ainda freeze-dry são sinônimos, mas diferem-se de compostagem. Nenhuma dessas ações com restos mortais humanos é comercializável, sendo assim, não possuem valores disponíveis para contratação dos serviços ou instalação dos módulos com vistas a destinação dos restos mortais humanos da população mundial. Assim, optou-se pela proposição descrita a seguir.

4. PROPOSTA DE MANEJO DO PROCESSO EM CAXIAS DO SUL

Os módulos consumpção aeróbia em Portugal no ano de 1999 se davam com custo de US\$ 903,55 por sepultura, a qual é reaproveitada por outros corpos humanos a cada três anos, não apresentando então novos custos, apenas manutenções nos túmulos. Para o município de Caxias do Sul, é de grande valor propor como uma alternativa a adoção de sistemas de consumpção aeróbia nos cemitérios tradicionais, uma vez que esta é capaz de acelerar o processo de decomposição dos corpos humanos, aumentando a rotatividade no uso dos túmulos

cemiteriais, reduzindo os efeitos da superlotação, bem como garantindo a não contaminação da meio ambiente com a coliquação humana.

A hidrólise alcalina tem um custo médio nos EUA de US\$ 578,94 por cadáver, enquanto o custo da cremação é US\$ 494,21. Em Caxias do Sul esse procedimento custo US\$ 576,61. Porém, ao comparar o custo de construção de um equipamento de hidrólise alcalina com capacidade para corpos humanos que é de US\$ 700.000,00 nos EUA, enquanto um crematório pode ser fabricado no Brasil a partir de US\$ 184.811,21, observa-se que a cremação ainda é uma opção economicamente mais viável. Desse modo, observa-se que apesar de valores de mercado semelhantes, o custo de construção do módulo de hidrólise alcalina é 73,6% superior ao de um crematório.

Sendo assim, propõe-se também a gestão da cremação de restos mortais humanos pelo poder público, através da construção de um crematório, o qual também pode fornecer serviços sociais, conscientização da população, bem como redução da densidade populacional cemiterial. O Estado ainda pode ser beneficiado com essa ação, de modo a reduzir os danos ambientais, a superlotação dos cemitérios tradicionais, além de poder confeccionar as urnas funerárias com materiais biodegradáveis que, por sua vez, podem ser inumados em cova rasa, mitigando os impactos ambientais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, é de grande importância que ocorra a conscientização de utilizar métodos de destinação de restos mortais humanos ambientalmente sustentáveis, com preservação ambiental. Nesse caso, em específico do município referido, ressalva-se que os investimentos públicos são necessários tanto para aprimoramento dos processos existentes, especialmente a melhoria no sistema de tumulação, fazendo uso de Consumo aeróbia, bem como para facilitar o acesso à cremação da população que não pode pagar pelos serviços privados.

Desta forma, se destaca a importância de construir um módulo crematório com verba pública, compreendendo que esse investimento pode mitigar os danos ambientais, o manejo inadequado dos cemitérios tradicionais e dos corpos depositados, bem como melhorar a qualidade de vida da população através de melhor gestão dos recursos financeiros, que hoje gastos para reduzir o impacto ambiental cemiterial na vida da população adstrita, de curto, médio e longo prazo.

6. REFERÊNCIAS

ASSIS, A.; MAGNO, C.; MAURO, G.; et al. 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. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Senia-Bastos/publication/227433258_O_CEMITERIO_DA_CONSOLACAO_COMO_ESPACO_DE_VISITACAO_TURISTICA_NA_CIDADE_DE_SAO_PAULO_SP/links/556c382408aec22683038f56/O-CEMITERIO-DA-CONSOLACAO-COMO-ESPACO-DE-VISITACAO-TURISTICA-NA-CIDADE-DE-SAO-PAULO-SP.pdf. Acesso em: 07 Janeiro 2021.

