

Prospecção Tecnológica e Proposição de Modelo de Gestão de Cadáveres

Technological Prospection and Proposition of a Corpse Management Model

Daiane Miglioli Zandoná¹

Camilo Freddy Mendoza Morejon¹

Ana Paula Trevisan¹

Eduardo Borges Lied²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, PR, Brasil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, Brasil

Resumo

Este estudo teve o objetivo de realizar prospecção tecnológica em torno dos modelos de gestão de cadáveres. Na busca de patentes, recorreu-se à plataforma do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e ao World Intellectual Property Organization (WIPO). Por meio da análise bibliográfica dos métodos existentes, foi possível a identificação das limitações e dos gargalos técnicos, ambientais e culturais de cada processo, dessa observação, foram constatadas as vantagens e as desvantagens de cada um dos métodos. O país que mais produz publicações relacionadas ao tema é o Brasil. Um novo modelo de gestão de cadáveres foi proposto, sendo identificada a pirólise de cadáveres como alternativa com grande potencial.

Palavras-chave: Cemitério. Necrochorume. Túmulo.

Abstract

This study aims to carry out technological exploration around cadaver management models. In the search for patents, the platform of the Intellectual Property Institute (INPI) and the World Intellectual Property Organization (WIPO) were used. Through the bibliographic analysis of the existing methods, it was possible to identify the technical, environmental and cultural limitations and bottlenecks of each process, from this observation, the advantages and disadvantages of each of the methods were verified. The country that produces the most publications related to the topic is Brazil. A new cadaver management model was proposed, and cadaver pyrolysis was identified as an alternative with great potential.

Keywords: Cemetery. Scavenger. Tomb.

Área Tecnológica: Gestão de cadáveres. Prospecção tecnológica.



1 Introdução

A temática da morte encontra uma diversidade de paradigmas de acordo com o contexto ao qual ela está associada. Além do aspecto biológico ou necrológico, há considerações de vários outros pontos, sendo estes culturais, religiosos, filosóficos. Somado a isso, ainda existem as questões sanitárias, urbanísticas, socioeconômicas, fundiárias e ambientais, pois quando o indivíduo morre, seu corpo ainda permanece e a destinação do cadáver é realizada, quase que exclusivamente, nas necrópoles, ou popularmente denominados cemitérios (FERNANDES *et al.*, 2014). Segundo Kemerich, Ucker e Borba (2012), os cemitérios de caráter tradicional, os convencionais, os jardins e mesmo os verticais (em menor escala) trazem problemas para o meio ambiente, que, às vezes, são confusos, inclusive sob o ponto de vista jurídico, que vem se tornando cada vez mais complexo com a própria forma de vida atual. O planejamento urbano enfrenta a escassez crescente de áreas disponíveis para inumações.

Kemerich, Ucker e Borba (2012) dizem que os cemitérios, como qualquer outra instalação que afete as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, são classificados como atividades com risco de contaminação ambiental. A razão disso é que o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. O processo de decomposição dos corpos ali presentes libera diversos componentes que formam o organismo humano, além disso, diferentes utensílios que acompanham o corpo e o caixão em que ele é sepultado também são fontes de contaminação. Segundo Campos (2007), o principal contaminante na decomposição dos corpos é um líquido conhecido como necrochorume, que se constitui por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% (valores aproximados) de substâncias orgânicas degradáveis, tais como carga patogênica de bactérias e vírus e diaminas tóxicas conhecidas como putrescina (1,4 butanodiamina) e cadaverina (1,5 pentanodiamina), consideradas como venenos potentes, que não dispõem de antídotos eficientes. Dependendo da composição do solo subjacente ao cemitério, o necrochorume pode atravessá-lo e atingir o lençol freático, contaminando-o e oferecendo grave risco à saúde de quem consumir a água contaminada. Fernandes (2014) diz que outra forma que o necrochorume pode chegar até a água corrente próxima aos cemitérios é em casos de o terreno estar impermeabilizado pela pavimentação em torno das ruas; e, além disso, quando o sistema de drenagem é deficiente, as águas das chuvas podem escoar superficialmente e inundar os túmulos mais vulneráveis. Após atravessarem a área dos cemitérios, essas águas são, em geral, lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os corpos d'água, contaminando-os com substâncias trazidas do interior do cemitério. Nesse contexto, destaca-se que o objetivo geral deste estudo foi realizar a prospecção tecnológica e a proposição de novo modelo de gestão de cadáveres.

