

Karla da Silva Torres  
Rayhan de Carvalho Alves

**Determinação**  
**de METAIS PESADOS**  
**em AMOSTRA DE SOLO do**  
**cemitério municipal**  
**de Januária-MG**

## **Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Autores**

Karla da Silva Torres  
Rayhan de Carvalho Alves

## **Capa**

AYA Editora

## **Revisão**

Os Autores

## **Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

## **Produção Editorial**

AYA Editora

## **Imagens de Capa**

br.freepik.com

## **Área do Conhecimento**

Ciências Exatas e da Terra

# **Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

*Instituto Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

*Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP*

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

*Centro Universitário FACEX*

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

*Universidade do Estado de Minas Gerais*

Prof.ª Ma. Denise Pereira

*Faculdade Sudoeste – FASU*

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

*Universidade Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença*

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

*Universidade de Santa Cruz do Sul*

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Me. Jorge Soistak

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara*

Prof.º Me. José Henrique de Goes

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

*Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

*Faculdade Santana*

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

*Universidade Norte do Paraná*

**Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa**

*Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP*

**Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes**

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

**Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda**

*Centro Universitário Santa Amélia*

**Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes**

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus  
Parauapebas*

**Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira**

*Instituto Federal do Acre*

**Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail**

*Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

**Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares**

*Universidade Federal do Piauí*

**Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros**

**Rodrigues**

*Faculdade Sagrada Família*

**Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda**

**Santos**

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

**Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues**

*Instituto Federal de Santa Catarina*

**Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier**

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional,  
FNDE*

© 2022 - AYA Editora - O conteúdo deste Livro foi enviado pelas autoras para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0). As ilustrações e demais informações contidas neste Livro, bem como as opiniões nele emitidas são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam a opinião desta editora.

---

T6931 Torres, Karla da Silva

Determinação de metais pesados no solo do cemitério municipal de Januária - MG [recurso eletrônico] / Karla da Silva Torres, Rayhan de Carvalho Alves. -- Ponta Grossa: Aya, 2022. 44 p.

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

ISBN: 978-65-5379-007-0

DOI 10.47573/aya.5379.1.35

1. Metais pesados - Aspectos ambientais. 2. Cemitérios - Januária (MG). I. Alves, Rayhan de Carvalho. II. Título

CDD: 540

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de  
Periódicos e Editora EIRELI

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

84.071-150

# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>O corpo após a morte.....</b>	<b>9</b>
<b>Metais pesados .....</b>	<b>11</b>
<b>Contaminações no solo .....</b>	<b>15</b>
<b>Sepultamentos .....</b>	<b>16</b>
<b>Cemitérios .....</b>	<b>17</b>
<b>Critérios na construção tumular .....</b>	<b>19</b>
<b>Cemitério municipal de Januária .....</b>	<b>20</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIA .....</b>	<b>34</b>
<b>SOBRE OS AUTORES .....</b>	<b>39</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>41</b>

# Prefácio

---

Este trabalho tem como objetivo quantificar os metais pesados presentes no solo do cemitério Municipal de Januária - MG, que são liberados através do processo de decomposição do corpo humano ou devido à presença desses elementos na composição do caixão. As amostras físico-químicas foram coletadas de áreas próximas aos sepulcros onde foram analisadas pelo laboratório CAMPO, sendo detectados teores de alumínio e ferro, e depois comparadas com a lei vigente no estado de São Paulo, CETESB. Porém, na literatura pesquisada não consta valores para esses metais, já que são encontrados facilmente em grandes concentrações. Mas, por ser um laboratório com metodologias bem aplicadas, considera-se a situação do solo preocupante, o que se torna necessário, visando melhoria para a população, apresentar como solução para o problema um projeto arquitetônico de um cemitério vertical para a cidade de Januária. De uma maneira geral os resultados foram satisfatórios, oferecendo uma melhor compreensão da situação em que o cadáver humano pode passar e aprofundando nos riscos a saúde humana, colocando em destaque o despreparo dos órgãos responsáveis e falhas no gerenciamento destes.

*Karla da Silva Torres*

*Rayhan de Carvalho Alves*

## INTRODUÇÃO

Nas cidades, uma fonte de contaminação que preocupa são os cemitérios, cuja localização e operação inadequadas podem levar, por exemplo, à contaminação do solo por microrganismos que se proliferam no processo de decomposição dos corpos.

Pode-se afirmar que essas condutas de enterramento utilizadas atualmente afetam a condição normal do solo. Cogita-se com muita frequência que no momento que o corpo passa para o estado de decomposição libera diferentes metais pesados que compõe o corpo humano, sem mencionar os caixões e os adornos, comprometendo assim, o solo de forma abundante e alarmante.

Outro fator, não menos importante, é o grande crescimento da população, que obriga a pensar no tamanho e na forma como estão sendo condicionados os cemitérios, e na adequação destes espaços para a constante e crescente demanda por territórios na cidade.

Cabe elucidar, que os cemitérios estão cada vez mais próximos das cidades, em razão deste crescimento descontrolado da população, ficando visível que estes repositórios cada-  
véricos contribuem para as agressões ao meio ambiente.

Deste modo, quando refere-se aos cemitérios, não podemos esquecer, por exemplo, a organização espacial a partir de questões socioculturais, na difícil aceitação de inovações e na apropriação do local pelos usuários de modo que após enterrar um ente querido se sintam consolados ao deixá-los naquele local.

Com a atual situação do Cemitério Municipal da cidade de Januária (localizado no norte de Minas Gerais), tendo em vista o não planejamento deste, havendo presença de moradias na circunvizinhança.

Apesar de preocupante não existem registros divulgados sobre a contaminação, portanto com base no tema, faz-se necessário analisar e identificar a concentração de alguns metais pesados no solo, ou seja, determinar o potencial de contaminação química, a fim de enumerar os possíveis riscos ao qual a população está exposta e se possível, como objetivo do trabalho, solucionar o problema visando melhoria para comunidade.

# REFERENCIAL TEÓRICO

## O corpo após a morte

A maioria das pessoas não sabe, mas, o corpo após o falecimento passa por várias transformações, tornando-se um ecossistema de populações de artrópodes, bactérias, micro-organismos patogênicos destruidores de matéria orgânica e outros, podendo colocar em risco o meio ambiente e a saúde pública, pois a decomposição de um cadáver libera substâncias muito tóxicas, (ALMEIDA e MÂCEDO, 2005; MIGLIORINI, 1994; MATOS, 2001, et al).

Para um melhor esclarecimento do corpo durante a decomposição, cabe exemplificar os fenômenos responsáveis por esse processo, que se dividem em vários, sendo dois principais, a autólise e a putrefação.

Vanrel (2016) explica que o corpo no estado da autólise, sofre autodestruição de células e tecidos se operando sem interferência externa, decorrente do aumento da permeabilidade das membranas plasmáticas, que possibilita a liberação enzimas proteolíticas contidas nos lisossomos, levando o corpo a uma acidez temporária.

Para Leite (2009), a putrefação é decomposta através da dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais, por ação dessas enzimas e bactérias. Os gases produzidos são H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>.

Baseando-se na tabela 1, composição aproximada do corpo de um homem adulto, se tem os gases que podem ser liberados durante a decomposição. (WHO, 1998 *apud* MACEDO, 2007).

**Tabela 1- Composição química aproximada do corpo de um homem adulto de 70 kg**

<b>SUBSTÂNCIAS</b>	<b>QUANTIDADE</b>
CARBONO	16.000g
NITROGÊNIO	1.800g
CÁLCIO	1.100g
FÓSFORO	500g
ENXOFRE	140g
POTÁSSIO	140g
SÓDIO	100g
MAGNÉSIO	19g
FERRO	4,2g
ÁGUA	70—74%

**Fonte: WHO (1998) citada por MACEDO (2007, p. 106)**

Macedo (2007, p. 107) aponta que, “o odor característico é causado por alguns desses gases e por mercaptana, que é uma substância constituída por gás sulfídrico (sulfeto de hidrogênio) ligado a carbono saturado”.

