Disciplina de Poluição do solo

NECROCHORUME

Jéssica Taeko Sanches Kohara de Angeli

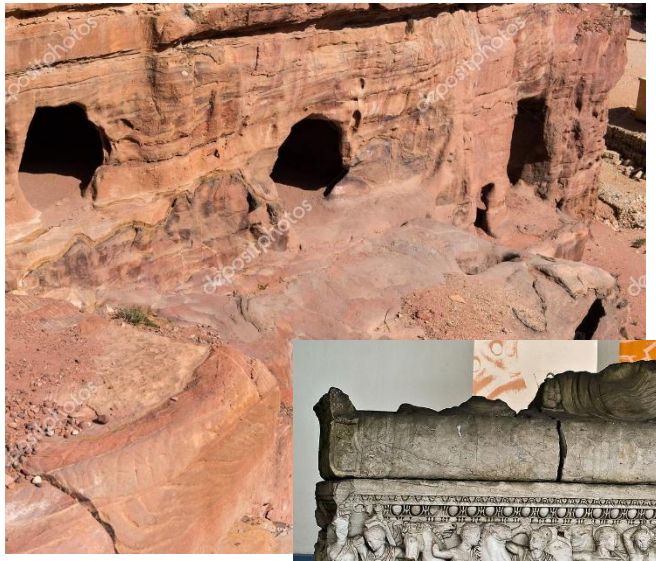
Cemitérios

- O sepultamento teve inicio aproximadamente 100 mil anos a.C. (sepulturas construídas no solo, interior de grutas)

- Os cemitérios com sepulturas agrupadas surgiram a partir de 10 mil anos a.C.

- A partir da idade média os mortos de origem sócio-econômico-política mais privilegiada eram sepultados em igrejas ou imediações, no solo ou em sarcófagos de pedra – os plebeus eram enterrados em valas comuns, nos campos afastados da cidade.

- A partir do século XVIII, por razões de saúde pública os sepultamentos passaram a serem feitos ao ar livre e cemitérios campais distante das cidades.



Tipos de Cemitérios

Origem grega *koumeterian* e do latim *coumeterium* – significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram e guardam os mortos.

Com o advento do cristianismo – tomou o sentido de “local de descanso após a morte”.

VERTICAL

TRADICIONAL

PARQUE OU JARDIM

CREMATÓRIOS

Aspectos Legais - Federal

- Exigência de Licenciamento Ambiental – 2003

Resolução CONAMA 355, alterado pela 368

Obrigatório para empreendimentos existentes e novos

Exigências referentes aos aspectos para solicitação de licenciamento – tradicionais

- Mínimo de 1,5 m de distância do lençol freático (período de cheia)

  Caso não atender a exigência anterior – sepultamento acima do nível natural do terro

- Técnicas e práticas de trocas gasosas
- Recuo de 5 metros em relação ao perímetro do cemitério
- Exumação dos corpos deve ter um destino adequado

O uso de plásticos, tintas, vernizes e metais tóxicos ou outros materiais nocivos ao meio ambiente <u>não são recomendados</u>

LICENCIAMENTO AMBIENTAL – Por atividade *RESOLUÇÃO CONAMA nº 335 de 2003*

RESOLUÇÃO CONAMA nº 335, de 3 de abril de 2003
Publicada no DOU nº 101, de 28 de maio de 2003, Seção 1, páginas 98-99

Correlações:
- Alterada pela Resolução CONAMA nº 368/06 (alterados os arts. 3ª e 5ª, revogado o inciso III, do § 3ª, do art. 3ª)
- Alterada pela Resolução nº 402/08 (alterados os arts 11 e 12)

Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.

