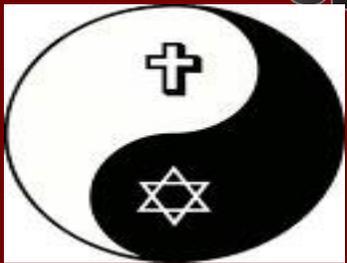


Poluição do solo

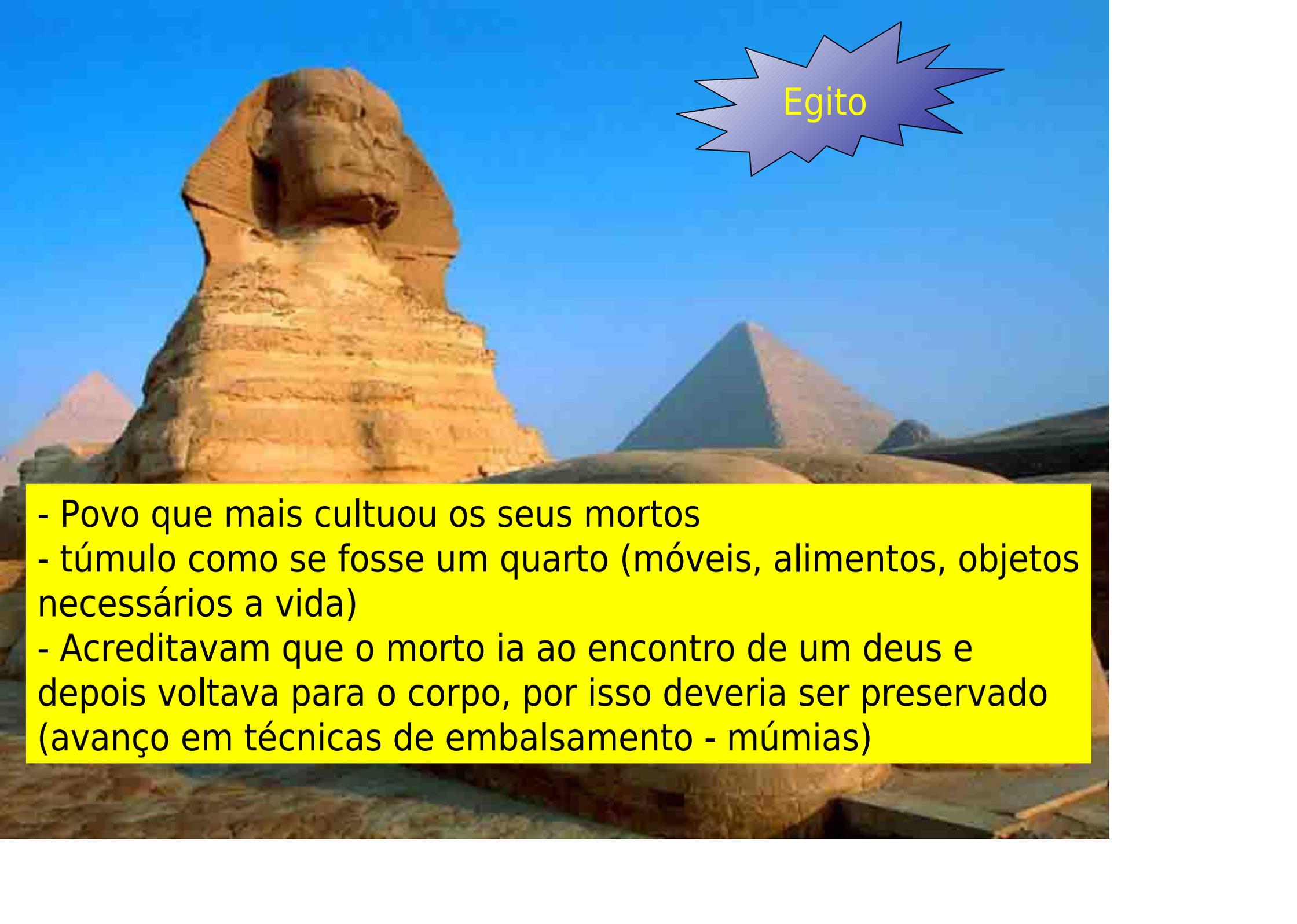


- 
- Culto aos mortos é contemporâneo ao aparecimento do homem
 - Respeito aos mortos por acreditar que em morte continuava a ter necessidades tal qual em vida
 - Oferendas como bebida e comida, jóias, utensílios e armas
 - Possível montar o quadro geral de determinadas culturas

The background of the slide is a photograph of the Taj Mahal in Agra, India, captured during the "golden hour" of sunset. The white marble mausoleum is illuminated by the warm, low-angle light of the setting sun, creating a soft glow. The central dome and the four minarets are clearly visible. The sky is a mix of orange, pink, and purple. In the foreground, a long, narrow reflecting pool shows a clear reflection of the monument. The overall mood is serene and majestic.

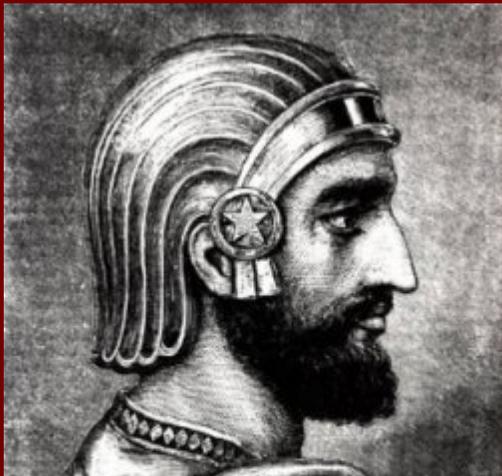
Homem pré-histórico

- Ao ar livre (ação de animais urubus, abutres etc)**
- Em grutas (percebia decomposição diferente - impregnado de carbonato de cálcio - preservação do cadáver)**

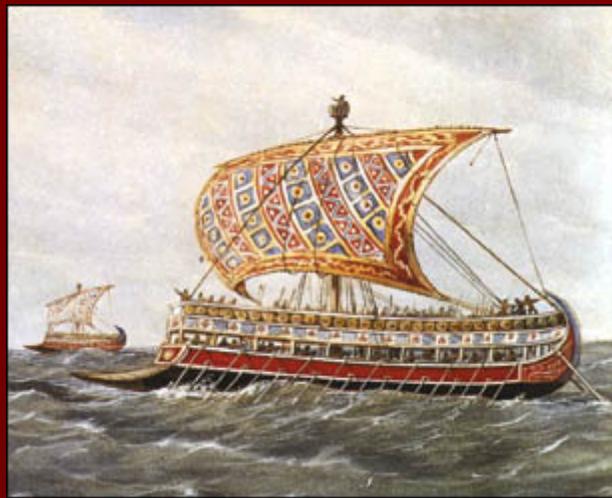


Egito

- Povo que mais cultuou os seus mortos
- túmulo como se fosse um quarto (móveis, alimentos, objetos necessários a vida)
- Acreditavam que o morto ia ao encontro de um deus e depois voltava para o corpo, por isso deveria ser preservado (avanço em técnicas de embalsamento - múmias)



- Morto como espírito do mau, doença, imundície – necessidade de tirá-lo imediatamente de casa
- não queimavam, enterravam e nem atiravam as águas (para não tornar impuro os elemento da natureza)
- se retiravam o mais rápido possível para fugir do demônios
- depósito de cadáver em local elevado e descoberto – animais e aves ao devorar o cadáver purificavam o corpo