Os gases liberados vão de acordo com as substâncias que o corpo humano possui, e durante a sua decomposição liberam todos eles formando o chorume cadavérico. Por exemplo, se o corpo humano teve muito contato com o Ferro (Fe), que normalmente tem-se 4,2mg deste elemento, durante o processo de decomposição é carregado junto para o chamado necrochorume (figura 1), líquido que vai dissolver todos esses íons que entramos em contato durante a vida. O corpo possui nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, magnésio, ferro, e mais ou menos 70 a 74% de água, (SILVA, 2000; MACEDO, 2007).

**Figura 1 – Necrochorume**

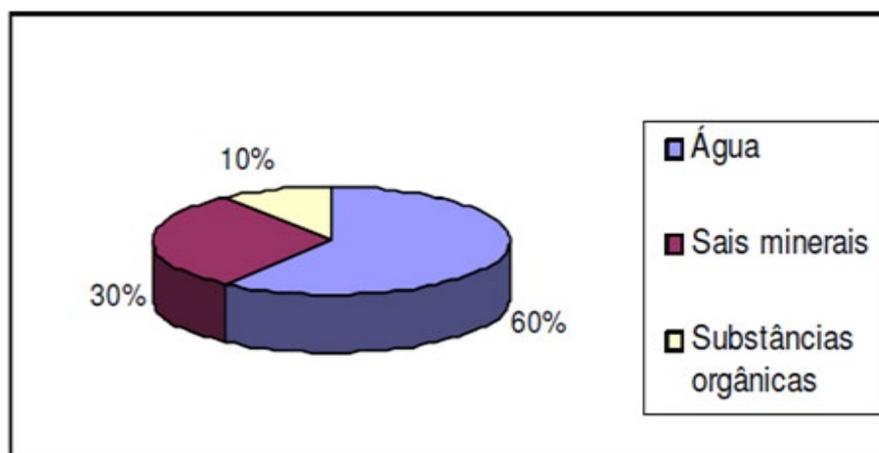


**Fonte: <http://compromissoconsciente.blogspot.com.br/2011/02/o-corpo-humano-e-liberacao-do.html>, acesso em 16 de julho de 2016.**

Macedo (2007) caracteriza o necrochorume como um líquido viscoso, de cor castanho-acinzentada, que pode apresentar mau-cheiro e diferentes graus de patogenicidade. Apresenta 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis.

Olhando para o gráfico pesquisado por Lopes (2005) consegue-se perceber de uma melhor forma a composição média do Necrochorume.

**Gráfico 1 - Composição média do Necrochorume**



**Fonte: Lopes (2005)**

Em relação aos problemas que procede a esse fluido, vale salientar que a causa da maioria das doenças são provocadas por alterações no meio ambiente, o que é motivo de preocupação, pois a alta quantidade de metais pesados que transcorre para as residências, é decorrente do contanto do necrochorume com o solo.

O fator que favorece a aproximação de pessoas com esses agentes tóxicos, se inicia durante as chuvas, deslizando o solo contaminado, e carregando-os para os locais próximos, assim, afetando a população exposta.

Justamente por isso, a localização dos cemitérios deve ser feitos de forma extremamente criteriosa, já que a natureza do terreno favorece a possibilidade de poluição ou contaminação das águas superficiais e dos lençóis freáticos, (ROSA, 2003).

## **Metais pesados**

Dado que, as várias fontes de substâncias presentes no Necrochorume estão os metais pesados, vale lembrar que são provenientes também dos adereços de caixões, e a embalsamação dos corpos, que são formados pelo Metanol e Formaldeído. Atualmente, o uso comum da

tanatropaxia- técnica de maquiar partes do falecido com cosméticos, corantes, enrijecedores e outros produtos- também são vigentes nesse líquido. (COSTA e MALAGUTTI, 2006).

Os metais que são encontrados de forma abundante na natureza representam um grupo de poluentes que necessita de tratamento especial, pelo fato de não degradar biológica e quimicamente, (HONG, 2002; SINGH e CAMEOTRA, 2004).

Guilherme (2005) descreve que alguns metais causam impactos negativos a ecossistemas terrestres e aquáticos, constituindo-se assim, em contaminantes ou poluentes do solo e da água.

Certos metais danificam as atividades biológicas. Portanto, os componentes biológicos, teoricamente, recebem respostas a esses metais de forma que se propaguem quando forem os tipos de atividades. Por exemplo, todos os sistemas enzimáticos são potencialmente suscetíveis aos metais pesados. Por outro lado, nos organismos vivos, o acesso dos metais pesados pode ser limitado pelas estruturas atômicas; além disso, os sítios ligantes podem competir pelo íon metálico. Por fim, o acesso desses componentes biológicos faz com que os certos tipos de respostas predominam, (MOREIRA e MOREIRA, 2004).

É constante a preocupação acerca dos elementos tóxicos que um corpo libera. Pois o aumento de contaminações de solo é grande, visto que, tornaram-se comum implantação de cemitérios em meio urbano, contudo, são problemas pouco discutidos e abordados na mídia.

“Talvez por isso se arraste ao longo de tanto tempo, prejudicando diretamente os que não dispõem de informação e, indiretamente com doenças infecto-contagiosas”. (FELICIONI, 2007, p.17).

## **Alumínio**

Considerando que o excesso de alumínio no organismo pode provocar constipação intestinal, cólicas abdominais, anorexia, cefaleia, esquecimento, distúrbios de aprendizado, hiperatividade, crises convulsivas, falta de coordenação motora, demência pré-senil, padrão de fala alterada, diminuição das funções hepáticas e renais, Junior (2007) afirma também, que o alumínio é encontrado em altas dosagens nos cérebros de doentes com síndrome de Alzheimer

e doença de Parkinson.

## Cobre

O cobre é um dos principais metais presentes no corpo humano, tem a função de participar de atividades proteicas, como a tirosinas, a citocromo oxidase e a ceruloplasmina. Sendo muito importante para o corpo, que conseqüentemente necessita de 2 a 5 mg de cobre por dia. Portanto, seu excesso é nocivo, podendo provocar degeneração hepato-lenticular ou doença de Wilson, apresentando sintomas como dilatação da cápsula do fígado, dores ao correr, mudança na cor da pele para amarela e tremores fortes nos dedos, (AZEVEDO 2003).

## Cromo

O cromo é encontrado em rochas, solo, poeiras, névoas vulcânicas, água, animais e plantas, que segundo FERREIRA (2003) o minério de cromita é sua forma mais abundante. O autor destaca ainda, que o seu teor em ambientes não contaminados por atividades humanas é de cerca de 1 µg/L na água e 0,1 µg/m<sup>3</sup> no ar, e suas concentrações no solo geralmente variam entre 2 e 60 mg kg<sup>-1</sup>.

## Bário

O bário é um elemento químico da família 2A que possui elevado peso atômico. Ele está presente na natureza como um cátion divalente em combinação com outros elementos. Ocorre naturalmente na crosta terrestre e nas águas de superfície, e também se encontra na atmosfera por meio de emissões industriais (IPCS-ICHEM, 2002).

O composto de bário frequentemente utilizado em estudos de toxicidade é o BaCl<sub>2</sub>, que possui solubilidade em água a 375 g/L à 20°C (IPCS-ICHEM, 2002; ELLENHORN, 1997).

A exposição da população a compostos solúveis de bário pode causar efeitos tóxicos em diversos sistemas fisiológicos, como o gastrointestinal (salivação, náusea, vômito), hipertensão, arritmias cardíacas e paralisia do músculo esquelético. (IPCS-ICHEM, 2002).

A absorção de sulfato de bário pelo trato intestinal ou pela pele é limitada, em vista disso a intoxicação aguda é rara, havendo limitadas citações de dados experimentais na literatura.

(IPCS-ICHEM, 2002).