Aspectos Legais - Federal

Resolução CONAMA 368

- Proibido a construção de cemitérios em áreas de proteção permanente ou terrenos cársticos (onde ocorre aparecimento de sumidouros, cavernas ou rios subterrâneos

<u>Em áreas de mananciais</u>

- Distância mínima de 30 metros dos mananciais (segura)
- Sistema de drenagem de águas pluviais – evitar erosões e alagamentos
- O solo do fundo das sepulturas deve ter pouca permeabilidade (10^{-5} e 10^{-7} cm/s)

  Caso a permeabilidade for maior – a sepultura deve estar a 10 metros acima do nível do lençol

LICENCIAMENTO AMBIENTAL – Por atividade *RESOLUÇÃO CONAMA nº 368 de 2006*

RESOLUÇÃO CONAMA nº 368, de 28 de março de 2006
Publicada no DOU nº 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, páginas 149-150

Correlações:

- Altera a Resolução CONAMA nº 335/03 (altera os arts. 3º e 5º, revoga o inciso III, do § 3º, do art. 3º)
- Art. 3º revogado pela Resolução CONAMA nº 402/08

Altera dispositivos da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.

Aspectos Legais – Estado de São Paulo

Decreto 12.342 de 1978

- Determina regras para edificações de cemitérios, necrotérios, velórios e crematórios.
  - Especificamente em cemitérios com áreas elevadas – na contravertente de águas que possam suprir poços ou fontes de abastecimento
  - Excepcionalmente e com autorização da autoridade sanitária por der construído em áreas planas
  - Isolamento em todo o perímetro por logradouros públicos ou áreas abertas, largura mínima de 15 metros em locais com rede de abastecimento ou 30 metros em locais que não possuam abastecimento.
  - Em nível elevado – evitar inundações
  - Mínimo 2 metros acima do nível do lençol freático
  - Todos os projetos de cemitérios devem apresentar estudos de adequabilidade do solo e do nível do lençol freático
  - Deve possuir no mínimo 20% da área arborizada ou ajardinamento – exceto os cemitérios parques

Aspectos Legais – Estado de São Paulo

Norma técnica L1.040 de 1999 – CETESB

Requisitos e condições técnicas para cemitérios destinados a sepultamento no subsolo

- Caracterização geográfica da área – levantamento topográfico e carta planialtimétrica

- Caracterização geológica – tipo de solo, riscos de erosões, etc.

- Caracterização hidrogeológica – com dando no entorno de 30 metros, indicações de profundidades do nível do aquífero, etc.

- Condições gerais de implementação – com base na legislação federal
    - Rebaixamento do lençol freático – sistema de drenagem subterrâneo
    - Assegurar faixa de isolamento sem a realização de sepultamentos

- Condições específicas
    - Extrato chuvoso ou com erosão superficial – descartados ou considerados com restrições
    - Vulnerabilidade pelos estudos geotécnicos – recomenda-se instalação de poços de monitoramento – Portaria 518/2004

Reportagem:

Perigo velado Episódio 1: cemitérios poluem e causam sérios danos à saúde

SBT RS 3,2 mil visualizações • 2 anos atrás

Perigo velado Episódio 1: cemitérios poluem e causam sérios danos à saúde.

https://www.youtube.com/watch?v=re_ii-K16j4

Fenômenos Transformativos

Tecidos são destruídos por bactérias e enzimas.

GASES

LÍQUIDOS

SAIS

Fatores envolvidos:

- Temperatura (25 – 35 graus)
- Umidade (retarda ou acelera)
- Ventilação
- Idade
- Constituição do corpo
- Causa da morte

Conservadores

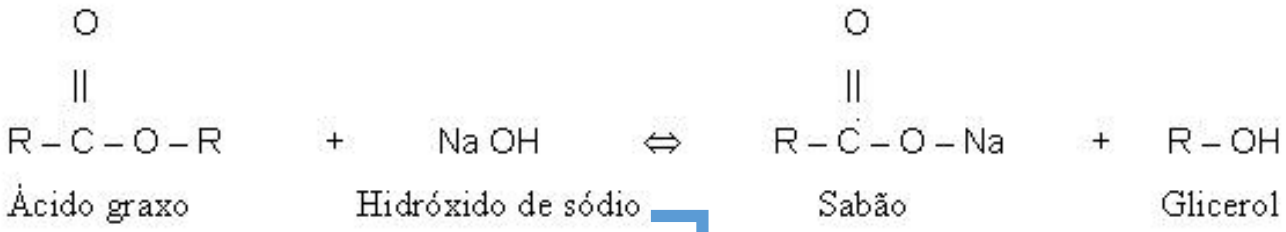
MUMIFICAÇÃO – Fenômeno natural ou artificial de preservação de um cadáver