- Inumação como principal (cova aberta e com aterramento)
- cremação
- apreciar túmulos bonitos e profundos (chegando 20 a 30 metros)
- costume sepultar mortos com vários objetos



Judeus

- Inumação como ritual universal
- pessoas sem condições de construir tumbas eram sepultadas em campos abertos e em valas comuns
- utensílios funerários depositados junto com os corpos
- crianças em vasos de areia com argila
- com o tempo os mortos passaram a ser enterrados envoltos em mortalhas e dentro de caixões ou urnas após lavagem ritual do corpo
- não é permitida a exumação do corpo



Árabes

- uso de covas diretamente sobre a terra (criticado por pensadores do século X)
- proibido dois cadáveres na mesma cova para não criar atropelo na hora da ressurreição
- principalmente se fossem sexos diferentes (considerado crime)
- em casos de epidemia permitia-se romper esta regra
- pessoas importantes e ricas construía(m) mausoléus

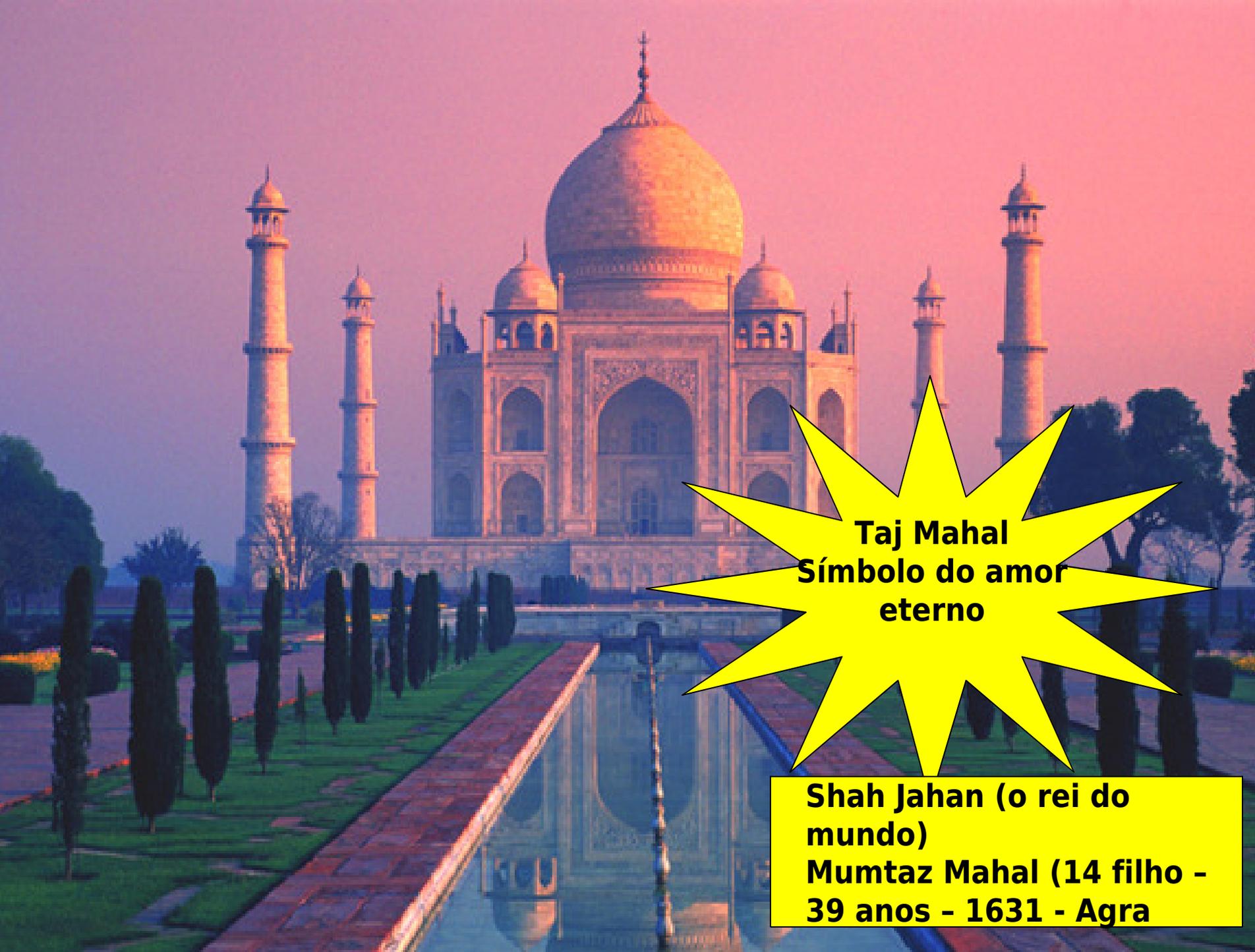


Cristãos

- cremar era repugnante
- adotaram o hábito de enterrar o corpo
- caixões depositados em galerias subterrâneas – as catacumbas
- século IV criou-se o hábito de enterrar em igrejas ou no seu entorno, surgindo os cemitérios
- os ricos faziam questão de serem sepultados no altar – lugar de destaque na igreja, vislumbrando a vida eterna com a ida para o céu
- sem recursos – enterrados em locais afastados sem direito a imortalidade pelo alto custo das indulgências

Cemitérios

- feição atual surgiu no século XVIII com os romanos por uma questão de higiene
- grandes cidades há túmulos com obras de arte assinadas por renomados escultores



Taj Mahal
Símbolo do amor
eterno

Shah Jahan (o rei do
mundo)
Mumtaz Mahal (14 filho -
39 anos - 1631 - Agra

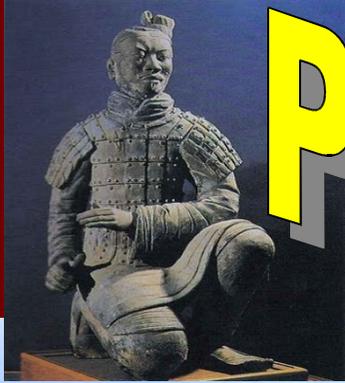


**20.000 trabalhadores por 22 anos
(1631-1653)**

- 1o. Imperador Chinês (Qin - Chin) - descoberto em 1974 por um agricultor
- Usou de extrema força para conquistar praticamente todo território chinês (221-207 aC)
- Iniciou a muralha da China
- Imensidão de estátuas de terra cota (argila cozida em forno) representando um exército (7.000 homens, cavalos e carros de combate)
- Ordenadas a 1.500 m a leste do túmulo
- Guardar os restos mortais do imperador
- 7000 trabalhadores enterrados vivos após o término (obra permanece em segredo)

sole





Poluição do solo



Poluição
Contam
www.TEXH





Copyright by Gilbert de Jong

秦始皇陵全景图



Segundo escritos da época:

- A parte principal da tumba era formada por um gigantesco salão contendo o mapa da China
- Com planícies, montanhas e vales
- Milhares de litros de mercúrio enchiam os rios, lagos e mares
- Pedras preciosas simbolizavam estrelas no céu (teto)
- Exemplares da fauna (bronze)