2 Metodologia

Este estudo tem caráter quantitativo e qualitativo, envolvendo as seguintes etapas: 1) Prospecção de métodos e tecnologias existentes; 2) Avaliação e análise dos métodos de sepultamento e proposição de uma nova tecnologia alternativa; e 3) Configuração acerca de um novo modelo de gestão, por meio da avaliação dos aspectos econômico, social e ambiental.

2.1 Prospecção de Métodos e Tecnologias Existentes

A prospecção de tecnologias na gestão de cadáveres apresenta os avanços no desenvolvimento tecnológico na área. Para tal, foi realizado mapeamento das tecnologias apresentadas por documentos de patentes e também por publicações relacionadas, compreendendo o período de 1980 a 2018.

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

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

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

2.2 Avaliação e Análise dos Métodos de Sepultamento e Proposição de uma Nova Tecnologia Alternativa

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

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

2.3 Configuração Acerca de um Novo Modelo de Gestão

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

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados das buscas nas bases de patente PatentScope e INPI. Ao analisar os resultados dos documentos em cada uma das pesquisas, verificou-se que os resultados utilizando as palavras-chave “mortal remain” e “human” estavam, em grande parte, ligados a publicações na área médica e farmacêutica, relacionados a pesquisas de substâncias químicas, princípios ativos, medicamentos e biomarcadores, sendo assim, não são do interesse desta pesquisa.

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

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

Tabela 1 – Resultado das buscas nas bases de patente PatentScope e INPI

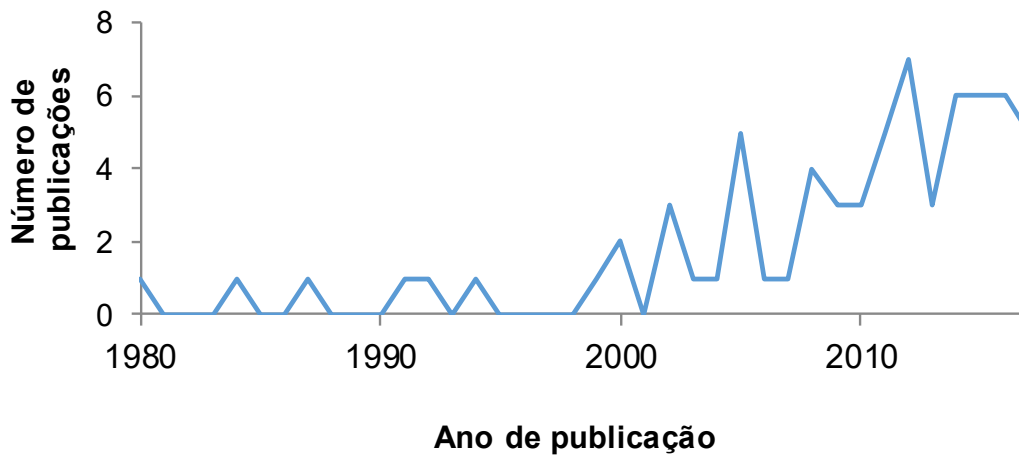
TERMOS EM PORTUGUÊS	TERMOS EM INGLÊS	NÚMERO DE RESULTADOS DA PESQUISA	
		INPI	PATENTSCOPE
“necrochorume”	“necrochorume”*	17	2*
“decomposição” AND “cadáver”	“decomposition” AND “corpse”	4	65
“restos mortais” AND “humanos”	“mortal remain” AND “human”	2	146
“contaminação” AND “cemitério”	“contamination” AND “cemetery”	3	39
“cemitério” AND “lixiviado”	“cemetery” AND “leachate”	0	5

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

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

A Figura 1 apresenta os resultados dos avanços científicos relacionados às pesquisas na área de contaminação por cemitérios. A temática começou a ser discutida em 1980 e pode-se observar que só houve crescimento em pesquisas sobre o assunto a partir do ano 2000, no entanto, esse panorama segue até o momento. Logo, verifica-se que o assunto continua sendo estudado e existe um interesse crescente em pesquisas relacionadas aos problemas causados pelos cemitérios e a gestão de cadáveres.