- Desidratação dos tecidos
- Conservação das características morfológicas
- Perda de 50 a 70% do peso
    - Retração da pele
    - Coloração escura
- Corpo sepultado em regiões áridas ou semi-áridas, solo secos e arenosos – clima quente – grandes profundidades.
- Ausência de umidade
- Presença de nitrato de potássio no solo – antisséptico

- Embalsamento – aldeído fórmico ou formol

Conservadores

<u>SAPONIFICAÇÃO</u> - Fenômeno em que ocorre anomalias com a hidrólise das gorduras → ácidos graxos → sabão



Ou minerais do organismo (cálcio e magnésio)

- Conserva as feições
- A cor da pele é pouco alterada
- O órgãos internos tronam-se indistinguíveis – massa pastosa
- Odor de queijo rançoso
- Aspecto de cera ou sabão
- Corpo sepultado em regiões úmidas, clima quente, solos argilosos ou semi-líquido (flui águas)

Destrutivos

AUTÓLISE – Fenômenos fermentativos anaeróbicos que ocorrem no interior das células após a morte, independentemente de qualquer ação de outros microrganismos.

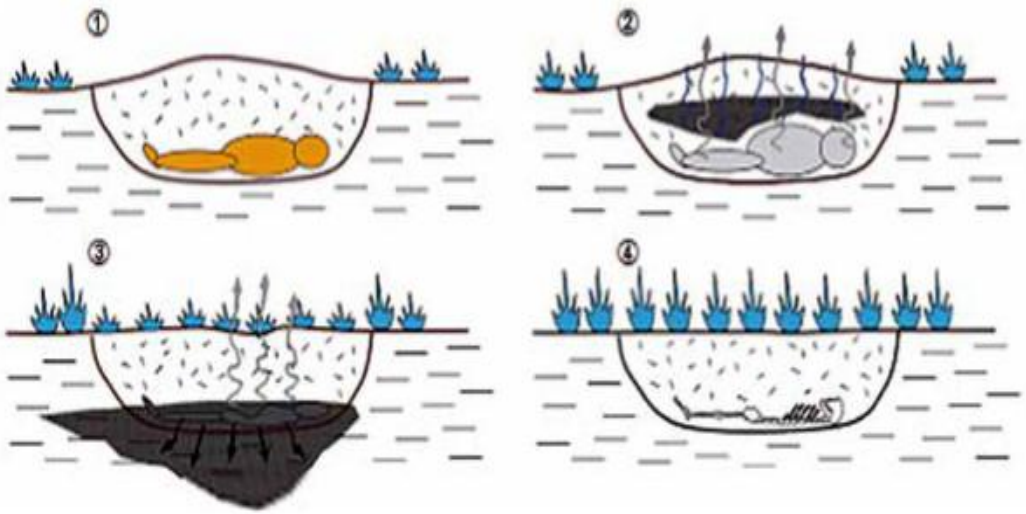
- As células não recebem mais nutrientes, passando por um processo de acidificação devidos aos processos fermentativos
- Os diferentes tecidos do corpo sofrem a autólise em diferentes momentos
- A autólise delimita o tempo hábil para doação dos órgãos.

MACERAÇÃO – É um fenômeno que ocorre no cadáver quando está no meio aquoso (afogamentos – maceração séptica ou um feto que falece ainda no útero – maceração asséptica).