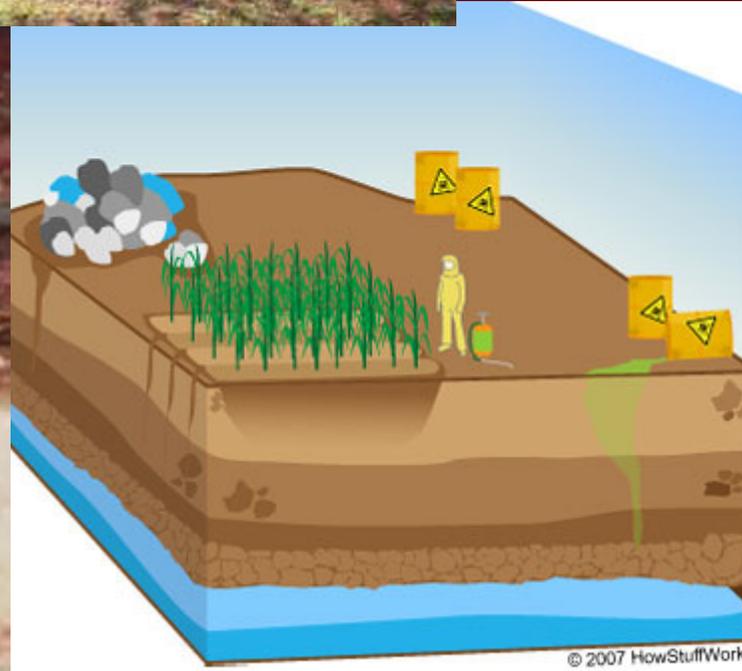
Poluição do solo



Poluição do solo Orgânicas

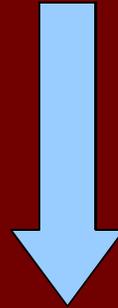


Inorgânicos



Transformação

Tecidos destruídos por bactérias e enzimas decompositoras de M.O.



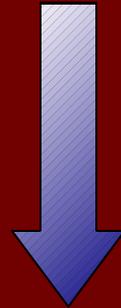
gases

líquidos

sais

Transformação

Fatores envolvidos



Temperatura
(25-35 graus)

Umidade
(retarda ou
acelera)

Ventilação

Tipo de solo
(baixa
porosidade
permeabilidade)

Idade, constituição corpo e causa morte

Transformação



Transformação

- Inicia-se por bactérias endógenas intestinais (anaeróbias)
- influenciada por fatores intrínsecos (idade, composição e causa morte)
- fatores extrínsecos (umidade, temperatura ...)
- morte por epidemia ou moléstia contagiosa (proliferação agentes infecciosos - Pacheco et al (1993))

Transformação - sequência

- coloração
- período gasoso
- período coligativo
- período de esqueletização

Transformação - coloração

- início com mancha verde na fossa ilíaca direita (parte inicial do intestino grosso)
- expande-se pelo abdômen, cabeça e membros
- gás sulfídrico + hemoglobina = sulfometemoglobina (mancha verde)
- dura até 7 dias após o óbito e depende de fatores intrínsecos e extrínsecos

Transformação - gasoso

- gases do interior do cadáver expalham-se pelo corpo
- inchaço e ruptura das paredes abdominais (ruído conhecido como o estouro do cadáver)
- aproximadamente 3 semanas
- gás sulfídrico, CO₂, amônia, fosfina (PH₃ - hidreto de fósforo), mercaptana e metano

Transformação -poliquativo

- dissolução das partes moles do cadáver
- ação de bactérias, fauna necrófaga
- composta de germes putrefativos
- larvas e insetos
- período em que o cadáver perde o formato e forma o necrochorume
- dura até 8 meses em $T = 18$ a 25 graus

Transformação - esqueletização

- início após a destruição M. O.
- ocorre a eliminação de resíduos, ligamentos, liberação e desmonte do esqueleto
- ossos, cabelos e dentes resistem por muitos anos (mas perdem a estrutura gradual e se tornam leves e quebradiços)
- nesta fase o fósforo liberado da M. O sob a forma de fosfina reage com O_2 atm
- fenômeno luminoso de curta duração
- fogo-fátuo

Transformação - esqueletização

- se atingido por águas ácidas - esqueleto destruído
- águas e solo calcáreo o conservam

Transformação - conservação

Conforme condições ambientais

mumificação

saponificação

Conservação - mumificação

Conforme condições ambientais



desidratação

desengorduração

Perda
50-70% peso

Dessecação
ou
Desidratação
tecidos

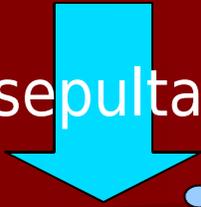
Conservação
caracteres
morfológicos

Retração
pele

Coloração
escura

Conservação - mumificação

Corpo sepultado em:



Solos
seco

Regiões
Áridas ou
semi-áridas

Solos
arenosos

Clima
quente

Grandes
profundidades

Conservação - mumificação

Ocorrer de forma natural

Nitrato potássio no solo
(sal antisséptico)

Ausência de umidade
(impede desenv. decompositores)

Conservação - mumificação

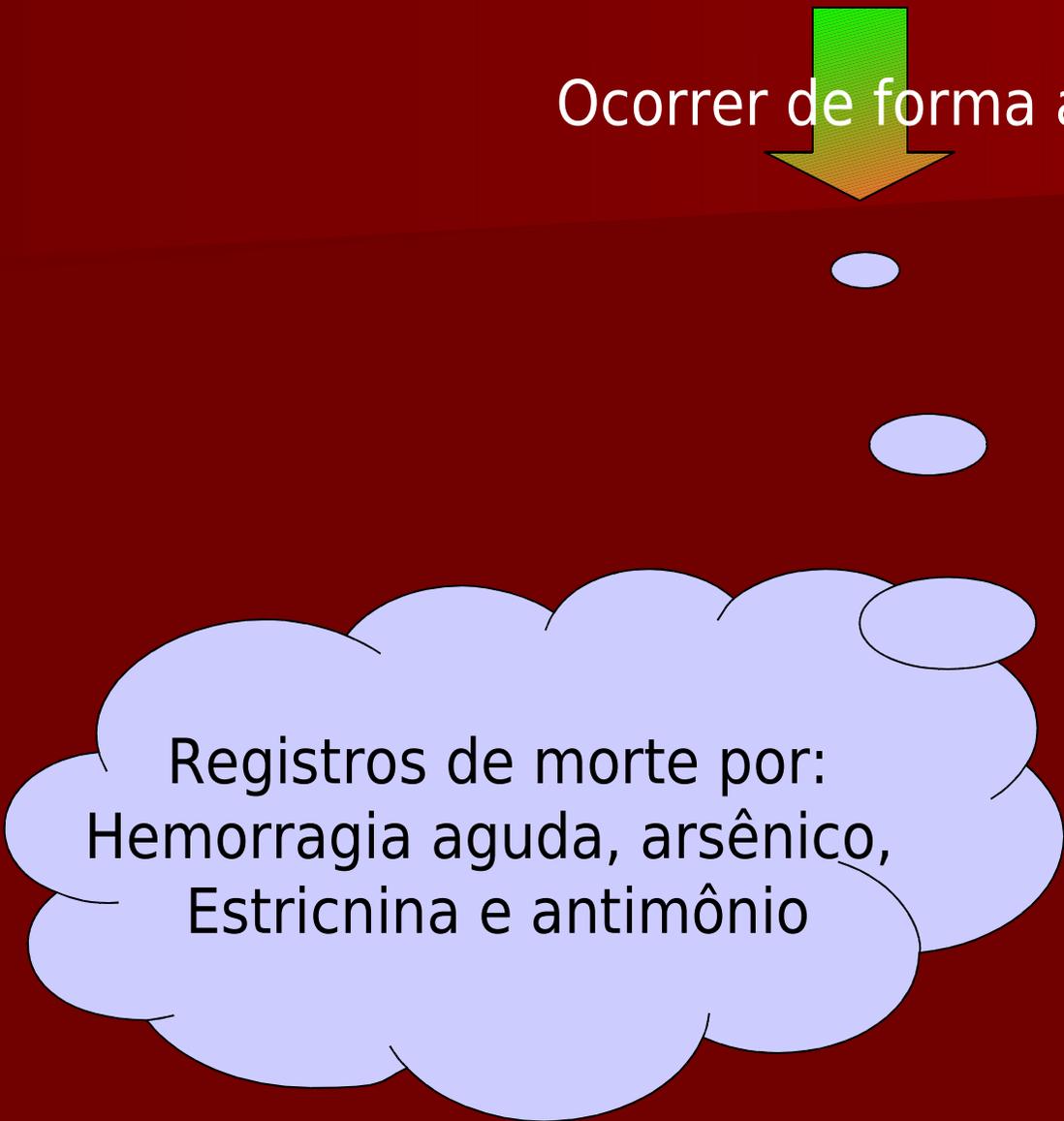
Ocorrer de forma artificial



Embalsamento
(produto químico - aldeído fórmico
ou formol)

