

MERDA ACONTECE

Algo está prestes a atingir o ventilador

“Seres humanos e o mundo natural estão em um curso de colisão ... Não restam mais que algumas poucas décadas, antes que a chance de evitar os riscos que agora confrontamos estejam perdidas, e as perspectivas para a humanidade imensuravelmente diminuídas.”

1.600 cientistas, 18 de novembro de 1992 – Aviso dos Cientistas do Mundo à Humanidade

Há uma teoria perturbadora sobre a espécie humana que começou a assumir um nível alarmante de realidade. Parece que o comportamento da raça humana está apresentando paralelos sinistros ao comportamento de organismos patogênicos, ou seja, causadores de doenças.

Quando vista do próximo nível quântico de perspectiva, no qual a Terra é vista como um organismo e humanos são vistos como microorganismos, a espécie humana parece uma ameaça ao planeta. De fato, a raça humana está se parecendo um bocado com uma doença – consistindo de organismos multiplicando-se em excesso, consumindo desenfreadamente, e gerando resíduos sem se preocupar com a saúde e bem estar do seu hospedeiro – o planeta Terra.

Organismos patogênicos são uma peculiaridade sórdida da natureza, embora eles também tenham seus propósitos construtivos, tais como eliminar os fracos garantindo somente a sobrevivência dos mais aptos. Eles o fazem subjugando seu hospedeiro, sugando sua vitalidade e liberando veneno em seu rastro. Patógenos não dão a mínima para a sua própria fonte de vida – o seu hospedeiro – e muitas vezes o matam rapidamente.

Isso pode parecer uma forma boba de uma espécie manter sua própria existência; afinal, se você mata o hospedeiro do qual sua própria vida depende, então você também tem que morrer. Mas os patógenos

desenvolveram uma tática de sobrevivência especial que lhes permite dar continuidade à sua existência mesmo após a morte de seu hospedeiro. Eles simplesmente viajam até um novo hospedeiro, enviando seus representantes para procurar e infectar outro organismo, enquanto sua própria população morre em massa junto com o hospedeiro original.

Um homem morrendo de tuberculose tosse em seu leito de morte, um ato instigado pelo agente infeccioso, garantindo que a doença tenha chance de se espalhar para outros. Uma criança defeca na terra fora de sua casa, satisfazendo sem saber as necessidades dos parasitas que habitam seus intestinos, que requerem um tempo no solo para completar seu ciclo de vida. Uma pessoa com cólera defeca em uma fossa negra que vazava para dentro do solo, contaminando o lençol freático e o suprimento de água para sua vila, permitindo o alastramento da doença a outros moradores.

No caso de organismos patogênicos que matam seu hospedeiro, o comportamento é previsível: multiplicar-se sem consideração por qualquer limite ao crescimento, consumir desenfreadamente e excretar toxinas a um nível que prejudica atrozmente o hospedeiro. Quando isso se traduz em termos humanos, fica evidente uma familiaridade inquietante, especialmente quando nós consideramos crescimento, consumo e riquezas materiais como sinônimos de sucesso.

Suponha que nós humanos estejamos, enquanto espécie, comportando-nos como uma doença: estamos nos multiplicando sem consideração por qualquer limite, consumindo recursos naturais como se não houvesse gerações futuras, e gerando detritos que estão mortificando o planeta do qual depende nossa própria sobrevivência. Há dois fatores que nós, como espécie, não estamos levando em consideração. O primeiro é a tática de sobrevivência de patógenos, que requer hospedeiros adicionais para infectar. Nós não temos o luxo dessa opção, pelo menos não ainda. Se nós conseguirmos continuar com nosso comportamento perigoso, então também conseguiremos marchar rumo à nossa própria destruição. No processo, podemos também arrastar muitas outras espécies conosco, uma síndrome horrenda que já está ocorrendo. Isso é evidente pela ameaça de extinção que paira, como a espada de Dâmoles, sobre um número alarmante das espécies do planeta.

Há uma segunda consideração: organismos hospedeiros, quando infectados, reagem. Conforme os humanos se tornam uma ameaça crescente, será que a Terra não tentará se defender? Quando um organismo patogênico infecta o corpo humano, este eleva sua própria temperatura para se defender. Esse aumento da temperatura não somente inibe o crescimento do patógeno invasor, como ainda aumenta em muito a eficiência de outros mecanismos de defesa do corpo. O aquecimento global pode ser a forma da Terra induzir uma “febre” global, como uma reação à poluição humana da atmosfera e o consumo excessivo de combustíveis fósseis.

Quando a temperatura interna do corpo sobe, o microclima do corpo muda, permitindo a proliferação rápida de anticorpos, células T, leucócitos e outros defensores contra a doença. Conforme o clima da Terra muda e o meio ambiente é sufocado pela poluição, nós humanos já temos uma idéia de qual tipo de organismos a natureza pode e vai repentinamente liberar para nos confrontar. Eles estão começando a se mostrar como pragas, insetos e novas cepas de bactérias mortíferas, vírus e algas particularmente tóxicas a humanos.

Conforme a temperatura do planeta aumenta, ela pega um embalo que não pode ser contido, não importa quão desesperados e arrependidos nós humanos possamos eventualmente ficar. A “febre” da Terra, como uma roda em movimento, passará apenas no *seu* próprio tempo. Podemos estar criando um monstro de Frankenstein de proporções astronômicas, a não ser, claro, que nós realmente sejamos organismos patogênicos. Se for esse o caso, então nós realmente não ligamos, não é mesmo?

Patógenos muitas vezes podem habitar um organismo hospedeiro por um tempo razoável sem causar sintomas de doença. Então algo acontece para desencadear seu crescimento – eles de repente acham um caminho e começam a proliferar rapidamente. É nesse ponto que efeitos óbvios de doença começam a ficar aparentes.

Humanos começaram a mostrar seu potencial patogênico ao planeta durante os anos 1950, devorando vorazmente os recursos naturais e descartando detritos no ambiente com total indiferença. De 1990 a 1997, o consumo humano global cresceu o mesmo tanto que desde o começo da civilização até 1950. De fato, só em 1997 a economia global cresceu mais do que em todo o século XVII.¹

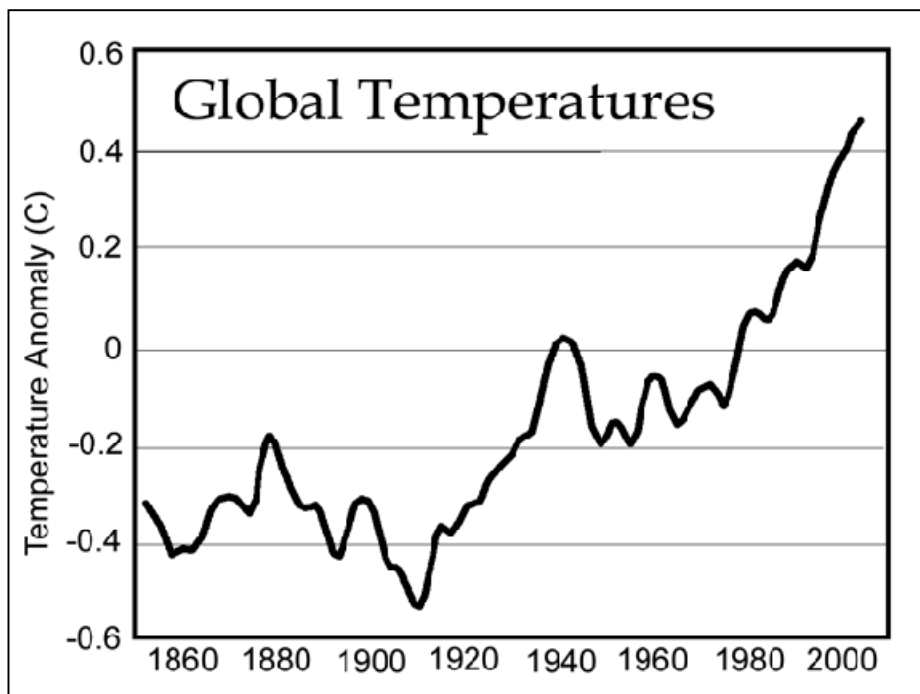
Ao final do século XX, nossos estilos de vida de consumo e desperdício haviam pintado um quadro global desolado. Quase a metade das florestas do mundo já se foram. Entre 1980 e 1995, perdemos áreas de florestas maiores que o México, e ainda estamos perdendo florestas a uma taxa de milhões de hectares ao ano.² Os lençóis freáticos estão caindo em cada continente. Populações de peixes estão sumindo, terras agrícolas estão se erodindo, rios secando, pântanos desaparecendo e espécies extinguindo-se.³ Além disso, a população humana está agora aumentando em 80 milhões a cada ano (mais ou menos a população de dez Suécias). Crescimento populacional sem responsabilidade, administração e respeito pelo meio ambiente virtualmente garante o aumento do consumo e poluição a cada ano que passa.⁴

Estima-se que a taxa basal, natural de extinção seja de cerca de uma a dez espécies ao ano. Atualmente, estima-se que estejamos perdendo 1.000 espécies ao ano. Mais de 10% de todas as espécies de aves, 25% das de mamíferos e 50% de todos os primatas estão ameaçados de extinção.⁵ De 242.000 espécies de plantas analisadas pela União de Conservação Mundial

em 1997, uma em oito (33.000 espécies) estavam ameaçadas de extinção.⁶

O que poderia levar a humanidade a agredir o sistema que suporta sua própria vida dessa forma? Por que desrespeitamos nosso organismo hospedeiro, a Terra, como se não fossemos mais do que uma doença intencionando sua destruição? Uma resposta, como já vimos, é o consumo. Nós abraçamos a idéia que mais é melhor, medindo o sucesso com a régua da riqueza material. Algumas estatísticas alarmantes evidenciam isso: as 225 pessoas mais ricas no mundo (0,000003% da população mundial) acumularam tanta riqueza como a *metade* mais pobre de toda a raça humana. A riqueza das três pessoas mais ricas do mundo é equivalente à riqueza total dos 48 países mais pobres juntos. Nós nos Estados Unidos certamente podemos levantar nossas mãos e ser contados quando se fala em consumo – nosso consumo de energia, grãos e materiais é o mais alto do planeta. Os americanos podem admitir que usam três toneladas de materiais por mês, cada um de nós – e isso sem contar comida e combustível. A despeito do fato que representamos apenas 1/20 da população mundial, nós usamos 1/3 dos seus recursos. Seriam necessários nada menos que três planetas Terra para sustentar a população inteira nesse nível de consumo.⁷

Há aqueles que zombam da idéia que um pequenino organismo como a espécie humana poderia afetar mortalmente um ser tão antigo e imenso como a Mãe Terra. A noção que nós poderíamos ser poderosos o suficiente para infligir doença a um ser planetário seria pura presunção.



Alerta de Patógenos!



- 15.589 espécies estão consideradas sob risco de extinção, incluindo uma em cada três espécies de anfíbios, quase a metade das tartarugas, um quarto das espécies de mamíferos, um quinto dos tubarões e arraiais, e um oitavo das aves. Destruição do habitat e degradação por humanos são a causa principal.¹⁶
- Desde os anos 1950, mais de 750 milhões de toneladas de resíduos químicos tóxicos foram lançados ao ambiente.⁸
- Ao final dos anos 1980, a produção de químicos orgânicos sintéticos associados ao câncer havia excedido 90 milhões de toneladas ao ano, um aumento de 100 vezes em apenas duas gerações.⁹
- Em 1992, só nos Estados Unidos, mais de 200 milhões de toneladas de químicos sintéticos de carbono foram produzidos.¹⁰
- Em 1994, bem mais de um milhão de toneladas de químicos tóxicos foram lançados no ambiente. Desses, 80 mil toneladas são carcinógenos suspeitos ou confirmados.¹¹
- Atualmente há 75.000 produtos químicos em uso comercial, e estima-se que 3.750 a 7.500 deles causam câncer a humanos.
- Há 1.231 locais declarados “prioritários” para descontaminação de substâncias perigosas, com 40 milhões de pessoas (um em cada seis americanos) vivendo dentro de um raio de 6,5 quilômetros de um desses locais.¹²
- 40% dos americanos podem esperar contrair câncer em suas vidas.
- 80% dos casos de câncer são atribuídos a influências ambientais.
- A incidência de câncer de mama é trinta vezes maior nos Estados Unidos que em certas partes da África.
- Casos de câncer infantil aumentaram em 30% desde 1950, e agora um em cada quatrocentos americanos podem esperar desenvolver câncer antes dos 15 anos de idade.
- A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos prevê dezenas de milhares de casos adicionais de câncer de pele fatal como resultado da destruição da camada de ozônio que já ocorreu sobre a América do Norte.¹³
- Peixes machos estão sendo encontrados com ovários femininos, jacarés machos com pênis atrofiados, e as contagens de espermatozoides de pessoas do sexo masculino estão diminuindo vertiginosamente.
- A pessoa comum hoje em dia tem em média pelo menos 250 contaminantes químicos em sua gordura corporal.¹⁴
- Cinquenta novas doenças emergiram desde 1950, incluindo Ebola, doença de Lyme, hantavirus e HIV.¹⁵
- As concentrações atmosféricas de CO₂ escalaram ao mais alto nível em 150.000 anos.

Onde há qualquer evidência que um planeta pode ficar doente e morrer? Bom, e Marte?

O que aconteceu com Marte, afinal? Nosso vizinho, o Planeta Vermelho, aparentemente já foi coberto de rios. O que aconteceu com eles? Rios sugerem uma atmosfera. Onde ela está? Será que Marte já foi um planeta coberto de vida? Nesse caso, por que é que ele parece morto agora? Poderia alguma forma de vida pode ter proliferado tão abundantemente e tão desenfreadamente a ponto de alterar a atmosfera do planeta, dessa forma causando um desequilíbrio e destruindo-o? É isso que está acontecendo com o nosso planeta? Será esse nosso legado nesse sistema solar, deixar para trás mais uma rocha solitária e morta, revolvendo ao redor do Sol? Ou será que apenas destruiremos a nós mesmos, enquanto a Terra, mais forte que seu irmão Marciano, superará nossa influência e sobreviverá para florescer mais bilhões de anos – sem nós?

A resposta, se me permitem especular, é nem uma coisa, nem outra – nós não destruiremos nem a Terra nem nós mesmos. Ao invés disso, aprenderemos a viver em uma relação simbiótica com nosso planeta. Posto de forma simples, a espécie humana alcançou uma bifurcação na estrada de sua evolução. Nós podemos continuar a seguir o caminho dos patógenos causadores de doença, ou podemos traçar um novo caminho como habitantes dependentes e respeitosos desse grãozinho de poeira galáctica que chamamos Terra. O primeiro caso requer apenas uma falta de respeito egocêntrica por tudo a não ser nós mesmos, vivendo como se não fosse haver futuras gerações humanas. O segundo caso, por outro lado, requer uma consciência de nós mesmos como uma parte dependente de um Ser Maior. Isso pode requerer uma alta dose de humildade, que nós podemos desenvolver por nós mesmos, ou esperar até que nos seja imposta, embora tragicamente, pelo mundo maior ao nosso redor. De qualquer forma, o tempo está acabando.

É irônico que os humanos tenham ignorado o problema de um resíduo que todos nós ajudamos a gerar todos os dias – um problema ambiental que têm perseguido nossa espécie desde seus primórdios, e que continuará a nos perseguir até nossa extinção. Talvez uma razão para nós termos adotado uma posição de esconder-nos enterrando a cabeça na areia, em relação ao assunto de reciclagem de excremento humano, é porque nós não podemos nem sequer falar sobre isso. Se há uma coisa que a cultura de consumo se nega a tratar com maturidade e construtivamente, são as excreções do corpo. Este é um tópico tabu, o assunto no qual não se pode nem pensar. E trata-se do assunto no qual estamos para mergulhar de cabeça. Porque desperdícios não são encontrados na natureza – exceto na natureza humana. Depende de nós, humanos, desvendar o segredo de sua eliminação. A própria Natureza oferece a chave do mistério, e a tem oferecido a nós por aeons.



QUEM POUPA, TEM

Os Estados Unidos são não somente uma terra de indústria e comércio, mas também uma terra de consumo e desperdício, produzindo entre 12 e 14 *bilhões* de toneladas de lixo anualmente. Muito de nosso lixo consiste de material *orgânico* incluindo resíduos alimentares, restos de podas e folhas de árvores, resíduos agrícolas, e esterco humano e animal, sendo que todos esses materiais deveriam ser retornados ao solo de onde se originaram. Esses materiais orgânicos têm alto valor para a agricultura, um fator chave bem conhecido por praticantes da agricultura orgânica.

Fezes e urina são exemplos de materiais orgânicos naturais, benéficos, excretados pelos corpos de animais após seus processos digestivos. Eles só constituem “lixo” quando nós os descartamos. Quando reciclados, eles são recursos, e muitas vezes nos referimos a eles como esterco, mas nunca como *lixo*.

Nós não reciclamos lixo. É um erro semântico comum dizer que o lixo pode e deve ser reciclado. Recursos materiais são reciclados, mas lixo nunca é reciclado. É por isso que se chama “lixo”. Lixo é qualquer material que é descartado e não tem mais nenhuma utilidade. Nós humanos temos sido tão desperdiçadores por tanto tempo que o conceito de *eliminação do desperdício* nos é estranho. Porém, é um conceito importante.

Quando descascamos uma batata, as cascas não são lixo de cozinha – elas ainda são cascas de batata. Quando estas são coletadas para compostagem, são recicladas, e lixo nenhum está sendo gerado.

Profissionais da compostagem às vezes se referem a materiais

reciclados como “lixo”. Muitas das pessoas que estão desenvolvendo programas municipais de compostagem vieram do campo da administração de resíduos, um campo no qual materiais descartados sempre foram chamados de “lixo”. Hoje, porém, o uso do termo “lixo” para descrever materiais reciclados é um desagradável hábito semântico que deve ser abandonado. Caso contrário, alguém poderia se referir às folhas caídas no outono como “lixo de árvores”, porque elas já não são necessárias à árvore e são descartadas. Porém, quando você entra na floresta, onde é que você vê lixo ou desperdício? A resposta é: em lugar nenhum; porque os materiais orgânicos da floresta são reciclados naturalmente, e nenhum lixo é criado. Ironicamente, alguns profissionais da compostagem referem-se às folhas e aparas de grama como “lixo de jardim” – outro exemplo da mentalidade de desperdício persistente, que é uma praga na nossa cultura.

Os excrementos de um organismo são a comida do outro. Tudo é reciclado em sistemas naturais, não havendo portanto desperdício. Humanos geram lixo porque nós insistimos em ignorar os sistemas naturais dos quais dependemos. Somos tão viciados nesse sentido que consideramos o desperdício como uma coisa natural, e damos à palavra “lixo” uma posição de destaque em nosso vocabulário. Temos “lixo” de cozinha, “lixo” de jardim, “lixo” agrícola, “lixo” municipal, “lixo” biológico, e assim vai. Porém, nossa sobrevivência a longo prazo exige que nós aprendamos a viver em harmonia com nosso planeta. Isso também requer que compreendamos os ciclos naturais e os incorporem em nosso dia-a-dia. Essencialmente, isso significa que nós humanos devemos tentar eliminar os desperdícios completamente. Conforme nós progressivamente eliminamos o desperdício de nossos hábitos de vida, podemos também progressivamente eliminar a palavra “lixo” de nosso vocabulário.

“Resíduos humanos” é um termo que tem sido usado para se referir aos excrementos humanos, ou seja fezes e urina, que são subprodutos da digestão e metabolismo. Quando *descartados*, como geralmente são, esses materiais são chamados de resíduos, mas quando *reciclados* para fins agrícolas, eles recebem vários nomes.

Humanure (do inglês *human*, humano + *manure*, esterco), diferentemente de *resíduos humanos*, não é nenhum tipo de resíduo ou lixo – é um recurso material orgânico rico em nutrientes para o solo. Humanure origina-se a partir do solo, e pode ser devolvido ao solo bem rapidamente, especialmente se convertido a húmus através do processo de compostagem.

Resíduos humanos (fezes e urinas *descartados*), por outro lado, criam problemas ambientais significativos, asseguram a rota de transmissão de doenças, e privam a humanidade da importantíssima

fertilidade do solo. São ainda um dos ingredientes principais dos esgotos, sendo responsáveis por boa parte da poluição das águas por todo o mundo.

Uma distinção clara deve ser feita entre humanure e esgoto, porque são duas coisas muito diferentes. Esgoto pode incluir dejetos de muitas fontes – indústrias, hospitais e oficinas, por exemplo. Esgotos também podem conter uma vasta gama de contaminantes, tais como químicos industriais, metais pesados, óleos e graxas, entre outros. Humanure, por outro lado, é estritamente material fecal humano e urina.

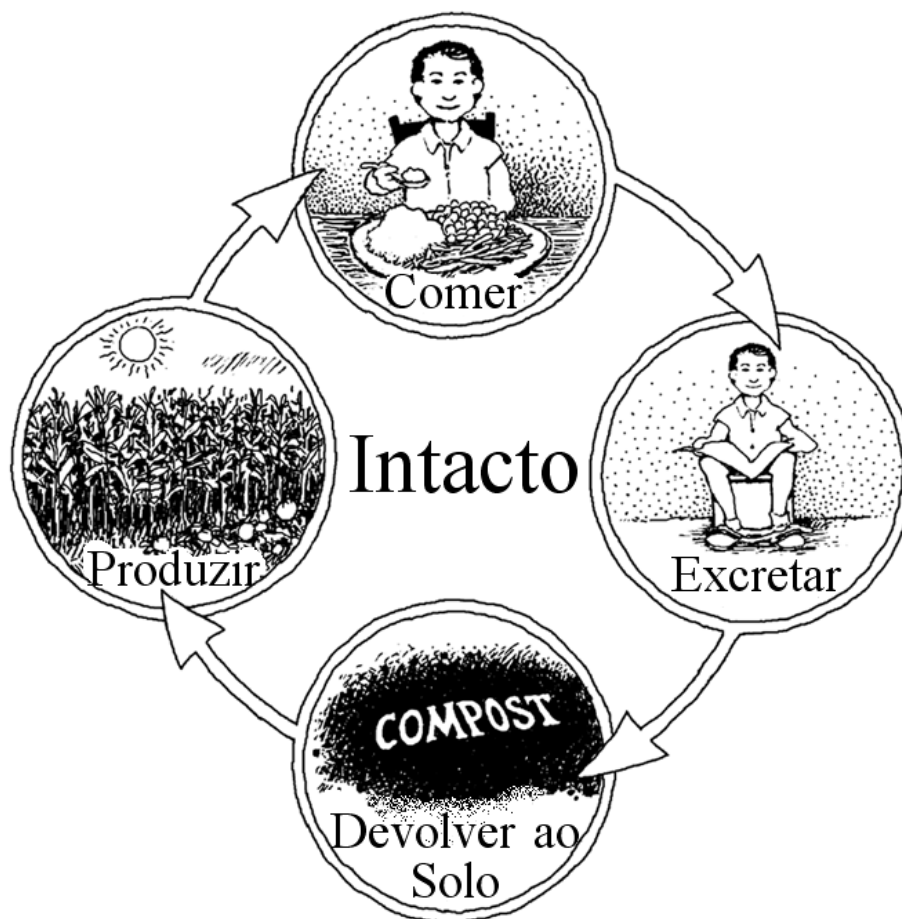
O que, na verdade, *são* os resíduos humanos? Resíduos humanos são lixo, pontas de cigarro, embalagens plásticas, caixas de hambúrguer de isopor, latas de desodorante, fraldas descartáveis, eletrodomésticos estragados, garrafas, jornais, etc quando não reciclados, pneus velhos, baterias gastas, lixo nuclear, embalagens de comida, depósitos de resíduos químicos, emissões atmosféricas, CDs descartados, os vinte e cinco bilhões de litros de água potável que nós descarregamos privada a baixo diariamente, e os milhões de toneladas de material orgânico descartados no ambiente, ano após ano.

O CICLO DE NUTRIENTES HUMANO

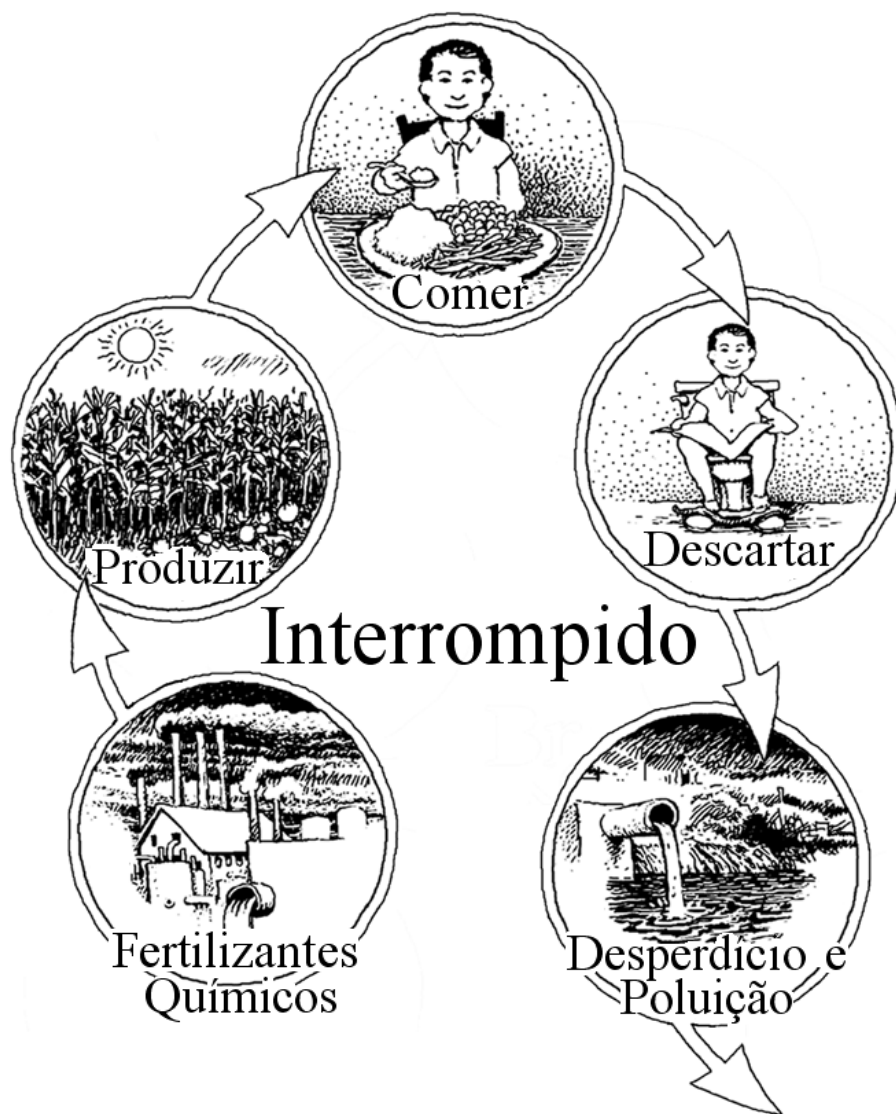
Na agricultura, é aconselhável que os resíduos orgânicos resultantes da atividade agrícola, incluindo excrementos animais, sejam devolvidos ao solo de onde se originaram. Essa reciclagem de resíduos orgânicos para fins agrícolas é fundamental para a agricultura sustentável. Ainda assim, os representantes dos movimentos pela agricultura sustentável permanecem em silêncio quanto ao uso de humanure para fins agrícolas. Por que?

Talvez o silêncio seja porque há atualmente uma profunda falta de conhecimento e compreensão sobre o que vem a ser o “ciclo de nutrientes humano” e a necessidade de manter o ciclo intacto. O ciclo de nutrientes humano funciona assim: a) nós produzimos comida; b) nós a comemos; c) nós coletamos e processamos os resíduos orgânicos (fezes, urina, restos de comida e materiais agrícolas) e, finalmente, d) nós então devolvemos os materiais orgânicos processados ao solo, assim enriquecendo o solo e possibilitando a produção de mais comida. Este ciclo pode ser repetido, infinitamente. Este é um processo que imita os ciclos da natureza e aumenta nossa habilidade de sobreviver neste planeta. Quando ao invés disso esses materiais são descartados como lixo, o ciclo natural de nutrientes é quebrado, criando problemas tais como a poluição, perda de fertilidade do solo e abuso de nossos recursos hídricos.

O CICLO DE NUTRIENTES HUMANO



O Ciclo de Nutrientes Humano é um ciclo natural e infinito. Para manter o ciclo intacto, o alimento para humanos tem que ser produzido em solos que são enriquecidos pela adição contínua de materiais orgânicos reciclados por humanos, tais como excrementos, restos e cascas de alimentos e resíduos agrícolas. Respeitando esse ciclo da natureza, os humanos podem manter a fertilidade de seus solos agrícolas para sempre, ao invés de degradá-los continuamente, como ocorre hoje.



Solos agrícolas utilizados na produção de alimentos deveriam ser deixados mais férteis a cada ano devido ao crescimento constante da população humana e a necessidade de produzir mais comida a cada ano que passa. Ao invés disso, nós esgotamos os nutrientes de nossos solos ao descartarmos materiais orgânicos na forma de lixo e esgotos, sendo que deveríamos estar devolvendo esses materiais ao solo.

Cada um de nós nos Estados Unidos desperdiça a cada ano cerca de 450 quilos de humanure, que são descartados nos esgotos e tanques sépticos por todo o país. Boa parte do humanure desperdiçado eventualmente encontra sua destinação final nos lixões, junto com outros desperdícios sólidos que nós americanos geramos e descartamos e que, coincidentemente, também são da ordem de 450 quilos por pessoa ao ano. Com uma população de 305 milhões, isso representa aproximadamente 305 milhões de toneladas de resíduos sólidos descartados pessoalmente por cada um de nós todo ano, sendo que pelo menos a metade disso poderia ter alto valor como um recurso agrícola.

A prática que nós humanos temos freqüentemente empregado para o descarte de resíduos é bem primitiva – nós enterramos o lixo em buracos no chão. Agora, dá-se o nome de aterro sanitário, e por muitos anos eles foram simples assim. Os novos aterros “sanitários” são revestidos com materiais sintéticos impermeáveis para prevenir a penetração do chorume e contaminação dos lençóis freáticos. Porém, apenas cerca de um terço dos lixões ativos nos Estados Unidos têm esse tipo de impermeabilização.¹ Curiosamente, os aterros impermeabilizados assemelham-se sinistramente a fraldas descartáveis gigantes. São imensos receptáculos revestidos de plástico, onde nós depositamos nossas fezes e outros detritos, em camadas; assim, os produtos finais de nossos estilos de vida desperdiçadores são enterrados, em verdadeiros mausoléus gigantes de lixo, como se quiséssemos preservar nossos dejetos para a posteridade. Nós confortavelmente damos a descarga do banheiro, e o esgoto resultante é transportado a esses aterros, para dentro dessas fraldas descartáveis gigantescas, e enterrado.

Não se está sugerindo aqui que *esgoto* deva ser usado para produzir comida. Esgoto consiste de humanure coletado junto com materiais perigosos, tais como resíduos industriais, médicos e químicos, todos carregados juntos pelas mesmas vias. Ou, nas palavras de Gary Gardner (Estado do Mundo 1998), “*Dezenas de milhares de substâncias tóxicas e componentes químicos usados em economias industriais, incluindo bifenilpoliclorados, pesticidas, dioxinas, metais pesados, asbestos, derivados do petróleo, e solventes industriais, são potencialmente parte do esgoto*”. Isso sem mencionar os organismos patogênicos. Quando esgotos não tratados foram utilizados para fins agrícolas em Berlin em 1949, por exemplo, tal prática foi responsabilizada pela disseminação de doenças verminóticas. Nos anos oitenta, a mesma prática foi associada a um surto de febre tifóide em Santiago, e em 1970 e 1991, a surtos de cólera em Jerusalém e na América do Sul, respectivamente.²

Humanure, por outro lado, quando mantido fora dos esgotos, coletado como um recurso material, e devidamente compostado,

representa um recurso agrícola apropriado à produção de alimentos. Quando nós combinamos nossos excrementos com outros materiais orgânicos tais como subprodutos agrícolas e restos de alimentos, podemos obter uma mistura que é irresistível a certos microorganismos benéficos.

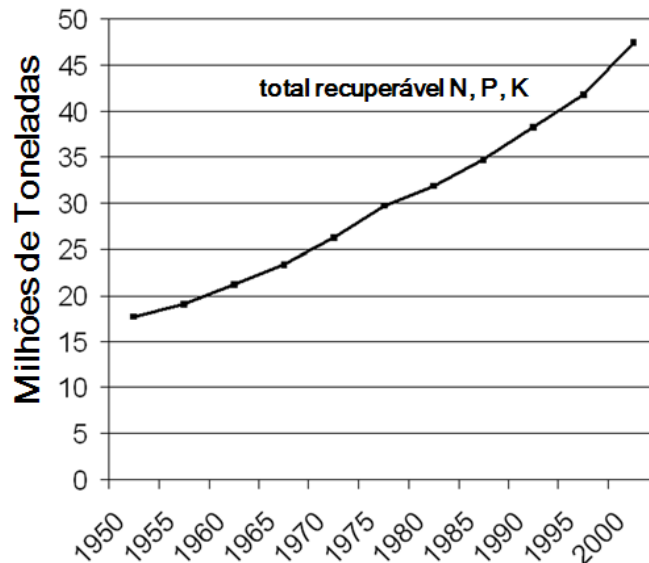
A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) estima que aproximadamente 22 milhões de toneladas de restos de alimentos são gerados nas cidades americanas a cada ano. Por todo o país, perdas de alimentos nos níveis de varejo, serviços alimentares e domiciliar foram estimadas em um total de 48 milhões de toneladas em 1995.³ Essas perdas representariam um excelente material orgânico para compostagem juntamente com humanure. Ao invés disso, apenas uma pequena porcentagem de nossas perdas de comida estão sendo compostadas nos Estados Unidos, enquanto o restante está sendo incinerado ou depositado em aterros.⁴

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, um grupo composto principalmente por países industrializados ocidentais, estima que 36% do lixo produzido por seus países membros consistem de restos de comida e jardins. Se também considerarmos o papel, a fração de matéria orgânica no fluxo do lixo sobe ao nível incrível de dois terços do total! Em países em desenvolvimento, materiais orgânicos tipicamente representam metade a dois terços do lixo.⁵ De acordo com a Agência de Proteção Ambiental, quase 80% dos resíduos sólidos gerados nos Estados Unidos são compostos de material orgânico.

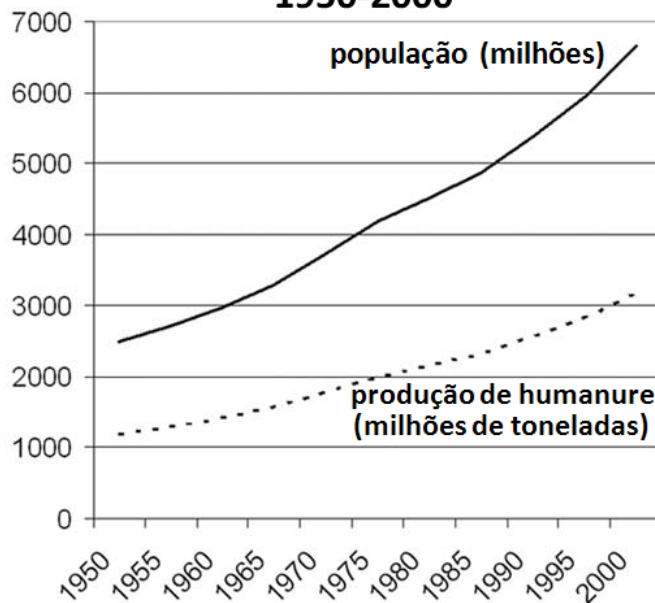
Está se tornando cada vez mais óbvio que contar com aterros para o descarte de materiais recicláveis não é uma estratégia sábia. Aterros atingem sua capacidade máxima, e novos têm que ser construídos para substituí-los. E aterros são grandes poluidores da água, solo e ar. Dos dez mil aterros fechados desde 1982, 20% são agora considerados locais contaminados de alto risco. Um relatório de 1996 no estado da Flórida revelou que a contaminação de lençóis freáticos por aterros antigos, não impermeabilizados, pode se estender por mais de 5,4 quilômetros, e que 523 reservatórios de água públicos na Flórida estão localizados dentro de uma milha desses aterros inativados, enquanto 2.700 estão dentro de 5 quilômetros.⁶ Sem dúvida situações semelhantes existem por todos os Estados Unidos.

Material orgânico descartado em aterros também cria grandes quantidades de metano, um dos principais gases causadores do efeito estufa. Lixões nos Estados Unidos estão *"entre as principais fontes de emissões de metano globais"*, de acordo com o Conselho de Defesa dos Recursos Naturais. Segundo a Agência de Proteção Ambiental, cada molécula de metano é 20 a 30 vezes mais potente que o CO₂ na geração do efeito-estufa.⁷

AGRONUTRIENTES RECUPERÁVEIS DE EXCREMENTOS HUMANOS MUNDIALMENTE



Produção Global de Humanure 1950-2000



Fonte: Fahm, Lattee, (1980), *The Waste of Nations*; páginas 33 e 38; Allanheld, Osmun and Co. Publishers, Inc., Montclair, NJ USA.

As taxas cobradas para dispor de material nos aterros em cada região dos Estados Unidos tem aumentado a uma taxa acima do dobro da inflação desde 1986. De fato, desde então, essas taxas já aumentaram em 300%, e espera-se que continuem crescendo nesse mesmo ritmo.⁸

Nos países em desenvolvimento, o quadro dos aterros sanitários também é desolado. No Brasil, por exemplo, 99% do lixo sólido vai parar em aterros, e três quartos das 90.000 toneladas ao dia vão parar em lixões a céu aberto.⁹ Lentamente estamos nos tornando cientes do fato que essa tendência de jogar coisas fora tem que ser revertida. Não podemos continuar jogando "fora" recursos úteis de forma desperdiçadora, enterrando-os em aterros poluentes e cada vez mais caros.

Se tivéssemos coletado todo o excremento humano do mundo e amontoado sobre as terras agrícolas em 1950, teríamos aplicado cerca de 77 toneladas por quilômetro quadrado. No ano 2000, teríamos coletado mais do *dobro* daquela quantidade por que a população está crescendo, mas a área de terra não está. De fato, a área global de terras agrícolas está continuamente *diminuindo* conforme o mundo perde, devido à agricultura e pecuária, uma área do tamanho do Kansas a cada ano.¹⁰ A sempre crescente população humana está produzindo uma quantidade cada vez maior de restos orgânicos que um dia terão que ser administrados de forma responsável e construtiva. Não é cedo demais para começarmos a entender os dejetos humanos como um recurso valioso implorando para ser reciclado.

Em 1950, o valor econômico dos nutrientes agrícolas na gigantesca pilha global de humanure era de 6,93 bilhões de dólares. Em 2000, teria um valor de 18,67 bilhões de dólares calculados no preço de 1975.¹¹ Esse é o dinheiro atualmente sendo levado pelas descargas, despejado no ambiente onde aparece como poluição. Cada tubo de esgoto tem uma saída em algum lugar; tudo jogado "fora" apenas passa de um lugar a outro. Humanure e outros materiais orgânicos não são nenhuma exceção. Não apenas estamos jogando "dinheiro" descarga abaixo, ainda estamos pagando para fazê-lo. O custo não é apenas econômico, mas também ambiental.

ÁGUA SUJA

O mundo divide-se em duas categorias de pessoas: aqueles que defecam em seus próprios reservatórios de água, e aqueles que não. Nós no mundo ocidental estamos no primeiro grupo. Nós defecamos na água, geralmente água purificada, potável. Após poluirmos a água com nossos excrementos, nós damos a descarga, mandando a água "para longe", significando que nós provavelmente nem sabemos para onde isso vai, e

FATOS CURIOSOS

sobre a água

- Se toda a água potável do mundo fosse posta em um tanque cúbico, o tanque teria 150 quilômetros de lado.
- Número de pessoas atualmente sofrendo com falta de acesso a água potável: 1,2 bilhões.
- Porcentagem de famílias no mundo que têm que ir buscar água fora de casa: 67.
- Projeção para o aumento da população mundial até meados do século 21: 100%
- Quantidade de água que os americanos usam por dia: 1,3 bilhões de litros.
- Quantidade de água necessária para produzir um carro: 380 mil litros.
- Número de carros produzidos todo ano: 50 milhões.
- Quantidade de água usada anualmente por um reator nuclear: 8 trilhões de litros.
- Quantidade de água usada por reatores nucleares todos os anos: o equivalente a 1,3 vezes o Lago Eries.

Fontes: Der Spiegel, 25 de maio de 1992; e Anais da Terra, volume 8, número 2, 1990; Ocean Arks International, One Locust Street, Falmouth, MA 02540.



ÁGUA, ÁGUA POR TODOS OS LADOS E ELA ESTÁ TODA CORRENDO LADEIRA A BAIXO

- Em meados dos anos 80, as 2.207 estações de tratamento de esgotos costeiras mantidas pelo governo estavam descarregando 14 trilhões de litros de esgotos tratados ao ano nos ambientes costeiros.¹⁴
- Em 2004, mais de 3 trilhões de litros de esgotos não tratados misturados a águas de enxurradas foram lançados por transbordamento de esgotos, e algo entre 10 e 40 bilhões de litros de esgotos não tratados contendo descargas de banheiros são lançados ao ambiente a cada ano nos Estados Unidos.⁴³
- Em 1997, poluição causou pelo menos 4.153 interdições de praias e advertências, 69% das quais foram causadas por poluição bacteriana elevada na água.¹⁵
- Em 2001, das 2.445 praias avaliadas pela Agência de Proteção Ambiental, 672 foram afetadas por interdições ou advertências, geralmente por níveis elevados de contaminação bacteriana.
- Em 2003, houve mais de 18.000 dias de interdições e advertências em praias dos Estados Unidos de acordo com o relatório anual de qualidade do mar do Conselho de Defesa dos Recursos Naturais. 88% das intervenções se deveram à presença de bactérias associadas com contaminação fecal. Em 2007, o número de interdições e advertências em praias e nos Grandes Lagos alcançou 20.000 pelo terceiro ano consecutivo. O número devido a vazamentos de esgotos mais que triplicou de 2006 a 2007.
- De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, a causa primária de interdições de praias foi o transbordamento da combinação de esgotos e águas de chuvas, com insuficiente capacidade de retenção de chuvas fortes para o processamento em estações de tratamento de esgotos.
- Em 2002, o Estado de Nova Iorque processou a cidade de Yonkers por descargas de esgotos, alegando que milhares de litros de esgotos não tratados estavam sendo despejados diariamente no Rio Bronx a partir de pelo menos quatro tubos de propriedade do município. Resultados laboratoriais mostraram que a poluição continha bactérias coliformes fecais, indicadoras de esgotos não tratados, em concentrações de até 250 vezes mais que o permitido pelos padrões de qualidade de águas do Estado de Nova Iorque.
- Em 2002, um juiz federal condenou Los Angeles por 297 vazamentos de esgotos. De 1993 a janeiro de 2002, a cidade relatou 3.000 vazamentos de esgotos. Los Angeles tem cerca de 10.000 quilômetros de esgotos. Os vazamentos atingem cursos d'água, são carreados até o oceano e poluem as praias.¹⁶
- Estudos do Programa Ambiental das Nações Unidas mostram que mais de 800 milhões de pessoas nas regiões costeiras do sul da Ásia não têm serviços sanitários básicos, o que as coloca sob alto risco de doenças relacionadas a esgotos.
- Em 2000, 55% dos lagos, rios e estuários dos Estados Unidos não estavam limpos o suficiente para pesca ou banho segundo testemunho da Agência de Proteção Ambiental ao Congresso em 2002. Em 1995, 40% estavam poluídos demais para pesca, banho ou qualquer uso aquático em qualquer época do ano, de acordo com a Agência de Proteção Ambiental.
- Em janeiro de 2005, reportou-se que 22% das águas costeiras dos Estados Unidos estavam impróprias para a pesca, baseado nas orientações da Agência de Proteção Ambiental para o consumo moderado de peixes pescados por lazer.

nem queremos saber.

Cada vez que nós damos a descarga no banheiro, lançamos 25 a 30 litros de água poluída no mundo. Isso seria como defecar dentro de uma jarra de água de 25 litros e então despejar tudo antes que qualquer um possa bebê-la. E então, fazendo o mesmo quando urinamos. E fazendo isso todos os dias, várias vezes. E então, multiplicando isso pelas cerca de 305 milhões de pessoas só nos Estados Unidos.

Mesmo após a água contaminada ser tratada em estações de tratamento de esgotos, ela ainda pode estar contaminada com níveis excessivos de nitratos, cloro, drogas, químicos industriais, detergentes e outros poluentes. Essa água "tratada" é descarregada diretamente ao ambiente.

Estima-se que em 2010, pelo menos a metade das pessoas nos Estados Unidos viverão em cidades costeiras, exacerbando ainda mais os problemas de poluição causados pelos esgotos. O grau de poluição das praias torna-se um pouco mais pessoal quando você se dá conta que os padrões de balneabilidade atuais da Agência de Proteção Ambiental ainda permitem 19 casos de doença para cada 1.000 banhistas de águas salgadas, e 8 a cada 1.000 banhistas de águas doces.¹³ Algumas das doenças associadas a banho em mares e cursos d'água contaminados com esgotos incluem a febre tifóide, salmonelose, shigelose, hepatite, gastroenterite, pneumonia e infecções de pele.¹⁷

Se você não quer ficar doente por causa da água onde nada, não afunde a cabeça. Se afundar, você pode acabar como os nadadores da baía de Santa Mônica. As pessoas que nadam no mar ali, dentro de 365 metros de um emissário de esgotos, têm 66% mais chance de desenvolver uma "doença respiratória significativa" dentro de 9 a 14 dias após entrar no mar.¹⁸

Isso não deveria ser nenhuma surpresa quando se leva em consideração o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos. O uso de antibióticos está tão disseminado que muita gente agora está criando bactérias resistentes em seus intestinos. Essas bactérias são excretadas em banheiros, sendo levadas até as estações de tratamento de esgotos onde *a resistência a antibióticos pode ser transferida a outras bactérias*. Essas estações de tratamento então podem se tornar criadouros de bactérias resistentes, que são descarregadas no ambiente. E por que não se trata a água com cloro antes de lançar ao ambiente? Normalmente a água é previamente clorada, mas estudos demonstraram que o cloro parece *umentar* a resistência a alguns antibióticos.¹⁹

Você não está preocupado com bactérias resistentes a antibióticos em sua área de natação? Aqui vai algo mais para você pensar: 50 a 90% dos fármacos ingeridos pelas pessoas podem ser excretados no banheiro e chegar aos cursos d'água *em sua forma original*

ou biologicamente ativa. Além disso, drogas que foram parcialmente degradadas antes da excreção podem ser convertidas a suas formas ativas originais por reações químicas ambientais. Drogas como quimioterápicos, antibióticos, antissépticos, cardiotrópicos, bloqueadores beta-adrenérgicos, hormônios, analgésicos, drogas redutoras do colesterol e reguladoras de lipídeos sanguíneos, já surgiram em locais como água de torneira, estações de tratamento de águas pluviais, lagos, rios e em aquíferos usados no abastecimento de água. Pense *nisso* na próxima vez que você encher seu copo de água.²⁰

O Estuário de Long Island recebe mais de cinco bilhões de litros de esgoto tratado todos os dias - os dejetos de oito milhões de pessoas. Tanto nitrogênio estava sendo lançado ao estuário com os esgotos *tratados* que isso fez o oxigênio aquático desaparecer, tornando o ambiente marinho impróprio para os peixes que normalmente vivem ali. As doze estações de tratamento que seriam completadas ao longo do estuário em 1996 deveriam remover 2,3 toneladas de nitrogênio diariamente. O nitrogênio é normalmente um nutriente do solo e um recurso agrícola, mas ao invés disso, quando lançado nos esgotos, torna-se um perigoso poluente da água.²¹ Em 31 de dezembro de 1991, proibiu-se nos Estados Unidos o lançamento de esgotos ao oceano. Antes disso, boa parte dos esgotos das cidades costeiras nos Estados Unidos eram simplesmente lançados ao mar.