## Zinco

Em conformidade com o autor Antunes (2010), que relata que as várias formas de vida presentes na terra foram em constate evolução por efeito ao metal Zinco, que é utilizado pela natureza para processos biológicos específicos onde os seus níveis são autoregulados pela maioria dos organismos, e dependendo das propriedades químicas e físicas do meio ambiente e em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença e em animais, sua deficiência pode conduzir ao atraso no crescimento.

Contudo, o Zinco em excesso pode provocar muitos problemas, por ser muito tóxico e estar acima de determinados valores, provoca sintomas de envenenamento, que incluem vômitos, febre e náuseas, e quando presente em quantidades elevadas compete com outros minerais na absorção intestinal (MARANHOTO, 2009).

## Chumbo

Cunha (2003) deixa claro em seus estudos, que a toxicidade o chumbo envolve processos bioquímicos que possuem habilidades que são capazes de inibir ou imitar a ação do cálcio e de interagir com proteínas. Ainda de acordo com o autor, a contaminação proveniente do chumbo é apresentada de forma gradual, com sinais que progridem até o surgimento de quadros clínicos de encefalopatia com alterações neurológicas como distúrbios de comportamento (paranoia, delírios e alucinações), alterações da marcha e do equilíbrio (denotando já um comprometimento de cerebelo), agitação psicomotora e, em situações de exposição a altas concentrações, alterações de consciência como obnubilação, estupor e coma, precedidos, em alguns casos, de convulsões.

## Ferro

O organismo necessita aproximadamente de até 19mg de ferro por dia, Zimbres (2002) por seu lado, afirma que os problemas estéticos se tornam graves, devido ao excesso desse

metal, por isso exige-se baixa concentração em função disso.

## Níquel

Metal de coloração branco/prateado, condutor de calor e eletricidade, flexível, maleável, apresentando caráter ferromagnético. É encontrado em minerais e em meteoritos está unido ao ferro (RUPPENTHAL, 2013).

A intoxicação por níquel pode ocorrer principalmente através da inalação, ou em contato com a pele. O tamanho aerodinâmico da partícula influencia a acumulação e a retenção ao nível de trato nasofaríngeo, traqueobronquial ou pulmonar (RUPPENTHAL, 2013).

No ser humano é capaz de causar intoxicação por ingestão, no entanto por ser um elemento de difícil absorção, os sintomas são relativamente leves como apatia, diarreia, febre, insônia e náuseas. Em altas doses o níquel pode causar sérios problemas à saúde humana. Causando dermatites em contato com a pele, (APDA, 2012).

## Contaminações no solo

Como foi observado anteriormente à contaminação do solo dos cemitérios é proveniente da ação química desses metais, é interessante mencionar ainda, que essas substâncias que agem toxicamente no meio ambiente, degradam além do solo e lençóis freáticos, também o organismo, pois são fáceis na absorção quando postos em contato direto ou indiretamente.

Davis (2001) sustenta que em áreas urbanas existem diversas fontes de metais, apesar disso, o mecanismo de liberação desses metais é muito complexo. Reforça que, o fluxo dos metais dependem das características do solo, dos materiais específicos e componentes empregados dentro da área de drenagem, efeitos hidrometeorológicos e outros.

Para uma decomposição segura e total dos corpos sepultados, devem ser evitados os solos muito permeáveis como areia, cascalho e as misturas, os solos constituídos por materiais de granulação muito fina (areia finíssima, siltes e argilas) e os terrenos formados pelo intemperismo de rochas cársticas, calcossilicatadas ou muito fina.(COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1999, p. 6).

## Sepultamentos

Pacheco (2000) alude que os cemitérios funcionam como laboratórios de decomposição de matéria orgânica, que representa um risco potencial para o ambiente e saúde pública. O autor cita ainda os dois tipos de sepultamentos, que são feitos por inumação e entumulação. A inumação é o caixão colocado diretamente na terra (figura 2) e a entumulação (figura 3) são os caixões colocados diretamente em jazigos.

**Figura 2 - Enterro diretamente no solo**



**Fonte: Própria autora (2016)**

**Figura 3 - Enterro em construção tumular**



**Fonte: Própria autora, 2016.**

## Cemitérios

### Cemitério do tipo vertical

Com o propósito de impedir o vazamento de necrochorume, a legislação criou os cemitérios verticais, são materiais que bloqueiam a passagem gasosa para os locais de circulação dos visitantes e trabalhadores, são dispositivos que proporcionam condições adequadas para a decomposição dos corpos. (ANJOS, 2013).

Figura 4 - Cemitério vertical



Fonte: <http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/conheca-o-cemiterio-vertical-e-como-ele-pode-se-tornar-uma-solucao-ambiental/>, acesso em 24 de agosto de 2016.

### Cemitério do tipo horizontal

Compreende os cemitérios tradicionais, ou de parque e jardins, que estejam localizados em área descoberta, conforme Resolução n° 355 de 3 de abril de 2003.

O principal risco associado a essa prática é a possível ocorrência ou disseminação de doenças, através de microrganismos quando em contato direto com visitantes ou funcionários. Podendo também ocorrer através da contaminação do solo ou de fontes de abastecimento de água, sobretudo as destinadas ao consumo humano.

**Figura 5 - Cemitério horizontal**



**Fonte: Própria autora (2016)**

## **Impactos ambientais**

Como nota-se, o cenário mediante a construção dos cemitérios é realmente preocupante, posto que, são estruturados em locais que não apresentam regulamentação. Pode ocorrer principalmente quando o terreno se encontra próximo de áreas de ameaça, apresentando condições inadequadas, causando um sistema deficiente, já que é implantado sem estudos e avaliações técnicas, o que acarreta riscos para a sociedade.

Os sepultamentos de cadáveres são, de fato, fontes de poluição para o meio ambiente, e por isso deve ser considerado como causadora de impactos ambientais. E é de suma importância que para a implantação de novos e o contínuo funcionamento dos cemitérios já existentes, sejam elaborados estudos geológicos e hidrogeológicos que venham minimizar e evitar futuros locais de contaminação pela atividade cemiterial. (BACIGALUPO, 2011, p. 7).

Diante disso, é necessária a fiscalização adequada antes de começar a implantação, pois poderão ser construídos em regiões de baixo relevo com condições inapropriadas. Porém, não devemos deixar de questionar aqueles que já estão em funcionamento, levando em conta os impactos ambientais primários, secundários.

Os impactos ambientais primários ocorrem com a contaminação das águas subterrâneas de menor profundidade- aquífero freático- e, excepcionalmente com a das águas superficiais. Os impactos ambientais secundários têm lugar com a formação de maus cheiros na área dos cemitérios, provocados pela emissão dos gases funerários, como consequência da má confecção das sepulturas por inumação, isto é, profundidade de enterramento insuficiente e cobertura de terra inadequada, quanto à altura e tipo de solo. Nos jazidos também podem ocorrer maus cheiros, quando nessas construções aparecem fendas (MACEDO, 2007. p 109).

## Critérios na construção tumular

O poder público é parte integrada na construção de um cemitério, inclusive existem órgãos responsáveis de Legislações Ambientais que tratam dessas obras em vários países, até mesmo no Brasil. O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – editou a Resolução Nº 335, de 3 de abril de 2003, alterada pela Resolução nº368, de 28 de março 2016, que regulamenta os aspectos essenciais relativos ao processo de licenciamento ambiental de cemitérios.

Diante da possível contaminação que os cemitérios podem causar ao meio ambiente, a legislação determina que:

I - área prevista para a implantação do cemitério deverá estar a uma distância segura de corpos de água, superficiais e subterrâneos, de forma a garantir sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e a critério do órgão licenciado;

II - o perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra;

III - 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, é necessário que o nível inferior dos jazigos esteja dez metros acima do nível do lençol freático.

Como visto, os cemitérios devem se adequar a resolução do CONAMA, que estabelece normas para a implantação, instalação e funcionamento, considerando a necessidade do problema que busca minimizar estabelecendo área de sepultamento com padrões de limitação, para que sejamos beneficiados no controle da poluição desses locais. Cabe aos órgãos responsáveis

atribuir os parâmetros da legislação contida na resolução e fazer jus, de modo que, se as características do solo forem desfavoráveis, recorrer aos responsáveis para que possam assegurar proteção ao meio ambiente.