BRASIL. Lei Nº 6015, de 31 de dezembro de 1973. Dispõe sobre os registros públicos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 31 de dezembro de 1973. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6015original.htm. Acesso em 25 de Maio de 2020.

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. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2003_335.pdf. Acesso em: 12 de Setembro de 2020.

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. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/17_01_2011_17.47.27.7dc5d81b315787de47e18cb128379567.pdf. Acesso em: 15 de Junho de 2020.

BROCK, A. R. Plano de negócios para implantação de um crematório na região metropolitana de Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina [Trabalho de conclusão de curso de graduação, administração]. Florianópolis. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/131324>. Acesso em: 24 jan. 2021.

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, São Paulo. 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25112007-172840/pt-br.php>>. Acesso em 12 de Maio de 2020. DOI: 10.11606/D.6.2007.tde-25112007-172840.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, v. 4, p. 1-18, 2009 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277201335_IMPACTOS_CAUSADOS_PO_R_NECROCHORUME_DE_CEMITERIOS_MEIO_AMBIENTE_E_SAUDE_PUBLICA. Acesso em 05 de Maio de 2020.

CAXIAS DO SUL. **Lei complementar nº 338, de 11 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre o Serviço Funerário e sobre os Cemitérios localizados no Município de Caxias do Sul, e dá outras providências. Caxias do Sul/RS, 2009. Disponível em: <http://www.camaracaxias.rs.gov.br/Leis/LC/LC-00350.pdf>. Acesso em 12 de Abril de 2020.

COSTA, M. A. B; ANDRADE, J.H; FAJARDO, R. C. A; et al. Resíduos dos Serviços de Saúde: coleta e tratamento. I Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana. Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de São Carlos. 25 a 27 de Outubro de 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcela_Costa5/publication/321156354_residuos_de_servicos_de_saude_coleta_e_tratamento/links/5a118b89a6fdccc2d79a8e36/residuos-de-servicos-de-saude-coleta-e-tratamento. Acesso em 28 Set. 2020.

DATASUS. Ministério da Saúde DATASUS - Departamento de Informática do SUS. Copyright © 2008. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/>. Acesso em 10 de Agosto de 2020.

FERRER, I. Hidrólise, compostagem e restos mortais humanos pulverizados para a nova lei funerária holandesa. Liberais de esquerda, membros da coalizão de centro-direita no poder, querem atualizar os enterros para que sejam sustentáveis e atendam aos desejos dos familiares. **Jornal El País**, Haia, 24 de dezembro de 2018. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2018/11/15/internacional/1542237294_281747.html. Acesso em 05 Set. 2020.

KEIJZER, E. **Environmental Impact of Funerals: Life cycle assessments of activities after Life**. 2011. Report (Master Programme Energy and Environmental Sciences) – Center for Isotope Research University of Groningen, Groningen, 2011. 70 p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/148285704.pdf>. Acesso em 26 de Jul. 2020.

KEIJZER, E. The environmental impact of activities after life: life cycle assessment of funerals. **Int J Life Cycle Assess** 22, 715–730. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11367-016-1183-9>. Aesso em 01 de Set. 2020.

KEMERICH, P. D. C.; BIANCHINI, D. C.; FRANK, J. C.; et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **REMOA** - V. 13, N. 5 (2014): Edição Especial LPMA/UFMS, p. 3777-3785. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14506/pdf>. Acesso em 12 de Set. 2020.

LIBERATO SALZANO. LEI Nº 3461, de 24 de Março de 2016. Dispõe sobre o funcionamento, a utilização, a administração e a fiscalização do cemitério público municipal, e dá outras providências. Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/rs//liberato-salzano/lei-ordinaria/2016/346/3461/lei-ordinaria-n-3461-2016-dispoe-sobre-o-funcionamento-a-utilizacao-a-administracao-e-a-fiscalizacao-do-cemiterio-publico-municipal-e-da-outras-providencias>. Acesso em 18 Set. 2020.

MARQUES, L. G. Liofilização de frutas tropicais. 2008. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3870> . Acesso em 28 Set. 2020.