A descarga de esgotos e águas servidas nos cursos d'água naturais invariavelmente cria poluição. Os impactos da água poluída são vastos, causando a morte de 25 milhões de pessoas a cada ano, três quintos dos quais são crianças.²² Metade das pessoas em países em desenvolvimento sofrem com doenças associadas com problemas de suprimento e saneamento de água.²³ Diarréia, uma doença associada com água poluída, mata seis milhões de crianças cada ano nos países em desenvolvimento, e contribui para a morte de até 18 milhões de pessoas.²⁴ No começo do século 21, uma em cada quatro pessoas nos países em desenvolvimento ainda sofrem com a carência de água limpa, e dois terços sofrem com a falta de saneamento adequado.²⁵

Saneamento adequado é definido pela Organização Mundial da Saúde como qualquer *descarte* de excretas que interrompa a transmissão de contaminantes fecais a humanos.²⁶ Esta definição deveria ser expandida para incluir instalações para *reciclagem* de excretas. Sistemas de banheiros secos, para a compostagem dos excretas, estão se tornando internacionalmente reconhecidos como “saneamento adequado”, e estão se tornando cada vez mais atrativos por todo o mundo devido ao seu custo relativamente baixo, comparado a sistemas que empregam a água e esgotos centralizados. De fato, sistemas de banheiros secos produzem um dividendo – o húmus, que permite a esses sistemas

gerar um lucro líquido, ao invés de serem uma fonte de gastos constantes. A obsessão pelos banheiros que usam a descarga por todo o mundo está causando a perpetuação dos problemas sanitários. Muitas partes do mundo não podem suportar os custos de tais sistemas, que são caros e requerem grande quantidade de água.

Nós também estamos esgotando nossos reservatórios de águas, e a descarga dos banheiros é um dos fatores levando a esse esgotamento. Dos 143 países com maior uso per capita de água, de acordo com o Instituto Mundial de Recursos, os Estados Unidos estão em segundo lugar, com um consumo de 712 litros por pessoa por dia (Bahrein ficou em 1º lugar). O consumo de água nos Estados Unidos aumentou em 10 vezes entre 1900 e 1990, indo de 151 bilhões para 1,55 trilhões de litros por dia.²⁸ A quantidade de água que nós Americanos utilizamos em geral, usada na produção dos bens que cada um de nós consome, mais a água usada para limpeza e bebida, totaliza o volume exorbitante de 5.900 litros por pessoa por dia, o que é três vezes mais que a quantidade utilizada na Alemanha ou França.²⁹ Essa quantidade de água é equivalente a dar a descarga em nossos banheiros 313 vezes todos os dias, cerca de uma vez a cada minuto e meio por oito horas seguidas. Segundo estimativas, são utilizadas uma a duas toneladas de água para a descarga de uma tonelada de excrementos humanos.³⁰ Não é surpresa nenhuma, portanto, que o uso de águas subterrâneas nos Estados Unidos exceda a taxa de reposição em 80 bilhões de litros ao dia.³¹

LIXO VS. ADUBO

Ao despejarmos nutrientes do solo na privada, nós aumentamos nossa necessidade de fertilizantes químicos sintéticos. Hoje, a poluição agrícola, causada pela erosão e efluxo de nutrientes devido ao uso incorreto ou excessivo de fertilizantes,³² representa “a maior fonte de poluição de águas” em nossos rios e lagos.³³ Fertilizantes químicos oferecem uma fonte rápida de nitrogênio, fósforo e potássio para solos empobrecidos. Porém, estima-se que 25 a 85% do nitrogênio químico aplicado ao solo e 15 a 20% do fósforo e potássio são perdidos por lixiviação, o que polui os lençóis freáticos.³⁴

Esta poluição aparece em pequenas lagoas que tornam-se sufocadas com algas como resultado da entrada anormal de nutrientes. De 1950 a 1990, o consumo global de fertilizantes artificiais aumentou em 1.000%, de 14 milhões de toneladas para 140 milhões de toneladas.³⁵ Em 1997, produtores rurais nos Estados Unidos usaram 20 milhões de toneladas de fertilizantes sintéticos,³⁶ e metade de todo fertilizante artificial já produzido foi usado apenas desde de 1982.³⁷ Poluição por nitratos, proveniente do uso excessivo de fertilizantes artificiais, é

atualmente um dos problemas mais sérios de poluição de águas na Europa e América do Norte. A poluição por nitratos pode causar câncer e até lesão cerebral ou morte em crianças.³⁸ Ainda assim, centenas de milhões de toneladas de materiais orgânicos compostáveis são gerados nos Estados Unidos todo ano, que são desperdiçados, poluindo o ambiente.

O abuso de nossos recursos hídricos e poluição com esgotos e fertilizantes químicos resultam em parte da crença que dejetos humanos e restos de cozinha são lixo, ao invés de recursos naturais recicláveis. Há porém, uma alternativa. Excrementos humanos podem passar por um processo de digestão bacteriana e então ser retornados para o solo. Este processo é normalmente conhecido como *compostagem*. Esse é o elo perdido do processo de reciclagem dos nutrientes humanos.

Excrementos humanos não processados trazem consigo um significativo perigo na forma de organismos causadores de doenças, ou patógenos. Essas doenças, tais como parasitas intestinais, hepatite, cólera e febre tifóide, são destruídas pelo processo de compostagem, quando o tempo de retenção é adequado em uma pilha de composto a baixa temperatura, ou quando o processo de compostagem gera calor biológico, que pode matar os patógenos em questão de minutos.

A aplicação de excrementos humanos não processados a campos não é segura do ponto de vista sanitário, e pode contribuir para a transmissão de muitas doenças. Americanos que já viajaram ao Oriente contam histórias do “fedor horrível” dos excrementos que paira pelo ar quando estes são aplicados aos campos. Por essas razões, é fundamental que os excrementos humanos sejam sempre compostados antes de seu uso agrícola. Compostagem adequada destrói possíveis patógenos e resulta em um material com odor agradável.

Por outro lado, a aplicação direta de excrementos não processados aos campos na Ásia representa um retorno dos nutrientes ao solo, assim recuperando um recurso valioso que é então utilizado na produção de alimentos para humanos. Cidades na China, Coréia do Sul e Japão reciclam os excrementos humanos ao redor de seus perímetros em cinturões verdes onde se produzem verduras e legumes. Xangai, na China, uma cidade com uma população de 14,2 milhões de habitantes em 2000,³⁹ produz um excedente exportável de vegetais dessa forma.

Excrementos humanos podem também ser utilizados para alimentar algas que, por sua vez, podem alimentar peixes em projetos de aquacultura. Em Calcutá, um desses sistemas produz 20 toneladas de peixes frescos por dia.⁴⁰ A cidade de Tainan, em Taiwan, é famosa por seus peixes, que são produzidos em 6.000 hectares de criações de peixes fertilizadas com humanure. Ali, humanure é tão valorizado que é vendido no mercado negro.⁴¹

RECICLANDO HUMANURE

Dejetos humanos podem ser reciclados naturalmente, ao serem oferecidos aos organismos que deles se alimentam. Essas criaturas vorazes existem há milhões, ou teoricamente *bilhões* de anos. Elas esperaram pacientemente por todo esse tempo para que nós, humanos, as descobríssemos. A Mãe Natureza inoculou nossos excrementos, assim como nosso lixo, com esses “*pequenos amiguinhos*”, que converterão nossos dejetos orgânicos em um material enriquecedor do solo, sob nossos olhos. Ajudantes invisíveis, essas criaturas são pequenas demais para serem vistas pelo olho humano, sendo portanto chamados *microrganismos*. O processo de alimentar esses microrganismos com matéria orgânica na presença de oxigênio é chamado *compostagem*. Compostagem apropriada garante a destruição de patógenos em potencial no humanure. A compostagem também converte os excrementos em um composto novo, benigno e de odor agradável, chamado *húmus*, que por sua vez é devolvido ao solo para enriquecê-lo e melhorar o crescimento das plantas.

A propósito, *todos* os excrementos animais beneficiam-se da compostagem, como os fazendeiros estão agora descobrindo. Estercos compostados, ao contrário de fezes frescas, não permitem a lixiviação de seus componentes. O invés disso, o composto ajuda a reter os nutrientes nos sistemas do solo. Estercos compostados também reduzem doenças das plantas e danos por insetos, e permitem um melhor manejo dos nutrientes na propriedade. De fato, duas toneladas de composto trarão muito mais benefício que cinco toneladas de estrume fresco.⁴²

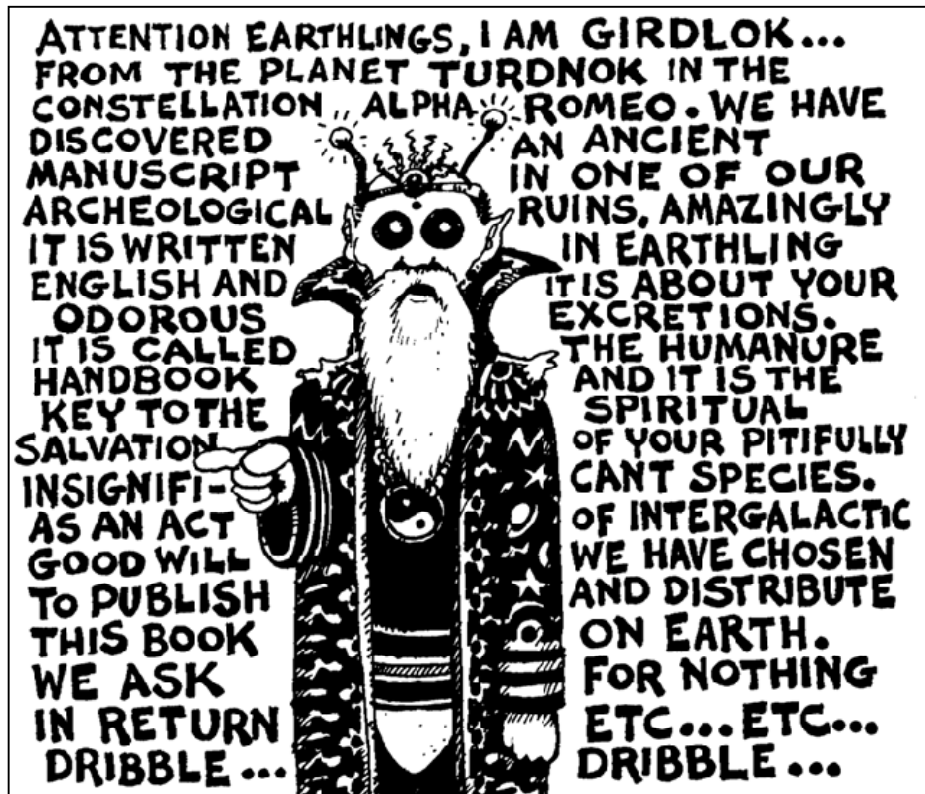
Esterco *humano* pode ser misturado com outros materiais orgânicos resultantes das atividades humanas, tais como restos de alimentos, cascas, restos de podas, folhas de árvores e aparas de grama, papéis e serragem. Esta mistura de materiais é necessária para que a compostagem ocorra apropriadamente, e produzirá um aditivo de solo adequado para a agricultura e horticultura.

Uma razão pela qual nós humanos não temos fornecido nossas fezes para os microrganismos apropriados é que nós nem sabíamos que eles existiam. Apenas os descobrimos em nosso passado recente. Também não tínhamos um crescimento populacional tão rápido no passado, e não convivíamos com os graves problemas ambientais que ameaçam nossa espécie hoje, como carcarás rodeando um animal moribundo.

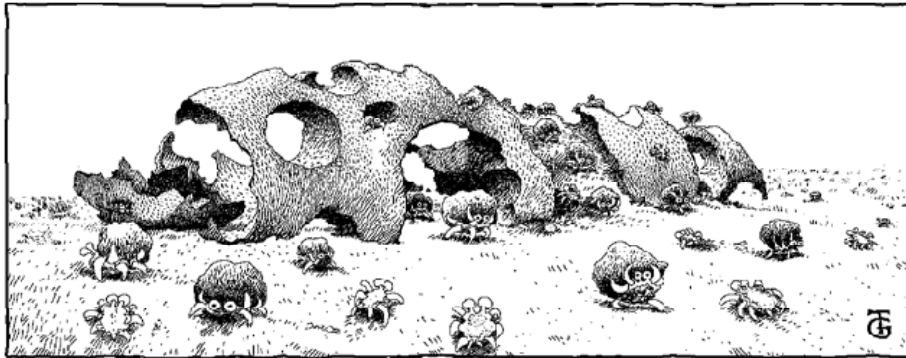
Isto tudo redundava no fato que a espécie humana deve inevitavelmente evoluir. Evolução significa mudança, e mudança é muitas vezes temida. Vasos sanitários com descarga e latas de lixo

abarrotadas representam hábitos arraigados que devem ser repensados e reinventados. Se nós humanos temos a metade da inteligência que pensamos que temos, acabaremos acordando para essa realidade. Enquanto isso não acontece, estamos percebendo que a natureza possui muitas das chaves que precisamos para abrir as portas para uma existência sustentável, harmoniosa nesse planeta. A compostagem é uma dessas chaves, mas só foi descoberta relativamente recentemente pela raça humana. Sua utilização está agora começando a se espalhar pelo mundo.





ATENÇÃO TERRÁQUIOS, EU SOU GIRDLOK, DO PLANETA TURDLOK, NA CONSTELAÇÃO ALPHA ROMEO. NÓS DESCOBRIMOS UM MANUSCRITO ANTIGO EM UMA DE NOSSAS RUÍNAS ARQUEOLÓGICAS. SURPREENDENTEMENTE, ESTÁ ESCRITO EM INGLÊS TERRÁQUIO E TRATA DAS SUAS EXCREÇÕES MAL CHEIROSAS. O NOME DO MANUSCRITO É MANUAL HUMANURE, E ELE É A CHAVE PARA A SALVAÇÃO ESPIRITUAL DA SUA ESPÉCIE PATÉTICA E INSIGNIFICANTE. COMO UM ATO DE BOA VONTADE INTERGALÁCTICA NÓS DECIDIMOS PUBLICAR E DISTRIBUIR ESSE LIVRO NA TERRA. NÃO PEDIMOS NADA EM TROCA, ETC... ETC... BLA... BLA...



CRIAÇÃO DE MICRÓBIOS

Aproveitando o Poder dos Organismos Microscópicos

Há no geral quatro maneiras de se lidar com excrementos humanos. A primeira é *jogar fora* como lixo. As pessoas o fazem ao defecar em reservatórios de água potável, ou em fossas externas ou privadas. A maioria desse material acaba sendo lançada ao ambiente, incinerada, enterrada ou descarregada nos cursos d'água.

A segunda maneira de lidar com excrementos humanos é a *aplicação desse material fresco a terras agrícolas*. Isso é bastante popular na Ásia onde o "solo noturno", ou excrementos humanos frescos, é aplicado aos campos. Embora essa prática mantenha os solos férteis, também age como um *vetor*, ou rota de transmissão para organismos causadores de doenças. Nas palavras do Dr. J. W. Scharff, ex-diretor do departamento de saúde de Singapura, "*Embora as verduras se desenvolvam bem, a prática de aplicar esterco humano diretamente ao solo é perigosa à saúde. A pesada carga de doenças e mortes por várias doenças entéricas na China é bem conhecida.*" É interessante observar a alternativa sugerida pelo Dr. Scharff ao uso de solo noturno fresco: "*Nós temos nos inclinado a considerar a instalação de um sistema de carreamento pela água como um dos objetivos finais da civilização.*" A Organização Mundial da Saúde também desencoraja o uso de solo noturno: "*O solo noturno é às vezes utilizado como fertilizante, e nesse caso representa grandes riscos por promover a transmissão de doenças*

*entéricas através dos alimentos, além de ancilostomíase."*²

Este livro, portanto, *não* é sobre a reciclagem de excrementos através da aplicação dos mesmos frescos ao solo, prática essa que deve ser desencorajada quando alternativas sanitárias, tais como a compostagem, são disponíveis.

A terceira forma de lidar com excremento humano é *compostá-lo lentamente por um período prolongado de tempo*. Esta é a forma empregada pela maioria dos banheiros compostáveis comerciais. A compostagem lenta geralmente ocorre a temperaturas abaixo da do corpo humano que é de aproximadamente 37°C. Este tipo de compostagem elimina a maioria dos organismos patogênicos em questão de meses, e acaba por eliminar todos os patógenos humanos, após transcorrido tempo adequado. Compostagem a baixa temperatura cria um aditivo de solo útil que é ao menos seguro para uso em jardins, hortas e pomares.

Compostagem *termofílica* é a quarta maneira de se lidar com excrementos humanos. Este tipo de compostagem envolve o cultivo de microrganismos que adoram calor, ou *termofílicos*, no processo de compostagem. Microrganismos termofílicos, tais como bactérias e fungos, podem criar um ambiente no composto que destrói organismos causadores de doenças potencialmente presentes nas fezes, convertendo o humanure em um húmus seguro, de aspecto e odor agradáveis, para uso em horticultura. Humanure após compostagem termofílica é *totalmente diferente* de solo noturno.

Talvez isso seja melhor explicado pelos especialistas na área: "*A partir de um estudo da literatura a respeito do tratamento do solo noturno, pode-se concluir claramente que o único método que assegura uma inativação efetiva e essencialmente total de patógenos, incluindo os mais resistentes helmintos (vermes) tais como ovos de Ascaris e todos os patógenos bacterianos e virais, é o tratamento pelo calor a temperaturas de 55 a 60°C por várias horas.*"³ Esses especialistas referem-se especificamente ao calor da *pilha de compostagem*.

DEFININDO COMPOSTO

De acordo com alguns dicionários, composto é "*uma mistura de restos vegetais em decomposição, estrumes, etc. para fertilização e condicionamento do solo.*" O Guia Prático de Engenharia de Compostagem define a compostagem assim: "*A decomposição biológica e estabilização de substratos orgânicos, sob condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas como resultado de calor biológico, resultando em um produto final que é estável, livre de patógenos e sementes de plantas, e pode ser aplicado benéficamente ao solo.*"

O Manual de Compostagem para a Fazenda diz que composto é *"um grupo de resíduos orgânicos ou uma mistura de resíduos orgânicos e solo que foi empilhada, umedecida, e passou por um processo de decomposição biológica aeróbica."*

O Conselho de Compostagem adiciona: *"Composto é o produto estabilizado e saneado da compostagem; composto é principalmente material decomposto e está no processo de humificação (cura). Composto tem pouca semelhança em forma física com o material original do qual ele é feito."* Esta última sentença é particularmente importante para quem composta humanure.

J. I. Rodale define composto um pouco mais eloquentemente: *"Composto é mais que um fertilizante ou remédio para as feridas do solo. Ele é um símbolo da continuação da vida ... A pilha de composto está para o agricultor orgânico assim como a máquina de escrever está para o escritor, como a pá está para o trabalhador, e como o caminhão está para o caminhoneiro."* ⁴

Em geral, a compostagem é um processo manejado por humanos envolvendo o cultivo de microrganismos que degradam e transformam materiais orgânicos na presença de oxigênio. Quando adequadamente manejado, o composto se torna tão altamente populado com microrganismos termofílicos que acaba por gerar boa dose de calor. Microrganismos do composto podem ser tão eficientes na conversão de material orgânico em húmus que o fenômeno não perde nada para um verdadeiro milagre.

NATURALQUIMIA

De certa forma, nós temos um universo acima de nós e um abaixo de nós. O universo acima pode ser visto nos céus noturnos, mas o universo de baixo é invisível sem lentes de aumento. Nossos antepassados não tinham muito entendimento do mundo vasto porém invisível que os rodeava, um mundo de incontáveis criaturas, tão pequenas que fogem ao alcance da visão humana. E ainda assim, algumas dessas microscópicas criaturas já estavam trabalhando para a humanidade na produção de alimentos tais como a cerveja, vinho, queijo e pão. Embora *fermentos* tenham sido usados pelas pessoas por séculos, *bactérias* só passaram a ser utilizadas pela humanidade ocidental em tempos recentes. A compostagem é uma das maneiras pelas quais o poder dos microrganismos pode ser utilizado para o melhoramento da humanidade. Antes do avanço da magnificação, nossos antepassados não entendiam o papel dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, ou a eficácia da vida microscópica na conversão de humanure, restos de comida e resíduos vegetais em solo.

A compostagem de materiais orgânicos requer exércitos de bactérias. Essa força microscópica trabalha tão vigorosamente que aquece o material a temperaturas mais altas que normalmente se encontra na natureza. Outros micro (invisíveis) e macro (visíveis) organismos como fungos e insetos também ajudam no processo de compostagem. Quando o composto se esfria, minhocas muitas vezes chegam e se alimentam do delicioso material, seus excrementos representando uma refinação adicional ao composto.

ENERGIA SOLAR NUMA CASCA DE BANANA

Restos orgânicos contém energia solar armazenada. Cada miolo de maçã ou casca de batata contém uma pequena quantidade de calor e luz, assim como um pedaço de lenha. Talvez S. Sides do jornal *Mother Earth News* ponha isso de forma mais sucinta: *"Plantas convertem energia solar em alimento para animais (nós mesmos incluídos). Então, o resto deixado por esses animais, juntamente com plantas mortas e cadáveres animais, 'acumulam-se na pilha de composto', são compostados, e 'nascem de novo no cereal.' Esse ciclo de luz é a razão central por que o composto é um elo tão importante na produção orgânica de comida. Ele devolve a energia solar ao solo. Nesse contexto, ingredientes tão comuns do composto tais como cascas de cebola, cabelos, cascas de ovos, restos de verduras, e até mesmo torradas queimadas já não são mais vistos como lixo, mas como luz solar passando de uma forma a outra."* ⁵

O material orgânico usado para fazer composto poderia ser considerado qualquer coisa na superfície da Terra que já foi vivo, ou veio de uma coisa viva, tal como estrume, plantas, folhas, serragem, turfa, palha, aparas de grama, restos de comida e urina. Uma regra geral diz que qualquer coisa que pode apodrecer poderá ser compostada, incluindo coisas como tecidos de algodão, tapetes de lã, trapos, papel, carcaças animais, e papelão.

Compostar significa converter material orgânico em solo ou, mais precisamente, *húmus*. Húmus é uma substância marrom ou preta, resultado da degradação de material orgânico ou restos vegetais. É um material estável que não atrai insetos nem incomoda animais. Ele pode ser manuseado e armazenado sem problemas, e é benéfico para o crescimento de plantas. Húmus retém umidade, e portanto aumenta a capacidade do solo de absorver e conter água. Diz-se que o composto contém nove vezes o seu peso em água (900%), enquanto a areia contém apenas 2%, e a argila 20%.⁶

O composto também adiciona nutrientes de liberação lenta, essenciais para o crescimento das plantas, areja o solo, ajuda a balancear o pH, escurece o solo (ajudando assim a absorção de calor), e suporta

populações microbianas que adicionam vida ao solo. Nutrientes como o nitrogênio no composto são liberados lentamente por toda a estação de crescimento, fazendo-os menos susceptíveis a perdas por lixiviação que os fertilizantes químicos, mais solúveis.⁷ Matéria orgânica do composto possibilita ao solo imobilizar e degradar pesticidas, nitratos, fósforo e outras substâncias que podem tornar-se poluentes. O composto imobiliza os poluentes em sistemas de solos, reduzindo sua lixiviação e absorção pelas plantas.⁸

A construção da camada superior, viva do solo pela Mãe Natureza é um processo que leva séculos. A adição de composto ao solo ajuda a restaurar rapidamente a fertilidade que, de outra forma, poderia levar centenas de anos para ser construída de novo pela natureza. Nós humanos esgotamos nossos solos em períodos de tempo relativamente curtos. Através da compostagem de nossos restos orgânicos e devolução à terra, podemos restaurar essa fertilidade também em relativamente curto tempo.

Solos férteis produzem melhores alimentos, promovendo assim boa saúde. Os Hunzas do norte da Índia já foram muito estudados. Sir Albert Howard relatou, *"Quando a saúde e composição física das várias raças do norte da Índia foram estudadas em detalhe, as melhores foram as dos Hunzas, um povo robusto, ágil e vigoroso vivendo em um dos vales nas montanhas altas da região do Gilgit... Não há praticamente diferença entre os tipos de alimentos consumidos por esse povo e o restante do norte da Índia. Há, porém, uma grande diferença na forma como esses alimentos são produzidos... O maior cuidado é tomado para se devolver ao solo todos os restos humanos, animais e vegetais, após terem sido compostados juntos. A área de terra é limitada: a vida depende da forma como ela é cuidada."*⁹

GOMER, A PILHA

Há várias razões para se empilhar o material para compostagem. Uma pilha protege o material do ressecamento ou resfriamento prematuro. Um alto nível de umidade (50-60%) é necessário para os microrganismos trabalharem contentes.¹⁰ O empilhamento previne escorrimento ou enxarcamento, e preserva o calor. Paredes verticais ao redor de uma pilha, especialmente se feitas de madeira ou fardos de palha, protegem contra o vento e previnem o esfriamento prematuro de um lado da pilha.

Uma pilha contida, organizada, tem um aspecto melhor. Dá a impressão que você sabe o que está fazendo quando faz a compostagem, ao invés de parecer uma pilha de lixo. Uma caixa de composto construída também ajuda a proteger contra animais como cães, que podem incomodar.

Uma pilha facilita a disposição de camadas ou cobertura no composto. Quando um depósito fétido é adicionado ao topo da pilha, é essencial cobrir com material orgânico limpo para eliminar odores

desagradáveis e ajudar a incorporar o oxigênio necessário na pilha. Portanto, se você vai fazer compostagem, não jogue simplesmente o material num monte no jardim. Construa um bom reservatório e faça as coisas direito. Esse reservatório não tem que custar dinheiro; pode ser feito de madeiras recicladas e blocos de cimento. Madeira é preferível, já que vai isolar a pilha e prevenir perda de calor e penetração de geadas. Evite madeiras que foram tratadas ou contaminadas com produtos tóxicos.

Um sistema de compostagem de quintal não tem que ser complicado de forma alguma. Não requer eletricidade, tecnologia, aparatos ou truques. Você não precisa de picadores, cortadores, moedores ou qualquer outra máquina.

QUATRO COISAS NECESSÁRIAS PARA UM BOM COMPOSTO

1) Umidade

O composto tem que ser mantido úmido. Uma pilha seca não vai funcionar - ela vai apenas ficar ali, com cara de aborrecida. É incrível a quantidade de umidade que uma pilha de composto pode absorver. Quando as pessoas sem nenhuma experiência em compostagem tentam imaginar uma pilha de compostagem de humanure no quintal de alguém, elas imaginam uma pilha gigante de excrementos, fétida e infestada de moscas, com todo tipo de líquidos horrorosos vazando pelo fundo da pilha de composto. Porém, uma pilha de composto não é uma pilha de lixo. Graças ao milagre da compostagem, a pilha se torna uma massa biológica viva, uma esponja orgânica que absorve uma boa umidade. A pilha não oferece riscos de vazamentos, a não ser que seja sujeita a fortes chuvas - e, neste caso, pode simplesmente ser coberta.

Por que é que pilhas de composto necessitam umidade? Por exemplo, o composto perde muita umidade para o ar durante o processo de compostagem, o que comumente causa uma retração de 40 a 80% na pilha.¹¹ Até mesmo quando materiais úmidos são compostados, uma pilha pode ressecar consideravelmente.¹² Um teor de umidade inicial de 65% pode cair para 20 a 30% em apenas uma semana, segundo alguns pesquisadores.¹³ É mais fácil você ter que *adicionar* umidade ao composto que ter que lidar com excesso de umidade vazando do composto.

A quantidade de umidade que uma pilha de composto recebe ou necessita depende dos materiais adicionados à pilha bem como a localização da pilha. Na Pensilvânia, há cerca de 1000 mm de chuva ao ano. Pilhas de composto raramente precisam da adição de água nessas condições. De acordo com Sir Albert Howard, adicionar água a uma pilha de composto em uma área da Inglaterra onde a precipitação chuvosa anual é de 610 mm

também não é necessário. Porém, a água necessária para compostagem pode ir de 1000 a 1500 litros para cada metro cúbico de composto preparado.¹⁴ Essa umidade será alcançada se a urina humana for adicionada na compostagem de humanure e o topo da pilha for mantido descoberto e recebendo quantidade adequada de chuva. Água adicional pode vir de materiais orgânicos úmidos, tais como restos de comida. Se uma precipitação chuvosa adequada não for disponível e o conteúdo da pilha não estiver úmido, adição de água será necessária para produzir um teor de umidade equivalente a uma esponja molhada e espremida. Águas servidas ou água da chuva coletada podem ser usadas para esse propósito.

2) Oxigênio

Compostagem requer o cultivo de bactérias *aeróbicas*, que gostam de oxigênio, para possibilitar a decomposição termofílica. Isso é feito pela adição de materiais volumosos à pilha de composto para criar pequenos espaços de ar. Bactérias aeróbicas sofrem com a falta de oxigênio quando afogadas em líquido.

Decomposição bacteriana também pode ocorrer anaerobicamente, mas este é um processo mais lento e frio que pode, falando francamente, feder. Odores anaeróbicos podem cheirar a ovos podres (devido ao ácido sulfídrico), leite azedo (por ácidos butíricos), vinagre (ácidos acéticos), vômito (ácidos valéricos), e putrefação (compostos alcoólicos e fenóis).¹⁵ Obviamente, nós queremos evitar tais odores, mantendo para isso uma pilha de composto aeróbica.

Composto bom, saudável, aeróbico não deve ofender o senso de odor de ninguém. Porém, para tanto, uma regra simples deve ser seguida: *qualquer coisa que cheire mal, quando adicionada a uma pilha de composto, deve ser coberta com material orgânico limpo e sem cheiro*. Se você usa um banheiro compostável, então você deve cobrir os depósitos dentro do vaso após cada uso. Da mesma forma, você deve cobrir sua pilha de composto toda vez que adiciona material a ela. Bons materiais para cobertura em banheiros compostáveis incluem serragem, musgos secos, folhas, cascas de arroz, palhas e muitas outras coisas. Bons materiais de cobertura da pilha de composto incluem mato, palha, feno, folhas e outros materiais volumosos que retém oxigênio no composto. Cobrir adequadamente o composto com material orgânico limpo é o simples segredo para a prevenção de odores, e também previne problemas com moscas.

3) Temperatura

Desidratação interromperá o trabalho dos microrganismos. Congelamento também. Pilhas de composto não funcionam se estiverem

BENEFÍCIOS DO COMPOSTO

ENRIQUECE O SOLO

- Adiciona material orgânico
- Aumenta a fertilidade e produtividade
- Inibe doenças das plantas
- Inibe insetos
- Aumenta a retenção de água
- Inocula o solo com microrganismos benéficos
- Reduz ou elimina a necessidade de fertilizantes químicos
- Modera a temperatura do solo

PREVINE POLUIÇÃO

- Reduz a produção de metano nos aterros
- Reduz ou elimina o lixo orgânicos
- Reduz ou elimina o esgoto

COMBATE POLUIÇÃO JÁ EXISTENTE

- Degrada substâncias químicas tóxicas
- Imobiliza metais pesados
- Limpa ar contaminado
- Limpa fluxo de águas pluviais

RECUPERA O SOLO

- Ajuda no reflorestamento
- Ajuda a restaurar habitats naturais
- Ajuda a recuperar terras usadas para mineração
- Ajuda a recuperar pântanos danificados
- Ajuda a prevenir a erosão em planícies sujeitas a inundação

DESTRÓI PATÓGENOS

- Pode destruir organismos causadores de doenças em humanos
- Pode destruir patógenos das plantas
- Pode destruir patógenos animais

ECONOMIZA DINHEIRO

- Pode ser usado para a produção de alimentos
- Pode eliminar custos com disposição de lixo
- Reduz as necessidades de água, fertilizantes e pesticidas
- Pode ser vendido, gerando lucro
- Estende a vida de aterros por desviar materiais
- É uma técnica de reparação ambiental mais barata

Fonte: Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (outubro de 1997). *Composto: Novas Aplicações para uma Tecnologia Antiga*. EPA 530-F-97-047 F a experiência do autor

congeladas. Porém, os microrganismos podem simplesmente esperar até que as temperaturas aumentem o suficiente para que reiniciem o trabalho fervorosamente. Se você tiver espaço, você pode continuar a adicionar material a uma pilha de composto congelada. Após o descongelamento, a pilha vai começar a soltar vapor como se nada tivesse acontecido.

4) Dieta Balanceada

Uma boa mistura de materiais (um bom *equilíbrio entre carbono e nitrogênio*, no jargão da compostagem) é necessária para uma boa pilha de composto a quente (termofílico). Como a maioria dos materiais comumente adicionados a uma pilha de composto caseira são ricos em carbono, uma fonte de nitrogênio deve ser incorporada a essa mistura de ingredientes. Isso não é tão difícil quanto parece. Você pode trazer montes de ervas da capina, palha, folhas e restos de comida, mas você ainda estará com falta de nitrogênio. Claro, a solução é simples: adicione esterco. Onde você pode obter esterco? De um animal. Onde você pode achar um animal? *Olhe no espelho*.

Rodale afirma no seu livro *The Complete Book of Composting* ("Livro Completo da Compostagem") que um jardineiro ou horticultor comum pode ter dificuldade em obter esterco para a pilha do composto, mas com "um

pouco de engenhosidade e uma busca minuciosa", pode-se encontrar. Um horticultor no livro declara que quando ele fica "todo empolgado para construir uma boa pilha de composto, sempre vem uma grande questão: Onde é que eu vou achar esterco? Eu posso apostar, também, que a falta de esterco é um dos motivos porque sua pilha de composto não é a vibrante fábrica de húmus que poderia ser."

Hmmm. *Onde* poderia um animal grande como um ser humano encontrar esterco? Oh, essa é difícil. Vamos pensar com bastante atenção sobre isso. Talvez com um pouco de "engenhosidade e uma busca minuciosa" nós possamos achar uma fonte. Onde *está* aquele espelho mesmo? Pode haver alguma pista ali...

A PROPORÇÃO ENTRE CARBONO E NITROGÊNIO

Uma forma de entender a mistura de ingredientes na sua pilha de composto é usar a relação C/N (carbono/nitrogênio). Francamente, a chance de uma pessoa comum medir e monitorar as quantidades de carbono e nitrogênio em seu material orgânico é quase nula. Se a compostagem necessitasse esse tipo de sofisticação, ninguém faria.

Porém, ao usar todo o resíduo orgânico que uma família produz, incluindo fezes, urina, restos de comida, capinação e cortes de grama, com alguns materiais da comunidade agrícola maior como um pouco de palha, e talvez alguma serragem que esteja apodrecendo ou algumas folhas coletadas pela prefeitura, pode-se obter uma boa mistura de carbono e nitrogênio para conseguir com sucesso a compostagem termofílica.

Uma boa relação C/N para uma pilha de composto fica entre 20:1 e 35:1.¹⁶ Ou seja, vinte partes de carbono para uma de nitrogênio, até 35 partes de carbono para uma de nitrogênio. Ou, para simplificar, ao redor de 30:1.

Para os microrganismos, o carbono é o ingrediente básico da vida e encerra sua fonte de energia, mas o nitrogênio também é necessário para coisas como proteínas, material genético e estrutura celular. Para uma dieta balanceada, microrganismos que digerem composto necessitam cerca de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio que consomem. Se houver excesso de nitrogênio, os microrganismos não conseguem usá-lo e o excesso é perdido na forma de gás de amônia. Perdas de nitrogênio devido a excesso de nitrogênio na pilha de composto (baixa proporção C/N) podem chegar a mais de 60%. Numa proporção C/N de 30 a 35:1, apenas 0,5% do nitrogênio será perdido (veja a Tabela 3,1). É por isso que você não quer um excesso de nitrogênio no seu composto – o nitrogênio será perdido na forma de amônia, e nitrogênio é valioso demais para as plantas para o deixarmos escapar para a atmosfera.¹⁷

Tabela 3.2

RELAÇÕES CARBONO/NITROGÊNIO

<u>Material</u>	<u>%N</u>	<u>C/N</u>			
			Trevo vermelho	1,8	27
Sed. esgoto ativado	5-6	6	Palha de arroz	0,3	121
Amaranto	3,6	11	Serragem pódre	0,25	200-500
Bagaço de maçã	1,1	13	Alga marinha	1,9	19
Sangue	10-14	3	Sed. esgoto bruto	2-6,9	5-16
Pão	2,10	--	Esterco de ovelha	2,7	16
Repolho	3,6	12	Restos de camarão	9,5	3,4
Papelão	0,10	400-563	Restos abatedouro	7-10	2,4
Borra de café	--	20	Casca árvore (mole)	0,14	426
Esterco bovino	2,4	19	Madeira mole (méd.)	0,09	641
Sabugo de milho	0,6	56-123	Soja	7,2-7,6	4-6
Talo de milho	0,6-0,8	60-73	Palha (geral)	0,7	80
Torta de algodão	7,7	7	Palha (aveia)	0,9	60
Oxicoco	0,9	61	Palha (trigo)	0,4	80-127
Esterco de sítio	2,25	14	Lista telefônica	0,7	772
Samambaia	1,15	43	<i>Phleum pratense</i>	0,85	58
Restos de peixe	10,6	3,6	Tomate	3,3	12
Frutas	1,4	40	Penas de peru	2,6	16
Lixo (bruto)	2,15	15-25	Folhas de nabo	2,3	19
Aparas de grama	2,4	12-19	Urina	15-18	0,8
Casca árvore. (dura)	0,241	223	Verduras e legumes	2,7	19
Madeira dura	0,09	560	Aguapé	--	20-30
Feno (geral)	2,10	--	Cenoura inteira	1,6	128-150
Feno (leguminosa)	2,5	16	Nabo inteiro	1,0	27
Esterco de galinha	8	6-15			
Esterco de cavalo	1,6	25-30			
Esterco humano	5,7	5-10			
Folhas	0,9	54			
Alface	3,7	--			
Restos de carne	5,1	--			
Restos de mexilhão	3,6	2,2			
Mostarda	1,5	26			
Jornal	0,06-0,14	398-852			
Palha de aveia	1,05	48			
Casca de oliva	1,2-1,5	30-35			
Cebola	2,65	15			
Papel	--	100-800			
Pimenta	2,6	15			
Esterco de porco	3,1	14			
Casca de batata	1,5	25			
Carçaça de frango	2,4	5			
Beldroega	4,5	8			
Serragem bruta	0,11	511			

Tabela 3.1
PERDA DE NITROGÊNIO E RE-
LAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO

<u>Relação</u> <u>C/N inicial</u>	<u>Perda de Nitrogênio</u> <u>(%)</u>
20	38,8
20,5	48,1
22,0	14,8
30,0	0,5
35,0	0,5
76,0	-8,0

Fonte: Gotaas, Composting, 1956, p92

Fontes: Gotaas, Harold B. (1956). Composting – Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes (p. 44). World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva. and Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Fone (607) 255-7654. p. 106-113. Alguns dados de Biocycle, Jornal de Compostagem e Reciclagem. Julho de 1998, p. 18, 61, 62; e janeiro de 1998, p. 20.

Tabela 3.5

COMPARAÇÕES ENTRE DIFERENTES TIPOS DE ESTERCOS

Esterco	Umidade (%)	Nitrogênio (%)	Fósforo (%)	Potássio(%)
Humano	66-80	5-7	3-5,4	1,0-2,5
Bovino	80	1,67	1,11	0,56
Equino	75	2,29	1,25	1,38
Ovino	68	3,75	1,87	1,25
Suíno	82	3,75	1,86	1,25
Galinha	56	6,27	5,92	3,27
Pombo	52	5,68	5,74	3,23
Esgoto	--	5-10	2,5-4,5	3,0-4,5

Fonte: Gotaas, Harold B. (1956). *Compostagem – Disposição Sanitária e Reaproveitamento de Restos Orgânicos*. p. 35, 37, 40. Organização Mundial da Saúde, Monograph Series Number 31. Geneva.

Tabela 3.3

COMPOSIÇÃO DO HUMANURE

Material Fecal
135-270 gramas/pessoa/dia

Matéria Orgânica (peso seco)	88-97%
Teor de Umidade	66-80%
Nitrogênio	5-7%
Fósforo	3-5,4%
Potássio	1-2,5%
Carbono	40-55%
Cálcio	4-5%
Relação C/N	5-10

Urina
1,0-1,3 litros/pessoa/dia

Teor de Umidade	93-96%
Nitrogênio (na matéria seca)	15-19%
Fósforo (m.s.)	2,5-5%
Potássio (m.s.)	3-4,5%
Carbono	11-17%
Cálcio	4,5-6%

Fonte: Gotaas, *Composting*, (1956), p.35.

Tabela 3.4

**TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE
ALGUMAS SERRAGENS**

<u>SERRAGEM</u>	TAXA DE DECOMPOSIÇÃO
Cedro Vermelho	3,9
Pseudotsuga	8,4
Pinho Branco	9,5
Pin. Branco Ocidental	22,2
Mad. moles (média)	12,0
Castanheiro	33,5
Choupo Amarelo	44,3
Nogueira Preta	44,7
Carvalho Branco	49,1
Mad. duras (média)	45,1
Palha de Trigo	54,6

Quanto menor o número, mais lenta a decomposição. Serragem de madeiras duras decompõe mais rápido que a de madeiras moles.

Fonte: Haug, Roger T. (1993). *Guia Prático de Engenharia da Compostagem*. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd, N.W., Bora Raton, FL 33431 U.S.A. *In Biocycle – Journal of Composting and Recycling*. Dezembro de 1998. p. 19.

Também é por isso que fezes e urina somente *não vão* compostar. Elas contêm muito nitrogênio e pouco carbono, e os microrganismos, assim como nós humanos, não gostam da idéia de comer isso. Como não há nada pior que a idéia de vários bilhões de microrganismos hesitantes, um material rico em carbono tem que ser adicionado ao humanure para fazê-lo apetitoso. A celulose das plantas é rica em carbono, e portanto produtos vegetais tais como palha, ervas ou mesmo papel, se picados a uma consistência apropriada, fornecerão o carbono necessário. Restos de cozinha são geralmente balanceados em carbono e nitrogênio, e podem ser adicionados diretamente à compostagem de humanure. Serragem (preferencialmente não torrada) é uma boa fonte de carbono para balancear o nitrogênio do humanure.

Serragem de madeiras tem um teor de umidade de 40-65%, o que é bom para o composto.¹⁸ Serragem de serrarias, por outro lado, às vezes é seca em fornos, tornando-se biologicamente inerte pela desidratação. Portanto, não é desejável para compostagem a não ser que seja re-hidratada com água (ou urina) antes de sua adição à pilha de composto. Também, serragem de serrarias hoje em dia muitas vezes é contaminada com conservantes de madeira como arsenato cromado de cobre (de "madeira tratada sob pressão"). Tanto o cromo como o arsênio são carcinógenos, portanto é bom evitar essas madeiras – agora proibidas pela EPA).

Algumas pessoas que praticam compostagem em casa referem-se aos materiais orgânicos como "marrons" e "verdes". Os marrons (tais como folhas secas) fornecem carbono, e os verdes (tais como aparas frescas de grama) fornecem nitrogênio. É recomendado que dois a três volumes de marrons sejam misturados com um volume de verdes para produzir uma mistura com uma correta proporção C/N para compostagem.¹⁹ Porém, como a maioria dos praticantes de compostagem caseira não compostam humanure, muitos acabam com uma pilha de material em suas pilhas de composto apresentando muito pouca atividade. O que normalmente está faltando é nitrogênio, assim como umidade, dois ingredientes críticos em qualquer pilha de composto. Ambos são fornecidos pelo humanure quando coletado junto com a urina e um material de cobertura rico em carbono. A mistura de humanure pode ser bem marrom, mas também é muito rica em nitrogênio. Portanto a abordagem "marrom/verde" não funciona muito bem, e nem é necessária, quando compostamos humanure juntamente com outros materiais orgânicos domésticos. Vamos admitir, compostadores de humanure formam uma classe à parte.

MICROORGANISMOS TERMÓFILOS

Uma vasta gama de microrganismos vivem em uma pilha de composto. Bactérias são especialmente abundantes e podem ser usualmente divididas em diversas classes baseado nas temperaturas em que crescem melhor. As bactérias de baixa temperatura são as *psicrófilas*, e podem crescer a temperaturas tão baixas como -10°C, embora a temperatura ótima seja 15°C ou menos. As *mesófilas* vivem em temperaturas médias, entre 20 e 45°C, e incluem os patógenos humanos. *Termófilas* crescem melhor acima de 45°C, e algumas suportam temperaturas acima do ponto de ebulição da água.