Conservação - mumificação

Ocorrer de forma artificial



Registros de morte por:
Hemorragia aguda, arsênico,
Estricnina e antimônio

Conservação – saponificação ou adipocera

Hidrólise da gordura



liberando

Acidos graxos

Unem-se a minerais do organismo (cálcio e magnésio)

sabão



Inibe atividade
bactérias

Conservação – saponificação ou adipocera

Cadáver fica intacto

Adquire consistência untuosa e mole

Odor de queijo rançoso

Tonalidade amarelo escura

Aspecto de cera ou sabão

Conservação – saponificação ou adipocera

OCORRÊNCIA

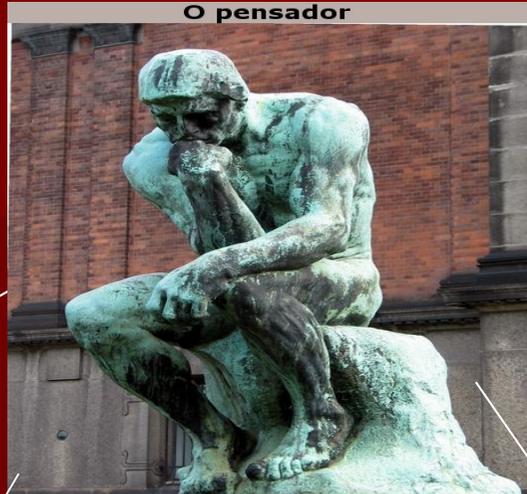
Ambiente
quente

úmido

anaeróbico

Também em solos argilosos (retenção água)

Composição do necrochorume



16.000 g
carbono

1.800 g
Nitrogênio

500 g
Fósforo

4,2 g
Ferro

95 g
Cloreto

140 g
enxofre

19 g
Magnésio

65% água

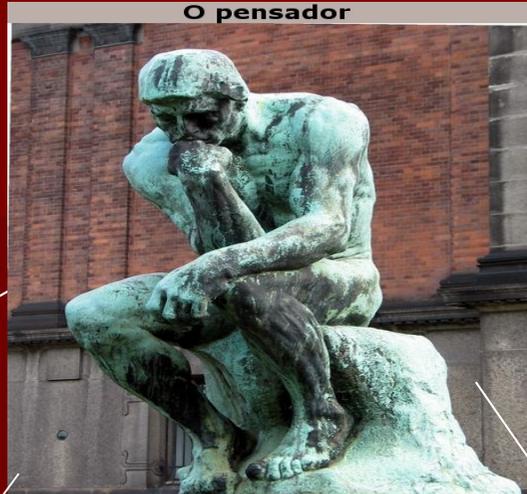
140 g
Potássio

100 g
Sódio

Definição de necrochorume

Solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, resultante do processo de decomposição de cadáveres nos cemitérios

Características do necrochorume



O pensador

Viscosidade
Maior
água

polimerizável

Acinzentado
Ou
acastanhado

Grau variado
de patogenicidade

pH entre
5-9

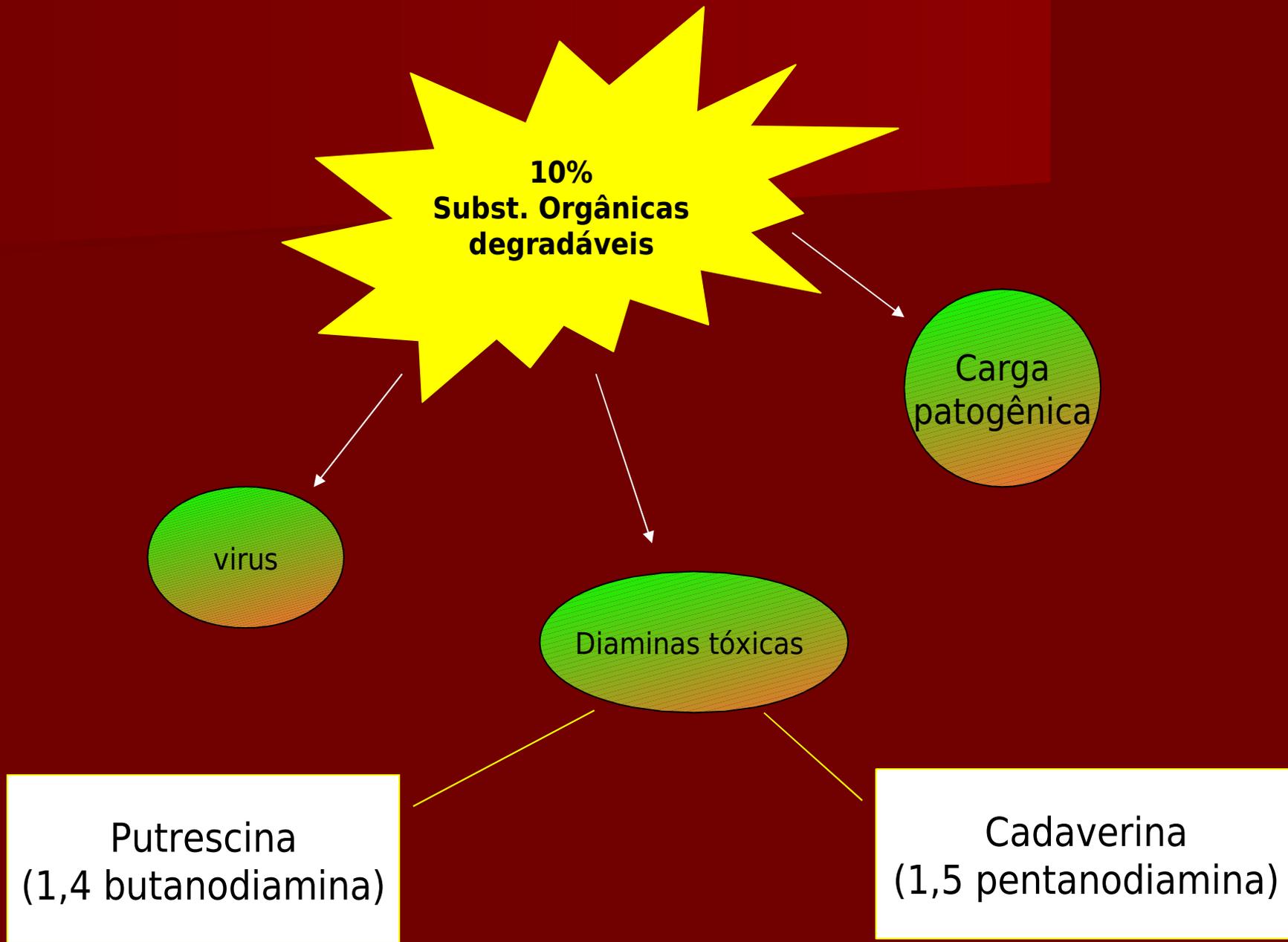
Densidade
1,23 g/cm³

60%
água

30% sais
minerais

Odor forte
E
desagradável

10%
Subst. Orgânicas
degradáveis



Venenos potentes que não dispõem de antídoto eficientes

Reagir com nitrito (NO_3^-) e formar substâncias (nitrosaminas) **cancerígenas, neurotóxicas, nefrotóxico e mutagênico**