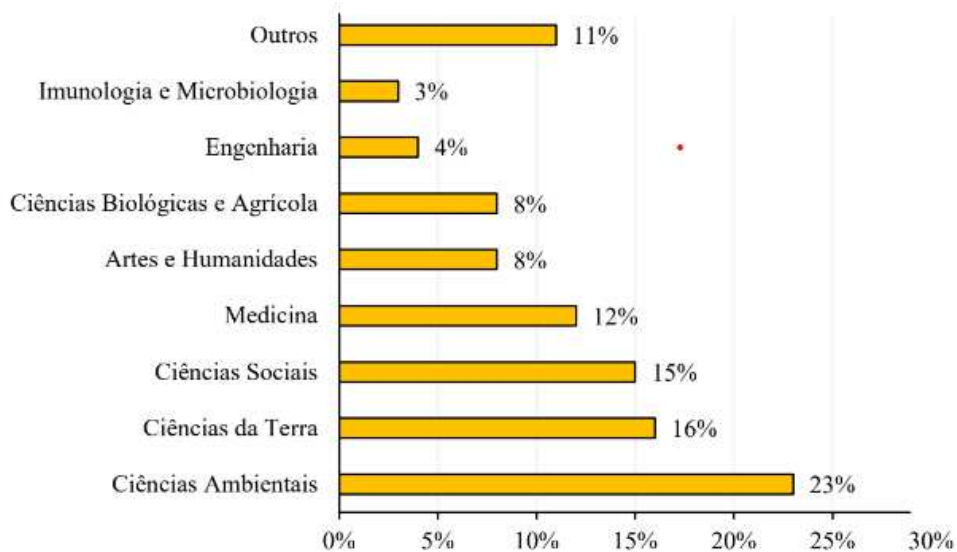
Figura 1 – Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

A Figura 2 apresenta os resultados referentes às áreas do conhecimento que estão relacionadas aos documentos levantados na pesquisa. Com a Figura 2, foi possível observar áreas diversas voltadas para a pesquisa, destacando-se a influência das Ciências Ambientais com 23% do total de publicações, Ciências da Terra com 16%, Ciências Sociais com 15% e Medicina com 12%.

Figura 2 – Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento

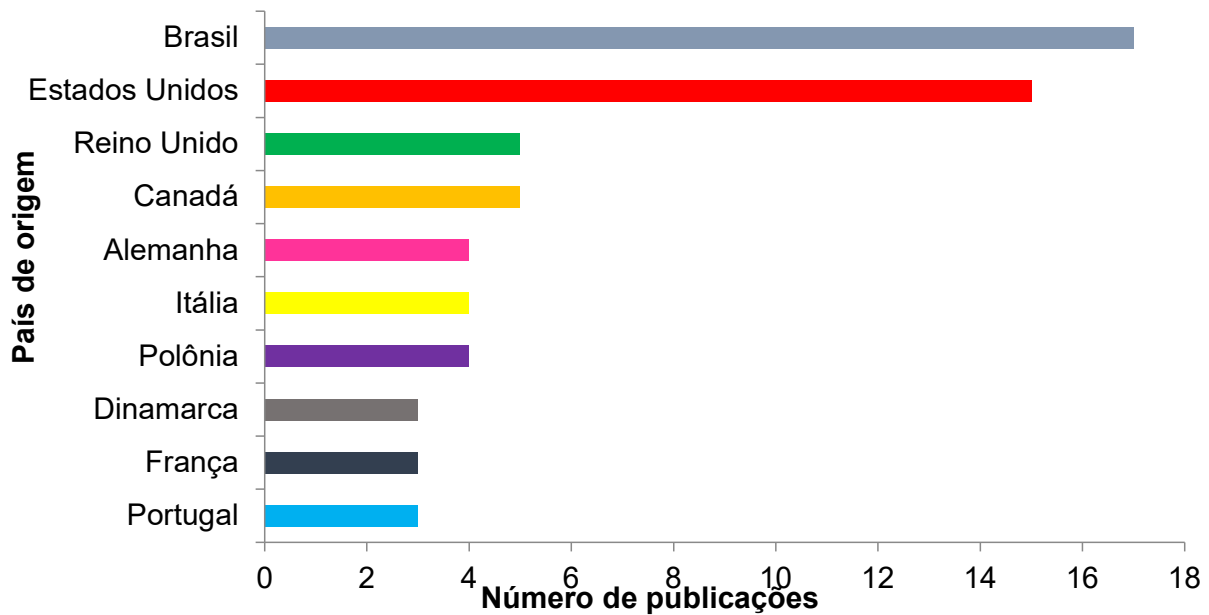


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

A Figura 3 apresenta os resultados do levantamento realizado por país de origem das pesquisas. É possível concluir que, entre os países que mais geram publicações relacionadas à área de contaminação por cemitérios, destaca-se a produção científica do Brasil em primeiro lugar com 17 publicações. Na sequência, estão os Estados Unidos, com 15 documentos publicados, Reino Unido e Canadá, com cinco, respectivamente, e Alemanha, Itália e Polônia, com quatro publicações cada.