MORGADO, R. A. G.; FERREIRA, M. T. Inumação em modelos de consunpção aeróbia: Estudo tafonómico das consequências da utilização de caixão e acelerador enzimático na decomposição. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Coimbra/Portugal. Setembro de 2018. Disponível em: <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/86167/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Rui%20Morgado.pdf>. Acesso em 24 de Mai. 2020.

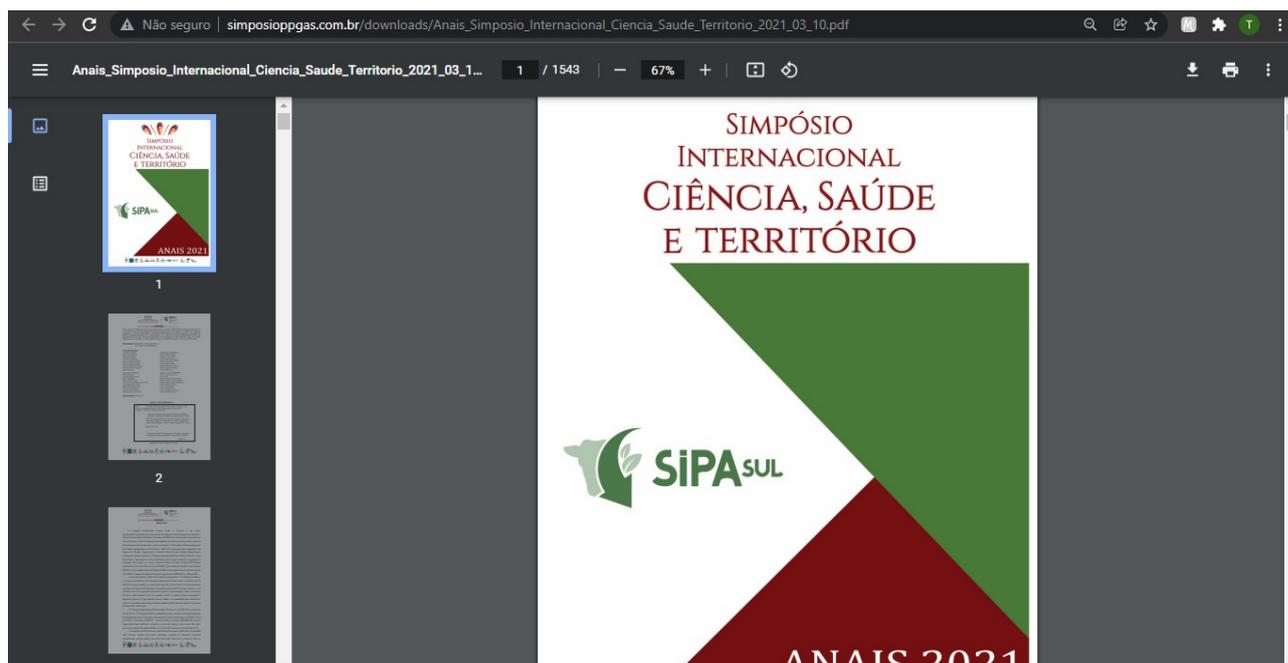
PORTUGAL. Regulamento n.º 772 de 2016. Regulamento de cemitérios da freguesia de Cedovim. **Diário da República** n.º 146/2016, Série II de 2016-08-01. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/home/-/dre/75070828/details/6/maximized?serie=II&day=2016-04-18&date=2016-04-01%2Fen&dreId=75066612>. Acesso em 18 Set. 2020.

ROTHSTEIN, K. M. Propostas alternativas para cemitérios urbanos enquanto santuários e espaços de memória na contemporaneidade. **REVISTA M.** Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 126-146, jan./jun. 2016. Disponível em: <http://seer.unirio.br/index.php/revistam/article/view/8114>. Acesso em 21 de Jun. 2020.