(BILLS, 1973; GLÓRIA; IZQUIERDO-PULIDO, 1999, HOTCHKIISS, 1977; LIMA; GLÓRIA, 1999; WARTHESEN, 1975) *apud* Pena (2007)



Venenos potentes que não dispõem de antídoto eficientes

Segundo estudos de Silva (1995, 1999)

- cemitérios contribuem para **aumento sólidos totais e cálcio** (uso excessivo de cal – óxido de cálcio)
- águas subterrâneas com **muitos produtos nitrogenados** (decomposição cadáveres)
- **concentração de metais** como zinco, cobre, ferro, manganês, cromo, prata e alumínio – tintas, vernizes e guarnições caixões
- corpos submetidos a radioterapia e marca-passos – elevação do nível de radioatividade
- é preciso monitoramento hidrogeológico (controle qualidade água)



Sepultamentos por tumulação em condições adequadas de estanqueidade e confinamento - chorume seca e Polimeriza-se naturalmente - reduz a pó e não permeia para o solo

Jazigos mal construídos

Uso e ocupação do solo (especial grandes cidades - os cemitérios
estão cada vez mais próximos das pessoas

Crescimento acelerado, mudança de visão da morte na história,
Falta de áreas verdes, tem atraído a vizinhança para um
convívio natural com os cemitérios

Porto Alegre



Porto Alegre



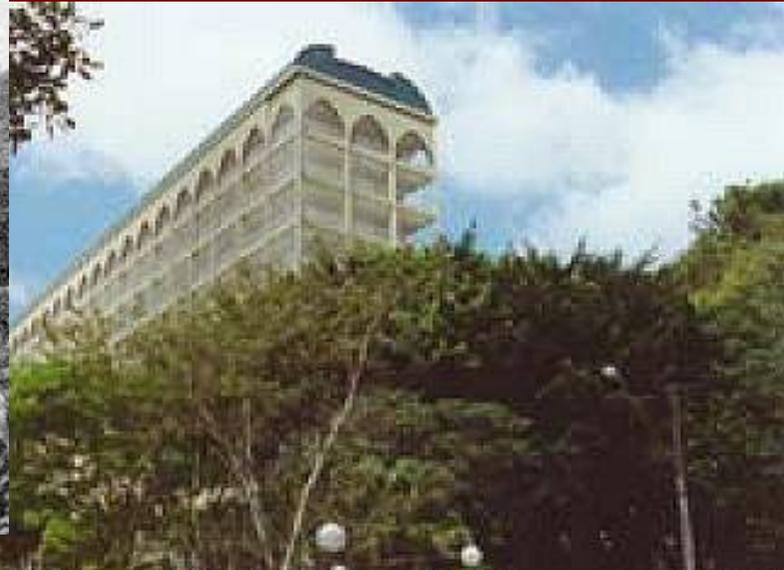
Porto Alegre



Memorial Necrópole Ecumênica de Santos



7.000 lóculos - 1984)



Os corpos não entram em contato com a terra - sistema de ventilação e exaustão gases





crematório

Memorial Necrópole Ecumênica de Santos

2 prédios (7.000 lóculos - 1984)



Os corpos não entram em contato com a terra - sistema de ventilação e exaustão gases

Curitiba



12 andares - mirante - 30 milhões
35.000 gavetas
Anfiteatro para 500 pessoas

Risco de poluição ambiental (Barbosa e Coelho (2006))

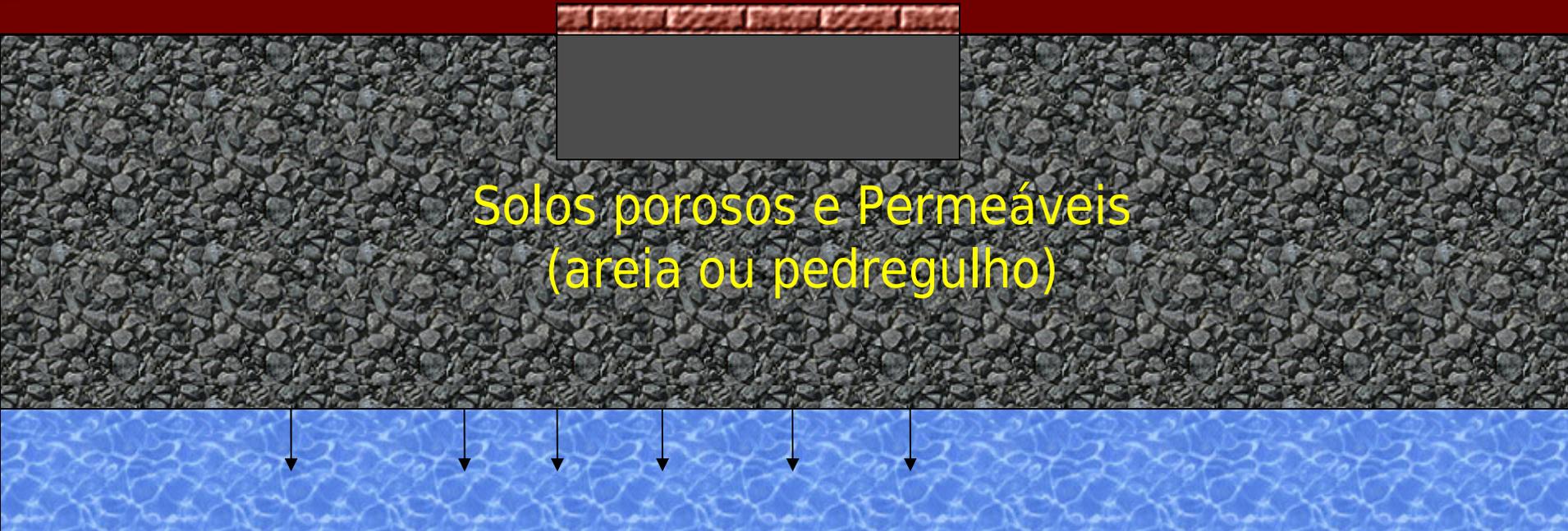


Sobrevivência, retenção e transporte microrganismos

(Pacheco, 2000)

- clima
- temperatura
- Chuva
- Tipo de solo
- Teor de umidade do solo
- Natureza e atividade dos microrganismos presentes
- Quantidade matéria orgânica
- Outros