- Primeiro grau – presença de flictenas (bolhas) na epiderme contendo líquido serosanguinolento (primeira semana)
- Segundo grau – líquido sorosanguinolento e epiderme arroxeada (segunda semana)
- Terceiro grau – deformação craniana, infiltração hemoglobínica das vísceras

PUTREFAÇÃO – destruição dos tecidos do corpo por ação de bactérias e enzimas decompositoras de matéria orgânica.

- Dissolução gradual e liberação de gases, líquidos e sais para o meio ambiente.



Até 48 horas

1 – Período de coloração = surgimento de manchas verdes na região abdominal – progressão para todo o corpo.
(gás sulfídrico + hemoglobina = sulfometahemoglobina)

Até 7 dias

2 – Período gasoso = o corpo incha e segue com rupturas nas paredes abdominais.
(gás sulfídrico, CO^2, amônia, fosfina, metano...)

Após 3 semanas e poder perdurar por vários meses

3 – Período coliquativo = Desintegração das partes moles do corpo – formação do necrochorume.

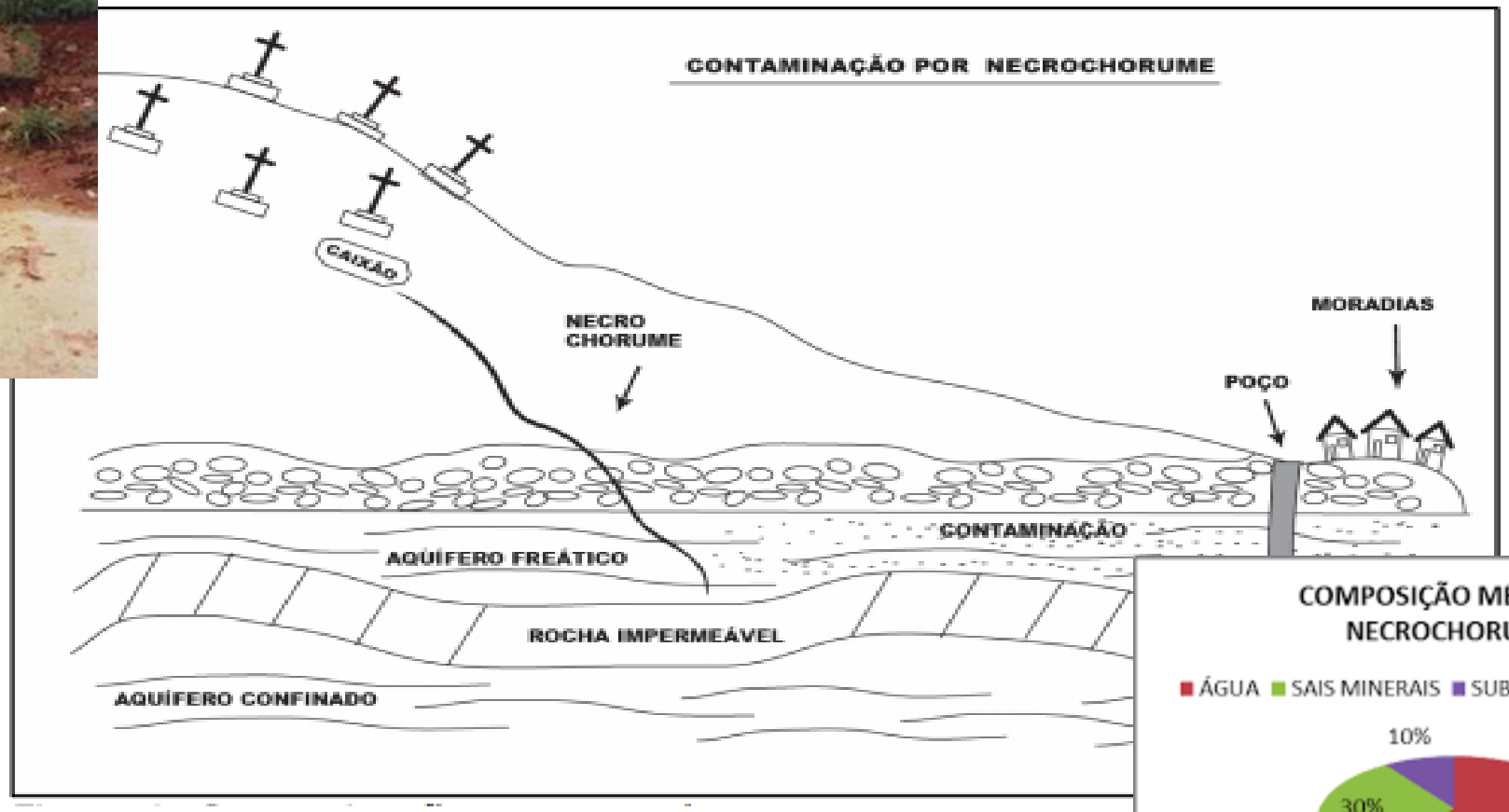
Fase acontece ao mesmo tempo que o coliquativo