ZANDONÁ, D. M. **Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de um novo modelo de gestão de restos mortais humanos.** 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018. Disponível em: http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4389/2/Daiane_Zandona_2019%20.pdf. Acesso em: 26 de Abr. 2020.

ANEXO 1

Artigo publicado em anais de evento internacional



II CONGRESSO INTERNACIONAL
CIÊNCIA, SAÚDE E TERRITÓRIO
"SAÚDE ÚNICA: Desafios e Perspectivas"

DE PROMOÇÃO AMBIENTAL
NO SUL DO BRASIL
REDE DE CIENTISTAS E PROFISSIONALISTAS

25 a 27 de MAIO de 2021 **EVENTO ONLINE** www.simposioppgas.com.br

1156

TODOS DE DESTINAÇÃO DE RESTOS MORTAIS HUMANOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Thiago Pereira Kovalski ^{1*}, Nilva Lúcia Rech Stédile ¹, Sandie Lauren Kahl Mueller ¹

Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Antonio Cunico, 243 ap 503, Bairro Sagrada Família, Caxias do Sul/RS, telefone: (54) 3021-1111, e-mail: tpkovalski@ucs.br.

O

A destinação dos restos mortais humanos pode contaminar o solo, a água e o ar tornando-se um problema relevante em termos ambientais e de Saúde Pública. O presente estudo tem por objetivo analisar os principais métodos de destinação de restos mortais humanos, analisando as práticas existentes, bem como as possibilidades de redução nos impactos ambientais decorrentes da decomposição de cadáveres. Trata-se de uma Revisão Integrativa de Literatura realizada por meio do acesso a bancos de dados de acesso livre do campo da saúde. Os dados são predominantemente qualitativos. Os resultados permitem afirmar que os métodos de destinação de restos mortais humanos são: Anoxia, Liofilização associado a Compostagem e o processo de Cremação. Sendo assim, os melhores resultados. Quanto a decomposição de medicamentos, a hidrólise foi o único método que possibilitou a inibição do composto amoxicilina de seu efeito e que o processo de liofilização é promissor. São necessárias pesquisas para corroborar os resultados, de modo a evidenciar as melhores tecnologias e produtos, com segurança ambiental e dos impactos ambientais para a destinação de restos mortais humanos.

Palavras-chave: Destinação de cadáveres humanos; impactos ambientais; métodos de destinação de restos mortais

ENVIRONMENTAL IMPACTS

of human remains can contaminate soil, water and air, becoming a risk to the environment and public health. The present study aims to characterize the disposal of human remains, analyzing the existing technologies, as well as evaluating the environmental impacts resulting from the decomposition of human remains through an Integrative Literature Review, carried out through access to free



health field. The data are predominantly qualitative. The results allow to identify the best results. As for the decomposition of medications, the freeze-drying process is promising. Research is needed to corroborate in order to highlight the best technologies and products, with safe environmental impacts for the disposal of human remains.

management of human corpses; environmental impacts; methods of disposal

contaminação do solo, da água e do ar pelos cemitérios são relevantes para a saúde Pública, os quais devem ser rigorosamente pensados, tendo em vista a existência de legislações específicas e normas técnicas. Dentre elas, há a que estabelece que um cemitério deve estar prevista no planejamento e gestão urbana (MORGADO, 2006). Trata-se, portanto, de questões que transcendem os mitos, e merecem o tema, que devem ser olhadas com mais rigor, prezando pela saúde daqueles que permanecem vivos (KEMERICH et al., 2014; ZANDONÁ, 2017). No local onde ocorre um conjunto de alterações nos cadáveres de forma que se iniciam a autólise e a putrefação os principais processos da decomposição são observados como capazes de causar danos ao meio ambiente se não devidamente controlado, liberando substâncias orgânicas, inorgânicas e microrganismos para o solo e os lençóis freáticos (MORGADO e FERREIRA, 2018; ZANDONÁ, 2017).