Figura 3 – Avanços científicos em relação aos países de origem

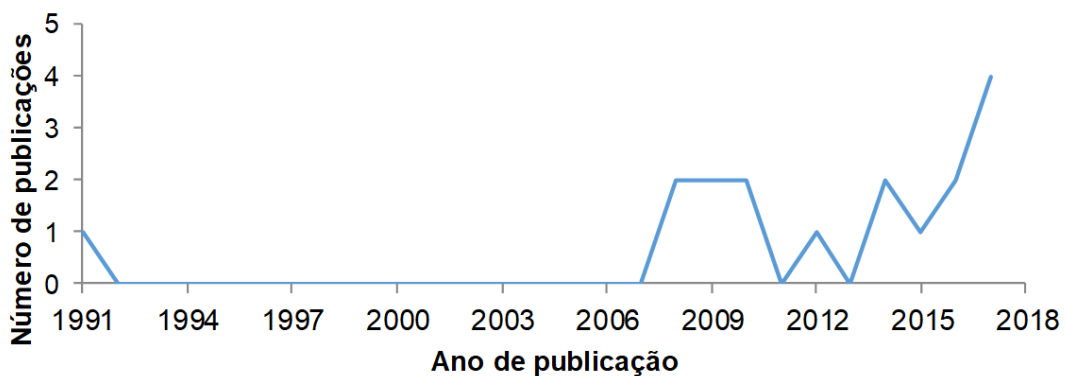


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Buscando avaliar o cenário nacional, foram analisados novamente os dados, restringindo a abrangência ao Brasil. A Figura 4 apresenta o resultado referente ao avanço histórico em relação às pesquisas relacionadas no Brasil.

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

Figura 4 – Avanços científicos em relação à contaminação causada por cemitérios a nível nacional

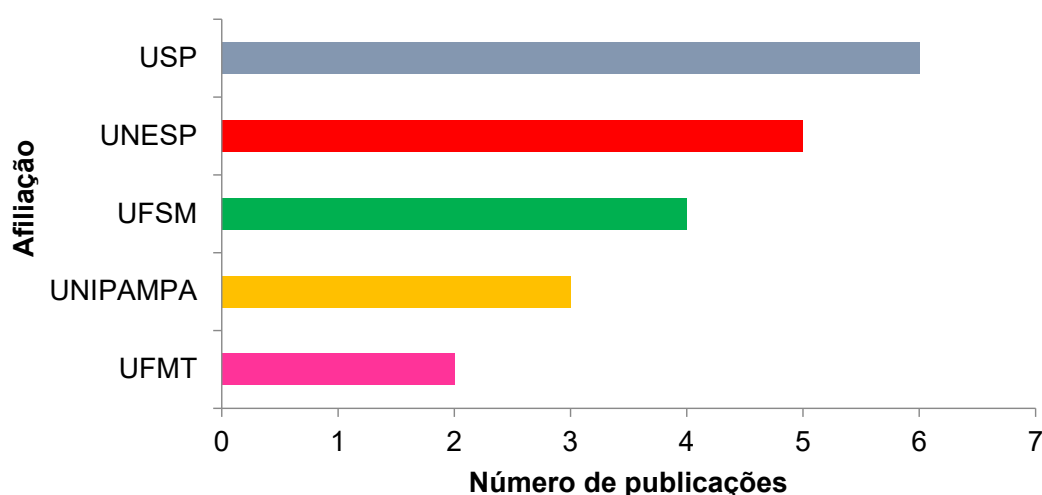


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

A Figura 5 apresenta os resultados das principais instituições que originam as publicações, a nível nacional, sobre a contaminação relacionada a cemitérios. Pode-se observar que as duas principais instituições geradoras de publicações relacionadas à temática, Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP), estão localizadas no Estado de São Paulo. No total, 21 instituições estão relacionadas com as publicações (cada publicação pode conter mais de uma instituição afiliada). Essas são, em sua maioria, universidades localizadas em todo o Brasil, sendo todas públicas.