4 – Período de esqueletização = eliminação da matéria orgânica e desmonte do esqueleto
(ossos, cabelos, dentes e unhas são mais resistentes, podendo levar anos para decomposição total)

Decomposição M.O = Metano + Fosfina $\xrightarrow{O_2}$ Fogo-fátuo (chama azulada)

NECROCHORUME

É um tipo de chorume produzido pela decomposição de cadáveres. Solução rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis.



NECROCHORUME

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS:

- Viscosidade maior que a da água
- Densidade média de 1,23 g/cm^3
- Polimerizável
- Cor acinzentada ou acastanhada
- Odor forte e desagradável
- pH entre 5 e 9, à temperatura de 23 a 28◦C
- Grau variado de patogenicidade

NECROCHORUME - componentes

- 60% de água

- 30% de sais minerais

A composição do corpo de um homem adulto de 70 Kg é mostrada abaixo, o da mulher situa-se entre um quarto e dois terços da do homem (MACÊDO, 2004)

QUADRO 1- Composição aproximada do corpo de um homem adulto de 70 Kg.

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

- 10% de substâncias orgânicas degradáveis

VÍRUS

CARGA PATOGÊNICA

NITROSAMINAS TÓXICAS

- Compostos nitrogenados responsáveis pelo odor característico dos cadáveres em processo de putrefação e formam **Nitrosaminas – Cancerígenas, Neurotóxicas, Nefrotóxico e mutagênico**:

Cadaverina – ($C_5H_{14}N_2$)
Putrescina – ($C_4H_{12}N_2$)

Cadaverina

Putrescina

* Podem ser produzidas nos organismos vivos (fluídos corporais – urina e sêmen, cheiro de manteiga rançosa, mau hálito, queijos com cheiros fortes e etc.)

NECROCHORUME - contaminação

- Os processos de decomposição, além dos compostos citados anteriormente, podem liberar diversos metais que são constituintes do organismo humano, também encontrados nas urnas funerárias e utensílios que vestem e adornam os corpos.

  - Conservantes utilizado na madeira dos caixões podem conter crômio ou substâncias organoclorados.
  - Caixões de metais podem provocar contaminações no solo por ferro, cobre, chumbo e zinco.