Variiedades de bactérias termofílicas com temperaturas ótimas variando de 55 a 105°C (acima do ponto de ebulição da água) já foram identificadas, e muitas em temperaturas intermediárias.²⁰ As variedades que sobrevivem em temperaturas extremamente altas são chamadas, apropriadamente, termófilas extremas, ou hiper-termófilas, e têm uma temperatura ótima igual ou superior a 80°C. Bactérias termofílicas ocorrem naturalmente em águas termais, solos tropicais, pilhas de composto, no seu excremento, em aquecedores de água (tanto os domésticos como industriais), e no seu lixo, entre outros lugares.²¹

Bactérias termofílicas foram isoladas pela primeira vez em 1870 por Miquel, que encontrou bactérias capazes de se desenvolver a 72°C. Ele encontrou essas bacterias em solo, poeira, *excremento*, esgotos, e lama de rios. Não demorou muito para uma variedade de bactérias termofílicas serem descobertas no solo – bactérias que cresciam rapidamente em altas temperaturas, mas não a temperatura ambiente. Diz-se que essas bactérias são encontradas nas areias do Deserto do Saara, mas não em solos de florestas frias. Solos de jardins esterçados ou com aplicação de composto podem conter 1 a 10% de tipos de bactérias termófilas, enquanto solos de campos podem ter apenas 0,25% ou menos. Solos não cultivados podem ser totalmente livres de bactérias termofílicas.²²

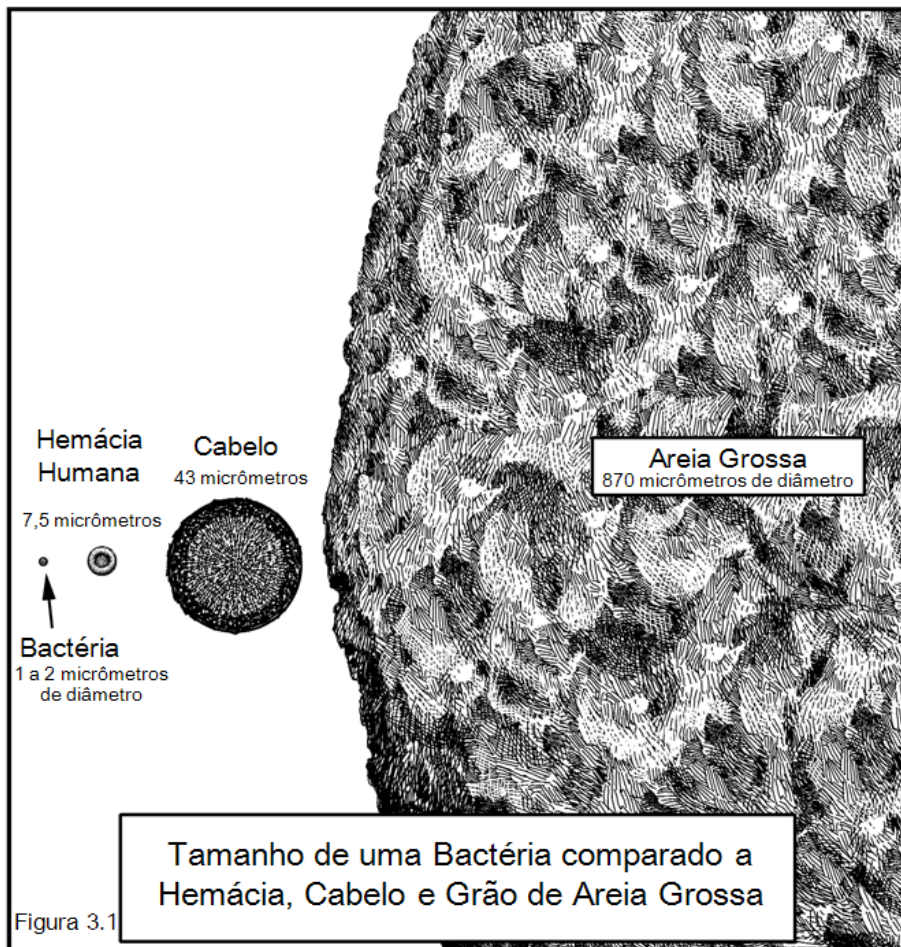
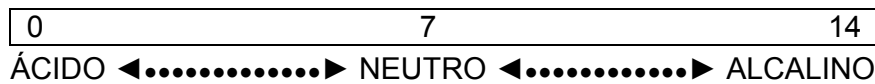
Os termófilos são responsáveis pelo aquecimento espontâneo de fardos de feno que podem causar incêndios. O próprio composto pode às vezes pegar fogo sozinho. Isso ocorre em pilhas grandes (geralmente acima de 4 metros de altura) que se tornam muito secas (entre 25 e 45% de umidade) e então se sobreaquecem.²³ Incêndios espontâneos já ocorrerem em duas usinas de compostagem nos Estados Unidos – Schenectady e Cabo May – devido a composto muito seco. De acordo com a EPA, incêndios podem começar a temperatura surpreendentemente baixas (90°C) em composto muito seco, embora este não seja um problema para quem faz composto em casa. Quando se alimentam de pão, os termófilos podem elevar a temperatura do pão a 74°C. Calor produzido pelas bactérias também

**LEITURA ESSENCIAL PARA
NOITES DE INSÔNIA**



pH SIGNIFICA FORÇA DE HIDROGÊNIO

É uma medida do grau de alcalinidade ou acidez de uma solução, freqüentemente expresso como o logaritmo do inverso da concentração de íons hidrogênio em equivalentes-grama por litro de solução. $pH = 0,0000001$ gramas de átomos de hidrogênio por litro. Água destilada pura é considerada neutra, com um pH de 7. Valores de pH vão de 0 a 14. De 0 a 7 é ácido, e de 7 a 14 é alcalino.



Fonte: Gest, Howard (1993). *Vasta Cadeia do Ser. Perspectivas em Biologia e Medicina*. Volume 36, Nº 22, 1993. Universidade de Chicago, Divisão de Ciências Biológicas. p. 186.

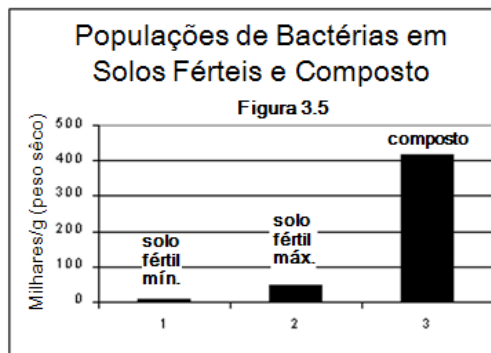
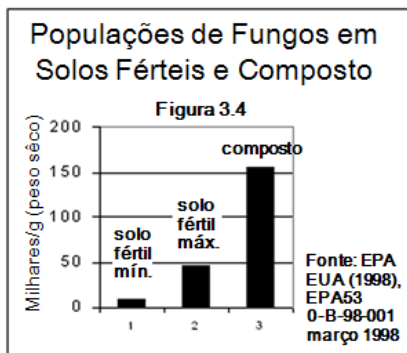
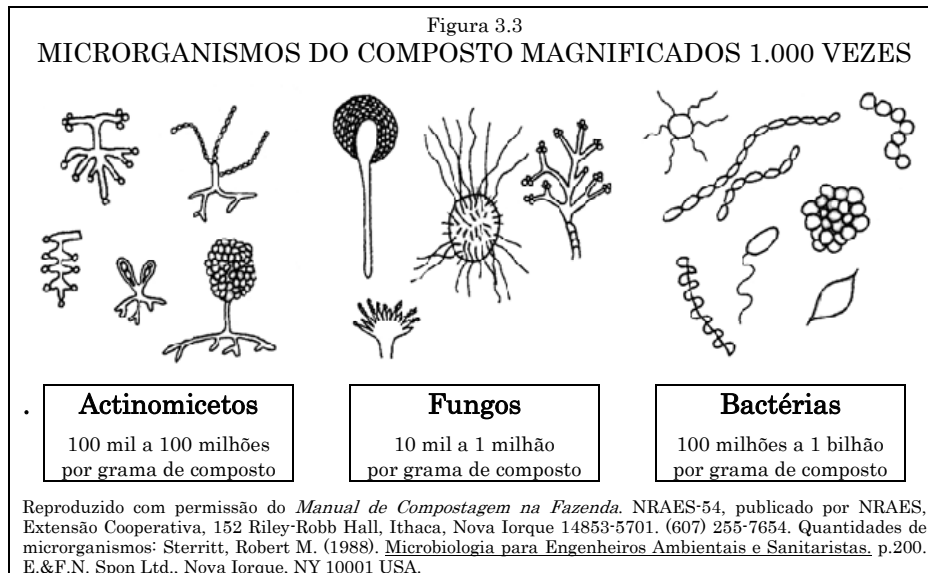


Tabela 3.6
MICRORGANISMOS NO COMPOSTO

<u>Actinomicetos</u>	<u>Fungos</u>	<u>Bactérias</u>
<i>Actinobifida chromogena</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Alcaligenes faecalis</i>
<i>Microbispora bispora</i>	<i>Humicola grisea</i>	<i>Bacillus brevis</i>
<i>Micropolyspora faeni</i>	<i>H. insolens</i>	<i>B. circulans</i> (complexo)
<i>Nocardia</i> sp.	<i>H. lauginosa</i>	<i>B. coagulans</i> tipo A
<i>Pseudocardia thermophila</i>	<i>Malbranchea pulchella</i>	<i>B. coagulans</i> tipo B
<i>Streptomyces rectus</i>	<i>Myriococcum thermophilum</i>	<i>B. licheniformis</i>
<i>S. thermofuscus</i>	<i>Paecilomyces variotti</i>	<i>B. megaterium</i>
<i>S. Thermoviolaceus</i>	<i>Papulaspora thermophila</i>	<i>B. pumilus</i>
<i>S. thermovulgaris</i>	<i>Scytalidium thermophilum</i>	<i>B. sphaericus</i>
<i>S. violaceus-ruber</i>	<i>Sporotrichum thermophile</i>	<i>B. stearothermophilus</i>
<i>Thermoactinomyces sacchari</i>		<i>B. subtilis</i>
<i>T. vulgaris</i>		<i>Clostridium thermocellum</i>
<i>Thermomonospora curvata</i>		<i>Escherichia coli</i>
<i>T. viridis</i>		<i>Flavobacterium</i> sp.
		<i>Pseudomonas</i> sp.
		<i>Serratia</i> sp.
		<i>Thermus</i> sp.

Fonte: Palmisano, Anna C. e Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). *Microbiologia de Resíduos Sólidos*. p.125-127. CRC Press, Inc., 200 Corporate Blvd., NW., Boca Raton, FL 33431 USA.

aquecem sementes quando germinam, já que sementes mantidas em ambiente estéril permanecem frias enquanto germinam.²⁴

Tanto os microrganismos mesofílicos como os termofílicos encontram-se amplamente distribuídos na natureza e estão comumente presentes em alimentos, lixo e esterco. Isso não é surpreendente no caso dos mesófilos, já que suas temperaturas ótimas são comumente encontradas na natureza. Essas temperaturas incluem as dos animais de sangue quente, que excretam mesófilos em suas fezes em grandes números.

Um mistério surge, porém, quando consideramos os microrganismos *termofílicos*, já que estes preferem viver em temperaturas não comumente encontradas na natureza, tais como fontes termais, aquecedores de água e pilhas de composto. Sua preferência por altas temperaturas gerou certa especulação a respeito de sua evolução. Uma teoria sugere que os termófilos estavam entre os primeiros seres vivos neste planeta, desenvolvendo-se e evoluindo durante o período primordial da Terra quando as temperaturas na superfície eram bem quentes. Eles foram chamados portanto de "Antepassado Universal". Com uma idade estimada em 3,6 bilhões de anos, diz-se que eram tão abundantes que chegavam a "*representar metade de toda matéria viva no planeta*".²⁵ Este é um conceito razoavelmente profundo, já que significaria que os organismos termofílicos são talvez mais antigos que qualquer outro ser vivo. Sua idade faz os dinossauros parecerem bebês recém-nascidos, ainda úmidos atrás das orelhas, embora já extintos. Claro que nós, humanos, por comparação, acabamos de chegar à Terra. Os termófilos poderiam portanto ser o organismo ancestral comum a todas as formas de vida em nosso planeta.

E igualmente extraordinário é o conceito que os termófilos, a despeito de sua necessidade de um ambiente quente, são encontrados em todo lugar. Eles estão no seu lixo e nas suas fezes, e estiveram ali sempre, desde que nós humanos começamos a andar por esse planeta. Eles esperaram quietamente desde o começo dos tempos, e nós nem sabíamos da sua existência até recentemente. Pesquisadores insistem que os termófilos não crescem em temperatura ambiente.²⁶ Porém, como num milagre, quando nós coletamos nossos restos orgânicos em uma pilha organizada, os termófilos parecem ser acordados de sua dormência e começam a trabalhar furiosamente na criação do calor primordial que tanto desejam. E eles conseguem – se nós os ajudarmos criando pilhas de composto. Eles nos recompensam por nossa ajuda ao converter nosso lixo e outros descartes orgânicos em terra sustentadora de vida.

O conhecimento de criaturas vivas incompreensivelmente ancestrais, tão pequenas que se tornam totalmente invisíveis, multiplicando-se a temperaturas mais quentes que aquelas normalmente

encontradas na natureza, e ainda assim encontradas em todo lugar, é suficientemente impressionante. O fato que elas estão tão dispostas a trabalhar para o nosso benefício, porém, é uma lição de humildade.

Segundo alguma estimativas, humanure contém até um trilhão (1.000.000.000.000) de bactérias por grama de material.²⁷ Essas são, claro, uma mistura de espécies, e claro que não todas são termófilas. Um trilhão de bactérias é equivalente à população humana total da Terra multiplicada por 166, e tudo isso espremido em um grama de material orgânico. Esses conceitos microbiológicos de tamanho e número são difíceis de entender para nós humanos. Dez pessoas apertadas dentro de um elevador nós podemos entender. Um trilhão de organismos vivos em uma colher de chá de fezes é um pouco atordoante.

Alguém já identificou as espécies de microrganismos que aquecem o composto? Na verdade, uma grande variedade de espécies, uma *biodiversidade*, é crítica para o sucesso do composto. Porém, o estágio termofílico do processo é dominado por bactérias termofílicas. Um exame dos microrganismos do composto em duas estações de compostagem mostrou que a maioria das bactérias (87%) eram do gênero *Bacillus*, que são bactérias que formam esporos,²⁸ enquanto outro pesquisador constatou que acima de 65°C, os organismos no composto eram quase puramente *Bacillus stearothermophilus*.²⁹

QUATRO ESTÁGIOS DO COMPOSTO

Há uma enorme diferença entre fazer compostagem caseira (pequena escala) ou em nível municipal (larga escala). A compostagem municipal processa grandes quantidades de materiais orgânicos de uma vez, enquanto na compostagem de quintal produzem-se pequenas quantidades de material orgânico a cada dia. Portanto, no nível municipal trata-se de "lotes", enquanto no nível doméstico tem-se um processo "contínuo". Quando o material orgânico é compostado em um lote, quatro estágios distintos do processo de compostagem ficam aparentes. Embora as mesmas fases ocorram durante a compostagem contínua, elas não são tão aparentes, e de fato elas podem estar ocorrendo simultaneamente, e não seqüencialmente.

As quatro fases incluem: 1) a fase mesofílica; 2) a fase termofílica; 3) a fase de resfriamento; e 4) a fase de cura.

As bactérias do composto combinam carbono com oxigênio para produzir dióxido de carbono e energia. Parte da energia é usada pelos microrganismos para reprodução e crescimento; o restante é liberado na forma de calor. Quando uma pilha de restos orgânicos começa a passar pelo processo de compostagem, bactérias mesofílicas proliferam, aumentando a

temperatura da massa do composto a até 44°C. Este é o primeiro estágio do processo de compostagem. Essas bactérias mesofílicas podem incluir *E. coli* e outras bactérias do trato intestinal humano, mas estas logo são crescentemente inibidas pela temperatura, conforme as bactérias termofílicas assumem o comando na fase de transição de 44 a 52°C.

Isso inicia o segundo estágio do processo, quando microrganismos termofílicos estão muito ativos e produzem um monte de calor. Este estágio pode então continuar até cerca de 70°C,³⁰ embora temperaturas tão altas não sejam nem comuns, nem desejáveis no composto caseiro. Este estágio de aquecimento começa bem rápido e pode durar apenas alguns poucos dias, semanas ou meses. Ele tende a permanecer localizado na porção superior do composto caseiro onde o material fresco vai sendo adicionado; enquanto num composto em maior escala, toda a massa do composto pode tornar-se termofílica de uma vez.

Após o período de aquecimento termofílico, o humanure parecerá já ter sido digerido, mas os materiais orgânicos mais grosseiros não. É aí que o terceiro estágio da compostagem, a fase do resfriamento, ocorre. Durante esta fase, os microrganismos que foram expulsos pelos termófilos migram de volta para o composto e põem-se a trabalhar digerindo materiais orgânicos mais resistentes. Fungos e organismos macroscópicos tais como minhocas e tatuzinhos-de-jardim também quebram os elementos mais grosseiros em húmus.

Após o estágio termofílico ter-se completado, apenas os nutrientes prontamente disponíveis no material orgânico já foram digeridos. Ainda há um monte de comida na pilha, e um monte de trabalho a ser feito pelas criaturas no composto. Leva muitos meses para quebrar alguns dos materiais orgânicos mais resistentes no composto tais como a "lignina", que vem da madeira. Como os humanos, as árvores evoluíram com uma pele que é resistente ao ataque bacteriano, e em uma pilha de composto essas ligninas resistem à digestão pelos termófilos. Porém, outros organismos, tais como fungos, podem quebrar a lignina, se lhes for dado tempo suficiente; já que muitos fungos não gostam do calor da pilha de composto, eles simplesmente esperam as coisas esfriarem antes de começarem seu trabalho.

O estágio final do processo de compostagem é chamado de cura ou processo de maturação, e trata-se de um período longo e importante. Profissionais da compostagem comercial muitas vezes querem fazer seu composto tão rápido quanto possível, usualmente sacrificando o período de cura do composto. Um operador de compostagem municipal certa vez disse que se ele pudesse encurtar seu tempo de compostagem para quatro meses, ele poderia fazer três lotes de composto por ano ao invés dos dois lotes que

ele estava fazendo, e assim aumentaria a produção total em 50%. Operadores de compostagem municipal vêem caminhões de composto chegando todo dia, e eles querem garantir que não vão ficar inundados com material orgânico esperando para ser compostado. Portanto, eles sentem a necessidade de passar o material através do processo de compostagem tão rápido quanto possível para liberar espaço para mais material. Pessoas que fazem compostagem em casa não têm esse problema, embora pareça haver muitos compostadores de fundo de quintal obsecados em fazer seu composto tão rápido quanto possível. Porém, a cura do composto é um estágio criticamente importante do processo de compostagem.

Um longo período de cura, como um ano após o período termofílico, aumenta a segurança na destruição de patógenos. Muitos patógenos humanos têm apenas um período de viabilidade limitado no solo, e quanto mais tempo eles forem sujeitos à competição microbológica da pilha do composto, maior a chance que eles morrerão.

Composto imaturo ou não curado pode produzir substâncias chamadas *fitotoxinas* que são tóxicas para plantas. Ele também pode roubar o oxigênio e nitrogênio do solo, e pode conter altos níveis de ácidos orgânicos. Portanto relaxe, sente-se, ponha seus pés para cima, e deixe seu composto atingir a maturidade total *antes* de você pensar em utilizá-lo.

BIODIVERSIDADE DO COMPOSTO

O composto é normalmente povoado por três categorias gerais de microrganismos: bactérias, actinomicetos e fungos (veja Figura 3.3 e Tabela 3.6). São principalmente as bactérias, e especificamente as termofílicas, que criam o calor da pilha de composto.

Embora considerados bactérias, os actinomicetos são efetivamente intermediários entre bactérias e fungos porque eles se parecem com fungos e têm preferências nutricionais e hábitos de crescimento semelhantes aos fungos. Eles tendem a ser mais comumente encontrados nos estágios mais tardios da compostagem, e geralmente acredita-se que eles sucedam às bactérias termofílicas. Eles, por sua vez, são seguidos predominantemente por fungos durante os últimos estágios da compostagem.

Há pelo menos 100.000 espécies conhecidas de fungos, sendo que a imensa maioria são microscópicos.³¹ A maioria dos fungos não podem crescer a 50°C porque é muito quente, embora *fungos termofílicos* sejam tolerantes ao calor. Fungos tendem a estar ausentes em composto acima de 60°C e actinomicetos tendem a estar ausentes acima de 70°C. Acima de 82°C a atividade biológica efetivamente pára (termófilos extremos não são encontrados no composto).³²

Para ter uma idéia da diversidade microbiana normalmente encontrada na natureza, considere o seguinte: uma colher de chá de solo de prados nativos contém 600 a 800 milhões de bactérias compreendendo 10.000 espécies, mais talvez 5.000 espécies de fungos, cujos micelos poderiam ser esticados por várias milhas. Na mesma colher de chá, pode haver 10.000 protozoários de talvez 1.000 espécies. Para mim, isso soa algo bem lotado. Obviamente, bom composto irá reinocular solos degradados e esterilizados com uma grande variedade de microrganismos benéficos (veja Figuras 3.4 e 3.5).³³

MICROORGANISMOS DO COMPOSTO "SANITIZAM" O COMPOSTO

Uma questão freqüente é: "como é que você sabe que *todas* as partes da sua pilha de composto atingiram temperaturas suficientes para matar *todos* os patógenos em potencial?" A resposta deveria ser óbvia: você não sabe. Você nunca saberá. A não ser, claro, que você examine cada centímetro cúbico do seu composto em um laboratório. Isso provavelmente custaria muito dinheiro, fazendo o seu composto o mais caro da história.

Não é apenas o *calor* do composto que causa a destruição de patógenos humanos, animais e vegetais, mas uma combinação de fatores incluindo:

- competição por comida pelos microrganismos do composto;
- inibição e antagonismo por microrganismos do composto;
- consumo por organismos do composto;
- calor biológico gerado por microrganismos do composto; e
- antibióticos produzidos pelos microrganismos do composto.

Por exemplo, quando bactérias foram cultivadas em um incubador com nosso composto a 50°C e separadamente em composto a 50°C, elas morreram no composto após apenas sete dias, mas viveram no incubador por dezessete dias. Isso indicou que é mais do que apenas a temperatura que determina o destino de bactérias patogênicas. Os outros fatores listados acima sem dúvida afetam a viabilidade de microrganismos não adaptados a esse tipo de ambiente, tais como patógenos humanos, em uma pilha de composto. Esses fatores requerem uma população microbiana tão grande e diversa quanto possível, o que se alcança melhor a temperaturas abaixo de 60°C. Um pesquisador afirma que "*reduções significantes em números de patógenos foram observadas em pilhas de composto que não excederam 40°C.*"³⁴

Não há dúvida que o calor produzido por bactérias termofílicas

mata microrganismos patogênicos, vírus, bactérias, protozoários, vermes e ovos que podem estar presentes em humanure. Uma temperatura de 50°C, se mantida por vinte e quatro horas, é suficiente para matar todos os patógenos, de acordo com algumas fontes (esse assunto é discutido no Capítulo Sete). Uma temperatura mais baixa levará mais tempo para matar os patógenos. Uma temperatura de 46°C pode levar cerca de uma semana para matar patógenos completamente; uma temperatura mais alta pode levar apenas minutos. O que ainda temos que determinar é quão baixas essas temperaturas podem ser e ainda atingir uma eliminação satisfatória de patógenos. Alguns pesquisadores insistem que todos os patógenos morrerão em temperatura ambiente, dado um período suficiente de tempo.

Quando Westberg e Wiley compostaram lama de esgoto que havia sido inoculada com o vírus da poliomielite, *Salmonella*, ovos de vermes, e *Candida albicans*, eles constataram que uma temperatura de 47 a 55°C no composto mantida por três dias matou todos esses patógenos.³⁵ Este fenômeno já foi confirmado por muitos outros pesquisadores, incluindo Gotaas, que diz que organismos patogênicos são incapazes de sobreviver a temperaturas de 55 a 60°C no composto por mais de trinta minutos a uma hora.³⁶ O primeiro objetivo na compostagem de humanure, portanto, deve ser criar uma pilha de composto que esquentará suficientemente para matar os patógenos humanos que podem estar presentes nas fezes.

Porém, o calor da pilha de composto é uma característica altamente comentada do composto, e pode haver algum exagero aí. As pessoas podem acreditar que é *apenas* o calor da pilha de composto que destrói os patógenos, então elas vão querer que seu composto fique tão quente quanto possível. Isso é um erro. De fato, o composto pode tornar-se muito quente, e quando isso acontece, ele destrói a biodiversidade da comunidade microbiana. Nas palavras de um cientista, "*Pesquisas indicam que a temperatura não é o único mecanismo envolvido na supressão de patógenos, e que o emprego de temperaturas acima do necessário pode de fato constituir uma barreira à sanitização efetiva sob certas circunstâncias.*"³⁷ Talvez uma única espécie (por exemplo *Bacillus stearothermophilus*) pode acabar dominando a pilha de composto durante períodos de calor excessivo, assim eliminando os outros habitantes do composto, o que inclui fungos e actinomicetos, assim como os organismos maiores, macroscópicos.

Uma pilha de composto que esquenta demasiadamente pode destruir sua própria comunidade biológica e deixar uma massa de material orgânico que deve ser re-populada a fim de continuar a conversão necessária de matéria orgânica em húmus. Esse tipo de composto esterilizado está mais sujeito a ser colonizado por microrganismos indesejáveis, como *Salmonella*. Pesquisadores mostraram que a biodiversidade do composto age como uma

barreira à colonização por tais microrganismos indesejáveis. Na ausência de uma biodiversidade de microflora nativa, como ocorre após a esterilização por calor excessivo, *Salmonella* foi capaz de crescer.³⁸

A biodiversidade microbiana do composto é também importante porque ela ajuda na quebra do material orgânico. Por exemplo, em compostos de alta temperatura (80°C), apenas cerca de 10% dos sólidos do sedimento de esgoto puderam ser decompostos em três semanas, enquanto a temperaturas de 50 a 60°C, 40% dos sólidos foram decompostos em apenas sete dias. As temperaturas mais baixas aparentemente permitiram uma diversidade mais rica de seres vivos que por sua vez tiveram um maior efeito na degradação da matéria orgânica. Um pesquisador relatou que taxas de decomposição ótimas ocorrem a temperaturas entre 55 e 59°C, que são temperaturas adequadas para a destruição de patógenos.³⁹ Um estudo conduzido em 1955 na Universidade Estadual de Michigan, porém, indicou que a decomposição ótima ocorre a temperaturas ainda mais baixas, de 45°C.⁴⁰ Outro pesquisador afirma que a biodegradação máxima ocorre entre 45 e 55°C, enquanto a diversidade microbiana máxima requer uma temperatura entre 35 e 45°C.⁴¹ Aparentemente, ainda há algum grau de flexibilidade nessas estimativas, já que a ciência da "criação de micróbios" não é totalmente precisa no momento. O controle do calor excessivo, porém, não é uma preocupação para a compostagem caseira.

Alguns actinomicetos termofílicos, bem como bactérias mesofílicas, produzem antibióticos que demonstram potência considerável contra outras bactérias e ainda assim têm baixa toxicidade quando testados em camundongos. Cerca de metade das cepas termofílicas podem produzir compostos antimicrobianos, alguns dos quais têm eficácia comprovada contra *E. coli* e *Salmonella*. Uma cepa termofílica com temperatura ótima de crescimento de 50°C produz uma substância que "*significativamente ajudou a cura de feridas superficiais infectadas em testes clínicos em pacientes humanos. Os produtos também estimularam o crescimento de uma variedade de tipos celulares, incluindo várias culturas celulares animais e vegetais e algas unicelulares.*"⁴² A produção de antibióticos por microrganismos do composto teoricamente auxilia na destruição de patógenos humanos que podem existir no material orgânico antes da compostagem.

Mesmo que nem todas as partículas de material compostado sejam sujeitas às altas temperaturas internas da pilha do composto, o processo de compostagem termofílica ainda assim contribui imensamente para a criação de um material orgânico sanitário. Ou, nas palavras de um grupo de profissionais da compostagem, "*As altas temperaturas atingidas durante a compostagem, ajudadas pela competição e antagonismo entre os*

*microrganismos [ou seja, a biodiversidade], consideravelmente reduz o número de patógenos animais e vegetais. Enquanto alguns organismos patogênicos resistentes possam sobreviver e outros possam persistir em seções mais frias da pilha, o risco de doença é, assim mesmo, enormemente reduzido."*⁴³

Se alguém que pratica a compostagem em casa estiver com dúvidas ou preocupações sobre a existência de organismos patogênicos em seu composto de humanure, pode usar esse composto no jardim ao invés de usá-lo na horta. Composto de humanure pode produzir uma impressionante quantidade de framboesas, flores, arbustos ou árvores. Além do mais, patógenos que ainda estejam presentes continuarão a morrer após o composto ser aplicado ao solo, o que não é surpreendente já que os patógenos humanos preferem o ambiente quente e úmido do corpo humano. Nas palavras de pesquisadores do Banco Mundial, *"até mesmo patógenos remanescentes no composto parecem desaparecer rapidamente no solo."* (*Compostagem de Solo Noturno*, 1981). Por último, o composto pode ser testado quanto a patógenos em laboratórios especializados. Há uma lista de tais laboratórios no Capítulo Seis.

Alguns dizem que uns poucos patógenos no solo ou composto não fazem mal. *"Outro ponto que a maioria das pessoas não entende é que nenhum composto e nenhum solo é totalmente livre de patógenos. Você realmente não quer que ele seja totalmente livre de patógenos, porque você sempre quer que seus mecanismos de defesa tenham algo para se manter ocupados. Portanto, um pequeno número de organismos causadores de doenças é desejável. Mas só isso."*⁴⁴ Dizem que os patógenos têm "doses mínimas infectantes", que variam muito entre um tipo de patógeno e outro, significando que um certo número de patógenos são necessários para iniciar uma infecção. A idéia, portanto, que o composto tem que ser estéril é incorreta. Ele tem que ser *sanitário*, o que significa que ele tem que conter uma população de patógenos muito reduzida, enfraquecida.

Na realidade, praticantes de compostagem em geral normalmente sabem se sua família está saudável ou não. Famílias saudáveis não têm muito a se preocupar e podem sentir-se confiantes que seu composto termofílico pode ser seguramente devolvido ao solo, desde que as instruções simples desse livro sejam seguidas no tocante a temperaturas e tempos de retenção, conforme discutido no Capítulo Sete. Por outro lado, sempre haverá aquelas pessoas que são fecofóbicas, e nunca se convencerão que composto de humanure é seguro. Essas pessoas provavelmente nunca compostarão suas fezes, de qualquer forma, então quem liga?

MITOS DO COMPOSTO

Virar ou não virar, eis a questão

Qual é uma das primeiras coisas que vêm à mente quando alguém pensa em compostagem? Virar a pilha. *Vira, vira, vira*, tornou-se o mantra dos compostadores ao redor do mundo. Os primeiros pesquisadores que escreveram os primeiros trabalhos no ramo da compostagem, tais como Gotaas, Rodale, e muitos outros, enfatizam o ato de virar as pilhas de composto, quase obsessivamente.

Boa parte da atual popularidade da compostagem no Ocidente pode ser atribuída ao trabalho de Sir Albert Howard, que escreveu *Um Testamento Agrícola* em 1943 e vários outros trabalhos sobre aspectos do que é agora conhecido como agricultura orgânica. As discussões de Howard sobre técnicas de compostagem são focadas no processo Indore de compostagem, um processo desenvolvido em Indore, Índia, entre 1924 e 1931. O processo Indore foi descrito pela primeira vez em detalhe no trabalho de 1931 de Howard, juntamente com Y. D. Wad, *Os Produtos Residuais da Agricultura*. Os dois principais processos na compostagem Indore incluem: 1) misturar restos animais e vegetais com uma base neutralizante tal como calcário agrícola; e 2) manejar a pilha de composto, virando-a fisicamente. O processo Indore subsequentemente foi adotado e defendido por entusiastas da compostagem no Ocidente, e ainda hoje você vê pessoas virando e adicionando calcário a pilhas de composto. Por exemplo, Robert Rodale escreveu na edição de fevereiro de 1972 da revista *Horticultura Orgânica* a respeito da compostagem de humanure, "*Nós recomendamos que a pilha seja virada pelo menos três vezes nos primeiros meses, e então uma vez a cada três meses por um ano.*"

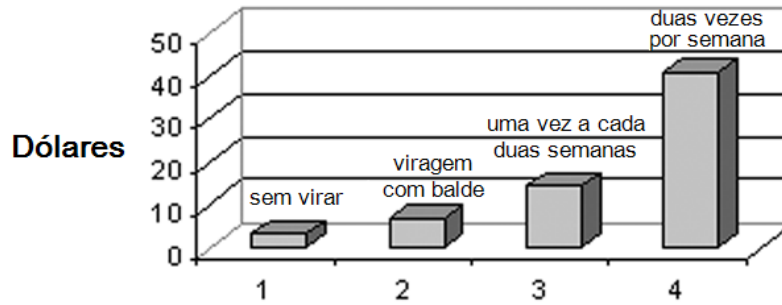
Uma grande indústria surgiu dessa filosofia, uma indústria que fabrica equipamentos caros para virar composto, e um monte de dinheiro, energia e esforços são aplicados para se garantir que a o composto seja virado regularmente. Para alguns profissionais da compostagem, a sugestão que o composto não precisa ser virado é pura blasfêmia. Claro que você tem que virá-lo – é uma pilha de composto!

Mas, você tem mesmo que virar? Bom, na verdade, *não*, você não precisa, especialmente se você for um compostador em escala caseira. A idéia da necessidade de se virar a pilha de composto é um dos mitos da compostagem.

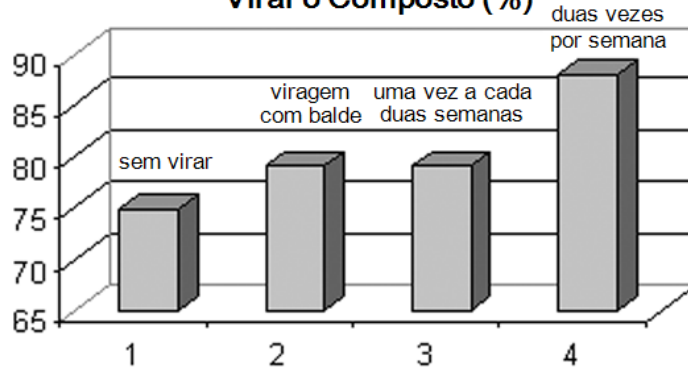
Virar o composto potencialmente serve a quatro propósitos básicos. Primeiro, supõe-se que isso adicione oxigênio à pilha de composto, o que teoricamente seria bom para os microrganismos aeróbicos. Nós somos avisados que se não virarmos nosso composto, ele se tornará anaeróbico e

Figura 3.6

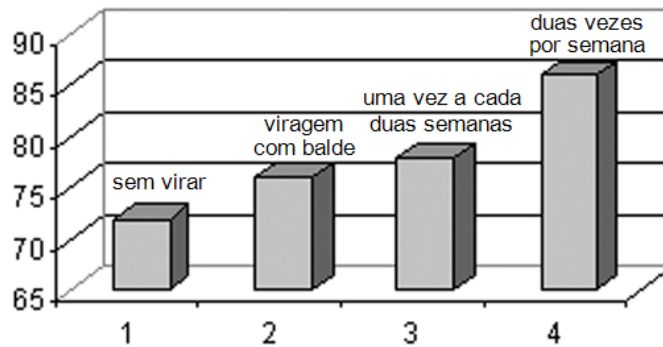
Custo de se Virar o Composto



Perda de Matéria Orgânica por Virar o Composto (%)



Perda de Nitrogênio por Virar o Composto (%)



Fonte: Brinton, William F. Jr. (data desconhecida). *Sustentabilidade da Compostagem Moderna – Intensificação Vs. Custo e Qualidade*. Woods End Institute, PO Box 297, Mt. Vernon, Maine 04352 USA

vai feder, atrair ratos e moscas, e nos tornará párias da sociedade em nossa vizinhança. Segundo, virar o composto garante que todas as partes da pilha serão submetidas ao calor interno, assim garantindo a destruição total dos patógenos e gerando um composto higienicamente seguro. Terceiro, quanto mais viramos o composto, mais ele se fragmenta e mistura, melhorando seu aspecto final, melhorando assim sua aceitação no mercado. Quarto, virar o composto freqüentemente acelera o processo de compostagem.

Já que compostadores caseiros não vendem seu composto, geralmente você não liga se ele estiver granulado ou meio grosseiro, e geralmente não há nenhum motivo para se ter pressa, assim podemos eliminar as duas últimas razões logo de cara. Vamos dar uma olhada nas duas primeiras.

Aeração é necessária para a compostagem aeróbica, e há várias formas de se arejar a pilha de composto. Uma é forçar a entrada de ar através de ventiladores, o que é comum em operações de compostagem em larga escala, onde o ar é sugado por debaixo da pilha de composto, passando através de um filtro. A sucção causa a penetração do ar pelo topo, mantendo a pilha aerada. Um fluxo acelerado de ar através de uma massa de composto pode causar um aquecimento drástico desse ar; então esse também se torna um método de se tentar reduzir a temperatura do composto, porque o ar que sai remove uma grande quantidade de calor da pilha de composto. Esse tipo de aeração mecânica nunca é necessária em compostagem caseira e é limitada a operações em larga escala, onde as pilhas são tão grandes que podem se sufocar se não houver aeração forçada.

Aeração também pode ser obtida fazendo buracos no composto, enfiando canos dentro dele. Isso parece ser popular com alguns compostadores de quintal. Uma terceira forma é a viragem física da pilha. Uma quarta, muitas vezes ignorada maneira, porém, é construir a pilha de tal forma que pequenos espaços de ar fiquem aprisionados no composto. Isso se faz usando materiais grosseiros no composto, tais como palha, feno, capim, etc. Quando uma pilha de composto é construída adequadamente, nenhuma aeração adicional será necessária. Até os profissionais da agricultura orgânica admitem que, *"bom composto pode ser feito sem a necessidade de se virar a pilha, se os materiais forem empilhados cuidadosamente em uma pilha bem ventilada e com o conteúdo de umidade adequado."*⁴⁵

Isso vale principalmente para "compostagem contínua", que é diferente da "compostagem por lotes". Na compostagem por lotes você pega um caminhão de lixo ou sedimento de esgoto da cidade e composta tudo de uma vez em uma grande pilha. Compostadores de quintal, especialmente compostadores de humanure, produzem resíduos orgânicos diariamente, um pouco de cada vez, e raramente maiores lotes. Portanto, compostadores

contínuos adicionam material continuamente a uma pilha de composto geralmente adicionando o material fresco no topo. Isso faz com que a atividade termofílica aconteça na parte superior da pilha enquanto a parte que já "esfriou" vai ficando cada vez mais para baixo para ser trabalhada por fungos, actinomicetos, minhocas e um monte de outras coisas. Virar o composto contínuo dilui a camada termofílica com as partes que já passaram dessa fase, podendo acabar abruptamente com toda a atividade termofílica.

Pesquisadores mediram os níveis de oxigênio em operações de compostagem em larga escala. Um reportou, *"Medições na concentração de oxigênio dentro do tonel durante o estágio mais ativo do processo da compostagem mostraram que dentro de quinze minutos após a viragem do tonel – que deveria aerar o material – o teor de oxigênio já estava reduzido."*⁴⁶ Outros pesquisadores compararam os níveis de oxigênio em grandes lotes de composto, virados e não virados, e chegaram à conclusão que pilhas de composto são altamente auto-aeradas. *"O efeito da viragem da pilha foi de renovar o conteúdo de oxigênio, em média por apenas uma hora e meia (acima do nível de 10%), após o que os teores de oxigênio caíram para menos de 5% e na maioria dos casos 2% durante a fase ativa da compostagem ... Mesmo sem virar o composto, todas as pilhas acabam resolvendo sua tensão de oxigênio conforme a maturação prossegue, indicando que a auto-aeração sozinha pode ser suficiente para o processo de compostagem ... Em outras palavras, virar as pilhas tem uma influência temporal mas de curta duração nos níveis de oxigênio."* Esses testes compararam composto que não foi virado, que foi virado com baldes, virado uma vez a cada duas semanas, e virados duas vezes por semana.⁴⁷

Interessantemente, os mesmos testes indicaram que os patógenos bacterianos foram destruídos, com ou sem a viragem das pilhas, indicando que não houve evidência que as populações bacterianas tenham sido influenciadas pelos esquemas de viragem. Não havia nenhuma variedade de *E. coli* ou *Salmonella*, indicando que não houve *"nenhum efeito estatisticamente significativo atribuível à viragem."* Pilhas não viradas podem beneficiar-se da adição extra de materiais grosseiros como palha ou feno, que aprisionam mais ar no material orgânico e fazem aeração adicional desnecessária. Além disso, pilhas de composto podem ser cobertas com uma camada grossa isolante de material orgânico, como palha ou feno ou mesmo composto pronto, o que pode permitir que as temperaturas nas partes mais externas da pilha aumentem o suficiente para a destruição de patógenos.

A viragem de composto pode representar não apenas um gasto desnecessário de energia, mas os testes acima também mostraram que quando grandes pilhas de composto industrial são viradas freqüentemente, isso pode resultar em alguns outros efeitos desvantajosos (veja a Figura 3.6

na página 49). Por exemplo, quanto mais freqüentemente as pilhas são viradas, maior a perda de nutrientes agrícolas. Quando o composto final foi analisado quanto às perdas de matéria orgânica e nitrogênio, o composto que não havia sido virado mostrou menos perdas de ambos. Também, há um aumento enorme no preço do composto. O composto não virado custou \$3,05 por tonelada, enquanto o composto virado duas vezes por semana custou \$41,23 por tonelada, um aumento de 1351%. Os pesquisadores concluíram que *"Métodos de compostagem com intensificação da viragem são um resultado curioso da popularidade moderna e desenvolvimento tecnológico da compostagem, conforme evidenciado principalmente em classificados populares. Eles não parecem ser cientificamente apoiados por esses estudos ... Com o manejo cuidadoso da compostagem para atingir misturas adequadas e pouca viragem, o ideal de um produto de qualidade a baixo custo econômico pode se atingido."*⁴⁸

Quando grandes pilhas de composto municipal são viradas, elas liberam coisas como o fungo *Aspergillus fumigatus*, que podem causar problemas de saúde às pessoas. Concentrações de aerossóis de pilhas estáticas (não viradas) são relativamente pequenas quando comparadas ao composto virado. Medições feitas a trinta metros de distância mostraram que pilhas estáticas não tinham concentrações de *A. fumigatus* significativas, estando *"33 a 1800 vezes menos"* que pilhas que haviam sido viradas.⁴⁹

Por último, virar pilhas de composto em climas frios pode causar uma perda excessiva de calor. Deve-se evitar virar muito as pilhas de composto em climas frios.⁵⁰

É NECESSÁRIO INOCULAR SUA PILHA DE COMPOSTO?

Não. Talvez este seja um dos aspectos mais intrigantes da compostagem.

Em outubro de 1998, eu fiz uma viagem a Nova Scotia, Canadá, para observar as operações municipais de compostagem ali. A província passou uma lei que a partir de 30 de novembro de 1998, nenhum material orgânico poderia ser lançado nos aterros. No final de outubro, com a data limite se aproximando, praticamente todo o lixo orgânico municipal estava sendo coletado e transportado para estações de compostagem, onde ele estava sendo efetivamente reciclado e convertido em húmus. Os caminhões de lixo simplesmente chegavam ao local (a compostagem era feita em galpões), e descarregavam o material no chão. O material consistia do lixo normal de casas e restaurantes, tais como cascas de banana, borras de café, ossos, carne, leite estragado, e produtos de papel como caixas de cereais.

Alguns desavisados poderiam ter jogado um forno elétrico junto, mas isso era separado no local. O material orgânico era então inspecionado quanto a outros contaminantes tais como garrafas e latas, passava por um moedor, e finalmente era lançado dentro de latões de compostagem. Dentro de 24 a 48 horas, a temperatura do material aumentava até os 70°C. Nenhum inoculante era necessário. Incrivelmente, as bactérias termofílicas já estavam presentes ali, esperando no lixo pela chegada desse momento.

Pesquisadores já compostaram materiais com e sem inoculantes e constataram que, *"embora ricos em bactérias, nenhum dos inoculantes acelerou o processo de compostagem ou melhorou o produto final ... A falha do inóculo em alterar o ciclo da compostagem deve-se à adequação da população microbiana naturalmente presente e à natureza do processo em si ... O sucesso das operações de compostagem sem o uso de inoculante especiais na Holanda, Nova Zelândia, África do Sul, Índia, China, Estados Unidos, e muitos outros lugares, é uma evidência convincente que inoculantes e outros aditivos não são essenciais na compostagem de materiais orgânicos."*⁵¹ Outros afirmam, *"Nenhum dado na literatura indica que a adição de inoculantes, micróbios, ou enzimas acelere o processo de compostagem."*⁵²

CALCÁRIO

Não é necessário adicionar calcário agrícola à sua pilha de composto. A crença que pilhas de composto devem ser caladas é um engano comum. Nem são necessários outros aditivos minerais em seu composto. Se seu solo necessita calcário, ponha o calcário no solo, não no composto. Bactérias não digerem calcário; de fato, calcário é usado para *matar* microrganismos em sedimento de esgoto, que passa a ser chamado de sedimento *estabilizado pela calagem*.

Composto maduro não é ácido, mesmo com o uso de serragem. O pH de composto finalizado deve estar um pouco acima de 7 (neutro). O que é o pH? É uma medida da acidez e alcalinidade que varia de 1 a 14. Neutro é 7. Abaixo de sete é ácido; acima de sete é alcalino ou básico. Se o pH está muito ácido ou muito alcalino, a atividade bacteriana será diminuída ou parará completamente. Calcário e cinzas aumentam o pH, mas cinzas devem ir direto para o solo. A pilha de composto não precisa deles. Pode parecer lógico que você deva por em sua pilha de composto tudo o que você quer adicional ao solo de seu jardim, já que o composto vai parar ali no final, mas não é assim que a coisa funciona. *O que se deve adicionar ao composto é o que os microrganismos no composto querem ou precisam, não o que o solo quer ou precisa.*

Sir Albert Howard, um dos mais conhecidos divulgadores da compostagem, assim como J. I. Rodale, outro agricultor orgânico famoso, recomendavam a adição de calcário a pilhas de composto.⁵³ Eles parecem ter baseado essa recomendação na crença que o composto se tornará ácido durante o processo de compostagem, e portanto a acidificação deve ser neutralizada pela adição de calcário. Pode até ser que alguns compostos se tornem ácidos durante o processo de decomposição; porém, ele parece se neutralizar sozinho, rendendo um produto final neutro, ou levemente alcalino. Portanto, é recomendado que você teste seu composto *terminado* quanto ao pH antes de decidir se você quer neutralizar quaisquer ácidos.

