

I FORUM SINCEPAR "CEMITÉRIOS-IMPACTO AMBIENTAL"
PARQUE BARIGÜI, CURITIBA, PR - 16 DE DEZEMBRO DE 1999



CEITEB - BR. BR. NUNES A DR. & REAMATO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SAO PAULO - BRASIL

A INFLUÊNCIA DOS CEMITÉRIOS NO MEIO AMBIENTE

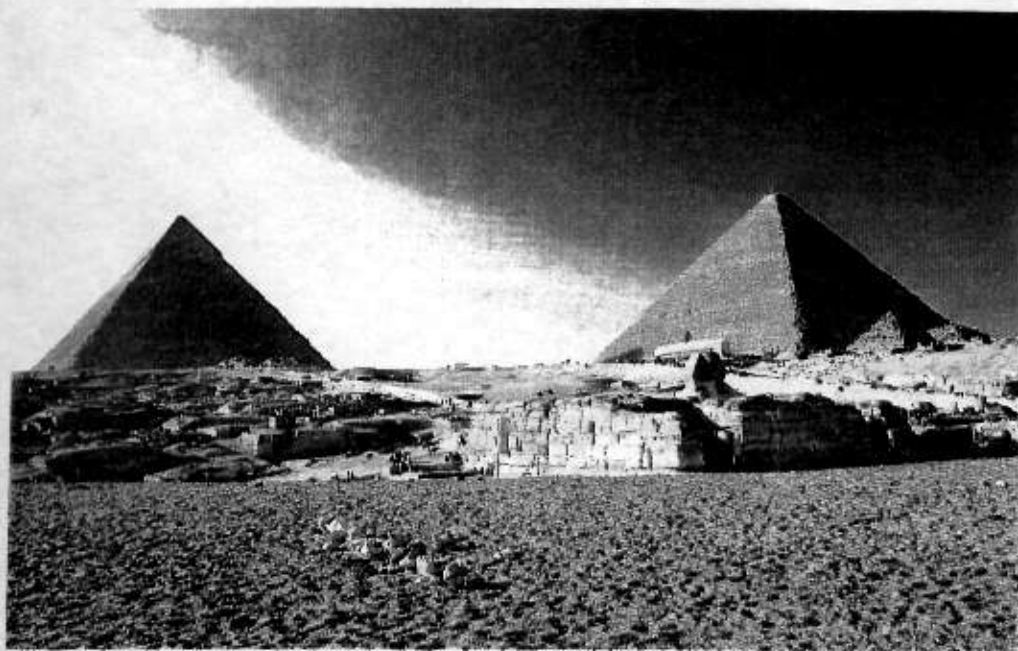
Prof. Geol. Lezíro Marques Silva
Universidade São Judas Tadeu - Faculdade de Tecnologia
e Ciências Exatas - Engenharia Civil - São Paulo, SP

Lezíro Marques Silva 18/12/1999

CLASS	
	35688

2300
81381
035688

ÍNDICE



1 - INTRODUÇÃO	03
2 - ASPECTOS GENÉRICOS	04
3 - DECOMPOSIÇÃO DOS CADÁVERES	06
3.1 - GENERALIDADES	06
3.2 - DESTRUÇÃO NATURAL DOS CORPOS ENTERRADOS	08
4 - EFLUENTES CADAVERÍCOS	12
4.1 - GASES FUNERÁRIOS	12
4.2 - NECROCHORUME	14
5 - FENÔMENOS CONSERVATIVOS	21
6 - ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E GEOSSANITÁRIOS	23
7 - RESÍDUOS SÓLIDOS OPERACIONAIS	29
8 - UTILIZAÇÃO DE OXIDANTES ATIVOS	31
9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
11 - REFERÊNCIAS INFORMÁTICAS	45
12 - ANEXOS	46

1 – INTRODUÇÃO

Nas sociedades latinas, em especial a brasileira, o assunto "cemitérios" sempre teve uma conotação incomodativa e desagradável, haja visto estar intimamente relacionada com a inexorabilidade da morte, antípoda natural da estrutura psicológica e alegre dos brasileiros, um povo relativamente jovem na comunidade global.

O termo "cemitério" é de origem grega ("koumeterian" = onde eu durmo). Com o advento do Cristianismo, o termo assumiu o sentido de local destinado ao repouso final pós-morte, com significado apenas para os lugares onde acontece o enterramento dos cadáveres.

De acordo com os registros históricos disponíveis, em especial aqueles da Idade Média, os mortos de situação mais privilegiada eram sepultados nas igrejas ou em suas imediações, enquanto que a plebe era nos campos. Em situações beligerantes, dos mortos retiravam-se os tendões (utilizados na confecção de cordoalha) e o restante era triturado, misturado com palha e estrume e utilizado como adubo (!). Não é, pois de se espantar, diante da proliferação de tantas endemias como a peste negra, o tifo, etc.

Entre a Idade Média e meados do século XVIII, no Ocidente Católico predominou uma relação de proximidade entre os vivos e os mortos. Os cadáveres humanos eram enterrados nas igrejas ou em cemitérios contíguos geridos pelos sacerdotes, absolutamente integrados à vida da comunidade (cemitérios paroquiais).

Embora protegidos por leis governamentais e religiosas, os cemitérios serviam, freqüentemente, como locais de pastagem de animais, feiras, jogos, festas, atalhos, depósitos de lixo, moradia de mendigos e indigentes, refúgio de leprosos, sanitário público, relacionamento sexual clandestino, etc.

Durante o século XVIII, desenvolveu-se uma atitude hostil à proximidade com os moribundos e com os mortos. Os médicos da época recomendavam o seu isolamento, por motivos de saúde pública. Verificou-se, entre outras coisas, uma redefinição das noções de poluição ritual: "pureza" e "perigo" agora definiam-se a partir de critérios médicos, em escala maior do que os critérios religiosos. Os médicos chegaram a algumas conclusões estapafúrdias, tal como um certo Dr. Leclerc que previa a ameaça social representada pelos cadáveres das pessoas gordas, "tal a rapidez e força com que se decompõem". Um outro médico, Hughes Maret, em 1773, relatou o caso de um destes "gordos", cuja sepultura foi prematuramente aberta, causando a morte do cura e de mais de trinta pessoas...

Nessas circunstâncias somente havia então uma solução a ser adotada: proibir os enterros nas igrejas e transferir os cemitérios paroquiais para fora das vilas e das cidades.

Essa nova atitude fundamentava-se na "doutrina dos miasmas", desenvolvida pela ciência do século XVIII. Acreditava-se que as matérias orgânicas em decomposição, especialmente as de origem animal, sob a influencia de elementos

atmosféricos (temperatura, umidade, direção dos ventos, etc.), formavam vapores ou miasmas nocivos à saúde, infectando o ar que se respirava.

Os cadáveres humanos eram considerados como uma das causas principais da formação dos miasmas mefíticos, afetando com particular virulência a saúde dos vivos, porque eram depositados em igrejas e cemitérios paroquiais nos centros urbanos, locais onde as pessoas perambulavam com frequência.

Com a "descoberta" dos miasmas, ocorreu a descoberta do mau odor exalado pela decomposição cadavérica (1). Caso exemplar foi o do antigo cemitério parisiense de Saint Innocents, uma dessas necrópoles vulneráveis incrustadas no coração da cidade, foco principal de epidemias, servindo a mais de vinte paróquias. Ali, as casas dos vivos quase tocavam os túmulos dos mortos, sendo que os mercadores de tecidos, livros, ferragens, cavalos, forragem, etc., espalhavam os seus produtos de venda entre as sepulturas, num grande mercado livre a céu aberto!

Dizia-se que o solo deste cemitério consumia os cadáveres com uma rapidez fantástica, sendo por isso denominado de "come-carne" ("mange-chair").

Com a promulgação de novas legislações que pretendiam modificar o consagrado costume de enterrar os mortos nas igrejas, ocorreram vários protestos na Europa e também no Brasil. Por exemplo, em 1836, na cidade de Salvador, Bahia, ocorreu uma revolta contra um cemitério local, a qual ficou conhecida como "Cemiterada". Pedia-se a anulação da lei que proibia os enterros nas igrejas e concedia o monopólio do sepultamento à Igreja. A multidão, após manifestação de vulto na Praça do Palácio, tomou a direção do cemitério, distante cerca de três quilômetros do centro da cidade, munida de machados, alavancas, pás e picaretas, destruindo em menos de uma hora o cemitério. A polícia local avaliou a multidão em mais de 3.000 pessoas. Tal como na Bahia, na Europa houve resistência física à mudança das regras funerárias, encaradas como "uma ameaça aos interesses da Igreja, insufladas por "doutrinas exóticas" (Maçonaria, Rosacruz, etc.) : França, Itália, Espanha, etc.

CBT 880 - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

2 - ASPECTOS GENÉRICOS

Na antigüidade, os cemitérios situavam-se fora das cidades, ao longo das estradas (Via Appia, em Roma, por exemplo). Na cidade de São Paulo, a primeira necrópole municipal construída foi a da Consolação, operante até hoje, cuja fundação data de 1856. Na época, muito se protestou contra a localização deste cemitério, por que achava-se estar o mesmo longe da cidade (segundo um editorial do jornal Correio Paulistano, no início do presente século, "no fim do mundo, na beira da estrada para Sorocaba, ladeado de capinzais e vacarias").

Esta localização em pleno campo, afastada dos centros urbanos, com toda a certeza, deve ter obedecido a razões de saúde pública. Todavia, dado ao caráter de urbanização explosiva e incontrolável das cidades, num processo acelerado pela

revolução industrial, os cemitérios acabaram ilhados, na acepção do termo, pelos novos bairros e pela rede viária. Os vivos voltaram a ser vizinhos dos mortos ...

Atualmente, a cidade de São Paulo, possui trinta e seis necrópoles cadastradas e operantes, das quais vinte e duas são administradas pela Prefeitura Municipal (Serviço Funerário) e quatorze por empresas da Iniciativa Privada (algumas religiosas). Juntas, ocupam uma superfície de aproximadamente 1.510 km², ou seja, cerca de 0,27% da área municipal. Nos últimos dois anos, tem-se verificado um incremento na implantação dos chamados cemitérios-parque ou cemitérios-jardim, como um empreendimento privado competitivo com o imobiliário tradicional, o qual acha-se em crise relativa (escasseamento de áreas, legislação em mudança, controle ambiental, invasão pelos favelados, migrantes nordestinos e "sem-teto"...).

Com relação a exaustão da capacidade de sepultamento dos cemitérios, ou seja, a sua vida-útil operacional, os responsáveis usam de todos os recursos e mesmo subterfúgios para desbordá-la, em especial devido a carência crescente de áreas. A tendência moderna é a de verticalizar as necrópoles. Temos observado que as faixas de recuo intra-muros nos cemitérios ("perímetro de proteção"), estão sendo desrespeitadas e utilizadas para o sepultamento (já existem jazigos separados da via pública apenas pelo muro!).

Alguns cemitérios particulares muito conhecidos (que abrigam inclusive corpos de pessoas ilustres e famosas), estão mesmo comercializando lotes a preços elevados, aproveitando o expediente... Columbários originalmente destinados a recepção de ossos exumados, em geral dispostos adjacente à face interna dos muros, estão sendo utilizados para o sepultamento de corpos, dado a carência de túmulos disponíveis (tal fato é constatável em 80% dos cemitérios municipais).

O aquífero livre superior (lençol freático), é muito suscetível e vulnerável a tal processo antrópico superimposto. Esta vulnerabilidade deve-se ao seu posicionamento espacial no meio físico e acesso facilitado aos vetores químicos e microbiológicos, cujo ingresso é proporcionado pelo carreamento das águas superficiais infiltradas (chuvas).

Este aporte hídrico subterrâneo recarrega naturalmente o aquífero de maneira direta, perfazendo até 40% do total precipitado, em algumas situações geológicas.

Na periferia das cidades, o "convívio" dos cemitérios com a população de baixa renda é cotidiano, sendo comum os seus muros servirem como parede dos fundos das habitações, ou pior ainda, servirem como fonte de material para a construção. Nessas circunstâncias, os cemitérios passam a ser o quintal das crianças, sistema viário dos moradores e dos seus animais de estimação e centro de outras práticas lamentáveis! Além dos impactos óbvios, esta situação é prejudicial à saúde pública, pois tais populações de baixa renda abastecem-se de água via poços escavados que exploram o chamado lençol freático, cujas águas recebem o aporte de substâncias lixiviadas do solo dos cemitérios, em especial aquelas oriundas da decomposição dos corpos ("necrochorume")

Nessas circunstâncias, o maior impacto causado ao meio físico, é o extravasamento do necrochorume e o seu aporte no lençol freático, onde a contaminação até então localizada, poderá disseminar-se ("pluma de poluição").

A contaminação do solo é localizada e sem maiores reflexos para a população, uma vez que sua utilização será sempre a de sepultamento, inexistindo outras práticas como agricultura, moradia, áreas de lazer, etc.

Com relação a poluição atmosférica pelos gases funerários, ela é sempre localizada e rapidamente eliminada pela circulação do ar, promovida pelos ventos.

3 – DECOMPOSIÇÃO DOS CADÁVERES

3.1 – GENERALIDADES

Desde os tempos imemoriais, o solo tem sido utilizado pelo homem para a disposição de seus resíduos, incluindo o seu próprio corpo, após a morte.

Em geral, em função de sua constituição mineralógica, condições intempéricas e conteúdo microbiológico, a camada de solo reúne condições de degradar a matéria orgânica enterrada, de maneira discreta e fora da visão humana. Portanto, o solo tem uma capacidade de depuração natural incontestável, em condições normais de acração, na porção acima do nível das águas subterrâneas ("zona insaturada").

Cessada a vida, anulam-se as trocas nutritivas das células e o meio acidifica-se, iniciando-se o fenômeno transformativo de autólise. Enterrado o corpo (inumação ou entumescimento), instalam-se os processos putrefativos de ordem físico-química, em que atuam vários microrganismos (aeróbicos, anaeróbicos e facultativos).

A putrefação dos cadáveres é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos são pertinentes ao próprio corpo, tais como : idade, constituição física e "causa-mortis". Os extrínsecos são pertinentes ao ambiente onde o corpo foi depositado, tais como : temperatura, umidade, aeração, constituição mineralógica, permeabilidade, etc. A palavra "cadáver" tem origem latina e traduz bem o destino da matéria orgânica : caro data vermibus (carne dada aos vermes)!

De maneira geral, observam-se os seguintes fatos :

- a) Com relação a idade, os recém-nascidos e as crianças putrefazem-se mais rapidamente do que os adultos. Diga-se o mesmo em relação a idade avançada.

- b) A constituição do corpo influi acentuadamente ao processo, observando-se que os indivíduos mais corpulentos ou obesos, transformam-se mais rapidamente.
- c) No que tange a "causa-mortis", a putrefação é apressada no caso de grandes mutilações, infecções, estados gangrenosos, etc...
- d) O corpo humano, em sua constituição, apresenta cerca de 65% de água, com relação ao peso. Os indivíduos magros apresentam um conteúdo de até 75% de água, enquanto que os indivíduos gordos apresentam até 55% de água.
- e) A temperatura tem uma influência marcante na evolução da putrefação: quando muito baixa ou muito alta, retarda ou até susta o desenvolvimento do fenômeno. Observou-se que a faixa de variação ideal é de 25° a 37°C, onde a atividade microbiológica é favorecida.
- f) O ambiente deve apresentar uma umidade natural favorável, uma vez que em situação muito seca, detém-se a putrefação e o fenômeno conservativo da mumificação é favorecido, muito úmido favorece a maceração ou até a saponificação.
- g) Da mesma forma, o ambiente deve ser convenientemente aerado, a fim de favorecer a atividade dos atuantes orgânicos aeróbicos atuantes (bactérias, vermes, insetos, fungos, etc.).
- h) Nos cadáveres inumados, as condições do solo são importantes, quer no que se refere a permeabilidade, quer na sua estruturação edafológica, tudo em íntima relação com o arejamento, umidade e temperatura.

Em termos de constituição mineralógica, verificou-se que o teor em argilas deve situar-se na faixa de 20% a 40%. Existem determinados tipos de solos que destroem prontamente os cadáveres ("papa-defunto"), enquanto outros os conservam (se muito arenosos e quentes, promovem a mumificação, graças ao dessecação rápida e intenso; se muito argilosos e úmidos, ensejam a saponificação). Em situações muito conspícuas de solos calcários, os corpos inumados podem sofrer um fenômeno de fossilização incipiente e acelerada, graças à substituição catiônica de sódio e potássio por cálcio ("histometabase").

- i) A maceração ocorre quando o cadáver fica imerso em líquido. Isso acontece com os indivíduos afogados e com os fetos retidos no útero (grávida falecida). No primeiro caso, os germes apressam a putrefação e os tecidos se soltam com extrema facilidade (os tecidos inicialmente se enrugam, para depois de desprenderem aos pedaços). Em certos casos, a existência de animais carnívoros acelera a destruição do corpo (peixes, etc.). No segundo caso, o meio é asséptico (sem germes) e o cadáver do feto adquire aspecto especial, todo enrugado e com tendência a descamação.

3.2 – DESTRUIÇÃO NATURAL DOS CORPOS ENTERRADOS

A destruição natural dos corpos efetua-se na seguinte sequência normal : período de coloração, período gasoso, período coliquativo e período de esqueletização.

- a) **PERÍODO DE COLORAÇÃO** : A decomposição dos corpos , fenômeno natural de transformação cadavérica destrutiva, inicia-se após a autólise, pela ação dos microrganismos aeróbicos, anaeróbicos e facultativos, em geral no ceco, porção inicial do intestino grosso, onde mais se acumulam os gases e que, por estar em íntima contiguidade com a parede abdominal da fossa ilíaca direita, determina ali o aparecimento da chamada "mancha verde abdominal", a qual posteriormente se difunde pelo tronco, cabeça e membros; a tonalidade esverdeada escura confere ao morto um aspecto típico e deve-se a reação do gás sulfídrico (H_2S) com a hemoglobina, formando a sulfometemoglobina nos tegumentos.

Os fetos e os recém-nascidos constituem uma exceção, pois neles a putrefação invade o cadáver por todas as cavidades naturais do corpo, especialmente pelas vias respiratórias. Nos afogados, a coloração verde dos tegumentos surge primeiramente na metade superior e anterior do tórax e depois na cabeça, pela posição inclinada assumida pelo falecido dentro da água.

O tempo de aparecimento da mancha esverdeada abdominal varia em função das diversas condições intrínsecas e extrínsecas, citadas anteriormente. Influem, de maneira preponderante, as condições da região considerada.

Em São Paulo, segundo informações de Flaminio Fávero, a mancha verde abdominal surge precocemente, entre 18 e 22 horas e até mesmo antes, conforme a estação climática (quente ou chuvosa). É mais morosa nos cadáveres inumados do que nos conservados ao ar livre, sendo mais ligeira na água. Em geral, este período pode durar até sete dias após o óbito.

O seu diagnóstico é mais fácil nos indivíduos de pele clara ou morena. Nos indivíduos pardos, negros e mulatos, para diagnosticar a mancha esverdeada, deve ser utilizada a irradiação ultravioleta.

- b) **PERÍODO GASOSO** : Nesse período, os gases que se desenvolveram no interior do cadáver começam a se espalhar por todo o corpo, originando bolhas cheias de líquido leucocitário hemoglobínico e a um enfisema putrefativo que confere no cadáver a postura de boxeador e um aspecto gífantesco, especialmente na face, no tronco, no pênis e na bolsa escrotal.

Os olhos ficam procidentes, assim como a língua. O ânus se entreabre ficando evertida a mucosa da última porção do intestino. Na mulher, estando grávida, pode haver a expulsão completa do feto e a eversão do útero ("parto de putrefação"), sendo o feto encontrado entre as coxas maternas.

A epiderme vai sendo destacada nas regiões das bolhas (flictemas), deixando descoberta a derme. Graças a pressão forte dos gases putrefativos, o sangue já bastante alterado é propelido do centro para a periferia, surgindo a chamada "circulação póstuma de Brouardel". O cadáver é bastante inflado pelos gases, assumindo um aspecto gigantesco, acontecendo então a ruptura das paredes abdominais, às vezes com um ruído característico ("estalo fúnebre" ou "estouro cadavérico").

Os gases funerários principais são ; mercaptanas, H_2S (gás sulfídrico), CO_2 , CH_4 (gás metano), NH_3 (amônia), etc.; na fase de esqueletização evolva-se o PH_3 (fosfina ou fosfogênio).

A fase gasosa, de acordo com a literatura disponível, desenvolve-se por um prazo mínimo de três semanas, podendo prolongar-se por um período maior, dentro das variações que atuam os múltiplos fatores que influem na evolução putrefativa.

Em nossa pesquisa, observamos os seguintes prazos de evolução da fase gasosa, em cemitérios dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Pernambuco :

Recém-nascidos	:	1.000 horas	(06 semanas)
Crianças	:	1.440 horas	(08 semanas)
Adultos	:	2.520 horas	(15 semanas)

Com relação ao volume total de gases evolados na putrefação dos cadáveres, a nossa pesquisa, nos últimos vinte e oito anos, revelou a seguinte relação do volume gasoso/peso do corpo : 0,57 L/Kg (mediana).

- c) **PERÍODO COLIQUATIVO** : A coliquação é a dissolução pútrida das partes moles dos cadáveres, pela ação conjunta das bactérias e da fauna necrófaga. Como é sabido, três quartas partes do corpo humano são constituídas, basicamente, por água. Logo resulta um efluente líquido intermitente, denominado de humor funerário, putrilagem, líquame funerário ou necrochorume, com aspecto conspícuo.

As partes moles vão se reduzindo paulatinamente, em volume, pela desintegração progressiva dos tecidos. Os gases funerários se evolvem e o corpo fica transformado numa massa de odor fétido, envolvendo o esqueleto, cuja forma vai sendo perdida aos poucos, na evolução do processo.

Nesse período, além das bactérias putrefativas, concorrem de maneira relevante as larvas e os insetos, cuja ação é fulminante na destruição dos cadáveres ("fauna dos túmulos").

Como foi citado anteriormente, os indivíduos magros têm um conteúdo de até 75% do peso em água, enquanto que os gordos de até 55%. Em média, o corpo humano tem um conteúdo aquoso de 65% do peso. Dessa maneira, um adulto com peso total de 70,00 Kg tem um conteúdo da ordem de 46,00 Kg em água! De maneira geral, a relação do volume de líquame liberado e da massa corpórea cadavérica, é da ordem de 0,60 L/Kg.

Segundo os dados disponíveis e de conformidade com a nossa pesquisa, o período humoroso, desenvolve-se num prazo de até oito meses do sepultamento, para uma faixa de temperatura de 18° a 25°C, prazo este que pode ser bastante, reduzido com a utilização de substâncias oxidantes, capazes de catalizar o processo de putrefação cadavérica. Em nossa pesquisa, verificamos uma redução do prazo para cinco meses, adicionando-se peróxido de cálcio ao corpo, à razão de 30% do peso.

A ação continuada das bactérias, insetos e acarídeos ("fauna cadavérica"), em conjunto com as condições ambientais, submetem os tecidos subsistentes a uma dessecação ainda maior, reduzindo conseqüentemente o volume e conduzindo a matéria orgânica ao estado pulverulento, deixando livre o esqueleto ("ossos limpos").

- d) **PERÍODO DE ESQUELETIZAÇÃO** : em continuidade ao processo de dessecação e destruição da matéria orgânica liberando o esqueleto, supra citado, os resíduos tissulares e os ligamentos articulares são eliminados, desmontando o esqueleto e deixando os ossos livres. Os cabelos e os dentes resistem durante muito tempo a destruição. Os ossos também resistem durante muitos anos, porém, terminam perdendo gradativamente a sua estrutura habitual tornando-se cada vez mais leves, frágeis e quebradiços, graças a perda de osseína, ficando presente apenas o carbonato de cálcio (porção mineral da ossatura).

Nessa fase, o residual de matéria orgânica dos ossos, costuma liberar o fósforo, sob a forma de fosfina (PH₃), a qual reage com o oxigênio atmosférico dando origem a um fenômeno luminoso, de curtíssima duração e de observação fortuita, conhecida como "fogo-fátuo".

O período de esqueletização pode durar vários meses a vários anos, dependendo em grande parte da ação ambiental. Não é raro que os ossos resistam por dezenas ou centenas de anos, entretanto, vão acabar sendo pulverizados, ou seja : *mors omnia solvit* (a morte dissolve tudo) !

Em geral, ao ser desmontado o esqueleto a massa cadavérica se reduz a 18,00 ou 20,00 Kg, decorridos dois e meio a três anos do sepultamento.

Nos casos de ocorrência dos fenômenos conservativos, a esqueletização não é atingida. Na pesquisa conduzida, observamos que nessas condições o cadáver de um adulto (70,00 Kg), decorridas 28.800 horas (40 meses), ficou reduzido a uma massa de 50,00 Kg.

Diante da ocorrência da saponificação ou mumificação, onde se persistem as condições ambientais não se completará a destruição do corpo, é importante a utilização de um oxidante enérgico, a fim de dar sequência ao processo e ser atingida a esqueletização final.

Os fenômenos conservativos, além dos aspectos estéticos, psicológicos e operacionais, implicam na contaminação potencial, principalmente pela carga virótica não neutralizada e a sua eventual percolação e disseminação pelo fluxo do lençol freático, como será detalhado mais adiante.

CBTESS - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

4 – EFLUENTES CADAVERICOS

Uma vez cessada a vida, a matéria orgânica dos corpos entra em decomposição, gerando os chamados "efluentes cadavéricos", gasosos e líquidos.

Como foi citado anteriormente, os primeiros efluentes que surgem são os gasosos ("período gasoso"), seguindo-se os líquidos ("período coliquativo").

4.1 – GASES FUNERÁRIOS

Na pesquisa conduzida ao longo dos últimos vinte e oito anos, uma das metas foi quantificar o volume de gases funerários, evolados durante o processo de putrefação dos cadáveres.

Em várias experiências de laboratório (incluindo modelos reduzidos com material em decomposição), pesquisa dos dados existentes na literatura médica e biológica, medições de campo em várias necrópoles espalhadas pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Mato Grosso, Bahia e Pernambuco, pudemos coletar subsídios que alimentaram um programa, de tratamento estatístico dos dados, permitindo o traçado dos gráficos constantes dos anexos, ilustrando a emanação dos referidos gases ao longo do tempo, a partir do sepultamento.

Para o universo de dados coletados, consideramos os cadáveres de recém-nascidos (peso médio de 3,50 Kg), de crianças (peso médio de 30,00 Kg) e de adultos (peso médio de 70,00 Kg), não sendo levados em conta o sexo e a "causa-mortis", para uma faixa de temperatura de 18° a 25° C.

Os principais gases funerários identificados pelos processos analíticos de química convencional, foram o gás sulfídrico (H_2S), o dióxido de carbono (CO_2), a amônia (NH_3), a fosfina (PH_3), as mercaptanas e o metano (CH_4).

A regressão finita definiu as seguintes equações básicas para as retas representativas das nuvens de pontos dos gráficos (volume gasoso acumulado x tempo decorrido na fase gasosa);

TABELA 01

CADÁVERES	SITUAÇÃO	EQUAÇÃO REPRESENTATIVA
Récem-nascidos	$Vg = 1,5973 \cdot \log T - 2,8954$
Crianças	$Vg = 7,5113 \cdot \log T - 14,2231$
Adultos	normal	$Vg = 16,4132 \cdot \log T - 31,8271$
	decomp. parcial	$Vg = 4,48 \cdot \log T - 7,960$
	com CaO ₂	$Vg = 17,8545 \cdot \log T - 34,7073$

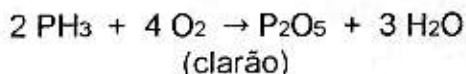
Obs.: "Vg" é o volume gasoso liberado (acumulado), em litros.

No global, para os seiscentos cemitérios estudados, estabeleceu-se a seguinte relação do volume gasoso liberado/peso corpo : 0,57 litros por quilograma = $5,70 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{Kg}$.

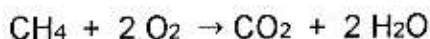
Os gases liberados pelos corpos em putrefação, são evolados e dispersos na atmosfera. No caso dos inumados, os gases despreendem-se da massa cadavérica, escapam dos atúdes e permeiam o solo, onde ocorre a adsorção de parte do volume gasoso, o restante atingido de maneira geralmente imperceptível a atmosfera, onde os ventos diluem e dispersam. No caso de túmulos, os gases escapam dos caixões e libertam-se diretamente na atmosfera, após escaparem pelas juntas dos carneiros, sendo por vezes perceptíveis ao olfato.

No caso da fosfina (trihidreto de fósforo), como foi dito anteriormente, o seu despreendimento na atmosfera somente é perceptível se ocorrer à noite, onde ao se inflamar instantaneamente pela reação com o oxigênio atmosférico, forma um clarão súbito característico ("flash", "flare"), o qual gerou histórias de fantasmas e outras manifestações do tipo, pelas pessoas mal informadas ou mais crédulas...

A reação química básica do fenômeno de oxidação da fosfina, é a seguinte :



por vezes associada a uma reação secundária de queima do metano (detonação) :



4.2 – NECROCHORUME

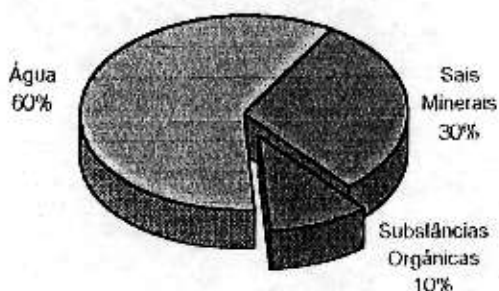
Desde os tempos imemoriais, é fato conhecido que os cadáveres vertem líquidos nauseabundos, durante a sua decomposição. É conhecida também a toxicidade destes líquidos cadavéricos, aproveitada na Idade Média para a potencialização de venenos (côrte de Lucrecia Bória, por exemplo). Em torno do líquido funerário, criou-se uma verdadeira mística, culminando na famosa e vetusta "doutrina dos miasmas"...

Ao iniciarmos a nossa pesquisa dirigida, em 1970, demos uma ênfase especial para os efluentes líquidos, não apenas pelo seu pouco conhecimento até então, mas também pelo fato de ser o principal vetor de contaminação do solo e subsolo, no entorno dos cemitérios.

Na ocasião, cunhamos o termo "necrochorume" para a sua designação específica, por analogia com o "chorume" dos resíduos orgânicos (aterros sanitários). O termo inicialmente grafado como "necro-chorume" consagrou-se, sendo hoje utilizado corriqueiramente e já constando na norma L1040 (CETEB, 1987, com revisão recente em 1999).

Sabe-se que três quartas partes do nosso corpo são constituídos por água,

Composição do Necro-chorume



combinados com substâncias orgânicas e inorgânicas. Após a morte, na chamada fase coliquativa ou humorosa, a qual se inicia logo após a fase gasosa, com duração de seis a oito meses (ou mais, dependendo das condições geológicas), os corpos em decomposição liberam um líquido funerário característico, conhecido por "necro-chorume" (30 a 40 litros), de maneira intermitente. Este líquido, mais viscoso que a água, de cor acinzentada a acastanhada,

com cheiro acre e fétido, com densidade média de $1,23 \text{ g/cm}^3$, é constituído por 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis, dentre as quais ressaltamos duas diaminas muito tóxicas: a putrescina (1,4 Butanodiamina) e a cadaverina (1,5 Pentanodiamina), dois venenos potentes para os quais ainda não se dispõem de antídotos eficientes

TABELA 01

	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-$ NH_2 $\text{H}_2 \text{H}_2 \text{H}_2 \text{H}_2 \text{H}_2$ 1,4 - DIAMINAPENTANO	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2$ $\text{H}_2 \text{H}_2 \text{H}_2 \text{H}_2$ 1,4 - DIAMINABUTANO
PROPRIEDADE	CADAVERINA ($\text{C}_5\text{H}_{14}\text{N}_2$)	PUTRESCINA ($\text{C}_4\text{H}_{12}\text{N}_2$)
massa molecular	102,18	88,15
densidade (ρ)	0,873 g/cm ³	0,877 g/cm ³
ponto de fusão	26° - 28° C	27° - 28° C
ponto de ebulição	178° - 180° C	158° - 160° C
ponto de fulgor	62° C	51° C
n_D^{20} índice de refração	1,4582	1,4569
solubilidade em água (23° - 28°)	elevada	elevada
% nas substâncias orgânicas (~10%)	~ 23%	~ 25%
toxicidade	elevada	elevada
coloração	pardacenta	pardacenta
odor	corrosivo	corrosivo

O necrochorume, no meio natural, decompõe-se e é reduzido a substâncias mais simples e inofensivas, ao longo de determinado tempo. Aqui fala alto a capacidade de depuração natural do solo, traduzida pelo seu teor em argila ditas ativas. Em consonância, processa-se uma filtração lenta dos percolados, coadjuvada pela oxidação. Dependendo da profundidade do lençol freático, a carga microbiológica do necro-chorume (vírus e bactérias) é eliminada e não existem problemas de contaminação. Todavia, em determinadas condições geológicas, o necrochorume atinge o lençol freático praticamente íntegro, com suas cargas químicas e microbiológicas, desencadeando a sua contaminação e poluição. Os vetores assim introduzidos no âmbito do lençol freático, graças ao seu escoamento, podem ser disseminados nos entornos imediato e mediato dos cemitérios, podendo atingir grandes distâncias, caso as condições hidrogeológicas assim o permitam.

Na cidade de São Paulo, uma das maiores cidades do Hemisfério Sul, há notícias de casos de ocorrência de vetores transmissores da poliomielite e hepatite (patógenos), em profundidades da ordem de 40,00 a 60,00 metros, respectivamente, em poços tubulares seccionando rochas sedimentares cenozóicas da Formação São Paulo e em fraturamentos hidráulicamente recarregados pelo lençol freático, em rochas pré-cambrianas do Embasamento Cristalino (granitos e gnaisses).

Em nossa pesquisa nacional, observamos que 75 % dos casos de problemas de contaminação e de poluição verificados, eram originados por cemitérios municipais e 25 % por cemitérios particulares com problemas locacionais, construtivos ou operacionais (alguns deles ditos "clandestinos").

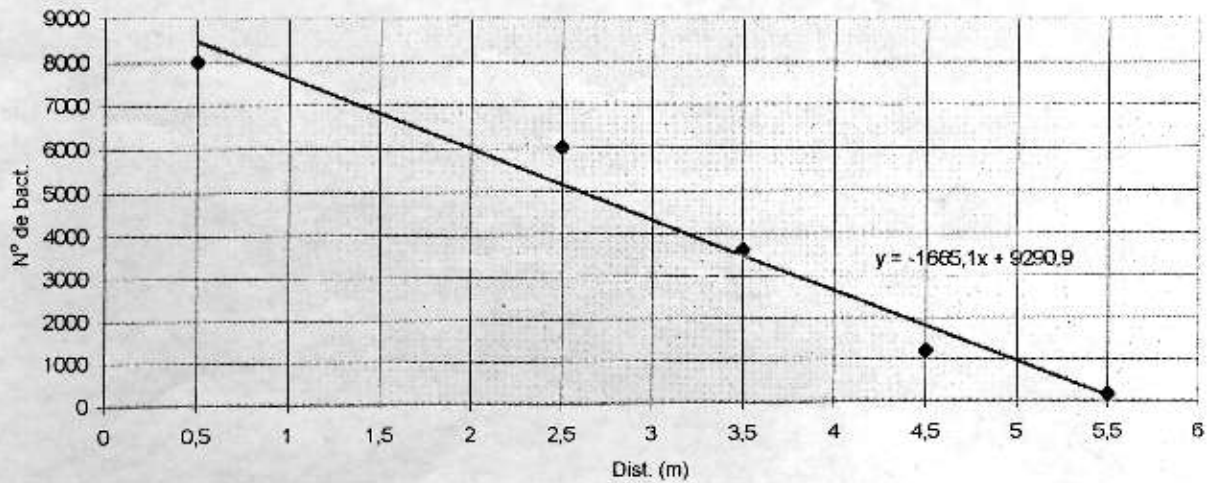
Desde o século passado, tem-se atrelado a incidência de endemias à contaminação do subsolo, gerada pela operação dos cemitérios. É do consenso geral o potencial contaminador dos efluentes da decomposição cadavérica, em especial no que diz respeito ao lençol freático e à sua exploração para o consumo humano, nas circunvizinhanças das necrópoles. Este consenso, em grande parte, é corroborado pela analogia do que ocorre nas áreas de disposição de resíduos sólidos orgânicos no solo ("lixo" e o seu "chorume").