Levando-se em conta o que foi observado, cabe lembrar que os componentes responsáveis pela execução dessas obras devem estar cientes na elaboração desses projetos, salientando uma visão mais ampla para os territórios urbanizados.

A despeito disso, Pacheco (2000) quando se fala em cemitérios administrados pelos municípios, argumenta que os grandes problemas ambientais são oriundos dos sepultamentos que ocorrem em covas rasas e diretamente no solo sem qualquer tipo de proteção, ocasionando um risco em potencial para a contaminação do lençol freático e águas superficiais.

Embora existam pessoas que residam em locais próximo aos cemitérios, é de suma importância relatar que estão vulneráveis a bactérias e infecções, pois pode haver nesses locais contaminações das águas e do solo, posto que, o contato com a água contaminada de substâncias químicas de restos mortais pode levar a doenças, o que de fato pode ocorrer em consequência da falta de estrutura adequada na construção tumular.

Desse modo, os critérios geológicos (características litológicas e estruturas do terreno) e hidrogeológicos (nível de lençol freático) devem ser levados em consideração durante a implantação de um cemitério, pois, representa risco do ponto de vista sanitário e higiênico, por causa das substâncias provenientes da decomposição de cadáveres, o que verdadeiramente se alojam no solo, representando ameaça para a sociedade. (PACHECO, 2000).

## **Cemitério municipal de Januária**

### **Caracterização da área de estudo**

Localizado na Praça Cristo Redentor, no bairro Vila Jadete, o cemitério Municipal de Januária é o maior da região e foi o primeiro a ser fundado pela cidade mineira, iniciando os sepultamentos há mais de 150 anos. (CONSTRUÇÃO DE OBRAS DE JANUÁRIA-MG, 2016).

**Figura 6 - Parte externa do Cemitério Municipal de Januária-MG**



**Fonte: Própria autora (2016)**

A estrutura do terreno ocupa uma área de 6.000 m<sup>2</sup>, em zona intensamente urbanizada e residencial, com fluxo contínuo de pessoas, próximo a parte central da cidade.

A escolha deste cemitério para o estudo foi baseado na ocupação que o território está concentrado, na parte mais elevada, defronte com a região central. Nos períodos chuvosos precipita todo o solo do local para a população presente, muitas pessoas desconhecem, mas pode haver transportação de elementos tóxicos.

Importa lembrar também, que para realização dessa pesquisa foi concedida autorização da Construção de obras da cidade.

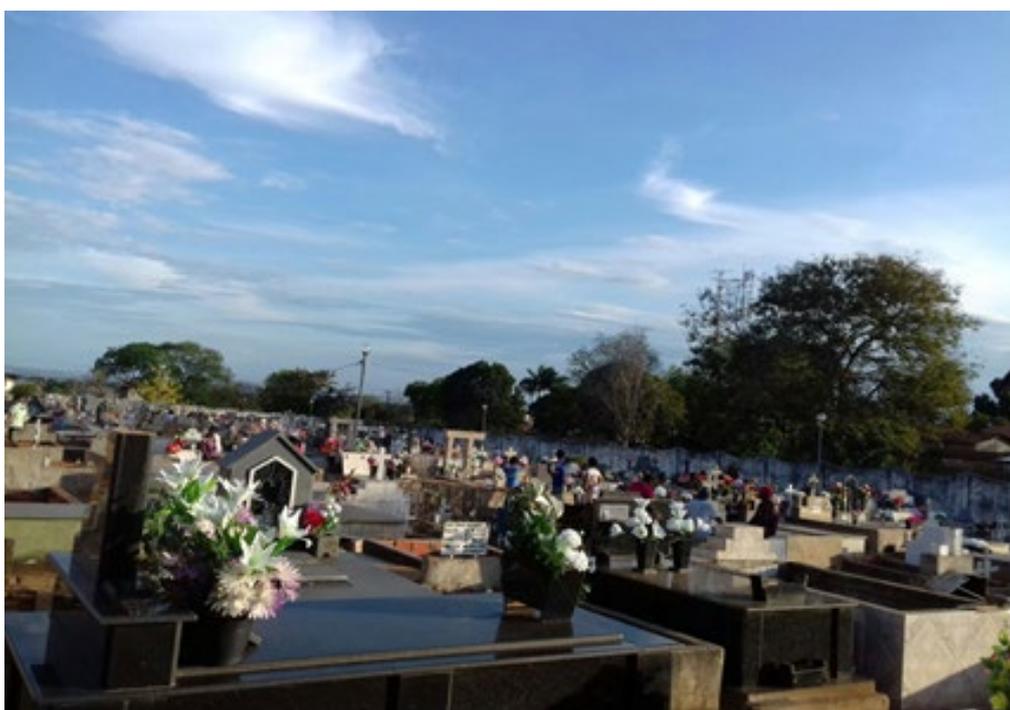
**Figura 7 - Vista aérea do Cemitério Municipal de Januária-MG**



**Fonte: Google Earth (2016)**

É possível também identificar as condições de sepultamentos que consiste no espaço do cemitério, sobretudo, são dois tipos, o caixão diretamente na terra e os jazigos, estas são construções existente há décadas (figura 8), que se dispõe de estruturas acima do solo com seis gavetas, com distância de aproximadamente 1 m da terra.

**Figura 8 - Sepultamentos em Jazigos do cemitério Municipal de Januária-MG**



**Fonte: Própria autora, 2016.**

## Informações sobre a área de influência

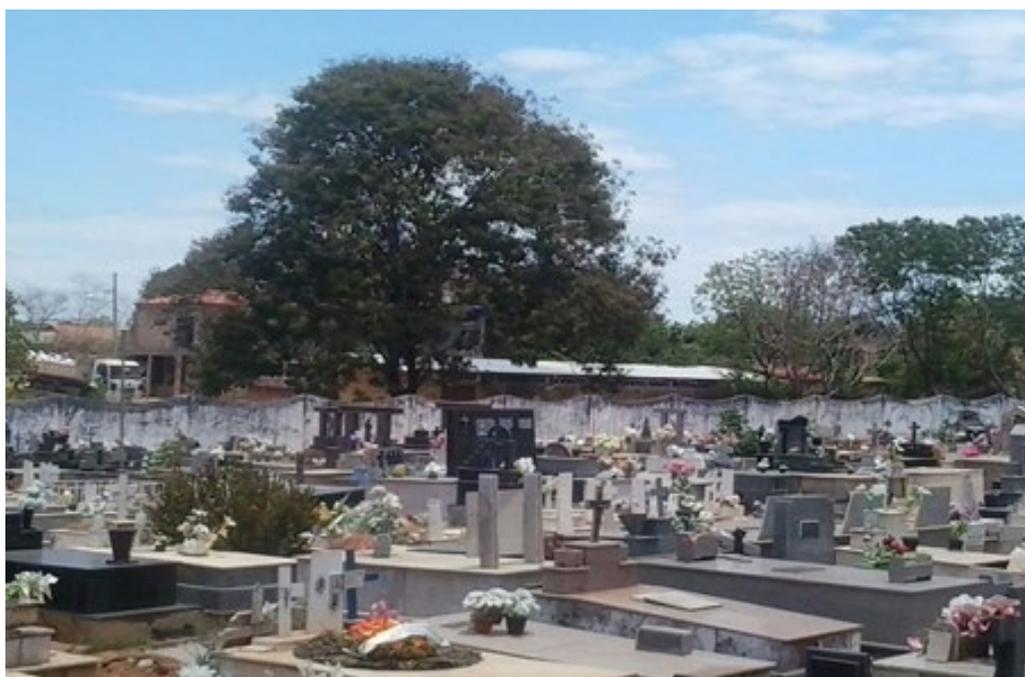
O cemitério em estudo é um bem público e está sob responsabilidade do poder municipal, no qual mediante apresentação jurídica de autorização pode ocorrer o sepultamento dos mortos (ANEXO A).