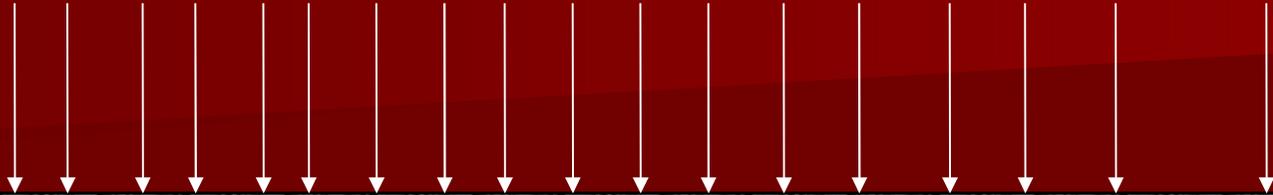
Movimento do necrochorume



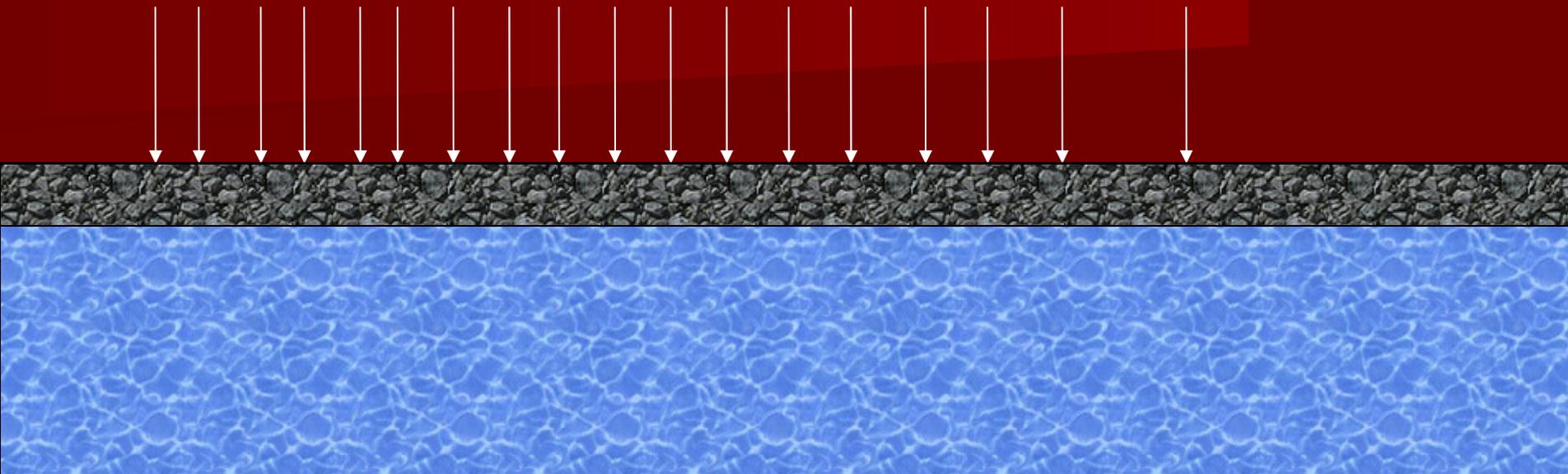
Solos porosos e Permeáveis
(areia ou pedregulho)

Rápido e se mistura com
água subterrânea

Movimento do necrochorume (água chuva - veículo)



água chuva - veículo- lençol aflorante



Temperatura	Menor tempo em temp. mais baixas
Adsorção	Ampliada com o aumento da taxa de adsorção no solo
pH	<ul style="list-style-type: none">- Período de sobrevivência reduzido em solos com pH 3-5- pH favorece adsorção vírus- pH elevado resulta no desprendimento dos vírus adsorvidos
Luz do sol/evaporação	Menor período de sobrevivência superfície solo
Matéria orgânica	<ul style="list-style-type: none">- Maior período de sobrevivência bactérias e possibilidade de reprodução na presença M. ^o- Matéria orgânica solúvel compete com vírus por locais de adsorção nas partículas do solo – menor adsorção vírus ou desprendimento dos adsorvidos

	desprender após chuvas fortes – formação de gradientes iônicos na coluna do solo
Composição do solo	Bactérias e vírus adsorvem prontamente as argilas – quanto maior conteúdo argila – maior adsorção (solos com M.O. favorecem a remoção)
Carga hidráulica/taxa de fluxo	Microrganismos adentram mais profundamente o solo com aumento da taxa fluxo. Carga hidráulica se eleva na época de chuvas
Cátions	Os bivalentes contribuem para a adsorção microrganismos pois favorecem a neutralização ou redução das forças repulsivas entre microrganismos e partículas do solo carregadas negativamente

Movimento de microrganismos em águas subterrâneas

(Pacheco, 2000)

- Deslocamento de bactérias varia de **15 a 30 m meio saturado**
- Maior pela **presença de nutrientes, meios mais grosseiros e rochas fraturadas**
- O **vírus** pode chegar a **60 m**
- A **força iônica do necrochorume** influencia a **fixação das bactérias** e seu efeito na densidade da carga e repulsão eletrostática
- **Camadas orgânicas e óxido de ferro** também aumenta a retenção de **bactérias** na superfície dos grãos de areia

Movimento de microrganismos em águas subterrâneas

(Pacheco, 2000)

- **Adsorção é o maior fator de controle e retenção de vírus** e ocorre com maior frequência em solos argilosos
- **Vírus se move do solo para o lençol freático** com a ajuda da **água da chuva** e a **inclinação do terreno**
- Por distâncias consideráveis em solos arenosos e de cascalho
- **Tempo de sobrevivência de vírus e bactérias** normalmente são **2-3 meses** mas Pacheco (2000) e **Matos (2001)** cita até **5 anos** em condições de nutrição e temperatura adequadas

Sobrevivência microrganismos

(Pacheco, 2000)

- pH 6-7 e morrem rapidamente em pH ácido
- O solo comanda a maior parte do movimento de bactérias e vírus
- Maioria filtrados sobre ou próximo a superfície de 5 cm de profundidade (solos arenosos)
- Mas podem se mover a grandes distâncias
- Uçisik e Rushbrook (1998) argumentam que as raízes de plantas restringem a movimentação de vírus e bactérias no solo – plantio ao redor de cemitérios

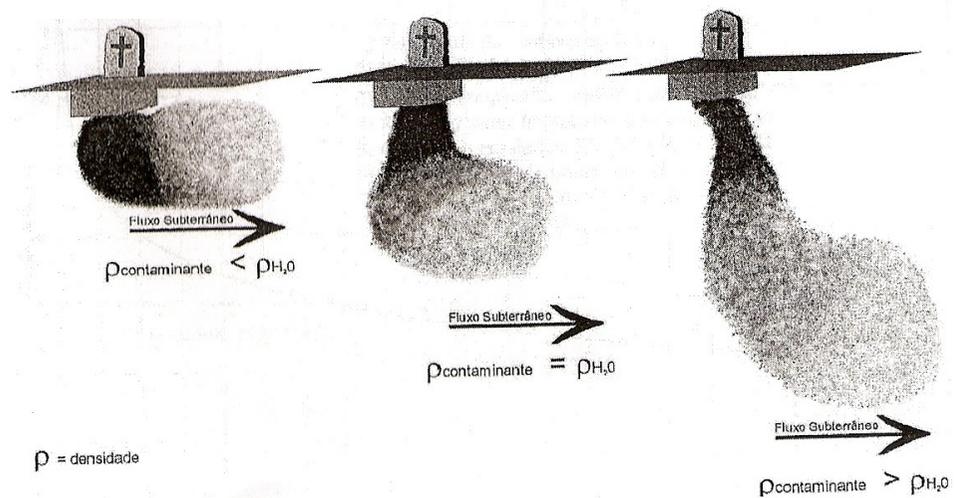
Transporte necrochorume e seus componentes

- A zona **não saturada** é mais importante, funcionando como um **filtro e adsorvente** (microrganismos e elementos da decomposição)
- Aqui os **poluentes fecais são degradados**
- Aqui a **maximização do tempo de residência** é fator chave na remoção de bactérias e vírus (**argila, chuvas, permeabilidade etc**)
- O **solo ideal** deve ter **fortes características de adsorção** (textura, permeabilidade etc)

A photograph showing a cross-section of soil. The soil is reddish-brown and appears to be composed of clumps and roots. A yellow starburst shape is overlaid on the center of the image, containing text. The text reads: "Plumas de contaminação (densidade e viscosidade em relação a água)".