Também nesse enfoque nota-se uma grande deficiência, a nível mundial, na publicação de dados e trabalhos específicos, com a abrangência e detalhamento requeridos. Na bibliografia disponível, há citações de Mulder (1954) noticiando a contaminação das águas subterrâneas por cemitérios, nas proximidades da cidade de Berlim, no período de 1863 a 1867, com uma epidemia decorrente de febre tifóide. Menciona ainda a captação de água do subsolo para o suprimento humano, com forte odor desagradável e sabor adocicado, nas cercanias dos cemitérios da cidade de Paris, em especial nas épocas mais quentes do ano. Em 1972, Schrops conduziu estudos em um cemitério da Alemanha Ocidental, onde constatou a contaminação bacteriológica do solo aluvionar, de conformidade com a tabela seguinte:

TABELA 02

REDUÇÃO NO NÚMERO DE BACTÉRIAS, COM O AFASTAMENTO DA AMOSTRAGEM, RELATIVA AOS TÚMULOS	DISTÂNCIA DOS TÚMULOS AOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DA ÁGUA SUBTERRÂNEA
8000	0.50 m
6000	2.50 m
3600	3.50 m
1200	4.50 m
180	5.50 m

Redução do N° de Bactérias com o Afastamento dos Túmulos



Os ensaios de Schrops, demonstraram que o material geológico granular permeável do solo, possui uma capacidade de depuração eficiente na retenção e extinção dos microrganismos.

Em 1979, a Sociedade dos Higienistas Franceses publicou um artigo correlacionado a febre tifóide que varreu Paris, com a contaminação microbiológica da água subterrânea utilizada para o consumo humano, pelos efluentes líquidos cadavéricos (necro-chorume).

No Estado de São Paulo, a Universidade de São Paulo investigou a influencia dos cemitérios na contaminação dos aquíferos livres: Cemitérios de Vila Formosa (o segundo maior do mundo) e Vila Nova Cachoeirinha, na cidade de São Paulo e o Cemitério de Areia Branca, na cidade litorânea de Santos. A conclusão foi que há um comprometimento sério do subsolo, nas cercanias daquelas necrópoles. A tabela seguinte ilustra os resultados obtidos nas análises da água freática, em poços de monitoramento hidrogeológico.

TABELA 03

INDICADORES	CEMITÉRIOS								
	CAB			CVF			CVNC		
	MAX	MIN	MG	MAX	MIN	MG	MAX	MIN	MG
CT	$>1.6 \times 10^3$	<2	58	$>1.6 \times 10^3$	<2	14	$>1.6 \times 10^3$	27	1.6×10^2
CF	1.6×10^3	<2	5	3.0×10^3	<2	3	7	<2	2
EF	$>1.6 \times 10^3$	<2	55	$>1.6 \times 10^3$	<2	58	1.6×10^3	<2	8
CBR	$>1.6 \times 10^3$	<2	21	$>2.4 \times 10^3$	<2	14	27	2	7
PROT	$>1.6 \times 10^3$	<2	4.3×10^2	$>1.6 \times 10^3$	<2	2.7×10^2	9.0×10^3	2.2×10^2	1.0×10^2
CPH1	8.1×10^3	7.0×10^2	1.5×10^4	8.1×10^3	2.0×10^2	9.0×10^3	5.3×10^3	2.8×10^3	1.1×10^4
CPH1	8.1×10^3	7.0×10^2	1.5×10^4	8.1×10^3	2.0×10^2	6.7×10^2	1.6×10^3	4.4×10^2	1.6×10^4
LIPO	1.2×10^3	80	6.4×10^3	1.2×10^3	75	2.5×10^3	3.6×10^4	1.6×10^2	3.9×10^3

FONTE : Pesquisa do departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo

Onde :

- CT = coliformes totais
 CF = coliformes fecais
 EF = estreptococos fecais
 CSR = clostrídios sulfito redutores
 PROT = bactérias proteolíticas
 CPH1 = contagem padrão de bactérias heterotróficas aeróbias
 CPH2 = contagem padrão de bactérias heterotróficas anaeróbias
 LIPO = Bactérias Lipolíticas

CEBRSO - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA

O necrochorume, esta verdadeira "sopa" rica em sais minerais, água e substâncias orgânicas nutrientes, enseja a sobrevivência e a proliferação dos microrganismos presentes nos cadáveres em putrefação, sejam os naturais ou os patogênicos. Os patógenos, em sua grande maioria, têm aversão natural ao oxigênio presente na zona insaturada do solo, porém, sabe-se que água subterrânea é pobre em oxigênio dissolvido (zona saturada), favorecendo-os. Ressaltamos aqui um outro fenômeno envolvido: o fato do necrochorume ser capaz de atingir os aquíferos subjacentes, dependendo da estrutura hidrogeológica local. Quanto mais profunda, a água subterrânea, menor será o teor de oxigênio dissolvido ou disponível, tendendo a um ambiente redutor ("anaeróbico"), favorecendo a existência dos ditos patógenos.

Ocorrendo um aporte do necro-chorume solúvel em água no aquífero, dado as relações de viscosidade e densidade, formam-se manchas poluidoras migrantes ("plumas de poluição"), as quais disseminam-se pelo subsolo saturado como uma nuvem, com velocidade de trânsito variável, podendo atingir distâncias quilométricas, a partir da origem (fonte pontual). A carga microbiológica é favorecida

também em termos de sobrevivência, pelas constância das temperaturas ambientais do subsolo.

O líquido funerário ainda é um líquido algo misterioso para nós, com uma tendência grande de se polimerizar como um verdadeiro plástico de cadeia aberta, quando então perde água com celeridade, incrementando a viscosidade e densidade ("engrossa"), num curto período de tempo. Os gráficos anexados ilustram tal fato.

Os ensaios de secagem conduzidos revelaram que o necrochorume polimeriza-se e pulveriza-se à razão de 1,00 litro / 84 horas, reduzindo-se a cerca de 50,0 gramas/litro de um pó mineral inerte, esbranquiçado. Assim, em função das condições do solo, na maioria das vezes nem atinge o lençol freático, ficando o pó retido no material pedológico, a ele se incorporando. Esta é a situação ideal de um cemitério implantado em condições geológicas favoráveis, com um lençol freático relativamente profundo (> 5,0 m), com sepultamento por inumação ou por entumescimento.

Nos cadáveres entumescidos, dependendo das condições de estanqueidade e de confinamento do necrochorume extravasado, o líquido funerário seca "in loco", não permeando o solo circunvizinho. Esta é uma situação ideal, nem sempre conseguida, pois como é óbvio, é altamente desejável que ao par de uma localização hidrogeoambiental adequada, os túmulos fossem construídos com uma condição de estanqueidade boa.

No controle da evasão dos efluentes funerários dos túmulos para o solo, resta-nos então apelar para a qualidade das urnas funerárias. A madeira utilizada deve reunir condição tecnológica adequada : baixo custo, boa resistência e trabalhabilidade, vida-útil máxima de dois anos (o ideal é uma decomposição concomitante àquela do cadáver), minimizando o uso de pregos e peças metálicas, não utilização de resinas e vernizes à base de pigmentos metálicos, etc.

A tendência de caixões com madeiras nobres, duras e bastante resistentes, revestidos com fino acabamento de laca, tintas e vernizes, adornados com peças de bronze e latão polidos, deve ser preteridas em prol do meio ambiente, primeiro por dificultarem o processo de decomposição cadavérica e segundo por constituírem resíduos sólidos incômodos, nas exumações. Estes resíduos acabam sendo descartados nos "lixões" e aterros sanitários, onde podem ocasionar problemas aos operários e catadores (acidentes com pregos e com peças metálicas são muito comuns, acarretando ferimentos facilmente infeccionados, até mesmos verificamos casos de gangrena). Tais urnas funerárias incorporam ao fluxo de necro-chorume um lixiviado de óxidos metálicos prejudiciais ao solo e a água subterrânea (Ti, Cr, Cd, Pb, Fe, Mn, Hg, Ni, etc...)

Atualmente, graças ao avanço tecnológico e em função do salutar sentimento ecológico que toma conta do mundo civilizado, a madeira dos caixões está sendo substituída por conglomerado natural (serragem, palha, cascas de cereais+resina aglutinante degradável) ou sintético (papelão aglomerado com resina biodegradável).

Cabe aqui ressaltar que a utilização de materiais plásticos ("fiberglass", isopor, etc.), não é aconselhável e causam a ocorrência do sempre indesejável fenômeno da conservação dos cadáveres...

Um outro problema que afeta o lençol freático, em determinadas condições geológicas e observando um grande número de cemitérios estudados, é o da decomposição parcial estacionária, gerando fenômenos conservativos, como a saponificação e a mumificação. Ambos, obviamente, atrapalham a consecução da decomposição dos corpos e neutralização dos efluentes, prolongam a permanência dos corpos semi-decompostos e mantém o perigo de contaminação latente, dado a oferta de vetores disponíveis e mobilizáveis, pelo necrochorume vertido.

Como as causas maiores geradoras dos fenômenos conservativos são intrínsecas ao meio geológico e as normais se mantêm imutáveis na nossa escala de tempo humano (um século é um tempo considerável para nós, enquanto para a Geologia é irrisório!), a semi-decomposição tende a manter o seu "status-quo" nos jazigos. Este fato é relevante para a reciclagem dos túmulos nos cemitérios municipais, com todas as conseqüências e transtornos pertinentes. Há necessidade de uma revisão do Código Sanitário Estadual, neste particular.

Uma das tecnologias desenvolvidas pela nossa pesquisa dirigida, constando da adição de oxidantes poderosos como o peróxido de cálcio (CaO_2) e o ácido peracético ($\text{H}_4\text{C}_2\text{O}_3$), permitem evitar a ocorrência da conservação e sua correção nos casos observados, bem como, capitalizando-a e otimizando o reaproveitamento dos túmulos e o prolongamento da vida-útil das necrópoles. Embora inédita, tal tecnologia não foi patenteada, intencionalmente, a fim de propiciar a sua utilização de maneira ampla e irrestrita, caracterizando o chamado "domínio público", a fim de evitar os sempre oportunistas "piratas" e especuladores...

Uma outra tecnologia é a utilização de soluções aquosas do ácido peracético ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$), injetado em furos a trado ou em poços de monitoramento, estrategicamente locados, a fim de descontaminar o solo dos cemitérios ("despoluição"), quer sob o ponto-de-vista químico, quer toxicológico/microbiológico.

Para se avaliar o grau de toxicidade do necrochorume em solução aquosa, conduzimos ensaios, com ratos de laboratório, a fim de determinar os efeitos e o chamado índice "LD₅₀ oral". Os gráficos anexados demonstram claramente que a mortalidade na população de ratos foi muito grande, para uma solução aquosa a 30% de necro-chorume humano, a 25° C, com LD₅₀=56,00 mg/kg.

A toxicidade química do necrochorume diluído na água freática, relaciona-se aos teores anômalos de compostos das cadeias do fósforo e do nitrogênio, metais pesados e amins. Nos últimos tempos, temos observado índices de radioatividade num raio de duzentos metros das sepulturas de cadáveres que em vida foram submetidos a radioterapia ou que receberam marca-passos cardiológicos, alimentados com fontes radioativas. Salta aos olhos o fato de que tais cadáveres deveriam ter sido cremados e as suas cinzas dispostas adequadamente (como um

verdadeiro "lixo atômico"). A cremação de cadáveres ainda não é usual, em nosso meio, por razões sociais, culturais e religiosas.

Outro componente cada vez mais encontrado no lençol freático é a formalina ou formaldeído ("formol"), utilizada na preparação tanatopraxítica do cadáver para as exéquias fúnebres, quase sempre super-úsada, pois as funerárias tem procedimentos próprios (ainda não normatizados). Dessa maneira, chega-se a utilizar soluções de formaldeído com concentrações superiores a 30%. De maneira esporádica e ainda não preocupante, tem sido contestada a presença de outras substâncias usadas na preparação dos corpos: enrijecedores, cosméticos, corantes, etc.

Felizmente, no embalsamamento, a utilização do arsênico foi proibida (usava-se até 1,5 kg de arsênico por cadáver, num passado não muito remoto). Idem para os caixões lacrados com revestimento interno de zinco ("liner"). Atualmente os caixões ditos lacrados recebem um "linear" plástico resistente, com uma vida útil média de vinte e cinco anos, no subsolo. Em algumas regiões do País, todavia, persistem ainda caixões dotados de um "liner" em aço (nem sempre inoxidável...).

5- FENÔMENOS CONSERVATIVOS

Como já citado anteriormente, tais fenômenos implicam no estacionamento do processo de destruição cadavérica, quer pela mumificação, quer pela saponificação.

A mumificação natural é causada pela dessecação rápida e acentuada do cadáver. Em alguns casos, a impregnação do indivíduo ainda vivo por medicamentos como os antibióticos de largo espectro, pode ensejar também o fenômeno. Em outros casos, a constituição mineralógica do solo pode deflagrar o fenômeno (carbonatos, alguns tipos de argila, etc.).

Naturalmente ocorre nos cadáveres insepultos em regiões de clima seco e de arejamento intensivo, suficiente para impedir a ação microbiana putrefativa, ou em cadáveres sepultados em terrenos arenosos nas regiões quentes, como por exemplo, as regiões na periferia dos desertos.

Dessa maneira, têm sido encontradas múmias naturais sem ataúdes, depositadas simplesmente no solo ou em cavernas ou catacumbas, onde não foram praticados processos de tratamento artificial (embalsamamento), muito bem conservadas. São exemplos clássicos as múmias naturais do convento dos Capuchinhos de Palermo, dos subterrâneos da Catedral de Bremen, das Catacumbas dos Jacobinos e dos Franciscanos de Tolosa, da Caverna da Babilônia (MG), do Deserto do Saara, do Deserto de Gobi, do Deserto de Atacama, etc.

A mumificação obtida por processos artificiais foi praticada historicamente pelos egípcios e pelos incas, calcados no embalsamamento após desidratação

corporal intensa. Os egípcios foram os mestres do assunto na antiguidade, numa técnica com aspectos ainda hoje pouco conhecidos, a qual desenvolvia-se por quarenta e sete dias, em estabelecimentos mortuários apropriados ("Casa dos Mortos").

As múmias têm um aspecto próprio muito característico, destacando-se : peso corporal reduzido em 50 a 70% do inicial (70 Kg em média → 35,00 a 49,00 Kg), pele endurecida, pergaminácia, cor cinzento-escura, coriácea, ressoando à percussão (lembrando couro seco), rosto com vagos traços fisionômicos, unhas e dentes conservados, tecidos bem conservados em sua estrutura, aspecto de cera, sabão ou queijo.

Ao par da perda de líquido para explicar a redução da massa, devem concorrer certas transformações orgânicas que os tecidos sofrem, por obra das metarmofoses químicas e da fauna cadavérica.

A saponificação é o processo que transforma o cadáver numa substância de consistência untuosa, mole, quebradiça, tonalidade amarelo-escura, exalando odor de queijo rançoso. Comumente é chamado também de adipocera e surge sempre após um estágio regularmente avançado de putrefação, onde o cadáver já apresenta a pele enegrecida pela carbonização, cartilagens destruídas, etc.

A saponificação atinge comumente segmentos limitados do cadáver, todavia, podendo estender-se por todo o corpo. Tal processo, embora possa ser individual, habitualmente se manifesta em cadáveres inumados de modo coletivo, em vales comuns de grandes dimensões, como por exemplo : nas primeiras exumações efetuadas em Paris, no Cemitério dos Inocentes.

Este processo conservativo é ensejado por determinadas condições individuais e, principalmente, do meio. Como condições individuais, estão a idade e a "causa-mortis" : nas crianças, nos obesos, nos portadores de degenerações viscerais por substâncias tóxicas (fósforo, álcool, cocaína, etc.), o fenômeno seria favorecido. Existem casos em que o envenenamento por arsênico, conduziu à conservação do cadáver.

Como condições ambientais, para que tal fenômeno ocorra, é necessária e indispensável a permanência do corpo em local úmido ou saturado de água, sendo deflagrado após um a dois meses do sepultamento. O solo argiloso também influi, em função de sua impermeabilidade, retenção de água e deficiência de aeração, além de sua óbvia troca catiônica (CTC).

Há muita discussão entre os pesquisadores, se apenas a gordura animal pode saponificar-se, ou se todos os demais tecidos, mesmo os de natureza albuminóide (como os músculos), podem sofrer tal transformação. Os adeptos da exclusividade das gorduras alegam que as análises químicas revelam a existência de ácidos graxos e, que sendo a adipocera um fenômeno posterior à putrefação, evidentemente os músculos já teriam desaparecido pela decomposição pré-saponificação.

O mecanismo dessa transformação ainda não está totalmente esclarecido, discutindo-se se as gorduras pré-existentes no corpo bastariam ou se torna necessário o aparecimento de novas gorduras advindas das substâncias albuminóides. A experimentação dá ensejo à sustentação de ambas as hipóteses!

A adipocera quando nova, mostra uma untuosidade especial, plástica. Se antiga, mostra-se quebradiça. A pele é áspera, granulosa e com incrustações carbonáticas. Na adipocera nova, ao corte, os tecidos ainda podem ser reconhecidos, o que não acontece na adipocera antiga, onde a pouca resistência da substância fragmenta o corpo saponificado.

Para o universo dos seiscentos cemitérios estudados em nossa pesquisa, observamos os seguintes percentuais de ocorrência dos fenômenos conservativos :

RS	-	25%	(15)
SC	-	28%	(22)
PR	-	23%	(16)
SP	-	38%	(55)
RJ	-	30%	(18)
MG	-	29%	(17)
MT	-	32%	(14)
BA	-	34%	(14)
PE	-	35%	(16)

num total de 187 casos constatados. Em anexo, encontra-se um gráfico ilustrando a distribuição desses casos.

6 - ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E GEOSSANITÁRIOS

Indiscutivelmente, os cemitérios causam impactos ambientais consideráveis, em especial físicos, dentre os quais os mais importantes está no risco de contaminação das águas subterrâneas por microrganismos que proliferam durante o processo de decomposição dos cadáveres, bem como os patogênicos causadores dos óbitos.

Considerando-se que a implantação dos cemitérios no Brasil não tem levado em conta os aspectos geológicos e hidrogeológicos intrínsecos ao meio físico, é fácil constatar que a construção inadequada das necrópoles pode conduzir a um risco elevado dos mananciais hídricos do subsolo. Conseqüentemente, tal fato, de per sí, já implica na necessidade inquestionável de serem tomados cuidados especiais na

localização e na operação dos cemitérios, quer por parte dos Órgãos Ambientais, quer por parte dos Órgãos de Saúde Pública.

A nossa maior preocupação é com as águas subterrâneas mais superficiais ("lençol freático"), mais expostas a contaminação biológica e suscetíveis de serem captadas por poços rasos ou em nascentes naturais, pela população de baixa renda, ou em situação da inexistência de rede pública de água potável.

É fácil a compreensão de que os cemitérios se constituem em um risco potencial para o lençol freático, visto um cadáver, ao ser sepultado, estar sujeito a fenômenos putrefativos de ordem físico-química, onde atuam vários microrganismos. No caso de morte por moléstia contagiosa ou epidemia, estão presentes : as algas, os fungos, os protozoários, as bactérias e os vírus alguns sendo seus convivas ou predadores.

No processo da putrefação do cadáver, há toda uma proliferação de microrganismos que, durante os períodos chuvoso, podem percolar e contaminar o lençol freático.

Os organismos suscetíveis de ensejar as doenças de transmissão hídrica, são as do gênero *Clostridium* (tétano, gangrena gasosa, toxi-infecção alimentar), *Mycobacterium* (tuberculose), *Salmonella Typhi* (febre tifóide), *Salmonella Paratyphi* (febre paratifóide), *Shigella* (disenteria bacilar), vírus da Hepatite A, etc.

Os microrganismos patogênicos têm pouca resistência às condições de oxigenação e ausência relativa de umidade do solo, desaparecendo totalmente na zona insaturada ou de aeração do solo.

Diante disso e da impossibilidade de rebaixamento do lençol freático na maioria dos casos, enveredamos pela solução "ovo-de-colombo" da adição de substâncias oxidantes, na trilha dos antigos que utilizavam cal virgem (CaO) para tal finalidade. Após experimentar uma série delas (permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, etc.), concluímos pela adequabilidade do peróxido de cálcio (CaO₂), o qual além de sua capacidade de eliminação de microrganismos, acelera a degradação da matéria orgânica e confere um teor residual de oxigênio ao efluente percolante para o lençol freático.

Os gráficos constantes dos anexos, resultantes da pesquisa dirigida, ilustram a contento o supracitado.

Para os solos tropicais nacionais, com uma umidade natural (à seco), teor em argilas variando de 20% a 40% e coeficientes de troca catiônica (CTC) de 5 a 40 mEq/100g, a adição de apenas 10% a 15% em peso do cadáver em peróxido de cálcio, foi suficiente para promover a decomposição acelerada da matéria orgânica.

Nessas condições, o tempo normalmente requerido para decomposição total (esqueleto desmontado, ossada limpa), foi reduzido em cerca de 60% para os solos

com teor de $\geq 30\%$ em argilas (13,140 h \cong 548 d \cong 1,5 ano) e em cerca de 55% para para os solos com teor e argilas $\leq 30\%$ (19,272 h \cong 803 d \cong 2,2 anos).

Para os cadáveres enterrados em solos que favorecem a decomposição parcial estacionária (mumificação e saponificação), a adição de 20% a 30% do oxidante em peso catalizou e efetivou a degradação completa do corpo em aproximadamente 86%, ou seja, implicou numa "economia de tempo" da ordem de 6,132 h (256 d \cong 0,70 ano).

Nesses cadáveres problemáticos, verificou-se que o oxidante é de ação mais rápida nos corpos saponificados. Nos corpos mumificados a atuação de oxidante tem uma cinética dependente da presença de umidade, água percolante ou liberação de necro-chorume, a fim de poder agir mais celeremente, tanto na retomada quanto na consecução do processo de decomposição da matéria orgânica e na desmontagem da estrutura óssea dos corpos.

Dos Anexos, consta a Tabela 1, ilustrando os resultados obtidos com solos provenientes do Cemitério de Areia Branca (CAB), Cemitério de Vila Formosa (CVF) e Cemitério Vila Nova Cachoeirinha (CVNC), o primeiro na Baixada Santista e os demais na cidade de São Paulo, abordando os principais indicadores bacteriológicos de contaminação necrológica.

Por outro lado, já em 1981 foi publicado um artigo técnico similar na revista Environmental Science & Technology, da American Chemical Society, USA (vide anexos : Tabelas III, IV, V e VI).

De acordo com os dados disponíveis, em termos de contaminação provocada pelos cemitérios, os maiores problemas acham-se atrelados aos vírus, devido a sua grande capacidade de sobrevivência, mobilidade, adaptação ao meio adverso, mutação e permeação através até de meios semi-permeáveis.

São conhecidas as contaminações fatais dos violadores de tumbas egípcias, assírias, peruanas, etc., por vírus dormentes que resistiram até milênios, confinados nos sepúlcros e com virulência suficiente para retomar o seu ciclo vital e causar óbitos e endemias.

Em termos de lençol freático, foram atestadas as presenças de vetores da poliometelite, hepatite, gangrena gasosa, tuberculose, escarlatina, etc., há quilômetros de distância dos cemitérios, capazes de causar problemas se as águas subterrâneas infectadas forem ingeridas por pessoas desavisadas e com a sua imunidade natural baixa. Evidentemente, se estas águas forem desinfectadas com agentes químicos adequados (cloro, oxigênio, etc.), desaparecerão os problemas infecciosos.

Através do monitoramento hidrogeológico, a progressão da pluma de contaminação no subsolo (vide desenho anexado) poderá ser acompanhada, detectada e implementadas as medidas mitigadoras e corretivas necessárias.

Os poços de monitoramento, além de permitirem a medição dos níveis de água subterrâneos (superfície piezométrica) e a coleta de amostras de água para as análises (bacteriológicas e físico-químicas), poderão prestar-se à injeção de soluções ativas, por exemplos de hipoclorito de sódio (NaClO), permanganato de potássio (KMnO₄), peróxido de cálcio (CaO₂), etc., capazes de promover a assepsia do solo e do lençol freático, eliminando a degradação causada pelas necrópoles.

Este procedimento poderá ser conduzido sempre que o monitoramento acusar níveis de contaminação elevado, tendo um custo relativamente baixo e um reflexo ambiental bastante positivo.

Aspectos Geossanitários : Sob esta óptica, devem ser analisados alguns aspectos de ordem prática, tais como a drenagem e o tratamento dos gases da putrefação e do necrochorume, a capacidade de recepção do solo aos materiais orgânicos em decomposição, a lixiviação dos resíduos sólidos cadavéricos , etc.

Uma vez investigados e determinados os parâmetros geológicos prescritos pela norma e pelo roteiro da CETESB (teor em argilas, índice CTC, granulometria, profundidade do nível d'água, etc.), e uma vez conhecidas as características básicas do cemitério (área de sepultamento, taxa de sepultamento, número de túmulos e jazigos, capacidade de depuração do solo, temperaturas ambientais médias, etc.), devem ser conhecidos alguns parâmetros ou índices operacionais, de fácil determinação, a saber :

a) **Massa orgânica a degradar**

média → (70,00 – 20,00) = 50,00 Kg/cadáver

total → N x 50,00 (N = número de cadáveres sepultados)

b) **Ossos remanescentes**

média → (70,00 – 20,00) = 50,00 Kg/cadáver

total → N x 20,00

TABLE III

**DESCRIPTIVE STATISTICAL SUMMARY OF VIRUS ADSORPTION TO 9 SOIL TYPES, BY
INDIVIDUAL VIRUS TYPES AND BY THEIR GROUPS***

VIRUS	ADSORPTION %			
	MEAN	SD	MINIMUM	MAXIMUM
echovirus 1 (Farouk)	39.19	35.00	11.00	99.70
echovirus 1 (V212)	45.08	31.80	1.00	99.70
echovirus 1 (V239)	46.89	29.98	5.00	98.00
echovirus 1 (V248)	45.98	37.62	0.10	99.90
coxsackievirus B4 (V216)	38.14	29.66	2.00	99.30
coxsackievirus B4 (V240)	55.76	36.36	0.10	98.70
MS-2	45.34	26.58	16.60	99.91
ΦX174	34.51	44.91	.001	99.98
group I	43.86	33.25	0.01	99.98
poliovirus 1 (LSc)	85.26	21.60	42.00	99.90
echovirus 7 (Wallace)	68.13	40.06	8.00	99.90
coxsackievirus B3 (Nancy)	81.07	22.48	35.00	99.61
T2	72.12	31.69	8.40	99.99
T4	83.12	32.52	0.01	99.70
group II	77.94	29.88	0.01	99.99
f2				
group III	16.44	32.39	0.01	99.20
all viruses	56.97		0.01	99.99

* As followed from the factorial analysis.

TABLE IV
STEPWISE MULTIPLE REGRESSION OF MEAN VIRUS ADSORPTION IN
GROUP I ON SOIL CHARACTERISTICS

DEPENDENT VARIABLE	SIGNIFICANCE OF INDIVIDUAL VARIABLES	MULTIPLE R	R ²	R ² CHANGE	SIMPLE R	OVERALL F	SIGNIFICANCE OF REGRESSION
first set of soil variables :							
pH	0.004	0.911	0.8300	0.8210	-0.9110	24.404	0.004
organics	0.032	0.976	0.9525	0.1226	-0.4920	40.132	0.002
ion exchange capacity	0.094	0.991	0.9839	0.0314	-0.0435	61.259	0.003
surface area	0.149	0.998	0.9955	0.0116	-0.1130	112.196	0.009
conductivity	0.754	0.998	0.9962	0.0006	-0.2662	52.332	0.105
second set of soil variables :							
total phosphorus	0.138	0.619	0.3830	0.3830	-0.6189	3.100	0.138
total calcium	0.672	0.643	0.4135	0.0305	-0.4581	1.400	0.344
total aluminum	0.834	0.650	0.4234	0.0010	-0.3377	0.730	0.597
total iron	0.764	0.675	0.4555	0.0321	-0.2024	0.420	0.793
third set of soil variables :							
exchangeable aluminum	0.056	0.743	0.5515	0.5515	0.7427	6.150	0.056
exchangeable iron	0.025	0.943	0.8902	0.3386	0.5755	16.216	0.012
exchangeable magnesium	0.359	0.960	0.9209	0.0307	-0.1645	11.649	0.037
exchangeable calcium	0.347	0.977	0.9546	0.0337	-0.1608	10.523	0.089
exchangeable phosphorus	0.835	0.978	0.9576	0.0029	-0.4409	4.517	0.342

TABLE V
STEPWISE MULTIPLE REGRESSION OF MEAN VIRUS ADSORPTION IN
GROUP II ON SOIL CHARACTERISTICS

DEPENDENT VARIABLE	SIGNIFICANCE OF INDIVIDUAL VARIABLES	MULTIPLE R	R ²	R ² CHANGE	SIMPLE R	OVERALL F	SIGNIFICANCE OF REGRESSION
first set of variables :							
low exchange capacity	0.106	0.661	0.437	0.437	0.661	3.887	0.106
conductivity	0.214	0.797	0.636	0.198	0.552	3.493	0.133
surface area	0.064	0.950	0.903	0.267	0.592	9.333	0.050
organic matter	0.485	0.964	0.929	0.026	0.386	6.532	0.137
pH	0.413	0.987	0.974	0.045	-0.044	7.509	0.270
second set of variables :							
total magnesium	0.133	0.625	0.391	0.391	0.625	3.213	0.133
total calcium	0.146	0.814	0.663	0.272	0.373	3.943	0.113
total phosphorus	0.293	0.884	0.781	0.118	0.250	3.573	0.162
total iron	0.185	0.962	0.927	0.145	0.602	6.324	0.141
total aluminum	0.824	0.965	0.932	0.005	0.617	2.749	0.427
third set of variables :							
exchangeable magnesium	0.126	0.634	0.402	0.402	0.634	3.365	0.126
exchangeable aluminum	0.196	0.792	0.627	0.224	0.365	3.357	0.139
exchangeable calcium	0.316	0.865	0.748	0.121	0.517	2.967	0.198
exchangeable phosphorus	0.597	0.888	0.789	0.041	0.518	1.869	0.378
exchangeable iron	0.683	0.915	0.837	0.048	0.238	1.028	0.631

TABLE VI
STEPWISE MULTIPLE REGRESSION OF F2 VIRUS ADSORPTION ON SOIL CHARACTERISTICS

DEPENDENT VARIABLE	SIGNIFICANCE OF INDIVIDUAL VARIABLES	MULTIPLIER	R ²	R ² CHANGE	SIMPLE R	OVERALL F	SIGNIFICANCE OF REGRESSION
first set of variables :							
pH	0.215	0.535	0.287	0.287	-0.535	2.009	0.215
conductivity	0.729	0.557	0.310	0.024	-0.091	0.900	0.476
exchange capacity	0.896	0.561	0.315	0.005	0.216	0.460	0.730
surface area	0.567	0.666	0.443	0.128	0.116	0.398	0.803
organic matter	0.893	0.678	0.459	0.016	-0.044	0.170	0.940
second set of variables :							
total phosphorus	0.262	0.492	0.242	0.242	-0.491	1.594	0.262
total aluminum	0.418	0.608	0.970	0.128	-0.085	1.175	0.397
total iron	0.209	0.812	0.659	0.289	-0.140	1.934	0.301
total magnesium	0.658	0.836	0.699	0.040	-0.157	1.162	0.511
total calcium	0.196	0.986	0.972	0.273	0.188	7.055	0.278
third set of variables :							
exchangeable aluminum	0.001	0.957	0.916	0.916	0.957	54.602	0.001
exchangeable iron	0.103	0.980	0.960	0.044	-0.218	48.289	0.002
exchangeable phosphorus	0.136	0.991	0.983	0.023	-0.352	58.452	0.004
exchangeable calcium	0.511	0.993	0.987	0.004	-0.250	38.578	0.025

Fonte Tabelas III, IV, V e VI , Environmental Science & Technology, 1981, American Chemical Society, USA.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

7 - RESÍDUOS SÓLIDOS OPERACIONAIS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993), resíduo (lixo ou refugo) é todo "material desprovido de utilidade pelo seu possuidor". Os resíduos podem ser classificados segundo seu estado físico. Em relação a essa classificação interessa a de "resíduo sólido", cuja denominação, segundo o Glossário de Engenharia Ambiental do Ministério das Minas e Energia (MME, 1987), inclui "material inútil, indesejável ou descartado, com conteúdo líquido insuficiente, para que possa fluir livremente, nos estados sólido e semi-sólido, resultante de atividades da comunidade; sejam elas de origem domiciliar, da saúde, comercial, de serviços, de varrição e industrial".

Na legislação japonesa, por exemplo, o significado de "resíduo sólido" é mais abrangente, como pode ser constatado em Machado (1989): "Refugo de pequeno e grande porte, cinza, lama, excreções humanas, resíduos de óleo, resíduos alcalinos e ácidos, carcaças e outras asquerosas e desnecessárias matérias que estejam no estado sólido ou líquido (excluindo os resíduos radioativos)".

Como é do conhecimento daqueles que trabalham com resíduos, existem vários modos de destinação final de resíduos sólidos, sendo a disposição a céu aberto, mais utilizada, apesar dos seus inconvenientes ambientais e sanitários.

No Brasil, segundo dados da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE, de 1991, 76% dos resíduos sólidos urbanos são dispostos em lixões, 13% em aterros controlados e 10% em aterros sanitários. Conseqüentemente, 99% são colocados no solo. Uma referência a esses dados é de extrema importância, considerando-se que em disposição a céu aberto são colocados, não somente resíduos urbanos mas, também, industriais perigosos, de serviços de saúde e de cemitérios.

Trabalhos feitos pelo Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas – CEPAS, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, têm mostrado a importância da elaboração de projetos de implantação adequada de cemitérios e a necessidade da adoção de precauções higiênicas. Esse tipo de construção é um laboratório de decomposição de matérias orgânicas com grande proliferação de microorganismos de natureza diversa, que podem contaminar o aquífero freático através do necro-chorume, eliminado intermitentemente pelos corpos em putrefação.

Na realidade, o corpo humano ou de qualquer outro animal, após a morte passa a ser um resíduo que precisa ser convenientemente sepultado como forma de minimizar possíveis impactos ambientais e riscos para a saúde pública.

As preocupações de caráter higiênico em cemitérios envolvem diversas ações, entre as quais estão os cuidados com a disposição dos resíduos gerados na operação de necrópoles (roupas que vestiam os cadáveres, restos de caixões, varrições, flores e outros). Atualmente, estima-se que os resíduos sólidos operacionais de cemitérios municipais do Estado de São Paulo, estejam perto de 7 toneladas diárias, um índice elevado em termos mundiais.