Porém, ainda é bem complexo quando se trata dos pedaços de terras cedidos para os sepulcros, pois, quando os titulares e/ou herdeiros da concessão de sepulturas não procedem com os serviços de limpeza, bem como reparação dos jazigos e conservação de covas, vários corpos são exumados do local ou tendo outras sepulturas sobrepostas a eles.

De acordo com os responsáveis da construção de Obras de Januária, são em média 8.480 sepulturas e 134 mil sepultados, e que desde o mês de Janeiro de 2016 até hoje, novembro de 2016, cerca de 19 famílias compraram terrenos destinados a sepulcros, tanto individuais quanto grupal.

Percebe-se na figura abaixo, que capacidade está chegando ao limite, comprometendo assim a locomoção dos vivos. No entanto, mesmo com a capacidade de sepultamentos comprometida, acontecem muitos enterros, por volta de 5 a 6 pessoas por semana, uma média de 260 por ano.

**Figura 9 - Parte interna do cemitério Municipal de Januária-MG**

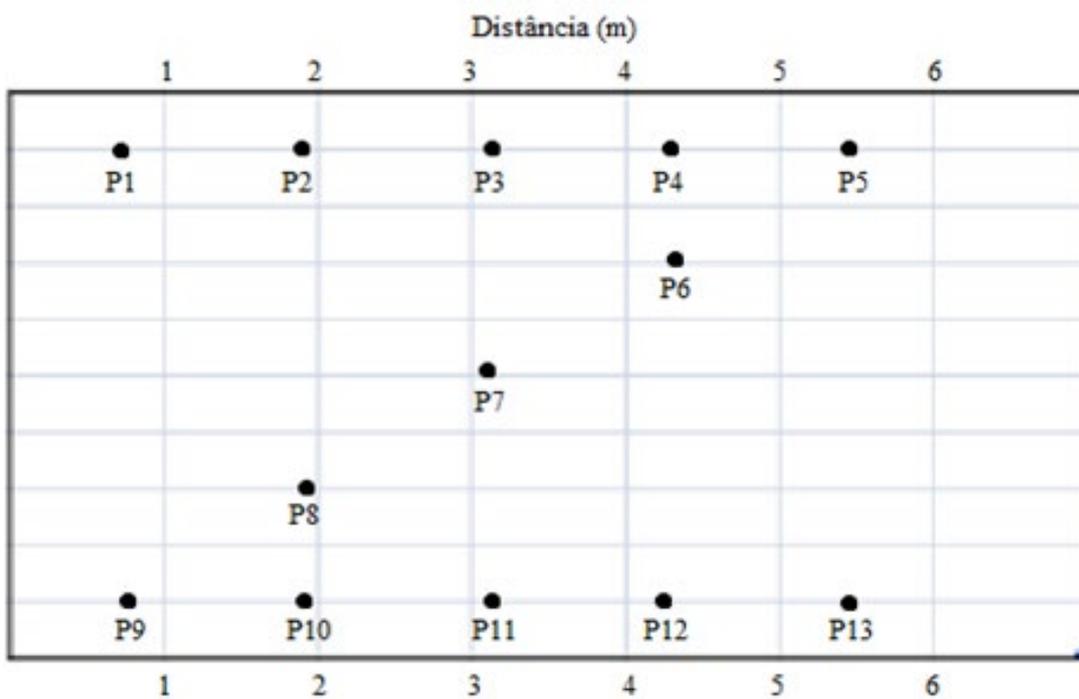


**Fonte: Própria autora (2016)**

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras do solo do Cemitério Municipal de Januária-MG foram coletadas em 13 pontos com percurso de um Z, esquematizados no gráfico 2.

**Gráfico 2 - Esquema dos pontos de coleta**



**Fonte: Própria autora (2016)**

Para uma boa amostragem de solo, foram coletadas amostras simples de pequenas porções de terra, extraídas por escavações lineares em 4 profundidades (0-40, 40-80, 80-120 e 120-160 cm). À distância em média de cada ponto de coleta foram aproximadamente 1,20 m. Em seguida, colocadas em um recipiente e misturadas, formando uma amostra composta.

**Figura 10 - Coleta do solo no Cemitério Municipal de Januária-MG**



**Fonte: Própria autora (2016)**

Durante a coleta o equipamento utilizado no auxílio das amostras foi um trado holandês (Figura 11). Cada tratada coletava cerca de 20 a 25 cm do solo, posteriormente, 300g do solo foi recolhido, posicionado em sacola plástica, identificado devidamente e enviado para análise.

**Figura 11 - Modelo de trado holandês utilizado nas coletas de amostras.**



**Fonte: Equilab (2016)**

Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o CAMPO – Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental, que realiza análises químicas conforme a metodologia da Embarca e IAC, o laboratório atende aos requisitos dos principais programas de proficiência do país, sendo aprovados em todos eles.

O protocolo utilizado para determinação das análises foi o EPA 3050B/200.7, um método mais eficiente que prevê a utilização de 0,5 g da amostra que é digerida em 5 mL de HNO<sub>3</sub> concentrado em tubos de digestão em bloco digestor aberto por 10 minutos a 95 ± 5 °C, então as amostras foram resfriadas por 15 minutos e novamente foram adicionados 5 mL de HNO<sub>3</sub>. Estas foram conduzidas ao bloco digestor para aquecimento a 95 ± 5°C por mais 2 horas. Após este período as amostras foram resfriadas por 30 minutos e então foram adicionados 1 mL de água destilada e 1,5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30%. Após ceder a efervescência, foi adicionado mais 5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e as amostras foram levadas novamente ao bloco digestor por mais 2 horas a 95 ± 5°C. Por fim as amostras foram resfriadas e receberam 10 mL de HCl concentrado e 20 mL de água destilada e foram aquecidas por 15 minutos a 95 ± 5°C. As alíquotas foram resfriadas, filtradas e armazenadas em recipiente plástico.

Para quantificação da amostra, foi usado o aparelho de espectrofotômetro de absorção atômica com atomização por chama, que serve para efetuar as leituras para determinação dos metais.

O método possibilita obtenção da curva de sensibilidade do equipamento para cada elemento, as amostras de composição química conhecida são submetidas a parâmetros instrumentais bem definidos, e essa curva de sensibilidade que relaciona o equipamento com a intensidade fluorescente teórica é calculada e a medida para cada elemento aplicada, (BONA, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Mediante tabela de certificado de análises ambientais, remetida pelo CAMPO, de documento de número interno 6895/16<sup>a</sup>, é possível observar as informações da amostragem, permitindo análise imediata dos resultados. É de suma importância expor presentes informações para que possa ter uma visualização adequada dos resultados físico-químicos que se propõe a apresentar.

**Tabela 2 – Certificado de análises ambientais.**

### INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

PARÂMETROS	Nº INTERNO	PROTOCOLO
Alumínio	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Cobre	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Cromo	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Bário	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Zinco	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Chumbo	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Ferro	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7
Níquel	6895/16 <sup>a</sup>	EPA 3050B/200.7

**Fonte: CAMPO; Centro de Tecnologia Ambiental, 2016.**

Através do protocolo EPA 3050B/200.7- procedimento utilizado para determinar os parâmetros - foi possível obter os dados que foram baseados na legislação brasileira, CONAMA 420 publicada no Brasil no ano de 2009, que em sua comparação vigente foi utilizado à lei CETESB que elaborou a técnica L1.040, responsável pelo controle ambiental do Estado de São Paulo, pois não existe ainda norma que assegura os metais pesados no solo do estado de Minas Gerais.

A CETESB, sem prejuízo de normas instituídas pelo CONAMA teve sua primeira lista de valores orientadores para Solos e Águas Subterrâneas de 37 substâncias publicada em 2001, e no ano de 2005 foi revisada e ampliada com valores orientadores para 84 substâncias, onde

seguiu e novamente revisada em 2007 e finalmente publicada no diário oficial em 2014.