As patentes desenvolvidas pela USP e UNESP estão relacionadas, conforme aponta IPC dos documentos patentários, às seguintes classificações: A61G 17/00 (Ataúdes; Envoltórios funerários; Urnas funerárias); A61G 17/007 (caracterizados pelo material de construção usado, p. ex. material biodegradável; Utilização de vários materiais); A61G 17/04 (Guarnições para ataúdes); A61G 17/06 (Sacos para cadáveres; Envoltórios para cadáveres).

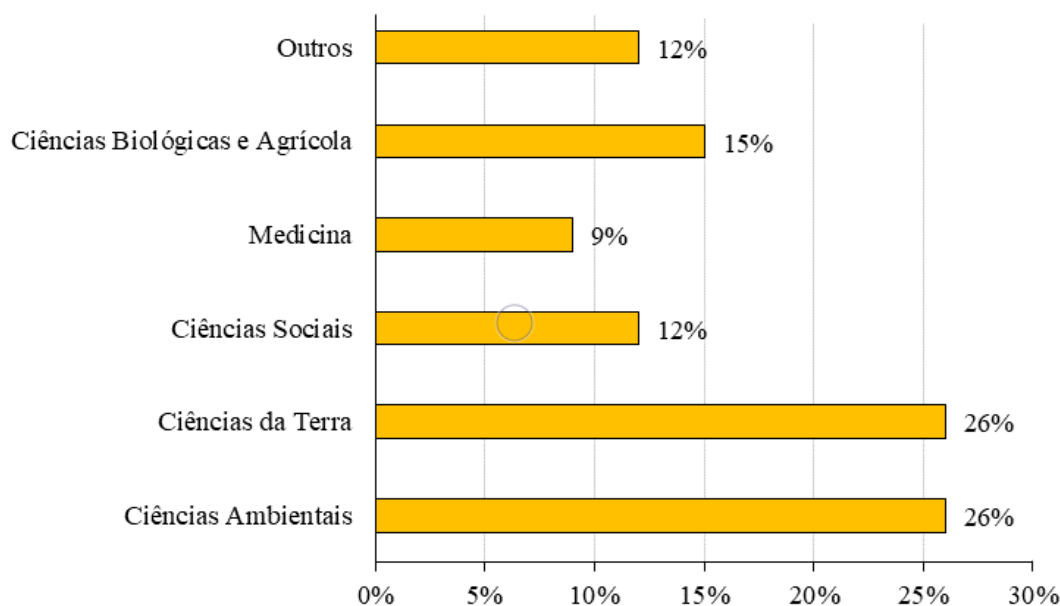
Figura 5 – Avanços científicos no tema em relação à instituição de origem



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Por fim, foram analisadas as áreas do conhecimento que abrangem as publicações sobre o assunto a nível nacional. A Figura 6 apresenta o resultado da relação entre as áreas de conhecimento das pesquisas sobre o assunto a nível nacional. Seguindo o cenário mundial, destaca-se a participação das Ciências Ambientais como a principal área de estudos relacionados à contaminação em cemitérios.

Figura 6 – Avanços científicos sobre contaminação por cemitérios em relação à área de conhecimento a nível nacional



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

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

3.1 Avaliação e Análise dos Métodos de Sepultamento e Proposição de nova Tecnologia Alternativa

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

3.1.1 Avaliação do Método da Inumação

No Quadro 1 se apresenta o resultado da comparação entre as vantagens e as desvantagens da inumação, sendo que esta é o ato de enterrar o cadáver em uma cova aberta no solo, porém, esse termo é usado para qualquer tipo de sepultamento, já que não se enterra mais o caixão diretamente no solo, mas sim em gavetas (túmulos), que podem estar abaixo do solo, parcialmente enterrado, no nível do solo ou acima dele.

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

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens da inumação

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

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

3.1.2 Avaliação do Método da Tumulação

Apresenta-se, no Quadro 2, o resultado da comparação entre as vantagens e as desvantagens do método de sepultamento por tumulação, no qual se coloca o caixão em túmulo ou gaveta, este se confunde com a inumação, pois todos os sepultamentos tradicionais utilizam-se de túmulos atualmente. Esse método é usado em cemitérios tradicionais, verticais, cemitérios-parque, cemitérios-floresta e até mesmo nos cemitérios ecológicos. Nas grandes necrópoles verticais, os túmulos ficam muito acima do solo, pois são utilizadas tecnologias como tratamento dos gases do processo de putrefação, materiais resistentes, tecnologias de controle de temperatura, tecnologias para controle de insetos, entre outros. Em cemitérios ecológicos (comuns nos Estados Unidos e na Europa), os túmulos são construídos 1,5 m dentro do solo e feitos de materiais muito resistentes, o caixão é confeccionado para durar décadas e, por vezes, é totalmente encapsulado com concreto. Em contrapartida, em cemitérios tradicionais, pode-se encontrar túmulos gavetas ao nível do solo, com rachaduras, parcialmente abertos e sem manutenção.