Esses resíduos devem merecer a atenção das autoridades sanitárias, pois a disposição dos mesmos não é adequada na maioria dos cemitérios municipais brasileiros. Em alguns cemitérios, o lixo é acumulado a céu aberto em um canto, ou em contêineres à espera de remoção, que pode durar dias. Em outros, o lixo é enterrado ou, inadequadamente, incinerado no local.

Em qualquer das práticas, a remoção de resíduos parece ser de inteira responsabilidade dos serviços funerários dos municípios, que na maioria das vezes dispõem o lixo em lixões. No caso concreto do Município de São Paulo, os resíduos operacionais de cemitérios, de maneira maciça, são encaminhados para o Aterro Sanitário Bandeirantes, de permeio aos resíduos domiciliares, sem cuidados ou preocupações especiais. Cabe acrescentar que a acumulação de restos de caixões de madeira, metálicos – usados para mortos por doenças contagiosas ou violentas – e outros resíduos funerários, sem o mínimo de cuidado, mesmo que temporária, é inaceitável do ponto de vista higiênico e sanitário, porque a mesma é um foco de fungos e bactérias. Além disso, constroem as pessoas que vão aos cemitérios visitar os seus mortos.

Quanto aos cemitérios particulares, alguns aterram o seu lixo no próprio interior das necrópoles e outros incineram-os, como recomenda a Norma CETESB – L 1.040/98 – Implantação de Cemitérios. De acordo com esta norma, todos os resíduos sólidos gerados pela operação de cemitérios, devem ser enterrados ou incinerados no próprio local ou retirados por empresas especializadas na destinação de resíduos de serviços de saúde.

É preciso considerar o caso de cadáveres portadores de marcapassos com acionamento por fonte energética nuclear, cuja remoção pré-sepultamento ainda não foi cogitada. Daí ser comum encontrar próteses cardíacas em aterros, misturadas aos resíduos domiciliares. Um outro tipo de resíduo com potencial contaminação radioativa são os restos de exumação de cadáveres submetidos ao tratamento de câncer.

Enquanto não forem feitas normas específicas de procedimento, este é um assunto talvez do âmbito funcional do Instituto de Pesquisas Nucleares – IPEN. A propósito, consta do Catálogo Europeu de Resíduos – CER, o Código 20 02 00 – Resíduos de Jardins e Parques incluindo resíduos de cemitérios.

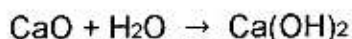
Com relação aos resíduos dos serviços de saúde, a Resolução CONAMA nº 5 (1993) é específica no que tange a sua destinação. No caso de incineração local dos resíduos, deverá ser obedecida a Norma CETESB E 15.011.

8 – UTILIZAÇÃO DE OXIDANTES ATIVOS

O uso de substâncias oxidantes, como coadjuvante no processo natural de decomposição dos cadáveres sepultados, é bastante antigo e baseava-se na aplicação de "cal virgem" (óxido de cálcio anidro). Daí originou-se a expressão ainda corrente no linguajar cotidiano : "colocar uma pá de cal..."

Atualmente, esta "pá-de-cal" já é praticamente inócua, pois a cal disponível no mercado comum é a chamada "cal queimada" (hidróxido de cálcio), sem nenhuma atuação como oxidante no processo de decomposição da matéria orgânica enterrada.

A cal queimada é obtida pela hidratação da cal virgem, segundo a reação exotérmica.



Em muitos casos de decomposição parcial estacionária observados, por exemplo, no Estado de Santa Catarina, pudemos verificar o envolvimento externo do corpo conservado com uma camada delgada de hidróxido de cálcio ("casca-de-defunto"), a qual deflagrou a transformação do meio oxidante para o meio redutor,

favorecendo o desenvolvimento do processo conservativo. Nesses casos, o corpo tinha o aspecto externo de u" a massa engessada, a qual percutida cuidadosamente emitia um som surdo, abafado, característico.

Para contornar este problema, no âmbito da pesquisa, passamos a experimentar e ensaiar outras substâncias oxidantes, chegando a uma formulação eficiente à base de três partes de óxido de cálcio anidro e uma de permanganato de potássio. Esta mistura ("blend"), todavia, ao par de sua comprovada eficiência, apresenta alguns aspectos negativos para o nosso contexto sócio-econômico-cultural, tais como : o custo relativamente alto dos produtos químicos (em especial do $KMnO_4$), o aspecto visual (cor avermelhada intensa), etc...

Com relação à cor, chegou-se ao absurdo de noticiários sensacionalistas de alguns jornais divulgarem "a presença de líquido avermelhado sanguinolento em túmulos", etc. Notou-se uma aversão ou repulsa natural das pessoas envolvidas (coveiros, familiares, funcionários de cemitérios, etc.), levando até a proibição sumária e arbitrária de algumas Administrações Municipais Interioranas e do Nordeste, no uso da mistura oxidante, apesar dos benefícios notórios por ela carreados...

No afã de viabilizar a utilização de oxidantes enérgicos, inócuos ao meio físico (solo e águas subterrâneas) e atuantes na catalização dos processos destrutivos dos cadáveres, chegamos finalmente ao uso do peróxido de cálcio (CaO_2), estado pulverulento, de ampla disponibilidade no mercado nacional, baixo custo, fácil de ser aplicado, etc...

Este produto é fabricado pela Peróxidos do Brasil Ltda., uma subsidiária da SOLVAY-INTEROX sediada em São Paulo-SP.

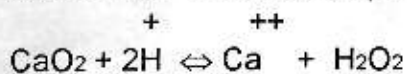
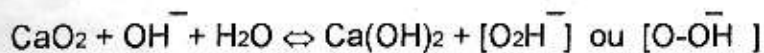
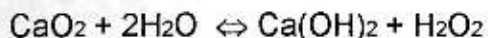
As suas características principais são as seguintes :

Peso molecular	: 72,08
Aparência	: pó levemente bege, não higroscópico
Oxigênio Disponível	: aproximadamente 13,30%
Concentração em CaO_2	: mínimo de 60% do peso
Componentes secundários minoritários	: CaO , $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$
Densidade	: aproximadamente 800 Kg/m^3 ($0,80 \text{ g/cm}^3$)
Solubilidade em água (20°)	: muito baixa
pH	: 12,30 ("lama"- 10 g/l)
Granulometria	: 1,0 a 3,0 mm
Meia-vida	: aproximadamente 10 a 15 dias
Nome comercial	: Ixper (C70 a 30 e C80 a 20)

O peróxido de cálcio é um peróxido inorgânico, o qual estocado em temperatura ambiente e protegido para não sofrer contaminação ou mistura com

impurezas, é bastante estável. a perda dos 60% de concentração, é menor que 1% ao mês (25°C) e de aproximadamente 50% em uma hora, a 300°C.

Como é um produto muito pouco solúvel em água, ao ser forçada a sua mistura forma-se uma lama, em decorrência das seguintes reações :



A decomposição do peróxido de cálcio é influenciado pelas propriedades físico-químicas da água, pela sua temperatura e turbulência.

Segue-se uma tabela ilustrando a liberação de oxigênio nas seguintes condições experimentais : água desmineralizada com agitação constante, presença de excesso de sais tamponadores de pH, presença de excessos de agentes redutores e temperatura de 23°C.

TABELA 9

pH	PROPORÇÃO DE OXIGÊNIO LIBERADO DISPONÍVEL EM %
12,2	após 5 horas : 22,0
10,4	após 15 minutos : 80,0
8,3	após 15 minutos : 87,0
2,2	após 5 minutos : 94,0

Com pH < 10,0 o CaO₂ libera seu conteúdo em oxigênio disponível em minutos e quanto mais baixo for o pH, menor será o tempo necessário.

O pH das lamas de peróxido de cálcio varia com a concentração do CaO₂, como demonstra a tabela abaixo ;

TABELA 10

LAMA DE CaO_2	PH
1g em 120g de água desmineralizada	~12,30
0,36g em 100g de água desmineralizada	~11,60
0,01g em 100g de água desmineralizada	~9,50

Os gráficos logarítmicos constantes dos anexos são suficientemente eloquentes na demonstração das reduções significativas dos tempos necessários para o transcorrer dos processos putrefativos até a esqueletização, com a utilização do CaO_2 em cadáveres adultos (70,0 Kg, em média). A tabela seguinte ilustra o fato :

TABELA 11

PERÍODO	MODALIDADE DE SEPULTAMENTO	TEMPO USUALMENTE REQUERIDO (HORAS)	TEMPO NECESSÁRIO C/USO DO CaO_2	REDUÇÃO PERCENTUAL
decomposição da mat. orgânica	inumação	23.500	16.450	70
	entumultamento	29.200	18.104	62
emanação dos gases funerários liberação do necro-chorume	ambas	2.520	1.941	77
	ambas	9.360	5.760	62

No caso de cadáveres com decomposição parcial estacionária, o peóxido de cálcio atuou de maneira ainda mais notável, promovendo a continuidade do processo de destruição cadavérica , a saber :

TABELA 12

MASSA ORGÂNICA INICIAL	DECOMPOSTA (KG) FINAL	TEMPO NORMA/REQ. (HORAS)	TEMPO NECESSÁRIO C/USO DO CaO_2 (H)	REDUÇÃO PERCENTUAL
70,00	50,00	28.800	4.450	16
70,00	20,00	37.230 horas, para	atingir-se a esquel	etização

Em nossas aplicações para catalizar a decomposição dos corpos ou sanar os problemas conservativos, chegamos à proporção ideal de 30% do peso do cadáver. Assim, por exemplo, para um adulto com peso médio de 70,00 Kg, adiciona-se no mínimo 21,00 Kg de CaO₂.

A forma de adição pode ser :

- 1) diretamente do interior dos alaúdes, em saquitéis de pano ralo permeável ou de papel poroso.
- 2) Diretamente no interior dos ataúdes, no interior do forro ou no travesseiro de cabeça do cadáver.
- 3) Externamente, ao redor dos caixões, nas covas de inumação ou nos carneiros dos túmulos.

No caso de exumados saponificados ou mumificados, o peróxido de cálcio deve ser adicionado diretamente sobre o corpo, espalhando-se o pó oxidante por toda a sua superfície, em boa quantidade (em geral, para u'a massa conservada de 50,00 Kg, utilizamos cerca de 18,00 a 20,00 Kg de CaO₂).

Nos cemitérios verticalizados, a pesquisa mostrou que as dosagens devem ser maiores, devido ao confinamento, temperaturas ambientes e maior tempo necessário para a putrefação. A utilização de cerca de 40,00 a 45,00% do peso do cadáver, proporciona os resultados desejados.

Diante dos bons resultados obtidos com o peróxido de cálcio, animam-nos a ensaiar outro oxidante poderoso, sob a forma líquida, para a descontaminação do subsolo dos cemitérios (solo e lençol freático). O produto apontado como o mais indicado para tal aplicação, foi o ácido peracético (CH₃CO₃H), agente fungicida-viricida-bactericida bastante conhecido e utilizado em procedimentos médicos, laboratoriais e industriais. Sobre este produto e as suas aplicações médicas e sanitárias, existe uma boa bibliografia internacional.

No Brasil, o ácido peracético é produzido pela Peróxidos do Brasil Ltda., São Paulo. O seu nome comercial é Proxitane 1512, solução a 15%. No Exterior, existem ainda o Proxitane 1505, Proxitane 4002 e o Steris 20 (este uma solução tamponada com agentes anticorrosivos de metais).

O Proxitane 1512 é uma solução equilibrada, incolor e levemente amarelada, de odor forte e característico, constituída por ácido peracético, peróxido de hidrogênio, ácido acético e veículo estabilizante, nas seguintes proporções :

CH ₃ CO ₃ H.....	mínimo 15%
H ₂ O ₂	mínimo 23%
C ₂ H ₃ OOH.....	máximo 15%
Estabilizante q.s.p.....	100%

As suas características principais são as seguintes :

Oxigênio disponível.....	14,0%
Densidade a 20°C.....	1,12 g/ml
Ponto de fulgor (corpo fechado).....	>+80°C
Ponto de congelamento.....	- 30°C
Flamabilidade.....	combustível
pH.....	< 1,0
Aspecto.....	líquido limpo, isento de partículas sólidas em suspensão
Prazo de validade.....	6 meses após a data de fabricação
Solubilidade.....	Solúvel em água, em quaisquer proporções

Para nossas aplicações, utilizamos o produto do seguinte modo :

Proxitane 1512.....	1 parte
Água.....	40 partes
Tempo de contato.....	10 minutos

Adicionamos esta solução de maneira adequada, aos poços de monitoramento hidrogeológico eventualmente existente nos cemitérios os em sondagens a trado, conduzidas com tal finalidade. Para cada furo ou poço, a prática mostrou ser o mais indicado um volume de solução de Proxitane no mínimo três vezes maior que o volume de água contido no poço de monitoramento, no caso de sondagens a trado secas (lençol freático mais profundo que o furo), é conveniente adicionar o Proxitane numa proporção de cinco vezes o volume interno do furo.

Exemplos :

- 1) Poço de monitoramento com uma coluna de água interna com 10,00 m de altura, diâmetro normativo de 4,0 polegadas (10,00 cm):

$$\begin{aligned} V_{\text{água}} &= 3,1416 \times 0,0025 \times 10,00 \cong 0,079\text{m}^3 \cong 79,00 \text{ litros} \\ V_{\text{solução}} &\geq 3 \times 79,00 \geq 237,00 \text{ litros} \end{aligned}$$

- 2) Furo a trado, profundidade de 10,00 m a diâmetro de 4,0 polegadas (100mm):

$$\begin{aligned} V_{\text{interno}} &= 3,1416 \times 0,0025 \times 10,00 \cong 0,079\text{m}^3 \cong 79,00 \text{ litros} \\ V_{\text{solução}} &\geq 5 \times 79,00 \geq 395,00 \text{ litros} \end{aligned}$$

Em termos de resistência das paredes internas das tubulações do revestimento interno dos poços de monitoramento, apesar do pH baixo do Proxitane 1512, a sua solução aquosa, utilizada como aditivo no poços, não reúne condições de agressividade proibitiva, quer em função do princípio tamponante presente no produto, quer em função da sua diluição e quer em função da natureza do material

constituente dos tubos e filtros (aço inoxidável), PVC rígido, polipropileno, polietileno de alta densidade, Teflon, etc...).

A efetividade de assepsia e desinfecção do tratamento do subsolo com ácido peracético, quer em termos do maciço de solos, quer em termos de lençol freático, é patenteada pelos resultados das análises físico-química-bacteriológicas do monitoramento hidrogeológico, conduzido em pelo menos 60% dos cemitérios estudados, nas mais variadas situações geológicas construtivas e operacionais.

Concluindo esta abordagem, gostaríamos de ressaltar os resultados auspiciosos registrados pela EPA-Environmental Protection Agency (Washington, DC – USA), nos ensaios com o produto STERIS 20, o qual mostrou-se bastante eficiente contra o vírus da hepatite B e contra o vírus da HIV(AIDS). Esta pesquisa foi conduzida por P.S.Malchesky e publicada no Artif Organs, Vol.17, nº 3, 1993, USA.

9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões principais da nossa pesquisa , são as seguintes :

- a) Os cemitérios, á semelhança dos demais sítios de disposição final de resíduos sólidos, ainda são imprescindíveis para o nosso contexto sócio econômico-cultural-religioso. Futuramente a solução de incineração deverá ser adotada. Em São Paulo, Capital, existe um crematório tradicional (Vila Alpina), operando a mais de vinte anos (Av.Francisco Falconi, 437 – Vila alpina – 03.227-000 – S.Paulo, SP).
- b) Dependendo das condições geológicas e hidrogeológicas locais, os cemitérios poderão constituir-se numa fonte pontual de degradação do subsolo (solo e água subterrânea). A implantação , operação e expansão de cemitérios, deverá sempre ser precedida da execução de um estudo de viabilidade hidrogeoambiental, em cumprimento às prescrições do Código Sanitário do Estado de São Paulo e Norma Técnica CETESB L 1.040/99.
- c) No âmbito da pesquisa conduzida, compreendendo seiscentos cemitérios (75% municipais e 25% particulares), observou-se a incidência de 15% a 20% de casos de contaminação e poluição do subsolo, carreada pelos resíduos da decomposição dos corpos e efluentes cadavéricos (necrochorume). Desse percentual, a maioria dos cemitérios problemáticos era municipal (cerca de 60%).

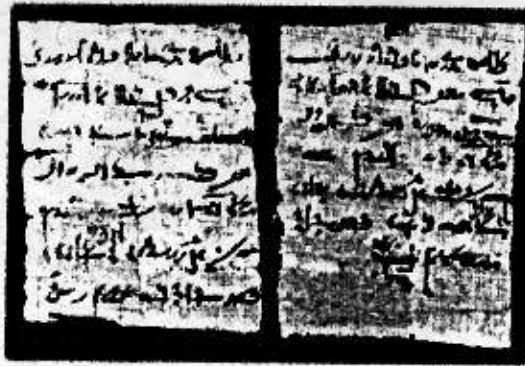
- d) A presença dos cemitérios, em condições propícias para a poluição das águas subterrâneas, contribuiu francamente no incremento das concentrações totais de ions (STD). O cátion que mais sofreu elevação do teor, foi o cálcio (Ca^{++}) e a causa mais evidente foi a utilização indiscriminada da cal queimada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).
- e) As águas subterrâneas apresentaram concentrações excessivas de produtos nitrogenados, causadas pelos processos de decomposição dos cadáveres, com a participação efetiva da contaminação bacteriológica.
- f) Esta influência dos cemitérios no aquífero freático, é corroborada pela presença de colifagos em alguns dos cemitérios problemáticos. Tais colifagos, são vírus parasitas das bactérias do Grupo Coliforme.
- g) Em termos de locação, os locais topograficamente mais elevados, devido ao arejamento e posição profunda do lençol freático, na maioria esmagadora não apresentam problemas de degradação do subsolo. Louve-se a sabedoria de nossos indigenas, os quais sempre instalaram os seus "teonguecorás" (cemitérios ou "currais-dos-mortos"), em tal situação!
- h) Os processos de destruição dos corpos enterrados são predominantemente de oxidação, onde atuam estrategicamente os microrganismos aeróbicos.
- i) A adição de oxidantes enérgicos, inócuos para o solo em si, como aqueles atestados em nossa pesquisa, sempre irá favorecer os processos supra mencionados. Em condições anaeróbicas, a sua utilização é vital para ensejar o desenvolvimento da decomposição dos cadáveres, evitando a ocorrência dos processos conservativos ou de decomposição parcial estacionária.
- j) Em alguns cemitérios antigos do Estado de São Paulo e da Região Sul, por exemplo, constatou-se uma concentração anômala de arsênico nas águas subterrâneas, motivada pelo sepultamento de corpos embalsamados (cada corpo, ao ser preparado, consumia cerca de 1,50 Kg de arsênico). O Código Sanitário Estadual vetou a sua utilização, em favor de substâncias menos perigosas.
- k) Verificou-se que os teores excessivos de alguns metais, como o zinco, cobre, ferro, manganês, crômio, prata, alumínio, etc., são devidos a sua liberação a partir da destruição dos caixões enterrados, graças aos materiais utilizados : tintas, vernizes, selantes, fechos, dobradiças, alças, frisos, aderêcos, etc.
- l) Nos cemitérios contendo corpos sepultados próximo aos pontos de amostragem, cujos indivíduos em vida foram submetidos a radioterapia ou receberam marca-passo cardiológicos, foi constatado um nível elevado de radioatividade na água subterrânea, acima do "background" regional. Este

fato marca bem a efetiva contribuição do necrochorume na alteração do aquífero freático, constituindo um verdadeiro traçador radioativo do fenômeno.

- m) É imprescindível que a seleção dos locais para a implantação de cemitérios novos, (municipais ou particulares), seja precedida da execução de estudo hidrogeoambiental adequado.
- n) A instalação e a operação de um sistema de monitoramento hidrogeológico, é bastante recomendável em todos os casos. Os poços de monitoramento, além de suas funções principais de propiciar a coleta de amostras de água para análises físico-químico-bacteriológicas e a medição dos níveis de água, servirão para a assepsia e desinfecção do subsolo (injeção de oxidantes enérgicos), sempre que for necessário.
- o) Deve ser incentivado o uso de caixões com materiais de fácil decomposição (madeiras moles, pouco resistentes aos fungos ou materiais alternativos como aglomerados de madeira ou papelão, etc.), desprovidos de peças metálicas desnecessárias (frisos, aderêços, placas, etc.). Deve ser evitada a utilização de tintas, vernizes e aglomerantes não biodegradáveis ou a base de óxidos metálicos. É inaceitável a utilização de urnas funerárias em materiais plásticos : isopor, "fiberglass", polietileno, etc.
- p) É importante a instalação de incineradores de resíduos sólidos operacionais nos cemitérios. O procedimento atual de sua destinação é via empresas especializadas em resíduos dos serviços de saúde e nos "lixões" e aterros sanitários, onde têm causado problemas e percalços para os catadores e funcionários (principalmente com os restos de caixões exumados, etc.).
- q) Deve ser incentivada (e mesmo regulamentada) a cremação dos corpos das pessoas falecidas em decorrência de moléstias infecto-contagiosas e câncer. Idem para os falecidos que ainda em vida foram submetidas a tratamento à base de radioterapia. Os portadores de marca-passos, em especial os providos de células de energização radioativa, deverão ter os mesmos retirados, antes do sepultamento.
- r) As cinzas de cremação ("cremains"), nesses casos específicos, deverão ser adequadamente dispostas, como um verdadeiro resíduo atômico ("lixo perigoso").
- s) Em situação hidrogeológica desfavorável de lençol freático raso e desde que a implantação dos cemitérios pretendidos seja imprescindível, poderá ser implementado um rebaixamento do nível d'água (atenção para a relação custo-benefício!). O sistema mais simples e indicado para o caso dos cemitérios , é a drenagem dinâmica.

- t) Em situação geossanitária desfavorável, onde a capacidade de depuração do solo seja baixa ou haja necessidade de adicionar oxidantes enérgicos para catalizar a neutralização do necrochorume e/ou conter uma contaminação direta do lençol freático ("pluma de contaminação ou de poluição"), poderá ser implementada a solução hidrogeotécnica do confinamento hidráulico, a semelhança do que se faz para o caso dos resíduos sólidos industriais perigosos dispostos no solo. Na maioria dos casos, uma simples parede-diafragma perimetral, coadjuvada por um sistema de poços de monitoramento hidrogeológico (injeção de soluções oxidantes), será suficiente para o tratamento pretendido ("remediation").
- u) Nos casos onde haja necessidade de instalar-se um cemitério rapidamente (cidades sem necrópoles, situação de catástrofes e calamidades públicas, etc.), ou onde os terrenos disponíveis não sejam totalmente favoráveis (por exemplo, presença de blocos e matações rochosos, solo com pequena espessura, etc.), há possibilidade amplas de implantação de cemitério do tipo aéreo (columbário com quatro jazigos modulares de "fiberglass" superpostos, em panteóns estrategicamente dispostos no terreno). Dos anexos constam fotografias ilustrativas.
- v) É recomendável evitar o sepultamento de cadáveres em terrenos sob linhas aéreas de alta tensão, pelo menos até ser conduzido uma investigação específica para verificar a influência dos campos elétricos e magnéticos sobre o processo de decomposição da matéria orgânica. Em alguns cemitérios nessas condições, em terreno seco (lençol freático com profundidade maior que 5,00 m), observamos a conservação inexplicada de corpos e a ausência de fauna necrófila.
- w) Concluindo, informamos que estamos devolvendo três programas hidrogeomatemáticos ("softwares"), para o transporte de massa do necrochorume. Tais programas, ainda na versão beta, objetivam simular o avanço da pluma de necrochorume pelo meio geológico (solo), zonas saturada e insaturada, estimando as distâncias atingidas e o tempo de trânsito envolvido. Um dos programas visa avaliar a sobrevivência, a proliferação e a disseminação de microrganismos (vírus e bactérias), no subsolo. Esperamos concluí-los no próximo ano (2.000).

CTESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alastri, A & M Vanderli C. Roques & G.Michel & C.Gabassud & P.Aptel, 1992 – "Sporodocidal Properties of Peracetic Acid and Hydrogen Peroxide, alone and in Combination, in comparison, with Chlorine and Formaldeyhne for Ultrafiltration Membrane Disinfection", Medicine Journal, Canadá.
- AWWA & WPCF, 1985 – "Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater", Port City Press, 16th. Edition, Baltimore, USA.
- Bolt, G.H.& M.G.M. Bruggenwert, 1978 – "Soil Chemistry", Elsevier Scientific Publishing Co., New York, USA.
- Bohn, H.L.& B.L. McNeal & G.A O'Connor, 1979 – "Soil Chemistry", John Wiley & Sons, New York, USA.
- Bouchard, D.C. & M.K. Williams & Surampalli, R.Y., 1992 – "Nitrate Contamination of Groundwater : Sources and Potencial Health Effects", Journal AWWA, September, 1992, USA.
- Brady, N.C., 1983 – "Natureza e Propriedades dos Solos", Livraria Freitas Bastos S/A , Rio de Janeiro, RJ.
- Chapelle, F.H., 1992 – "Ground-Water Microbiology & Geochemistry", John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- CETESB, 1999 – "Norma L 1.040 – Implantação de Cemitérios", São Paulo, SP.
- CETESB, 1994 – "Norma L 1.041 – Implantação e Operação de Cemitérios Verticalizados, São Paulo, SP.
- CETESB, 1995 – "Norma L 1.042 – Implantação e Operação de Crematórios", São Paulo, SP.

- Croce, D & D. Croce Jr. , 1995 –"Manual de Medicina Legal", Editora Saraiva, São Paulo, SP.
- Fávero, F., 1991 – "Medicina Legal", 12ª Edição, Villa Rica Editoras Reunidas Ltda., Belo Horizonte , MG.
- Fenzl, N., 1988 – "Introdução à Hidrogeoquímica", Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- Fraser, J.A.L., 1986 – "Novel Applications of Peracetic Acid in Industrial Disinfection", Chemspec'86 Bacs Symposium, Interlox Chemicals Ltd., USA.
- French, M.S., 1992 – "Activity of Peracetic Acid Against Viruses", Solvay & Interlox Ltd., R & D Widnes Laboratory, Research Report, USA.
- Gerba, C.P. & Goyal, S.M., 1981 – "Quantitative Assessment of the Adsorptive Behavior of Viruses to soils", Environmental Science & Technology, American Chemical Society, USA.
- Goddard. M. & Butter, 1981 – "Viruses and Wastewater Treatment", Pergamon Press, New York, USA.
- Goodman, L. & Gilman, 1947 – "The Pharmacological Basis of Therapeutics", The MacMollan Co., 15th. Edition, New York, USA.
- Hernandez, H^a , 1990 – "Petrofísica", Editorial Pueblo y Educación, Cuba.
- Hurst, C.J. & Gerba, C.P. & Cech, I. 1980 – "Effens of Environmental Variables and Soil Characteristics on Virus Survival in Soil", Applied and Environmental Microbiology, December 1980, p. 1067, USA.
- Keswick, B.H. & Gerba, C.P. & Cech, I, 1980 – Effects of environmental Science & Technology, vol. 14, Nº 11, USA.
- Kinzelbach W., 1986 – "Groundwater Modelling", Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- Malavolta, E., 1976 – "Manual de Química Agrícola", Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, SP.
- Malchesky, P.S., 1993 – "Peracetic Acid and its Applications to Medical Instrument Sterelization", STERIS Corporation, Ohio, USA.
- Maranhão, °R., 1995 – "Curso Básico de Medicina Legal", Malheiros Editoras Ltda., São Paulo, SP.

- Martins, M.T. & Pellizari, V.H & Allii, 1991 – "Qualidade Bacteriana de Águas Subterrâneas em Cemitérios", Revista de Saúde Pública, 25(1) : 47-52, São Paulo, SP.
- Marthess, G., 1982 – "The Properties of Groundwater", John Willey & Sons, Inc., 1st. Edition, USA.
- Miotto, S.L., 1990 – aspectos Geológicos-Geotécnicos de Determinação de Adequabilidade de Áreas para a Implantação de Cemitérios, "UNESP" – Rio Claro, SP (Dissertação de Mestrado).
- Pacheco, A & Allii, 1991 – "Cemeteries : A Potencial Risk to Groundwater", Water science Technology 24:97 – 104, USA.
- Peterson, T.C. & R.C. Ward, 1989 – "Bacterial Retention in Soils", Journal of environmental Health, Vol. 51, nº 4, p-196-200, USA.
- Peróxidos do Brasil Ltda., 1993 – Boletins Técnicos, Catálogos, Dados, São Paulo, SP.
- Primavesi, ^a, 1984 – "Manejo Ecológico do Solo"- Livraria Nobel S/A., São Paulo, SP.
- Rodriguez, W.C. & W.M.Bass, 1985 – "Decomposition of Buried Bodies and Methods that May Aid in their Location", Journal of Forensic Sciences, JESCA, vol. 30, nº 3, p. 836-852, USA.
- Rossion, P., 1993 – "Les Cadavres ont des Antennes", Science & Vie, Paris, france.
- Silva, L.M., 1994 – "Degradação ambiental Causada pelos Cemitérios", I Congresso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG.
- Silva, L.M., 1994 – "Roteiro para a Apresentação de Estudos de Viabilidade Hidrogeoambiental de Cemitérios", CETESB, São Paulo, SP.
- Silva, L.M., 1994 – "Roteiro para Apresentação de Estudos de Viabilidade Hidrogeoambiental de Cemitérios", CETESB, São Paulo, SP.
- Silva, L.M., 1995 – "Os Cemitérios na Problemática Ambiental", I Seminário Nacional, "Cemitérios e Meio Ambiente", ACEMBRA 7 SINCESP, São Paulo, SP.
- Silva, L.M., 1997 – "Cremação : Método Alternativo para a Disposição de Cadáveres", II Seminário Nacional , "Cemitérios e Meio Ambiente", ACEMBRA & SINCESP & ABEPPOLAR, São Paulo, SP.

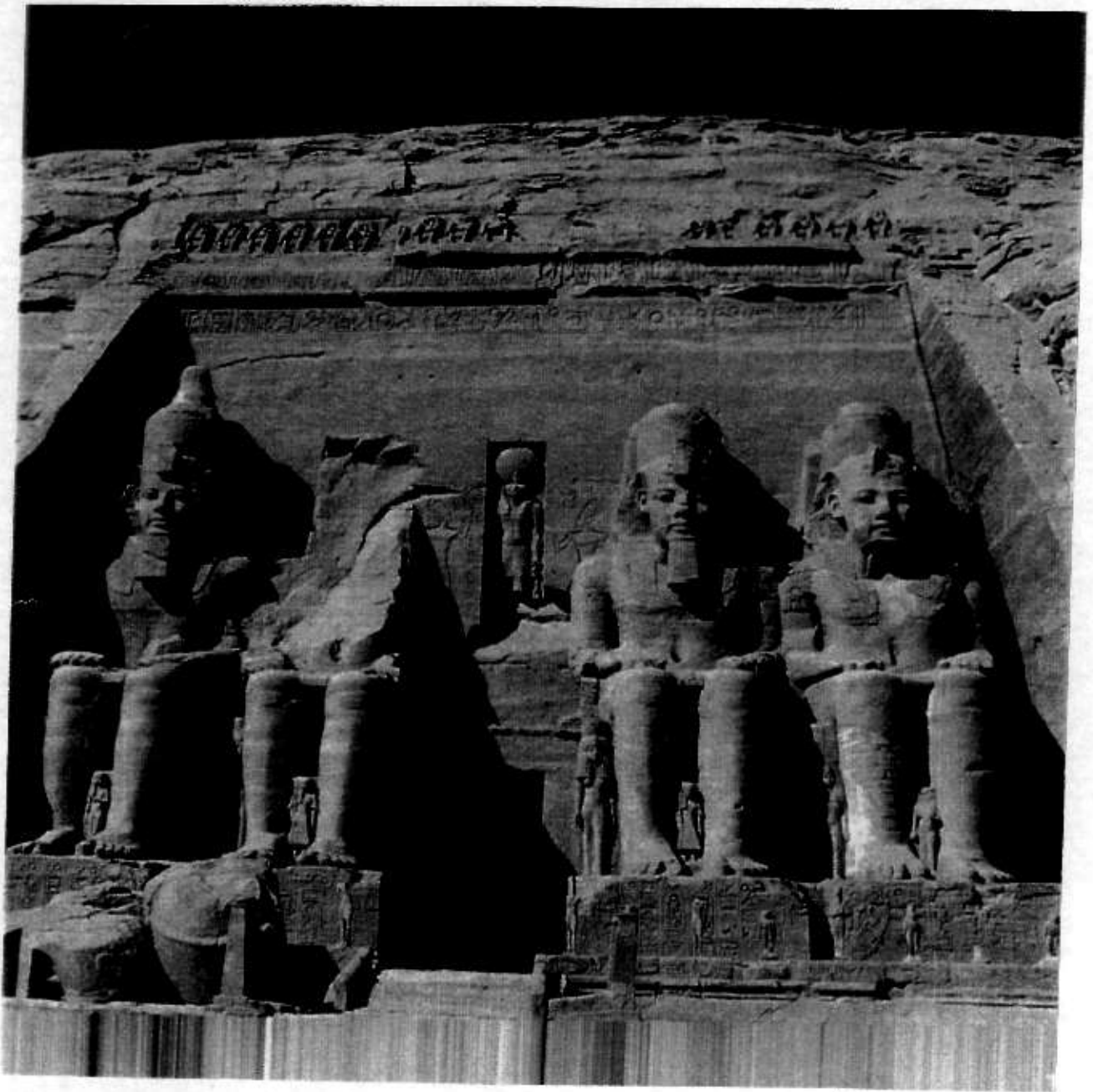
- Silva, L.M., 1998 – "Cemitérios : Fonte Potencial de Contaminação dos Aquíferos Livres", IV Congresso Latino-Americano de Hidrologia Subterrânea, ALHSUD, Montevideu, Uruguai.
- Silva, L.M., 1999 – "Contaminação do Subsolo pelos Cemitérios", Seminário Nacional, "Desenvolvimento Sustentável, Saneamento e Saúde", ABES, Florianópolis, SC.
- Silva, L.M., 1999 – "Resíduos de Cemitérios ; Um Problema também Social", Revista Limpeza Pública, ABLP, ed. 52/Julho/99, pg. 25-27, São Paulo, SP.
- Silva, L.M., 1999 – "Cemitérios e o Impacto Ambiental", Funexpo 99, CTAF, São Paulo, SP.

6- REFERÊNCIAS INFORMÁTICAS

- IGWMC, 1991 - "VIRTUS-A Model For Virus Transport in Unsaturated Soil", M.V. Yates & Y.Ouyang, University of California at Riverside, USA.
- IGWMC, 1994 - "VIRALT - A Modular Semi-Analytical and Numerical Model for Simulating Viral Transport in Ground Water", Nam-Sik Park & T.Neil Blandford & Peter S. Huyakorn & RajLingam & Jan Kool, Hydrogeologic Inc., Virginia.
- Rockware, 1997 - "NOESYS e SURFER", USA.
- Scientific Software Group, 1998 - "GMS 2.1 - Groudware Modeling System", "Aqua 3D", "Surfer & Grapher", "SMS-Surface-Water Modeling System", Washington, D.C., USA.
- Waterloo Hydrogeologic, 1998 - "VISUAL MODFLOW", "VISUAL GROUND WATER", "FLOWPATH II", "FLONET/TRANS" e "AQUACHEM", Waterloo, Canadá.