A lei objetiva preservar o solo, apresentando uma caracterização da área, com informações geográficas, geológicas e hidrogeológicas, onde prevê padrões de distância de pelo menos 1,5 m acima do mais alto nível do lençol freático. (CETESB, 2001).

Após conhecer a norma técnica de padrões estabelecida pelo órgão responsável, importa apontar a concentração máxima de metais pesados permitidos no solo (Tabela 3), com o propósito de esclarecer os resultados obtidos.

Tabela 3 - Valores orientadores para solos e para águas subterrâneas no Estado de São Paulo – 2001

Substância	VALORES ORIENTADORES					
	Solos (mg.kg <sup>-1</sup> )					Águas Subt. (µg.l <sup>-1</sup> )
	Referência	Alerta	Intervenção			Intervenção
Agrícola APM <sub>ax</sub>			Resid.	Indust.		
Alumínio	—	—	—	—	—	200 <sup>(2)</sup>
Antimônio	<0,5	2,0	5,0	10,0	25	5 <sup>(1)</sup>
Arsênio	3,50	15	25	50	100	10 <sup>(1)</sup>
Bário	75	150	300	400	700	700 <sup>(1)</sup>
Cádmio	<0,5	3	10	15	40	5 <sup>(1)</sup>
Chumbo	17	100	200	350	1200	10 <sup>(1)</sup>
Cobalto	13	25	40	80	100	30 <sup>(2)</sup>
Cobre	35	60	100	500	700	2000 <sup>(1)</sup>
Cromo	40	75	300	700	1000	50 <sup>(1)</sup>
Ferro	—	—	—	—	—	300 <sup>(2)</sup>
Manganês	—	—	—	—	—	100 <sup>(2)</sup>
Mercurio	0,05	0,5	2,5	5	25	1 <sup>(1)</sup>
Molibdênio	<25	30	50	100	120	250 <sup>(2)</sup>
Níquel	13	30	50	200	300	50 <sup>(4)</sup>
Prata	0,25	2	25	50	100	50 <sup>(2)</sup>
Selênio	0,25	5	—	—	—	10 <sup>(1)</sup>
Vanádio	275	—	—	—	—	—
Zinco	60	300	500	1000	1500	5000 <sup>(2)</sup>
Benzeno	0,25	—	0,6	1,5	3,0	5 <sup>(1)</sup>
Tolueno	0,25	—	30	40	140	170 <sup>(2)</sup>
Xilenos	0,25	—	3,0	6,0	15	300 <sup>(1)</sup>
Estireno	0,05	—	15	35	80	20 <sup>(1)</sup>
Naftaleno	0,20	—	15	60	90	100 <sup>(2)</sup>
Diclorobenzeno	0,02	—	2,0	7,0	10,0	40 <sup>(2)</sup>
Hexaclorobenzeno	0,0005	—	0,1	1,0	1,5	1 <sup>(1)</sup>
Tetracloroetileno	0,10	—	1,0	1,0	10	40 <sup>(1)</sup>
Tricloroetileno	0,10	—	5,0	10	30	70 <sup>(1)</sup>
1,1,1 Tricloroetano	0,01	—	8,0	20	50	600 <sup>(2)</sup>
1,2 Dicloroetano	0,5	—	0,5	1,0	2,0	10 <sup>(1)</sup>
Cloro de Vinila	0,05	—	0,1	0,2	0,7	5 <sup>(1)</sup>
Pentaclorofenol	0,01	—	2,0	5,0	15,0	9 <sup>(1)</sup>
2,4,6 Triclorofenol	0,2	—	1,0	5,0	6,0	200 <sup>(1)</sup>
Fenol	0,3	—	5,0	10,0	15,0	0,1 <sup>(2)</sup>
Aldrin e Dieldrin	0,00125	—	0,5	1,0	5,0	0,03 <sup>(1)</sup>
DDT	0,0025	—	0,5	1,0	5,0	2 <sup>(1)</sup>
Endrin	0,00375	—	0,5	1,0	5,0	0,6 <sup>(1)</sup>
Lindano (d-BHC)	0,00125	—	0,5	1,0	5,0	2 <sup>(1)</sup>

1 - Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para Substâncias que apresentam risco à saúde

2 - Padrão de Potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde para aceitação de consumo (critério organoléptico).

3 - Padrão de Potabilidade da Portaria 36 do Ministério da Saúde;

4 - Comunidade Econômica Européia

5 - Com base no valor de intervenção para solos no Cenário Agrícola/Área de Proteção Máxima (APMax)

— não estabelecido

Fonte: CETESB, 2001. Disponível em: [http://sites.usp.br/sef/wp-content/uploads/sites/52/2015/03/46-CETESB2001\\_Valores\\_Orientadores\\_solo\\_agua.pdf](http://sites.usp.br/sef/wp-content/uploads/sites/52/2015/03/46-CETESB2001_Valores_Orientadores_solo_agua.pdf) Acesso em 22 de Nov de 2016.

De acordo com os resultados dos valores máximos permitidos especificados na resolução da CETESB, aplicada para delimitar a presença de substâncias químicas que interfere na qualidade do solo, foi possível comparar com os valores anômalos encontrados no cemitério

**Tabela 4 – Resultado inicial**  
**RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS**

PARÂMETROS	RESULTADO	UNIDADE
Alumínio	4334	mg/kg
Cobre	<1,000	mg/kg
Cromo	9,86	mg/kg
Bário	4	mg/kg
Zinco	72,2	mg/kg
Chumbo	<1,000	mg/kg
Ferro	7664	mg/kg
Níquel	2,08	mg/kg

**Fonte: CAMPO; Centro de Tecnologia Ambiental (2016)**

Conforme demonstra os dados da tabela 4, é possível verificar variações de algumas substâncias, pois se pode perceber incerteza expandida no Cobre e no Chumbo, com limitações de valores, ou seja, a afirmação  $500 < 1.000 < 1.500$ , tanto pode obter valores acrescidos ou diminuídos, com 90% de chance dos dois elementos assumirem valores entre 500 ou 1.500, podendo ocorrer devido a um erro provável tanto na falta de teores certificados na aplicação do método ou no próprio aparelho, o que de fato, torna-se necessário revalidar utilizando o grau de validação.

Para melhor conceituar, o INMETRO (1995), define o erro como diferença entre o valor calculado ou observado e o valor verdadeiro do mensurando, isto é como na maioria das vezes o segundo não é conhecido, o erro não pode ser determinado, mas sim estimado.

**Tabela 5 - Resultado final**

<b>Parâmetros VMP1</b>	<b>Incerteza da medição (±)</b>	<b>L.Q</b>
Alumínio NA2	126	1,0
Cobre 600	0,036	1,0
Cromo 400	0,8477	1,0
Bário 750	0,4	1,0
Zinco 2.000	4,9	1,0
Chumbo 900	0,058	1,0
Ferro NA2	241	1,0
Níquel 130	0,1153	1,0

**Fonte: CAMPO; Centro de Tecnologia Ambiental (2016)**  
**(1)- Valor máximo permitido.**  
**(2)- Limite não estabelecido pela Legislação utilizada.**

Melhor esclarecimento na obtenção nos resultados, a incerteza expandida foi obtida pela multiplicação da “incerteza padrão” e o “fator de abrangência K=2”, para que o valor compreendido seja 95% de certeza, como nota-se pelos resultados descritos na tabela acima.

Diante dos dados finais, de acordo com os critérios utilizados pelo laboratório, podem-se perceber resultados elevados do alumínio e do ferro, indicando situações de contaminações. Porém, na literatura pesquisada não constam valores máximo permitidos para esses metais no solo, apenas na forma dissolvida, pois segundo o governo responsável pela elaboração dessa norma técnica, estes metais encontram-se naturalmente em altas concentrações e principalmente nos solos tropicais.

Por ser um laboratório de credibilidade com metodologias bem aplicadas, considera-se a situação do solo do cemitério de Januária preocupante, uma vez são elementos que acarretam danos ao organismo humano, como perda de memória, tremores, dores musculares e surdez.