CORPOS SUBMETIDOS A RADIOTERAPIA E MARCA-PASSOS PODEM APRESENTAR ELEVAÇÃO DO NÍVEL DE RADIOATIVIDADE

NECROCHORUME - contaminação

FUNÇÃO DO SOLO

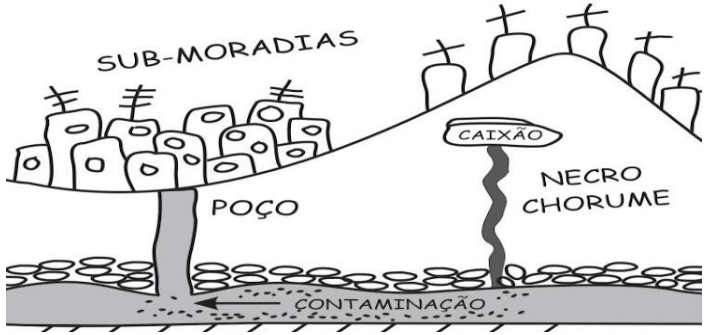
- Os microorganismos não sobrevivem em pH ácido
- O solo é responsável pela maior movimentação de bactérias e vírus
- A zona não saturada possui a função de filtrar e adsorver os microrganismos e elementos químicos, resultados da decomposição – poluentes fecais são degradados
- Quanto maior o tempo de percolação pelo solo, maior é o fator de remoção de bactérias e vírus
    - Argilas
    - Chuvas
    - Permeabilidade
    - Etc.

Fonte: Pacheco (2000) *apud* Silva & Malagutti Filho (2009).

NECROCHORUME - contaminação

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

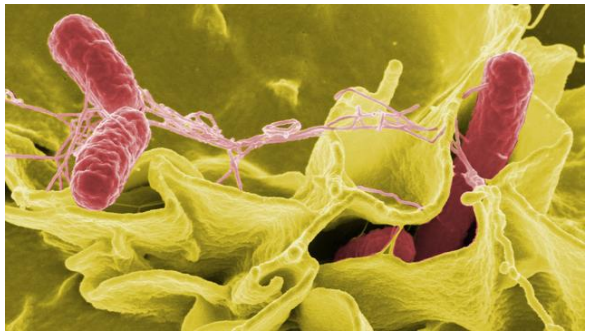
- Os vírus e bactérias se movem pelo solo até alcançar o lençol freático com ajuda das águas pluviais e a influencia da inclinação do terreno
- As bactérias podem se deslocar de 15 a 30 metros pela zona saturada
- A força iônica do necrochorume influencia a fixação das bactérias e seu efeito na densidade da carga e repulsão eletrostática



.AGENTES PATÓGENOS RESISTENTES

- Tanto águas superficiais como águas subterrâneas estão sujeitas a contaminação por necrochorume – águas contaminadas proliferam doenças:

  - ❑ Tétano, grangrena gasoso, toxi-infecção
  - ❑ Tuberculose
  - ❑ Febre tifoide
  - ❑ Febre paratifoide
  - ❑ Disenteria bacilar
  - ❑ Vírus da hepatite A
  - ❑ Entre outras.



Reportagem:

Perigo Velado Episódio 2: 80% dos cemitérios do Brasil têm problemas ambientais

SBT RS 7,2 mil visualizações • 2 anos atrás

Perigo Velado Episódio 2: 80% dos cemitérios do Brasil têm problemas ambientais.

https://www.youtube.com/watch?v=V322axoMpEw&t=68s

Reportagens

Abril de 2010

- **Cemitério Vila Nova Cachoerinha**
  - Operação: Desde Dezembro de 1968
  - Área: 350 mil m²
  - Ocupação: 27,9 mil covas

Subsolo de cemitérios está contaminado

Líquido da decomposição de cadáveres se infiltra nos terrenos e pode até mesmo atingir lençol freático; MP tem cobrado explicações

Eduardo Reina

O subsolo de dois grandes cemitérios de São Paulo – Vila Formosa, na zona leste, e Vila Nova Cachoeirinha, na zona norte – está contaminado por necrochorume, líquido que vaza na decomposição dos cadáveres. Esse líquido começa a ser eliminado após um ano da morte e pode transmitir doenças, dada a sua perigosa carga biológica, de vírus e bactérias.

Em geral, cada corpo produz diariamente 200 mililitros de necrochorume, por pelo menos seis meses. Trata-se de um escoamento viscoso, acinzentado, e que, com a chuva, pode atingir o lençol de água subterrânea de pequena profundidade e outras regiões próximas aos cemitérios.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), ligada à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, as áreas onde estão os cemitérios de Vila Formosa e Vila Nova Cachoeirinha estão classificadas como suspeitas de contaminação desde 2006. A Cetesb aguarda que o Serviço Funerário Municipal envie estudos complementares para confirmar essa suspeita e o grau de contaminação.