Eu acho estranho que o autor que recomendou a adição de calcário às pilhas de composto em um livro, afirme no outro, "*O controle do pH na compostagem é raramente um problema digno de atenção se o material for mantido aeróbico ... a adição de material alcalino é raramente necessária na decomposição aeróbica e de fato pode fazer mais mal que bem porque a perda de nitrogênio na forma de amônia gasosa será maior no pH mais alto.*"

⁵⁴ Em outras palavras, não se convença que você deve calar seu composto. Apenas o faça se seu composto terminado for consistentemente ácido, o que é altamente improvável. Compre um teste de pH e verifique. Pesquisadores indicaram que a compostagem termofílica máxima ocorre na faixa de pH entre 7,5 e 8,5, o que é levemente alcalino.⁵⁵ Mas não se surpreenda se seu composto estiver levemente ácido no início do processo. Ele deve se neutralizar ou tornar-se levemente alcalino e continuar assim quando completamente curado.

Cientistas que estavam estudando vários fertilizantes comerciais constataram que lotes agrícolas que receberam sedimento de esgoto compostado aproveitaram melhor o calcário que lotes sem composto. O calcário nos lotes compostados mudou o pH mais fundo no solo indicando que a matéria orgânica ajuda a movimentação do cálcio através do solo "*melhor que qualquer outra coisa,*" de acordo com o doutor Cecil Tester, químico pesquisador do Laboratório de Sistemas Microbianos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em Beltsville.⁵⁶ A conclusão é que deve-se adicionar composto ao solo quando se faz a calagem do solo.

Talvez Gotaas resuma isso melhor, "*Alguns operadores de compostagem sugeriram a adição de calcário para melhorar o processo. Isso deve ser feito apenas em circunstâncias raras, como quando o material a ser compostado tem alta acidez devido a resíduos industriais ou contém materiais que geram alta acidez durante a compostagem.*"⁵⁷

O QUE NÃO COMPOSTAR? VOCÊ PODE COMPOSTAR QUASE QUALQUER COISA.

Eu fico um pouco perturbado quando vejo alguns educadores da compostagem dizendo a seus alunos que há uma longa lista de coisas que "*não devem ser compostadas!*" Essa proibição é sempre apresentada de uma forma tão autoritária e séria que novatos na compostagem começam a tremer de medo só de pensar em compostar qualquer um dos materiais proibidos. Eu posso imaginar compostadores ingênuos armados com essa informação errada segregando cuidadosamente seus restos de cozinha para que os materiais errados não acabem indo parar na pilha do composto. Esses materiais "proibidos" incluem carne, peixe, leite, manteiga, queijo e outros laticínios, ossos, banha, maionese, óleos, manteiga de amendoim, molho de salada, creme de leite, ervas com sementes, plantas doentes, cascas de frutas cítricas, folhas de ruibarbo, digitaria, esterco de cachorro e gato, e talvez o pior de tudo – esterco humano. Presumivelmente, alguém deveria segreguar um sanduíche de manteiga de amendoim comido pela metade da pilha de composto, ou qualquer sanduíche com maionese ou queijo, ou restos de salada com molho, etc, e mandar tudo isso para o lixão para ser enterrado com um monte de sujeira, ao invés de ser compostado. Felizmente, eu nunca fui exposto a esse tipo de instrução, e minha família sempre compostou *cada porção* de restos de comida que produziu, incluindo carne, ossos, manteiga, óleos, gordura, banha, cascas de laranja, maionese e tudo mais que tem na lista. Nós fizemos isso em nosso quintal por 30 anos sem *nunca* termos qualquer problema. Por que isso iria funcionar conosco, e não com qualquer outra pessoa? A resposta, em uma palavra, se me permitem um palpite, é *humanure* – outro material proibido.

Quando o composto esquenta, boa parte do material orgânico é rapidamente degradado. Isso é verdade para óleos e gorduras, ou nas palavras dos cientistas, "*Baseado em evidências na compostagem de lixo contendo gorduras, os lipídeos (gorduras) podem ser utilizados rapidamente pelas bactérias, incluindo actinomicetos, sob condições termofílicas.*"⁵⁸ O problema com os materiais na lista dos "proibidos" é que eles podem necessitar condições de compostagem termofílica para melhores resultados. Caso contrário, eles podem simplesmente ficar na pilha de composto e decompor muito lentamente. Enquanto isso, eles podem parecer muito atrativos a cães, gatos, guaxinins, ou ratos. Ironicamente, quando os materiais proibidos, incluindo humanure, são combinados com outros ingredientes do composto, condições termofílicas prevalecem. Quando humanure e outros materiais orgânicos controversos são segregados de seu composto, condições termofílicas podem não ocorrer. Esta é uma situação

provavelmente muito comum em muitas pilhas de composto caseiras. A solução é não segreguar materiais da pilha, mas adicionar nitrogênio e umidade, que são comumente encontrados em esterco.

Assim, os educadores do ramo da compostagem fariam um melhor serviço a seus alunos se lhes dissessem a verdade: quase qualquer material orgânico pode ser compostado – ao invés de dar a falsa impressão que alguns materiais alimentares comuns não podem. É verdade que algumas coisas não compostam muito bem. Ossos são um exemplo, mas eles também não fazem mal nenhum na pilha do composto.

Porém, produtos químicos tóxicos *devem* ser mantidos fora da pilha de composto caseiro. Tais produtos são encontrados, por exemplo, em algumas madeiras "tratadas a pressão", que são saturadas de produtos químicos causadores de câncer tais como arsenato cromado de cobre.

MILAGRES DO COMPOSTO

O composto pode degradar substâncias tóxicas

Os microrganismos do composto não somente convertem material orgânico em húmus, mas ainda degradam substâncias químicas tóxicas em moléculas orgânicas menores, benignas. Esses produtos químicos incluem gasolina, óleo diesel, óleo, graxa, preservativos de madeira, bifenilpoliclorados, resíduos de refinarias, inseticidas, herbicidas, TNT, e outros explosivos.⁵⁹

Em um experimento no qual inseticidas e herbicidas foram adicionados a pilhas de composto, o inseticida *carbofuran* foi completamente degradado, e o herbicida *triazina* foi 98,6% degradado após 50 dias de compostagem. Solo contaminado com óleo diesel e gasolina foi compostado, e após 70 dias na pilha de composto, os hidrocarbonetos totais de petróleo estavam reduzidos em aproximadamente 93%.⁶⁰ Solo contaminado com o herbicida Dicamba no nível de 3.000 partes por milhão não mostraram níveis detectáveis da substância após apenas 50 dias de compostagem. Na ausência da compostagem, esse processo de biodegradação normalmente leva anos.

A compostagem parece imobilizar metais fortemente e prevenir sua absorção por plantas e animais, assim prevenindo a transferência de metais de solos contaminados para a cadeia alimentar.⁶² Plantas crescendo em solo contaminado com chumbo com dez por cento de composto mostraram uma redução na absorção de chumbo de 82,6%, comparado a plantas crescendo em solo sem composto.⁶³

Fungos no composto produzem uma substância que degrada

petróleo, assim tornando-o disponível como alimento para bactérias.⁶⁴ Um homem que compostou um lote de serragem contaminada com óleo diesel disse, "*Nós fizemos testes no composto, e não conseguimos nem achar o óleo!*" O composto aparentemente "comeu" todo o óleo.⁶⁵ Fungos também produzem enzimas que podem ser usadas para substituir o cloro no processo de fabricação do papel. Pesquisadores na Irlanda descobriram que fungos obtidos de pilhas de composto podem representar uma alternativa barata e orgânica a produtos químicos tóxicos.⁶⁶

Composto também tem sido usado em anos recentes para degradar outras substâncias tóxicas. Por exemplo, solo contaminado com clorofenol foi compostado com turfa, serragem e outros materiais orgânicos e após 25 meses, a concentração do clorofenol estava reduzida em 98,73%. Contaminação por clorofluorcarbono foi reduzida em 94%.⁶⁷ Parte dessa degradação se deve aos esforços dos fungos a temperaturas mais baixas (mesofílicas).⁶⁸

Algumas bactérias têm até um apetite por urânio. Derek Lovley, um microbiologista, trabalha com uma bactéria que normalmente vive a 200 metros abaixo da crosta terrestre. Esses microrganismos comem e então excretam urânio. O urânio quimicamente alterado nos excretas torna-se insolúvel em água como resultado da digestão microbiana, e pode conseqüentemente ser removido da água onde era um contaminante.⁶⁹

Um fazendeiro austríaco diz que os microrganismos que ele introduz em seus campos previniram a contaminação de suas plantas pela radiação da usina de Chernobil. Sigfried Lubke trata sua lavoura com microrganismos do tipo presente no composto, logo antes da aração. Essa prática produziu um solo rico em húmus e cheio de vida microscópica. Após o desastre da usina de Chernobil, os produtos das lavouras na área de Lubke foram condenados devido a altos níveis de contaminação por céσιο radioativo. Porém, quando os oficiais testaram a produção de Lubke, não encontraram nenhum vestígio de céσιο. Os oficiais fizeram testes repetidos pois não podiam acreditar que uma fazenda não mostrava contaminação radioativa enquanto as fazendas ao redor mostravam. Lubke acha que o húmus simplesmente "comeu" o céσιο.⁷⁰

Composto também é capaz de descontaminar solo poluído com TNT de fábricas de munições. Os microrganismos no composto digerem os hidrocarbonetos no TNT e os convertem em dióxido de carbono, água e moléculas orgânicas simples. O método mais usado para tratar solo contaminado até agora tem sido a incineração. Porém, compostagem custa muito menos, e rende um material que é valioso (composto), ao contrário da incineração, que rende uma cinza que ainda tem que ser descartada como lixo tóxico. Quando depósito Umatilla do exército, em Herminston, Oregon,

um local considerado perigosamente contaminado, compostou 15.000 toneladas de solo contaminado ao invés de incinerá-lo, conseguiu-se uma economia de aproximadamente 2,6 milhões de dólares. Embora o solo de Umatilla estivesse altamente contaminado com TNT e explosivos de demolição, nenhum traço de explosivos pôde ser detectado após a compostagem e o solo foi restaurado a "*uma condição melhor do que antes da contaminação.*"⁷¹ Resultados semelhantes foram obtidos em vários outros locais com contaminação por explosivos nos Estados Unidos.⁷²

Engenheiros do exército dos Estados Unidos estimam que se obteria uma economia de centenas de milhões de dólares se fosse usada a compostagem ao invés da incineração para limpar locais de depósitos de munições nos Estados Unidos. A habilidade do composto de biorremediar substâncias tóxicas é particularmente importante quando se considera que nos Estados Unidos há atualmente 1,5 milhões de tanques de armazenamento subterrâneos vazando uma grande variedade de materiais para o solo, assim como 25.000 locais do Departamento de Defesa necessitando remediação. De fato, estima-se que os custos de remediação para os locais mais poluídos da América usando tecnologia corrente podem atingir 750 bilhões de dólares, enquanto na Europa o custo chegaria a 300 a 400 bilhões.

Promissora como pode parecer a biorremediação por compostagem, ela não pode, porém, curar todas as chagas. Substâncias altamente cloradas têm uma resistência considerável à biodegradação microbiana. Aparentemente, há algumas coisas que até um fungo cuspiria.⁷³ Por outro lado, algum sucesso foi conseguido na biorremediação de bifenilclorados em testes de compostagem conduzidos por pesquisadores da Universidade Estadual de Michigan em 1996. No melhor caso, a redução de bifenilclorados ficou por volta de 40%. Apesar da natureza clorada dos bifenilclorados, os pesquisadores ainda conseguiram que vários microrganismos engulissem a coisa.⁷⁴

Há o vilão *Clopyralid* (ácido 3,6-dicloropicolínico), um herbicida fabricado pela Dow Agrosociences que contaminou vastas quantidades de composto comercial no começo do século 21. Ele é comumente vendido pelos nomes comerciais Transline, Stinger e Confront. Esta substância tem o efeito incomum de passar através do processo de compostagem deixando resíduos que são quimicamente ativos. O resultado é um composto contaminado que pode matar algumas plantas. Até uma pilha de composto pode ter um dia ruim.

COMPOSTO PODE FILTRAR AR E ÁGUA POLUÍDOS

Composto pode controlar odores. Sistemas de filtragem biológica, chamados "biofiltros", são usados em estações de compostagem em larga escala onde gases de exaustão são filtrados para controle dos odores. Os biofiltros são compostos de camadas de material orgânico tais como lascas de madeira, turfa, solo, e composto através das quais o ar é forçado para remover quaisquer contaminantes. Os microrganismos no material orgânico comem os contaminantes e os convertem em dióxido de carbono e água (veja Figura 3.8).

Em Rockland, Nova Iorque, um desses sistemas de biofiltragem pode processar 2.300 metros cúbicos de ar por minuto garantindo que nenhum odor seja detectado a partir da cerca da propriedade. Outro local em Portland, Oregon, usa biofiltros para tratar latas de aerosol antes do descarte. Após tal tratamento, as latas não são mais consideradas perigosas e podem ser descartadas mais facilmente. Neste caso, em 18 meses conseguiu-se uma economia de 47.000 dólares com descarte de material perigoso. Biofiltros de fase de vapor podem manter uma eficiência de 99,6% na remoção de compostos orgânicos voláteis, o que não é pouco para um punhado de microrganismos.⁷⁵ Após um ou dois anos, o biofiltro é recarregado com material orgânico novo e o material velho é simplesmente compostado ou aplicado ao solo.

O composto está também sendo usado para filtrar efluentes pluviais (veja Figura 3.8). Filtros de efluentes pluviais usam composto para filtrar metais pesados, óleo, graxa, pesticidas, sedimento e fertilizantes da água de enxurradas. Tais filtros podem remover mais de 90% dos sólidos totais, 82 a 98% dos metais pesados e 85% de óleo e graxa, filtrando até 230 litros por segundo. Esses filtros previnem a contaminação de nossas vias aquáticas naturais pelas enxurradas.⁷⁶

COMPOSTO DEFENDE AS PLANTAS DE DOENÇAS

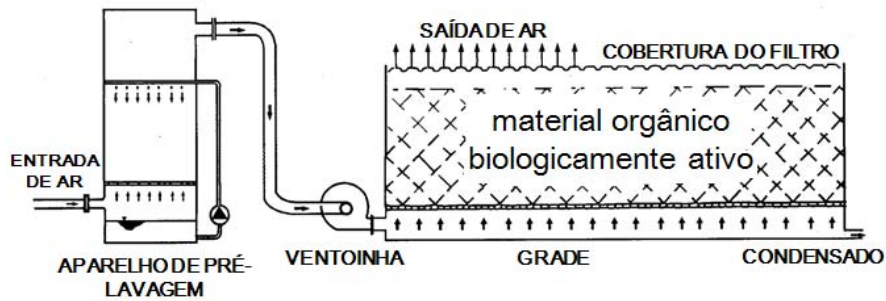
O processo de compostagem pode destruir muitos patógenos de plantas. Por isso, material vegetal doente deve ser compostado termofilicamente ao invés de ser devolvido diretamente ao solo onde a reinoculação da doença poderia ocorrer. Os microrganismos benéficos no composto termofílico competem diretamente, inibem ou matam organismos que causam doenças nas plantas. Patógenos de plantas também são comidos por pequenos artrópodes, tais como ácaros e collembolas, que são encontrados no composto.⁷⁷

Microrganismos do composto podem produzir antibióticos que

combatem doenças das plantas. Composto adicionado ao solo pode também ativar genes de resistência a doenças nas plantas, preparando-as para uma melhor defesa contra patógenos vegetais. Resistência sistêmica adquirida causada por composto em solos permite às plantas resistir aos efeitos de doenças como antracnose e pitiose que causam apodrecimento das raízes dos pés de pepino. Experimentos mostraram que quando apenas algumas das raízes de uma planta estão em solo contendo composto, enquanto as outras estão em solo doente, toda a planta pode ainda adquirir resistência à doença.⁷⁸ Pesquisadores mostraram que o composto combate a podridão da pimenta causada por *Phytophthora*, e doenças do feijão e apodrecimento das raízes por *Rhizoctonia* em feijão fradinho,⁷⁹ *Fusarium oxysporum* em plantas de vasos, e também doenças da abóbora.⁸⁰ Reconhece-se agora que o controle de podridão das raízes com composto pode ser tão efetivo como fungicidas sintéticos como o bromometano. Apenas uma pequena porcentagem de microrganismos do composto podem, porém, induzir resistência a doenças em plantas, o que ajuda a enfatizar a importância da biodiversidade no composto.

Estudos pelo pesquisador Harry Hoitink indicam que o composto inibe o crescimento de microrganismos causadores de doença em estufas, por adicionar microrganismos benéficos no solo. Em 1987, ele e um time de cientistas obtiveram uma patente por composto que reduziria ou inibiria doenças de plantas causadas por três microrganismos terríveis: *Phytophthora*, *Pythium*, e *Fusarium*. Produtores que usaram esse composto em seu solo de plantio reduziram as perdas na produção de 22 a 75% para 1%, sem aplicar fungicidas. Os estudos sugeriram que solos estéreis poderiam oferecer condições propícias para a proliferação de microrganismos causadores de doenças de plantas, enquanto uma rica diversidade de microrganismos no solo, tal como se encontra no composto, torna o solo impróprio para a proliferação de patógenos.⁸¹

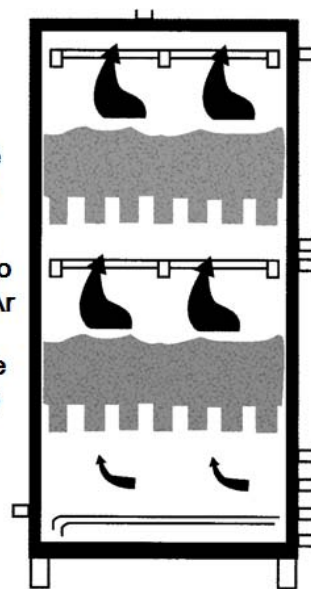
De fato, *chá* de composto já mostrou ter propriedades de redução de doenças em plantas. Chá de composto é feito enxarcando-se composto maduro, mas não excessivamente maduro em água por três a doze dias. O chá é então filtrado e aplicado a plantas sem diluição, assim revestindo as folhas com colônias de bactérias vivas. Quando aspergido sobre mudas de pinho vermelho, por exemplo, houve uma redução significativa na severidade da ferrugem.⁸² O oídio (causado pelo fungo *Uncinula necator*) em videiras foi eficientemente controlado por chá de composto feito de composto de esterco de vaca.⁸³ "*Chás de composto podem ser aspergidos em plantações para cobrir superfícies das folhas e realmente ocupar os locais de infecção que poderiam ser colonizados por patógenos das plantas,*" afirma um pesquisador, que continua, "*Há um número limitado de locais em uma*



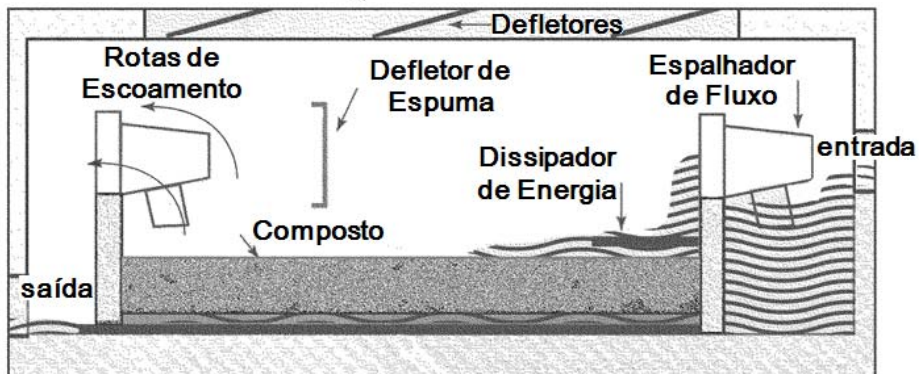
Biofiltros

Figura 3.8

Biofiltro de Composto (Fase de Vapor)



Filtro de Efluentes Pluviais
Contaminantes são removidos da água quando filtrada através de camadas de composto



Fonte: USEPA

planta que um patógeno pode infectar, e se esses espaços estão ocupados por bactérias e fungos benéficos, as plantas estarão resistentes à infecção."⁸⁴

Além de ajudar a controlar doenças do solo, o composto atrai minhocas, ajuda as plantas a produzir estimulantes do crescimento, e ajuda a controlar nematóides parasitas.⁸⁵ "Biopesticidas" do composto estão se tornando alternativas cada vez mais efetivas a pesticidas químicos. Esses "compostos por encomenda" são feitos adicionando-se certos microrganismos controladores de pestes ao composto, gerando um composto com capacidades específicas de controle de pestes. Biopesticidas têm que ser registrados na EPA dos Estados Unidos e passar pelos mesmos testes que os pesticidas químicos para determinar sua efetividade e grau de segurança ao público.⁸⁶

Por último, a compostagem destrói sementes de ervas. Pesquisadores observaram que após três dias em composto a 55°C, todas as sementes de oito espécies de ervas daninhas estudadas estavam mortas.⁸⁷

COMPOSTO PODE RECICLAR OS MORTOS

Animais mortos de todas as espécies e tamanhos podem ser reciclados pela compostagem. Dos 7,3 bilhões de galinhas, patos e perus criados nos Estados Unidos todo ano, cerca de 37 milhões morrem de doenças e outras causas naturais antes de chegar ao mercado.⁸⁸ As aves mortas podem simplesmente ser compostadas. O processo de compostagem não apenas converte as carcaças em húmus que pode ser devolvido diretamente aos campos do produtor, mas ainda destrói os patógenos e parasitas que podem ter matado as aves. É preferível compostar animais doentes na fazenda de onde se originaram do que transportá-los a outro lugar com o risco de espalhar doenças. A temperatura de 55°C mantida por pelo menos três dias seguidos maximiza a destruição dos patógenos.

A compostagem é considerada um método simples, econômico, ecológico e efetivo de se manejar mortalidades animais. Carcaças são enterradas em uma pilha de composto. O processo de compostagem varia de vários dias para pequenas aves até seis meses ou mais para gado adulto. Geralmente, o tempo total necesssário varia de dois a doze meses dependendo do tamanho do animal e outros fatores tais como temperatura do local. As carcaças podres nunca são enterradas no chão onde podem poluir os lençóis freáticos, coisa que geralmente acontece quando não se faz a compostagem. A reciclagem de mortalidades animais pode ser conseguida sem odores, moscas ou animais carniceiros.

Tais práticas foram desenvolvidas originalmente para reciclar galinhas mortas, mas as carcaças animais que são compostadas atualmente incluem suínos, gado e cavalos, assim como peixes, ovelhas e outros animais.

O processo biológico da compostagem de carcaças animais é idêntico ao processo de compostagem de qualquer outro material orgânico. As carcaças fornecem nitrogênio e umidade, enquanto materiais como serragem, palha, talos de milho e papel fornecem carbono e volume para retenção de ar. A compostagem pode ser feita em recipientes temporários de três lados feitos de palha ou fardos de feno. Uma camada de material orgânico absorvente é usada para cobrir o fundo do recipiente, agindo como uma esponja para excessos de líquidos. Animais grandes são colocados na parte de baixo do composto, com suas cavidades abdominais e torácicas abertas, e cobertas com material orgânico. Serragem tem sido um dos materiais orgânicos usados com melhor efetividade na compostagem de animais mortos. Após adicionar as carcaças animais devidamente preparadas ao recipiente, o topo é coberto com material orgânico limpo que age como um biofiltro para controle de odores. Embora ossos grandes permaneçam após o processo da compostagem, eles podem ser facilmente fracionados quando da aplicação ao solo.⁸⁹

Compostadores caseiros também podem usar essa técnica. Quando um pequeno animal morre e a carcaça precisa ser reciclada, simplesmente cave um buraco no centro da parte superior da pilha de composto, deposite a carcaça, cubra-a com o composto, e então cubra tudo com uma camada limpa de material orgânico como palha, ervas ou feno. Você nunca voltará a ver a carcaça. Este é também um bom modo de se lidar com peixes, restos de carne, derivados do leite e outros materiais orgânicos que podem ser atrativos para animais inconvenientes.

Nós criamos alguns patos e galinhas, e às vezes algum deles morre. Uma cavadinha de leve na pilha de composto para criar uma depressão no topo, e é só jogar a carcaça no buraco, e uma outra criatura está a caminho da reencarnação. Nós também temos usado essa técnica regularmente para reciclagem de carcaças de outros animais menores tais como ratos, pintinhos e filhotes de coelhos. Depois de coletarmos minhocas de nossa pilha de composto para ir pescar na lagoa local, nós limpamos os peixes e congelamos para comer durante o inverno. Os restos de peixe vão direto para o composto, enterrados da mesma maneira que outros animais. Nós temos vários gatos em volta de casa, e eles nunca foram flagrados mexendo no meio da pilha de composto de humanure procurando por um lanchinho. Nem nosso cachorro – e cães comem qualquer coisa, mas não algo enterrado em um composto termofílico.

Por outro lado, alguns cães *podem* tentar se enfiar na sua pilha de composto. Não se esqueça de fazer uma pilha com paredes à prova de cachorro, e então simplesmente jogue um fio de arame farpado duro por cima do composto. Não precisa fazer mais nada. Até que os cães aprendam a

usar cortadores de arame, seu composto estará a salvo.

COMPOSTAGEM RECICLA ESTERCO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO

Pode-se adicionar fezes de cachorro ao composto? Boa pergunta. Eu posso dizer honestamente que nunca tentei, já que não tenho uma fonte de esterco de cão para experimentação (meu cachorro vive solto fora de casa). Muita gente já me escreveu para perguntar se esterco de cães e gatos pode ir para suas pilhas de composto caseiro e eu respondia que não tenho experiência própria com isso. Então recomendei que esterco de animais de estimação seja coletado em uma lata de compostagem separada, com materiais de cobertura tais como feno, aparas de grama, folhas, mato ou palha, e talvez um pouco de água de vez em quando para aumentar a umidade. Um sistema de duas latas permitirá que esterco sejam coletados por bastante tempo em uma lata, e então o composto pode ser amadurecido por um bom tempo enquanto a segunda lata está sendo enchida. Que tamanho de lata? Mais ou menos o tamanho de uma lata de lixo grande, embora uma massa maior possa ser necessária para começar a reação termofílica.

Por outro lado, isso pode ser excesso de zelo para a maioria das pessoas que têm animais de estimação e fazem compostagem, e você pode querer apenas pôr o esterco animal e humano todo junto na mesma pilha. Isso certamente seria o método mais simples. A idéia de compostar esterco de cachorro foi apoiada por J. I. Rodale em sua Enciclopédia da Agricultura Orgânica. Ele diz, *"Esterco de cachorro pode ser usado na pilha de composto; de fato este é muito rico em fósforo se os cães forem adequadamente alimentados, e tiverem ossos suficientes para roer."* Ele recomenda o uso de materiais de cobertura semelhantes aos que eu menciono acima, e recomenda que o recipiente do composto seja feita à prova de cachorro, o que pode ser feito com fardos de feno, arame de galinheiro, tábuas ou cerca.

UMA FORMA DE RECICLAR PANFLETOS COMERCIAIS INDESEJÁVEIS

A compostagem também é uma solução para esse problema. Um projeto piloto de compostagem começou em Dallas-Fort Worth, Texas, onde 800 toneladas de panfletos comerciais são gerados anualmente. O papel foi picado à máquina, coberto com lascas de madeira para não voar com o vento,

e então misturado com esterco do zoológico, vísceras de ovelhas e frutas e verduras descartadas. Tudo foi mantido úmido e bem misturado. O resultado – um composto final *"tão bom como qualquer outro composto disponível no mercado."* E produziu uns bons tomates, também.⁹⁰

E jornal na compostagem caseira? Sim, jornal composta, mas há algumas preocupações a respeito do jornal. As páginas de cores vivas têm um revestimento que retarda a compostagem. Além disso, as tintas podem ser à base de petróleo ou óleos com pigmentos contendo substâncias tóxicas como cromo, chumbo e cádmio tanto em tintas pretas como coloridas. Pigmento para tinta de jornal ainda vem de benzeno, tolueno, naftaleno e outros hidrocarbonetos com o anel benzeno que podem ser prejudiciais à saúde humana se acumulados na cadeia alimentar. Felizmente, vários jornais hoje em dia usam tintas à base de soja ao invés de tintas à base de petróleo. Se você realmente quer saber que tipo de tinta é usada no seu jornal, ligue para a editora e pergunte. Ou então, mantenha as páginas coloridas a um mínimo no composto. Lembre-se, idealmente o composto é feito para produzir comida para humanos. Devemos tentar manter os contaminantes fora do composto, se possível.⁹¹

O laboratório Wood's End em Maine realizou pesquisas com a compostagem de listas telefônicas e jornais que foram usados como cama de gado leiteiro. A tinta presente no papel continha substâncias comuns causadoras de câncer, mas após a compostagem com esterco de vaca as substâncias perigosas reduziram-se em 98%.⁹² Então parece que se você está usando jornal picado como cama de animais, você *deve* compostá-lo, no mínimo para eliminar alguns dos elementos tóxicos presentes no jornal. O composto também provavelmente ficará aceitável, especialmente se compostado em camadas junto com lixo, esterco e outros materiais orgânicos.

E coisas como absorventes femininos e fraldas descartáveis? Eles com certeza compostarão, mas deixarão pedaços de plástico que permanecerão no seu composto terminado, o que não é nada agradável de se ver. Claro, tudo bem se você não liga para remover pedaços de plástico do seu composto. Caso contrário, você pode usar fraldas de pano, e absorventes íntimos também de pano, laváveis.

Papel higiênico também composta, assim como os tubos de papelão no centro dos rolos. Papel higiênico não alvejado, reciclado é o ideal. Ou você pode usar os papéis higiênicos à moda antiga, também chamados de sabugo de milho. Sabugos de milho de pipoca são os melhores, mais macios. Porém, sabugo não composta muito rápido, dando-lhe uma boa desculpa para não usá-los. Há outras coisas que não compostam bem: casca de ovo, ossos, cabelo e pedaços de pau, para citar alguns.

Profissionais da compostagem aderiram quase fanaticamente à idéia que lascas de madeira são boas para fazer composto. Hoje em dia, quando novatos em compostagem querem começar a fazer composto, a primeira coisa que eles querem saber é onde podem conseguir lascas de madeira. De fato, esse material *não* composta muito bem, a não ser que seja moído em partículas finas, como serragem. Mesmo os compostadores profissionais admitem ter que separar lascas *após* o processo de compostagem porque elas não se decomuseram. Mas eles insistem em usá-las mesmo assim, porque elas quebram a consistência do composto e mantém espaços de ar em suas grandes massas de material orgânico. Porém, um compostador caseiro deve evitar lascas de madeira e usar outros materiais volumosos que degradam mais rapidamente, tais como feno, palha, serragem e mato.

Por último, nunca inclua plantas com caules rígidos de madeira, como brotos e podas de árvore, em seu composto. Eu contratei um jovem para podar alguns arbustos para mim certa vez e ele inocentemente colocou os pequenos brotos em minha pilha de composto sem que eu soubesse. Mais tarde, eu descobri que os brotos fizeram uma malha por toda a pilha, como vergalhões de ferro. Aposto que as orelhas do garoto arderam aquele dia – eu certamente tinha algumas coisas horríveis para dizer dele. Felizmente, apenas Gomer, a pilha de composto, me ouviu.

COMPOSTAGEM COM MINHOCULTURA

Minhocultura pode ser associada à compostagem, usando-se minhocas tais como *Eisenis fetida* ou *Lumbricus rubellus* para consumir material orgânico, seja em caixas de minhoca especialmente projetadas, ou em pilhas de composto externas de grande escala. Minhocas preferem espaços escuros, frescos, bem aerados, e crescem bem em camas úmidas tais como jornal picado. Restos de cozinha colocados em minhocários são consumidos pelas minhocas e convertidos em esterco de minhoca, que pode ser usado como composto pronto para fertilizar o solo para produção. Minhocultura associada a compostagem é popular entre as crianças, que gostam de ver as minhocas, e adultos que preferem a conveniência de poder fazer a compostagem embaixo do balcão da cozinha ou dentro de um armário.

Embora a compostagem associada a minhocultura também envolva microrganismos, não é a mesma coisa que compostagem termofílica. O estágio quente da compostagem termofílica afastará todas as minhocas da área quente da pilha de composto. Porém, elas migrarão de volta assim que o composto esfriar. Há relatos que minhocas comem nematóides comedores de raízes, bactérias patogênicas e fungos, assim como pequenas sementes de

ervas.⁹³

Quando composto termofílico é empilhado sobre a terra nua, uma grande área fica disponível para minhocas naturais migrarem para dentro e fora do composto. Composto termofílico adequadamente preparado situado sobre a terra nua não deve necessitar a adição de minhocas, já que elas imigrarão quando acharem melhor. Meu composto em certos estágios fica tão cheio de minhocas naturais que, quando eu escavo, parece espaguete. Essas minhocas são ocasionalmente colhidas e transformadas em peixe. Este é um processo que transforma composto diretamente em proteína, mas que requer uma vara de pesca, um anzol, e bastante paciência.

A PRÁTICA FAZ COMPOSTO

Após ler este capítulo, você pode ficar assustado com tudo o que está envolvido na compostagem: bactérias, actinomicetos, fungos, termófilos, mesófilos, relação C/N, oxigênio, umidade, temperatura, recipientes, patógenos, cura e biodiversidade. Como você traduziria isso para sua própria situação pessoal, em seu quintal? Como você pode se tornar um compostador competente, um mestre da compostagem? Isso é fácil – simplesmente faça. Então, continue fazendo. Jogue os livros fora (não esse aqui, claro) e arrume um pouco da boa e velha experiência. Não há melhor forma de se aprender. Aprendizado por livros pode te levar adiante, mas não longe o suficiente. Um livro como este é para te inspirar, para incitar seu interesse, e para referência. Mas você tem que ir lá e *fazer* se você realmente quiser aprender.

Trabalhe com o composto, sinta o processo, olhe para o seu composto, cheire o produto final, compre ou empreste um termômetro de compostagem e tenha uma idéia de quanto o seu composto está esquentando, e então use seu composto para produção de alimentos. Dependendo do seu composto. Faça dele uma parte de sua vida. Precise dele e valorize-o. E logo, logo, sem a necessidade de gráficos, doutorados, ou preocupações, seu composto será tão bom quanto os melhores que há. Talvez algum dia nós sejamos como os chineses, que dão prêmios para o melhor composto em uma cidade, e então fazem competições entre as cidades.





MERDA PROFUNDA

Pouco após haver publicado a primeira edição deste livro, eu fui convidado para dar uma palestra a um grupo de freiras em um convento. Eu havia mandado imprimir apenas 600 cópias do livro, e assumi que essas cópias ficariam entulhadas em minha garagem pelo resto da vida porque ninguém se interessaria pelo tópico de compostar "humanure." Não passou muito tempo, e a Imprensa Associada divulgou a notícia que eu havia escrito um livro sobre merda. Então, eu recebi um telefonema.

"Sr. Jenkins, nós adquirimos recentemente uma cópia do seu livro, *Humanure*, e gostaríamos que o senhor desse uma palestra em nosso convento."

"Sobre o que vocês querem que eu fale?"

"Sobre o tópico do seu livro".

"Compostagem?"

"Sim, mas especificamente compostagem de fezes humanas." Nesse momento, eu perdi até as palavras. Eu não podia entender exatamente por que um grupo de freiras poderiam estar interessas em compostar cocô. De alguma forma, eu não podia me imaginar ali em uma sala cheia de freiras, falando sobre merda. Mas eu controlei o gaguejamento e aceitei o convite.

Era o Dia da Terra, em 1995. A apresentação foi bem. Depois da palestra, o grupo me mostrou slides de suas hortas e pilhas de composto, e então me levaram para visitar sua área de compostagem e minhocários. Um almoço muito agradável seguiu-se, durante o qual eu perguntei por que estavam interessadas justamente em *humanure*.

"Somos as Irmãs da Humildade," responderam. "As palavras 'humilde' e 'húmus' vêm da mesma raiz semântica, que significa 'terra'. Nós também achamos que essas palavras são relacionadas à palavra 'humano'. Portanto, como parte de nosso voto de humildade, trabalhamos com a terra. Fazemos composto, como você viu. E agora queremos aprender como fazer composto de nosso material do banheiro. Estamos pensando em comprar um banheiro compostável comercial, mas queremos aprender mais sobre os conceitos gerais, primeiro. Por isso pedimos que viesse aqui." Isso foi profundo. Uma merda profunda.

Apareceu então uma lâmpada na minha cabeça. Claro, compostagem é um ato de humildade. As pessoas que se preocupam o suficiente com a terra para reciclar seus sub-produtos pessoais o fazem como um exercício de humildade, não porque ficarão ricas e famosas com isso. Isso faz delas pessoas melhores. Algumas pessoas vão à igreja no domingo, outras fazem composto. Algumas ainda fazem ambos. Outras vão à igreja no domingo, e então jogam todo seu lixo no ambiente. O exercício da espiritualidade humana pode assumir muitas formas, e o simples ato de limpar sua própria sujeira é um desses. O ato de jogar lixo no mundo é um ato egoísta e arrogante – um ato ignorante.

Compostadores de humanure podem ficar sob as estrelas à noite, olhando para os céus, sabendo que, quando a natureza chama, seus excrementos não poluirão o planeta. Ao invés disso, essas excreções são humildemente coletadas, oferecidas a microrganismos e devolvidas à Terra como um remédio para curar o solo.

O EGO Vs. O ECO

Há várias razões teóricas para nós humanos haveremos nos distanciado tanto de uma relação benigna e simbiótica com o planeta, e termos assumido um caráter de patógenos planetários. Seres humanos, como todas as coisas vivas nesse planeta, são inextricavelmente interligados com os elementos da natureza. Somos fios no tapete da vida. Nós constantemente respiramos a atmosfera que envolve o planeta; bebemos os fluidos que correm pela superfície do planeta; comemos os organismos que crescem a partir da crosta do planeta. A partir do momento que um óvulo e um espermatozóide se unem para começar nossa existência, cada um de nós cresce e desenvolve-se a partir dos elementos oferecidos pela Terra e o Sol. Essencialmente, o solo, ar, sol e água combinam-se dentro do útero materno para moldar outra criatura viva. Nove meses mais tarde, outro ser humano nasce. Essa pessoa é uma entidade separada, com uma consciência individual, um *ego*. Essa pessoa é também parte totalmente dependente do mundo natural ao seu redor, o *eco*.

Quando o ego e o eco estão em equilíbrio, a pessoa vive em harmonia com o planeta. Tal equilíbrio pode ser considerado como o verdadeiro significado da *espiritualidade*, porque o indivíduo é uma parte consciente e sintonizada, em harmonia com um nível maior do verdadeiro Ser. Quando muita ênfase é dada a si mesmo, ao ego, um desequilíbrio ocorre e problemas resultam, especialmente quando esse desequilíbrio é coletivamente demonstrado por culturas inteiras. Sugerir que esses problemas são apenas ambientais e portanto não muito importantes, é incorreto. Problemas ambientais (dano ao eco) acabam afetando todas as coisas vivas, já que todas as coisas vivas dependem do planeta para sua própria existência, vida e bem estar. Não podemos romper um fio na teia da vida sem correr o risco de desfilar toda a malha.

Quando o ego se incha desproporcionalmente, nós caímos em desequilíbrio em uma variedade de formas. Nossas instituições educacionais nos ensinam a idolatrar o intelecto, muitas vezes em detrimento ao desenvolvimento moral, ético e espiritual. Nossas instituições econômicas apelam para que sejamos consumistas, e aqueles que ganharam maior riqueza material são glorificados. Nossas instituições religiosas muitas vezes não passam de sistemas de adoração humana, onde a divindade é personificada em forma humana e apenas obras humanas (por exemplo livros e construções) são considerados sagrados.

Nenhuma discussão sobre um assunto deveria ser considerada completa sem um exame de suas considerações morais, filosóficas e éticas, *assim como* uma revisão dos dados intelectuais e científicos. Quando ignoramos a ética por trás de um assunto particular, e ao invés disso enfocamos os méritos intelectuais, isso é ótimo para nossos egos. Podemos ficar todos orgulhosos de quão espertos nós somos. Por outro lado, perceber que na verdade somos criaturas insignificantes em um grão de poeira num canto do universo, e que somos apenas uma dentre as milhões de formas de vida nesse grão de poeira, com os quais temos que viver, isso murcha nosso ego.

Nas últimas décadas, toda uma geração de cientistas ocidentais, uma força formidável de inteligência, têm concentrado boa parte de seus esforços no desenvolvimento de formas de matar enormes números de seres humanos de uma só vez. Essa foi a corrida nuclear dos anos 50, que continua até o presente – uma corrida que nos deixou com desastres ambientais que ainda não foram remediados, e uma gigantesca quantidade de materiais naturais sendo totalmente perdida (5,5 *trilhões* de dólares),¹ a morte de centenas de milhares de pessoas inocentes, e a ameaça de aniquilação nuclear pairando sobre todos os povos pacíficos do mundo, até hoje. Certamente este é um exemplo do grau a que chegou nosso ego coletivo.

Movimentos religiosos baseados na adoração de humanos são centrados no ego. É irônico que uma forma de vida minúscula, insignificante

em um grão de poeira na beirada de uma galáxia perdida em algum canto do universo possa declarar que o universo foi criado por um integrante dessa raça. Isso seria uma grande piada, não fôsse levado tão a sério por tantos membros de nossa cultura que insistem que a fonte de toda a vida é uma deidade humanóide chamada "Deus".

Muitos humanos já amadureceram o suficiente para saber que isso é um simples mito. Não podemos nem começar a compreender toda a natureza de nossa existência, então nós *inventamos* uma estória que funciona até que possamos achar algo melhor. Infelizmente, a adoração a humanos cria um ego coletivo desequilibrado. Quando nós realmente *acreditamos* no mito, que humanos são o ápice da vida e o universo inteiro foi criado por um de nós, nós chegamos muito longe da verdade e nos perdemos, ficando sem nenhum ponto de referência para nos levar de volta para a perspectiva espiritual equilibrada que precisamos para nossa própria sobrevivência a longo prazo neste planeta. Tornamo-nos como uma pessoa atolada até os joelhos em seus próprios excrementos, sem saber como se libertar dessa posição infeliz, olhando confusa para um mapa, com um olhar de total incompreensão.

Hoje, novas perspectivas estão emergindo em relação à natureza da existência humana. A própria Terra está sendo reconhecida como uma entidade viva, um nível do Ser imensamente maior que aquele dos humanos. A galáxia e o universo são vistos como níveis ainda mais elevados do Ser, com teorias de existência de múltiplos universos a um nível ainda mais alto. Pensa-se que todos estes níveis do Ser estão imbuídos com a energia da vida, assim como uma forma de consciência que não podemos nem sequer começar a entender. Conforme nós humanos expandimos nosso conhecimento de nós mesmos e reconhecemos nosso verdadeiro lugar no esquema vasto das coisas, nossos egos devem ceder à realidade. Devemos admitir nossa absoluta dependência do ecossistema que chamamos Terra, e tentar equilibrar nossos sentimentos egoístas e arrogantes com nossa necessidade de viver em harmonia com o mundo maior ao nosso redor.

RECICLAGEM ASIÁTICA

O povo asiático têm reciclado humanure por milhares de anos. Os chineses têm usado humanure na agricultura desde a dinastia Shang, 3.000 a 4.000 anos atrás. Por que os ocidentais não fizeram o mesmo? As culturas asiáticas evoluíram para entender o excremento humano como um recurso natural, e não lixo. Onde nós víamos detritos humanos, eles viam solo noturno. Nós produzimos lixo e poluição; eles, nutrientes para o solo e comida. Está claro que os asiáticos têm sido muito mais avançados que o mundo ocidental nesse respeito. E eles deveriam ser, já que eles têm

trabalhado no desenvolvimento da agricultura sustentável por quatro mil anos sobre o mesmo solo. Por *quatro mil anos* esses povos têm trabalhado na mesma terra com pouco ou nada de fertilizantes químicos e, em muitos casos, têm produzido com mais rendimento que produtores ocidentais, que estão rapidamente destruindo os solos de seus próprios países através do esgotamento e erosão.

Um fato largamente ignorado na agricultura ocidental é que *terras agrícolas têm que produzir cada vez mais com o passar do tempo*. A população humana está constantemente aumentando; as extensões de terra, não. Portanto, nossas práticas agrícolas deveriam nos deixar com terras cada vez *mais* férteis a cada ano que passa. Porém, estamos fazendo justamente o oposto.

Em 1938, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos chegou à conclusão alarmante que *61% da área agrícola total nos Estados Unidos naquele tempo já havia sido parcial ou totalmente destruída, ou havia perdido a maior parte de sua fertilidade*.² Nada com que se preocupar? Temos fertilizantes artificiais, tratores e óleo para manter tudo funcionando. Verdade, a agricultura dos Estados Unidos é hoje totalmente dependente dos recursos de combustíveis fósseis. Porém, em 1993 estávamos importando cerca de metade do petróleo de fontes estrangeiras, e estima-se que os Estados Unidos terão suas reservas domésticas esgotadas em 2020.³ Uma dependência pesada de petróleo estrangeiro para nossa produção de comida parece *no mínimo* irresponsável, e provavelmente totalmente idiota, especialmente quando se considera que estamos produzindo nutrientes do solo todos os dias na forma de dejetos orgânicos e jogando "fora" esse material, em aterros ou por incineração.

Por que não estamos seguindo o exemplo asiático de reciclagem de nutrientes agrícolas? Certamente não é por falta de informação. O doutor. F. H. King escreveu um livro interessante, publicado em 1910, intitulado *Fazendeiros de Quarenta Séculos*.⁴ Dr. King foi um chefe da Divisão de Manejo do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos que viajou pelo Japão, Coréia e China no começo do século XX. Ele estava interessado em descobrir como as pessoas podiam produzir alimentos nos mesmos campos por milênios sem destruir sua fertilidade. Ele diz:

"Uma das práticas agrícolas mais importantes, adotada por qualquer povo civilizado, é a prática milenar e quase universal de conservação e utilização de todo o [humanure] na China, Coréia e Japão, resultando na manutenção milagrosa da fertilidade do solo e a produção de comida. Para entender esta evolução deve-se reconhecer que fertilizantes minerais tão extensivamente empregados na agricultura ocidental moderna eram uma impossibilidade física igualmente a todas as pessoas até anos recentes. A este fato deve ser associada a muito longa e contínua vida dessas

nações e os vastos números que seus agricultores têm sido capazes de alimentar.