ANEXOS



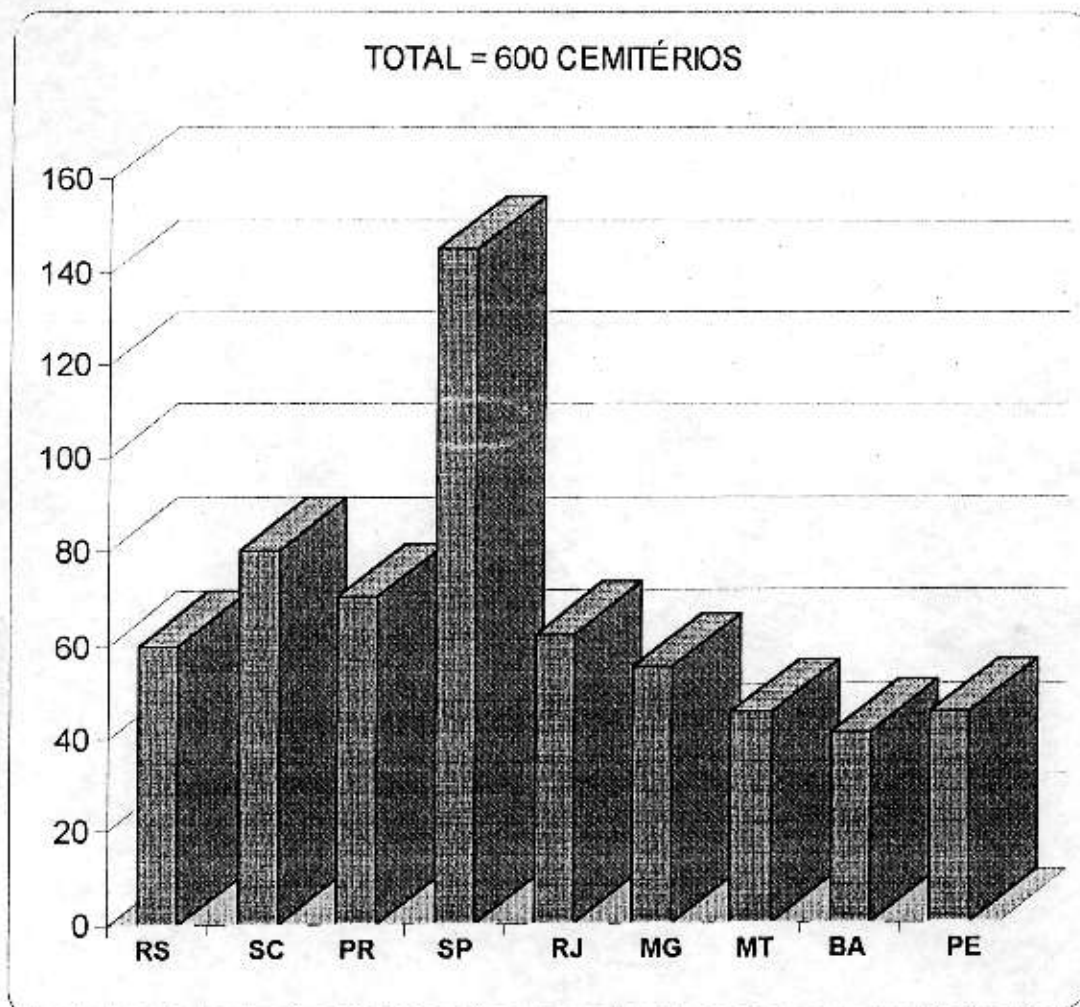
RELAÇÃO DOS ANEXOS

1 - DISTRIBUIÇÃO DOS CEMITÉRIOS BRASILEIROS ESTUDADOS NO PERÍODO 1970-1995	50
2 - OCORRÊNCIA DE CASOS DE DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA, NOS CEMITÉRIOS BRASILEIROS ESTUDADOS NO PERÍODO 1970-1995	51
3 - FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (EPA)	52
4 - DADOS DISPONÍVEIS SOBRE O NECROCHORUME	54
5 - PLUMA DE CONTAMINAÇÃO DE NECROCHORUME MIGRANTE NO SUBSOLO	55
6 - DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA AMBIENTE	56
7 - ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS ENTUMULADOS	57
8 - ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS CONSERVADOS, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	58
9 - ENSAIO DE REDUÇÃO DE MASSA ÓSSEA FINAL DE CADÁVERES ADULTOS	59
10 - ENSAIOS DE TOXIDADE DO NECROCHORUME DIILUIDO EM ÁGUA	60
11 - SOLUBILIDADE DO NECROCHORUME EM ÁGUA	61
12 - ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE FLUIDOS EM CADÁVERES ADULTOS	62
13 - ENSAIO DE SECAGEM DO NECROCHORUME CONFINADO	63
14 - ENSAIO DA POLIMERIZAÇÃO DO NECROCHORUME, EM PERCOLAÇÃO NO SOLO INSATURADO	64
15 - ENSAIO DA DEGRADAÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS EM SOLOS TROPICAIS BRASILEIROS	65
16 - ENSAIO DE DEGRADABILIDADE CATALIZADA COM OXIDANTES ATIVOS, EM SOLOS BRASILEIROS	66
17 - ENSAIO DA LIBERAÇÃO DE GASES FUNERÁRIOS POR CADÁVERES ADULTOS	67

18 - ENSAIO DA LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES ADULTOS, COM DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA	68
19 - ENSAIO DA LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES ADULTOS, EM SITUAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	69
20 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS ADULTOS, ENTUMULADOS EM SITUAÇÃO SÊCA	70
21 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA, DE CADÁVERES HUMANOS ADULTOS	71
22 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS INUMADOS, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	72
23 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS ENTUMULADOS, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	73
24 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS EM SITUAÇÃO CONSERVADA, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	74
25 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS, ENTUMULADOS NA FAIXA LITORÂNEA, EM SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO, ADICIONADOS COM PERÓXIDO DE CÁLCIO	75
26 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CORPOS HUMANOS ADULTOS, ENTUMULADOS EM ALVÉOLOS MODULARES	76
27 - EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE DESTRUIÇÃO DE CORPOS HUMANOS ADULTOS, ENTUMULADOS EM LÓCULOS (CEMITÉRIOS VERTICALIZADOS)	77
28 - ENSAIO DA LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES ADULTOS, ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS	78
29 - ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS, ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS	79
30 - ENSAIO DA LIBERAÇÃO DE GASES FUNERÁRIOS POR CADÁVERES ADULTOS, ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS	86
31 - ENSAIOS DA SECAGEM DO NECROCHORUME	81
32 - ENSAIOS DA REDUÇÃO DA MASSA ÓSSEA FINAL, EM CADÁVERES HUMANOS ADULTOS	82

33 - NOTICIÁRIO JORNALÍSTICO ("CLIPS")	83
34 - NORMA CETESB L 1.040/99 – IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS, SÃO PAULO	85
35 - CHARGE HUMORÍSTICA (PLAYBOY, USA, 1993)	91
36 - FOTOGRAFIAS DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE ITÚ, SP (1993)	92
37 - FOTOGRAFIAS DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DE HILDEBERG, ALEMANHA (1993)	96
38 - FOTOGRAFIAS DO PROTÓTIPO DE PANTEÕES COM LÓCULOS DE "FIBERGLASS", CEMITÉRIO JARDIM DA COLINA, SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP	100
39 - FOTOGRAFIA ILUSTRANDO PARTE DE UM CADÁVER MUMIFICADO	101
40 - FOTOGRAFIA ILUSTRANDO UM CADÁVER INUMADO, APRESENTANDO MUMIFICAÇÃO	102
41 - FOTOGRAFIA ILUSTRANDO UMA MÚMIA EGÍPCIA	103

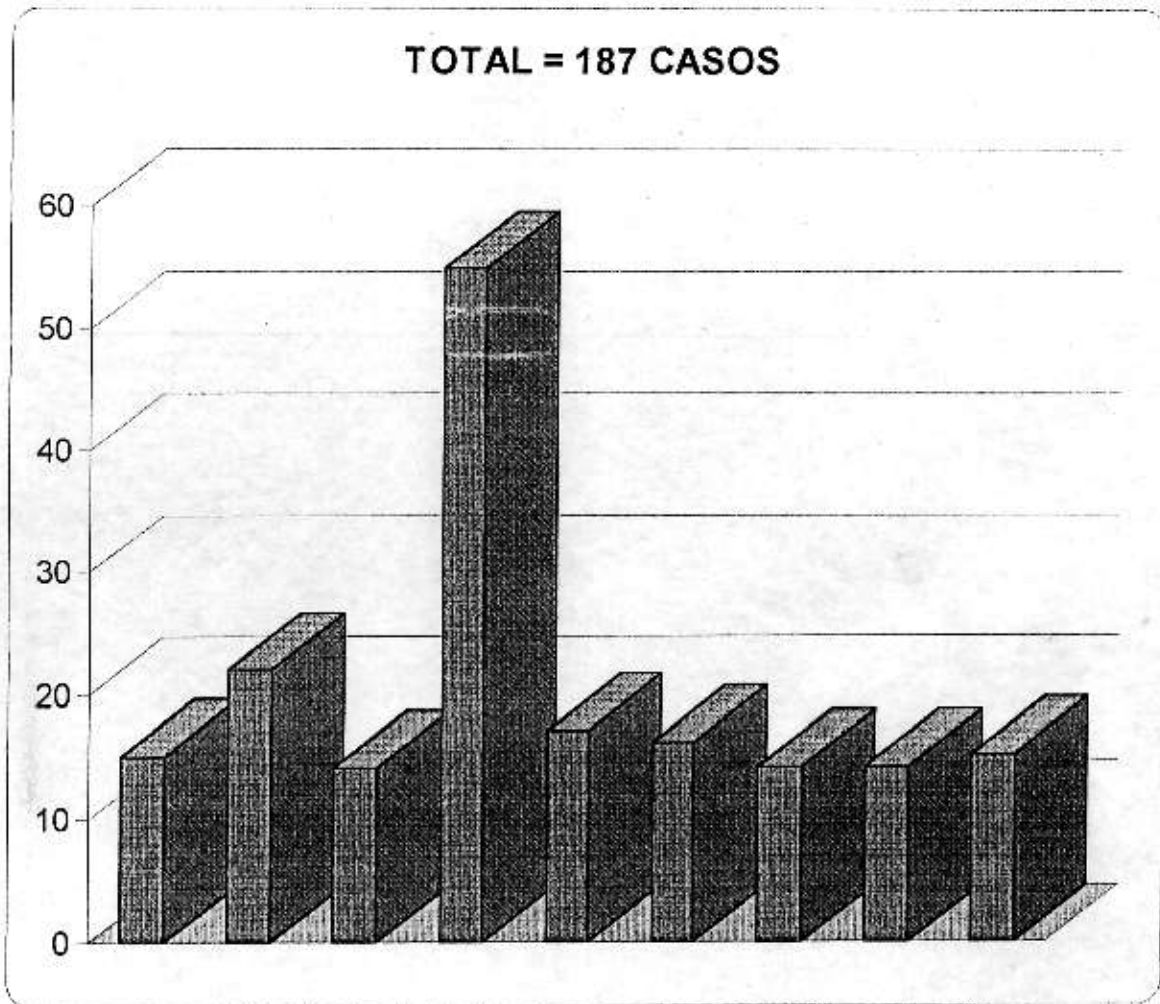
DISTRIBUIÇÃO DOS CEMITÉRIOS BRASILEIROS ESTUDADOS NO PERÍODO 1970-1995



GEOL. LEZIRO MARQUES SILVA

1995

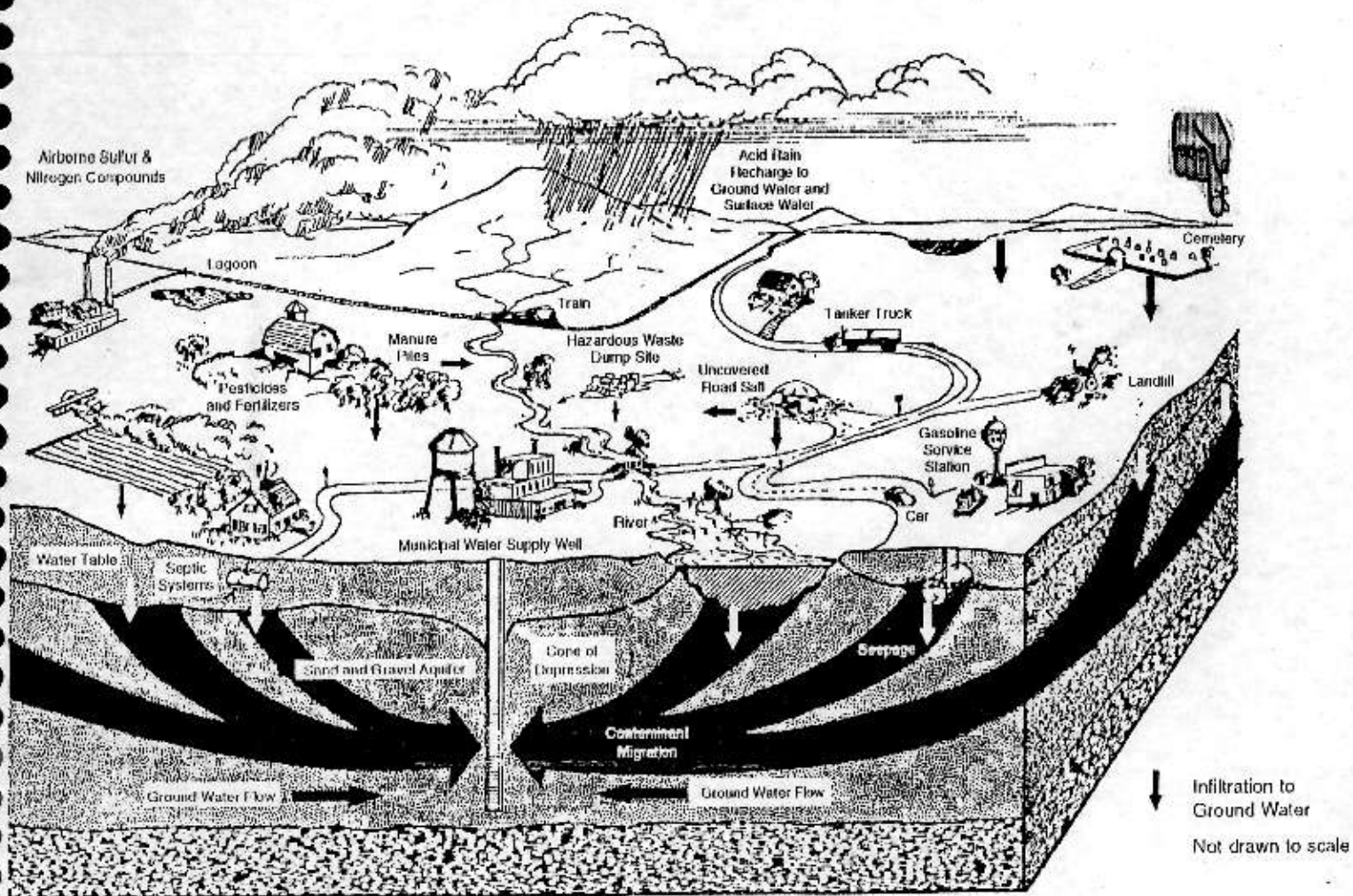
OCORRÊNCIA DE CASOS DE DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA,
NOS CEMITÉRIOS BRASILEIROS ESTUDADOS NO PERÍODO 1970 – 1995



GEOL. LEZIRO MARQUES SILVA
1995

FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (EPA)

CBTRSH - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



Some potential sources of ground water contamination. Source: Adapted from Paly and Steppacher, n.d.

TABLE 3-1 TYPICAL SOURCES OF POTENTIAL GROUND WATER CONTAMINATION BY LAND USE CATEGORY

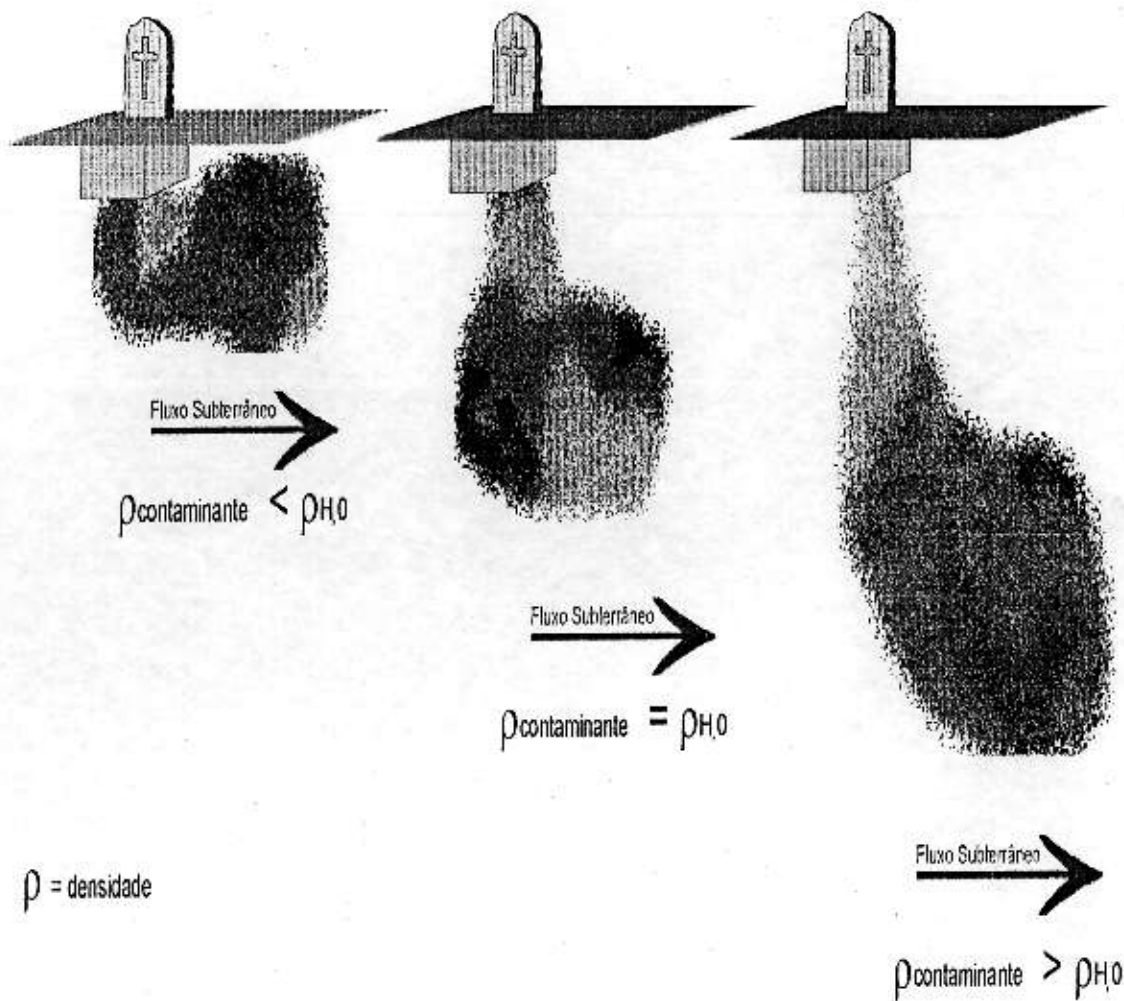
CATEGORY	CONTAMINANT SOURCE	
<i>Agriculture</i>	Animal burial areas Animal feedlots Fertilizer storage/use	Irrigation sites Manure spreading areas/pits Pesticide storage/use
<i>Commercial</i>	Airports Auto repair shops Boat yards Construction areas Car washes	Jewelry/metal plating Laundromats Medical Institutions Paint shops Photography establishments
	➔ Cemeteries	Railroad tracks and yards
	Dry cleaners Gas stations Golf courses	Research laboratories Scrap and junkyards Storage tanks
<i>Industrial</i>	Asphalt plants Chemical manufacture/storage Electronics manufacture Electroplaters Foundries/metal fabricators Machine/metalworking shops Mining and mine drainage	Petroleum production/storage Pipelines Septage lagoons and sludge sites Storage tanks Toxic and hazardous spills Wells (operating/abandoned) Wood preserving facilities
<i>Residential</i>	Fuel oil Furniture stripping/refinishing Household hazardous products Household lawns	Septic systems, cesspools Sewer lines Swimming pools (chemical storage)
<i>Other</i>	Hazardous waste landfills Municipal incinerators Municipal landfills Municipal sewer lines Open burning sites	Recycling/reduction facilities Road deicing operations Road maintenance depots Storm water drains/basins Transfer stations

Source : U.S. EPA, 1991a.

DADOS DISPONÍVEIS SOBRE O NECRO-CHORUME (UFSC – CETESB)

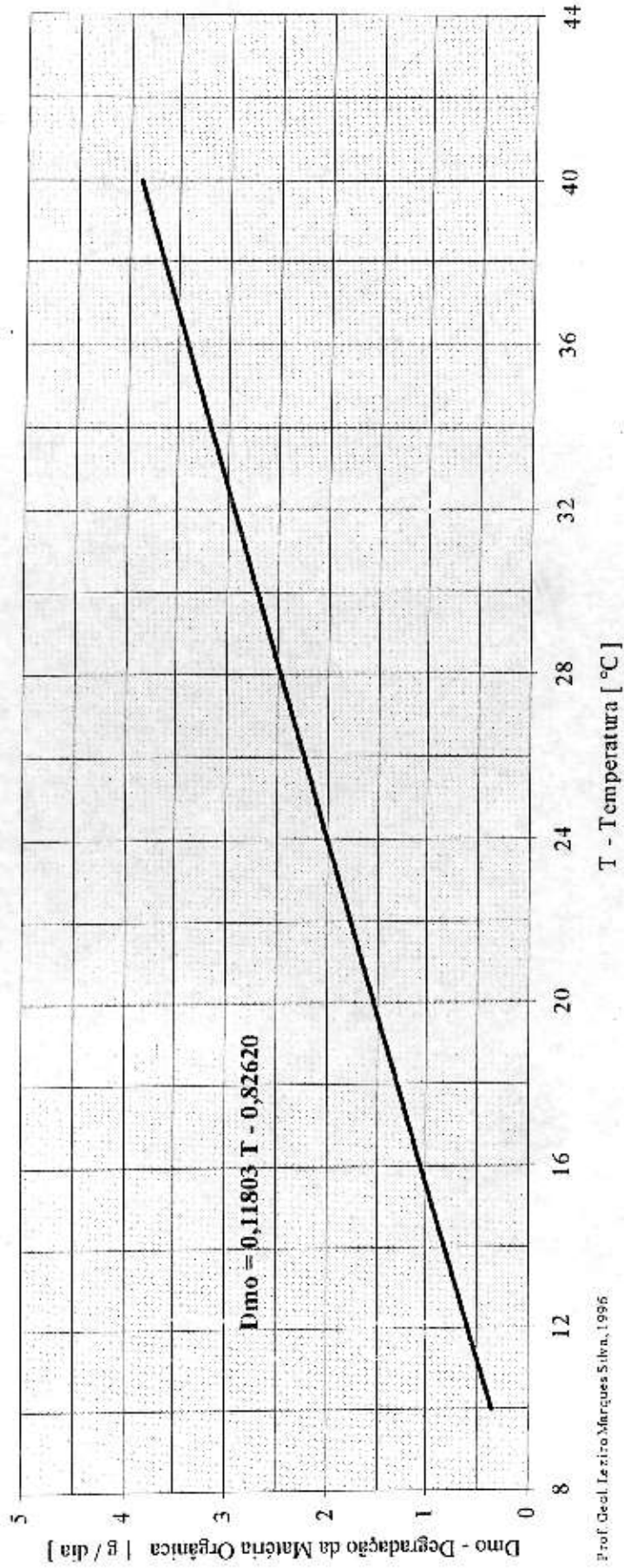
- 1 - DENSIDADE : da ordem de $1,23 \text{ g/cm}^3$
- 2 - ASPECTO : líquido de cor castanho-acinzentada, polimerizável, com odor forte e desagradável
- 3 - CONSTITUIÇÃO : 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas complexas e pouco conhecidas (putrescina, cadaverina, etc.)
- 4 - TOXICIDADE : elevada, em função da presença de venenos orgânicos poderosos e da carga patogênica (bactérias e vírus)
- 5 - QUANTIDADE : aproximadamente 30,00 a 40,00 litros para um cadáver pesando 70,00 Kg, ou seja, cerca de 0,60 litro/Kg
- 6 - SOLUBILIDADE : bastante solúvel em água, numa faixa de pH variando de 5,00 a 9,00 e numa temperatura de 23° a 28° C
- 7 - FORMAÇÃO E LIBERAÇÃO : intermitente e efetiva nos primeiros seis meses após o sepultamento, em condições pedológicas normais e a seco (lençol freático abaixo do fundo das sepulturas). Com a elevação da superfície do lençol freático e o aumento do grau de saturação do solo, a decomposição estaciona e cessa a liberação do necro-chorume, ocorrendo então a chamada saponificação. em condições de clima quente, a liberação pode ser acelerada, reduzindo a fase humorosa da decomposição cadavérica

Fig. 1 - PLUMA DE CONTAMINAÇÃO MIGRANTE NO SUBSOLO



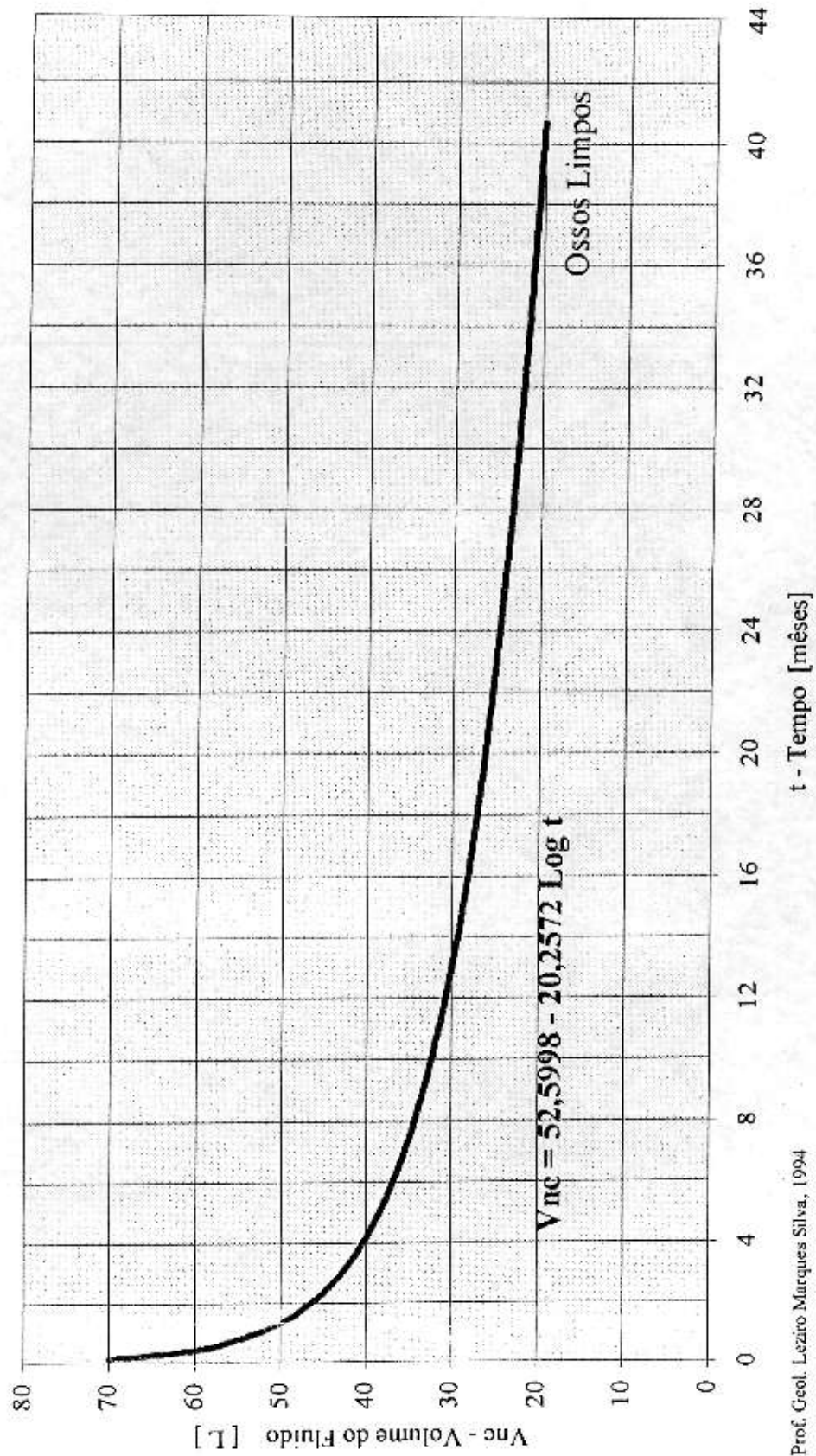
Fonte: Silva, 1986, São Paulo

DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA,
EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA AMBIENTE



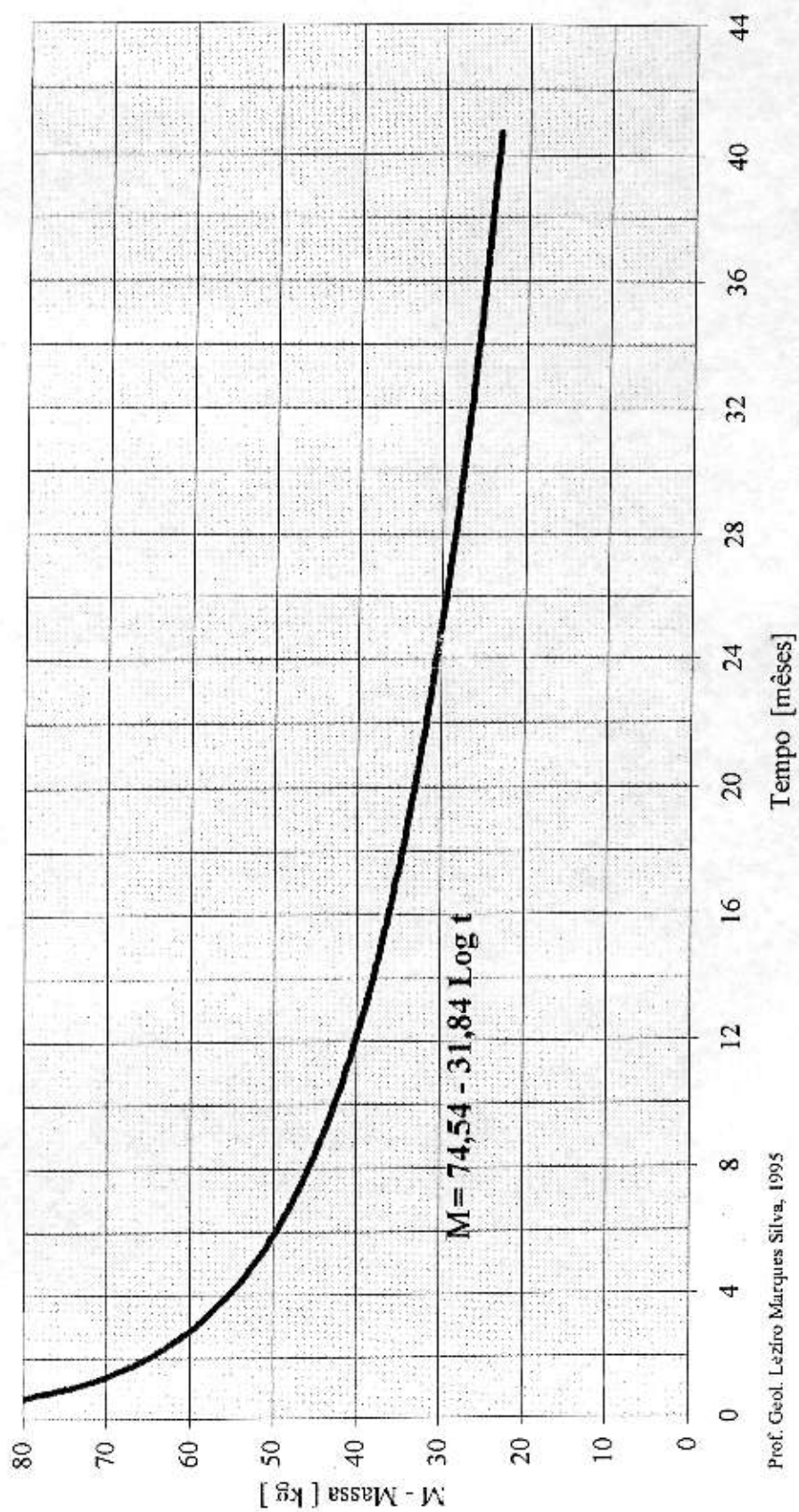
Prof. Ocil Lezíro Marques Silva, 1996

ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS ENTUMULADOS



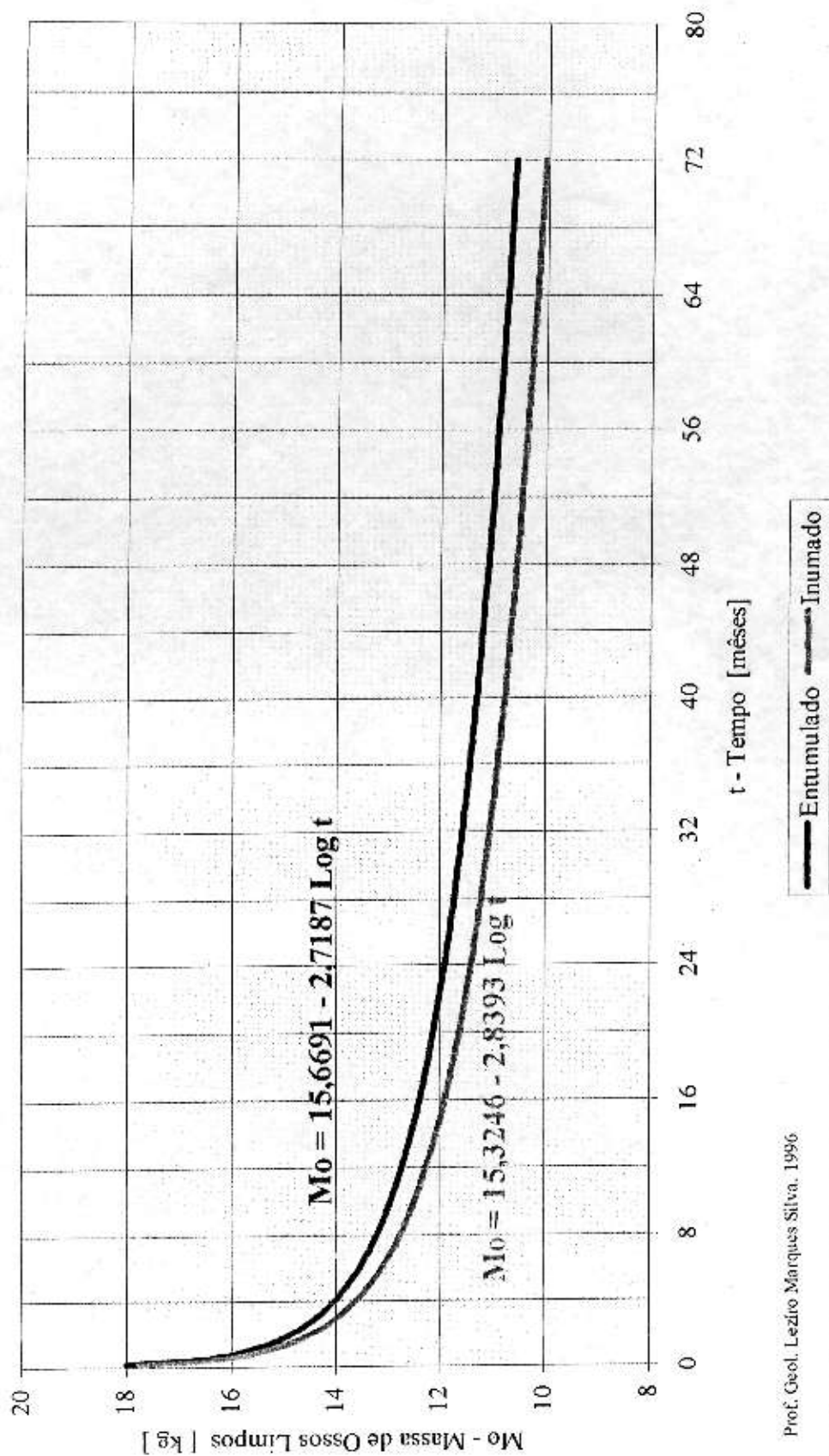
Prof. Geol. Lezíro Marques Silva, 1994

ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS CONSERVADOS,
CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO



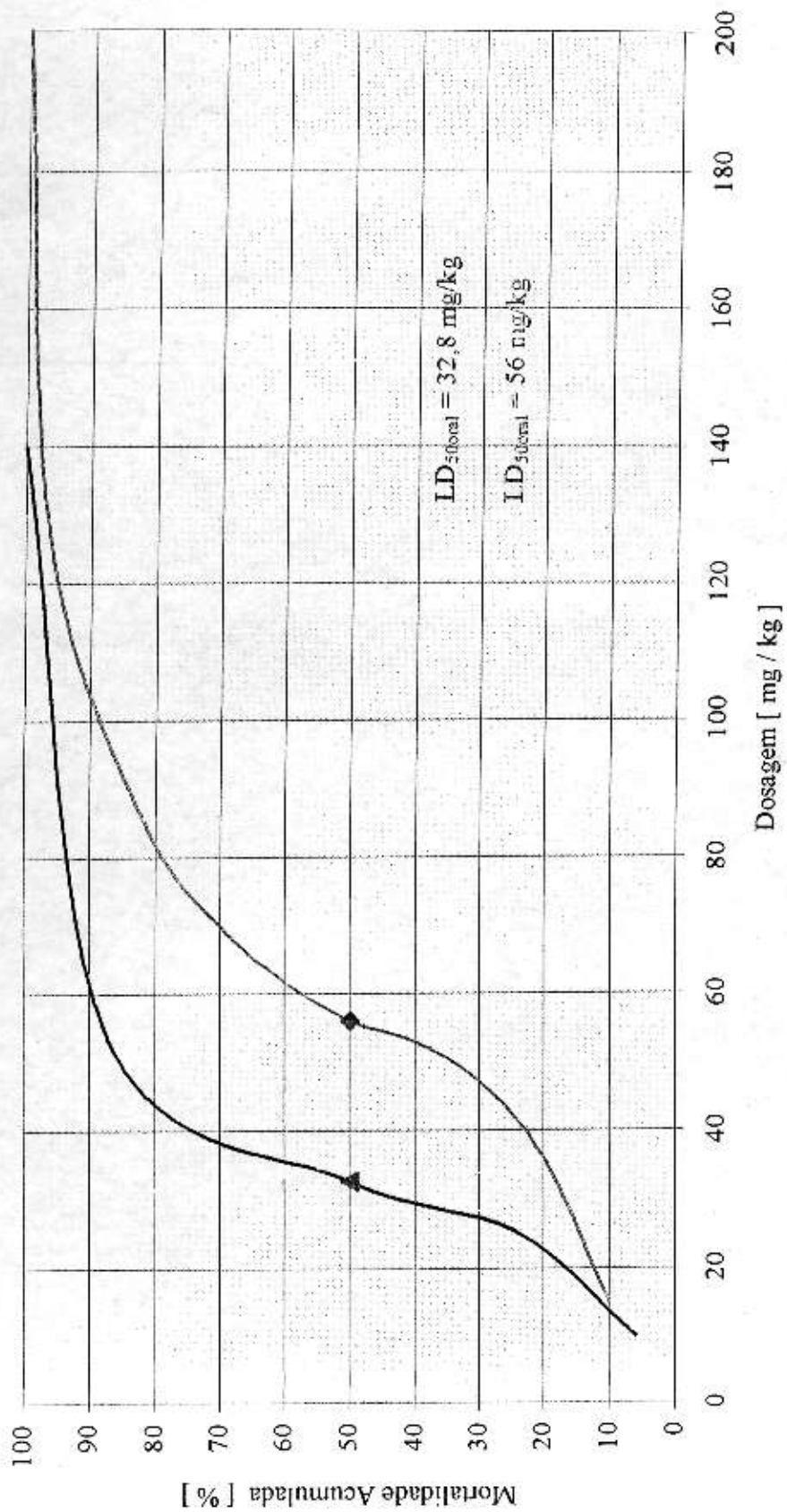
Prof. Geol. Lezíro Marques Silva, 1995

ENSAIO DE REDUÇÃO DA MASSA ÓSSEA FINAL DE CADÁVERES ADULTOS



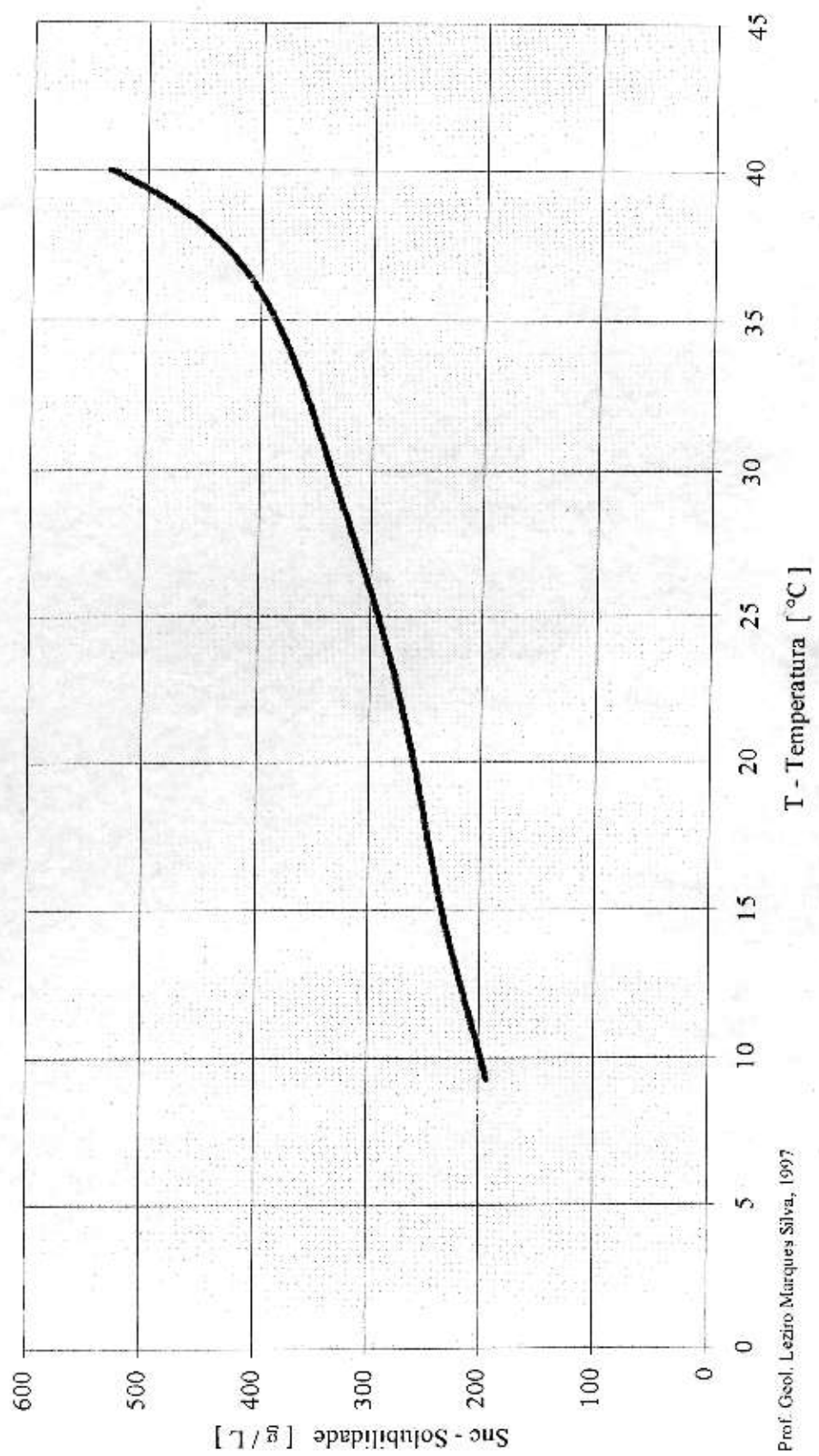
Prof. Geol. Leizio Marques Silva. 1996

ENSAIOS DE TOXICIDADE



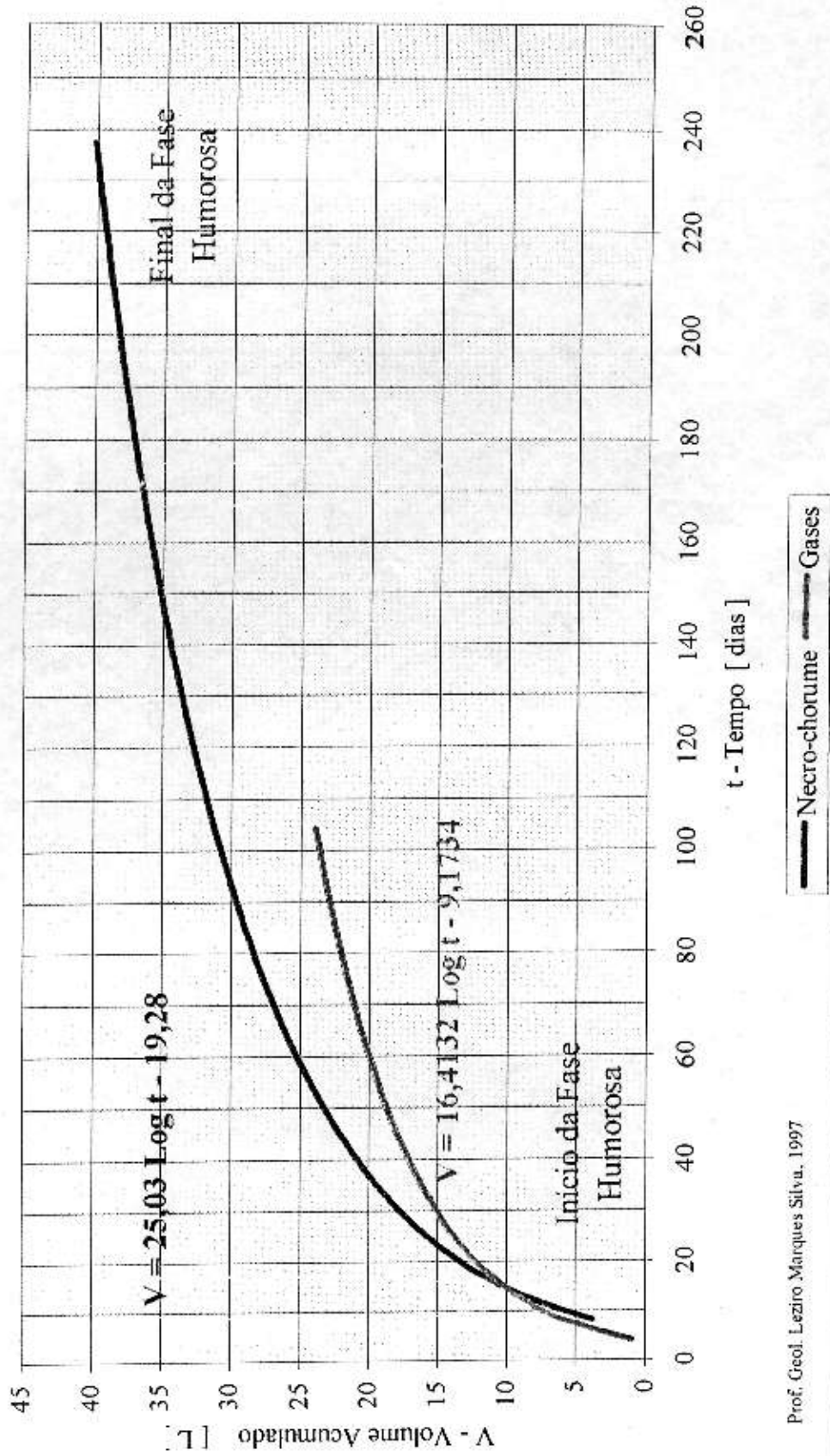
Prof. Geol. Leziro Marques Silva, 1997

SOLUBILIDADE DO NECROCHORUME EM ÁGUA



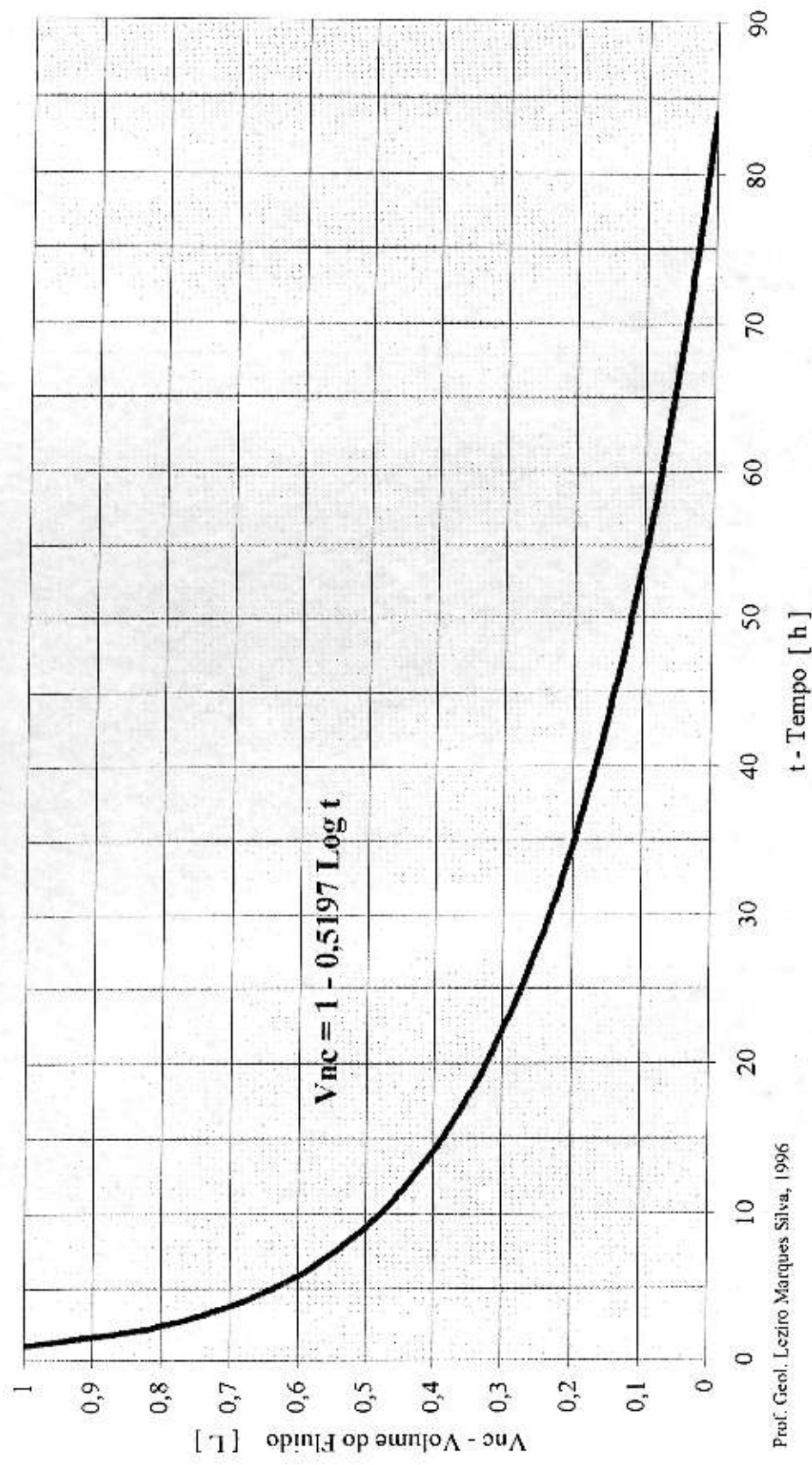
Prof. Geol. Leziro Marques Silva, 1997

ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE FLUÍDOS EM CADÁVERES ADULTOS



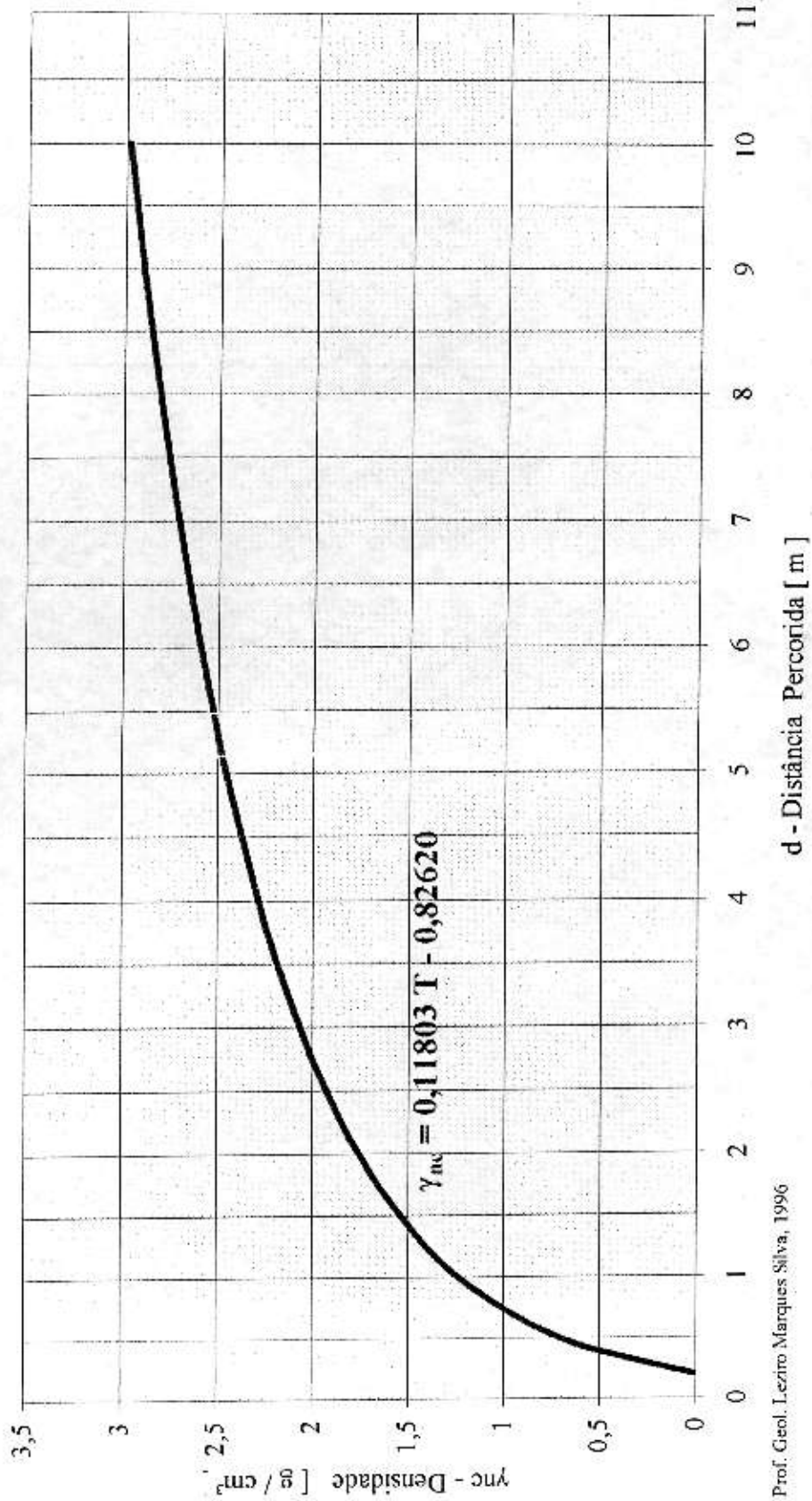
Prof. Geol. Leziro Marques Silva, 1997

ENSAIO DE SECAGEM DO NECROCHORUME CONFINADO



Prof. Geol. Leziro Marques Silva, 1996

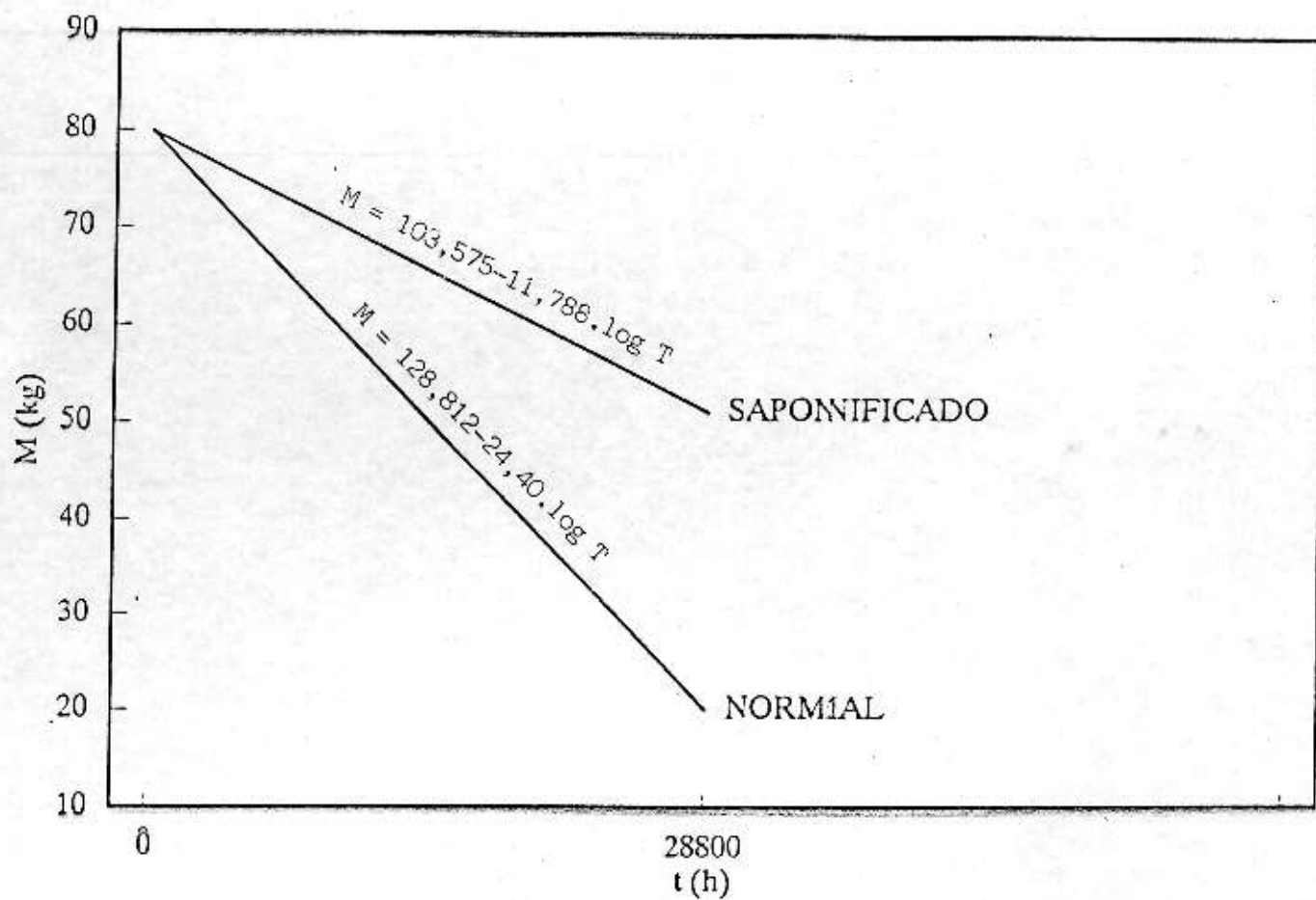
ENSAIO DA POLIMERIZAÇÃO DO NECROCHORUME,
EM PERCOLAÇÃO NO SOLO INSATURADO



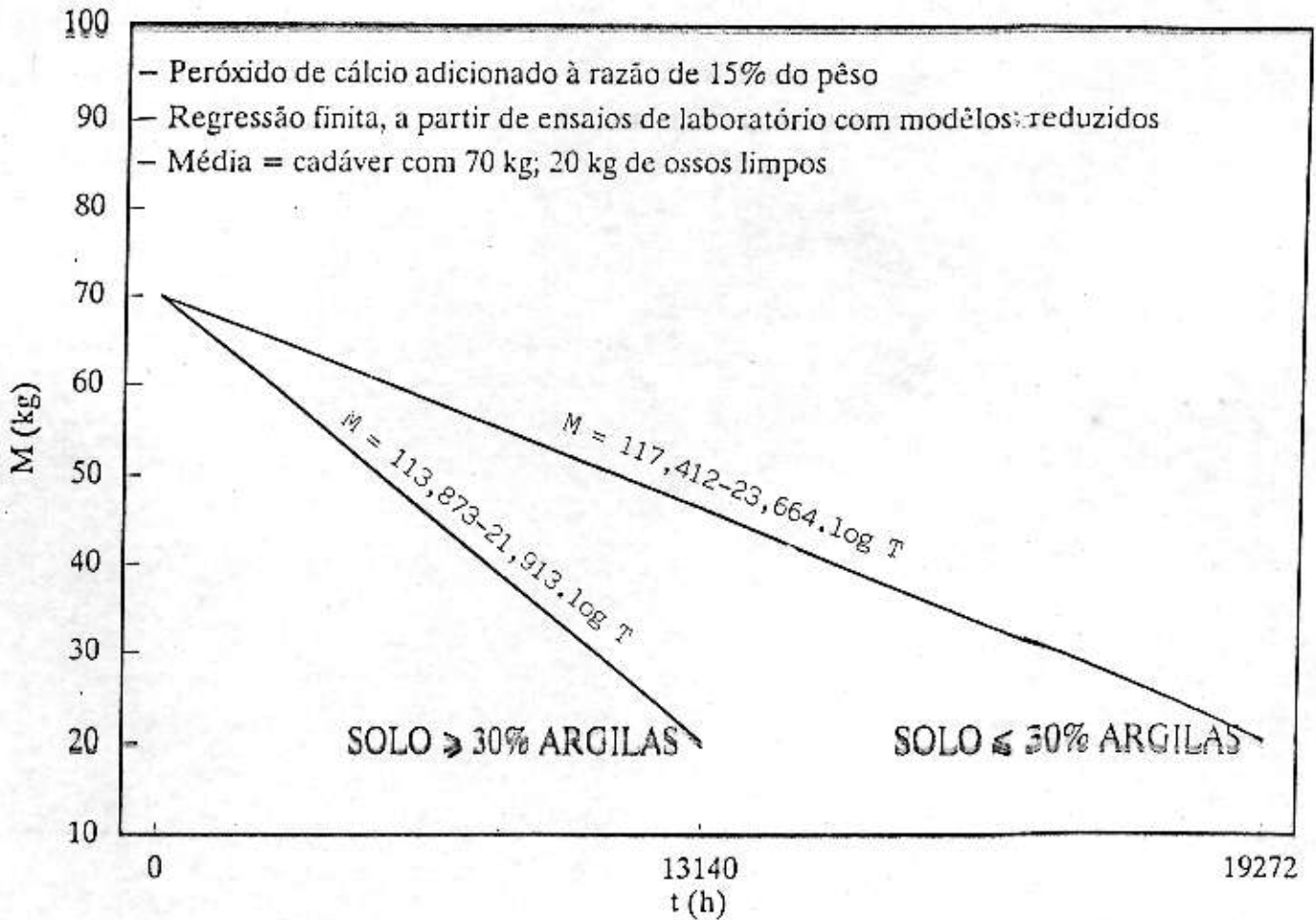
Prof. Geol. Lezro Marques Silva, 1996

ENSAIO DA DEGRADAÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS

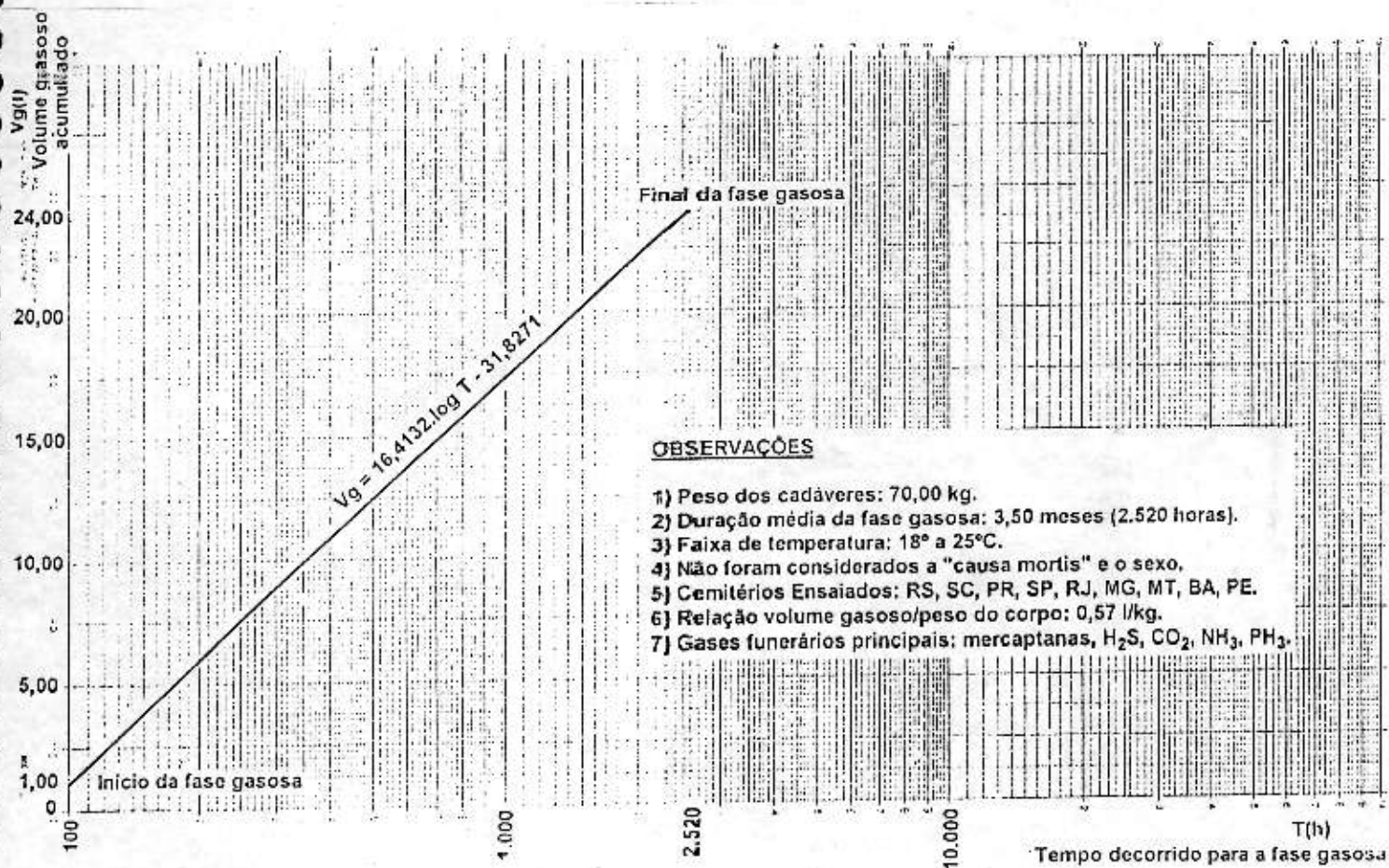
SOLOS TROPICAIS BRASILEIROS, TEORES DE ARGILA DE 20 A 40%



ENSAIO DE DEGRADABILIDADE CATALISADA DE CADÁVERES, À SECO



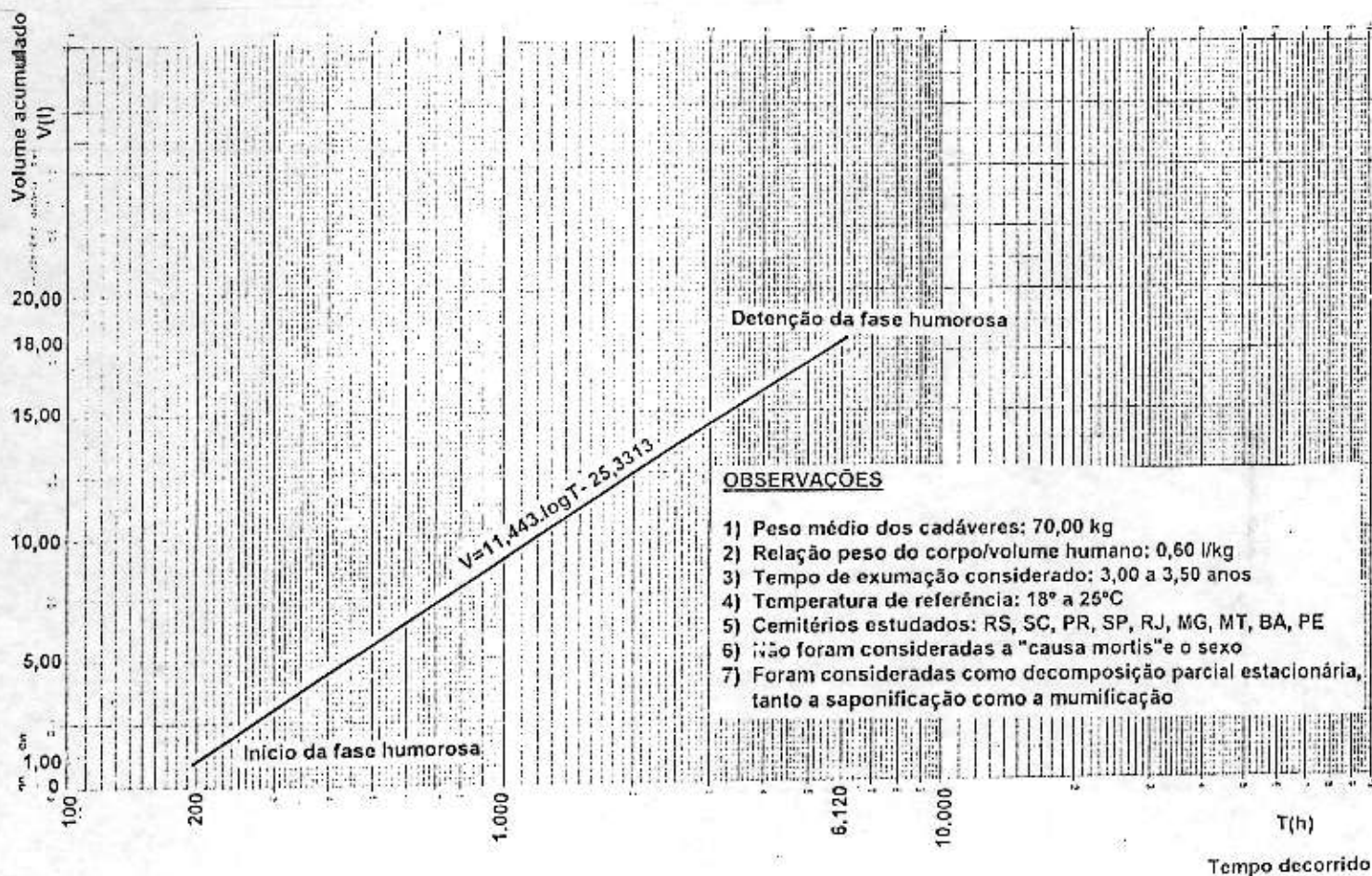
ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE GASES FUNERÁRIOS POR CADÁVERES ADULTOS



OBSERVAÇÕES

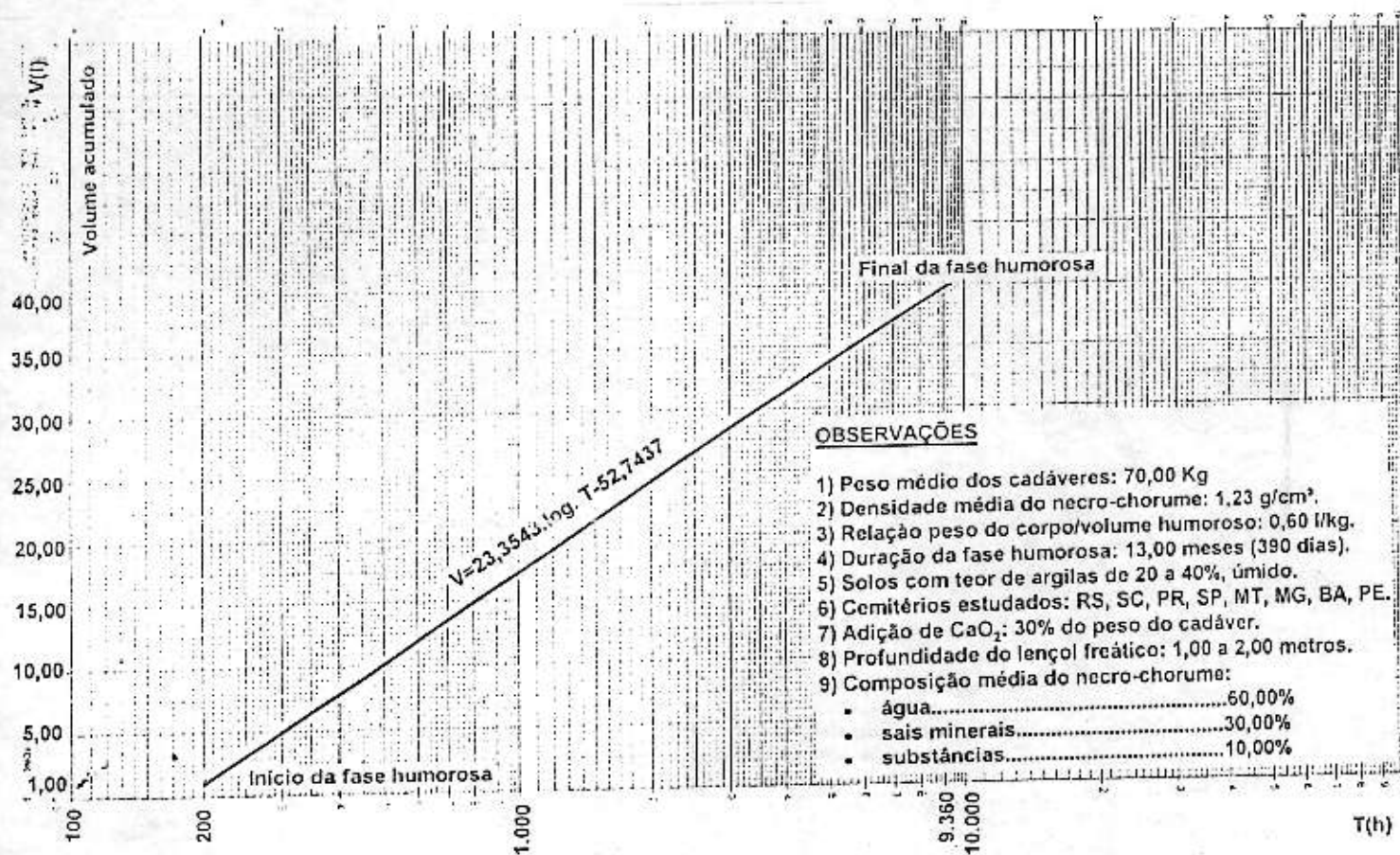
- 1) Peso dos cadáveres: 70,00 kg.
- 2) Duração média da fase gasosa: 3,50 meses (2.520 horas).
- 3) Faixa de temperatura: 18° a 25°C.
- 4) Não foram considerados a "causa mortis" e o sexo.
- 5) Cemitérios Ensaçados: RS, SC, PR, SP, RJ, MG, MT, BA, PE.
- 6) Relação volume gasoso/peso do corpo: 0,57 l/kg.
- 7) Gases funerários principais; mercaptanas, H_2S , CO_2 , NH_3 , PH_3 .

ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES HUMANOS ADULTOS COM DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA



GEOL. LEZIRO MARQUES SILVA – CETESB – 1995

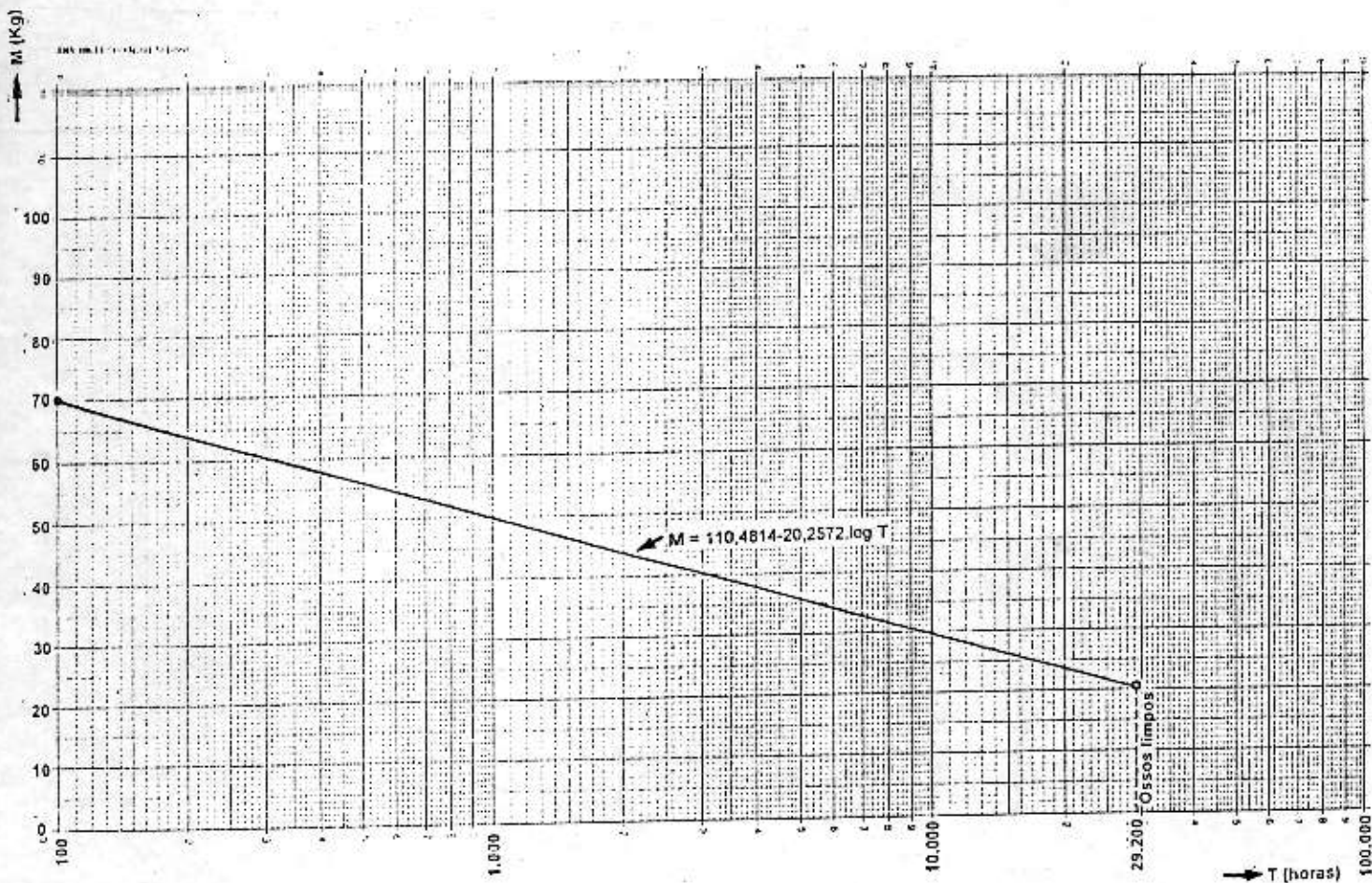
**ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES ADULTOS
EM SITUAÇÃO DE DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA,
CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO**



GEOL. LEZIRO MARQUES SILVA – CETESB – 1995

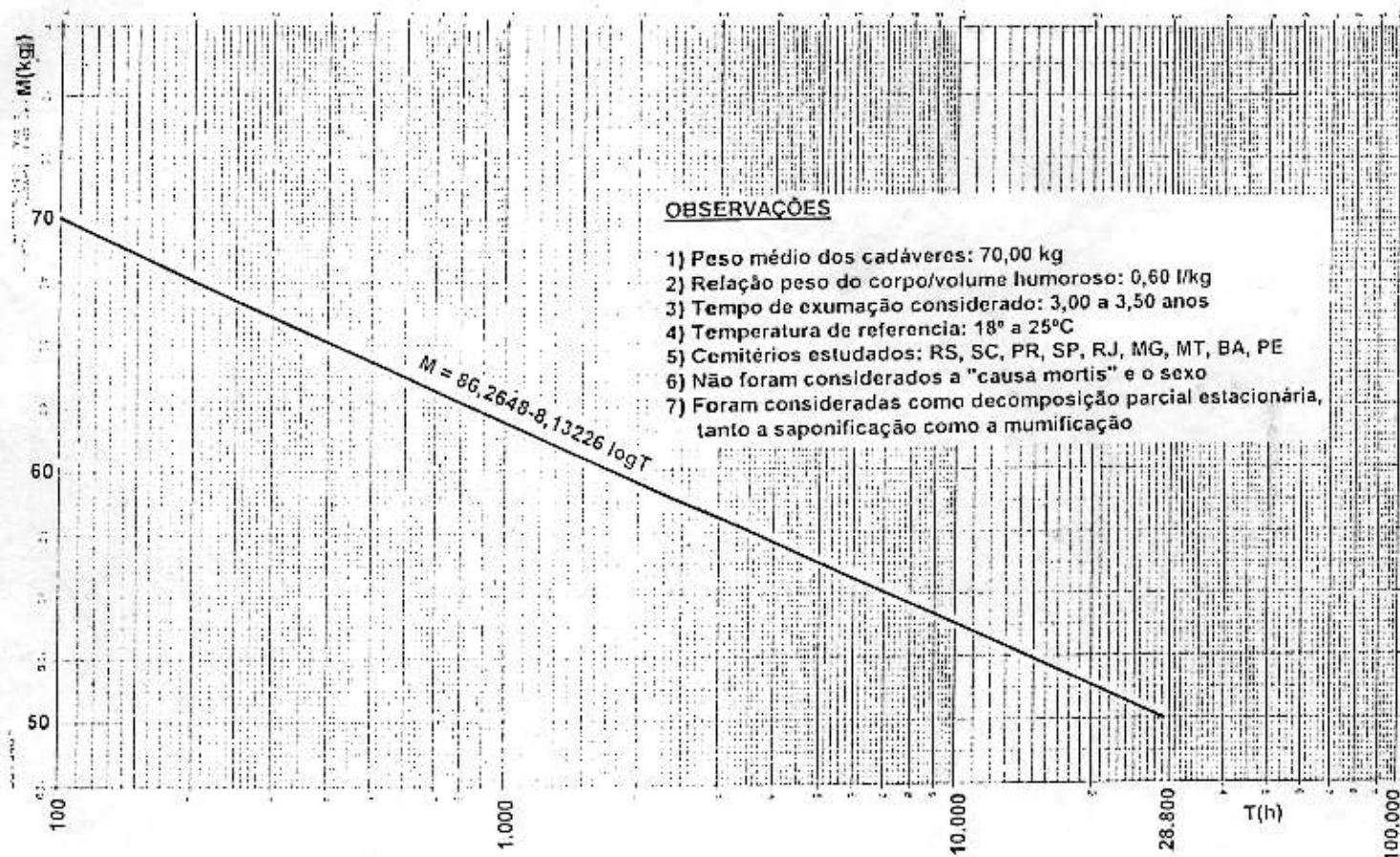
ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES HUMANOS ENTUMULADOS, A SECO

CBTRESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA



GEOL. LEZIRO MARQUES SILVA - USTJ, 1994

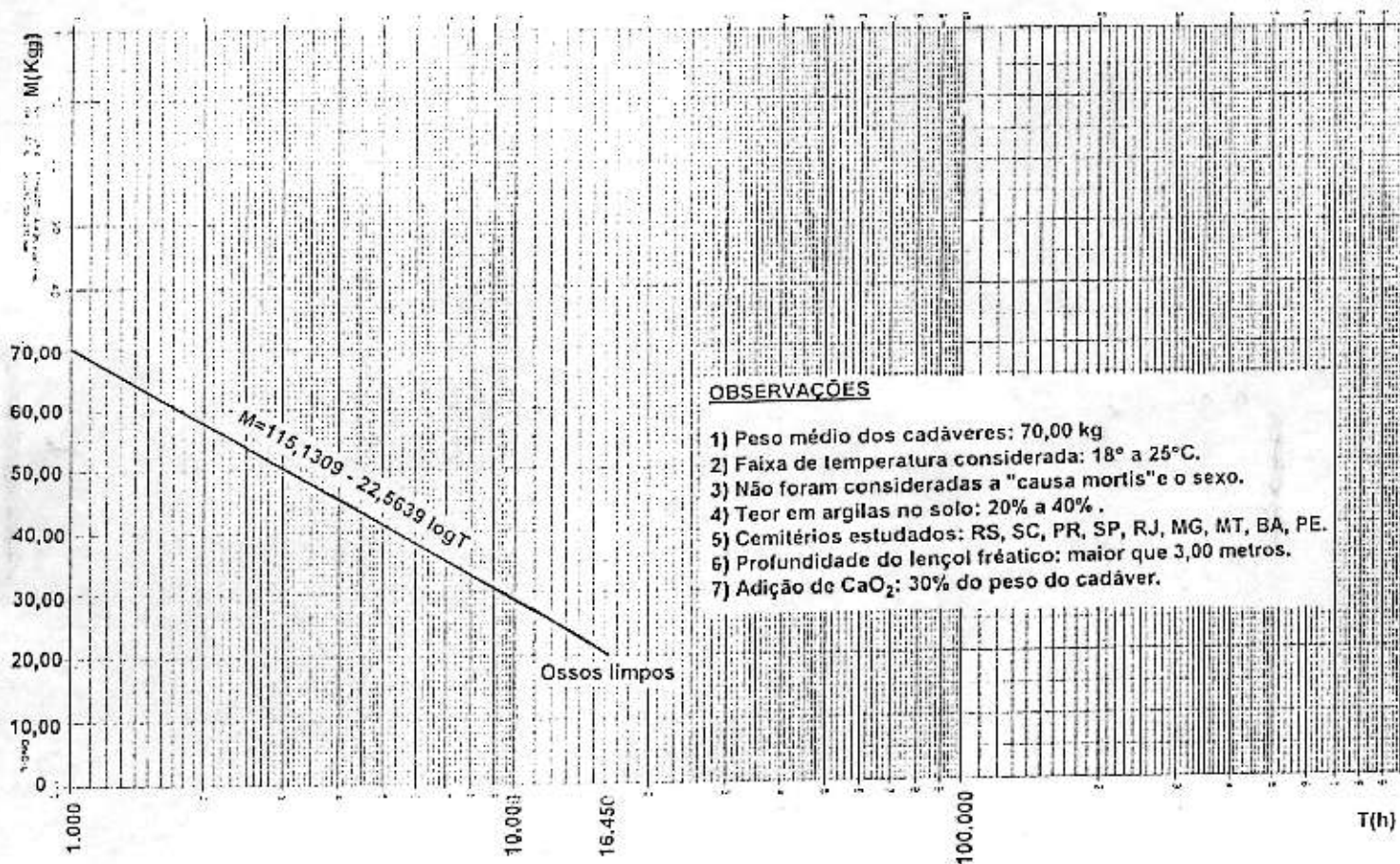
ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA DE CADÁVERES HUMANOS ADULTOS



OBSERVAÇÕES

- 1) Peso médio dos cadáveres: 70,00 kg
- 2) Relação peso do corpo/volume humoroso: 0,60 l/kg
- 3) Tempo de exumação considerado: 3,00 a 3,50 anos
- 4) Temperatura de referência: 18° a 25°C
- 5) Cemitérios estudados: RS, SC, PR, SP, RJ, MG, MT, BA, PE
- 6) Não foram considerados a "causa mortis" e o sexo
- 7) Foram consideradas como decomposição parcial estacionária, tanto a saponificação como a mumificação

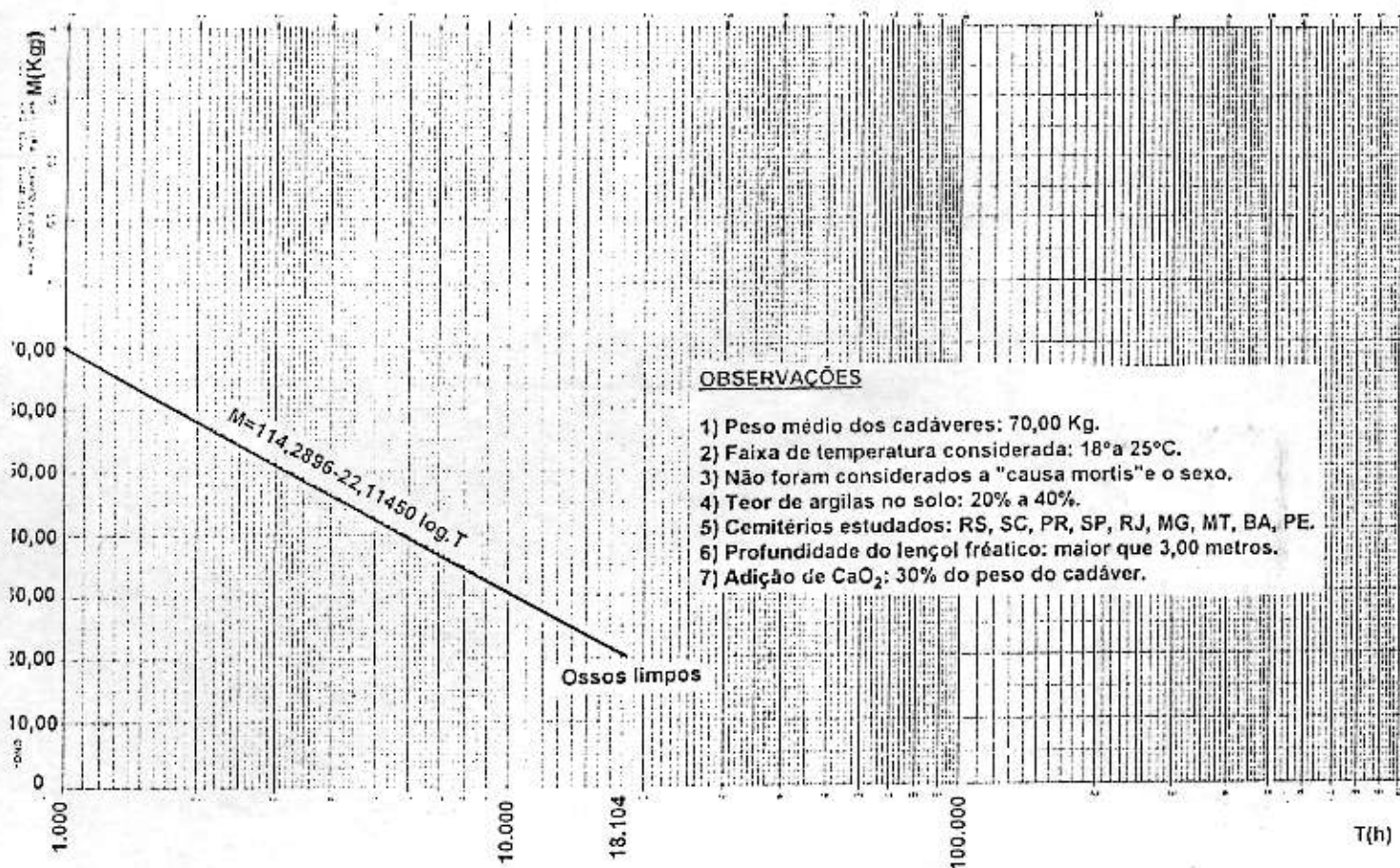
ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS INUMADOS, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO



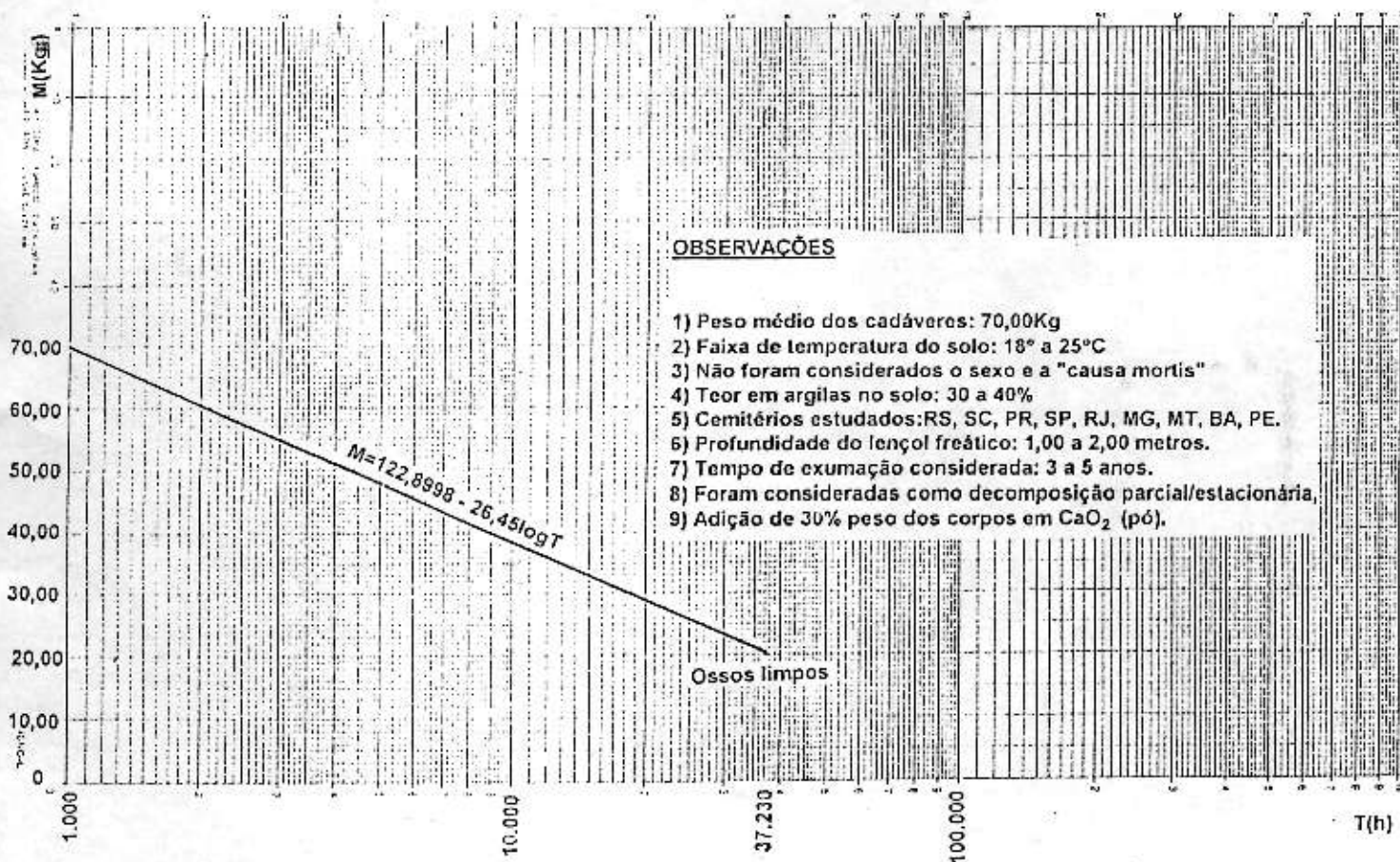
OBSERVAÇÕES

- 1) Peso médio dos cadáveres: 70,00 kg
- 2) Faixa de temperatura considerada: 18° a 25°C.
- 3) Não foram consideradas a "causa mortis" e o sexo.
- 4) Teor em argilas no solo: 20% a 40% .
- 5) Cemitérios estudados: RS, SC, PR, SP, RJ, MG, MT, BA, PE.
- 6) Profundidade do lençol frático: maior que 3,00 metros.
- 7) Adição de CaO_2 : 30% do peso do cadáver.

ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO ADULTOS ENTUMULADOS, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO



ENSAIO DE DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS EM DECOMPOSIÇÃO PARCIAL ESTACIONÁRIA, CATALIZADA COM PERÓXIDO DE CÁLCIO

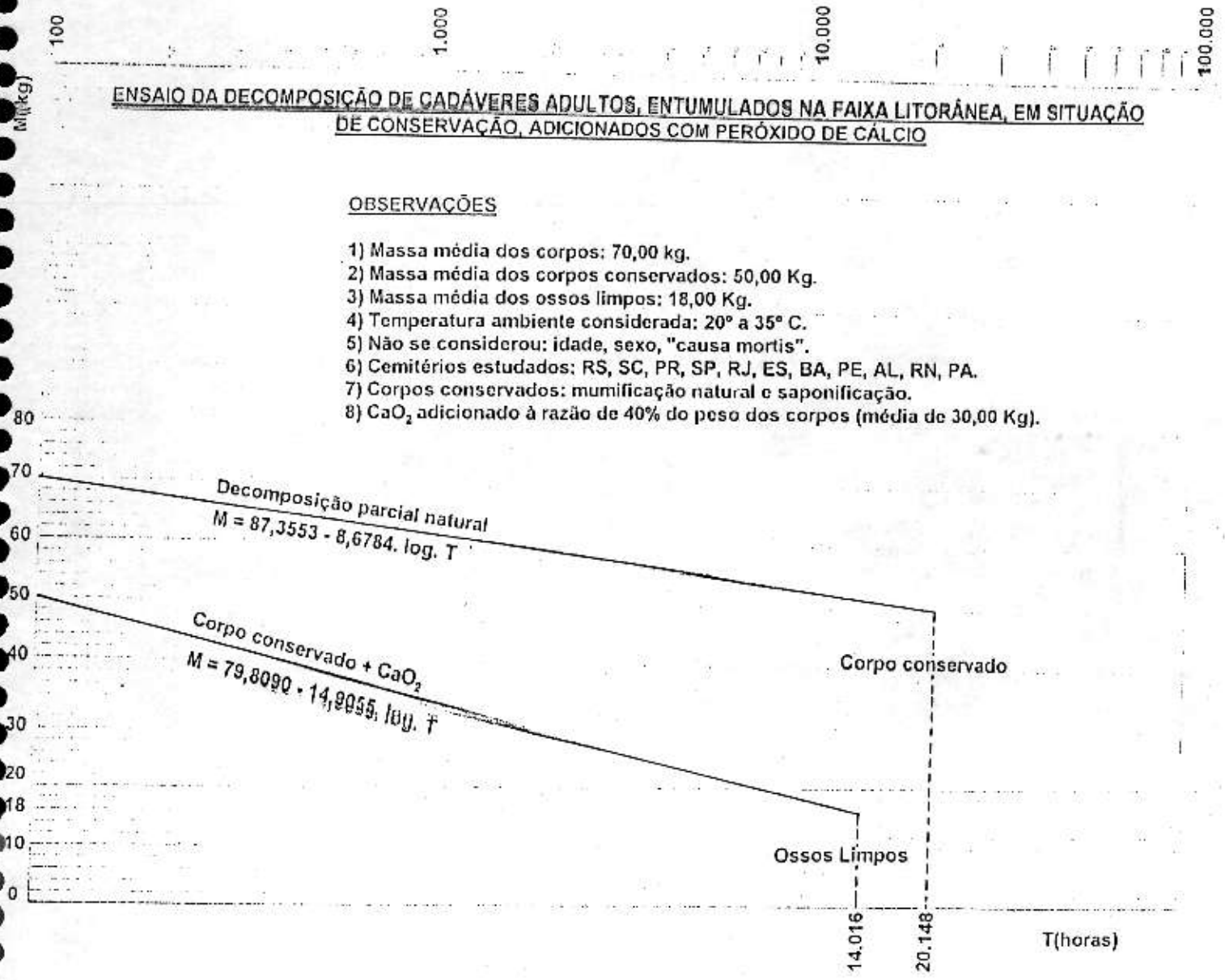


**ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS ENTUMULADOS
NA FAIXA LITORÂNEA, EM SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO,
ADICIONADOS COM PERÓXIDO DE CÁLCIO**

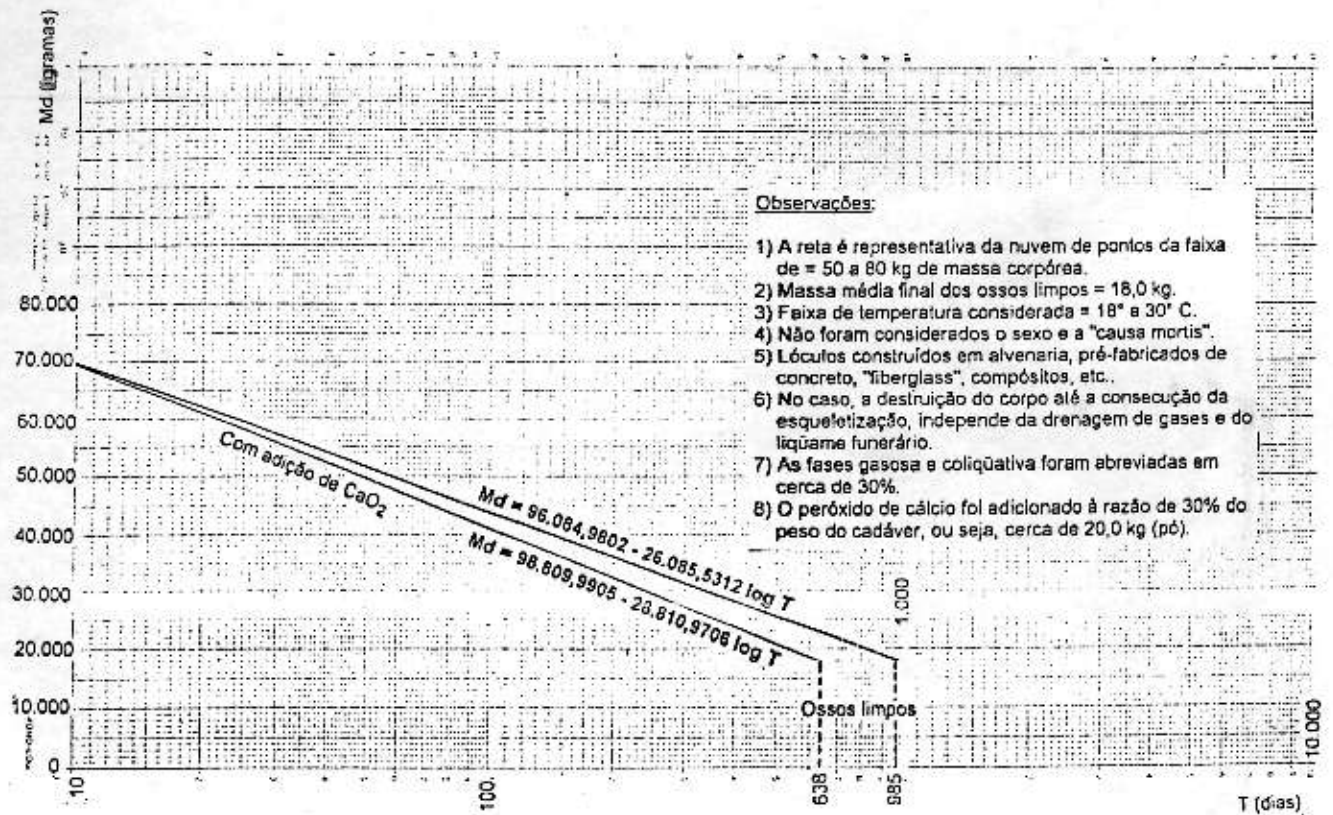
ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS, ENTUMULADOS NA FAIXA LITORÂNEA, EM SITUAÇÃO DE CONSERVAÇÃO, ADICIONADOS COM PERÓXIDO DE CÁLCIO

OBSERVAÇÕES

- 1) Massa média dos corpos: 70,00 kg.
- 2) Massa média dos corpos conservados: 50,00 Kg.
- 3) Massa média dos ossos limpos: 18,00 Kg.
- 4) Temperatura ambiente considerada: 20° a 35° C.
- 5) Não se considerou: idade, sexo, "causa mortis".
- 6) Cemitérios estudados: RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, PE, AL, RN, PA.
- 7) Corpos conservados: mumificação natural e saponificação.
- 8) CaO₂ adicionado à razão de 40% do peso dos corpos (média de 30,00 Kg).