No caso dos demais elementos, os resultados indicam que a concentração de metais é aceitável pela legislação. Dada as consequências legais e ambientais de tais achados, principalmente do Al e Fe, merece ênfase que os limites recomendados são para o Estado de São Paulo e não para Minas Gerais, o que reforça a necessidade de uma revisão constante, em razão das resoluções que intercedem um estado sempre que necessário podem ser alteradas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo exposto neste trabalho, perceberam-se os efeitos que o corpo humano em decomposição provoca no meio ambiente, devido às construções de sepulturas e cemitérios de forma irregular, acarretando-se dessa forma sérios riscos para a população.

Vale mencionar também, que os cemitérios em andamento precisam ser averiguados, dado que, as cidades estão crescendo de forma descontrolada e a falta de planejamento das construções públicas penaliza a população, pois como citado, cemitérios levantados sem legislações vigentes põe em risco o meio ambiente e a saúde das pessoas.

Dessa forma, a fiscalização precisa coibir essas irregularidades, o que de fato não acontece, pois são deficientes em cidades pequenas, então os cemitérios permanecem em funcionamento inadequado resultando em doenças que podem ser contraídas pelos habitantes.

O estudo analisado fundamenta-se em relatar as contaminações do solo do cemitério Municipal de Januária, cidade carente de informação. Ficou, pois, comprovado que o solo contém elementos químicos contaminantes, tais como o ferro e o alumínio.

Não o bastante, além de avaliar as condições que a população januarense próximos a essas áreas estão expostos, o presente trabalho teve como objetivo, apresentar uma solução para o problema por meio de um modelo de cemitério vertical (APÊNDICE A), que não permite contaminação da água, do solo e do ar.

O projeto em questão visa melhoria para comunidade, uma vez que a cidade não possui esse tipo de sepultamento. O intuito é amenizar as contaminações do solo, disponibilizando conforto adequado para as famílias dos mortos, já que o cemitério municipal esta com uma cota bem elevada de enterramentos.

O cemitério vertical se adapta a cidade, de primeira instância os dados necessários foram feitos e consentido com êxito, como levantamento bibliográfico, levantamento dos dados geológicos, hidrogeológicos, topográficos, do clima e da região. Em seguida, enviados para prefeitura de Januária para aprovação e apresentação do projeto.

Vale salientar que o cemitério vertical possui sistemas aprovados por lei, pois são construídos acima do solo, com garantia de vedação e impermeabilização, e o direcionamento do necrochorume é feito através dos reservatórios que o polimerizará em intervalo de três anos, para que assim possa ter uma destinação ambiental propícia, onde também prevê tratamento adequado para os gases, com filtro de carbono. Por fim, se autorizado será benéfico e extremamente importante para a história da cidade.

## REFERÊNCIA

ALMEIDA A. e MACÊDO J. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. 2005. 12f. Seminário de Gestão Ambiental - Instituto Vianna Júnior, Juiz de Fora- MG.

ANTUNES, M. Toxicologia dos metais pesados, Disponível em: <[http://domfelicianosec.dyndns.org/marcelo.antunes/toxicologia\\_dos\\_metais\\_pesados.htm](http://domfelicianosec.dyndns.org/marcelo.antunes/toxicologia_dos_metais_pesados.htm)>. acesso em 07 de Novembro de 2016.

ANJOS, R. M. dos. Cemitérios: uma ameaça à saúde humana? CREA – SC. Out. 2013. Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?-cmd=artigosdetalheid=2635#.U2KuDWpdUpo>> Acesso em 23 de outubro de 2016.

Associação portuguesa de distribuição e drenagem de águas (APDA); Ft-qi-06-Níquel; 2012. Encontrado em: <[http://www.apda.pt/site/ficheiros\\_eventos/201212041547-ft\\_qi\\_06\\_niquel23102012.pdf](http://www.apda.pt/site/ficheiros_eventos/201212041547-ft_qi_06_niquel23102012.pdf)> Acesso em 18 de out de 2016.

AZEVEDO, Sebastião Márcio. Levantamento da contaminação por cobre nas aguardentes de cana-de-açúcar produzidas em Minas Gerais. Ciência e Agrotecnologia, v. 27, n. 3, 2003, p. 618-624.

BONA, I. A. T.; SARKIS, J. E. S.; SALVADOR, V. L. R.; SOARES, A. L. R.; KLAMT, S. L. Análise arqueométrica de cerâmica Tupiguarani da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, usando fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF). Revista Química Nova, São Paulo, n. 30, p. 785-790, jan./fev. 2007.

BRASIL; Conselho Nacional do meio ambiente. Resolução CONAMA n°355, 03 de abril de 2003. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=359>> Acesso em 27 de agosto de 2016.

BRASIL; Conselho Nacional do meio ambiente. Resolução CONAMA n°368, 28 de março de 2006. Alteram dispositivos da resolução n°355, 03 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental dos cemitérios. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=488>> Acesso em 27 de agosto de 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 420, de 28 de Dezembro de 2009. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res03/res33503.xml>>. Acesso em 25 de outubro de 2016.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Norma técnica. Implantação de cemitérios. L1.040, 6p. Jan/2001. Disponível em: <<http://solo.cetesb.sp.gov.br/solo/valores-orientadores-para-solo-e-agua-subterranea>>. Acesso em janeiro de 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. Implantação e operação de cemitérios: procedimentos. São Paulo, 1999. 6 p.

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

CUNHA, Fernanda Gonçalves da. Contaminação humana e ambiental por chumbo no Vale do Ribeira, nos estados de São Paulo e Paraná. 2003. 11 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DAVIS, A.P. Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in urban runoff from specific sources. 997-1009p. Vol. 44. Chemosphere, 2001.

Documento Municipal. Secretaria de Obras. Relatório técnico. Prefeitura de Januária-MG, 2016.

ELLENHORN, M. J. Ellenhorn's Medical Toxicology - Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2ª ed. Baltimore: Editora Williams e Wilkins, 1997.

FELICIONI, Fernanda; ANDRADE, Flavio F. A.; BORTOLOZZO, Nilza. A ameaça dos mortos: cemitérios põem em risco a qualidade das águas subterrâneas. Jundiáí, SP: Maxprint, 2007.

FERREIRA, Adão de Siqueira. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. Revista brasileira de ciência do solo. Campinas. Vol. 27, n. 4 (jul./ago. 2003), p. 755-763, 2003.

GUILHERME, L.R.G. *et al.* Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. Tópicos em Ciências do Solo, v. 4, p. 345-390, 2005.

HONG, K.; TOKUNAGA, S.; KAJIUCHI, T. Evaluation of Remediation Process With Plant-Derived Biosurfactant for Recovery of Heavy Metals from Contaminated Soils. Chemosphere, v. 49, p. 379-387, 2002.

INMETRO, 1998. Guia para a Expressão da Incerteza de Medição, Instituto Nacional de Metrologia, Rio de Janeiro

International Program of Chemical Safety (IPCS-INCHEM) (ONU, ILO, WHO): Concise International Chemical Assessment Document 33, 2001. CD ROM 2002-2003.

JUNIOR, A. M. Alumínio-Intoxicação, Categoria: Bioquímica, Saúde Geriátrica, 2007. Disponível em: <<http://www.medicinageriatrica.com.br/2007/12/03/aluminio-intoxicacao>> Acesso em 07 de agosto de 2016.

LEITE, Eliana Brandão. Análise físico-química e bacteriologia da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade de Santana, Ilha de Maré, Salvador-BA. 2009. 17f. Artigo elaborado com base em Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Jorge Amado, Salvador-BA.

LOPES J. L.; Cemitério e seus impactos ambientais. Estudo de caso: Cemitério Municipal do Distrito de Catuçaba/SP. Centro Universitário Senac. São Paulo, 2005.

MACEDO, Jorge Antonio. Águas e águas. 3º Ed. Revisada e atualizada. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. 1043 p.