Quando refletimos sobre a fertilidade perdida em nossas próprias terras, comparativamente poucas das quais têm sido usadas há mais de um século, e sobre a enorme quantidade de fertilizantes minerais que lhes estão sendo aplicadas anualmente para garantir rendimentos compensadores, torna-se evidente que já é chegado o momento quando profundas considerações devem ser dadas às práticas que as raças orientais têm mantido através de muitos séculos, que permitem que se diga da China que um sexto de um acre de boa terra é amplo para a manutenção de uma pessoa, e que estão alimentando em média três pessoas por acre de terras cultivadas nas três ilhas mais ao sul do Japão.

[A humanidade ocidental] é o mais extravagante acelerador de lixo que o mundo já teve que agüentar. Seus efeitos deletérios já se abateram sobre cada coisa viva dentro de seu alcance, o próprio homem inclusive; e seu rastro de destruição pelas mãos descontroladas de uma geração carregou para o mar a fertilidade do solo que somente séculos de vida poderiam acumular, fertilidade essa que é, no entanto, o substrato de tudo o que é vivo."⁵

De acordo com a pesquisa de King, as excreções médias de uma pessoa adulta pesam cerca de 1,13 kg. Multiplicado por 250 milhões, uma estimativa da população dos Estados Unidos no final do século XX, os americanos poderiam ter produzido 657 mil toneladas de nitrogênio, 207 mil toneladas de potássio, e 88 mil toneladas de fósforo. Quase todo esse material foi descarregado no ambiente como detritos ou poluentes, ou como Dr. King diz, *"despejado nos mares, lagos ou rios e para dentro dos lençóis freáticos."*

De acordo com King, *"A Concessão Internacional da cidade de Xangai, em 1908, vendeu a uma empreiteira o privilégio de entrar em residências e locais públicos de manhã cedo cada dia para a remoção do solo noturno, recebendo assim mais de 31.000 dólares-ouro, por 78.000 toneladas de [humanure]. Tudo isso nós não somente jogamos fora, mas ainda gastamos somas muito mais altas para fazê-lo."*

Caso você não tenha percebido esta, a empreiteira pagou 31.000 dólares-ouro pelo esterco, referido como "solo noturno" e incorretamente como "detritos" por Dr. King. Ninguém paga para comprar detritos – se alguém gasta dinheiro é por algo que tem valor.

Além disso, usando as figuras de Dr. King, a população dos Estados Unidos produziram aproximadamente 103 milhões de toneladas de material fecal por ano no final do século XX, ou 103 milhões de toneladas de Produto Interno Bruto.

Deve-se admitir que espalhar excrementos humanos frescos nos

campos, como é feito na Ásia, nunca se tornará culturalmente aceitável nos Estados Unidos, e com razão. O uso agrícola de solo noturno bruto é não só uma ofensa ao senso do odor, mas ainda constitui uma rota para a transmissão de várias doenças humanas. Americanos que já viajaram para o exterior e testemunharam o uso de excrementos humanos frescos em aplicações agrícolas sentiram grande repulsa com a experiência. Essa repulsa causou em muitos desses americanos uma tendência intransigente contra, ou até o medo do uso de humanure para enriquecimento do solo. Porém, poucos americanos já testemunharam a *compostagem* de humanure como um passo preliminar de sua reciclagem. Compostagem termofílica adequada converte o humanure em um material livre de patógenos e de odor agradável.

Embora o uso de excrementos humanos *brutos* para a agricultura nunca venha a se tornar uma prática comum nos Estados Unidos, o uso de resíduos humanos compostados, incluindo humanure, restos de alimentos e outros materiais orgânicos da coleta pública como folhas de árvores, pode e deve se tornar uma prática disseminada e culturalmente encorajada. O ato de compostar humanure ao invés de usá-lo bruto irá diferenciar os americanos dos asiáticos em respeito à reciclagem de excrementos humanos, *porque nós também teremos que lidar construtivamente com todos nossos subprodutos orgânicos um dia*. Podemos adiar isso, mas não para sempre. Do jeito que está agora, muitos dos asiáticos estão reciclando muito de suas descargas orgânicas. Nós não estamos.

OS AVANÇOS DA CIÊNCIA

Como é isso que povos asiáticos desenvolveram uma compreensão da reciclagem dos nutrientes humanos e nós não? Afinal de contas, nós somos a nação avançada, desenvolvida, científica, não somos? Dr. King faz uma interessante observação a respeito de cientistas ocidentais. Ele diz:

"Não foi até 1888, e então após uma guerra prolongada de mais de trinta anos, gerada pelos melhores cientistas de toda a Europa, que foi finalmente aceito como demonstrado que plantas leguminosas agindo como hospedeiros para organismos mais baixos vivendo em suas raízes são em grande parte responsáveis pela manutenção do nitrogênio do solo, retirando-o diretamente do ar, para o qual é devolvido através do processo de apodrecimento. Mas séculos de prática haviam ensinado aos agricultores do Extremo Oriente que a cultura e uso dessas plantas são essenciais para a manutenção da fertilidade, e portanto em cada um desses países a produção de legumes em rotação com outras plantações muito extensivamente, com o propósito expresso de fertilizar o solo, é uma de suas antigas práticas fixas."

É certamente muito estranho que as pessoas que desenvolvem seu conhecimento na vida real através da prática e experiência são grandemente ignoradas ou desprezadas pelo mundo acadêmico e agências governamentais associadas. Tais agências apenas dão crédito a conhecimento que foi adquirido dentro de uma grade institucional. Sendo assim, não é de se admirar que o rastejamento do mundo ocidental rumo a uma existência sustentável no planeta Terra esteja tão miseravelmente atrasado.

*"Tão estranho quanto possa parecer," diz King, "não há nada hoje e aparentemente nunca houve, mesmo nas maiores e mais antigas cidades do Japão, China ou Coréia, qualquer coisa correspondente aos sistemas hidráulicos de disposição de esgotos usados agora pelas nações ocidentais. Quando eu perguntei ao meu intérprete se não era costume da cidade durante os meses de inverno descarregar seu solo noturno no mar, como uma forma mais rápida e barata [que a reciclagem], sua resposta veio rápida e direta, 'Não, isso seria desperdício. Nós não jogamos nada fora. Vale muito dinheiro.'"*⁷ *"O chinês", diz King, "não desperdiça nada enquanto o dever sagrado da agricultura está acima de tudo em sua mente."*⁸

Talvez, um dia, nós também entenderemos.

QUANDO A MERDA ATINGE O VENTILADOR

Enquanto os asiáticos estavam praticando a agricultura sustentável e reciclando seus recursos orgânicos e fazendo isso por milhares de anos, o que estavam fazendo os ocidentais? O que estavam fazendo os europeus e aqueles de ascendência européia? Por que nossos antepassados europeus não estavam devolvendo seu esterco para o solo, também? Afinal de contas, isso faz sentido. Os asiáticos que reciclavam seu esterco não apenas recuperavam um recurso e reduziam a poluição, mas ao devolver seu excremento ao solo, conseguiram reduzir ameaças a sua saúde. Não havia nenhum esgoto pútrido coletando e criando germes patogênicos. Ao invés disso, o humanure estava, na maior parte, passando por um processo natural, não químico de purificação no solo, que não requeria nenhuma tecnologia.

Claro, um monte do "solo noturno" no extremo oriente hoje não é compostado e é fonte de problemas de saúde. Porém, mesmo com a devolução do esterco bruto ao solo consegue-se a destruição de muitos patógenos humanos no esterco, e devolve nutrientes ao solo.

Vamos dar uma olhada no que estava acontecendo na Europa em

relação à higiene pública a partir do século XIV. Grandes pestilências varreram a Europa através da história. A Peste Negra matou mais da metade da população da Inglaterra no século XIV. Em 1552, 67.000 pacientes morreram de peste só em Paris. Pulgas de ratos infestados eram os vetores da doença. E os ratos, alimentavam-se de excrementos humanos? Outras pestilências incluíam o *sudor anglicus* (de etiologia incerta mas atribuída à falta de higiene), cólera (disseminada por alimentos e água contaminada pelos excrementos de pessoas infectadas), "febre da cadeia" (causada pela falta de saneamento das prisões), febre tifóide (disseminada por água contaminada com fezes infectadas), e muitas outras.

Andrew D. White, co-fundador da Universidade de Cornell, escreve: *"Por cerca de vinte séculos desde o surgimento do cristianismo, e até um período dentro de nossas próprias memórias vivas, ao aparecimento de qualquer pestilência as autoridades da Igreja, ao invés de pensarem em medidas sanitárias, têm geralmente pregado a necessidade de arrependimento imediato pelas ofensas contra o Todo Poderoso. Nas principais cidades da Europa, assim como no interior de forma geral, até um período recente, as precauções sanitárias mais ordinárias eram negligenciadas, e pestilências continuavam a ser atribuídas à ira de Deus ou a malícia de Satã."*⁹

Sabe-se agora que a principal causa de tamanho sacrifício de vida era a falta de práticas higiênicas adequadas. Muitos afirmam que certo pensamento teológico naquele tempo resistia à evolução de própria higiene. De acordo com White, *"Por século após século prevaleceu a idéia que imundície era companheira da santidade."* Viver na imundície era considerado pelos religiosos como evidência de santidade, de acordo com White, que lista numerosos santos que nunca banharam partes ou todo o corpo, tais como São Abraão, que não lavou nem suas mãos nem seus pés por cinquenta anos, ou Santa Sílvia, que nunca lavou nenhuma parte de seu corpo exceto os dedos.¹⁰

Interessantemente, após a Peste Negra ter deixado seu rastro sinistro por toda a Europa, *"uma proporção imensamente aumentada das propriedades pessoais e terras de cada país na Europa estava nas mãos da Igreja."*¹¹ Aparentemente, a igreja estava colhendo algum benefício das mortes de enormes números de pessoas. Talvez a igreja tivesse um interesse oculto na manutenção da ignorância pública sobre as fontes de doença. Esta insinuação é quase diabólica demais para consideração séria. Ou será que não?

De algum modo, a idéia desenvolveu-se por volta de 1400 que judeus e bruxas estavam causando as pestilências. Judeus eram suspeitos porque eles não haviam sucumbido às pestilências tão prontamente como a população cristã, presumivelmente porque eles empregavam um sistema de saneamento único mais chegado à limpeza, incluindo o consumo de

alimentos kosher. Não compreendendo isso, a população cristã chegou rapidamente à conclusão que a imunidade dos judeus resultava da proteção de Satã. Como resultado, tentativas foram feitas em todas as partes da Europa de parar as pragas através da tortura e massacre de judeus. Doze mil judeus foram queimados na estaca só na Bavaria durante o período da peste, e milhares de outros foram igualmente mortos por toda a Europa.¹²

Em 1484, o "infalível" Papa Inocêncio VIII proclamou a posição da igreja de que bruxas eram causa de doenças, tempestades, e uma variedade de males afligindo a humanidade. O sentimento da igreja foi sintetizado em uma sentença: "*Que morram todas as bruxas.*" Entre meados dos séculos XVI e XVII, mulheres e homens foram levados à tortura e morte aos milhares por autoridades tanto católicas como protestantes. Estima-se que o número de vítimas sacrificadas durante aquele século só na Alemanha seja acima de cem mil.

O caso seguinte em Milão, na Itália, sumariza as idéias de saneamento na Europa durante o século XVII:

A cidade estava sob o controle da Espanha, e havia recebido nota do governo espanhol que bruxas eram suspeitas de estar a caminho de Milão para "untar os muros" (espalhar unguentos causadores de doenças nos muros da cidade). A igreja soou o alarme, pondo a população em alerta. Uma manhã em 1630, uma velha olhando pela janela viu um homem que andava por uma rua passar seus dedos em uma parede. Ele foi imediatamente denunciado às autoridades. O homem alegou que estava simplesmente limpando a tinta de seus dedos, pois os havia sujado em sua guampa de tinta. As autoridades, não satisfeitas com essa explicação, jogaram o homem na cadeia e o torturaram até que ele "confessasse". A tortura continuou até que ele desse os nomes de seus "cúmplices", que foram subseqüentemente cercados e torturados. Eles por sua vez deram nomes de *seus* "cúmplices", e o processo continuou até que membros das mais eminentes famílias foram incluídos nas acusações. Finalmente, um grande número de pessoas inocentes foram sentenciadas à morte.¹³

Uma doença horrível dos séculos XVI ao XVIII foi a "febre da cadeia". As prisões daquele período eram imundas. Pessoas eram confinadas em masmorras conectadas a esgotos com pouca ventilação ou drenagem. Prisioneiros incubavam a doença e a espalhavam para o público, especialmente a polícia, advogados e juizes. Em 1750, por exemplo, a doença matou dois juizes, um lorde maior, vários jurados e muitos outros em Londres, incluindo, claro, prisioneiros.¹⁴

As pestilências naquele tempo em colônias protestantes *na América* eram também atribuídas à ira divina ou malícia satânica, mas quandoas doenças afligiam os índios, elas eram consideradas benéficas. "*A pestilência entre os índios, antes da chegada da Colônia Plymouth, foi atribuída em um trabalho notável daquele período ao Propósito Divino de limpar a Nova*

Inglaterra para os disseminadores do evangelho."¹⁵

Talvez a razão pela qual os países asiáticos têm tão grandes populações em comparação aos países ocidentais é que eles escaparam a algumas das pestilências comuns à Europa, especialmente pestilências espalhadas pela falha em se reciclar responsabilmente excremento humano. Eles presumivelmente aplicavam seu esterco de volta à terra porque suas perspectivas espirituais apoiavam tal comportamento. Ocidentais estavam muito ocupados queimando bruxas e judeus com a assistência generosa da Igreja, para se preocuparem com a reciclagem de humanure.

Nossos antecessores acabaram por compreender que falta de higiene era um fator causal nas epidemias. Porém, foi apenas no final do século XIX na Inglaterra que se passou a suspeitar que saneamento inadequado e esgotos eram causas de epidemias. Naquele tempo, grandes números de pessoas estavam morrendo de doenças, especialmente cólera, que matou pelo menos 130.000 pessoas na Inglaterra apenas entre 1848 e 1849. Em 1849, um médico inglês publicou a teoria que cólera era transmitida pela água contaminada com esgotos. Ironicamente, mesmo onde o esgoto estava sendo levado para longe da população por tubulações, ainda havia vazamentos permitindo a contaminação dos suprimentos de água de bebida por esgotos.

O governo inglês não se importava com o fato que centenas de milhares de cidadãos em sua maior parte pobres estavam perecendo como moscas ano após ano. Portanto ele rejeitou um projeto de lei de saúde pública em 1847. Uma lei sanitária finalmente passou a vigorar em 1848 em face ao último surto, mas não foi muito efetiva. Porém, ela serviu para trazer os problemas de saneamento à atenção do público, como indicado pela declaração da Comissão Geral de Saúde (1849): *"Cidadãos de todas as classes devem ser avisados que sua primeira medida de segurança está na remoção de pilhas de estrume e imundícies sólidas e líquidas de toda descrição de dentro e arredores de suas casas e terrenos."* Isso me faz pensar se uma pilha de composto teria sido considerada uma "pilha de estrume" naqueles dias, e portanto banida.

Saneamento na Inglaterra era tão precário na segunda metade do século XIX que, *"Em 1859, quando a Rainha e o Príncipe Albert tentaram um curto passeio de lazer no rio Tâmsa, suas águas malcheirosas os mandaram de volta para a terra dentro de poucos minutos. Naquele verão uma prolongada onda de calor e seca expôs seus bancos, pôdres com o esgoto de uma cidade inchada e mal drenada. Por causa do fedor, as sessões do Parlamento tinham que acabar cedo."* Outra estória descreve a Rainha Victória olhando para o rio e perguntando em voz alta que eram aqueles pedaços de papel flutuando tão abundantemente. Seu acompanhante, não querendo admitir que a rainha estava olhando para pedaços de papel higiênico usado, respondeu: *"Aqueles, madame, são avisos que é proibido*

nadar no rio."¹⁶

Os "conservadores" do governo inglês ainda achavam que gastar em serviços sociais era um desperdício de dinheiro e uma infração inaceitável pelo governo no setor privado (soa familiar?). Um dos principais jornais, "The Times", mantinha a posição que o risco de cólera era preferível a ser oprimido pelo governo para prover serviços de esgotos. Porém, uma grande lei finalmente foi aprovada em 1866, o Ato de Saúde Pública, com apenas um mínimo apoio dos conservadores. Mais uma vez, cólera estava afligindo a população, e é provavelmente por essa razão que qualquer lei tenha passado. Finalmente, no final da década de 1860, uma política de saúde pública estava estabelecida na Inglaterra. Felizmente, a epidemia de cólera de 1866 foi a última e a menos desastrosa.¹⁷

Os poderes da igreja finalmente diminuíram o suficiente para permitir aos médicos ter alguma voz sobre as origens das doenças. Nossos sistemas modernos de saneamento finalmente trouxeram segurança para muitos de nós, embora não sem desvantagens. A solução a que se chegou no ocidente foi coletar humanure em água e descartá-lo – talvez após tratamento químico, incineração ou desidratação – para os mares, a atmosfera, ou em aterros.

ATUALIZAÇÃO SOBRE A ÁSIA

Seria ingênuo sugerir que as sociedades da Ásia são perfeitas em qualquer senso. A história da Ásia é repleta dos problemas que atormentaram a humanidade desde que a primeira pessoa escorregou para fora do primeiro ventre. Esses problemas incluem tais coisas como a opressão pela classe rica dominante, guerras, fome, catástrofes naturais, opressão por "imperadores divinos", mais guerra, e agora a superpopulação.

Hoje, os asiáticos estão abandonando as técnicas agrícolas harmoniosas que Dr. King observou cerca de um século atrás. Em Quioto, no Japão, por exemplo, *"solo noturno é coletado higienicamente para a satisfação dos usuários do sistema, apenas para ser diluído em um ponto central de coleta para descarga no sistema de esgotos e tratamento em uma estação de esgotos convencional."*¹⁸

Um leitor do Manual Humanure escreveu um relato interessante sobre banheiros japoneses em uma carta ao autor:

"Minha única experiência real [com humanure]...foi quando vivi no Japão entre 1973 e 1983. Como já faz algum tempo, as coisas podem ter mudado (provavelmente para pior já que banheiros e a vida estavam tornando-se "ocidentalizados" mesmo nos meus últimos anos no Japão).

Minha experiência vêm de ter vivido em pequenas cidades rurais, bem como em áreas metropolitanas (capitais de província). Casas e

comércios tinham uma 'casinha interna'. Abaixo, nada além de fezes e urina, depositados no grande reservatório metálico sob o vaso (do tipo que se usa de cócoras, feito de porcelana). Não se usava nenhum material de cobertura. Fedia!! Não apenas o banheiro, mas a casa toda! Havia muitas moscas, embora as janelas fossem teladas. Larvas e moscas eram o principal problema. Elas rastejavam pelas paredes do reservatório até o chão do banheiro, e às vezes conseguiam chegar até a sala. As pessoas constantemente despejavam algum tipo de produto químico tóxico nos reservatórios para controlar o cheiro e as larvas. (Não funcionava – de fato, os bichos realmente ferviam para fora da privada, tentando escapar dos produtos.) Ocasionalmente um chinelo (usavam-se chinelos "de banheiro", que eram diferentes dos "de casa") caía dentro do buraco nojento, cheio de líquido/larvas. Você não podia nem pensar em recuperar o chinelo! Você não podia deixar crianças pequenas usarem o banheiro sem um adulto segurando-as. Elas poderiam cair lá dentro! Descarte: quando o reservatório estava cheio (cerca de três meses), você chamava uma companhia privada que vinha com um caminhão que sugava a massa líquida com uma mangueira. Você pagava pelo serviço. Eu não tenho certeza o que acontecia com o humanure depois, mas nas áreas agrícolas próximo aos campos havia reservatórios de concreto grandes (3 metros de diâmetro), redondos e elevados, semelhantes a um tanque. Dentro dos reservatórios, me disseram, estava o humanure dos 'caminhões a vácuo'. Era um líquido marrom-esverdeado com algas crescendo na superfície. Me disseram que isso era espalhado nos campos agrícolas."

Em 1952, cerca de 70% do humanure na China era reciclado. Isso aumentou para 90% em 1956, e constituía um terço de todo fertilizante usado no país.¹⁹ Ultimamente, porém, a reciclagem de humanure na China parece estar declinando. O uso de fertilizantes sintéticos aumentou em mais de 600% entre meados dos anos 60 e os 80, e agora estima-se que o uso anual de fertilizantes por hectare na China seja o dobro da média mundial. Entre 1949 e 1983, o uso agrícola de nitrogênio e fósforo aumentou em cerca de dez vezes, enquanto o rendimento da produção apenas triplicou.²⁰

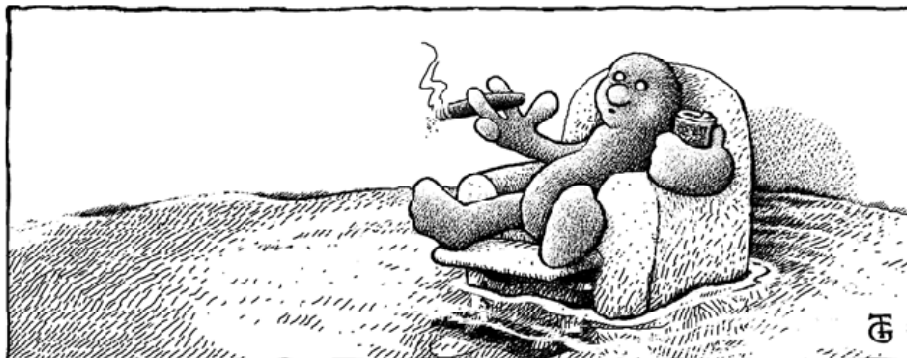
Poluição das águas na China começou a aumentar nos anos 1950 devido à descarga de esgotos. Agora, diz-se que cerca de 70% dos esgotos na China são despejados nos seus principais rios. Em 1992, 45 bilhões de toneladas de esgotos estavam indo para os rios e lagos da China anualmente, 70% sem tratamento. Em áreas urbanas, 80% das águas de superfície estão poluídos com nitrogênio e amônia, e a maioria dos lagos ao redor de cidades tornaram-se depósitos para grandes quantidades de esgotos. Estima-se que 450.000 toneladas de humanure são despejados só no rio Huangpu todo ano. Meio milhão de casos de hepatite A, disseminada por água poluída, ocorreram em Xangai em 1988. Doenças transmitidas pelo solo,

praticamente inexistentes na China há vinte anos, estão agora causando problemas. *"Cada vez mais, as autoridades urbanas chinesas estão recorrendo à incineração ou aterramento como formas de dispor de seus resíduos sólidos, ao invés de reciclar e compostar, o que significa que a China, como o ocidente, está pondo o problema nos ombros das gerações futuras."*²¹

Para dar uma perspectiva histórica, finalizarei com uma frase do Dr. Arthur Stanley, oficial de saúde da cidade de Xangai, China, em seu relatório anual de 1899, quando a população da China era de cerca de 500 milhões de pessoas. Naquele tempo, nenhum fertilizante artificial era empregado na agricultura – apenas materiais orgânicos, naturais tais como resíduos agrícolas e humanure eram usados:

*"Em relação à orientação do saneamento em Xangai quanto à relação entre a higiene ocidental e oriental, pode-se dizer que se, se vida nacional prolongada é indicativa de saneamento adequado, os chineses são uma raça que vale a pena estudar por todos os que se preocupam com saúde pública. É evidente que na China a taxa de natalidade deve exceder consideravelmente a de mortalidade, e o têm feito durante os três ou quatro mil anos em que a nação chinesa têm existido. A higiene chinesa, quando comparada à medieval inglesa, parece ser melhor."*²²

Tal frase, para mim, não faz devida justiça.



UM DIA NA VIDA DE UMA MERDA

Quando eu era criança, eu ouvia veteranos do exército contando histórias de suas proezas a Guerra da Coréia. Geralmente após uma cerveja ou duas, eles começavam a falar das "casinhas externas" usadas pelos coreanos. Eles ficavam perplexos com o fato que os coreanos tentavam atrair transeuntes para suas casinhas, fazendo o banheiro especialmente atrativo. A idéia de alguém querendo as fezes de outros sempre fez os veteranos darem boas rizadas.

Talvez esta atitude resuma bem a atitude de americanos. Excrementos humanos representam um resíduo indesejável do qual temos que nos livrar, e ponto final. Somente tolos pensariam diferente. Um dos efeitos deste tipo de atitude é que os americanos não sabem e provavelmente nem querem saber para onde seus excrementos vão após emergirem dos seus trazeiros, desde que não tenham que lidar com eles.

BIODIGESTOR MEXICANO

Bom, aonde a coisa vai depende do tipo de "sistema de disposição de dejetos" empregado. Vamos começar com o mais simples: o digestor biológico mexicano, também conhecido como cão de rua. Na Índia, este pode ser conhecido como o porco familiar. Eu passei alguns meses no sul do México no final dos anos 70 em Quintana Roo, na península de Yucatan. Lá, não havia banheiros – as pessoas simplesmente usavam as dunas ao longo da costa. Não havia problema, porém. Um dos pequenos e desajeitados cachorros dos muitos que havia por lá estaria esperando por perto com a boca salivando, até que você fizesse o seu serviço. Enterrar seu excremento nessa situação



Vai logo!

Eu não tenho o dia todo!

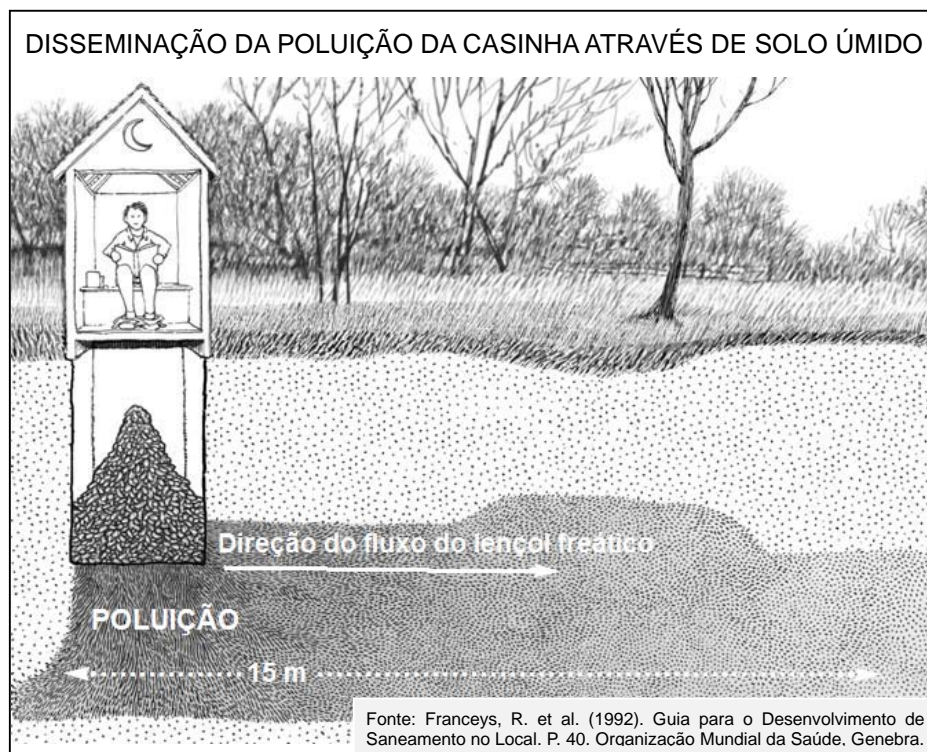
DIGESTOR BIOLÓGICO PRIMITIVO

seria um ato de desrespeito para com o cachorro. Ninguém quer comida misturada com areia. Um bom, sadio e fumegante trôço de merda ao romper da alvorada na costa caribenha nunca durava mais que 60 segundos antes de se tornar uma refeição quente para o melhor amigo do homem. Iume!

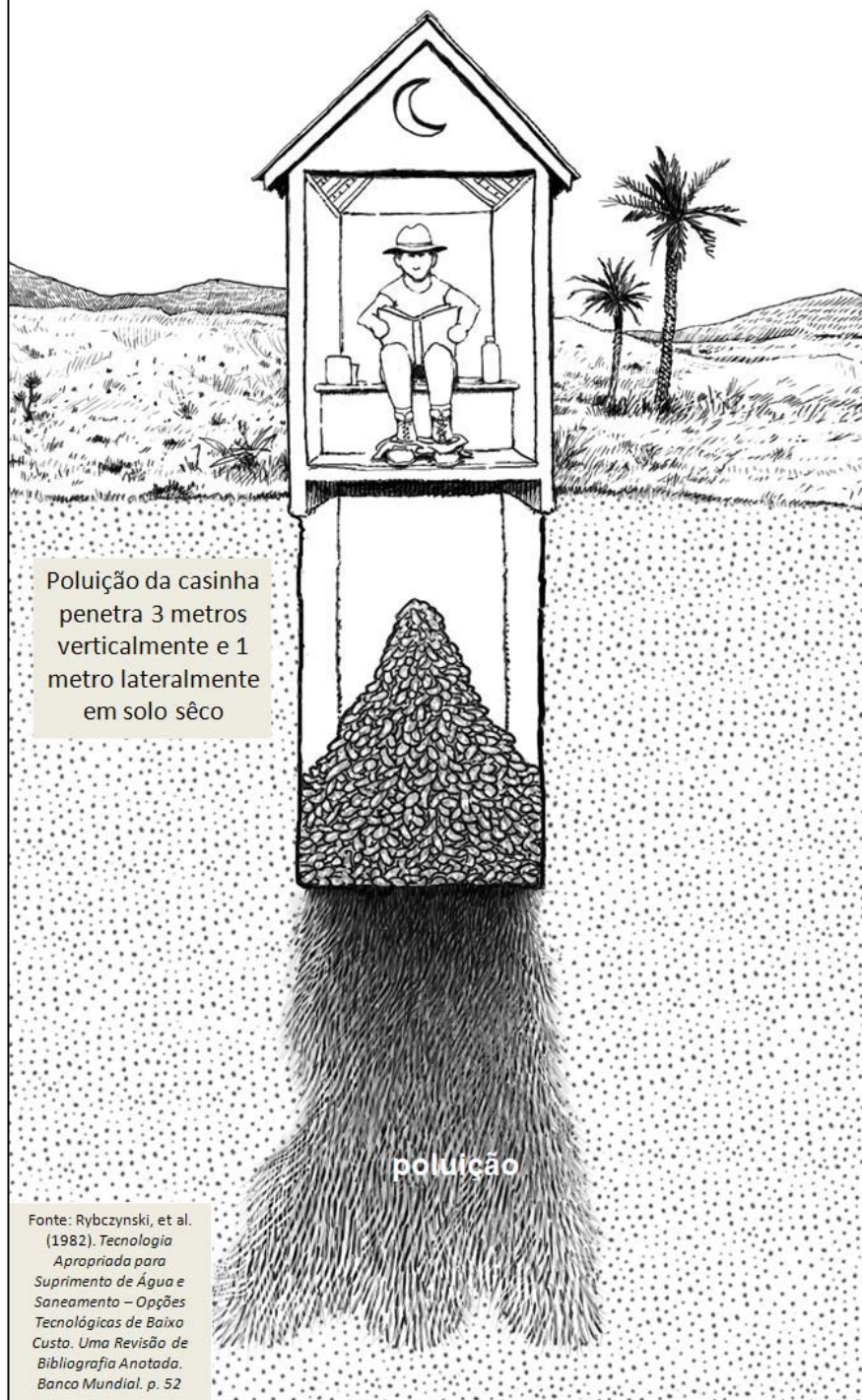
A BOA E VELHA CASINHA

No próximo degrau da escada da sofisticação está a boa e velha "casinha" externa. Em termos simples, você escava um buraco e defeca dentro, e assim vai até que o buraco se encha; então, você cobre com terra. É legal providenciar uma pequena casinha sobre o buraco para fins de abrigo e privacidade. Porém, o conceito é simples: cave um buraco e enterre seu excremento. Interessantemente, este nível de sofisticação ainda não foi superado na América. Nós ainda enterramos nosso excremento, na forma de sedimento de esgoto, em buracos nos aterros.

Casinhas externas criam problemas reais sanitários, ambientais e estéticos. O buraco no chão é acessível a moscas e mosquitos que podem transmitir doenças por extensas áreas. As fossas negras vazam poluentes para o solo, mesmo que este seja sêco. E o cheiro – *segure seu nariz*.



PENETRAÇÃO DE POLUIÇÃO DA CASINHA EM SOLO SÊCO



Casinhas transmitem poluição três metros abaixo do nível do fundo do buraco e um metro lateralmente em solo seco. Pode-se esperar um alastramento da contaminação por 15 metros lateralmente em solos úmidos, seguindo a direção do fluxo das águas subterrâneas.

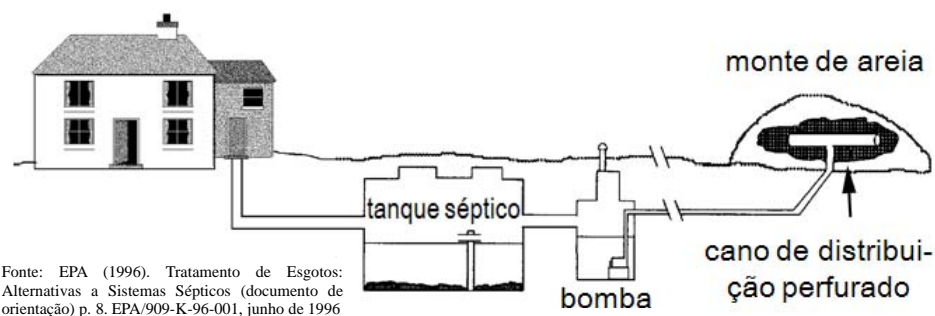
SISTEMAS SÉPTICOS

Outro degrau na escada, e encontramos o tanque séptico, um método comum de disposição de resíduos humanos em áreas rurais e suburbanas dos Estados Unidos. Neste sistema, os excrementos são depositados em um tanque contendo água, geralmente potável, com a qual dá-se então a descarga.

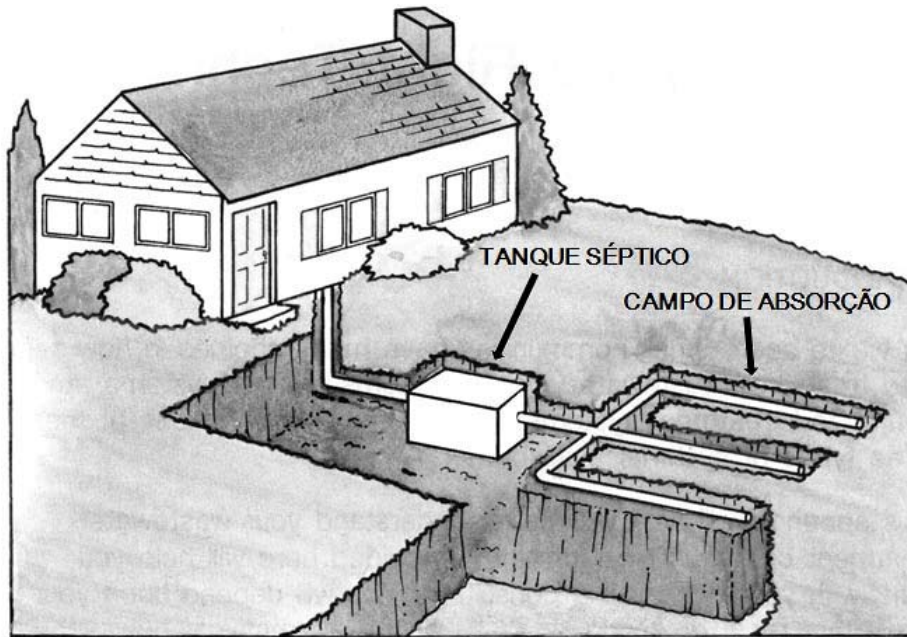
Após a merda flutuante viajar através de um cano de esgoto, ela cai dentro de um tanque relativamente grande de armazenamento subterrâneo, o *tanque séptico*, geralmente feito de concreto e às vezes de fibra de vidro. Na Pensilvânia (Estados Unidos), um tanque de 3500 litros é o mínimo permitido para uma casa com até três quartos.¹ Os sólidos mais pesados assentam no fundo do tanque e os líquidos são drenados para um campo de absorção, que consiste em um arranjo de canos de drenagem situados abaixo da superfície do solo, permitindo que o líquido seja absorvido. Espera-se que o material líquido sofra uma decomposição anaeróbica dentro do tanque. Quando o tanque séptico se enche, chama-se um caminhão limpa-fossa, que suga o material e o leva a uma estação de tratamento de esgotos, embora às vezes haja o descarte ilegal.

MONTES DE AREIA

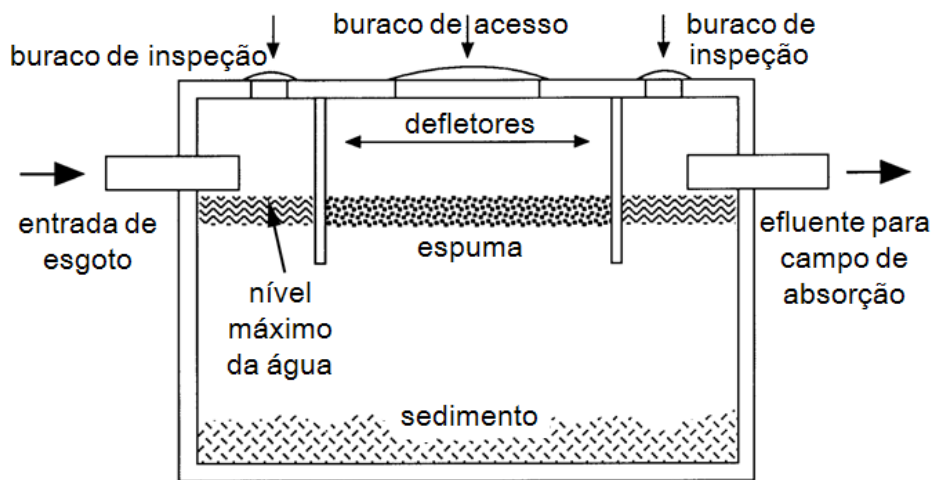
No evento de um solo com má drenagem, ou por ser muito raso ou por ter alto teor de argila, um campo de absorção convencional não vai funcionar bem, especialmente quando o chão já está saturado de água. É aí que o sistema de disposição com o *monte de areia* é empregado. Quando o tanque séptico não está drenando adequadamente, uma bomba manda o



SISTEMA DO MONTE DE AREIA



SISTEMA PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO POR GRAVIDADE PARA TANQUE SÉPTICO
 Fonte: EPA dos EUA (1987). *It's Your Choice – A Guidebook for Local Officials on Small Community Wastewater Management Options*. p. 40. EPA 430/9-87-006.



SEÇÃO TRANSVERSAL DE UM TANQUE SÉPTICO

Fonte: Faculdade de Agricultura do Estado da Pensilvânia, Extensão Cooperativa, Folha Técnica de Engenharia Agrícola SW-165.

efluente para dentro de uma pilha de areia e pedras acima do nível do solo (embora às vezes a bomba não seja necessária e a gravidade faça o serviço). Uma tubulação perfurada dentro da pilha de areia permite a drenagem do efluente através do monte. Montes de areia são usualmente cobertos com solo e grama. Na Pensilvânia, montes de areia devem ficar a pelo menos 30 metros morro a baixo a partir de um poço ou nascente, 15 metros de um riacho, e 1 metro e meio do limite da propriedade.² De acordo com empreiteiras locais, montes de areia custam de 5 a 12 mil dólares para construir (no começo do século XXI). Eles têm que ser construídos de acordo com especificações governamentais, e não podem ser usados até que passem pela inspeção oficial.

POLUIÇÃO DE LENÇÓIS FREÁTICOS A PARTIR DE SISTEMAS SÉPTICOS



SE você tiver um Sistema de Tanque Séptico...

Nós humanos começamos a descartar nossos "resíduos humanos" defecando em buracos no chão ou uma casinha, então descobrimos que podíamos mandar nossos trôços de merda flutuando para o buraco usando água, sem nunca termos que deixar nosso abrigo. Porém, um dos problemas com sistemas sépticos é que, como as casinhas, eles poluem nossos lençóis freáticos. No final do século XX, havia 22 milhões de sistemas sépticos nos Estados Unidos, servindo um quarto a um terço da população. Eles eram notórios por vazarem contaminantes como

bactérias, vírus, nitratos, fosfatos, cloretos e compostos orgânicos como tricloroetileno para o ambiente. Um estudo da EPA sobre os materiais químicos em tanques sépticos encontrou tolueno, cloreto de metileno, benzeno, clorofórmio e outros compostos orgânicos sintéticos voláteis relacionados a uso doméstico, muitos dos quais eram causadores de câncer.³ Entre 3,1 e 5,5 *trilhões* de litros dessa água contaminada foram despejados por ano em nossos aquíferos mais superficiais.⁴ Nos Estados Unidos, tanques sépticos são considerados a primeira fonte de contaminação de águas subterrâneas. Quarenta e seis estados citam sistemas sépticos como fontes de poluição de lençóis freáticos; nove desses os reportaram como a fonte principal de contaminação de águas subterrâneas.⁵

A palavra "séptico" vem do grego "septikos", que significa "apodrecer". Hoje ela ainda significa "causador de putrefação", putrefação sendo a "decomposição de matéria orgânica resultando na formação de produtos fétidos." Sistemas sépticos não são projetados para destruir patógenos humanos que podem estar presentes nos dejetos que entram no tanque séptico. Eles são projetados para coletar os esgotos humanos, assentar os sólidos, e digerir anaerobicamente em alguma extensão, lançando o efluente para ser absorvido pelo solo. Portanto, sistemas sépticos podem ser altamente patogênicos, permitindo a transmissão de bactérias, vírus, protozoários e parasitas intestinais através do sistema.

Uma das principais preocupações associadas a sistemas sépticos é o problema da densidade populacional humana. Muitos sistemas sépticos em determinada área sobrecarregarão os sistemas naturais de purificação e permitirão que grandes quantidades de águas poluídas contaminem o lençol freático. Uma densidade de mais de quinze sistemas sépticos domésticos por quilômetro quadrado fazem com que esta área se torne um alvo provável de contaminação subterrânea, de acordo com a EPA.⁶

Substâncias tóxicas são comumente liberadas ao ambiente a partir de sistemas sépticos porque as pessoas os despejam pelos drenos. Os produtos são encontrados em pesticidas, tintas, desinfetantes, desentupidores de canos, solventes, anti-congelantes, anti-ferrugem, produtos de limpeza e muitas outras soluções. De fato, mais de 1.500 metros cúbicos de líquidos para limpeza de tanques sépticos contendo substâncias químicas orgânicas sintéticas foram usados em um ano pelos residentes de Long Island apenas. Além disso, algumas substâncias tóxicas podem corroer canos, causando assim a penetração de metais pesados nos sistemas sépticos.⁷

Em muitos casos, pessoas que tem tanques sépticos são forçadas a conectar a linhas de esgotos quando estas tornam-se disponíveis. Um caso da corte suprema dos Estados Unidos em 1992 revisou uma situação onde cidadãos de Nova Hampshire haviam sido forçados a conectarem-se a uma linha de esgotos que simplesmente descarregava esgotos sem qualquer tratamento no rio Connecticut, e o fez por 57 anos. Apesar do método rudimentar de disposição de esgotos, a lei estadual obrigava todas as propriedades dentro de 30 metros de distância do sistema de esgoto urbano a conectarem-se a partir de sua construção em 1932. Esse sistema de disposição de esgotos bárbaro aparentemente continuou a operar até 1989, quando leis estaduais e federais de tratamento de esgotos impediram o despejo de esgotos brutos no rio.⁸

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Há ainda mais um degrau na escala de sofisticação no tratamento de esgotos: a estação de tratamento de esgotos. A estação de tratamento de esgotos é como um tanque séptico enorme e muito sofisticado porque ela coleta os excrementos de grandes números de humanos, carreados pela água. Inevitavelmente, quando alguém defeca ou urina na água, está poluindo-a. Para evitar a poluição do ambiente, essa "água suja" deve de alguma forma ser tratada para poder ser devolvida ao ambiente. A água dos esgotos entrando na estação de tratamento é 99% líquida por causa de toda a água das pias, banheiras e chuveiros, e tudo o mais que vai cano a baixo acaba indo parar na estação também, daí o fato de dar-se o nome de estação de tratamento de *água*. Em alguns casos, também a água da chuva mistura-se e vai dar na estação através de *esgotos combinados*. Indústrias, hospitais, postos de gasolina e qualquer lugar com um cano de esgoto adiciona seus efluentes à mistura contaminada que se chama esgoto.

Muitas estações de tratamento de esgotos modernas usam um processo de tratamento de sedimento ativado pelo qual oxigênio é vigorosamente injetado através da água para ativar a digestão microbiana dos sólidos. Esse estágio de aeração é combinado com um estágio de decantação que permite que os sólidos sejam removidos. Os sólidos removidos, chamados de *sedimento* ou *lama de esgoto*, podem ser usados para re-inocular o esgoto que chega, ou pode ser desidratado até a consistência de uma lama seca, e enterrado em aterros. Às vezes, o sedimento é aplicado a terras agrícolas, e atualmente, às vezes é compostado.

Os micróbios que digerem o sedimento consistem de bactérias, fungos, protozoários, rotíferas e nematóides.⁹ Estações de tratamento de esgotos nos Estados Unidos geraram cerca de 7,6 milhões de toneladas secas de sedimento em 1989.¹⁰ Só a cidade de Nova Iorque produz 143.810 toneladas secas de sedimento de esgoto todo ano.¹¹ Em 1993, a quantidade de sedimento de esgoto produzida anualmente nos Estados Unidos foi 110 a 150 milhões de toneladas (peso úmido). A água que sobra é tratada, geralmente com cloro, e descarregada em rios ou outros corpos d'água. O total de água de esgotos tratados despejados em cursos d'água nos Estados Unidos em 1985 chegou a cerca de *117 bilhões de litros por dia*.¹² A propósito, a quantidade de papel higiênico usada em 1991 para mandar todo esse resíduo para os esgotos foi 2,3 milhões de toneladas.¹³ A cada ano que passa, conforme a população humana aumenta, esses números também aumentam.

LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTOS

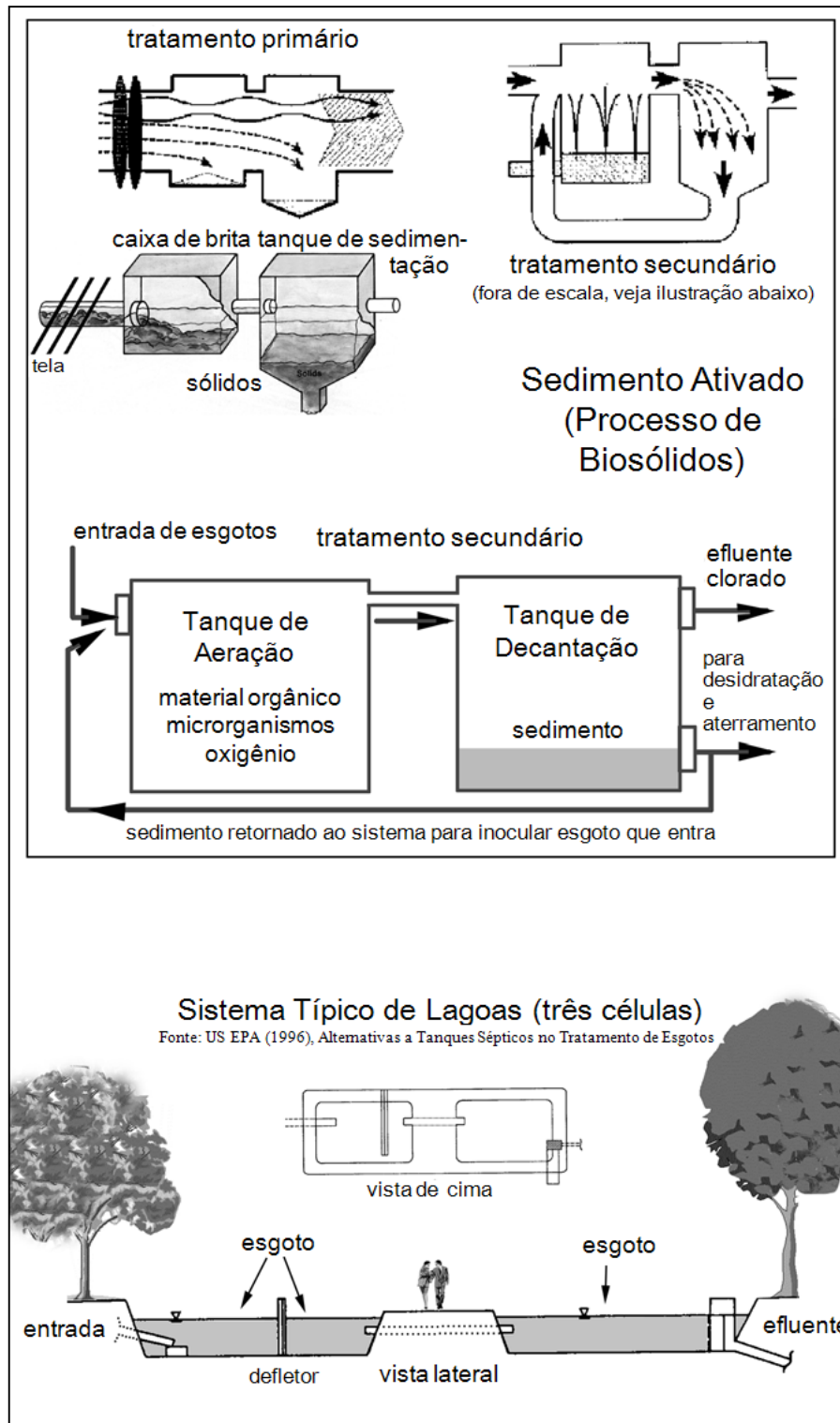
Talvez um dos métodos de tratamento de esgotos mais antigos sejam as lagoas de estabilização, também conhecidas como lagoas de oxidação. Elas são freqüentemente encontradas em pequenas áreas rurais onde terras são abundantes e baratas. Tais lagoas tendem a ter apenas um metro a um metro e meio de profundidade, mas variam em tamanho podendo chegar a mais de três metros de profundidade.¹⁴ Elas utilizam processos naturais para "tratar" dejetos, contando com algas, bactérias e zooplâncton para reduzir o conteúdo orgânico da água do esgoto. Uma lagoa "saudável" terá uma cor verde por causa da densa população de algas. Essas lagoas têm que ter cerca de 1.000 m² para cada 50 pessoas servidas. Lagoas aeradas mecanicamente requerem apenas um terço a um décimo da área necessária a uma lagoa não aerada. É uma boa idéia ter várias lagoas menores em série, ao invés de ter uma só grande; normalmente, um mínimo de três "células" são usadas. O sedimento se acumula no fundo das lagoas, e pode ter que ser removido a cada cinco a dez anos e disposto de uma forma aprovada.¹⁵

COLORO

Águas de esgotos ao deixar as estações de tratamento são freqüentemente tratadas com cloro, antes de serem lançadas ao ambiente. Portanto, além de contaminar os recursos hídricos com fezes, o ato de defecar na água muitas vezes contribui para a contaminação dos recursos hídricos com *cloro*.

Usado desde o início do século XX, cloro é um dos produtos químicos mais largamente produzidos. Mais de 10 milhões de toneladas são produzidos nos Estados Unidos todo ano – somando um total de 72 bilhões de dólares.¹⁶ Anualmente, cerca de 5%, ou 500 mil toneladas do cloro manufaturado é usado para tratamento de esgotos e "purificação" de água encanada. O líquido letal ou gás verde é misturado com a água do esgoto em estações de tratamento para matar microrganismos causadores de doenças antes da água ser descarregada em rios, lagos ou mares. Também é adicionado à água de uso doméstico, em sistemas de tratamento de água caseiros e municipais. Cloro mata microrganismos por danificar suas membranas celulares, o que também leva ao extravazamento de suas proteínas e material genético.¹⁷

O cloro (Cl₂) não existe na natureza. Trata-se de um veneno potente que reage com água para produzir uma solução fortemente oxidante que pode danificar os epitélios do trato respiratório humano. Dez a vinte partes por milhão (ppm) de cloro gasoso no ar rapidamente irrita o trato



respiratório; mesmo uma exposição curta a níveis de 1.000 ppm (ou seja, uma parte para mil) pode ser fatal.¹⁸ Cloro também mata peixes, e relatos de mortandade de peixes levaram a investigações científicas sobre o cloro nos anos 70.

O fato que compostos perigosos são formados como *sub-produtos* do uso cloro também é motivo de preocupação. Em 1976, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) relatou que o uso de cloro não apenas envenenava os peixes, mas também podia causar a formação de compostos causadores do câncer, tais como o clorofórmio. Alguns efeitos conhecidos de poluentes à base de cloro sobre a vida animal incluem problemas de memória, redução do crescimento e câncer em humanos; problemas reprodutivos em visons e lontras; problemas reprodutivos, problemas na eclosão de ovos e morte em trutas de lago; e anomalias embrionárias e morte em cágados.¹⁹

Em um estudo nacional de 6.400 estações de tratamento de esgotos municipais, a EPA estimou que dois terços delas usavam quantidades excessivas de cloro, causando efeitos letais em todos os níveis da cadeia alimentar aquática. Cloro danifica as brânquias dos peixes, reduzindo sua habilidade de absorver oxigênio. O cloro também causa anormalidades de comportamento nos peixes, afetando assim a migração e reprodução. Cloro em rios pode criar "represas" químicas, que impedem o movimento livre de alguns peixes migratórios. Felizmente, desde 1984, houve uma redução de 98% no uso de cloro por estações de tratamento de esgoto, embora o uso de cloro continue a ser um problema disseminado porque muitas estações de esgotos ainda o despejam em pequenos cursos d'água.²⁰

Outra controvérsia associada com o uso do cloro envolve a "dioxina", que é um termo comum para um grande número de compostos clorados que são classificados como possíveis carcinógenos humanos pela EPA. Sabe-se que as dioxinas causam câncer em animais de laboratório, mas seus efeitos em humanos ainda são motivo de debate. Dioxinas, sub-produtos da indústria química, são concentradas através da cadeia alimentar onde elas são depositadas em tecidos gordurosos humanos. Um ingrediente chave na formação de dioxina é o cloro, e há indicações que um aumento no uso de cloro resulta em um aumento correspondente no conteúdo de dioxinas no ambiente, mesmo em áreas onde a única fonte de dioxinas é a atmosfera.²¹

Nas camadas mais altas da atmosfera, moléculas de cloro da poluição do ar atacam a camada de ozônio; nas camadas mais baixas da atmosfera, elas se ligam ao carbono para formar organoclorados. Alguns dos 11.000 organoclorados usados comercialmente incluem compostos perigosos como o DDT, PCBs, clorofórmio e tetracloro de carbono. Organoclorados raramente ocorrem na natureza, e seres vivos têm pouca defesa contra eles. Eles foram associados não apenas ao câncer, mas também a dano neurológico, supressão imune e defeitos reprodutivos e do desenvolvimento.

Quando produtos clorados são lançados ralo a baixo para dentro de tanques sépticos, eles estão produzindo organoclorados. Embora microrganismos do composto possam degradar e tornar inofensivos muitos compostos tóxicos, compostos altamente clorados são preocupantemente resistentes a esse tipo de biodegradação.²²

“Qualquer uso de cloro resulta em compostos que causam uma vasta gama de problemas,” diz Joe Thorton, um pesquisador do Greenpeace; *“Cloro é simplesmente incompatível com a vida. Uma vez que você o produz, você já não pode mais controlá-lo.”*²³

Não há dúvida que os sistemas de tratamento de esgotos de nossa nação estão poluindo nossos recursos de água de bebida com patógenos. Como resultado, o cloro também está sendo adicionado para desinfetar *a água que bebemos*, assim como para desinfetar os efluentes de estações de tratamento de esgotos. Estima-se que 79% da população dos Estados Unidos estão expostos ao cloro.²⁴ De acordo com um estudo de 1992, *cloro é adicionado a 75% da água de bebida do país* e está ligado ao câncer. Os resultados do estudo sugeriram que pelo menos 4.200 casos de câncer de bexiga e 6.500 casos de câncer do reto cada ano nos Estados Unidos são associados com o consumo de água clorada.²⁵ Essa associação é mais forte em pessoas que beberam água clorada por mais de quinze anos.²⁶

O Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos relatou que mulheres grávidas que rotineiramente bebem ou tomam banho em água de torneira clorada têm maiores riscos de ter bebês prematuros ou sub-desenvolvidos, ou bebês com defeitos congênitos.²⁷

De acordo com um porta-voz da indústria do cloro, 87% dos sistemas de água nos Estados Unidos utilizam cloro livre; 11% usam cloraminas. Cloraminas são uma combinação de cloro e amônia. O tratamento por cloramina está se tornando mais disseminado devido às questões de saúde relacionadas ao cloro.²⁸ Porém, cientistas da EPA admitem que nós somos muito ignorantes sobre os potenciais sub-produtos do processo da cloramina, que envolve a ozonação da água antes da adição de cloramina.²⁹

De acordo com um relatório de 1992 do Escritório Geral de Contabilidade dos Estados Unidos, os consumidores são mal informados sobre violações potencialmente sérias dos padrões de qualidade da água de bebida. Em uma revisão de vinte sistemas de água em seis estados, de 157 violações da qualidade de água de bebida, o público recebeu informações em tempo apenas em 17 casos.³⁰

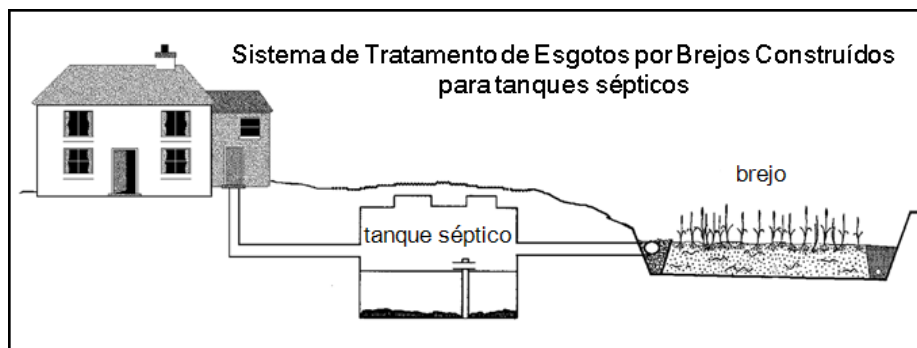
SISTEMAS ALTERNATIVOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Novos sistemas estão sendo desenvolvidos para purificar esgotos. Um sistema experimental popular hoje é o *sistema de brejo artificial*, que desvia os esgotos através de um ambiente aquático consistindo de plantas aquáticas tais como aguapés, juncos, lírios e taboas. As plantas agem como filtros biológicos, e os micróbios que vivem em suas raízes degradam os compostos de nitrogênio e fósforo, bem como produtos químicos tóxicos. Embora eles não possam degradar metais pesados, as plantas os absorvem e eles podem ser colhidos para incineração ou aterramento.³¹

De acordo com oficiais da EPA, a tecnologia de tratamento por brejos artificiais tem grande potencial como uma alternativa eficiente e barata de tratamento de esgotos. Dizem que o método é relativamente barato, tem boa eficiência energética e é prático e efetivo. A eficiência no tratamento em sistemas de brejos adequadamente construídos seria comparável à de sistemas de tratamento convencionais.³² Infelizmente, sistemas de brejos não recuperam os recursos agrícolas presentes no humanure.

Outro sistema utiliza tecnologia solar, semelhante a estufas para tratar águas de esgotos. Este sistema utiliza centenas de espécies de bactérias, fungos, protozoários, caramujos, plantas e peixes, entre outras coisas, para produzir níveis avançados de tratamento de esgotos. Esses Sistemas Aquáticos Solares também são experimentais, mas parecem ter esperança.³³ Mais uma vez, os recursos agrícolas do humanure são perdidos quando se usa qualquer método de descarte ou técnica de tratamento de esgotos ao invés do método da reciclagem de humanure.

Quando um método de reciclagem de humanure é usado em uma casa, porém, e o esgoto *não* é produzido, a maioria das casas ainda estará produzindo águas servidas. Água servida é aquela que foi usada para lavagem de roupa, louça, e banho, e ela tem que ser tratada de forma responsável antes de ir para o meio ambiente. A maioria das casas produzem esgotos. Casas onde os excrementos humanos são compostados



podem não produzir nenhum esgoto – essas casas são as melhores candidatas a sistemas *alternativos* de águas servidas. Esses sistemas são discutidos no Capítulo 9.

USO AGRÍCOLA DE SEDIMENTO DE ESGOTO

Agora é aqui que alguém pode perguntar: “Por que não devolver o *sedimento* de esgoto ao solo para fins agrícolas?”

Uma razão: a legislação. Quando eu perguntei ao supervisor de minha estação de tratamento de esgotos local se as cinco mil toneladas de sedimento de esgotos gerados na estação todo ano, por uma população de 8.000 pessoas, estava sendo aplicada a terras agrícolas, ele disse: “*Leva seis meses e cinco mil dólares para obter uma licença para aplicação ao solo. Outro problema é que devido à legislação, o sedimento não pode ficar na superfície após a aplicação, tem que ser arado e coberto com terra imediatamente. Quando os fazendeiros têm as condições adequadas para arar seus campos, eles aram. Eles não podem esperar por nós, e nós não podemos ter o sedimento pronto na hora da aração.*” Pode ser que seja assim mesmo.

Problemas associados com o uso agrícola de sedimento de esgotos incluem contaminação dos lençóis freáticos, contaminação do solo e dos produtos agrícolas com patógenos, metais pesados, nitratos, e compostos orgânicos tóxicos e carcinogênicos.³⁴ Sedimento de esgotos é muito mais que material orgânico agrícola. Ele pode conter DDT, PCBs, mercúrio e outros metais pesados.³⁵ Um cientista alega que mais de 90 milhões de litros de óleo de motor usado são despejados nos esgotos dos Estados Unidos todos os anos.³⁶

As maiores fábricas da América liberaram mais de 230 mil toneladas de poluentes tóxicos nos esgotos dos Estados Unidos só em 1989, de acordo com o Grupo de Pesquisa do Interesse Público dos Estados Unidos. Entre 1990 e 1994, mais 200 mil toneladas de produtos tóxicos foram despejados em sistemas de tratamento de esgotos, embora os níveis reais de descargas tóxicas possam ser muito mais altos.³⁷

Dos dez estados com maior volume de descargas tóxicas nos esgotos públicos em 1992, Michigan levou o primeiro prêmio com cerca de 36 mil toneladas, seguido por Nova Jérsei, Illinois, Califórnia, Texas, Virgínia, Ohio, Tennessee, Wisconsin e Pensilvânia (cerca de 9 mil toneladas pela Pensilvânia).³⁸

Um estudo interessante sobre o uso agrícola de sedimento de esgoto foi feito pelo Sr. Purves, na Escócia. Ele começou a aplicar sedimento de esgoto à taxa de 150 toneladas por hectare em um terreno em 1971. Após quinze anos tratando o solo com o sedimento, ele testou a vegetação do local

Tabela 5.1

**NOMES DE MARCAS DE FERTILIZANTES
À BASE DE SEDIMENTO DE ESGOTO JÁ
COMERCIALIZADAS**

CIDADE de ORIGEM	NOME
Akron, OH	Akra-Soilite
Battle Creek, MI	Battle Creek Plant Food
Boise, ID	B.I. Organic
Charlotte, NC	Humite & Turfood
Chicago, IL	Chicagro & Nitroganic
Clearwater, FL	Clear-O-Sludge
Fond du Lac, WI	Fond du Green
Grand Rapids, MI	Rapidgro
Houston, TX	Hu-Actinite
Indianapolis, IN	Indas
Madison, WI	Nitrohumus
Massillon, OH	Greengro
Milwaukee, WI	Milorganite
Oshkosh, WI	Oshkonite
Pasadena, CA	Nitroganic
Racine, WI	Ramos
Rockford, IL	Nu-Vim
San Diego, CA	Nitro Gano
San Diego, CA	San-Diegonite
S. California	Sludgeon
Schenectady, NY	Orgro & Gro-hume
Toledo, OH	Tol-e-gro

*Nomes são marcas registradas.

Fontes: Rodale, J. I. et al. (Eds.). (1960). *Livro Competo de Compostagem*. Rodale Books Inc.: Emmaus, PA. p. 789-790. e Collins, Gilbert H., (1955). *Fertilizantes Comerciais – Suas Fontes e Uso*. Quinta Edição. McGraw-Hill Book Co., Nova Iorque

quanto a níveis de metais pesados. Ao constatar que os metais pesados (chumbo, cobre, níquel, zinco e cádmio) haviam sido absorvidos pelas plantas, ele concluiu, *“Contaminação dos solos com uma vasta gama de metais potencialmente tóxicos após a aplicação de sedimento de esgotos é portanto virtualmente irreversível.”* Em outras palavras, os metais pesados não são lavados do solo, mas entram na cadeia alimentar, e podem contaminar não apenas as plantas, mas também os animais de pasto.⁴⁰

Outros estudos mostraram que metais pesados acumulam-se nos tecidos vegetais de verduras muito mais que em frutos, raízes e tubérculos. Portanto, se alguém tem que plantar em solos fertilizados com sedimento de esgoto contaminado com metais pesados, seria melhor produzir cenouras ou batatas, ao invés de alface.⁴¹ Cobaias alimentadas experimentalmente com acelga produzida em solos fertilizados com sedimento de esgoto não mostraram efeitos tóxicos observáveis. Porém, suas adrenais

mostraram níveis elevados de antimônio, seus rins tiveram níveis elevados de cádmio, houve uma elevação do manganês no fígado e elevação dos níveis de estanho em vários outros tecidos.⁴²

Contendo cerca de 10 bilhões de microrganismos por grama, o sedimento de esgoto pode conter muitos patógenos humanos.⁴³ *“O fato que sedimento de esgoto contém uma grande população de coliformes fecais torna-o suspeito como vetor em potencial de patógenos bacterianos e um possível contaminante do solo, água e ar, além dos alimentos. Várias investigações em diferentes partes do mundo confirmaram a presença de bactérias intestinais patogênicas e parasitas animais em esgotos, sedimento e materiais fecais.”*⁴⁴

Devido ao seu tamanho e densidade, ovos de vermes parasitas

sedimentam-se, concentrando-se no sedimento de esgoto em estações de tratamento de esgotos. Um estudo indicou que ovos de nematóides podem ser recuperados de sedimento de esgotos em todos os estágios do processo de tratamento, e que dois terços das amostras examinadas continham ovos viáveis.⁴⁵ O uso agrícola de sedimento de esgoto pode portanto infectar solos com 6.000 a 12.000 ovos viáveis de parasitas por metro quadrado, por ano. Esses ovos podem persistir em alguns solos por cinco anos ou mais.⁴⁶ Além disso, bactérias do grupo das salmonelas em sedimento de esgoto podem permanecer viáveis em pastagens por várias semanas, tornando necessária a restrição do acesso de animais após a aplicação do sedimento. A solitária *Taenia saginata*, que tem bovinos como seu hospedeiro intermediário e humanos como hospedeiro definitivo, podem também infectar gado criado em pastos fertilizados com sedimento de esgoto. Os ovos da solitária podem sobreviver no pasto após a fertilização por sedimento por até um ano.⁴⁷

Outro estudo interessante publicado em 1989 indica que bactérias sobreviventes em sedimento de esgotos têm alto nível de resistência a antibióticos, especialmente penicilina. Como metais pesados são concentrados em sedimento de esgoto durante o processo de tratamento, as bactérias que sobrevivem no sedimento podem obviamente resistir aos seus efeitos tóxicos. Essas mesmas bactérias também mostram uma resistência inexplicável a antibióticos, sugerindo que de alguma forma a resistência aos dois fatores ambientais está relacionada nas cêpas bacterianas que sobrevivem. A implicação é que o sedimento de esgoto cria seletivamente bactérias resistentes a antibióticos, que podem entrar na cadeia alimentar se o uso agrícola de sedimento se tornar disseminado. Os resultados do estudo indicaram que mais conhecimento de bactérias resistentes a antibióticos em sedimento de esgotos deve ser adquirido antes que o sedimento seja usado para adubação.⁴⁸

Isso apresenta um problema. Coletar excrementos humanos com esgotos e poluentes industriais parece impossibilitar um adequado saneamento desse material, que se torna contaminado demais para usos agrícolas. Conseqüentemente, o sedimento de esgoto não é muito procurado como fertilizante agrícola. Por exemplo, o estado do Texas processou a EPA em julho de 1992 por falhar em estudar suficientemente os riscos ambientais antes de aprovar a aplicação de sedimento de esgotos no oeste do Texas. O sedimento estava sendo aplicado em 50.000 hectares ali por uma firma de Oklahoma, mas o juiz recusou-se a emitir uma ordem de interrupção das aplicações.⁴⁹

Agora que o descarte de sedimento de esgoto nos mares parou, onde ele está indo parar? Pesquisadores na Universidade de Cornell sugeriram que o sedimento pode ser descartado por aplicação superficial em florestas. Seus estudos sugerem que aplicações breves e intermitentes de sedimento a florestas não afetam adversamente a vida selvagem, a despeito dos nitratos

e metais pesados que estão presentes no sedimento. Eles apontam para a necessidade de se encontrarem novas formas de se livrar do sedimento, associado ao fato que muitos aterros devem fechar e o descarte nos oceanos está agora proibido.

No modelo de Cornell, duas toneladas e meia de sedimento seco poderiam ser aplicadas a um hectare de floresta todo ano.⁵⁰ Só o estado de Nova Iorque produz 370 mil toneladas de sedimento sêco por ano, o que necessitaria 150 mil hectares de florestas todo ano para descarte do sedimento. Considere o fato que 49 outros estados produzem 7.6 milhões de toneladas sêcas de sedimento por ano. Então você começa a pensar como vai levar o sedimento para dentro das florestas, e como vai espalhá-lo ali. Com tudo isso em mente, você tem que parar e pensar – as florestas costumavam ser o único lugar que restava para você fugir disso tudo!

O problema de tratar e descartar sedimento de esgoto não é o único. Os custos de manutenção das estações de tratamento de esgotos é outro. De acordo com um relatório emitido pela EPA em 1992, cidades dos Estados Unidos precisarão de 110,6 bilhões de dólares pelos próximos vinte anos para ampliar, adequar e construir estações de tratamento de esgotos.⁵¹

Ironicamente, quando o sedimento é *compostado*, isso pode ajudar a manter metais pesados *fora* da cadeia alimentar. De acordo com um relatório de 1992, sedimento compostado reduziu a absorção de chumbo em alface que havia sido deliberadamente plantada em um solo contaminado com chumbo. A alface produzida em solo contaminado que havia sido tratado com sedimento compostado teve uma absorção 64% menor de chumbo que alface produzida no mesmo solo, mas sem o composto. O solo compostado também reduziu em mais de 50% a absorção de chumbo pelo espinafre, beterrabas e cenouras.⁵²

Alguns cientistas afirmam que o processo de compostagem transforma metais pesados em materiais benignos. Um desses cientistas que projeta instalações para a compostagem de sedimento de esgotos diz, *“No estágio final, esses metais [pesados] tornam-se na verdade micro-nutrientes benéficos e oligoelementos que melhoram a produtividade do solo. Este princípio está agora encontrando aceitação na comunidade científica dos Estados Unidos, e é conhecido como transmutação biológica, ou o Efeito Kervran.”* Outros cientistas consideram essa declaração uma piada.

Sedimento de esgoto compostado que é microbiologicamente ativo pode também ser usado para desintoxicar áreas contaminadas com radiação nuclear ou derramamentos de óleo, de acordo com pesquisadores. Claramente, a compostagem de sedimento de esgoto é uma alternativa altamente negligenciada ao aterramento do sedimento, alternativa essa que deveria ser fortemente promovida.⁵³

Outros cientistas demonstraram que metais pesados em composto

contaminado *não* são biologicamente transmutados, mas sim *concentrados* no composto terminado. Isso deve-se provavelmente ao fato que a massa do composto encolhe consideravelmente durante o processo de compostagem, mostrando reduções de 70%, enquanto a quantidade de metais permanece a mesma. Alguns pesquisadores demonstraram uma redução nas concentrações de *alguns* metais pesados e um aumento nas concentrações de outros, por razões incertas. Outros mostram uma redução considerável nas concentrações de metais pesados entre o sedimento de esgoto e o composto final. Resultados de vários pesquisadores *“estão dando uma idéia confusa sobre o comportamento de metais pesados durante a compostagem. Nenhum padrão comum de comportamento pode ser obtido entre materiais similares e os mesmos metais...”*⁵⁴ Porém, concentrações de metais em composto terminado parecem ser suficientemente baixas para que não sejam consideradas um problema, principalmente porque sedimento contaminado por metais é muito diluído por outros materiais orgânicos limpos quando compostado.⁵⁵

ESGOTOS GLOBAIS E COCÔS DE ESTIMAÇÃO

Vamos assumir que todo o mundo adotasse a filosofia de esgotos que temos nos Estados Unidos: defecar na água e então tratar a água poluída. Qual seria o cenário? Bom, pra começar isso não iria funcionar. Necessita-se entre um e dois milhões de litros de água em vários estágios do processo para dar a descarga em um tonelada de dejetos humanos. Em um mundo de apenas seis (agora sete) bilhões de pessoas produzindo uma estimativa conservadora de 1,2 milhões de toneladas de excrementos humanos diariamente, a quantidade de água necessária para descarregar isso tudo seria impossível de se obter.⁵⁶ Considerando o espaço crescente de aterros que seriam necessários para descartar as quantidades crescentes de sedimento, e as toneladas de produtos tóxicos necessárias para “esterilizar” o esgoto, pode-se perceber que este sistema de descarte de dejetos humanos está longe de ser sustentável e não pode servir às necessidades da humanidade a longo prazo.

De acordo com Barbara Ward, presidente do Instituto Internacional para o Ambiente e Desenvolvimento, *“Métodos convencionais ‘ocidentais’ de esgotos estão simplesmente além do alcance da maioria das comunidades [do mundo]. Eles são caros demais. E muitas vezes requerem um nível de uso de água que recursos hídricos locais não podem fornecer. Se os padrões ocidentais fossem feitos norma, uns 200 bilhões de dólares [no começo dos anos 80] teriam que ser investidos em sistemas de esgotos para alcançar o alvo de saneamento básico par todos. Recursos nesta escala estão simplesmente fora do alcance.”*

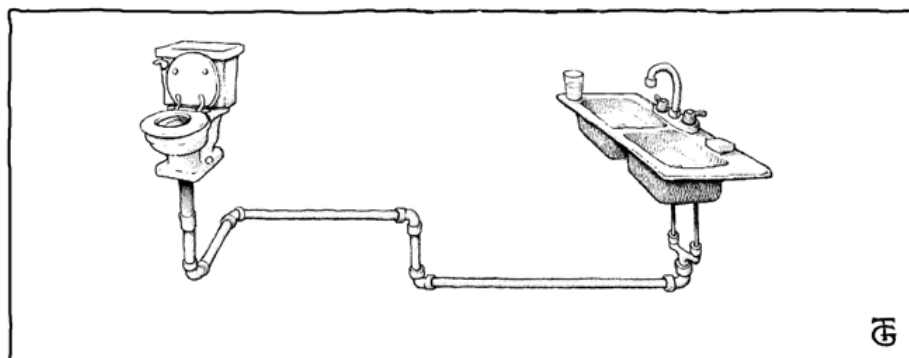
Para citar Lattee Fahm, “*No mundo de hoje [1980], umas 4,5 bilhões de pessoas produzem excretas somando umas 5,5 bilhões de toneladas a cada vinte e quatro horas, perto de dois bilhões de toneladas por ano. [A humanidade] agora ocupa uma dimensão de tempo/crescimento em que a população mundial dobra a cada trinta e cinco anos ou menos. Neste novo universo, há apenas uma solução viável e ecologicamente consistente para o problema dos dejetos corpóreos – o processamento e aplicação de [excrementos] pelo seu conteúdo em agronutrientes.*”⁵⁷ Este sentimento corresponde ao de pesquisadores do Banco Mundial, que dizem, “*Pode-se estimar que o atual número de mais de um bilhão de pessoas sem acesso a serviços de água ou saneamento vai crescer, não diminuir. Também foi estimado que a maioria das economias em desenvolvimento serão incapazes de financiar sistemas de disposição de esgotos mesmo que fundos de empréstimos sejam disponíveis.*”⁵⁸

Em outras palavras, nós temos que entender que humanure é uma substância natural, produzida por um processo vital à vida (a digestão humana), originando-se da terra na forma de alimento, e valioso como um material orgânico que pode ser devolvido à terra para produzir mais comida para humanos. É aí que entra a compostagem.

Mas, veja, não vamos fazer julgamentos precipitados. Nós estamos nos esquecendo da incineração de nossos excrementos. Podemos secar nossos torçãos de merda, e então mandá-los de caminhão para grandes incineradores e botar a merda pra queimar. Assim, ao invés de termos poluição fecal em nossa água de bebida e florestas, podemos respirá-la em nosso ar. Infelizmente, a incineração de sedimento com outros resíduos municipais produz emissões de partículas, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, chumbo, hidrocarbonetos voláteis, gases ácidos, e traços de compostos orgânicos e metais. As *cinzas* restantes têm alta concentração de metais pesados, tais como cádmio e chumbo.⁵⁹ Não parece muito bom se você mora por perto, com o vento trazendo isso para você, parece?

E tratamento por micro-ondas? Não ria, alguém já inventou a privada de micro-ondas.⁶⁰ Esta pode ser uma ótima cura para hemorróidas, também. Mas chega, vamos falar sério agora, e mandar a merda toda para o espaço sideral. Por que não? Provavelmente não custaria muito *por trôço* após secar bem a coisa.

Melhor ainda, podemos secar nossos trôços de merda, clorá-los, encomendar com alguma fábrica em Taiwan pequenos óculos escuros para eles, e então podemos vendê-los como Cocôs de Estimação! Isso sim é uma solução empresarial, não é mesmo? Algum investidor voluntário?



BANHEIROS E SISTEMAS DE COMPOSTAGEM

Tecnicamente, um "banheiro compostável" é um banheiro no qual a compostagem ocorre. Usualmente, a câmara de compostagem é posicionada sob o vaso sanitário. Outros vasos são simplesmente aparatos para a coleta, nos quais a humanure é depositada, e então removido para um local de compostagem separado, longe da área do banheiro. Esses vasos são componentes de "sistemas de saneamento compostável", e não banheiros compostáveis em si. Ainda assim, podem ser chamados "banheiros compostáveis".

Sistemas e sanitários para a compostagem de humanure podem geralmente ser divididos em duas categorias, baseado nas temperaturas de compostagem que eles geram. Alguns sistemas sanitários produzem composto termofílico (quente); outros produzem composto de baixa temperatura. A maioria dos banheiros compostáveis comerciais e caseiros são de baixa temperatura.

O modo mais básico de compostar humanure é simplesmente coletar as fezes e urina em um receptáculo e adicionar à uma pilha de composto. O vaso sanitário age apenas como um aparato de coleta, enquanto a compostagem ocorre em um local separado. Tal sistema sanitário requer pouco ou nenhum gasto de dinheiro e pode ser construído e operado por pessoas de qualquer renda em uma vasta gama de culturas ao redor do mundo. É fácil criar composto termofílico com tais vasos sanitários de coleta. Este tipo de sanitário é discutido em detalhes no Capítulo 8, "O Tao do Composto".

Os banheiros do futuro também serão aparatos de coleta ao invés de serem aparatos de descarte. O material orgânico coletado será levado das

casas, como o lixo é coletado pela prefeitura hoje, e compostado sob a responsabilidade das autoridades municipais, talvez sob contrato por firmas privadas do ramo de compostagem. Atualmente, outros materiais recicláveis como garrafas e latas são coletados das casas pelas prefeituras; em algumas áreas materiais orgânicos como restos de comida também são coletados e compostados em instalações centralizadas. Chegará o dia em que os materiais orgânicos coletados incluirão os dejetos.

Enquanto esse dia não chega, cidadãos que querem produzir composto ao invés de esgoto devem fazê-lo independentemente, construindo um banheiro compostável por si mesmos, ou comprando um banheiro compostável comercial, ou ainda utilizando um vaso sanitário simples de coleta, com um local de compostagem separado. A opção escolhida depende de quanto dinheiro você está disposto a gastar, onde você vive, e que grau de envolvimento você quer com o processo de compostagem.

Um vaso sanitário simples de coleta com uma pilha de compostagem separada é o mais barato, mas tende a ser limitado a residências onde uma pilha de composto externa possa ser empregada. Tal banheiro é apenas atrativo a pessoas que não se importam com a tarefa regular de esvaziar os reservatórios sobre a pilha de composto, e que estão dispostas a manejar responsabilmente o composto a fim de prevenir odores e garantir condições apropriadas de compostagem.

Banheiros compostáveis caseiros, por outro lado, geralmente incluem um compartimento de compostagem sob o vaso sanitário e não envolvem o transporte do humanure para uma área separada de compostagem. Eles podem ser mais baratos que banheiros compostáveis comerciais e podem ser construídos do tamanho e capacidade necessários à casa em questão, dando espaço a alguma criatividade em seu design. Eles são geralmente estruturas permanentes situadas sob a habitação em um compartimento subterrâneo, mas podem ser também estruturas separadas, fora da casa. As paredes são tipicamente feitas de concreto, e os banheiros funcionam melhor quando adequadamente manejados. Esse manejo inclui a adição regular ao conteúdo de material volumoso de cobertura, à base de carbono, em suficiente quantidade, tal como serragem, musgo seco, palha ou capim. Banheiros compostáveis caseiros geralmente não requerem água ou eletricidade.

Banheiros compostáveis comerciais vêm em todos os formatos, tipos, tamanhos e preços. Eles são geralmente feitos de fibra de vidro ou plástico, e consistem de uma câmara de compostagem sob o assento do vaso. Alguns usam água e alguns requerem eletricidade. Alguns não necessitam de água ou energia.

BANHEIROS COMPOSTÁVEIS DEVEM SER MANEJADOS

Nós temos usado banheiros com descarga há tanto tempo que após defecarmos nós esperamos apenas ter que apertar um simples botão e sair andando. Algumas pessoas pensam que banheiros compostáveis deveriam funcionar da mesma maneira. Porém, banheiros de descarga são aparatos de *descarte* que criam poluição e empobrecimento da fertilidade do solo. Banheiros compostáveis são aparatos de reciclagem que não devem criar qualquer poluição e devem recuperar os nutrientes do solo contidos nas fezes e urina humanas. Quando você aperta um botão (ou puxa a cordinha) da descarga de um banheiro, você está pagando alguém para se livrar dos seus dejetos. Você não apenas está pagando pela água, pela eletricidade e pelos custos de tratamento de esgotos, mas também está contribuindo para os problemas ambientais inerentes ao esgoto gerado. Quando você usa um banheiro compostável, você está *sendo pago* pelo pequeno esforço que você faz na reciclagem de seu material orgânico. Seu pagamento vem na forma de composto. Banheiros compostáveis, portanto, requerem algum manejo. Você tem que *fazer* algo além de apertar um botão e sair andando.

O grau de seu envolvimento dependerá do tipo de sanitário que você está usando. Na maioria dos casos, isso envolve simplesmente a adição de material orgânico de cobertura tal como musgo seco, serragem, casca de arroz ou folhas de árvore dentro do vaso após cada uso. Ao invés de dar a descarga, você cobre. Porém, alguém tem que assumir a responsabilidade pelo manejo geral do banheiro. Isso geralmente é feito pelo dono da casa ou alguém que se oferece para a tarefa. Seu serviço é simplesmente garantir que uma quantidade suficiente de materiais de cobertura está sempre disponível quando o banheiro está em uso. Eles também têm que adicionar material volumoso de cobertura quando necessário, e garantir que o compartimento não está sendo usado além de sua capacidade, não está enxarcado, e nem criando moscas. Lembre-se que um banheiro compostável comporta uma massa orgânica com alto nível de biodiversidade microbiana. O conteúdo está vivo, e deve ser manejado e cuidado para garantir maior sucesso.

FECOFOBIA E A QUESTÃO DOS PATÓGENOS

A crença que humanure não é seguro para uso agrícola é chamada *fecofobia*. Pessoas que são fecofóbicas podem sofrer fecofobia severa ou fecofobia relativamente leve, sendo que a forma leve é representada apenas por uma preocupação saudável a respeito de higiene. Fecofóbicos severos não querem usar humanure para produzir alimentos, com ou sem

compostagem. Eles acreditam que é perigoso e errado usar tal material em seu jardim. Fecofóbicos mais leves podem, porém, compostar humanure e usar o composto final em jardins. Pessoas que não são fecofóbicas podem compostar humanure e utilizar esse composto em suas hortas.

É de conhecimento geral que excrementos humanos contém o *potencial* de conter e transmitir microrganismos causadores de doenças, ou *patógenos*. Este potencial está diretamente relacionado ao estado de saúde da população que está produzindo o excremento. Se uma família está compostando seu próprio humanure, por exemplo, e é uma família saudável, o perigo na produção e uso do composto será baixo. Se alguém está compostando o humanure de orfanatos no Haiti onde parasitas intestinais são endêmicos, então precauções extras devem ser tomadas para garantir máxima destruição de patógenos. As temperaturas no composto devem subir significativamente acima da temperatura do corpo humano (37°C) para começar a eliminar patógenos, já que eles vivem melhor em temperaturas similares às de seu hospedeiro. Por outro lado, a maioria dos patógenos apenas têm uma viabilidade limitada fora do corpo humano e, dado tempo suficiente, morrerão mesmo em composto de baixa temperatura.

Humanure torna-se mais seguro se tratado por compostagem termofílica. Para alcançar isso, humanure pode ser simplesmente coletado e depositado em um pilha de composto externa como qualquer material a ser compostado. Pilhas de composto externas com bom acesso são facilmente manejadas e oferecem um método barato e inodoro de se atingir a compostagem termofílica do humanure. Porém, tal sistema requer a coleta regular e transporte do material orgânico à pilha de composto, o que o torna relativamente trabalhoso quando comparado a banheiros compostáveis estacionários de baixa temperatura, caseiros ou comerciais.

Muitas pessoas usarão um banheiro compostável apenas se não tiverem que fazer nada ou ter qualquer envolvimento com os conteúdos do vaso. Portanto, a maioria dos banheiros compostáveis caseiros e comerciais consistem de grandes câmaras de compostagem sob o assento do vaso. O material orgânico é depositado diretamente na câmara de compostagem, cujos conteúdos são removidos apenas muito ocasionalmente.

Condições termofílicas não parecem ser comuns nesses banheiros, por várias razões. Por exemplo, muitos banheiros compostáveis comerciais são projetados para *desidratar* o material orgânico neles depositado. Essa desidratação é alcançada por ventoinhas elétricas que removem a umidade e o calor da massa orgânica. Banheiros comerciais também muitas vezes visam reduzir o *volume* do material da câmara (principalmente por desidratação), para limitar a frequência do esvaziamento, visando assim maior conveniência para o usuário. Adição de materiais volumosos que

adicionam ar à massa não é encorajada, embora tais adições favoreçam a compostagem termofílica. Porém, mesmo compostagem passiva de baixa temperatura renderá no final um composto relativamente livre de patógenos, transcorrido tempo adequado.

Banheiros compostáveis de baixa temperatura incluem a maioria das unidades comerciais e de produção caseira. De acordo com evidências científicas atuais, um tempo de retenção de alguns meses em praticamente qualquer banheiro compostável resultará na morte de praticamente todos os patógenos humanos (veja Capítulo 7). O patógeno mais persistente parece ser os ovos da lombriga (*Ascaris lumbricoides*) que são protegidos por uma cápsula resistente a condições ambientais adversas. Estimativas do tempo de sobrevivência de ovos de *Ascaris* em certos tipos de solo sob certas circunstâncias chegam a dez anos. Embora os ovos de *Ascaris* sejam destruídos rapidamente em compostagem termofílica, eles podem sobreviver em condições geradas por um banheiro de baixa temperatura. É por isso que geralmente não se recomenda o uso de composto resultante de tais banheiros em hortas, quando ele tem contato com os alimentos produzidos.

As pessoas podem tornar-se obsecadas sobre esse assunto. Um homem que publicou um livro sobre esse assunto me escreveu para dizer que um tempo de retenção de dois anos em um banheiro de baixa temperatura é geralmente considerado adequado para a destruição de ovos de *Ascaris*. Ele disse que nunca consideraria usar seu próprio composto de baixa temperatura até que ele compostasse por dois anos. Perguntei-lhe se ele estava infectado com lombrigas – ele disse que não. Perguntei se havia alguém mais usando seu banheiro, ele disse que não. Então, eu lhe perguntei por que ele achava que teria ovos de lombriga no seu composto se ele nem tinha lombriga? Às vezes bom senso não é tão comum quando questões de humanure estão envolvidas. Isso é semelhante à pessoa fóbica que nunca iria a um cinema porque pode ter alguém ali que é tuberculoso e pode espirrar. Embora esse seja um risco que todos nós corramos, não é muito provável que represente um problema.

BANHEIROS COMPOSTÁVEIS FEITOS EM CASA

Banheiros compostáveis feitos em casa estão em uso disseminado no mundo já que muitas pessoas não dispõem de recursos financeiros necessários para a compra de banheiros disponíveis no mercado. Banheiros produzidos em casa tendem a ser banheiros compostáveis de baixa temperatura, embora possam se tornar sistemas termofílicos se propriamente manejados.

Os objetivos de qualquer banheiro compostável deveriam ser

atingir o tratamento seguro e sanitário de material fecal, conservando água, funcionando com um mínimo de manutenção e consumo de energia, e operar sem odores desagradáveis e reciclar humanure de volta ao solo.

A vantagem primária de banheiros de baixa temperatura é o envolvimento passivo do usuário. A área de coleta do banheiro não tem que ser visitada muito freqüentemente a não ser, talvez, para nivelar o material com um rastelo. A pilha que se acumula dentro da câmara deve ser nivelada um pouco uma vez a cada alguns meses, o que pode ser feito através de uma entrada lateral de acesso. A câmara é esvaziada apenas após transcorrido um período de um ano ou dois sem adição de nenhum material novo, embora esse período possa variar dependendo do sistema individual usado.

Para que esse sistema funcione bem, cada banheiro deve ter um mínimo de duas câmaras. Material fecal e urina são depositados na primeira câmara até que esta se encha, então a segunda câmara é usada enquanto a primeira é compostada. No momento em que a segunda se enche, a primeira deveria estar pronta para ser esvaziada. Pode levar vários anos para encher um lado, dependendo de sua capacidade e o número de usuários. Além de fezes, material orgânico de cobertura como serragem, assim como matéria vegetal volumosa como palha e capim, são adicionados regularmente à câmara em uso. Uma cobertura limpa de tal material é mantida sobre o composto em todos os momentos para prevenção de odores.

Alguns banheiros compostáveis envolvem a separação da urina das fezes. Isso é feito pelo uso de vasos separados para a urina, ou o emprego de um aparato de desvio que coleta separadamente a urina das fezes. A razão para separar a urina das fezes é que a mistura de fezes com urina contém muito nitrogênio para permitir a compostagem efetiva e o material coletado pode ficar muito úmido e com odor muito forte. Portanto, a urina é coletada separadamente, reduzindo o nitrogênio, o conteúdo líquido e o odor do material coletado.

Um método alternativo para alcançar o mesmo resultado que não requer a separação da urina existe. Material orgânico com muito nitrogênio para compostagem efetiva (tal como a mistura fezes/urina) pode ser balanceado pela adição de mais material carbônico como serragem, ao invés de retirar a urina. O material carbônico adicionado absorve o excesso de líquido e cobre o material suficientemente para eliminar odores completamente. Isso também cria condições favoráveis para a compostagem termofílica por causa do balanço carbono/nitrogênio.