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

Quadro 2 – Vantagens e desvantagens da tumulação

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

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

3.1.3 Avaliação do Método da Cremação

No Quadro 3, estão apresentados os resultados da comparação das vantagens e das desvantagens da cremação, que é um processo individual e irreversível de incineração de restos mortais humanos. Em resumo, o caixão com o corpo (ou somente o corpo dependendo da ocasião) é introduzido em um forno especial que suporta altas temperaturas que podem chegar

a 1.250°C. Por meio de incineração, o corpo e o todo material que o acompanhou são reduzidos quase que em sua totalidade a cinzas, tudo o que sobrar após a cremação é recolhido e passa por um equipamento que usa potentes imãs para separar espécies de metais atraídas por campo magnético (Ferro, Níquel e Cobalto, e suas ligas). Os restos mortais que sobram são triturados por outro equipamento com lâminas muito resistentes que transformam os ossos remanescentes em um pó com aspecto parecido com açúcar branco, esse produto resultante é colocado em uma urna (caixa ou espécie de pote) e entregue aos entes do falecido. Esse método utiliza tecnologias avançadas para tratamento dos gases gerados no processo. Todo o processo e os equipamentos usados utilizam técnicas e tecnologias físicas e procedimentais. Também oferece vantagens significativas sobre a inumação e tumulação, porém alguns estudos citam desvantagens como dispersão de gases causadores de efeito estufa para a atmosfera (mesmo com os tratamentos dispensados aos gases) entre outros.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens da cremação

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

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

3.1.4 Avaliação do Método da Liofilização

No Quadro 4 apresenta-se o resultado do comparativo das vantagens e desvantagens do processo de liofilização, que é uma forma de desidratação usada em alimentos e que vem sendo usada na gestão de cadáveres. Começa com o congelamento do corpo em nitrogênio líquido, quebrando-o em pedaços menores. A seguir, os restos são secos pelo processo de liofilização, por meio do qual a água congelada sublima-se, passando diretamente da fase sólida para gasosa. Finalmente, o que sobrou é colocado dentro de uma caixa ou caixão biodegradável para o enterro, com um enterro raso, o oxigênio e a água podem se misturar com os restos resultantes do processo, transformando-os em adubo. Tem como desvantagem o alto custo, não é oferecido no Brasil. Como principal vantagem, tem-se a não ação do necrochorume ao ambiente, uma vez que o corpo é totalmente desidratado.

Quadro 4 – Vantagens e desvantagens da liofilização

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

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

3.1.5 Avaliação do Método da Hidrólise Alcalina

No Quadro 5 é apresentado o resultado da comparação entre as vantagens e as desvantagens da hidrólise alcalina. Nesse método, o cadáver é introduzido na câmara da máquina e esta faz uma mensuração computadorizada do corpo para calcular a quantidade de químicos necessária para o processo, e, por meio de uma ação química e mecânica, os tecidos são totalmente dissolvidos no interior da unidade.

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

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens da hidrólise alcalina

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

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2022)

3.1.6 Avaliação do Método da Criogenia

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

3.1.7 *Análise dos Métodos de Sepultamento e Proposição de uma Nova Tecnologia Alternativa*

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

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

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

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

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

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

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

Um modelo ideal de gestão de cadáveres seria uma tecnologia que abrangesse todas as vantagens das já existentes e que superasse suas desvantagens. Nesse contexto, pode-se analisar as prospecções já apresentadas e perceber que os aspectos gerais avaliados em relação às vantagens e às desvantagens de cada método estão relacionados ao: a) impacto ambiental; b) aceitação cultural e religiosa; c) oferta pública do serviço; d) necessidade de aquisição ou aluguel

de terreno ou túmulo para o sepultamento; e) consumo de energia no processo; f) necessidade de grandes espaços para sepultamento; g) alto custo de manutenção e para a utilização do serviço.

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

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

A Figura 7 mostra o resultado do que seria um cemitério (gestão de cadáveres) ideal.