**Plumas de contaminação
(densidade e viscosidade
em relação a água)**

Pluma de contaminação do nicrochorume no solo



ρ = densidade

Fonte: SILVA⁶³ (1999).

Análises ambientais utilizadas para avaliar o grau de poluição do solo pelos cemitérios



Portaria 518 - 25 março
2004 (Padrão de potabilidade
da água para consumo humano)

Lei 6.134 (SP)
02 de junho de 1988
Preservação dos depósitos água
Subterrâneo do estado

Norma técnica CETESB L1.040
instalação poços
Monitoriamento cemitérios

Aspectos legais

Portugal (Decreto 44.220 de 1962) – requisitos para instalação, ampliação, melhorias e operação dos cemitérios

- Área **sensivelmente planas ou declive pouco acentuado**
- Solos mistos com características de **permeabilidade adequadas** (aeração e depuração contaminantes)
- Tipo de **drenagem** para evitar inundação ou erosão
- Inclusão de **licenciamento ambiental**

Sobrevivência e proliferação microrganismos

Favorecida:

- **Composição do necrochorume**
- **falta de O₂ (diminui com a profundidade)**

Microrganismos anaeróbios iniciam a substituição de aeróbios poucas horas depois da morte e se multiplicam

Aspectos legais (Brasil)

- Exigência de licenciamento ambiental em 2003 pela **Conama 335** , alterado pela **368**
- Todos os empreendimentos **existentes e novos**

Exigências **resolução** referem-se aspectos para solicitação de **licenciamento** (horizontais)

- **1,5 m** no mínimo do lençol freático (período de cheias)
- sepultamentos **acima do nível natural do terreno** em caso de não atender a exigência anterior
- técnicas e práticas de **trocas gasosas** para adequada decomposição
- recuo de **5m** em relação ao perímetro do cemitério
- **exumação** com destino adequado

Não é recomendado o uso de plásticos, tintas, vernizes, metais pesados ou outros materiais nocivos ao meio ambiente

Encerramento

- para encerramento requerer autorização e apresentar Plano de encerramento
- com medidas de recuperação da área

*** recomenda-se para parque público ou de interesse social ou outra utilidade pública

Conama 368

- proibido em áreas de proteção permanente
- em terrenos cársticos (dissolução química das rochas – leva aparecimento de sumidouros, cavernas ou rios subterrâneos)

Exigências cemitérios horizontais em áreas de mananciais

- distância segura de mananciais (30 m)
- sistema adequado de drenagem de águas pluviais no interior – evitar erosões e alagamentos
- terreno no fundo das sepulturas com pouca permeabilidade (10^{-5} e 10^{-7} cm/s)
- permeabilidade maior - deve estar a 10 m acima no nível do lençol

***descumprimento sujeito a Lei 9.605 de 1998

Aspectos legais – Estado de São Paulo

- Decreto **12.342 de 1978** determina regras para edificações de cemitérios, necrotérios, velórios e crematórios. Especificamente cemitérios:
 1. Em **áreas elevadas**, na **contravertente de águas** que possam suprir poços ou fontes de abastecimento;
 1. **Excepcionalmente** e com autorização da autoridade sanitária pode ser construído em **áreas planas**;

Aspectos legais 12.342 – Estado de São Paulo

1. Isolamento em todo o perímetro por logradouros públicos ou áreas abertas, largura mínima de 15 m (locais com redes abastecimento água) ou 30m sem abastecimento
1. Em nível elevado para evitar inundações
1. Mínimo 2 m do lençol freático
1. Todos os projetos de cemitérios tem de apresentar estudos de adequabilidade do solo e do nível do lençol freático
- 20% da área para arborização ou ajardinamento exceto os cem. parques

Norma Técnica L1.040 de 1999 - Cetesb

(requisitos e condições técnicas para cemitérios destinados a sepultamento no subsolo)

- **caracterização geográfica área** (levantamento topográfico (curvas de nível) e carta planialtimétrica);
- **caracterização geológica** (tipo de solo, riscos de erosões, escorregamentos etc);
- **caracterização hidrogeológica** com indicação da profundidade do nível do aquífero (medidos no final da estação das cheias) e sentido do fluxo, com dados do entorno de 30 m - rios, lagos, poços de abastecimento etc);
- **condições gerais de implantação** (próximo slide)
- **condições específicas de implantação e operação** (próximo slide)

Condições gerais de implantação

- distância mínima de corpos d'água naturais ou artificiais
- 5 m em relação delimitação do cemitério para cortina de árvores e arbustos adequados
- assegurar faixa de isolamento sem a realização de sepultamentos
- plantio de espécies com raízes evitem invasão na área de sepultamento
- sistema de drenagem pluvial eficiente com captação, condução e disposição seguro
- solos com coeficiente de permeabilidade de 10^{-3} e 10^{-7} cm/s (entre fundo da sepultura e o nível do lençol)
- nível inferior das sepulturas a pelo menos 1,5 m do lençol (cheias)
- rebaixamento do lençol com sistema de drenagem subterrâneo
- resíduos da exumação de corpos – destino como RSSS ou se no cemitério cobertos com 50cm de solo em local adequado

Condições específicas de implantação

- em **áreas de proteção ambiental ou de mananciais** – seguir exigências adicionais da legislação ambiental e especificações da secretaria do meio ambiente e do Conama
- **extrato rochoso muito vulnerável ou com erosão subsuperficial** – descartados ou considerados com restrições
- **vulnerabilidade pelos estudos geotécnicos** – recomenda-se instalação de poços de monitoramento montante e jusante – conforme padrões de potabilidade da água – Portaria 518/2004 – antes e a cada trimestre após operação

**Cetesb através Decreto 47.397 de 2002 – artigo 57 inciso XI
(SP)**

- **Considera os cemitérios como fonte de poluição**
- **Torna obrigatório a obtenção de licenças prévia, de instalação e de operação**
- **2 anos a partir da licença prévia para solicitar a licença de instalação e de operação**
- **A concessão das licenças de instalação e operação é condicionada a vistoria prévia do local**

- **Requisitos e condições técnicas para a implantação de cemitérios destinados ao sepultamento**
- **Proteção e preservação do ambiente (solo e águas subterrâneas)**
- **Obrigatoriedade de estudo prévio de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental - aprovação pelo IAP**

Requisitos mínimos dos projetos de implantação - Paraná

- Sistema de **drenagem adequado** e eficiente para águas pluviais
- **5 m** (plantação de árvores e arbustos)
- Espécies com **raízes pivotantes**
- **Permeabilidade 10-3 a 10-7** (entre fundo das sepulturas e lençol - estação cheias)
- Nível inferior da sepultura a pelo menos **3 m do lençol**
- Resíduos sólidos ali gerados o mesmo **tratamento RSS**
- **Poços de monitoramento** no perímetro do cemitério e sistema de tratamento de necrochorume
- **Impermeabilização dos ossários**
- **Proibido em locais sujeitos a inundações**, zonas de falhamentos geológicos, bacias de mananciais de abastecimento público
- **APPs**
- Determina a **adequação dos cemitérios existentes e licenciados junto ao IAP**