Deve-se preparar a câmara de um banheiro compostável antes do uso, criando-se uma "esponja biológica", uma camada grossa de material orgânico absorvente no fundo da câmara de composto a uma profundidade de até 50% de sua capacidade. Alguns sugerem que o banheiro pode ser

preenchido até 100% de sua capacidade antes de começar a usar, porque se o material é solto (como feno ou palha solta), ele se comprimirá sob o peso do humanure adicionado. Uma esponja no fundo pode até consistir de fardos de feno ou palha enterrados em serragem. Esses materiais absorvem o excesso de urina conforme esta é adicionada ao vaso. Material fecal é coberto após cada uso com materiais como serragem, turfa, folhas ou palha de arroz. Um dreno levando a um balde de 25 litros (talvez contendo serragem) coletará quaisquer vazamentos líquidos, que podem simplesmente ser adicionados de volta sobre a pilha de composto. Materiais volumosos extra como palha, mato, feno e restos de comida são regularmente adicionados à câmara de compostagem para ajudar a oxigenar e alimentar a massa orgânica crescente, promovendo a decomposição termofílica. Ventilação pode ser melhorada pelo uso de um cano vertical instalado como uma chaminé, que permitirá a circulação passiva do ar para dentro e fora da câmara de compostagem.

Tais sistemas deverão ser gerenciados de forma personalizada, de acordo com as circunstâncias dos indivíduos utilizando os banheiros. Alguém precisa monitorar as câmaras do banheiro para garantir que elas estão recebendo material de cobertura e volumoso em quantidade suficiente. Os depósitos devem ser nivelados regularmente de forma a permanecerem cobertos e inodoros. Calhas de transporte que conduzem o humanure do vaso sanitário até a câmara de compostagem devem ser limpas regularmente para prevenir odores. Quando uma câmara de compostagem enche-se, ela deve permanecer fora de uso enquanto a outra é usada. Monitoramento dos conteúdos da câmara previne o acúmulo de excesso líquido. Qualquer sistema de drenagem de excessos líquidos deve ser monitorado.

Resumindo, qualquer banheiro compostável requer algum manejo. Lembre-se que você está reciclando ativamente material orgânico e isso significa que você está fazendo algo construtivo. Quando você considera o valor do composto final, você também percebe que cada vez que você deposita material em um banheiro compostável, é como se você estivesse depositando dinheiro no banco.

Banheiros compostáveis caseiros de baixa temperatura oferecem um método de compostagem de humanure que é atrativo a pessoas que desejam uma abordagem de baixo custo, baixa manutenção, razoavelmente passiva de reciclagem de excrementos. Qualquer esforço que construtivamente devolve restos orgânicos ao solo sem poluir água ou o ambiente certamente requer um alto nível de compromisso.

COMPOSTAGEM ASIÁTICA

É fato largamente conhecido que os asiáticos têm reciclado humanure por séculos, possivelmente milênios. Como é que eles o fizeram? Informação histórica relativa à compostagem de humanure na Ásia parece difícil de encontrar. Rybczynski et al. dizem que a compostagem foi apenas introduzida na China de forma sistemática nos anos 1930 e que não foi até 1956 que banheiros compostáveis passaram a ser usados em larga escala no Vietnã.¹ Por outro lado, Franceys et al. dizem que compostagem “tem sido praticada por produtores rurais por todo o mundo por muitos séculos.” Eles acrescentam que “na China, a prática de compostar [humanure] com resíduos da lavoura permitiu que o solo suportasse grandes densidades populacionais sem perda de fertilidade por mais de 4.000 anos.”²

Porém, um livro publicado em 1978 e traduzido diretamente do original em chinês indica que compostagem não têm sido uma prática cultural na China até recentemente. Um relatório agrícola da província de Hopei, por exemplo, indica que o manejo padronizado e disposição higiênica (por exemplo, por compostagem) de excretas e urina foi apenas iniciado ali em 1964. As técnicas de compostagem sendo desenvolvidas naquele tempo incluíam a segregação de fezes e urina, que eram depois “despejadas em um tanque de mistura e misturadas bem para formar um líquido fecal denso” antes da adição à pilha de composto. O composto era feito de 25% de fezes e urina humanas, 25% de esterco animal, 25% de restos orgânicos mistos e 25% solo.³

Dois métodos aeróbicos de compostagem foram relatados como de uso disseminado na China, de acordo com o relatório de 1978. Os dois métodos são descritos como: 1) compostagem contínua aeróbica de superfície; e 2) compostagem contínua aeróbica de fôssos. O método de superfície envolve a construção de uma pilha de composto ao redor de uma estrutura interna de bambu, de aproximadamente 1,8 metro de largura por 1 metro de altura (1,8 m x 1,8 m x 1 m). Os ingredientes do composto incluem material fecal (tanto humano como não humano), restos orgânicos e solo. As varas de bambu são removidas após a pilha de composto ter sido construída – os buracos resultantes permitem a penetração de ar dentro dessa pilha relativamente grande de material. A pilha é então coberta com terra ou uma mistura de terra e esterco de cavalo, e deixada para decompor por 20 a 30 dias, após o que o material compostado é usado na agricultura.

O método do fôssos envolve a construção de fôssos de compostagem de 1,5 m de largura e 1,2 m de profundidade com comprimento variável, e a escavação de canais no assoalho dos fôssos. Os canais (um longitudinal e dois transversais) são cobertos com material orgânico grosseiro como talos

de painço. Uma vara de bambu é então colocada verticalmente ao longo das paredes do fôssio no final de cada túnel. O fôssio é então preenchido com restos orgânicos e coberto com terra, e as varas de bambu são removidas para permitir a circulação de ar.⁴

Um relatório de um comitê higiênico da província de Shantung fornece informação adicional sobre a compostagem chinesa.⁵ O relatório lista três métodos tradicionais usados naquela província para a reciclagem de humanure:

- 1) Desidratação – “Desidratação tem sido o método mais comum de tratamento de excremento humano e urina por anos.” Este é um método que causa uma perda significativa de hidrogênio;
- 2) Uso dos excrementos frescos, um método que permite a transmissão de patógenos; e
- 3) “Conexão da privada da casa ao chiqueiro de porcos ... um método que tem sido usado por séculos.” Este é um método insalubre em que os excrementos eram simplesmente comidos por porcos.

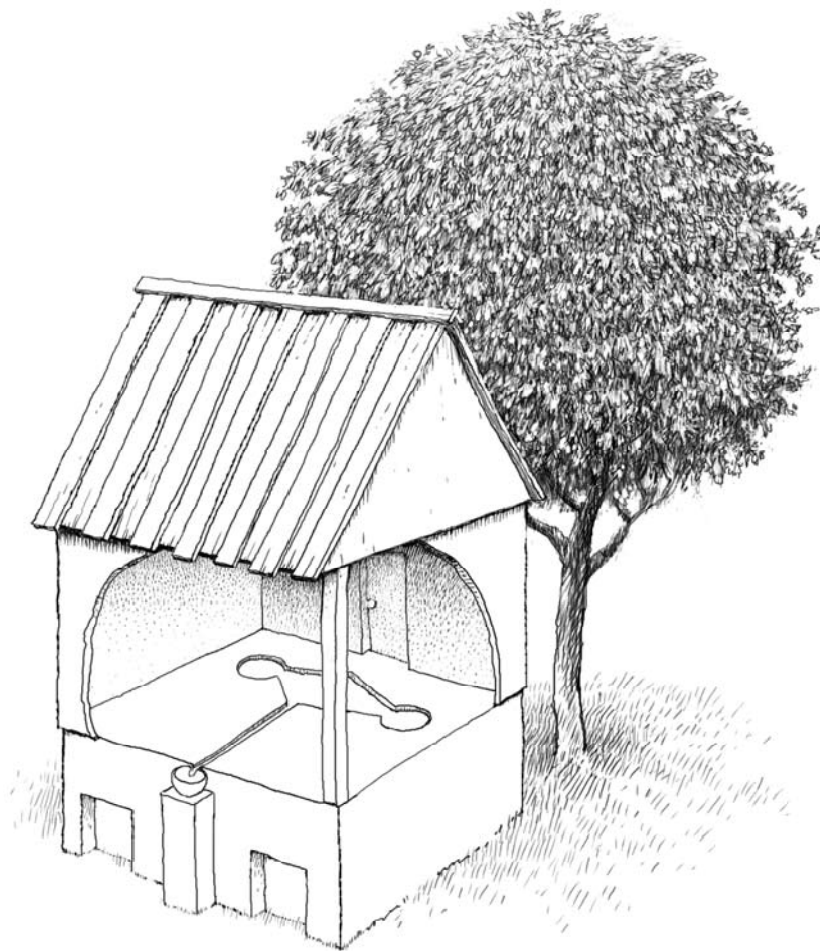
Não há menção alguma de compostagem ser um método tradicional usado pelos chineses para a reciclagem de humanure. Pelo contrário, todas as indicações foram que o governo chinês nos anos 60 estava, naquele tempo, tentando estabelecer a compostagem como uma técnica preferível aos três métodos de reciclagem tradicionais listados acima, principalmente porque os três métodos não eram seguros do ponto de vista higiênico, enquanto a compostagem, quando adequadamente manejada, iria destruir patógenos no humanure, preservando os nutrientes valiosos para a agricultura. Este relatório também indicou que solo estava sendo usado como um ingrediente no composto ou, nas palavras deles, "Geralmente, é adequado combinar 40% a 50% dos excrementos e urina com 50-60% de solo poluído e mato."

Para maiores informações sobre a compostagem asiática, devo indicar Rybczinski et al., cuja pesquisa para o Banco Mundial sobre opções de baixo custo para o saneamento considerou mais de 20.000 referências e reviu aproximadamente 1.200 documentos. Sua revisão sobre a compostagem asiática é breve, mas inclui a informação seguinte, que eu condensei:

Não há relatos de sanitários compostáveis sendo usados em larga escala até os anos 1950, quando a República Democrática do Vietnã iniciou um plano de cinco anos de higiene rural e um grande número de sanitários compostáveis anaeróbicos foram construídos. Esses banheiros, conhecidos como os Tanques Duplos Vietnamitas, consistiam de dois tanques impermeáveis acima do solo, para a coleta de humanure. Para uma família de cinco a dez pessoas, cada tanque tinha que ter 1,2 m de largura,

0,7 m de altura e 1,7 m de comprimento. Um tanque é usado até que se encha, sendo então deixado para que haja decomposição enquanto o outro tanque é usado. O uso desse tipo de banheiro compostável requer a segregação de urina, que é desviada para um recipiente separado através de uma canaleta no assoalho do banheiro. Material fecal é coletado no tanque e coberto com solo, onde decompõe-se anaerobicamente. Cinzas de fogão a lenha são adicionadas ao material fecal a fim de reduzir o odor.

Verificou-se que 85% dos ovos de vermes intestinais, uma das formas de patógenos humanos de mais persistente viabilidade, foram destruídos após um período de decomposição de dois meses nesse sistema. Porém, de acordo com as autoridades sanitárias vietnamitas, 45 dias em um



Tanque Duplo Vietnamita

tanque selado é adequado para a completa destruição de todas as bactérias e parasitas intestinais (presumivelmente querem dizer bactérias patogênicas). Há relatos que o composto de tais latrinas aumenta os rendimentos da lavoura em 10 a 25% em comparação ao uso de excrementos humanos não compostados. O sucesso do Tanque Duplo Vietnamita só foi possível com "programas de educação sanitária longos e persistentes."⁶

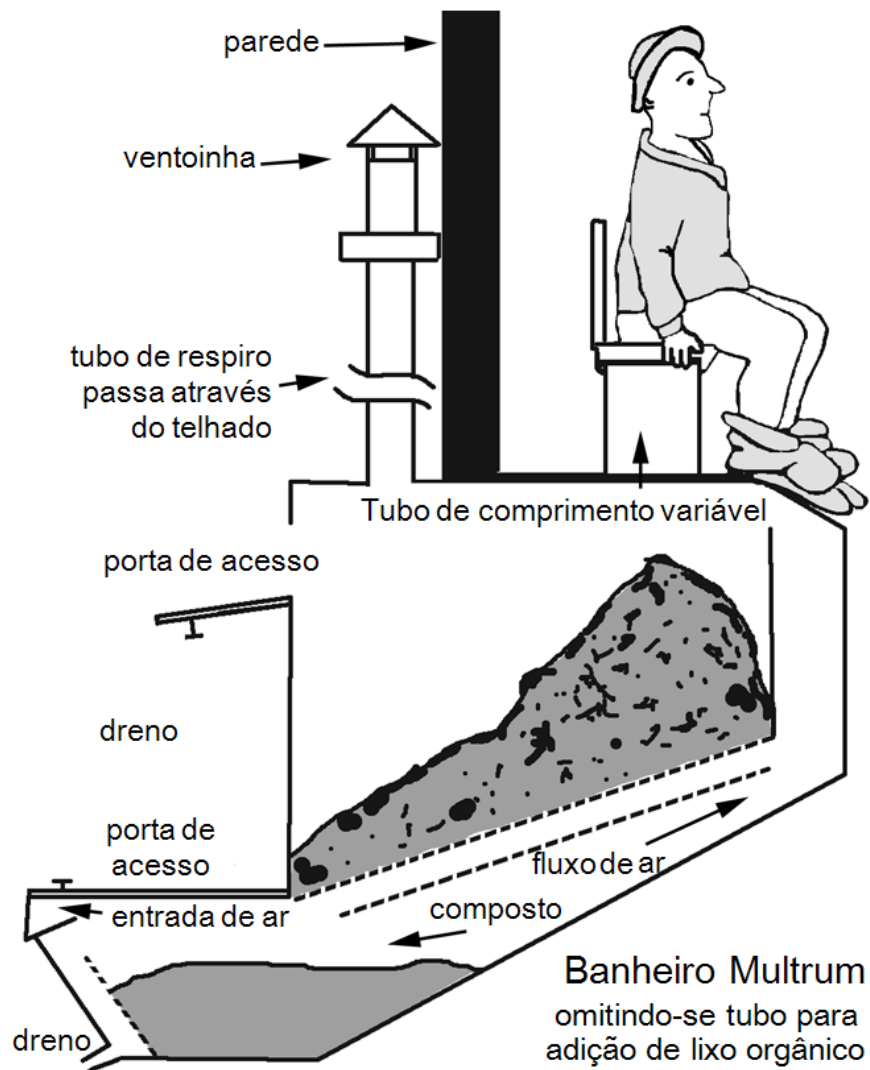
Quando o sistema de banheiro compostável do tanque duplo vietnamita foi exportado para o México e América Central, o resultado foi "extremamente positivo", de acordo com uma fonte, que acrescenta, "Se adequadamente manejados, não há odores ou criação de moscas nesses banheiros. Eles parecem funcionar particularmente bem no clima sêco das terras altas mexicanas. Onde o sistema falhou devido ao excesso líquido na câmara de processamento, odores e/ou criação de moscas, foi geralmente devido à inexistência, insuficiência ou distorções na informação, treinamento e acompanhamento."⁷ Falta de treinamento e pobre conhecimento dos processos de compostagem podem fazer com que qualquer sistema de compostagem de humanure se torne problemático. Igualmente, informação completa e um interesse educado podem garantir o sucesso de sistemas de compostagem de humanure.

Outro banheiro compostável anaeróbico de duplo tanque usado no Vietnã inclui o uso de ambos material fecal e urina. Nesse sistema, os fundos dos tanques são perfurados para permitir drenagem, e urina é filtrada através de calcário para neutralizar a acidez. Outros restos orgânicos também são adicionados aos tanques, e ventilação é fornecida através de um cano.

Na Índia, a compostagem de restos orgânicos e humanure é recomendada pelo governo. Um estudo de tal composto preparado em fôssos nos anos 50 mostrou que vermes e parasitas intestinais e bactérias patogênicas foram totalmente eliminados em três meses. A destruição de patógenos no composto foi atribuída à manutenção de uma temperatura de cerca de 40°C por um período de 10 a 15 dias. Porém, concluiu-se que os fôssos de compostagem tinham que ser devidamente construídos e manejados, e o composto não deveria ser removido até que estivesse totalmente "maduro", para atingir destruição satisfatória de patógenos humanos. Relatou-se que, se feito adequadamente, "há muito pouco risco higiênico envolvido no uso e manuseio de composto de [humanure] em aplicações agrícolas."⁸

BANHEIROS COMPOSTÁVEIS COMERCIAIS

Banheiros compostáveis comerciais têm sido populares na Escandinávia já há algum tempo; pelo menos vinte e um modelos diferentes de banheiros compostáveis estavam no mercado só na Noruega em 1975.⁹ Um dos tipos mais populares de banheiros secos disponíveis no mercado nos Estados Unidos atualmente é o banheiro multrum, inventado por um engenheiro sueco e que começou a ser produzido em 1964. Material fecal e urina são depositados juntos em uma única câmara com um fundo duplo. A decomposição ocorre em um período de anos, e o composto terminado cai gradualmente no fundo da câmara de compostagem de onde pode ser remo-



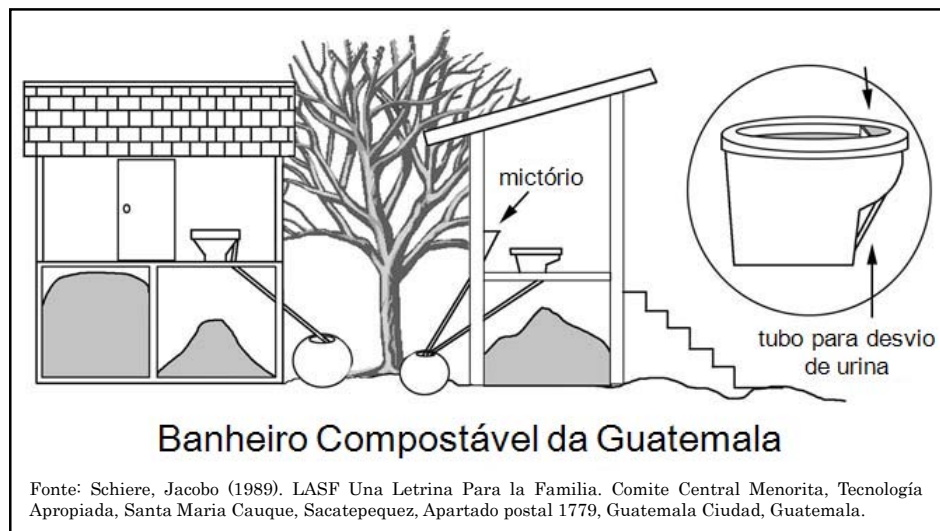
vido. Novamente, as temperaturas de decomposição permanecem baixas, geralmente não ultrapassando os 32°C. Portanto, recomenda-se que o composto final seja enterrado abaixo de 30 cm de profundidade ou usado em jardins ornamentais.¹⁰

Já que não se necessita nenhuma água durante a operação desse banheiro, os excrementos humanos são mantidos fora de recursos hídricos. De acordo com um relato, uma única pessoa usando um Clivus Multrum produzirá 40 kg de composto por ano, enquanto deixará de poluir 25.000 litros de água por ano.¹¹ O composto final pode ser usado como aditivo de solo onde o composto não entrará em contato com alimentos.

Um relatório de 1977, emitido pela Cluvus Multrum USA, analisou o teor de nutrientes em composto finalizado de sete banheiros Cluvus Multrum que estavam em uso por 4 a 14 anos. O composto teve em média 58% de matéria orgânica, com 2,4% de nitrogênio, 3,6% de fósforo, e 3,9% de potássio, segundo o relatório mais que sedimento de esgoto, composto municipal ou composto comum de jardim. Concentrações adequadas de micro-nutrientes também foram encontradas. Metais tóxicos tiveram níveis muito abaixo dos níveis seguros recomendados.¹²

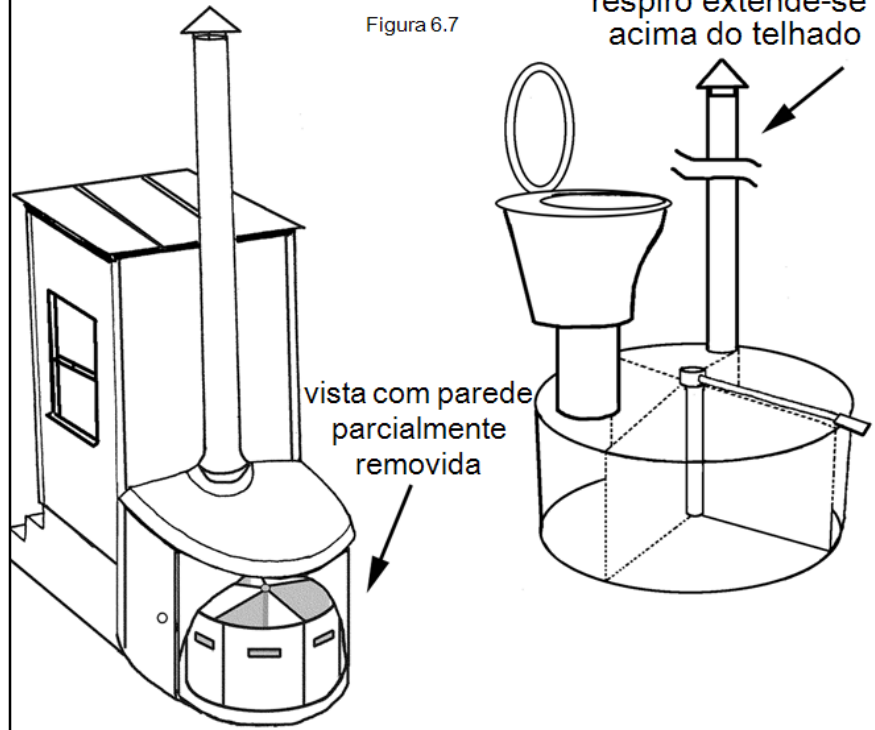
Se um banheiro multrum é manejado adequadamente, ele deve ser livre de odores e preocupações. Como sempre, um bom entendimento dos conceitos básicos de compostagem ajuda qualquer pessoa que queira usar um banheiro compostável. Ainda assim, os banheiros multrum, quando usados adequadamente, representam uma alternativa adequada a banheiros de descarga para pessoas que querem parar de defecar em sua água de bebida. Você provavelmente pode produzir um lindo jardim de roseiras com o composto, também.

Versões baratas dos banheiros multrum foram introduzidas nas



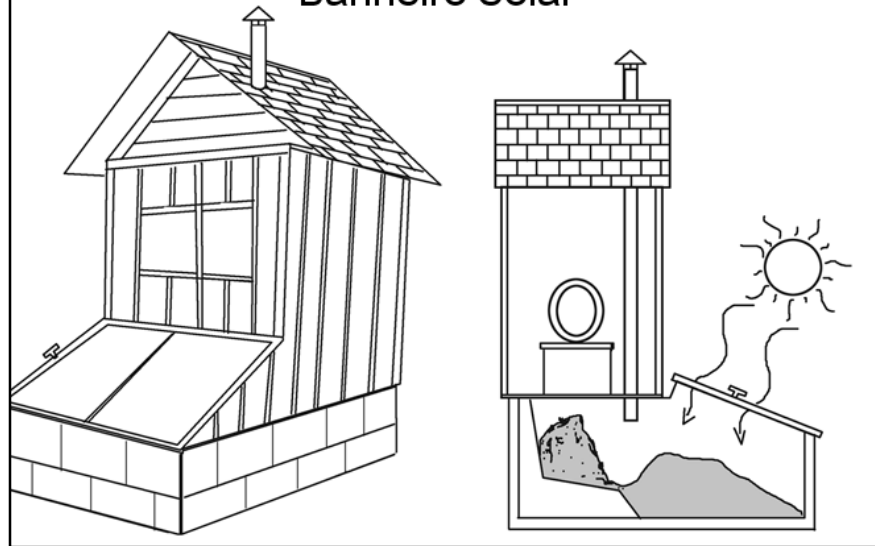
Banheiro Compostável Estilo Carrossel

Figura 6.7



Fonte: Winblad (ed.) 1998.
Saneamento Ecológico

Banheiro Solar



Filipinas, Argentina, Botswana e Tanzânia, mas não tiveram grande êxito. De acordo com uma fonte, *“Unidades de compostagem que eu inspecionei na África foram as mais desagradáveis e mal-cheirosas latrinas domésticas que já vi. O problema foi que a mistura de excretas e matéria vegetal era muito molhada, matéria vegetal de cobertura era adicionada em quantidades insuficientes, especialmente durante a estação seca.”*¹³ Manejo inadequado e falta de compreensão de como o processo de compostagem funciona podem criar problemas com qualquer banheiro compostável. Excesso de líquido criará condições anaeróbicas com conseqüentes odores. A natureza aeróbica da massa orgânica pode ser melhorada pela adição regular de materiais carbônicos volumosos. Banheiros compostáveis não são latrinas de fôssos. Você não pode simplesmente defecar em um buraco e sair andando. Se você o fizer, seu nariz vai logo lhe avisar que você está fazendo algo errado.

Além dos banheiros multirum escandinavos, uma variedade de outros banheiros compostáveis estão disponíveis no mercado hoje. Alguns custam mais de 10.000 dólares e podem ser equipados com tanques com isolamento térmico, esteiras rolantes, agitadores movidos a motor, bombas, aspersores e exaustores de ventoinha.¹⁵

De acordo com um fabricante de banheiros compostáveis, banheiros que não usam água podem reduzir o consumo de uma casa em 151 mil litros ao ano.¹⁶ Isso é significativo quando você considera que apenas 3% da água existente na Terra não é salgada, e dois terços da água fresca estão confinados em geleiras. Isso significa que menos que 1% da água da Terra está disponível para bebida. Por que defecar nela?

LABORATÓRIOS DE TESTE DE COMPOSTO

WOODS END AGRICULTURAL INSTITUTE, INC. – PO Box 297, Mt Vernon, ME 04352 USA; fone 207-293-2357 ou 800 451 0337; FAX: 207-293-2488; email: compost@woodsendsend.org; website: woodsendsend.org; Testes de *Ascaris* e coliformes e também teste de nutrientes. Vendem o Solvita® Teste de Maturidade, aprovado na CA, CT, IL, MA, ME, NJ, NM, OH, TX e WA. Desenvolveram um kit para teste de respiração do solo, aprovado pelo USDA para investigações de qualidade de solo.

WOODS END EUROPE – AUC - Agrar und Umwelt-consult GmbH: Augustastrasse 9D-53173 Bonn, Alemanha; fone 049 0228 343246; FAX: 049 0228 343237; Certificado para testes de sobrevivência de patógenos. Vendem o Solvita® Teste de Maturidade, aprovado na CA, CT, IL, MA, ME, NJ, NM, OH, TX e WA.

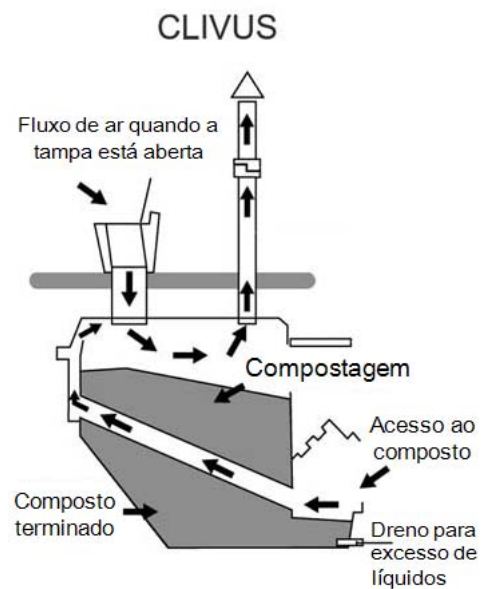
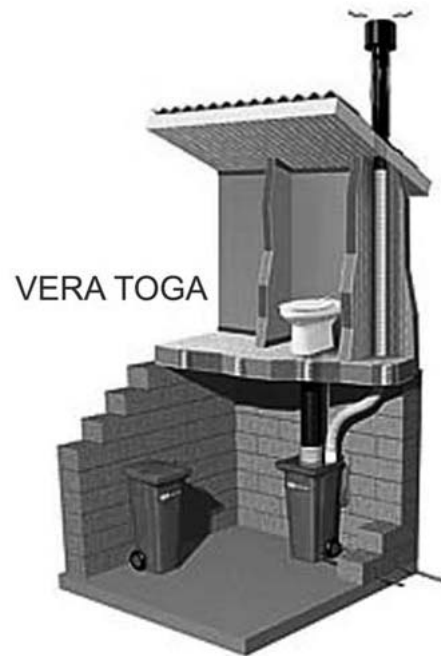
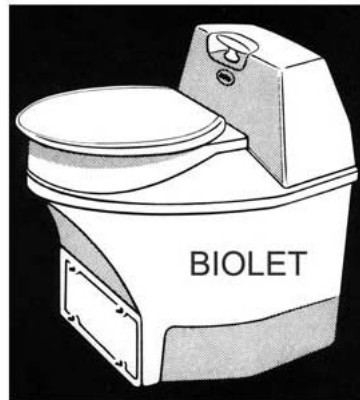
CONTROL LAB, INC. – 42 Hangar Way, Watsonville, CA 95076 USA; fone 831-724-5422; FAX: 831-724-3188

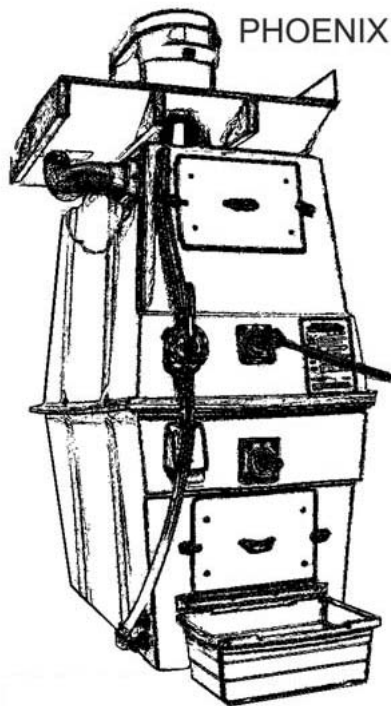
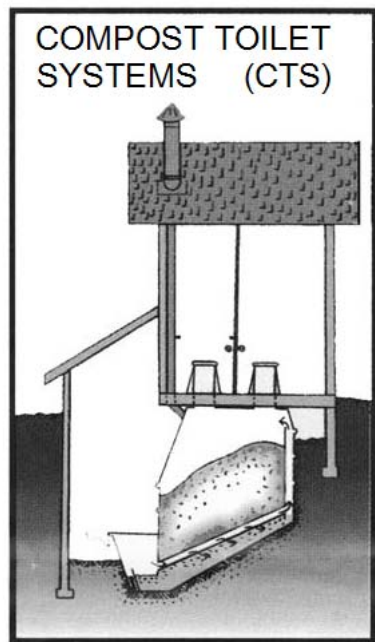
TERMÔMETROS DE COMPOSTO

REOTEMP – 10656 Roselle Street, San Diego, CA 92121 USA; fone 858-784-0710 (lig. grátis: 0800-648-7737); FAX: 858-784-0720; email: reotemp@reotemp.com; website: www.reotemp.com

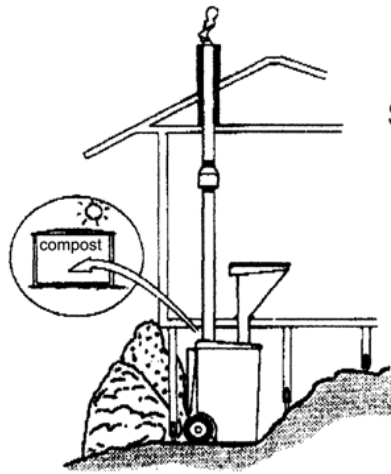
Uma Amostra de Banheiros e Sistemas de Compostagem Disponíveis Comercialmente

Para maiores informações a respeito destes e outros banheiros compostáveis, por favor pesquise na internet.

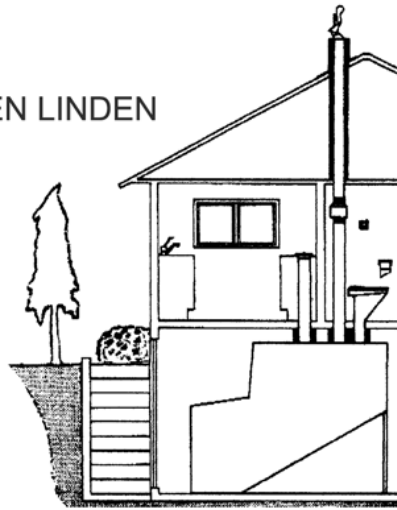




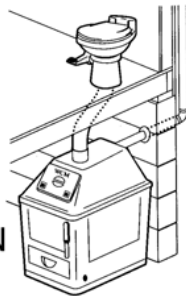
SOLAR COMPOSTING
ADVANCED TOILET (SCAT)



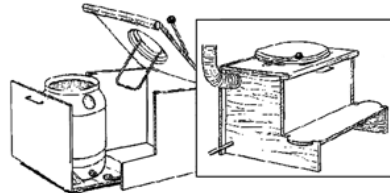
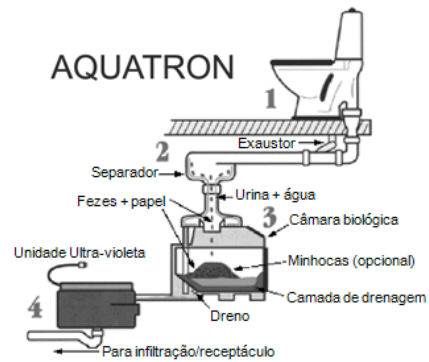
SVEN LINDEN



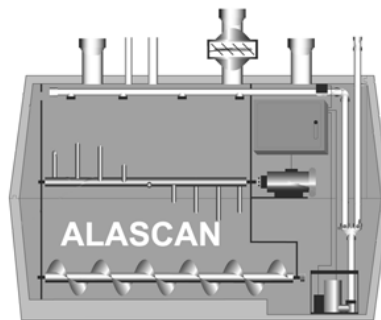
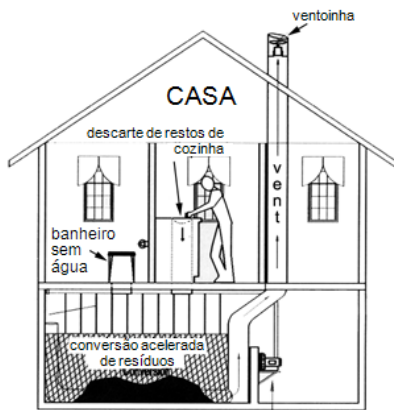
SUN-MAR

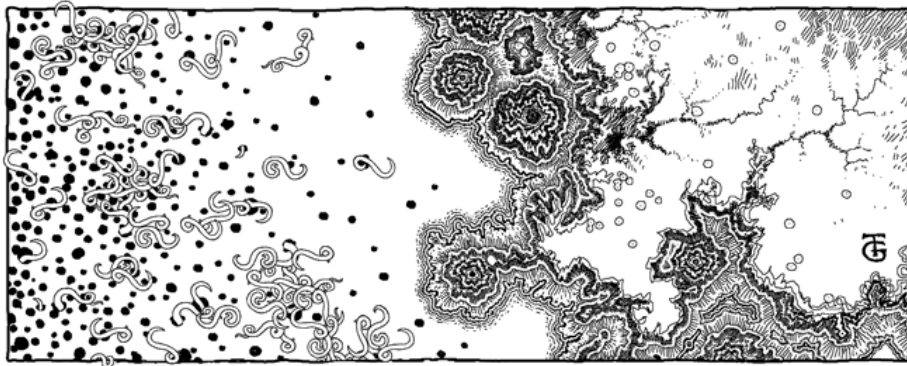


BIO-SUN



TECHNISCH BUREAU HAMAR





VERMES E DOENÇAS

Eu me lembro bem do começo do ano de 1979, quando informei pela primeira vez a uma amiga minha que eu tinha a intenção de compostar meu próprio estrume e usá-lo para produzir minha própria comida. “*Meu Deus, você não pode fazer isso!*”, ela gritou.

“Por que não?”

“Vermes e doenças!”

Claro.

Um jovem casal inglês me visitou um verão, quando eu já vinha compostando humanure por cerca de seis anos. Uma noite, enquanto a janta estava sendo preparada, o casal de repente entendeu a horrível realidade de sua situação: a comida que eles iriam comer era *merda humana reciclada*. Quando este fato abruptamente ficou claro para eles, pareceu disparar um alarme instintivo, possivelmente herdado diretamente da Rainha Victória. “*Nós não queremos comer merda!*”, eles me informaram, bem alarmados (essas foram suas exatas palavras), como se ao preparar o jantar eu tivesse apenas colocado um trôço de merda fumegante em um prato na frente deles, com um garfo, uma faca e um guardanapo.

Fecofobia está viva e bem, e espalhada por todo lugar. Uma confusão comum que as pessoas fazem é pensar que material fecal, quando compostado, continua sendo material fecal. *Isso não é verdade*. Humanure vem da terra, e através do processo milagroso da compostagem ele é convertido de volta em terra. Quando o processo de compostagem está terminado, o produto final é húmus, não merda, e é útil na produção de comida. Meus amigos não entendiam isso e a despeito de minhas tentativas de esclarecer o assunto para o seu próprio benefício, eles preferiram agarrar-se a conceitos errados. Aparentemente, alguns fecófobos

permanecerão sempre fecófbos.

Permitam-me fazer uma sugestão radical: humanure não é perigoso. Mais especificamente, ele não é nada mais perigoso que o corpo de onde foi excretado. O perigo está no que nós *fazemos* com humanure, não o material em si. Para usar uma analogia, uma jarra de vidro também não é perigosa. Porém, se nós a atirmos no chão da cozinha e andarmos sobre os cacos com nossos pés descalços, nos feriremos. Se nós usamos uma jarra de vidro imprópriamente e perigosamente, sofreremos por isso, mas isso não justifica condenar as jarras de vidro. Quando nós descartamos humanure como um resíduo e poluímos nosso solo e suprimentos de água com ele, estamos usando-o imprópriamente, e é *aí* que está o perigo. Quando nós construtivamente reciclamos humanure pela compostagem, ele enriquece nosso solo, e, como uma jarra de vidro, realmente faz a vida mais fácil para nós.

Nem todas as culturas pensam nos excrementos humanos de uma forma negativa. Por exemplo, palavras significando excremento não parecem existir na língua chinesa. O chefe do escritório de Tóquio para o jornal New York Times explica o porquê: *“Eu entendi porque pessoas [na China] não usavam palavras para excremento de uma forma negativa. Tradicionalmente, não havia nada mais valioso para um lavrador que [humanure].”*¹ Chamar alguém de “cabeça de humanure” simplesmente não soa como um insulto. “Humanure no lugar de cérebro” também não funciona. Se você dissesse a alguém que ele está “cheio de humanure”, ele provavelmente concordaria. “Merda”, por outro lado, é uma substância que é largamente denunciada e tem uma história longa de difamação no mundo ocidental. A falha histórica de nossos ancestrais em reciclar responsabilmente a substância causou dores de cabeça monumentais à saúde pública. Conseqüentemente, a atitude que humanure *em si* é terrivelmente perigoso tem sido abraçada e promulgada até os dias presentes.

Por exemplo, um livro publicado recentemente sobre o tópico de reciclagem de “resíduos humanos” *começa* com a seguinte declaração: *“Reciclar resíduos humanos pode ser extremamente perigoso para a sua saúde, a saúde de sua comunidade e a saúde do solo. Devido aos limites atuais no conhecimento do público em geral, nós desencorajamos fortemente a reciclagem de resíduos humanos em uma base individual ou comunitária nesse momento e não podemos assumir responsabilidade pelos resultados que possam ocorrer da prática de qualquer dos métodos descritos nesta publicação.”* O autor acrescenta, *“Antes de fazer experimentos, obtenha permissão de sua autoridade sanitária local já que os riscos à saúde são grandes.”* O autor então elabora sobre uma metodologia de compostagem de “resíduos” humanos que inclui a segregação das fezes e urina, coleta das fezes em tambores plásticos de 135 litros, e uso de palha ao invés de

serragem como material de cobertura no banheiro.² Todos esses três procedimentos eu desencorajaria baseado nos meus 30 anos de experiência na compostagem de humanure – não há necessidade de se importar em separar a urina; um tambor de 135 litros é muito grande e pesado para permitir fácil transporte e manuseio; e serragem *de serrarias* funciona, de fato, lindamente em um banheiro compostável, muito melhor que palha. Esses pontos serão discutidos no próximo capítulo.

Tive que me perguntar por que um autor escrevendo um livro sobre reciclagem de humanure iria “*desencorajar fortemente a reciclagem de resíduos humanos*,” o que parece contraproducente, no mínimo. Se eu já não soubesse que reciclar humanure é fácil e simples, eu poderia ficar totalmente petrificado com a idéia de tentar tal “*extremamente perigosa*” idéia após ler aquele livro. E a última coisa que alguém vai querer é envolver as autoridades sanitárias locais. Se há alguém que não sabe nada sobre a compostagem de humanure, é provavelmente a autoridade sanitária local, que não recebe nenhum treinamento a esse respeito.

O movimento agrícola “bio-dinâmico”, fundado pelo Dr. Rudolf Steiner, apresenta outro exemplo de fecofobia. Dr. Steiner tem muitos seguidores ao redor do mundo e muitos de seus ensinamentos são seguidos quase religiosamente por seus discípulos. O cientista e líder espiritual austríaco tinha suas opiniões próprias sobre a reciclagem de humanure, baseado em intuição e não em experiência ou ciência. Ele insistia que humanure deve apenas ser utilizado para fertilizar solo para plantar alimentos para animais *não humanos*. O esterco *desses* animais pode então ser usado para fertilizar solo para plantar alimentos para consumo humano. De acordo com Steiner, humanos *nunca* devem chegar mais perto que isso de um ciclo de nutrientes humanos direto. Caso contrário, sofrerão “lesão cerebral e desordens nervosas”. Steiner ainda pregou contra o uso de “líquido de lavatório”, incluindo urina humana, que “nunca deve ser usada como fertilizante, não importa quão bem processada ou maturada.”³ Steiner, francamente, estava mal-informado, incorreto e fecofóbico, e essa fecofobia sem dúvida foi transmitida a alguns de seus seguidores.

A História está repleta de enganos e preconceitos a respeito de humanure. Em um momento, médicos insistiam que excrementos humanos deveriam ser uma parte importante e necessária do ambiente de qualquer pessoa. Eles diziam que “*doenças fatais podem resultar se não se permitir a permanência de uma certa quantidade de imundície nas sarjetas [das ruas] para atrair aquelas partículas pútridas de doença que estão sempre presentes no ar.*” Naquele tempo, conteúdos de penicos eram simplesmente atirados na rua. Os médicos acreditavam que os germes no ar seriam atraídos pela imundície na rua e portanto ficariam longe das pessoas. Essa linha de raciocínio influenciava tanto a população que muitas pessoas construíam seus banheiros anexos às suas cozinhas para manter sua comida

livre de germes e bem preservada.⁴ Os resultados eram simplesmente opostos – moscas faziam viagens freqüentes entre os conteúdos da privada e a mesa de comida.

No começo dos anos 1900, o governo dos Estados Unidos condenava o uso de humanure para fins agrícolas, avisando sobre graves conseqüências, incluindo morte, àqueles que contrariassem essa recomendação. Um boletim de 1928 do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos fez bem claros os riscos: *“Qualquer escarradeira, penico, dreno de pia, urinol, privada, fossa negra, tanque de esgotos ou campo de distribuição de esgotos é um perigo em potencial. Uma partícula de esputo, urina ou fezes do tamanho de uma cabeça de alfinete pode conter muitas centenas de germes, todos invisíveis ao olho humano e todos capazes de produzir doença. Essas descargas devem ser mantidas longe de alimentos e bebida de [humanos] e animais. De germes específicos que podem ser carreados em esgotos a qualquer momento, podem resultar febre tifóide, tuberculose, cólera, disenteria, diarréia, e outras doenças perigosas, e é provável que outras doenças possam ser causadas por resíduos humanos. De certos parasitas animais ou seus ovos que podem ser carreados em esgotos podem resultar vermes intestinais, dos quais os mais comuns são o ancilóstomo, a lombriga, Trichurus, solitárias, e oxiúros.*

Germes de doenças são carreados por muitas fontes e recebidos despercebidamente por rotas tortuosas pelo corpo humano. Infecção pode vir da poeira que sobe das estradas, do contato com portadores transitórios ou crônicos de doenças, de verduras produzidas em solos adubados com fezes ou esgoto, de alimentos preparados ou tocados por mãos sujas ou visitados por moscas ou vermes, de leite manuseado por ordenhadores e leiteiros doentes ou descuidados, de latas ou utensílios de leite lavados com água contaminada, ou de cisternas, poços, fontes, reservatórios, valetas de irrigação, riachos ou lagos recebendo a água superficial ou drenagem subterrânea de solos poluídos por esgotos.”

O boletim continua, *“Em setembro e outubro de 1899, 63 casos de febre tifóide, resultando em cinco mortes, ocorreram no hospital de Northampton (Massachusetts). Essa epidemia foi ligada conclusivamente a salsão, que foi consumido livremente em agosto, e havia sido produzido em um lote o qual havia sido fertilizado no final do inverno ou começo da primavera com os resíduos sólidos e raspagens do leito de um filtro de esgotos situado nos domínios do hospital.”*

E para completar o ponto que resíduos humanos são altamente perigosos, o boletim acrescenta, *“Provavelmente nenhuma epidemia na história americana ilustra melhor os resultados drásticos que podem advir de um ato irresponsável que o surto de febre tifóide em Plymouth, Pa., em 1885. Em janeiro e fevereiro daquele ano as descargas noturnas de um paciente com febre tifóide foram atiradas sobre a neve fora de sua casa.*

Essas, carregadas pelo derretimento da neve para dentro do suprimento de água público, causaram uma epidemia de abril a setembro. De uma população total de cerca de 8.000 pessoas, 1,104 foram atacadas pela doença e 114 morreram.”