Um aspecto a considerar é a vertente de que o homem pode prejudicar a saúde pública com a morte. É impactante tratar os cemitérios como causadores de problemas, e não apenas como lugares que guardam os entes queridos. Além disso, os cemitérios são fontes renováveis, ao contrário dos aterros que, quando ao fim da vida dos corpos, são fontes de contaminação. Deste modo, é fundamental que exista um interesse e planejamento na instalação de cemitérios, considerando as relações ecossistêmicas e ambientais (MORGADO, 2017; ZANDONÁ, 2018).



2021
 MAIO de 2021 **EVENTO ONLINE** www.simpoptppgqf.com.br

com o objetivo de caracterizar os principais métodos de destinação de restos mortais e as tecnologias existentes, bem como as possibilidades de redução das correntes da decomposição de cadáveres.

Esta é a parte de uma pesquisa denominada "Destinação de restos mortais e manejo para o município de Caxias Do Sul/RS". O método utilizado foi o de uma Revisão Integrativa de Literatura, realizada por meio da rede de internet. Os sites pesquisados foram: *Biblioteca Virtual em Saúde*; e repositórios de buscas de teses e artigos como *Google Scholar* e tratados segundo etapas definidas por De Paula, Padoin e colaboradores (2019): seleção de artigos; pergunta; amostragem; extração de dados dos estudos primários; síntese dos resultados; apresentação da revisão integrativa. Os dados foram analisados segundo a análise temática de Minayo (2010). Foram resumos extraídos da pesquisa.

Para a extração dos dados foram usados os seguintes descritores: *burial* e *Environmental Health*. Dos 617 artigos, somente 08 foram extraídos relevantes sobre os processos de destinação de cadáveres e resumos extraídos. Os resultados foram compilados e organizados em um relatório.

Os resultados foram compilados e organizados em um relatório realizado para destinação de restos mortais humanos e seus impactos ambientais com literatura.

Descrição das ações	Desvantagens, danos, ou impactos ambientais
Sepultamento ou deposição de restos mortais humanos em cova rasa, profunda ou junto à superfície no solo. Pode apresentar meio de contenção, como uma construção de concreto (BRASIL, 2006; ZANDONÁ, 2018).	Lixiviado pode contaminar o solo, os lençóis freáticos e depósitos aquíferos. Fluidos de embalsamar e os restos mortais humanos, podem poluir as águas subterrâneas em um período que pode durar 100 anos na decomposição.
Dispor o cadáver em carneira ou sepultura temporária, lacradas após receber o corpo (CAMPOS et al., 2007).	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no local de depósito do cadáver, podendo ser drenados. Poluentes contaminam a água e o ar.
Sepultura temporária com depósito enzimático que acelera a esqueletização.	Lixiviado e gases tóxicos ficam retidos no sistema interno, sendo captado. Necessário tratamento posterior.



VI SIMPÓSIO INTERNACIONAL
 CIÊNCIA, SAÚDE E TERRITÓRIO
 "DESAFIOS E PERSPECTIVAS"

SIPA SUL
 FORNHECIMENTO DE REAGENTES
 E MATERIAIS PARA
 A LA BIOMÉDICA
 UNICEN - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

a 27 de MAIO de 2021 **EVENTO ONLINE** www.simpoptppgqf.com.br

com o objetivo de drenar os líquidos e gases resultantes do processo de decomposição para uma caixa estanque e possibilitar a circulação do ar (MORGADO e FERREIRA, 2018).	um processo definitivo posterior para determinar o fim dos ossos esqueletiz. Se não houver manejo adequado, os fluidos apresentam impactos ambientais em água e ar.
Processo de oxidação por calor, com transformação de restos mortais em pó, através da desidratação, ocasiona a redução do volume do corpo (ZANDONÁ, 2018; YU et al., 2019).	Liberação de gases tóxicos como metano e CO ₂ na atmosfera. Consumo de fluido, carvão ativado, gás natural e outros métodos de aquecimento. Risco de disseminar radiação no ambiente (?).
Uso de cilindro de aço pressurizado com KOH para dissolução dos restos mortais humanos. Resultando em fluidos líquidos, mas alguns processos podem gerar pó. Capaz de remover amoxicilina no processo (KLOTZ, 2011).	Promete resíduos livres de patógenos, porém há dúvidas sobre a segurança da União Europeia nesses fluidos e sua composição química. Processo exige uma destinação aos restos, de modo líquido ou pó, variando com os métodos.