Figura 7 – Requisitos de um modelo ideal para gestão de cadáveres



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

3.2 Configuração Acerca de um Novo Modelo de Gestão de Cadáveres

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

As usinas de pirólise são instalações físicas de pequeno porte que usam equipamentos capazes de transformar resíduos de diversos tipos em produtos que, por sua vez, são usados para a produção de energia, quase todo tipo de resíduo pode ser usado, até mesmo o lodo oriundo de estações de tratamento de esgoto e água, resíduos produzidos das diversas atividades urbanas (lixo) ou resíduos cadavéricos. As vantagens são diversas, além da geração de energia, os resíduos que seriam descartados em aterros sanitários, ou sepultados em cemitérios, por métodos tradicionais, podem ser convertidos em outros produtos capazes de gerar energia (VASQUES, 2012).

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

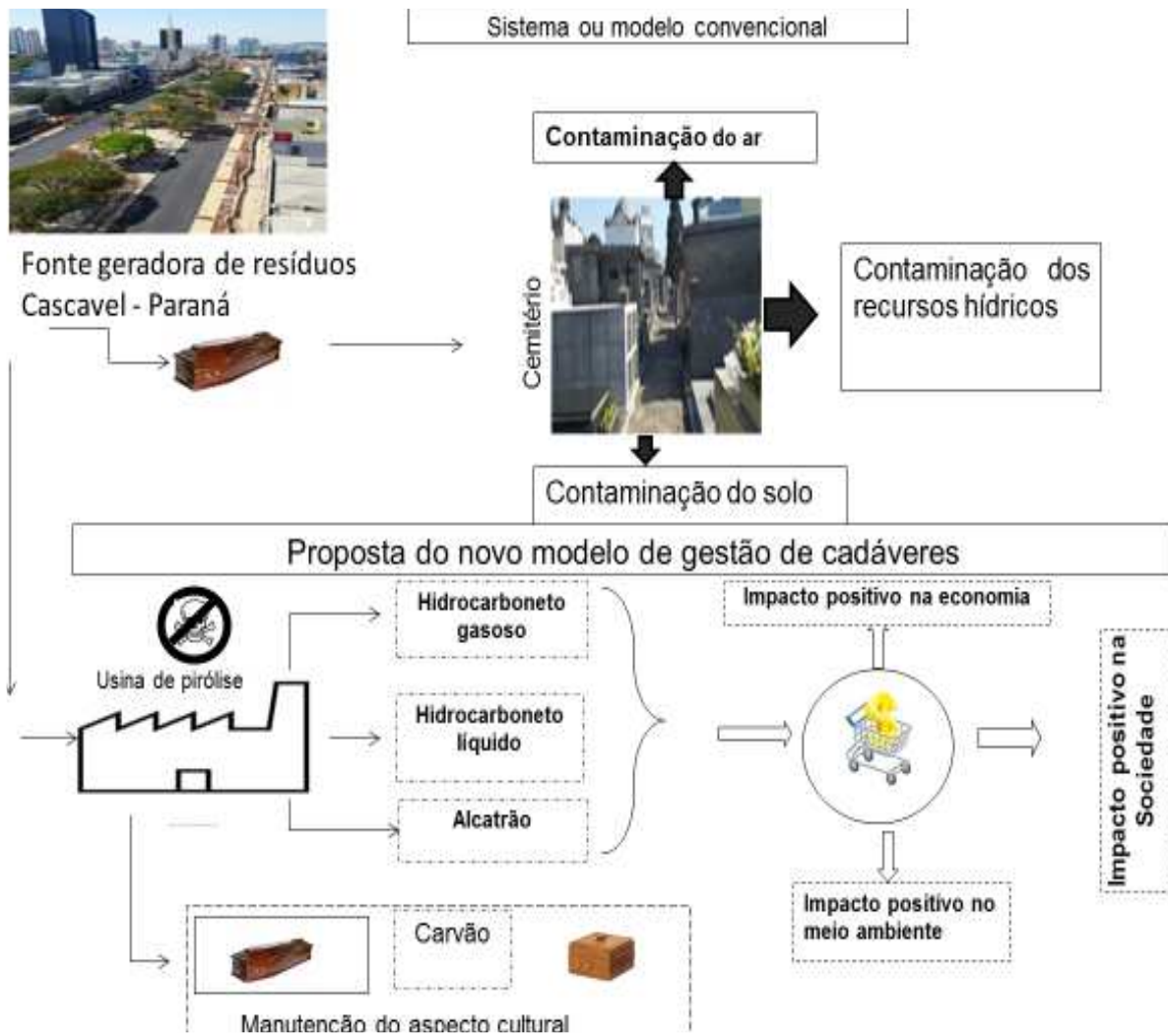
Com o uso da pirólise, uma matéria sólida é transformada em estado líquido (alcatrão), gasoso (hidrocarbonetos) e sólido (carvão), todos com utilidade do ponto de vista energético e como matéria-prima. A matéria-prima, resultado do processo, depende do tipo do produto, aquecimento, temperatura e tempo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