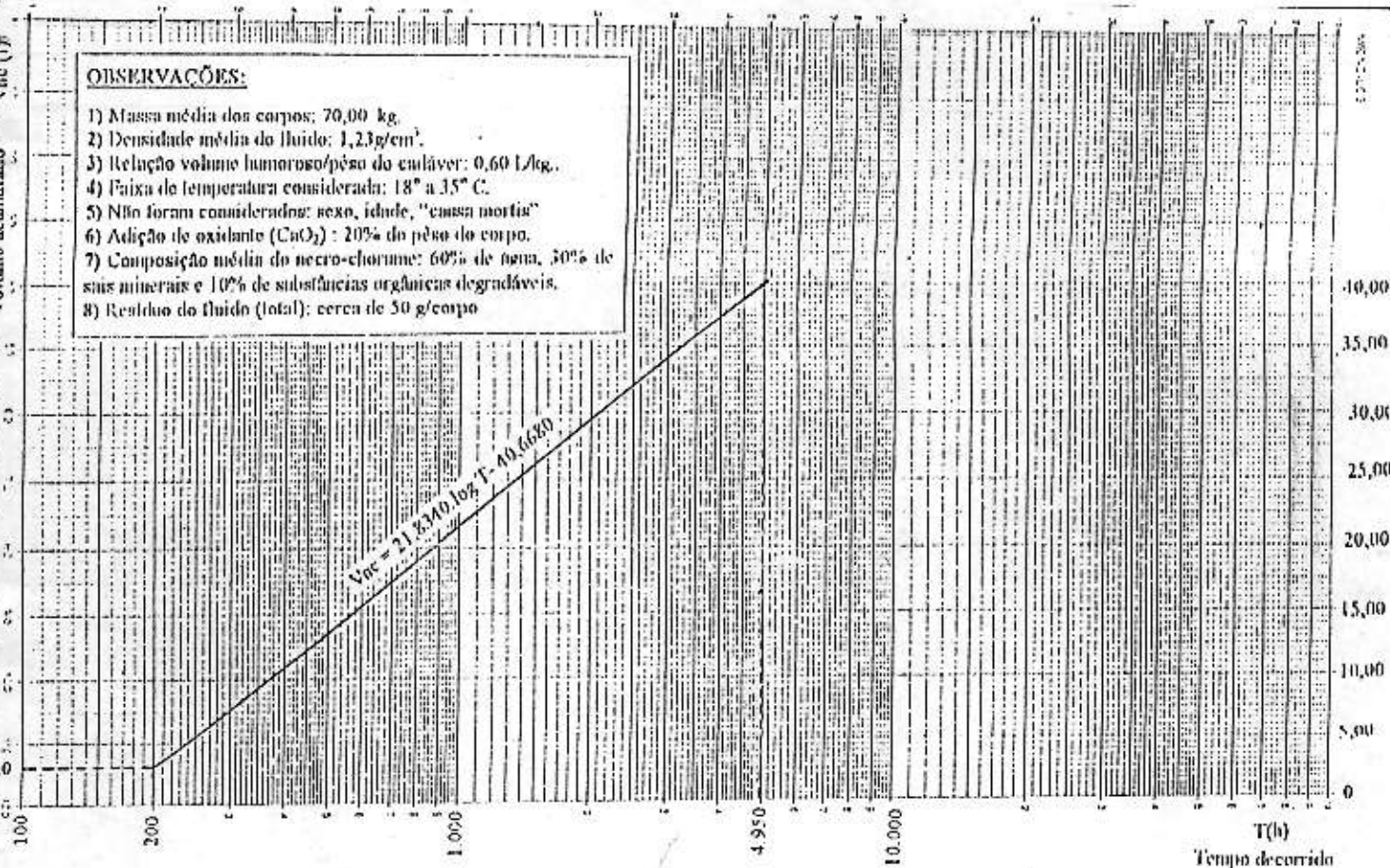
EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE DESTRUIÇÃO DE CORPOS HUMANOS ADULTOS ENTUMULADOS EM LÓCULOS DE SEPULTAMENTO VERTICAIS



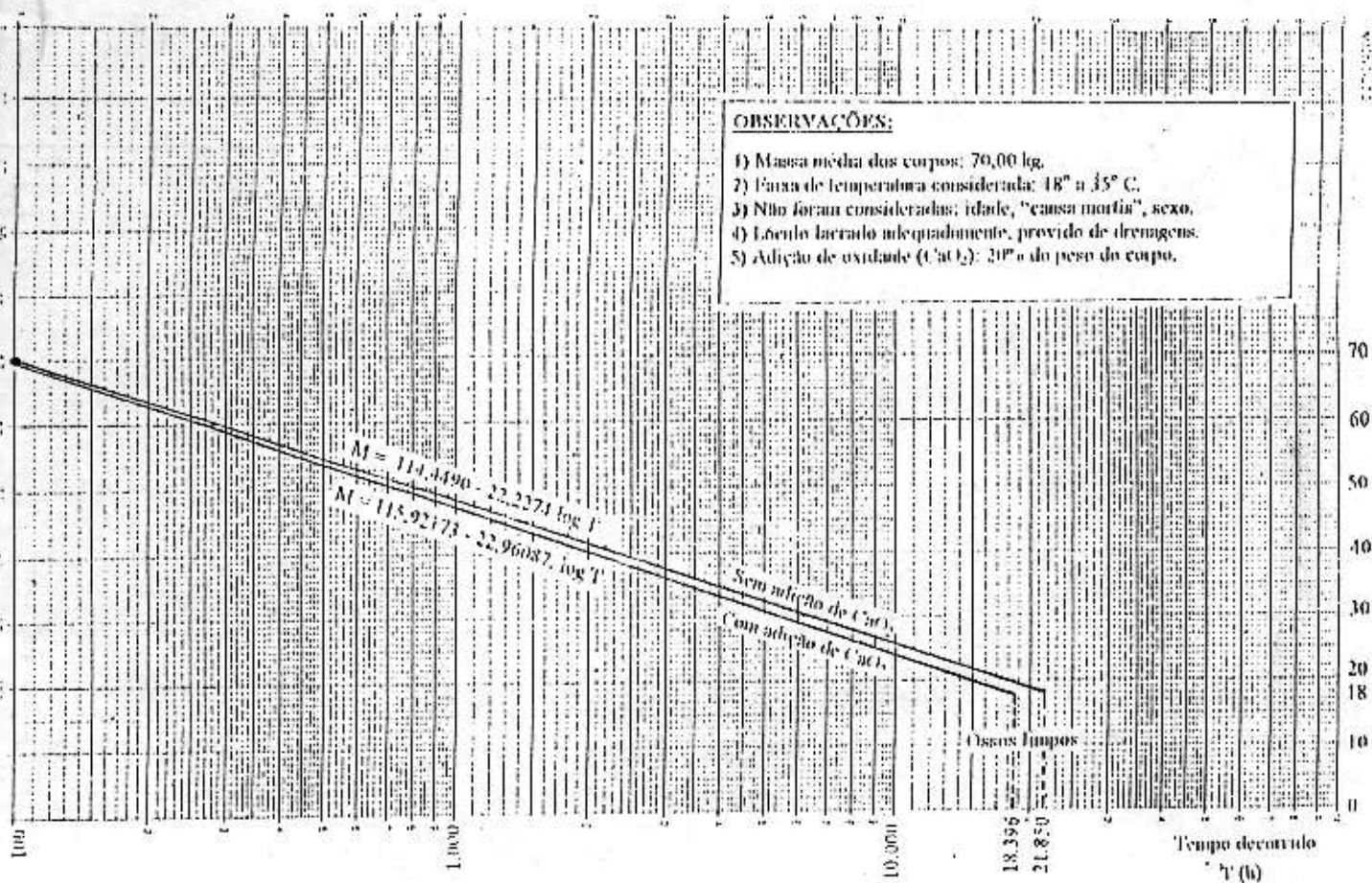
ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE NECROCHORUME POR CADÁVERES ADULTOS ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS

OBSERVAÇÕES:

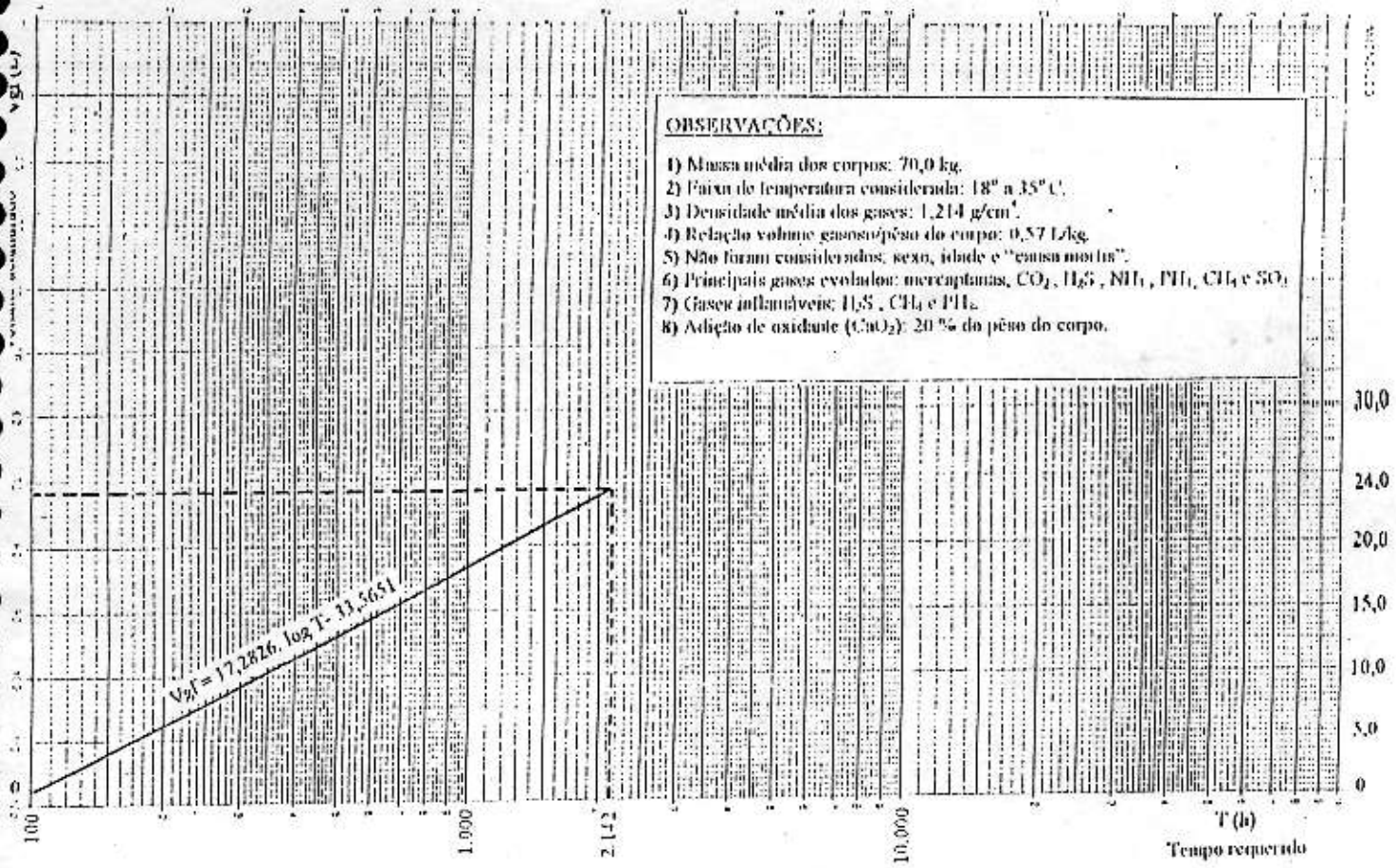
- 1) Massa média dos corpos: 70,00 kg.
- 2) Densidade média do fluido: 1,23g/cm³.
- 3) Relação volume líquido/peso do enláver: 0,60 l/kg.
- 4) Faixa de temperatura considerada: 18° a 35° C.
- 5) Não foram consideradas: sexo, idade, "causa mortis"
- 6) Adição de oxidante (CaO₂): 20% do peso do corpo.
- 7) Composição média do necro-chorume: 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis.
- 8) Rendimento do fluido (total): cerca de 50 g/corpo



ENSAIO DA DECOMPOSIÇÃO DE CADÁVERES ADULTOS ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS



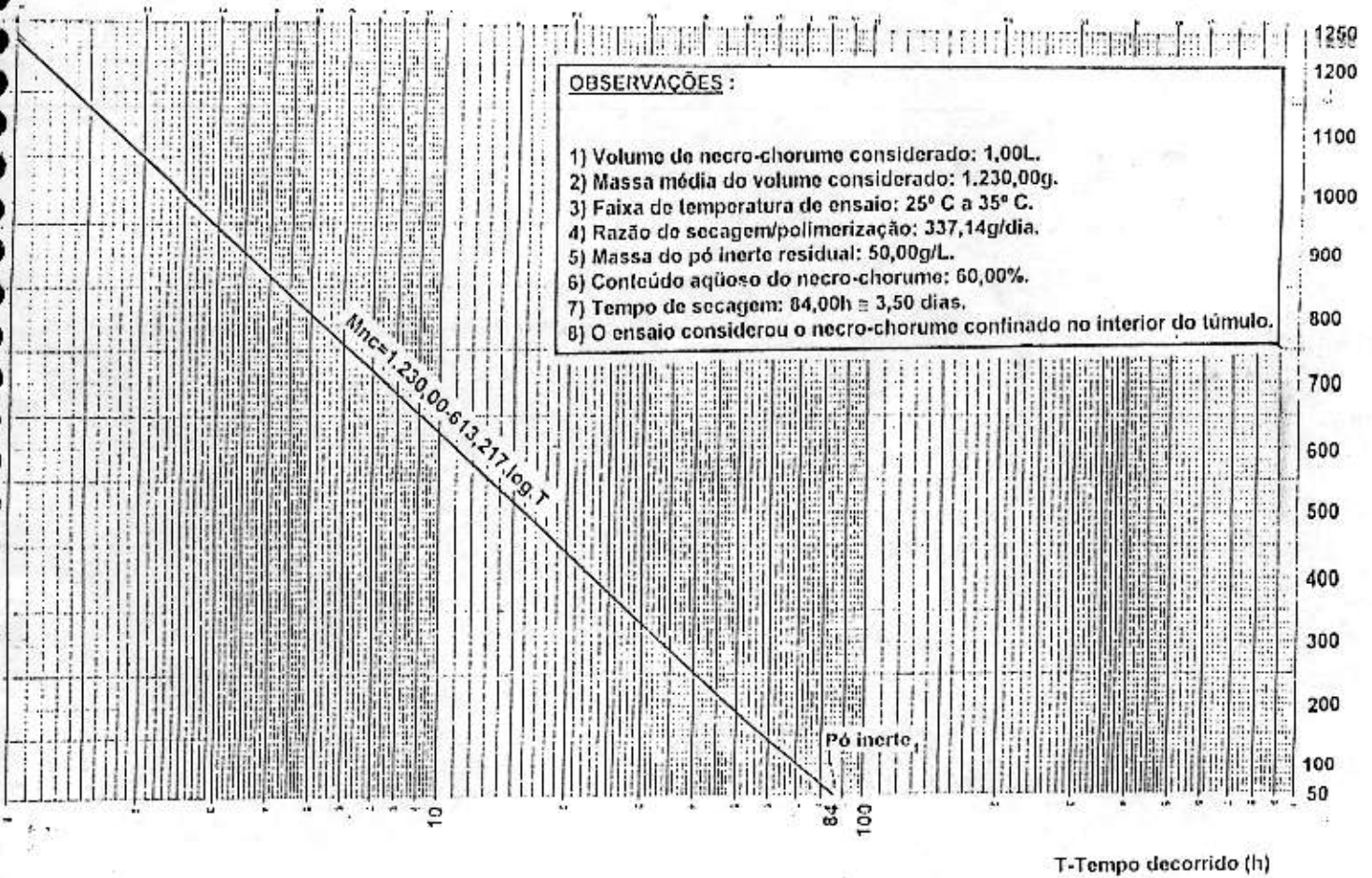
ENSAIO DE LIBERAÇÃO DE GASES FUNERÁRIOS POR CADÁVERES ADULTOS ENTUMULADOS EM COLUMBÁRIOS



ENSAIO DE SECAGEM DO NECROCHORUME

OBSERVAÇÕES :

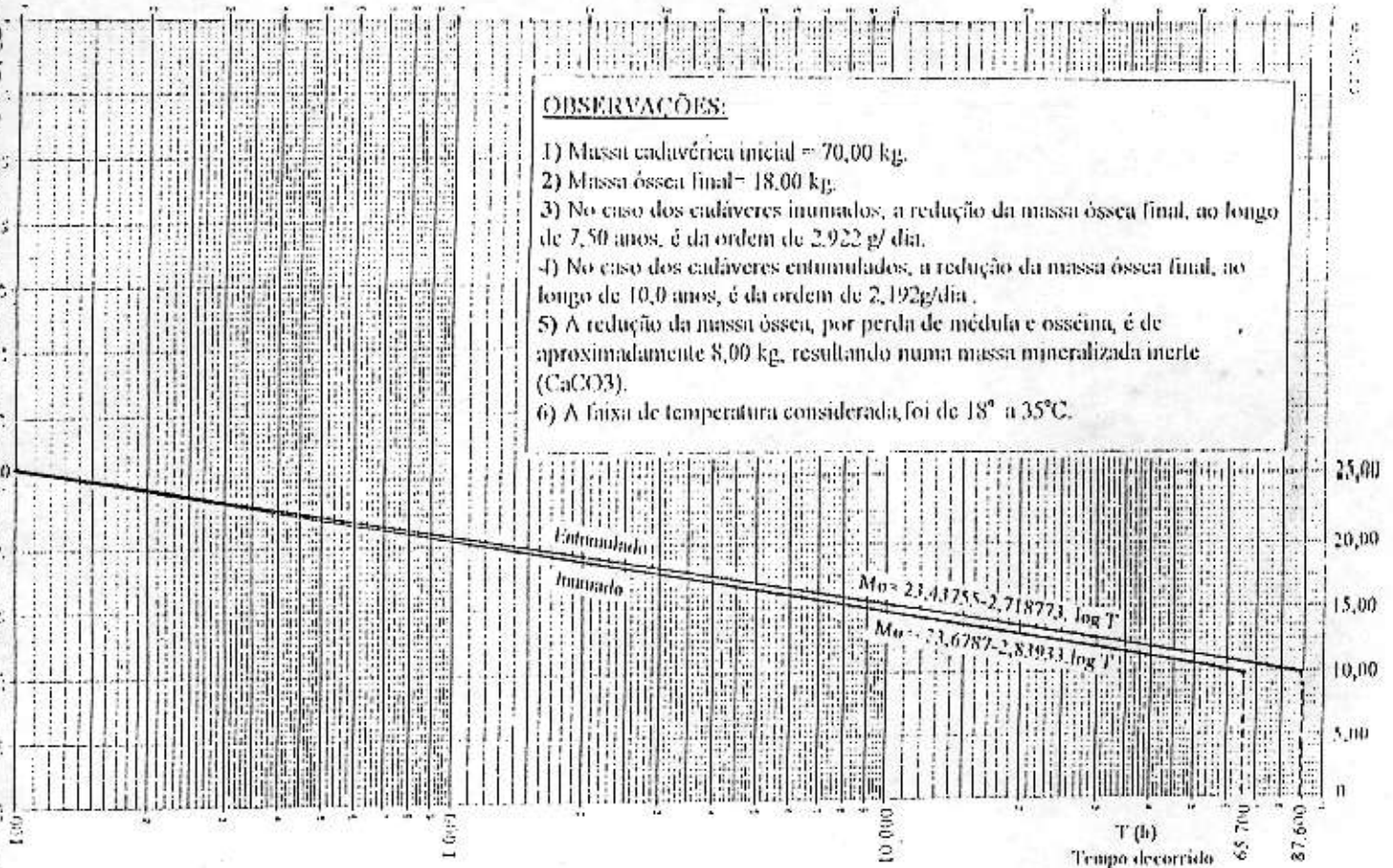
- 1) Volume de necro-chorume considerado: 1,00L.
- 2) Massa média do volume considerado: 1.230,00g.
- 3) Faixa de temperatura de ensaio: 25° C a 35° C.
- 4) Razão de secagem/polimerização: 337,14g/dia.
- 5) Massa do pó inerte residual: 50,00g/L.
- 6) Conteúdo aquoso do necro-chorume: 60,00%.
- 7) Tempo de secagem: 84,00h \approx 3,50 dias.
- 8) O ensaio considerou o necro-chorume confinado no interior do túmulo.



ENSAIO DA REDUÇÃO DA MASSA ÓSSEA FINAL, EM CADÁVERES ADULTOS

OBSERVAÇÕES:

- 1) Massa cadavérica inicial = 70,00 kg.
- 2) Massa óssea final = 18,00 kg.
- 3) No caso dos cadáveres inumados, a redução da massa óssea final, ao longo de 7,50 anos, é da ordem de 2,922 g/dia.
- 4) No caso dos cadáveres entumalados, a redução da massa óssea final, ao longo de 10,0 anos, é da ordem de 2,192g/dia.
- 5) A redução da massa óssea, por perda de medula e ossêma, é de aproximadamente 8,00 kg, resultando numa massa mineralizada inerte (CaCO₃).
- 6) A faixa de temperatura considerada, foi de 18° a 35°C.



CTESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Líquido sai de cova e movimenta cemitério

Do correspondente em Aracaju

Dezenas de pessoas foram ontem ao cemitério do bairro Atalaia, em Aracaju (SE), para ver uma cova umedecida por um líquido vermelho.

Segundo os visitantes do cemitério, o líquido seria sangue e saía constantemente em pequenas quantidades da terra e de uma placa de cimento.

O Instituto Médico Legal (IML) deve exumar hoje o corpo de Generina Maria da Conceição, 80, para apurar as causas do fenômeno e verificar se o líquido é sangue.

"Não acredito em anormalidades", disse a diretora do instituto,

Vânia Farias Barreto. O IML informou que pode se tratar de um fato decorrente da decomposição natural do corpo.

O sobrinho de Generina, Sandoval Manoel dos Santos, culpa os coveiros do cemitério por terem enterrado a tia numa cova de profundidade reduzida.

Segundo ele, isso estaria causando o aparecimento do líquido. Os coveiros do cemitério não comentaram o fato.

Para Sandoval, "o mais estranho é o fato de ter começado apenas agora, oito dias após o enterro".

(A Folha de S. Paulo, 10/09/1991)

Químicos explicam visão de espectros em cemitério

Gás produzido na decomposição entra em combustão

JOHN EMSLEY

Da "New Scientist"

Durante séculos foram vistos fantasmas voando em cemitérios pantanosos e espectros flutuando sobre o chão encharcado junto aos túmulos. Agora, finalmente, dois químicos encontraram uma explicação para esse fenômeno.

Sempre houve uma forte suspeita de que essa luz espectral fosse causada pela combustão do metano, gás produzido em abundância por microorganismos anaeróbicos durante o processo de decomposição no corpo. Mas não se achava uma explicação para a combustão do metano. O gás difosfano tem combustão espontânea. Mas se conhecia nenhum agente que pu-

desse transformar fosfato em difosfano. Recentemente, dois químicos alemães identificaram um microorganismo que produz os gases fosfano e difosfano.

Günter Gassmann e Dieter Glindemann, do Instituto Biológico Helgoland, de Hamburgo, seguiram indícios de que o fosfano poderia ser produzido nas mesmas condições de decomposição que o metano. O metano é produzido em abundância nas vísceras de gado. Foi justamente lá os dois químicos acharam o fosfano.

Eles então procuram e acharam fosfano em fezes humanas. A quantidade, sempre muito pequena, variava de acordo com a dieta das pessoas. Quem se nutria com alimentos ricos em fosfato (carne

processada, queijos etc) produzia mais fosfano.

A conclusão foi que o fosfano entra em combustão espontânea em contato com o ar e "detona" o metano. Em grande quantidade, o metano pode induzir à visão de um fantasma em pessoas já assustadas por estarem num cemitério. Esse processo poderia explicar também casos de combustão humana espontânea? Sobre isso, os cientistas não se arriscam.

Os químicos acreditam que a produção de fosfano na digestão humana pode explicar por que os vegetarianos —que comem pouco fosfato— sofrem menos de câncer no cólon do que o resto da população. O gás fosfano é tóxico para os linfócitos humanos.

(A Folha de S. Paulo, 26/07/1993)

- Norma CETESB E15.011 - Sistema de incineração de resíduos de serviços de saúde, portos e aeroportos - Especificação.
- Boletim 04 da ABGE – Ensaios de permeabilidade em solos – Orientações para sua execução no campo (Junho/1996).

3 - Definições

3.1 Essências nativas

São espécies vegetais, arbustivas ou arbóreas, naturais de uma dada região geográfica.

3.2 Necrochorume

É um neologismo, também conhecido como putrilagem, que designa o líquido resultante da decomposição de cadáveres. Trata-se de uma solução aquosa rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-acinzentada, mais viscosa que a água, polimerizável, de odor forte e pronunciado, com grau variado de toxicidade e patogenicidade.

4 – Caracterização da Área

4.1 - Caracterização geográfica

A área destinada ao cemitério deverá ser localizada geograficamente por meio de demarcação em carta planialtimétrica regional (Cartas FIGBE em escala 1:50.000, Cartas IGC em escalas 1:50.000, 1:25.000 ou 1:10.000; ou outra carta similar).

Esta área deverá, ainda, ser demarcada em levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral cuja escala mínima, para áreas superiores a 7 hectares (70.000 m²), será de 1:1.000, com curvas de nível de metro em metro. Para áreas iguais ou inferiores a 7 hectares, a escala mínima será de 1:500, com curvas de nível de metro em metro. Neste levantamento deverão estar representados os atributos encontrados num entorno de 30 m, tais como ruas e equipamentos urbanos.

4.2 - Caracterização geológica

A informação básica que deverá constar da caracterização do terreno é o mapeamento geológico básico, ou seja, a descrição das litologias do substrato, com indicação das formações onde se inserem, dados estes obtidos por meio de sondagens mecânicas de reconhecimento adequadamente locadas. Estas sondagens deverão ser realizadas de acordo com a Norma ABNT NBR 8.036 – Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundação de edifícios – Procedimento e seccionar o maciço geológico até atingir o lençol freático (aprofundando-se na zona saturada pelo menos 3 m), ou até uma profundidade de 10 m ou impenetrável a percussão.

Nessas sondagens serão conduzidos ensaios de permeabilidade e/ou infiltração, conforme Boletim 04 da ABGE – Ensaio de permeabilidade em solos – Orientações para sua execução no campo.

Nos casos de ocorrência ou risco de viabilização no terreno, de erosões, escorregamentos, subsidências ou movimentação de solo, é necessário, também, uma carta geotécnica onde estes processos estejam representados.

4.3. Caracterização hidrogeológica

As informações básicas que devem ser apresentadas são : indicação das profundidades dos níveis do aquífero freático, medidos no fim da estação de cheias, em mapa potenciométrico com indicação do sentido de fluxo das águas subterrâneas e indicação dos atributos existentes num entorno de 30 m, como fontes, surgências, córregos, drenos, poços ou cacimbas de abastecimento de água.

Nos casos em que for comprovado que o nível mais alto do lençol freático (medido no fim da estação de cheias) está a mais de 10 m de profundidade, não será necessária a apresentação do mapa potenciométrico.

No caso de utilização de método geofísico, este deverá ser devidamente especificado.

5 - Condições Gerais

a) A área-objeto deverá situar-se a uma distância mínima de cursos d'água (rios, riachos, córregos), bem como de corpos naturais ou artificiais (lagos, lagoas e reservatórios), de acordo com a legislação vigente.

b) Os cemitérios deverão ser implantados onde as condições de fluxo do lençol freático não ensejem a deterioração das condições de potabilidade (Portaria 36/90 do Ministério da Saúde) pré-existent de captações de água subterrânea.

c) Internamente, o cemitério deverá ser contornado por uma faixa com largura mínima de 5 m, destituída de qualquer tipo de pavimentação ou recobertura de alvenaria, destinada à implantação de uma cortina constituída por árvores e arbustos adequados, preferencialmente de essências nativas. Parte dessa faixa poderá ter 20% em sua extensão linear destinada a edifícios, sistema viário ou logradouro de uso público, desde que não contrariem a legislação vigente. Caso a faixa interna exceda este valor mínimo, em situações específicas, poderá ser permitida a construção de ossários regulamentares, sistema viário ou outras construções.

d) Deverão ser mantidas as faixas de isolamento previstas na legislação vigente, onde não será efetuado nenhum sepultamento.

- e) No interior do cemitério, na chamada zona de enterramento ou sepultamento, é aconselhável o plantio de espécies com raízes pivotantes, a fim de evitar invasões de jazigos, destruição do piso e túmulos ou danos às redes de água, de esgoto e drenagem.
- f) O perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, além de outros dispositivos (terraçamentos, taludamentos, etc.) destinados a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra.
- g) O subsolo deverá ser constituído por materiais com coeficientes de permeabilidade entre 10^{-3} e 10^{-7} cm/s, na faixa compreendida entre o fundo das sepulturas e o nível do lençol freático (medido no fim da estação de cheias); ou até 10 m de profundidade, nos casos em que o lençol freático não for encontrado até este nível. Coeficientes de permeabilidade diferentes só devem ser aceitos, condicionados a estudos geológicos e hidrogeológicos, fundamentados em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada, os quais demonstrem existir uma condição equivalente de segurança, pela profundidade do lençol freático e pelo uso e importância das águas subterrâneas no local, bem como pelas condições de projeto.
- h) O nível inferior das sepulturas deverá estar a uma distância de pelo menos 1,5 m acima do mais alto nível do lençol freático (medido no fim da estação de cheias). Distâncias inferiores poderão vir a ser consideradas aceitáveis, condicionadas a estudos geológicos e hidrogeológicos fundamentados em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada, os quais demonstrem existir uma condição equivalente de segurança, por ser o subsolo extremamente favorável à atenuação dos poluentes, em função de sua granulometria, permeabilidade, umidade e condição de aeração, bem como pelas condições de projeto.
- i) Caso as condições naturais do terreno não permitam que as distâncias previstas no item anterior sejam obedecidas, o lençol freático deverá ser rebaixado artificialmente através da instalação de um sistema de drenagem subterrânea, convenientemente locado e implantado, tomando-se os devidos cuidados para que sua eficiência não seja comprometida ao longo do tempo.
- j) Resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos, tais como urnas e material descartável (luvas, sacos plásticos, etc.) deverão ter, preferencialmente, o mesmo tratamento dado aos resíduos sólidos gerados pelos serviços de saúde, de acordo com a legislação vigente (Resolução CONAMA nº 5, de 1993 e, no caso de incineração local, Norma CETESB E15.011). Se os resíduos sólidos forem enterrados no próprio cemitério, deverá ser usada unicamente a zona de sepultamento com recobrimento mínimo de 0,5 m de solo. Fica vetado o uso da faixa especificada no item 5.c, para tal finalidade.

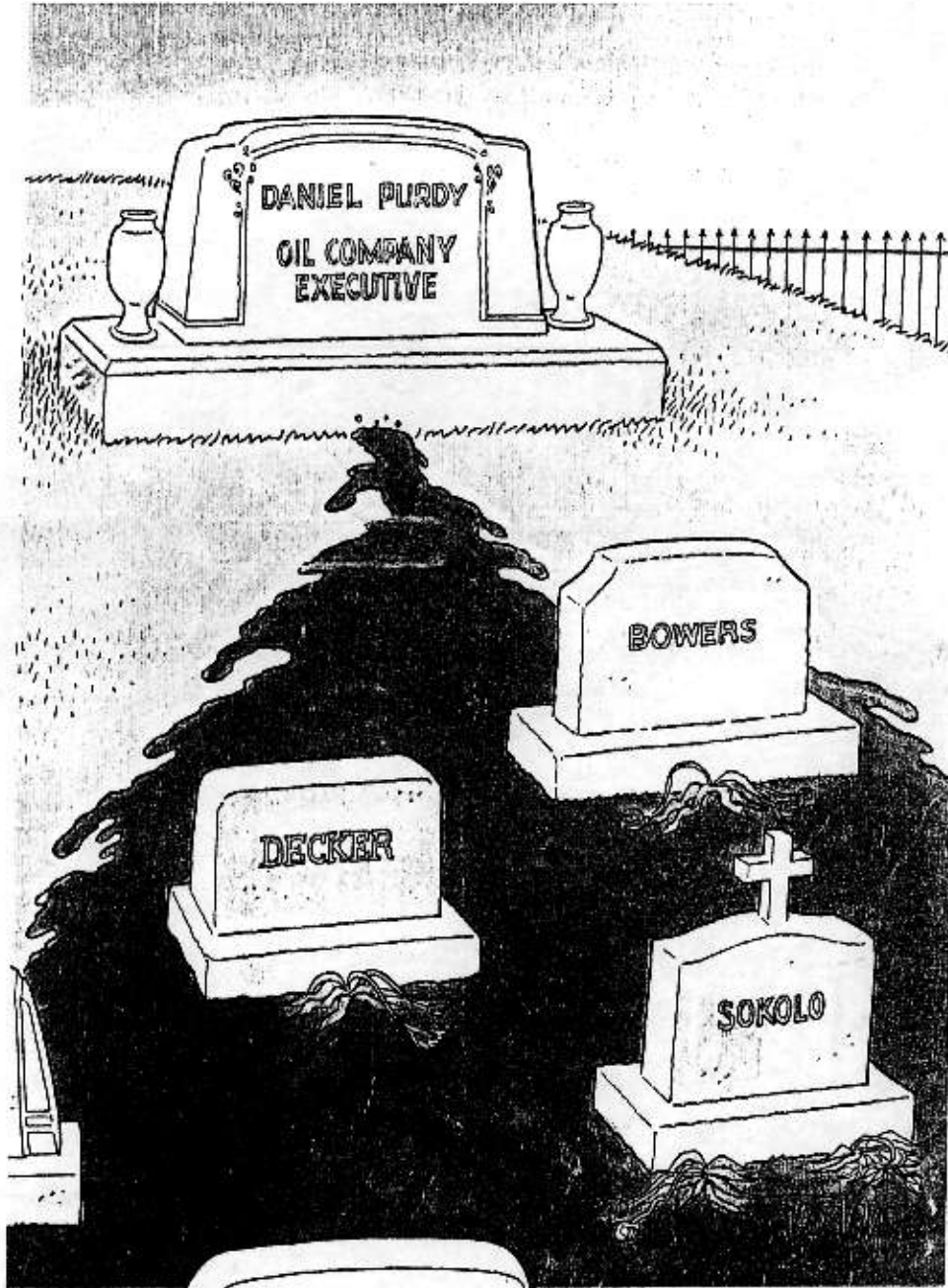
6. Condições específicas

- a) A implantação e a operação de cemitérios em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) ou Áreas de Proteção de Mananciais (APMs) fica condicionada às exigências adicionais e/ou complementares às estabelecidas nesta Norma, em consonância com a legislação ambiental vigente e as especificações da Secretaria do Meio Ambiente e do CONAMA.
- b) Áreas com substrato rochoso extremamente vulnerável, tais como zonas de falhamentos, zonas catacladas, rochas calcárias ou calcossilicatadas intemperizadas ou com erosão subsuperficial (canais de dissolução, dolinas, cavernas, etc) deverão ser previamente descartadas ou consideradas com restrições .
- c) Caso os estudos geológicos e hidrogeológicos efetuados em âmbito local demonstrem que o aquífero freático é potencialmente vulnerável a contaminações, o cemitério deverá ser provido de um sistema de poços de monitoramento, instalados em conformidade com a norma vigente (ABNT NBR13.895 - Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem). Desde que possível, é recomendável a instalação de alguns poços de monitoramento no entorno da área-objeto, estrategicamente localizados a montante e a jusante da área de sepultamento, com relação ao sentido de escoamento freático. Neste caso, os poços deverão ser amostrados e as águas subterrâneas analisadas, antes do início de operação do cemitério, para o estabelecimento da qualidade "em branco" do aquífero freático, de acordo com os padrões de potabilidade da Portaria nº 36, do Ministério da Saúde (1990) . A cada trimestre, os poços deverão ser amostrados, em conformidade com a norma NBR13.895 e as amostras de água analisadas para os seguintes parâmetros : condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza total, pH, cor aparente, cloretos, cromo total, ferro total, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, coliformes totais, coliformes fecais e bactérias heterotróficas . Caso ocorram indícios de contaminação, deverão ser analisados novamente os parâmetros de potabilidade estabelecidos na portaria nº 36 do Ministério da Saúde .