o dos restos mortais, após a cremação, como adubo orgânico (RIBEIRO, 2017; ROTHSTEIN, 2016).	Os métodos atuais dependem diretamente da Liofilização, que está com seu uso indisponível à população mundial.
alor em altas temperaturas para a incineração química, formando gás metano, bio-óleo e carvão, com baixa rentabilidade energética, sendo necessário reduzir os resíduos tratáveis em 50%. Resultando em lodo e cinzas, que podem ser aproveitados como fertilizantes energéticas (COSTA et al., 2017; ZANDONÁ, 2018).	Resolve o problema de contaminação ambiental pelo lixiviado, porém ainda apresenta resíduos a serem descartados. Contaminação ambiental com combustíveis fósseis, liberação de metais pesados no ambiente variando com técnicas aplicadas.
de três estágios de putrefação e estabilização da biomassa, precedido por acidificação, hidrólise e acidogênese, produzindo biogás. Pode utilizar o biogás para geração de energia elétrica (BAUER et al., 2016; ROTHSTEIN, 2016; KEIJZER, 2016).	Emissões de carbono tanto na geração quanto na utilização do biogás. Não está disponível como método de destinação de restos mortais humanizados no Brasil.

res, com base nas referências supracitadas.

Nota-se no Quadro 01 há nove métodos sendo utilizados para destinação, destacando-se a Inumação em sepultura profunda ou de cova profunda. Os métodos de cremação e incineração apresentam danos ambientais significativos, uma vez que liberam gases e líquidos cadavéricos, por meio dos invólucros e das caixas funerárias, bem como através das construções de sepulturas, possibilitando o extravasamento de lixiviado no solo e lençóis freáticos.



incineração do meio ambiente pelo lixiviado é uma preocupação constante, especialmente para a população residente na periferia dos cemitérios. Doenças de veiculação hídrica, distúrbios gastrointestinais, podem ser transmitidos por bactérias, fungos e helmintos, que podem ser encontrados nos produtos da coligação de resíduos (ZANDONÁ, 2018).

Estudo recente demonstra que restos mortais humanos após o processo de cremação permanecem no ambiente, cujos efeitos atingem principalmente profissionais de saúde envolvidos no processo (YU et al., 2019). Quanto aos impactos ambientais da destinação dos restos mortais humanos, os melhores resultados se dão na Digestão Anaeróbia associada a Compostagem e na Cremação.

Entre as principais vantagens da hidrólise alcalina destaca-se, o único método de destinação do composto amoxicilina de seus resíduos. Dado importante na destinação dos impactos ambientais e à saúde em relação a presença de antimicrobianos, devido à resistência aos antibióticos, preocupando os profissionais de saúde (NETO E RIBEIRO, 2018).

Com o decorrer do tempo de decomposição, no caso da *consumção aeróbia*, poderá ocorrer a contaminação das zonas cemiteriais e resolver grande parte dos problemas que os cemitérios enfrentam atualmente (MORGADO e FERREIRA, 2018). Na Holanda, apoia-se o uso da bioincineração, em que os restos mortais humanos podem voltar com segurança ao ciclo natural, desde que exista consenso na comunidade científica sobre essa informação (KLUGER et al., 2015; ZANDONÁ, 2018). Já na pirólise, há o lodo e as cinzas que devem ser descartados corretamente (COSTA et al., 2017).