A decomposição que provoca

EM FOCO

Cemitério Vila Formosa (o maior da América Latina)
Operação: desde maio de 49
Área: 763 mil m²
Ocupação: 87 mil covas

Cemitério Vila Nova Cachoeirinha
Operação: dezembro de 1968
Área: 350 mil m²
Ocupação: 27,9 mil covas

Poluição. Líquido que escorre das covas se mistura à mina d'água na Vila Formosa: perigo de contaminação do lençol freático e de transmissão de doenças

- A contaminação infiltrou o solo e atingiu o lençol freático.

Cemitério de SP tem 'lixão' com caixões e ossos ao ar livre

Robson Ventura/Folhapress

Caixões abertos e amontoados dentro do cemitério da Vila Nova Cachoeirinha, em meio a lixo

FABIO PAGOTTO
DO "AGORA"

30/08/2017 ⊙ 17h46

Reportagens

PM encontra seis corpos em cemitério clandestino na Zona Sul de São Paulo

Uma denúncia anônima levo os policiais ao local neste sábado (9). A escavação só foi possível de ser feita pelos bombeiros neste domingo (10).

Por G1SP — São Paulo

10/03/2019 16h09 · Atualizado há 10 horas

A Polícia Militar encontrou seis corpos em um cemitério clandestino na Avenida dos Funcionários Públicos, no Jardim Ângela, na Zona Sul de São Paulo, na tarde deste sábado (9). A informação chegou aos policiais por meio de denúncia anônima.

Prefeitura de Suzano deve exumar corpos de 87 sepulturas em área contaminada de cemitério

Sepulturas perpétuas da quadra 14 devem ser transferidas para outra área do Cemitério São João Batista. Área passa por análise de contaminação por necrochorume e enterros estão suspensos desde 2013.

Por Jamile Santana, G1 Mogi das Cruzes e Suzano

10/11/2017 07h09 · Atualizado há um ano

Justiça manda interditar cemitério de Itajaí por contaminação de lençol freático com necrochorume

TAC que estabelecia reparação de danos e proibição judicial de enterros foram descumpridos.

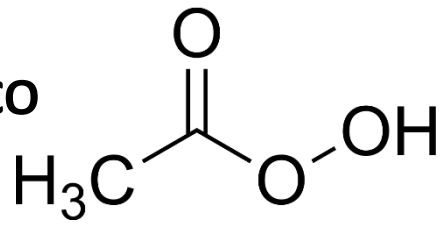
Por G1 SC

20/09/2018 17h44 · Atualizado há 5 meses

A Justiça mandou interditar o Cemitério Parque dos Crisântemos, que fica na Praia Brava, em **Itajaí**, no Vale. Laudos apresentados pelo Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) demonstraram que o necrochorume produzido pela decomposição dos corpos causou contaminação do lençol freático.

NECROCHORUME - descontaminação

SOLUÇÃO DE ÁCIDO PERACÉTICO



- Procedimento periódico

(Ácido acético + peróxido de hidrogênio + estabilizante)

Deixa um residual de oxigênio dissolvido na água subterrânea

- Solução antisséptica para fungos, vírus e bactérias
- <u>Técnica simples e econômica</u>
- Aplicação nos poços de monitoramento ou furos a trado – a montante do sentido do fluxo

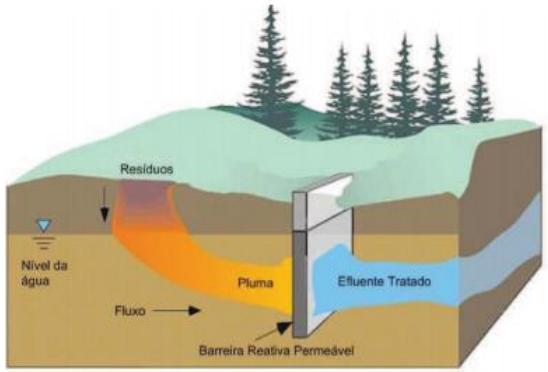
SOLUÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

- Procedimento com alto custo

OUTROS PROCESSOS DE DESCONTAMINAÇÃO MAIS COMPLEXOS

- Pump and Treat (Bombeamento e tratamento)
- Barreiras reativas permeável
- Entre outros.