Paraná - Cemitério Parque São Pedro

- **Primeiro cemitério no mundo certificado pela norma ISO 14.000**
- **Curitiba**
- **Tubulações subterrâneas em toda a extensão (120.000 m²) que conduz o necrochorume até um filtro biológico**

Goiás – Portaria 456 de 1995 (requisitos)

- **Áreas elevadas**, secas e ventiladas e contravertende das águas que alimentam as cisternas
- **15 m de logradouros públicos** ou privados em zonas com rede de água e **30m em zonas sem redes de água**
- **3 m** do nível do lençol freático
- Em **caráter excepcional** é permitido em **regiões planas**
- Projetos acompanhados de estudos especializados (solo e água)
- Reserva de **20% para caso de epidemia** ou catástrofes
- **10 %** para sepultamento de indigentes
- **20 %** para arborização e ajardinamento
- Sepulturas devem ter **1,70 m** de profundidade, **80 cm** de largura e **2m** de comprimento
- **Distância de 70 cm** umas das outras e vedadas

Epidemias ou catástrofes



Estudos com cemitérios (início França - 1970)

- Endemia de **febre tifóide em comunidades** que se abasteciam de aquíferos e nascentes próximos a cemitérios
- A **África do Sul** tem os **cemitérios como fontes potenciais** de epidemia
- No Brasil os primeiros estudos realizados pelo Centro Pesquisa de Águas Subterrâneas – Instituto Geociências – USP
- Califórnia (solos areno-argilosos com **1,5 m removeu os níveis potenciais perigosos de bacterias**)
- A **capacidade de retenção do solo** depende: permeabilidade, aeração, umidade, nutrientes etc

Estudos em Santos e São Paulo (Martins, 1991)

(3 cemitérios)

Análises:

- Coliformes fecais
- Bactérias heterotróficas
- Microrganismos proteolíticos
- Microrganismos lipolíticos
- Streptococos
- Salmonella
- Nitrato

Estudos em Santos e São Paulo (Martins, 1991)

Resultados)

Análises:

- Não satisfatório para microrganismos
- Níveis elevados de Nitrato

Cemitério Vila Formosa - SP (Migliorini, 1994)

(Análises)

Procedimentos e Análises:

- 9 poços monitoramento (8 internos e 1 próximo muro)
- Coleta de água de fonte no interior do cemitério
- Alcalinidade de bicarbonatos
- Alumínio
- Nitrogênio
- Arsênio
- Bário
- Boro
- Cádmio
- Cálcio
- Chumbo
- PH
- etc

Cemitério Vila Formosa - SP (Migliorini, 1994)

(Resultado)

- Água bicarbonatada cálcica nos poços e bicarbonatada sódica na fonte)
- Cálcio nas águas subterrâneas (cal e ossos)
- Excesso de nutrientes (nitrogênio, nitrito, nitrato) (provável da decomposição)
- Diversos metais – manganês, cromo, ferro, prata, alumínio (acima permitido pela portaria 518) – provavelmente das tintas, vernizes e guarnições dos caixões

Alemanha (variação do número bactérias em pluma contaminação por necrochorume)

Varição do número de bactérias UFC/mL	Distância dos túmulos aos pontos de amostragem (m)
8000	0,5
6000	2,5
3600	3,5
1200	4,5
180	5,5

Fonte: Silva (1999)

Austrália (monitoramento por 3 anos - 1996-1998)

Próximo a sepultamentos	
Aumento da condutividade elétrica (salinidade)	ortofosfato
cloreto	ferro
nitrato	sódio
nitrito	potássio
amonia	magnésio

Análises Cemitério Nova Cachoeirinha - SP (Matos, 2001)

- ocorrência maior de bactérias e vírus
- bactérias são transportadas poucos metros
- vírus tem maior mobilidade e atingem algumas dezenas de metros no aquífero
- principais fontes de contaminação são sepulturas com menos de 1 ano e próximas lençol freático
- aumento consumo oxigênio
- aumento de sais
- aumento da condutividade elétrica
- bicarbonato, cloreto, sódio, cálcio, ferro, alumínio, chumbo e zinco

Defende a cremação com base:

- potencial contaminação do solo e água subterrânea
- falta de áreas sepultamento
- pessoas falecidas com doenças infecto-contiosas
- tratamento radioterápico

Condições adequadas para implantação de cemitérios

Topografia

Áreas elevadas

- evitar inundação
- retenção microrganismos zona não-saturada
- arejamento favorecido pelo regime dos ventos
- ideal declividade entre 5-15%

Áreas planas ou com declividade pequena

- implantar rede drenagem eficiente
- utilizar movimento terra para aterro

Condições adequadas para implantação de cemitérios

Topografia

Áreas declividade acentuada

- implantar rede drenagem eficiente
- movimento de terra (cortes) e desenvolvimento terraços
- cuidado em períodos de chuva (erosão)

Condições adequadas para implantação de cemitérios

Geologia (tipo de solo)

Homogeneidade do solo

- solo com balanço de areia, silte e argila (30%)
- 30% tende evitar saponificação
- grandes concentrações argilas – excesso umidade dificulta a decomposição e favorece a saponificação
- grandes concentrações de areia favorecem a rápida drenagem – mumificação e processos de fossilização

Condições adequadas para implantação de cemitérios

Geologia (tipo de solo)

Espessura da camada não-saturada

- quanto mais espessa melhor
- funciona como filtro a contaminantes e é aeróbia
- grande índice de vazios (intercepta, adsorve e elimina bactérias e vírus) além de hidrocarbonetos e compostos orgânicos sintéticos

Condições adequadas para implantação de cemitérios

Hidrogeologia

Nível do lençol freático

- legislação federal brasileira (1,5 m)
- quando não possível manter o nível em relação lençol – realizar rebaixamento lençol ou aterro área
- mapear os afloramentos (fontes, lagos, poços etc)
- estar a pelo menos 30 m de corpos naturais e artificiais (córregos, rios, lagos)
- mínimo de 250 m de qualquer poço ou nascente de abastecimento de água potável em locais com declive íngreme

Silva (1995) *apud* Marinho (1998)

Secagem necrochorume

Polimeriza-se e pulveriza-se

- razão de 1 L a cada 84 horas
- se reduz a 50 gramas de pó inerte de cor esbranquiçada
- estas características favorecem a sua retenção no solo

Descontaminação do subsolo contaminado por cemitério

Utilização de ácido peracético (simples e barato)

- ácido acético
- peróxido de hidrogênio
- estabilizante

Nos poços monitoramento ou em furos a trado

- a montante do sentido do fluxo
- antiseptico para fungos, vírus e bactérias
- deixa ainda residual de oxigênio na água

Descontaminação do subsolo contaminado por cemitério

Vários métodos - Utilização de peróxido de hidrogênio solo (caro)

Medidas preventivas, corretivas ou mitigadoras

Uso de substâncias oxidantes nos sepultamentos

- óxido de cálcio anidro (cal virgem)
- adoção de laje no fundo das sepulturas com depressão para acúmulo de necrochorume
- aplicação em 30% peso do cadáver
- adicionado no interior dos caixões, forros e travesseiros
- cemitérios verticais aumenta para 45% (confinamento e temperaturas ambientes – maior tempo degradação)



FUNIMUSA.DEVIANTART.COM