É importante destacar que não há métodos eficazes na remoção de todos os fármacos da água, por exemplo alguns psicotrópicos como a carbamazepina (MORGADO et al., 2016). O processo de *consumção aeróbia* pode ser utilizado com segurança para o corpo humano em uma tumulação por no mínimo três anos, tempo necessário para que os restos mortais sejam decompostos se a sepultura estiver devidamente vedada e apta para esse modo.

ios ambientais gerados pelos métodos de destinação dos restos a poluição do ar pelos gases gerados no processo de decomp



o MAIO de 2021 **EVENTO ONLINE** www.sipaonlineppgpos.com.br

férteis, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas por substâncias que podem interferir em diversas cadeias de produção de alimentos vivos. A inumação, desde que bem realizada com mecanismos que possam barrar com qualidade adequada o extravasamento dos gases gerados na deposição cadavérica.

Os procedimentos e dos respectivos impactos ambientais da destinação dos restos permite afirmar que os módulos de Digestão Anaeróbia, Liofilização e o processo de Cremação apresentam os melhores resultados. A Liofilização não ser economicamente explorado no momento atual é importante sobre seus efeitos na comunidade mundial, com a pre

visão de desenvolver novas pesquisas que venham a corroborar com os dados que evidenciam as melhores tecnologias e produtos, com segurança ambiental para a destinação de restos mortais humanos. Desse modo, são os métodos capazes de mitigar os danos com materiais radioativos, microbianos e anti-inflamatórios, bem como sobre os efeitos de radiação ionizante na saúde da população que circunda essas construções. Espera-se que a tomada de decisão com segurança e efetividade em

al. Methanogens in biogas production from renewable resources – a novel analytical approach. *Water Science and Technology*, 58, No. 7, S. 18.

Resolução CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos do Decreto nº 35, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de atividades de Inumação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 mar. 2006.

1. S. Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas por atividade cemiterial. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos. 2007.

B.; et al. Resíduos dos Serviços de Saúde: coleta e tratamento. I Simpósio em Engenharia Urbana. Cidades e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal de São Carlos. Outubro de 2017.



o MAIO de 2021 **EVENTO ONLINE** www.sipaonlineppgpos.com.br

C.; PADOIN, S. M de M; GALVÃO, C. M. Revisão Integrativa como ferramenta de tomada de decisão na prática em saúde. In: LACERTA, M.R; COSTENETTO, M. *Logia da Pesquisa para a Enfermagem e Saúde*: da teoria à prática. Porto Alegre: Artmed, 2015. 511p.

et al. Contaminantes emergentes - fármacos: monitorização, avaliação de risco e do risco para a saúde humana. *Revista APESB - Águas & Resíduos*, 10, n. 1, p. 1-12, 2017.

the environmental impact of activities after life: life cycle assessment of human remains. *Life Cycle Assess*, v. 22, p. 715-730, 2017.

1. D. C.; et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, n. 5, Edição Especial LPMA/UFMS, p. 3777-3785, 2014.

O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. 2010. 407 p. (Saúde em debate; 46)

G.; FERREIRA, M. T. **Inumação em modelos de consumo e as consequências da utilização de caixão e acelerador enzimático e cremação** (Mestrado) - Universidade de Coimbra/Portugal. Setembro 2017.

I. **Propostas alternativas para cemitérios urbanos enquanto santuários na contemporaneidade.** *Revista ML Rio de Janeiro*, v. 1, n. 1, p. 11-15. 2017.

LI, J. R.; RIBEIRO, T. S. S. **Métodos de Remoção do Antibiótico Cloxacilina via Hidrólises Ácida e Alcalina.** *Revista Processos Químicos* 2 jan. 2018.

Antibiotic Contamination Following Cremation of a Deceased Patient on Pharmaceutical. *JAMA*, v. 321, n. 8, p. 803-804, 2019.

Diagnóstico ambiental, prospecção tecnológica e proposição de tratamento de restos mortais humanos. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.



Disponível em: <http://www.simposioppgas.com.br/>