Figura 2.5: Sistema de Barreiras Reativas Permeáveis



NECROCHORUME – formas de tratamento no cemitério

FILTROS BIOLÓGICOS

- No solo abaixo dos túmulos deve ter um revestimento de malha impermeabilizante - O necrochorume e as águas pluviais são coletadas por drenos.
- A resolução CONAMA 335/03 – determina a obrigatoriedade dos cemitérios utilizares filtros biológicos – operado por meio de microrganismos que agem na decomposição do necrochorume
- Comum em cemitérios parques
- Eficiência depende da distância entre jazidos e filtros

PASTILHAS

- Grande quantidade de bactérias consumidoras de m.o. selecionadas e sintetizadas em esporas e agrupadas em formato de pastilhas
- As pastilhas são colocadas nas urnas funerárias, junto ao corpo – próximo e na base da coluna
- Conforme é liberado o necrochorume as pastilhas são ativadas, consumindo compostos de difícil metabolização, como gorduras, óleos, graxas e lipídeos – transforma em CO_2 e água

MANTAS ABSORVENTES

- Plástico muito resistente e impermeável - camada de celulose em pó – em contato com o necrochorume se transforma em gel
- A manta é colocada dentro da urna
- O gel permanece inerte pelo tempo necessário para à decomposição (3 a 5 anos) sem contaminar o meio
- Nas bordas há um fio de nylon que em caso de exumação, é puxado, transformando a manta em um saco de ossos

NECROCHORUME – medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras

UTILIZAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS OXIDANTES

- Óxido de cálcio anidro (cal virgem) ou peróxido de cálcio
- Substância em pó, estável e de fácil aplicação
- Baixo custo e fácil acesso no mercado
- Aplicação do produto na proporção de 30% do peso do cadáver
- Deve ser adicionado no interior da urna (caixão), nos forros e travesseiro.
- Pode ser colocado ao redor da urna, dentro da sepultura

LAJE NO FUNDO DA SEPULTURA

- No fundo das sepulturas pode haver uma depressão que servirá como deposito do necrochorume, o manterá confinado

PLANTAÇÃO DE ÁRVORES E GRAMA

- As raízes fixam e ajudam o solo a adsorver os microrganismos

Principais referências

ALMEIDA, Adriano M.; MACEDO, Jorge Antônio B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: Seminário de Gestão Ambiental, 2005, Juiz de Fora- MG.

BACIGALUPO, Rosiane. CEMITÉRIOS: FONTES POTENCIAIS DE IMPACTOS AMBIENTAIS. **História, Natureza e Espaço - Revista Eletrônica do Grupo de Pesquisa NIESBF**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 05, dez. 2012. ISSN 2317-8361. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/niesbf/article/view/4461>. Acesso em: 11 mar. 2019. doi:https://doi.org/10.12957/hne.2012.4461.

CAMPOS, Ana Paula Silva. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. doi:10.11606/D.6.2007.tde-25112007-172840. Acesso em: 03 -03-2019

FRANCISCO, Agatha Melo et al. Tratamento do necrochorume em cemitérios. **Atas de Saúde Ambiental-ASA (ISSN 2357-7614)**, v. 5, n. 1, p. 172-188, 2017.

PACHECO, Alberto. Cemitérios e meio ambiente: Critérios para Implantação e Normas Técnicas. Revista Tecnologias do Ambiente, v. 33, 2000, p. 13-15.