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

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

Dessa forma, o novo modelo de gestão de cadáveres pode ser melhor entendido com base no esquema da Figura 8, que mostra o fluxo habitual do cadáver quando destinado a um cemitério convencional para inumação ou tumulação, sendo potencial contaminante para o ar, o solo e para os recursos hídricos.

Figura 8 – Modelo de gestão tradicional comparado ao novo modelo proposto



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Na Figura 8, nota-se, ainda, o novo modelo de gestão de cadáveres mostrando que o corpo é destinado à usina de pirólise e os resultantes, hidrocarboneto gasoso, hidrocarboneto líquido e alcatrão poderão ser usados para gerar energia limpa, causando impacto positivo para a economia, o meio ambiente e, conseqüentemente, para a sociedade, pois a geração de energia tem significativo valor de mercado, além de diminuição de gastos com a manutenção dos métodos de sepultamento tradicionais. Já o carvão resultante poderá ser entregue à família, em recipiente apropriado, preservando, assim, o lado cultural e religioso, podendo ser guardado, enterrado, feito em cinzas e dado o destino conforme for a vontade dos familiares.

4 Considerações Finais

Confirmou-se, nesta pesquisa, que as atividades cemiteriais, com todas as suas ações, constituem um risco ao ambiente, à sociedade de um modo geral e, especialmente, à saúde pública. Um novo modelo de gestão de cadáveres foi proposto, a pirólise de cadáveres, e foram enumeradas as suas vantagens sobre os demais, porém, esse novo modelo não é ainda realidade, cabendo estudos e incentivo à pesquisa para seu desenvolvimento.

Com isso, a realização das prospecções possibilitou a obtenção de informações, conhecimentos e tecnologias desenvolvidas, ensejando novos caminhos de gestão de cadáveres com foco na sustentabilidade.

5 Perspectivas Futuras

Este estudo atua na desconstrução de paradigmas culturais e abre portas para a construção de novos modelos de gestão de cemitérios, além de possibilidade do surgimento de novos artigos aprofundando cada temática abordada, estudos e patentes relacionados ao assunto.

Referências

- CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CHHITI, Y.; KEMIHA, M. Thermal Conversion of Biomass, Pyrolysis and Gasification: A Review. **The International Journal of Engineering and Science**, [s.l.], v. 2, n. 3 p. 75-85, 2013.
- FERNANDES, D. A. O Efeito do Necrochorume no Meio Ambiente e sua Imputação Penal. **Amazon's Research and Environmental Law**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 6-27, 2014.
- KEMERICH, P. D. C.; UCKER, F. E.; BORBA, W. F. Cemitérios como fonte de contaminação ambiental. **Scientific American Brasil**, [s.l.], v. 1, p. 78-81, 2012.
- KEMERICH, P. D. *et al.* A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. **Rev. Monografias Ambientais**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 3.777-3.785, 2014.
- McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Nutrição para o esporte e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- VASQUES, A. R. **Caracterização de adsorventes obtidos por combustão e pirólise de lodo residual e aplicação no tratamento de efluentes têxteis**. 2012. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

Sobre os Autores

Daiane Miglioli Zandoná

E-mail: daianemiglioli@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6242-1802>

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Toledo.

Endereço profissional: Rua Siqueira Campos, n. 851, Centro, Cascavel, PR. CEP: 85812-220.

Camilo Freddy Mendoza Morejon

E-mail: camilo_freddy@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4071-0504>

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Endereço profissional: Rua Guaíra, n. 3.141, Jardim Santa Maria, Toledo, PR. CEP: 85903-220.

Ana Paula Trevisan

E-mail: anapaullatrevisan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2985-9201>

Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel.

Endereço profissional: Rua Guaíra, n. 3.141, Jardim Santa Maria, Toledo, PR. CEP: 85903-220.

Eduardo Borges Lied

E-mail: eduardolied@utfpr.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4680-5248>

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Toledo.

Endereço profissional: Av. Brasil, n. 4.232, Independência, Medianeira, PR. CEP: 85884-000.