MARANHOTO, C. Zinco – Metal essencial, 2009. Disponível em <<http://www.centrovegetariano.org/Article521zinco%2B%2596%2Bo%2Bmetal%25>> Acesso em Julho de 2016.

MATOS, B. A. Avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismo no aquífero freático do Cemitério Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo. 2001. 114 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MOREIRA, F.R. e MOREIRA, J.C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo vivo e seu significado para a saúde, Ver Panam Salud Publica, 2004.

MIGLIORINI, RB. Cemitérios como fonte de poluição de aquíferos. Estudo do cemitério Vila Formosa na bacia sedimentar de São Paulo. 1994. 74f. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo.

PACHECO A. 2000. Cemitérios e o Meio Ambiente. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 102. p

BACIGALUPO, Rosiane. Cemitérios: Fontes potenciais de impactos ambientais. Rio de Janeiro-RJ, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2011.

ROSA, Edna Terezinha. A relação das áreas dos cemitérios públicos com o crescimento urbano. Florianópolis- SC, 110 p. Dissertação (Mestrado). Curso de pós- graduação da Universidade de Santa Catarina, 2003.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. Toxicologia. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

SILVA, Leziro Marques. Cemitérios: fonte potencial de contaminação do lençol freático. São Paulo: Universidade São Judas Tadeu/Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas, 2000.

SINGH, P.; CAMEOTRA, S. S. Enhancement of Metal Bioremediation by Use of Microbial Surfactants. Biochemical and Biophysical Research Communications, v. 329, p. 291-297, 2004.

VANRELL, J. P. Mecanismo da Morte, Disponível em: <<http://www.periciasforenses.com.br/mecamorte.html>> acesso em agosto de 2016.

#### ANEXO A - Documentos necessários para sepultamentos

- . Declaração de Óbito emitida pelas funerárias
  - . Título de Posse da Sepultura
  - . RG, CPF e Comprovante de Endereço do Titular da Sepultura
  - . Em caso de Herdeiros da sepultura, comprovar através de documentação a hereditariedade e também apresentar RG, CPF e comprovante de endereço.
- \* É obrigatória a presença na administração do cemitério do titular e ou/herdeiros da sepultura onde será feito o sepultamento para que o mesmo assine o termo de responsabilidade.
- \*\* Em hipótese alguma será realizado o sepultamento sem a devida assinatura no termo de responsabilidade pelo titular e/ou herdeiro da sepultura.
- HERDEIROS LEGAIS: DESCENDENTES – FILHOS (AS), NETOS (AS), BISNETOS (AS) e etc.
- HERDEIROS LEGAIS: ASCENDENTES – CASO O TITULAR NÃO TENHA DEIXADO FILHOS – PAI, MÃE, IRMÃOS (ÃS), SOBRINHOS (AS).

Fonte: secretária de obras da cidade de Januária-MG (2016)

APÊNDICE A - Planta cartográfica elaborada para o cemitério vertical de Januária-MG



Fonte: Própria autora (2016)

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Karla da Silva Torres**

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Faculdades Prisma(2016), graduanda em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) e ensino médio pela Escola Estadual Olegário Maciel (2011). Tem experiência na área de Matemática.

### **Rahyan de Carvalho Alves**

Graduado em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES - Minas Gerais). Especialista em Orientação, Supervisão, Inspeção e Gestão em Administração Escolar pela Faculdade Promove (SOEBRAS). Especialista em Gestão Ambiental e Biodiversidade com Ênfase em Geografia pela Faculdade Promove (SOEBRAS). Mestre e Doutor em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG - com Estágio Docente na instituição). Têm experiências, especialmente, nas áreas: (i) Geografia Escolar - Ensino, Aprendizagem e metodologias socializadoras (com foco para as ativas), com discussões sobre prática de formação; docência; relação professor-aluno; ensino-pesquisa e a importância do Estágio Curricular Supervisionado na contemporaneidade; e (ii) Geografia Cultural - com discussões atreladas a Cidade, Outsider, Insider, Turismo, Educação Patrimonial, Patrimônio e as categorias Paisagem e Lugar, sobre a perspectiva da Percepção Ambiental. Foi diretor-acadêmico, coordenador de pesquisa, professor e editor-chefe da Revista Científica (ISSN: 2236-9465) das Faculdades Prisma. Foi Coordenador-Geral da pasta de Extensão e

professor das Faculdades Santo Agostinho. Atualmente é Professor Efetivo da UNIMONTES, ministrando a disciplina Estágio Curricular Supervisionado em Geografia, exercendo atividades de ensino, pesquisa e extensão na interface teórico-prático, campo escola-comunidade, com experiência em atividades de estágio e programas institucionais para formação de professores. Membro de grupos de ensino, pesquisa e extensão institucionalizadas na UFMG (Grupo de Pesquisa TERRA & SOCIEDADE) e na UNIMONTES envolvendo trabalhos nos sub-ramos da geografia anteriormente mencionados, com apoio da CAPES e FAPEMIG. Editor-Chefe da Revista Científica Ciranda do Departamento de Estágios e Práticas Escolares (Unimontes - ISSN: 1982-0097). Coordenador do projeto de Extensão, na subárea de Geografia, do Núcleo de Atividades para Promoção da Cidadania da Unimontes, onde promove o planejamento, orientação e coordenação da articulação dos acadêmicos de Geografia frente a docência em atividade de ensino para alunos da rede pública atendidos pela Universidade e Subcoordenador do Cursinho Popular Darcy Ribeiro - Emancipa Unimontes. Professor da educação básica entre os anos 2010 a 2021, atuando no ensino Fundamental II, Ensino Médio, Pré-vestibular, Pré-concursos e Cursos Técnicos. Pareceristas de Revistas Científicas e membro do corpo editorial da Unimontes. Professor-pesquisador com vários artigos publicados em periódicos e anais de eventos; organizador e autor de livros; organizador de eventos acadêmicos de âmbito regional, nacional e internacional, participando de bancas de concursos e exercendo orientações de trabalho de conclusão de curso.

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

agressões 7  
água 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 26, 32, 35  
alarmante 7  
alumínio 6, 12, 31, 32  
ambiental 17, 19, 27, 33, 34, 35  
ambiente 7, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 32, 34  
arquitetônico 6  
atômico 13

## B

bactérias 9, 20  
benéfico 14, 33  
biológicas 12  
Brasil 4

## C

cadáver 6, 9  
caixões 7, 11, 16  
cálcio 10, 14  
carbono 10, 33  
cemitérios 7, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 32, 34, 35, 36  
comunidade 8, 32, 35  
contaminação 7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 32, 34, 36  
contaminado 11  
corpo 6, 7, 9, 10, 12, 13, 32  
corpos 7, 11, 15, 17, 19, 23

## D

doenças 11, 12, 17, 20, 32

## E

ecossistema 9  
enxofre 10

## F

ferro 6, 10, 14, 15, 31, 32  
fósforo 10

## G

gases 9, 10, 19, 33

## H

humana 6, 15, 34, 35

## I

impactos 12, 18, 19, 35, 36

## L

legislação 17, 19, 20, 27, 31

limitação 19

## M

magnésio 10

metais 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 26, 27, 28, 31, 34

metais pesados 6, 7, 8, 11, 12, 27, 28, 34

morte 9

## N

natureza 11, 12, 13, 14

nitrogênio 10

## O

odor 10

orgânica 9, 16

orgânicas 11

organismos 9, 12, 14

## P

planejamento 7, 32

potássio 10

problema 6, 8, 19, 32

processo 6, 7, 9, 10, 19

putrefação 9

## Q

química 8, 10, 15, 26, 35

químicas 6, 14, 20, 26, 29

## R

risco 9, 16, 17, 20, 32, 35

riscos 6, 8, 18, 32

## S

saúde 6, 9, 15, 16, 32, 34, 35

sistemas 12, 13, 33, 35

sociedade 18, 20

sódio 10

solo 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24,  
25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35

substâncias 9, 10, 11, 15, 20, 27, 29, 30



**AYA EDITORA**  
**2022**