7. Referências Bibliográficas

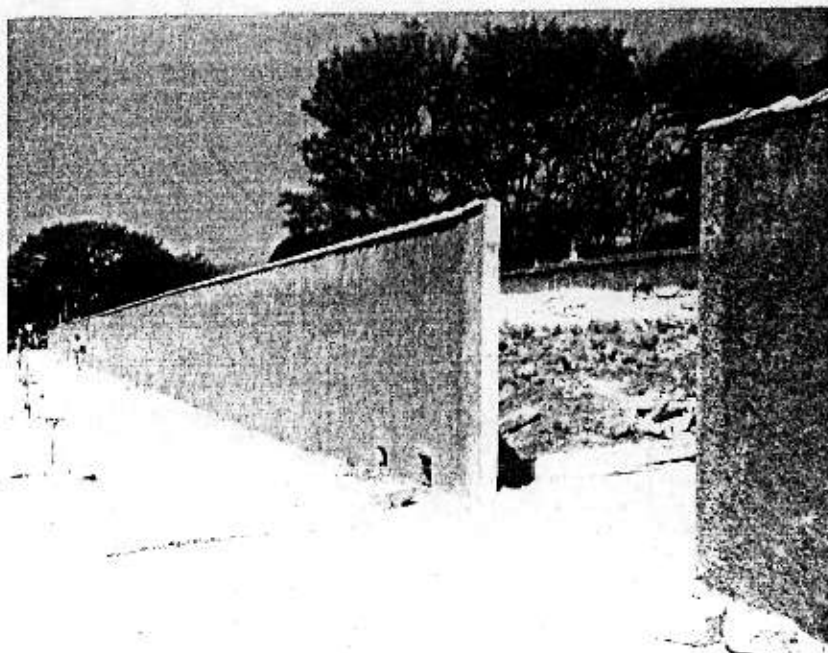
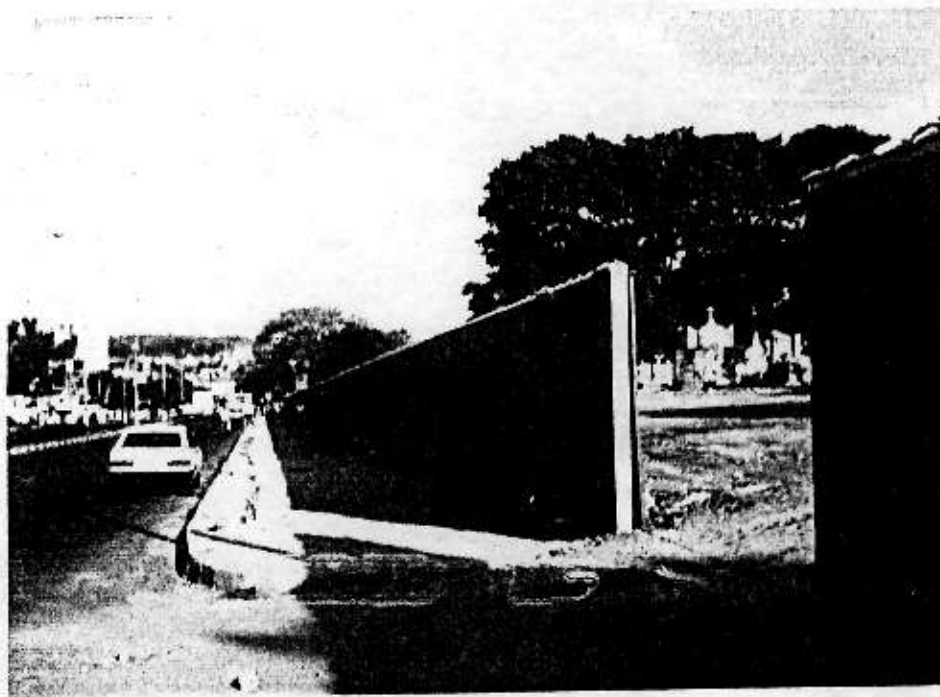
- DELMONTE, C.** . *Putrefação e Suas Consequências para o Meio Ambiente*. Palestra proferida no Primeiro Seminário Nacional Cemitério e Meio Ambiente. São Paulo, jun/95 .
- HURST, C.J.; GERBA, C.P.; CECH, I.** . *Effects of Environmental Variables and Soil Characteristics on Virus Survival in Soil*. Applied and Environmental Microbiology, p. 1067-1079, dec/80.
- LANCE, J.C.; GERBA, C.P.** . *Virus Movement in Soil During Saturated and Unsaturated Flow*. Applied and Environmental Microbiology, p.335-337, fev/84.
- MAGALHÃES, F.S.P.; MELLO, L.G.F.S.; MOTIDOME, M.J.** . *Cemeteries and their Impact on the Environment - Cemetery da Paz, São Paulo, Brazil*. Trabalho apresentado no "World Clean Air Congress 1998, Durban, South Africa, set/ 98.
- MARTINS, M.T.; PELLIZARI, V.H.; PACHECO, A.; MYAKI, D.M.** . *Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios*. Revista Saúde Pública. Vol. 25(1), São Paulo, p. 47-52, 1991.
- MCCONNELL, L.K.; SIMS, R. C.; BARNETT, B.B.** . *Reovirus Removal and Inactivation by Slow-Rate Sand Filtration*. Applied and Environmental Microbiology, p. 818-825, oct/84.
- MELLO, L.G.F.S.; MOTIDOME, M.J.; MAGALHÃES, F.S.P.** . *Os Cemitérios Poluem ?* Revista Saneamento Ambiental, n.34 e 35, 1995.
- PACHECO, A.; MENDES, J.M.B.; MARTINS, T.; HASSUDA, S.; KIMMELMANN, A. A.** . *Cemeteries - A Potential Risk to Groundwater*. Water Science Technology, Vol. 24(11), p. 97-104, 1991.
- PACHECO, Alberto.** . *Os Cemitérios como Risco Potencial para as Águas de Abastecimento*. Revista SPAM. EMLASA nº 17 , ago/86.
- SILVA, Leziro M.** . *Cemitérios: Fonte Potencial de Contaminação dos Aquíferos Livres*. 4º Congresso Latino-Americano de Hidrologia Subterrânea. Montevideo, Uruguai - ALHSUD - 1998.
- SILVA, Leziro M.** . *Os Cemitérios na Problemática Ambiental*. I Seminário Nacional "Cemitérios e Meio Ambiente", SINCESP e ACEMBRA. São Paulo, jun/95.

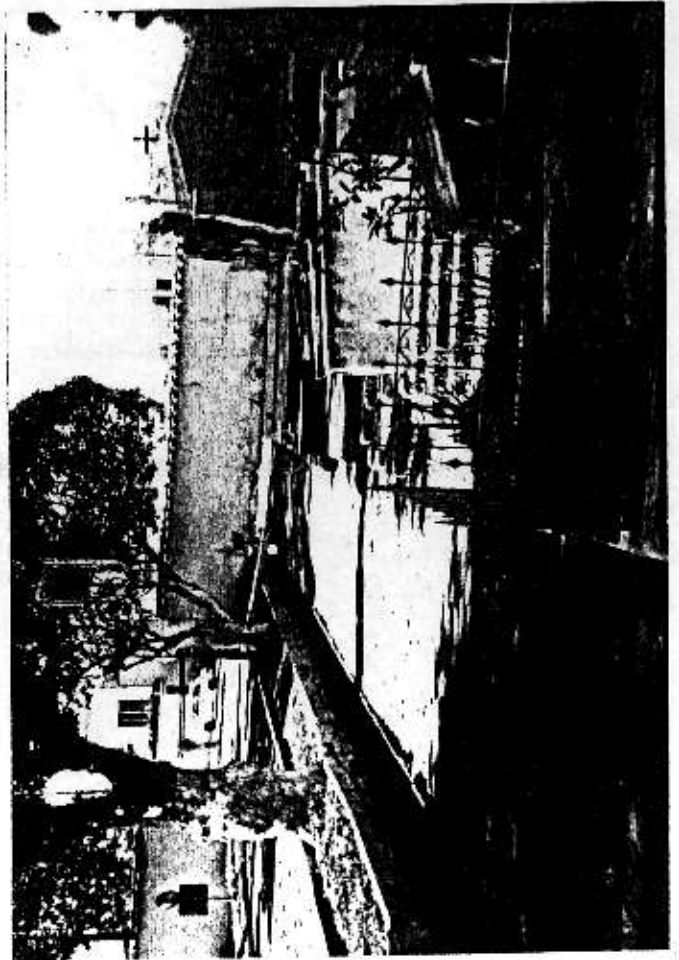
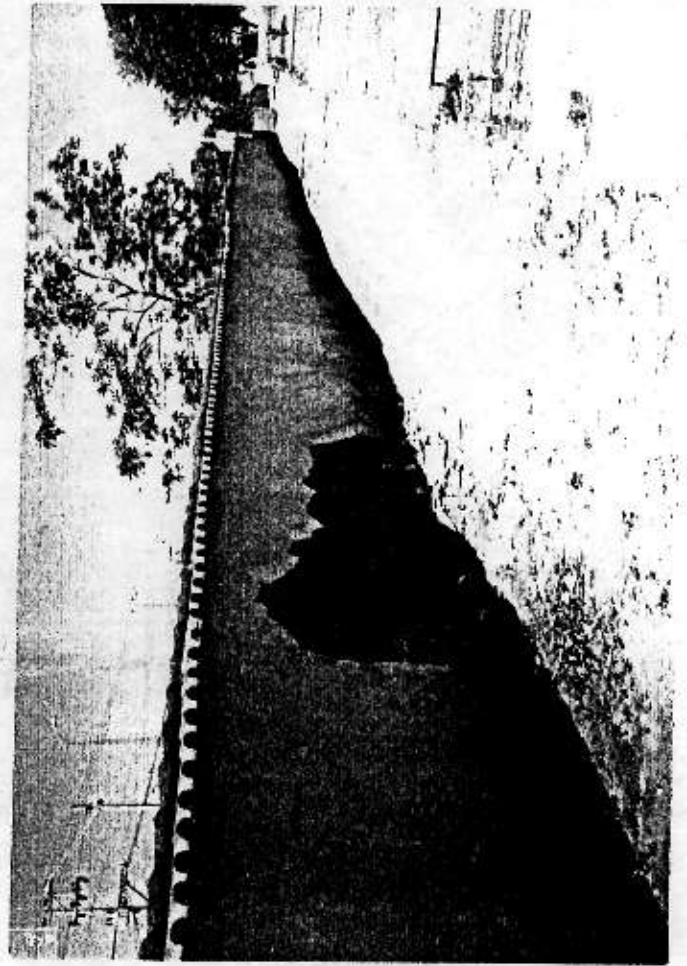
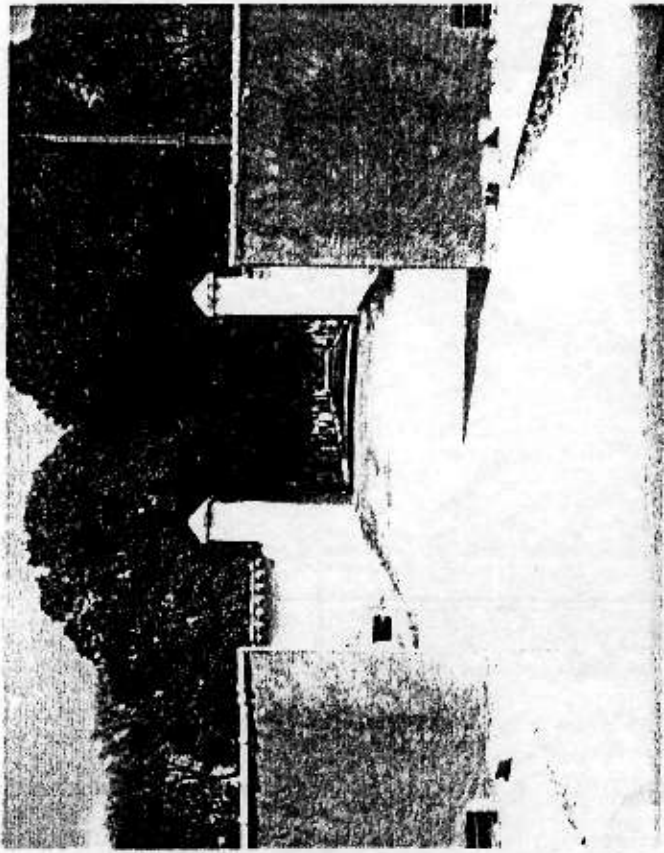
CHARGE HUMORISTICA

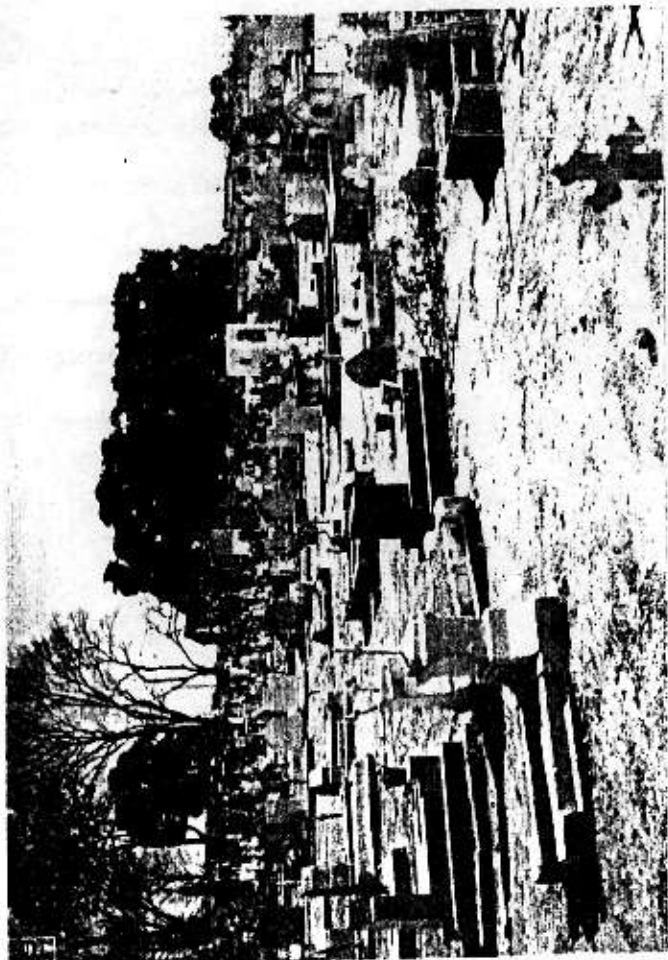
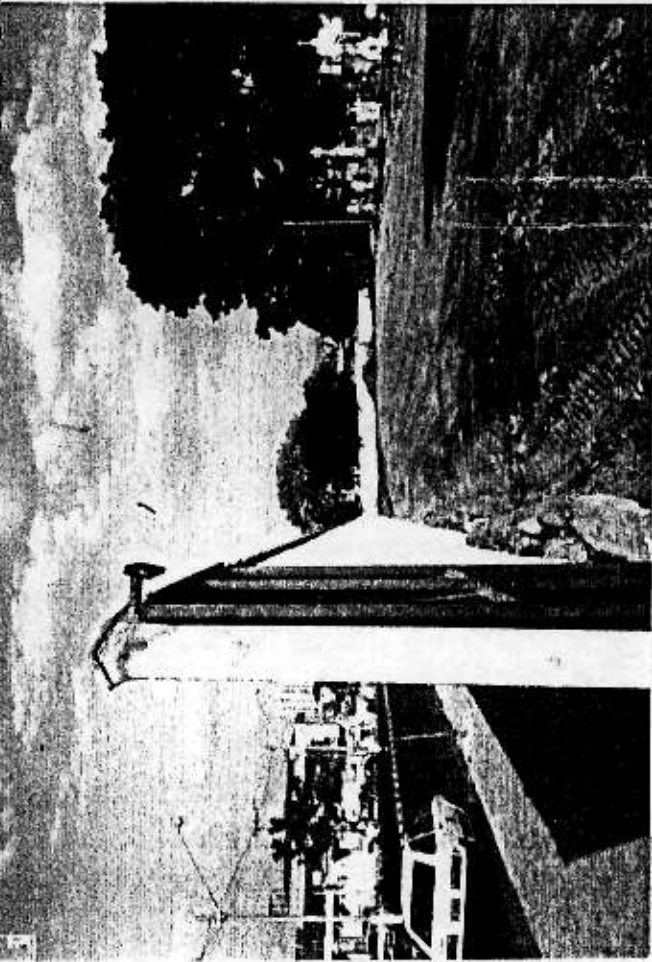
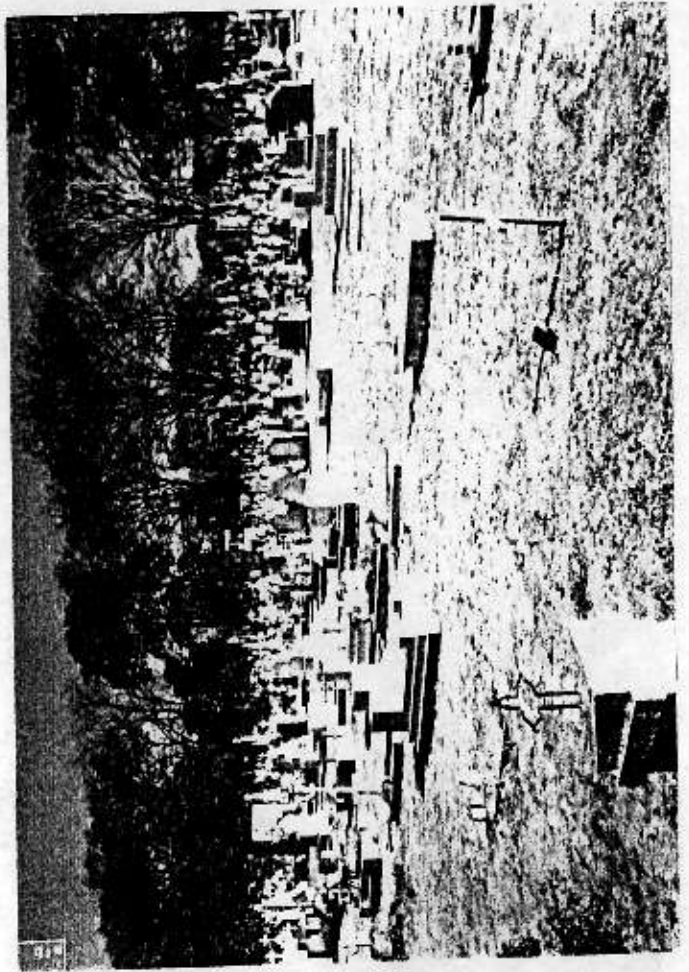


FOTOGRAFIAS ILUSTRANDO A SITUAÇÃO DO CEMITÉRIO MUNICIPAL DA SAUDADE, ITU, SP, ONDE O MURO ORIGINAL, CONSTRUÍDO NO INÍCIO DO SÉCULO, FOI DEMOLIDO E O NOVO CONSTRUÍDO NOS LIMITES DA CALÇADA PÚBLICA, ELIMINANDO-SE, CONSEQUENTEMENTE, A FAIXA DO PERÍMETRO DE PROTEÇÃO. O OBJETIVO FOI AUMENTAR A CAPACIDADE DE SEPULTAMENTO DA NECRÓPOLE, PRATICAMENTE JÁ EXAURIDA.









FOTOGRAFIAS ILUSTRANDO AS ACONDIÇÕES AMBIENTAIS DE UM CEMITÉRIO MUNICIPAL EM
PAÍS DO DITO PRIMEIRO MUNDO (ALEMANHA, CIDADE DE HILDELBURG),
TOMADAS PELO ENG^o FLÁVIO MAGALHÃES, EM 1993.

CEMITÉRIO DA MONTANHA (BERGFRIEDHOF)

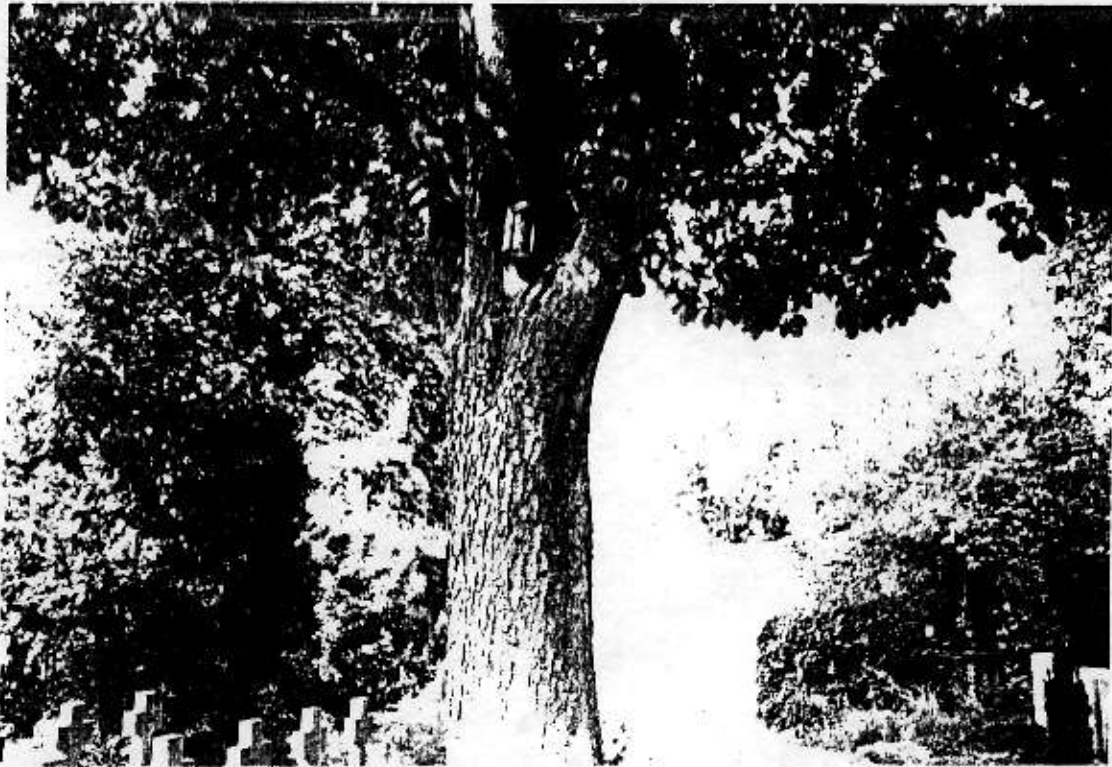


Entrada principal, vendo-se ao fundo o crematório e a presença intensa de vegetação.



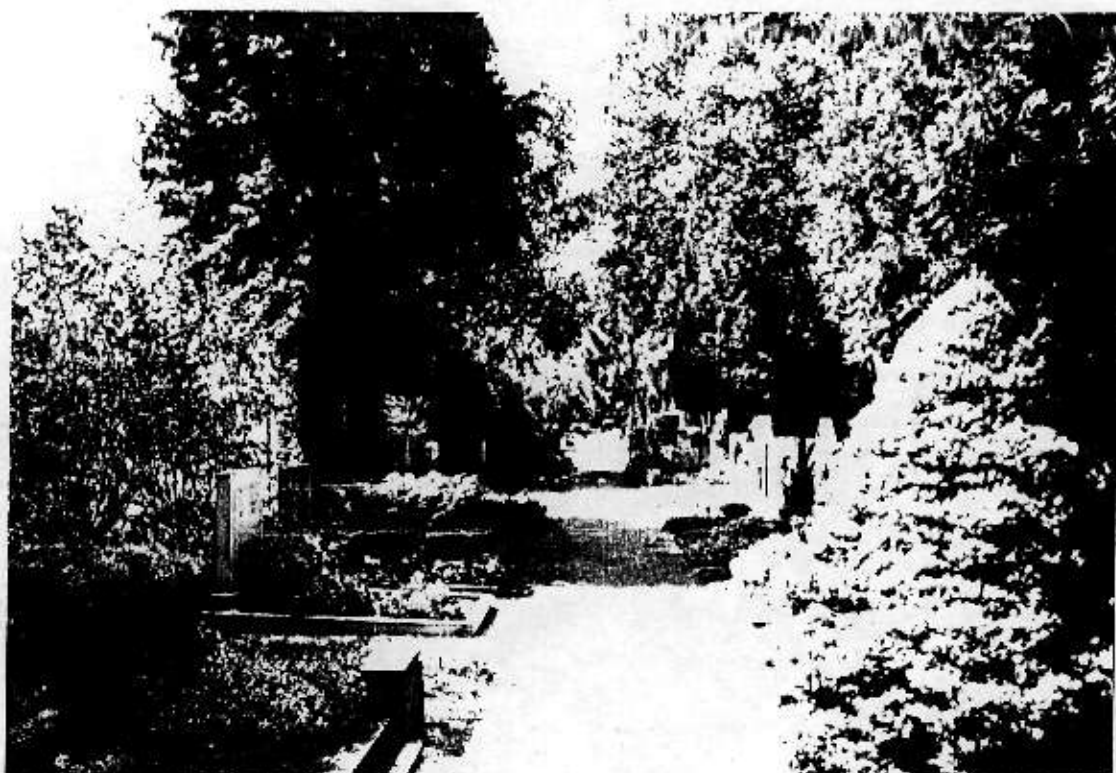
Vista interna notando-se topografia acidentada, taxa de recuo de aproximadamente 5.00 m confinando com residência.

CEMITÉRIO DA MONTANHA (Bergfriedhof)



Presença de grandes árvores no interior do cemitério e a preocupação ecológica com local para passaro nidificar.

CEMITÉRIO NOVA CASA (NEUENHEIM)

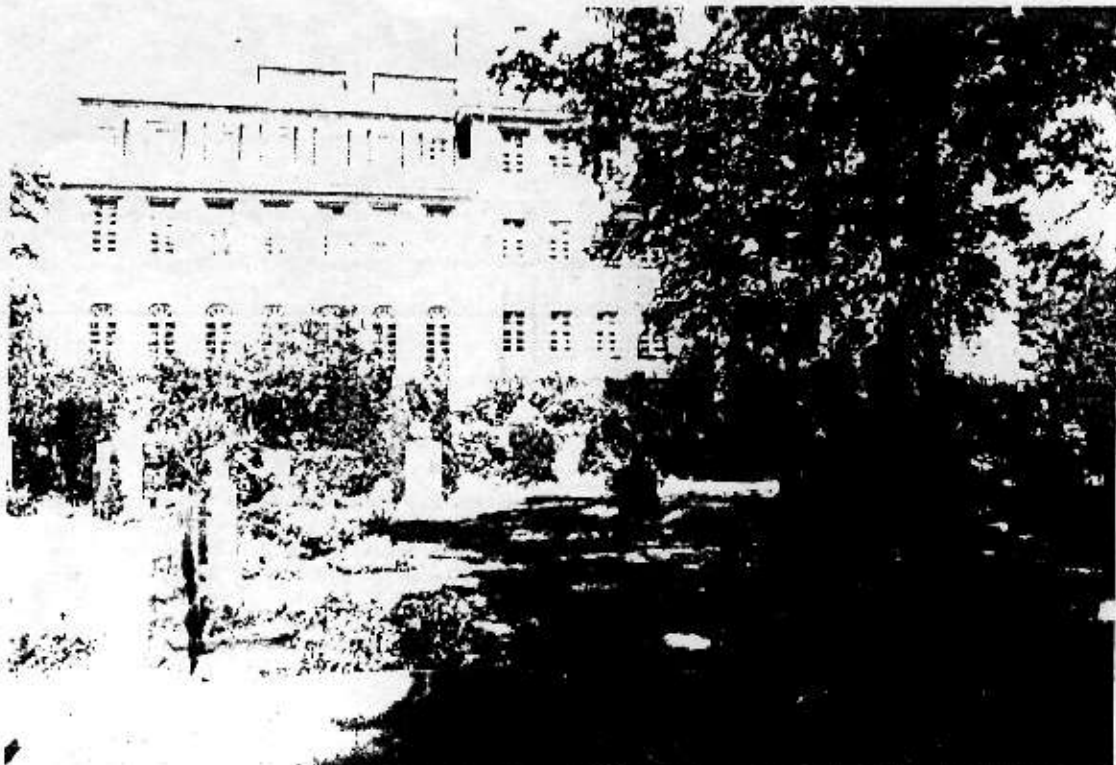


Vista interna, terreno horizontal e presença de grandes árvores.



Lateral esquerda do cemitério, vendo-se a sepultura junto a divisa, sem faixa de proteção e confrontando com construção.

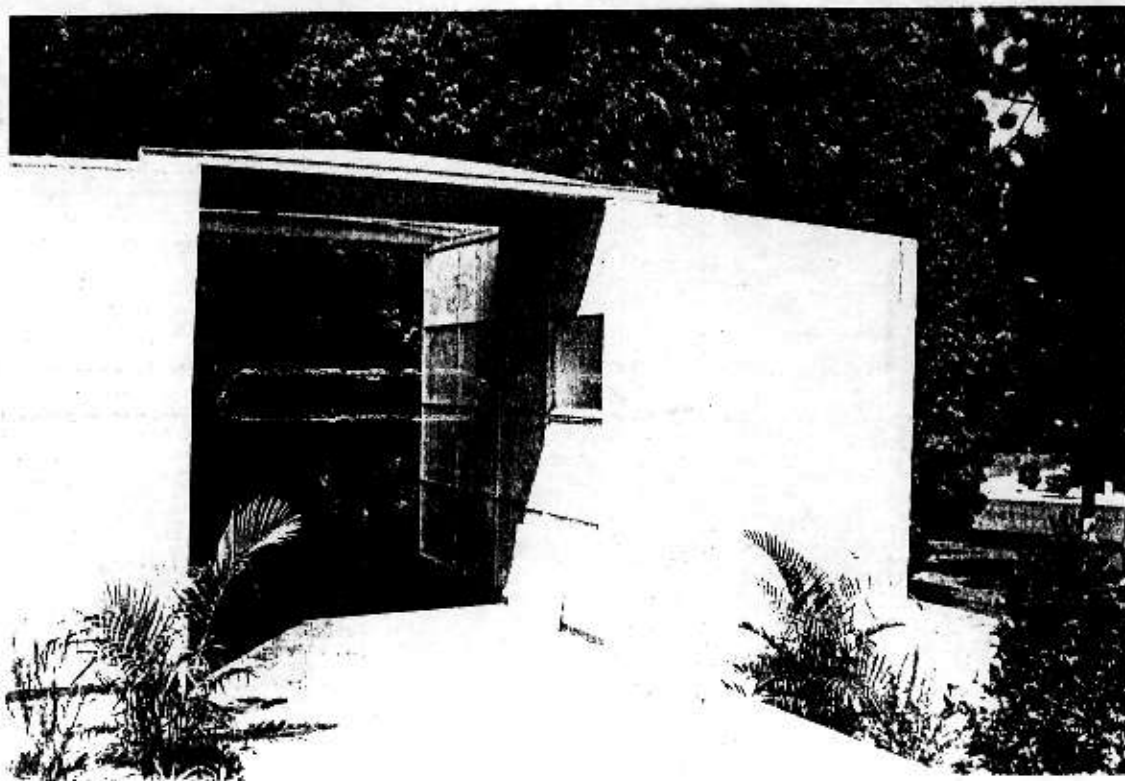
CEMITÉRIO NOVA CASA (Neuenheim)



Vista interna vendo-se terreno plano, grandes árvores, sepultura junto à divisa e confrontando-se com edifício dotado de passagem lateral para entrada de carro.

*Fotos colhidas por
Flávio Magalhães
Agosto/1993.*

JAZIGOS MODULARES AÉREOS, AGRUPADOS EM PANTEÓN



LOCAL: Unidade demonstrativa no Cemitério Jardim da Colina, S.B. Campo, SP

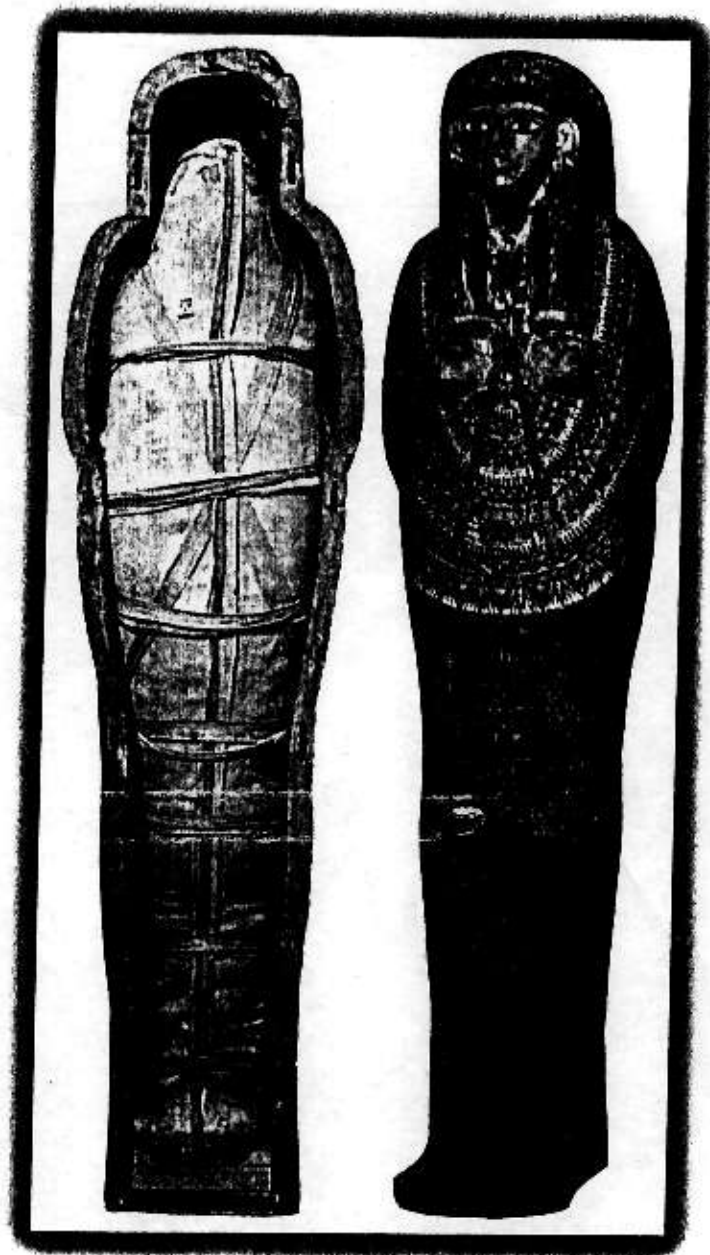
PARTE SUPERIOR DE UM CADÁVER HUMANO NO ESTADO DE
CONSERVAÇÃO POR MUMIFICAÇÃO



CADÁVER HUMANO ADULTO, INUMADO NA POSIÇÃO FETAL,
APRESENTANDO O FENÔMENO DE MUMIFICAÇÃO NATURAL, DEVIDOS ÀS
CONDIÇÕES DO SOLO (ARENOSO COM CONTEÚDO EM ARGILAS ATIVAS, SÊCO,
COVA RASA EM REGIÃO COM TAXA DE ISOLAÇÃO ELEVADA).



MUMIFICAÇÃO ARTIFICIAL PRATICADA NO EGITO ANTIGO
(TERCEIRO PERÍODO – 1.307 A 1.196 A.C.)



CETESB

**FICHA DE DEVOLUÇÃO
BIBLIOTECA**

DEVOLVER EM	DEVOLVER EM
13.09.00	
19-9-00	
28-06-03	
30-9-03	
7/11/04	
6-10-06	
05/04/07	
19-4-07	
5-5-08	
3-3-11	

AX-00135


Data Aquis.: 13/12/00

Indic.: _____

Localiz.: _____

Preço: R\$ _____

Data limbo: 13/12/00

 **FICHA DE EMPRÉSTIMO II**

CETESB

2300/51381/035688 26597

A influencia dos remiterios no meio ambi...

=====

DATA	REGISTRO	EMPRESTADO A
14-9-00	2433	

Se este livro não for devolvido dentro do prazo regulamentar, o leitor ficará sujeito às penalidades do regulamento da biblioteca.

O prazo poderá ser prorrogado se não houver pedido para este livro.

AX-00041