O boletim do governo dos Estados Unidos insistiu que o uso de excremento humano como fertilizante era tanto “perigoso” quanto “repulsivo”. Ele avisava que, *“tais materiais não deveriam sob qualquer circunstância ser utilizados em terras dedicadas à produção de salsa, alface, rabanetes, pepinos, couves, tomates, melões, ou outros legumes, franboesas ou frutas que dão próximo ao solo e são comidas cruas. Germes de doenças ou partículas de solo contendo tais germes podem aderir às cascas dos legumes ou frutas e infectar quem as comer.”* O boletim finalizou declarando, *“Nunca use resíduos [humanos] para fertilizar ou irrigar hortas.”* O medo de excrementos humanos era tão severo que aconselhava-se que os conteúdos de penicos fossem queimados, fervidos, ou desinfetados quimicamente, e então enterrados em uma trincheira.⁵

Este grau de fecofobia, promovido e disseminado pelas autoridades governamentais e outros que não conheciam alternativas construtivas de disposição de dejetos, ainda mantém o pé firme no psicológico ocidental. Pode levar um longo tempo para eliminar. Uma atitude mais construtiva é demonstrada por cientistas com um conhecimento mais amplo do assunto de reciclagem de humanure para fins agrícolas. Eles percebem que os benefícios da reciclagem apropriada de humanure “ultrapassam de longe quaisquer desvantagens do ponto de vista da saúde.”⁶

OS HUNZAS

Já foi mencionado que civilizações inteiras têm reciclado humanure por milhares de anos. Isso deveria servir como um testemunho razoavelmente convincente da utilidade de humanure como recurso agrícola. Muita gente já ouviu dos “Saudáveis Hunzas,” um povo de uma região agora pertencente ao Paquistão que moram entre os picos do Himalaia, e rotineiramente vivem até os 120 anos de idade. Os Hunzas ganharam fama nos Estados Unidos durante a era dos alimentos saudáveis nos anos 60, quando vários livros foram escritos sobre a fantástica longevidade desse povo antigo. Sua saúde extraordinária já foi atribuída à qualidade de seu estilo de vida em geral, incluindo a qualidade dos alimentos naturais que eles comem e o solo onde são produzidos. Poucas pessoas, porém, sabem que os Hunzas também compostam seu humanure e o usam para produzir sua comida. Dizem que eles virtualmente não têm doenças, nada de câncer ou problemas cardíacos ou intestinais, e eles freqüentemente ultrapassam os 100 anos de idade enquanto *“cantam, dançam e fazem amor até a morte.”*

De acordo com Tompkins (1989), *“Em sua adubação, os Hunzakuts devolvem tudo o que podem ao solo: todas as partes vegetais e pedaços que não servirão como comida para humanos ou animais, incluindo fôlhas caídas que o gado não come, misturados com seus próprios excrementos curados [ênfase minha], mais estrume e urina de seus currais. Como seus vizinhos chineses, os Hunzakuts guardam seu próprio esterco em reservatórios especiais subterrâneos, longe de quaisquer cursos d’água, para ali serem curados por uns bons seis meses. Tudo o que um dia foi vivo é dado novamente à vida através de mãos cuidadosas.”*⁷

Sir Albert Howard escreveu em 1947, *“Os Hunzas são descritos como um povo que ultrapassa de longe em saúde e força os habitantes da maioria dos outros países; um Hunza pode andar através das montanhas até Gilgit, a sessenta milhas de distância, fazer seus negócios, e voltar direto sem se sentir muito cansado.”* Sir Howard mantém que isto é ilustrativo da conexão vital entre uma agricultura sadia e boa saúde do corpo, insistindo que os Hunzas desenvolveram um sistema de agricultura que é perfeito. Ele acrescenta, *“Para oferecer o húmus essencial, cada tipo de resíduo, vegetal, animal e humano, é misturado e decomposto junto pelos cultivadores e incorporado ao solo; a lei da devolução é obedecida, a parte oculta da revolução da grande Roda é desempenhada fielmente.”*⁸ A visão de Sir Howard é que a fertilidade do solo é a real base da saúde pública.

Um profissional médico associado com os Hunzas afirmou, *“Durante o período de minha associação com esse povo eu nunca vi um caso de dispepsia astênica, úlcera gástrica ou duodenal, apendicite, ou colite mucosa ou câncer... Entre essas pessoas o abdômen super-sensitivo a impressões nervosas, a fadiga, ansiedade, ou frio era desconhecido. De fato, sua saúde abdominal tem, desde meu retorno ao Ocidente, mostrado grande contraste com as lamentações dispépticas e colônicas de nossas comunidades altamente civilizadas.”*

Sir Howard acrescenta, *“A impressionante saúde desse povo é uma das conseqüências de sua agricultura, na qual a lei do retorno é escrupulosamente obedecida. Todos seus resíduos vegetais, animais e humanos são cuidadosamente devolvidos ao solo de terraços irrigados que produzem grãos, frutas, e verduras que os alimentam.”*⁹

Os Hunzas compostavam seu material orgânico, assim reciclando-o. Isso realmente melhorava sua saúde pessoal e a saúde de sua comunidade. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos aparentemente ignorava o processo natural efetivo da compostagem em 1928 quando descreveu a reciclagem de humanure como “perigosa e repulsiva”. Sem dúvida o USDA teria deixado os Hunzas, que haviam por séculos praticado tal reciclagem segura e construtivamente, bastante confusos.

PATÓGENOS*

Claramente, mesmo a compostagem primitiva de humanure para fins agrícolas não necessariamente oferece risco à saúde humana, como evidenciado pelos Hunzas. Porém, *contaminação* fecal do ambiente certamente *pode* oferecer riscos à saúde humana. Fezes podem conter uma variedade de organismos causadores de doenças que podem contaminar o ambiente para infectar pessoas inocentes quando excrementos humanos são descartados como lixo. De fato, mesmo uma pessoa saudável aparentemente livre de doenças pode passar patógenos potencialmente perigosos através de seu material fecal, simplesmente por ser um portador. A Organização Mundial da Saúde estima que 80% de todas as doenças são relacionadas a saneamento inadequado e água poluída, e que metade dos leitos hospitalares do mundo são ocupados por pacientes que sofrem doenças relacionadas à água.¹¹ Assim, a compostagem de humanure certamente pareceria como um empreendimento que vale a pena mundialmente.

A informação seguinte não têm o objetivo de ser alarmante. Está incluída aqui para que o texto seja completo, e para ilustrar a necessidade de *compostar* humanure, ao invés de tentar usá-lo bruto para fins agrícolas. Quando o processo de compostagem é deixado de lado e resíduos patogênicos são dispersos no ambiente, várias doenças e vermes podem infectar a população vivendo na área contaminada. Este fato está largamente documentado.

Por exemplo, considere o seguinte trecho de Jervis (1990): *“O uso de solo noturno [fezes e urina humanas brutas] como fertilizante não é livre de riscos à saúde. Hepatite B é prevalente em Dacaiyuan, assim como no resto da China. Algum esforço está sendo feito para tratar quimicamente [humanure] ou pelo menos misturá-lo com outros ingredientes antes de sua aplicação aos campos. Mas produtos químicos são caros, e hábitos antigos são difíceis de mudar. Solo noturno é uma razão por que os chineses urbanos são tão escrupulosos a respeito de descascar frutas, e porque verduras e legumes crus não fazem parte da dieta. Aspectos negativos à parte, você só tem que olhar para as fotos de satélite dos cinturões verdes que rodeiam as cidades chinesas para entender o valor do solo noturno.”*¹²

Por outro lado, “vermes e doenças” não são disseminados por composto devidamente preparado, e sim quando se permite o acúmulo de excrementos, a poluição de água por bactérias intestinais, ou a criação de moscas ou ratos, que são todos resultados da negligência ou maus hábitos.

*Boa parte da informação contida nesta seção é adaptada de *Tecnologia Apropriada para Suprimentos de Água e Saneamento*, de Feachem et al., Banco Mundial, 1980.¹⁰ Esse trabalho abrangente cita 394 referências de várias partes do mundo, e foi feito como parte do projeto de pesquisa do Banco Mundial sobre tecnologias apropriadas para suprimentos de água e saneamento.

Tabela 7.1

PATÓGENOS QUE PODEM ESTAR PRESENTES NA URINA

A urina de uma pessoa saudável pode conter até 1.000 bactérias, de vários tipos, por mililitro. Mais de 100.000 bactérias de um único tipo por ml de urina é indicativo de infecção urinária.

Abaixo são listados patógenos que podem ser transmitidos a partir da urina de pessoas infectadas.

<u>Bactérias</u>	<u>Doença</u>
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifóide
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre paratifóide
<i>Leptospira</i>	Leptospirose
<i>Yersinia</i>	Yersiniose
<i>Escherichia coli</i>	Diarréia
<u>Vermes</u>	<u>Doença</u>
<i>Schistosoma haematobium</i>	esquistossomose

Fonte: Feachem et al., 1980; e Franceys et al., 1992; e Lewis, Ricki. (1992).
FDA Consumer, setembro de 1992. p. 41.

Tabela 7.2

DOSES INFECTANTES MÍNIMAS
De Alguns Patógenos e Parasitas

<u>Patógeno</u>	<u>Dose Infectante Mínima</u>
<i>Ascaris</i>	1-10 ovos
<i>Cryptosporidium</i>	10 cistos
<i>Entamoeba coli</i>	10 cistos
<i>Escherichia coli</i>	1.000.000 a 100.000.000
<i>Giardia lamblia</i>	10 a 100 cistos
Vírus da Hepatite A	1 a 10 UFP
<i>Salmonella</i> spp.	10.000 a 10.000.000
<i>Shigella</i> spp.	10 a 100
<i>Streptococcus faecalis</i>	10 bilhões
<i>Vibrio cholerae</i>	1.000

Patógenos têm variados graus de *virulência*, que é seu potencial para causar doença em humanos. A dose infectante mínima é o número mínimo de organismos necessário para estabelecer uma infecção.

Fonte: Bitton, Gabriel. (1994). *Microbiologia de Esgotos*.
Nova Iorque: Wiley-Liss, Inc., p. 77-78. e *Biocycle*, setembro de 1998, p. 62.

Deve-se entender que além de excrementos, a saliva, catarro, e de fato o próprio ar expirado podem ser carreadores de patógenos. Esta questão torna-se confusa pela noção incorreta que se algo é potencialmente perigoso, então isto sempre será perigoso. Além disso, muitas vezes não é compreendido que a compostagem termofílica devidamente manejada converte o humanure em um recurso agrícola seguro do ponto de vista sanitário. Nenhum outro sistema de reciclagem de material fecal e urina pode alcançar o mesmo grau de segurança sanitária sem o uso de substâncias químicas venenosas ou altos níveis de tecnologia e consumo de energia.

Mesmo a urina, geralmente considerada estéril, pode conter germes patogênicos (veja a Tabela 7.1). Urina, assim como fezes humanas, é valiosa por seus nutrientes para o solo. Estima-se que a produção anual de urina de uma pessoa contém nutrientes de solo suficientes para produzir grãos para essa pessoa por um ano.¹³ Portanto, é tão importante reciclar urina como reciclar as fezes, e a compostagem oferece um ótimo meio para isso.

Os patógenos que podem existir em humanure podem ser divididos em quatro grupos gerais: vírus, bactérias, protozoários e vermes (helmintos).

VÍRUS

Descobertos nos anos 1890 por um cientista Russo, os vírus estão entre as menores e mais simples formas de vida. Muitos cientistas nem sequer os consideram organismos. Eles são muito menores e mais simples que bactérias (alguns vírus inclusive parasitam bactérias), e as formas mais simples podem consistir de apenas uma molécula de RNA. Por definição, um vírus é uma entidade que contém a informação necessária para sua própria replicação, mas não possui os elementos físicos para tal replicação – eles têm o *software*, mas não o *hardware*. Para que possam se reproduzir, portanto, os vírus dependem do maquinário molecular da célula hospedeira, a qual é re-programada pelo vírus a fim de reproduzir o ácido nucléico viral. Assim, os vírus não podem se reproduzir fora da célula hospedeira.¹⁴

Há mais de 140 tipos de vírus ao redor do mundo que podem ser transmitidos através das fezes humanas, incluindo poliovírus, coxsackievírus (causador de meningite e miocardite), echovirus (causador de meningite e enterite), reovírus (causador de enterite), adenovírus (causador de doença respiratória), vírus da hepatite infecciosa (causadora de icterícia), e outros (veja Tabela 7.3). Durante períodos de infecção, cem milhões a um trilhão de vírus podem ser excretados em cada grama de material fecal.¹⁵

Tabela 7.3

PATÓGENOS VIRAIS QUE PODEM ESTAR PRESENTES EM FEZES

<u>Vírus</u>	<u>Doença</u>	<u>Possibilidade de infecção assintomática</u>
Adenovírus	varia	sim
Coxsackievírus	varia	sim
Echovírus	varia	sim
Hepatite A	Hepatite infecciosa	sim
Poliovírus	Poliomielite	sim
Reovírus	varia	sim
Rotavírus	Diarréia	sim

Rotavírus podem ser responsáveis pela maioria das diarreias infantis. O vírus da hepatite A causa hepatite infecciosa, muitas vezes assintomática, especialmente em crianças. Infecção por coxsackievírus pode causar meningite, febre, sintomas respiratórios, paralisia e miocardite. Infecção por echovírus pode causar febre, meningite, diarreia ou sintomas respiratórios. A maioria das infecções por poliovírus não causam doença clínica, embora às vezes haja uma doença suave, semelhante a influenza que pode evoluir para uma meningite viral, paralisia poliomiélica, deficiência física permanente, ou morte. Antes do advento da vacinação, estima-se que quase todas as pessoas em países em desenvolvimento tornavam-se infectadas com poliovírus, e que uma em mil infecções levavam à paralisia poliomiélica (paralisia infantil).

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.4

PATÓGENOS BACTERIANOS QUE PODEM ESTAR PRESENTES EM FEZES

<u>Bactérias</u>	<u>Doença</u>	<u>Possibilidade de infecção assintomática</u>
<i>Campylobacter</i>	Diarréia	sim
<i>E. coli</i>	Diarréia	sim
<i>Salmonella typhi</i>	Febre tifóide	sim
<i>Salmonella paratyphi</i>	Febre paratifóide	sim
Outras salmonelas	Intoxicação alimentar	sim
<i>Shigella</i>	Disenteria	sim
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	sim
Outros Vibrios	Diarréia	sim
<i>Yersinia</i>	Yersiniose	sim

Fonte: Feachem et al., 1980

BACTÉRIAS

Dentre as bactérias patogênicas, o gênero *Salmonella* é significativa porque ele contém espécies causadoras da febre tifóide, febre paratífóide, e distúrbios gastrointestinais. Outro gênero bacteriano, *Shigella*, causa disenteria. Micobactérias causam tuberculose (veja Tabela 7.4). Porém, de acordo com Gotaas, bactérias patogênicas “são incapazes de sobreviver a temperaturas de 55 a 60°C por mais de 30 minutos a uma hora.”¹⁶

PROTOZOÁRIOS

Os protozoários patogênicos incluem *Entamoeba histolytica* (causadora da amebíase), e membros do grupo Hartmanella-Neagleria (causadores de meningo-encefalite, veja Tabela 7.5). O estágio de cisto no ciclo vital dos protozoários é o meio primário de disseminação, já que as amebas morrem rapidamente fora do corpo humano. Cistos devem ser mantidos úmidos para que permaneçam viáveis por longos períodos.¹⁷

VERMES PARASITAS

Finalmente, um número de vermes parasitas transmitem seus ovos pelas fezes, incluindo ancilóstomos, lombrigas e *Trichuris* (veja tabela 7.6). Vários pesquisadores relataram 59 a 80 ovos de vermes por litro em amostras de esgotos. Isso sugere que bilhões de ovos de vermes patogênicos podem atingir uma estação de tratamento de esgotos diariamente. Esses ovos tendem a ser resistentes a condições ambientais, devido à sua cápsula resistente,¹⁸ e eles são extremamente resistentes ao processo de digestão do sedimento comum em estações de tratamento de esgotos. Três meses de ex-

Tabela 7.5

PATÓGENOS PROTOZOÁRIOS QUE PODEM ESTAR PRESENTES NAS FEZES

<u>Protozoário</u>	<u>Doença</u>	<u>Portador assintomático?</u>
<i>Balantidium coli</i>	Diarréia	sim
<i>Entamoeba histolytica</i>	Disenteria, ulceração colônica, abscesso hepático	sim
<i>Giardia lamblia</i>	Diarréia	sim

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.6

VERMES PATOLÓGICOS QUE PODEM ESTAR PRESENTES NAS FEZES

<u>Nome comum</u>	<u>Nome científico</u>	<u>Transmissão</u>	<u>Distribuição</u>
1. Ancilóstomo	<i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Necator americanus</i>	humano-solo-humano	Climas quentes e úmidos
2. --	<i>Heterophyes heterophyes</i>	cão/gato-caramujo-peixe-humano	Oriente Médio, sul da Europa, Ásia
3. --	<i>Gastrodiscoides</i>	porco-caramujo-veg. aquática-humano	Índia, Bangladesh, Vietnam, Filipinas.
4. --	<i>Fasciolopsis buski</i>	humano/porco-caramujo-vegetação aquática-humano	Sudeste Asiático, China
5. --	<i>Fasciola hepatica</i>	ovino/bovino-caramujo-vegetação aquática-humano	Mundial
6. Oxiúro	<i>Enterobius vermicularis</i>	humano-humano	Mundial
7. --	<i>Diphyllobotrium latum</i>	humano/animal-pólipo-peixe-humano	Zona temperada
8. --	<i>Opisthorchis felineus</i>	animal-caramujo aquático-peixe-humano	Antiga União Soviética, Tailândia
9. --	<i>Chlonorchis sinensi</i>	animal/hum.-caramujo-peixe-humano	Sudeste Asiático
10. Lombriga	<i>Ascaris lumbricoides</i>	humano-solo-humano	Mundial
11. --	<i>Hymenolepis</i> spp.	humano/roedor-humano	Mundial
12. --	<i>Metagonimus yokogawai</i>	cão/gato-caramujo-peixe-hum.	Ásia
13. --	<i>Paragonimus westermani</i>	animal/hum.-caramujo/caranquejo-hum.	Sudeste Asiático, África, América do Sul
14. Esquistossomo	<i>Schistosoma haematobium</i>	humano-caramujo-humano	África, Oriente Médio, Índia
15. --	<i>Strongyloides stercoralis</i>	humano-humano (cão-hum.?)	Climas quentes e úmidos
16. Tênia (bovina) Tênia (suína)	<i>Taenia saginata</i> <i>T. solium</i>	humano-bovino-humano humano-porco-homem	Mundial Mundial
17. --	<i>Trichuris trichiura</i>	humano-solo-humano	Mundial

Fonte: Feachem et al., 1980

posição a processos de digestão anaeróbica parecem ter pouco efeito na viabilidade de ovos de *Ascaris*; após seis meses, 10% dos ovos ainda podem estar viáveis. Mesmo após um ano no sedimento, alguns ovos viáveis ainda podem ser encontrados.¹⁹ Em 1949, uma epidemia de verminose na Alemanha foi diretamente relacionada ao uso de esgotos brutos para fertilizar hortas. O esgoto continha 5400 ovos de *Ascaris* por litro, e mais de 90% da população foi infectada.²⁰

Se há cerca de 59 a 80 ovos de vermes em um litro de esgotos, então podemos estimar de forma razoável que há cerca de 70 ovos por litro, em média. Isso significa que aproximadamente 70 ovos infectantes de vermes por litro de esgotos poderiam entrar em uma estação de tratamento de esgotos. A estação de tratamento de esgotos local perto de minha casa serve a uma população de oito mil pessoas e coleta cerca de 6 milhões de litros de esgotos diariamente. Isso significa que poderia haver 420 milhões de ovos de vermes entrando na estação todo dia, e precipitando-se no sedimento. Em um ano, mais de 153 bilhões de ovos de vermes parasitas poderiam passar através de minha estação de esgotos local, de uma pequena cidade. Vamos considerar o pior caso possível: todos os ovos sobrevivem no sedimento porque eles são resistentes às condições ambientais da estação. Durante o ano, 30 cargas de caminhão de sedimento são retiradas da estação. Cada carga de caminhão poderia teoricamente conter mais de 5 bilhões de ovos de vermes, talvez rumo aos campos de algum fazendeiro, mas provavelmente para serem depositados em um aterro sanitário.

É interessante notar que vermes nematóides co-evoluíram por milênios como parasitas da espécie humana, aproveitando-se do hábito constante dos humanos de defecar no solo. Como nematóides vivem nos intestinos humanos, mas requerem um período no solo como parte do seu ciclo de desenvolvimento, essas espécies são perpetuadas por nossos maus hábitos. Se nós humanos nunca tivéssemos permitido o contato direto de nossos excrementos com o solo, e se ao invés disso os tivéssemos compostado, a lombriga *Ascaris lumbricoides*, um parasita que nos têm afligido por milhares de anos, logo seria extinta. A espécie humana está finalmente evoluindo a um grau em que estamos começando a entender a compostagem e sua habilidade de destruir parasitas. Temos que dar um passo a frente e prevenir completamente a contaminação do ambiente com nossos excrementos. Caso contrário, os vermes parasitas continuarão nos passando a perna, eles que contam com nossa ignorância e descuido para sua própria sobrevivência.

ORGANISMOS INDICADORES

Organismos indicadores ou *patógenos indicadores* são organismos cuja detecção em solo ou água serve de evidência de contaminação fecal. O leitor astuto perceberá que muitos dos vermes patogênicos listados na Tabela 7.6 não são encontrados nos Estados Unidos. Daqueles que são, o *Ascaris lumbricoides* (lombriga) é o mais persistente, e pode servir como indicador para a presença de helmintos patogênicos no ambiente. Uma única fêmea pode pôr até 27 milhões de ovos em sua vida.²¹ Esses ovos são protegidos por um revestimento externo que é resistente a produtos químicos e permite que os ovos permaneçam viáveis no solo por longos períodos. A cápsula do ovo é feita de cinco camadas separadas: uma membrana externa e uma interna, com três camadas duras no meio. A membrana externa pode

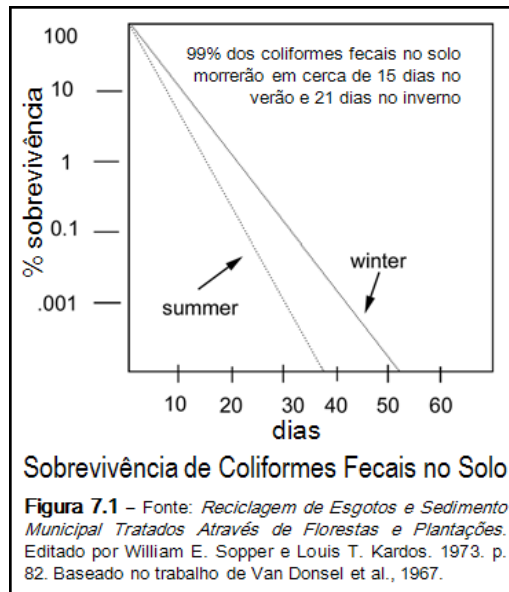


Tabela 7.7

DENSIDADE MÉDIA DE COLIFORMES FCAIS EXCRETADOS EM 24 HORAS (milhões/100 ml)

Humano	13,0
Pato	33,0
Ovelha	16,0
Porco	3,3
Galinha	1,3
Vaca	0,23
Peru	0,29

tornar-se parcialmente endurecida por influências ambientais hostis.²² A viabilidade de ovos de *Ascaris* em solos varia de algumas semanas em condições arenosas e ensolaradas,²³ a dois anos e meio,²⁴ quatro anos,²⁵ cinco anos,²⁵ ou mesmo dez anos,²⁶ em solo, dependendo da fonte da informação. Conseqüentemente, os ovos da lombriga parecem ser o melhor indicador para determinar a presença de vermes patogênicos no composto. Na China, os padrões atuais para o uso agrícola de humanure requerem uma mortalidade de ovos de *Ascaris* acima de 95%.

Ovos de *Ascaris* desenvolvem-se em temperaturas entre 15,5 e 35°C, mas são destruídos a temperaturas acima de 38°C. As temperaturas geradas durante compostagem termofílica podem facilmente exceder os níveis necessários para a destruição dos ovos de lombriga.

Uma forma de determinar se o composto que você está usando está contaminado com ovos viáveis de *Ascaris* é pedir uma análise em um hospital ou laboratório local. Se seu composto estiver contaminado e você o está usando para produzir sua própria comida, então haverá uma chance que você também esteja contaminado. Um exame de fezes revelará se este é o caso. Tais análises são relativamente baratas.

Eu passei por três exames de fezes em um período de doze anos como parte da pesquisa para este livro. Eu havia compostado humanure por quatorze anos quando fiz o primeiro teste, e 26 anos quando fiz o terceiro. Eu vinha usando todo o composto em minhas hortas. Centenas de outras pessoas também usaram meu banheiro ao longo dos anos, potencialmente contaminando-o com ovos de *Ascaris*. Porém, todos os exames de fezes foram completamente negativos. Enquanto escrevo este livro, cerca de três décadas já se passaram desde que eu comecei a usar composto de humanure na horta. Durante todos esses anos, criei várias crianças saudáveis. Nosso banheiro foi usado por incontáveis pessoas, incluindo muitos estranhos. Todo esse material de banheiro foi compostado e usado para produção de alimentos em nossa horta caseira.

Há outros indicadores além de ovos de lombrigas que podem ser usados para determinar a contaminação de água, solo ou composto. *Bactérias indicadoras* incluem coliformes fecais, que se reproduzem nos sistemas intestinais de animais de sangue quente (veja Tabela 7.7). Se você quer testar um reservatório de água quanto a contaminação fecal, então você determina a contagem de coliformes fecais, geralmente *Escherichia coli*. *E. coli* é uma das bactérias intestinais mais abundantes em humanos; mais de 200 subtipos existem. Embora alguns possam causar doença, a maioria dos subtipos são inofensivos.²⁹ A ausência de *E. coli* em água indica que a água é livre de contaminação fecal.

Testes de água muitas vezes determinam os níveis de *coliformes totais* na água. Em testes de coliformes totais mede-se a quantidade de *todas* as espécies do grupo dos coliformes indistintamente, não se limitando às espécies originadas de animais de sangue quente. Como algumas espécies de coliformes vêm do solo, os resultados desse teste nem sempre são indicativos de contaminação fecal na análise de um curso d'água. Porém, esse teste pode ser usado para águas subterrâneas, já que nenhum tipo de coliforme deveria estar presente em lençóis freáticos, a não ser que contaminados por animais.

Coliformes *fecais* não se multiplicam fora dos intestinos de animais de sangue quente, e sua presença na água é improvável a não ser que haja poluição fecal. Eles sobrevivem por um período mais curto em águas naturais que o grupo dos coliformes como um todo, portanto sua presença indica poluição fecal relativamente recente. Em esgotos domésticos, a contagem de coliformes fecais é geralmente 90% ou mais da contagem de

coliformes totais, mas em cursos d'água naturais, coliformes fecais podem representar 10 a 30% da população total de coliformes. Quase todas as águas naturais têm a presença de coliformes fecais, já que todos os animais de sangue quente os excretam nas fezes. A maioria dos Estados nos Estados Unidos limitam a contagem permissível de coliformes fecais em águas usadas para esportes aquáticos a 200 coliformes fecais por 100 ml de água.

Análises bacterianas de suprimentos de água de bebida são rotineiramente oferecidas a baixo custo por firmas de suprimentos agrícolas, companhias de tratamento de água ou laboratórios privados.

PERSISTÊNCIA DE PATÓGENOS EM SOLO, PLANTAS, ESTERCO E SEDIMENTO DE ESGOTO

De acordo com Feachem et al. (1980), a persistência de patógenos fecais no ambiente pode ser sumarizada assim:

NO SOLO

O tempo de sobrevivência de patógenos em solo é afetado pela umidade, pH, tipo de solo, temperatura, exposição solar e matéria orgânica. Embora coliformes fecais possam sobreviver por vários anos sob condições ótimas, uma redução de 99% é provável dentro de 25 dias em climas quentes (veja Figura 7.1). Bactérias do gênero *Salmonella* podem sobreviver por um ano em solos orgânicos ricos e úmidos, embora 50 dias seria um tempo de sobrevivência mais típico. Vírus podem sobreviver por até três meses em clima quente, e até seis meses em clima frio. Cistos de protozoários dificilmente sobreviveriam por mais de dez dias. Ovos de lombriga podem sobreviver por vários anos.

Os tempos de persistência no solo de vírus, bactérias, protozoários e vermes que podem ser excretados em fezes humanas são mostrados nas Tabelas 7.8 a 7.12.

SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS EM PLANTAS

Bactérias e vírus dificilmente penetrariam a cutícula intacta de vegetais. Além disso, patógenos dificilmente seriam absorvidos pelas raízes e transportados para outras partes das plantas,³⁰ embora um trabalho de pesquisa publicado em 2002 indique que pelo menos um tipo de *E. coli* possa penetrar em pés de alface através dos sistemas radiculares e se espalhar pelas partes comestíveis da planta.^{AA}

Alguns patógenos podem sobreviver nas superfícies de verduras, especialmente raízes, embora o sol e baixa umidade do ar promovam a

morte de patógenos. Vírus podem sobreviver por até dois meses em plantas embora geralmente permaneçam viáveis por menos de um mês. Bactérias indicadoras podem persistir por vários meses, mas geralmente menos de um mês. Cistos de protozoários geralmente sobrevivem menos de dois dias, e ovos de vermes geralmente duram menos de um mês. Em estudos sobre a sobrevivência de ovos de *Ascaris* em alface e tomates durante um verão seco e quente, todos os ovos degeneraram-se após 27 a 35 dias, tornando-se incapazes de infecção.³¹

Alface e rabanete em Ohio que receberam aplicação de esgoto inoculado com Poliovírus I mostraram uma redução de 99% nos patógenos após seis dias, e 100% após 36 dias. Rabanetes produzidos em solos fertilizados com fezes frescas contaminadas com febre tifóide por quatro dias após o plantio mostraram um período de sobrevivência dos patógenos por menos de 24 dias. Tomates e alface contaminados com uma suspensão de ovos de lombriga mostraram uma redução de 99% em 19 dias e 100% em quatro semanas. Esses testes indicaram que se há qualquer dúvida sobre contaminação de composto com patógenos, o composto deve ser aplicado em plantações de estação longa no momento do plantio, de modo que haverá tempo suficiente para a morte dos patógenos antes da colheita.

SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS EM SEDIMENTO DE ESGOTO E FEZES/URINA

Vírus podem sobreviver por até cinco meses, mas geralmente menos que três meses em sedimento de esgoto e solo noturno. Bactérias indicadoras podem sobreviver por até cinco meses, mas geralmente menos de quatro meses. Salmonelas sobrevivem por até cinco meses, mas geralmente menos de um mês. Bacilos da tuberculose sobrevivem por até dois anos, mas geralmente menos de cinco meses. Cistos de protozoários sobrevivem por até um mês, embora geralmente durem menos que dez dias. Ovos de vermes variam dependendo da espécie, mas ovos de lombriga podem sobreviver por muitos meses.

TRANSMISSÃO DE PATÓGENOS ATRAVÉS DE VÁRIOS SISTEMAS DE BANHEIRO

É claramente evidente que excrementos humanos possuem a capacidade de transmitir várias doenças. Por essa razão, deveria ser também evidente que a compostagem de humanure é um empreendimento sério e não deve ser feito de forma descuidada ou desorganizada. Os patógenos que podem estar presentes em humanure têm vários períodos de sobrevivência fora do corpo humano e mantêm variadas capacidades de re-

Tabela 7.5

SOBREVIVÊNCIA DE ENTEROVÍRUS NO SOLO

Vírus – Esses parasitas, que são menores que bactérias, podem apenas reproduzir-se dentro da célula hospedeira. Porém, alguns podem sobreviver por longos períodos fora do hospedeiro.

Enterovírus – São vírus que se reproduzem no trato intestinal. Eles sobrevivem por longos períodos no solo, durando de 15 a 170 dias. Abaixo estão indicados os tempos de sobrevivência de enterovírus em vários tipos e condições de solo.

Tipo de solo	pH	% Umidade	Temperatura (°C)	Período máximo de sobrevivência (dias)
Estétil, arenoso	7.5	10-20%	3-10	130-170
			18-23	90-110
	5.0	10-20%	3-10	110-150
			18-23	40-90
Não-estétil, arenoso	7.5	10-20%	3-10	110-170
			18-23	40-110
	5.0	10-20%	3-10	90-150
			18-23	25-60
Estétil, argiloso	7.5	10-20%	3-10	70-150
			18-23	70-110
	5.0	10-20%	3-10	90-150
			18-23	25-60
Não-estétil, argiloso	7.5	10-20%	3-10	110-150
			18-23	70-110
	5.0	10-20%	3-10	90-130
			18-23	25-60
Não-estétil, arenoso	5.0	10-20%	18-23	15-25

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.9

SOBREVIVÊNCIA DE ENTAMOEBA HISTOLYTICA NO SOLO

<u>Protozoário</u>	<u>Solo</u>	<u>Umidade</u>	<u>Temp. (°C)</u>	<u>Sobrevivência</u>
<i>E. histolytica</i>	argila/areia	úmido	28-34	8-10 dias
<i>E. histolytica</i>	solo	úmido	?	42-72 horas
<i>E. histolytica</i>	solo	sêco	?	18-42 horas

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.10

SOBREVIVÊNCIA DE ALGUMAS BACTÉRIAS NO SOLO

<u>Bactéria</u>	<u>Solo</u>	<u>Umidade</u>	<u>Temp. (°C)</u>	<u>Sobrevivência</u>
<i>Streptococci</i>	terra preta	?	?	9 a 11 semanas
<i>Streptococci</i>	terra arenosa	?	?	5 a 6 semanas
<i>Salmonella typhi</i>	vários	?	22	2 a 400 dias
Tuberculose bovina (bacilo)	solo com estrume	?	?	menos de 178 dias
<i>Leptospira</i>	vários	vários	verão	12 horas a 15 dias

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.11

SOBREVIVÊNCIA DE POLIOVÍRUS NO SOLO

<u>Tipo de solo</u>	<u>Vírus</u>	<u>Umidade</u>	<u>Temp. (°C)</u>	<u>Sobrevivência (dias)</u>
Areia solta	Poliovírus	sêco	?	menos de 77
Areia solta	Poliovírus	úmido	?	menos de 91
Terra fina arenosa	Poliovírus I	úmido	4	90% redução em 84 dias
Terra fina arenosa	Poliovírus I	úmido	20	99,999% red. em 84 dias
Solo irrigado com efluente, pH 8,5	Poliovírus 1, 2 e 3	9-20%	12-33	menos de 8
Solo irrigado com efluente ou sedimento	Poliovírus I	180 mm chuva	14-27	96-123 após aplicação de sedimento
			14-27	89-96 após aplicação de efluente
			15-33	menos de 11 após aplic. de sedimento ou efluente
		190 mm chuva	15-33	menos de 11 após aplic. de sedimento ou efluente

Fonte: Feachem et al., 1980

Tabela 7.12

SOBREVIVÊNCIA DE ALGUNS VERMES PATOGENÉTICOS NO SOLO

<u>Solo</u>	<u>Umidade</u>	<u>Temp. (°C)</u>	<u>Sobrevivência</u>
LARVAS DE ANCILÓSTOMO			
Areia	?	temp ambiente	< 4 meses
	?	sombra, Sumatra	< 6 meses
Solo	úmido	sombra densa	9-11 semanas
		sombra moderada	6-7,5 semanas
		sol	5-10 dias
Solo	coberto d'água	várias	10-43 dias
Solo	úmido	0	< 1 semana
		16	14-17,5 sem.
		27	9-11 semanas
		35	< 3 semanas
		40	< 1 semana
OVOS DE ANCILÓSTOMO			
Solo aquecido + solo noturno	coberto d'água	15-27	9% após 2 semanas
Não aquecido + solo noturno	coberto d'água	15-27	3% após 2 semanas
OVOS DE LOMBRIGA			
Arenoso, sombra		25-36	31% mort. após 54 d.
Arenoso, sol		24-38	99% mort. após 15 d.
Terra preta, sombra		25-36	3,5% mort. após 21 d.
Terra preta, sol		24-38	4% mort. após 21 d.
Argila, sombra		25-36	2% mort. após 21 d.
Argila, sol		24-38	12% mort. após 21 d.
Húmus, sombra		25-36	1,5% mort. após 22 d.
Argila, sombra		22-35	mais de 90 dias
Arenoso, sombra		22-35	menos de 90 dias
Arenoso, sol		22-35	menos de 90 dias
Solo irrig. c/ esgoto		?	menos de 2,5 anos
Solo		?	2 anos

Fonte: Feachem et al., 1980; d. = dias; sem. = semanas; < = menos que

Tabela 7.13

MORTE DE OVOS DE PARASITAS

<u>Ovos</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Sobrevivência</u>
Esquistossomo	53,5	1 minuto
Ancilóstomo	55,0	1 minuto
Lombriga	-30,0	24 horas
Lombriga	0,0	4 anos
Lombriga	55,0	10 minutos
Lombriga	60,0	5 segundos

Fonte: *Produção de Composto, Fertilizante e Bioqás a partir de Resíduos Humanos e Agrícolas na República da China*. (1978), M. G. McGarry e J. Stainforth, Eds, International Development Research Center, Ottawa, Canadá, p. 43.

infectar pessoas. É por isso que o *manejo cuidadoso* de um sistema de compostagem termofílica é importante. Porém, não há nenhum método comprovado, natural, de baixa tecnologia para a destruição de patógenos humanos e restos orgânicos que tenha tanto sucesso e seja tão acessível à pessoa comum como a compostagem termofílica.

Mas o que acontece quando o composto não é bem manejado? Quão perigoso é esse empreendimento quando aqueles envolvidos não se esforçam devidamente para garantir que o composto mantenha temperaturas termofílicas? De fato, isso é o que normalmente acontece na maioria dos banheiros compostáveis comerciais e de fabricação caseira. Compostagem termofílica não ocorre em banheiros feitos em casa porque os responsáveis muitas vezes não fazem qualquer esforço para criar a mistura orgânica de ingredientes e o ambiente necessário para tal resposta microbiana. No caso da maioria dos banheiros compostáveis comerciais, não há sequer a intenção de se obter a compostagem termofílica, e os banheiros são projetados para ser desidratadores, ao invés de compostadores termofílicos.

Em várias ocasiões, eu vi sistemas de banheiros simples para coleta de humanure, nos quais o material era simplesmente despejado em uma pilha externa, sem qualquer contenção, faltando urina (e, portanto, umidade), e sem a disposição de camadas de material orgânico grosseiro necessário ao aprisionamento de ar. Embora essas pilhas de composto não emitissem odores desagradáveis (a maioria das pessoas têm suficiente bom senso para cobrir material orgânico mal-cheiroso em uma pilha de composto), elas também não se tornavam necessariamente termofílicas (suas temperaturas nunca foram averiguadas). Pessoas que não estão muito preocupadas com o manejo de seu composto geralmente estão dispostas a deixá-lo curando por anos antes do uso, e muitas vezes nem usam. Pessoas que são despreocupadas sobre sua compostagem tendem a ser aquelas que estão confortáveis com seus próprios estados de saúde e portanto não têm medo de seu próprio excremento. Desde que estejam combinando seu humanure com um material carbônico e deixando a mistura compostar, termofílicamente ou não, por pelo menos um ano (um ano adicional de maturação é recomendado), eles dificilmente criarão quaisquer problemas de saúde. O que acontece a essas pilhas de composto, feitas de qualquer jeito? Incrivelmente, após alguns anos, elas se transformam em húmus e, se deixadas sozinhas, simplesmente se tornarão cobertas de vegetação e desaparecerão de volta à terra. Eu já vi isso com meus próprios olhos.

Uma situação diferente ocorre quando humanure de uma população altamente infectada está sendo compostado. Tal população seriam os residentes de um hospital em um país subdesenvolvido, por exemplo, ou quaisquer residentes de uma comunidade onde certas doenças ou parasitas são endêmicos. Nessa situação, o compostador deve fazer todos os esforços para garantir a compostagem termofílica, permitir um tempo adequado de

amadurecimento, e adequada destruição de patógenos.

A informação seguinte ilustra os vários métodos de tratamento de resíduos e compostagem comumente usados hoje e mostra a transmissão de patógenos através de cada sistema individual.

CASINHAS EXTERNAS

Casinhãs de fossa sêca têm problemas de odores, criam moscas e possivelmente mosquitos, e poluem lençóis freáticos. Porém, se os conteúdos de uma latrina de fôssõ forem cobertos e mantidos por um mínimo de um ano, não haverá patógenos viáveis, com a possível excessão de ovos de lombriga, de acordo com Feachem. Este risco é suficientemente pequeno para que o conteúdo de fossas sêcas, após um ano enterrados, possam ser usados para fins agrícolas. Frances et al. dizem, “*Sólidos de latrinas de fôssõ são inócuos se as latrinas não houverem sido usadas por cerca de dois anos, como em duplos fôssos alternados.*”³²

TANQUES SÉPTICOS

É seguro assumir que efluentes e sedimento de tanques sépticos são altamente patogênicos (veja Figura 7.3). Vírus, ovos de vermes parasitas, bactérias e protozoários podem ser emitidos de sistemas de tanques sépticos em condições viáveis.

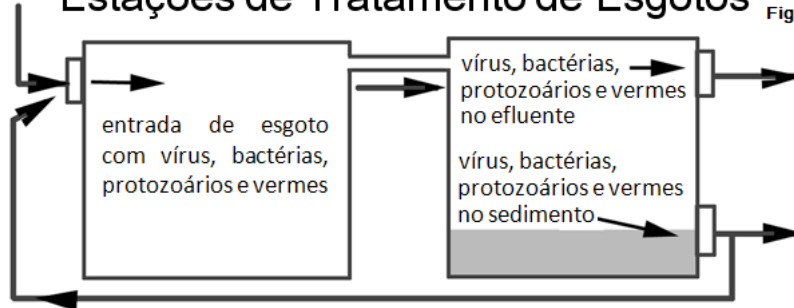
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS CONVENCIONAIS

O único processo de digestão de esgotos que produz um sedimento com garantia de ausência de patógenos é a digestão termofílica por lote na qual todo o sedimento é mantido por 50°C por 13 dias. Outros processos de digestão de esgotos permitirão a sobrevivência de ovos de vermes parasitas e possivelmente bactérias patogênicas. Estações de tratamento de esgotos típicas, pelo contrário, usam um processo contínuo onde o esgoto é adicionado diariamente ou mais freqüentemente, assim garantindo a sobrevivência de patógenos (veja Figura 7.2).

Eu fiquei interessado em minha estação de tratamento de esgotos local quando descobri que a água em nosso riacho local abaixo da descarga da estação continha dez vezes o nível de nitratos encontrado em águas não poluídas, e três vezes o nível de nitratos aceitável para água potável.³³ Em outras palavras, a água sendo descarregada da estação de tratamento era poluída. Havíamos testado a água para nitratos, mas não testamos para patógenos ou níveis de cloro. Apesar da poluição, os níveis de nitratos estavam dentro dos *limites aceitos pela legislação* para descargas de estações de tratamento de esgotos.

Transmissão de Patógenos Através de Estações de Tratamento de Esgotos

Figura 7.2



Estações de tratamento de esgotos convencionais permitem a transmissão de patógenos. Conseqüentemente, o efluente é comumente tratado com produtos químicos como o cloro e o sedimento é muitas vezes enterrado em aterros

Transmissão de Patógenos Através de Tanques Sépticos

Figura 7.3

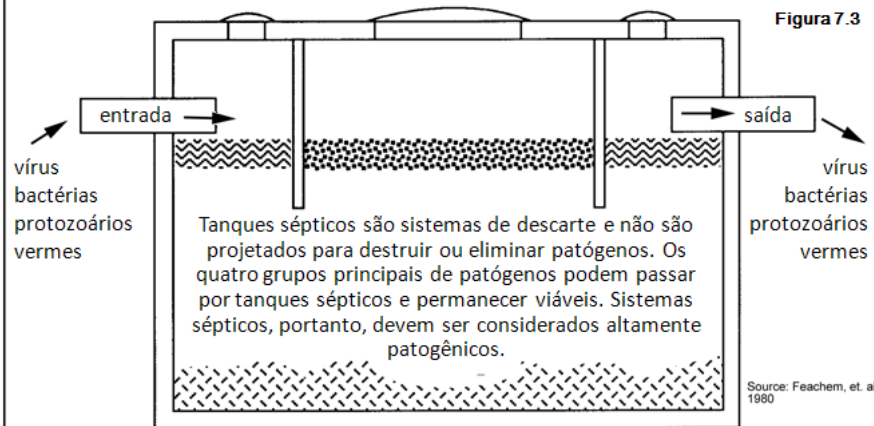


Figura 7.4

Transmissão de Patógenos Através de Lagoas de Estabilização



LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ESGOTOS

Lagoas de estabilização de esgotos, que são tanques grandes e rasos largamente utilizados na América do Norte, América Latina, África e Ásia, envolvem o uso de bactérias benéficas e algas na decomposição de materiais orgânicos. Embora possam criar mosquitos, elas podem ser suficientemente bem projetadas e manejadas para render uma água com baixas concentrações de vírus e bactérias patogênicas (veja Figura 7.4)

BANHEIROS COMPOSTÁVEIS

A maioria dos banheiros compostáveis comerciais e de fabricação doméstica são relativamente anaeróbicos e compostam a baixas temperaturas. De acordo com Feachem et al., um tempo de retenção mínimo de três meses produz um composto livre de todos os patógenos com a possível exceção de ovos de vermes intestinais. O composto obtido desses tipos de banheiros pode teoricamente ser compostado de novo em uma pilha termofílica podendo então ser usado em hortas (veja Figuras 7.5 e 7.14). Ou então, o composto pode ser movido para uma pilha de composto externa em camadas com palha ou outro material volumoso orgânico tal como mato ou fôlhas de árvores, coberto, umidecido e deixado por um ou dois anos adicionais para amadurecer destruindo assim quaisquer patógenos restantes. Atividade microbiana e minhocas ajudam no saneamento do composto conforme este amadurece.

SISTEMA DE COMPOSTAGEM TERMOFÍLICA BEM MANEJADO

Destruição total de patógenos é garantida ao se chegar a uma temperatura de 62°C por uma hora, 50°C por um dia, 46°C por uma semana ou 43°C por um mês. Parece que nenhum patógeno excretado pode sobreviver a uma temperatura de 65°C por mais de alguns minutos. Uma pilha de composto contendo oxigênio aprisionado pode subir rapidamente a uma temperatura de 55°C ou mais, ou manterá uma temperatura suficientemente alta por um período suficiente de tempo para destruir patógenos humanos reduzindo-os a níveis indetectáveis (veja Figura 7.6). Como a destruição de patógenos é auxiliada pela diversidade microbiana, conforme discutido no Capítulo 3, aquecimento excessivo de uma pilha de composto, como obtido com aeração forçada, pode ser contra-producente.

A tabela 7.14 mostra tempos de sobrevivência de patógenos no a) solo, b) condições de decomposição anaeróbica, c) banheiros compostáveis e d) pilhas de compostagem termofílica.

MAIS SOBRE VERMES PARASITAS

Este é um bom assunto para discutir em maior detalhe já que é um tópico raramente abordado em círculos sociais, embora seja importante àqueles preocupados com patógenos potenciais no seu composto. Portanto, vamos dar uma olhada em alguns dos vermes parasitas mais comuns na espécie humana: oxiúros, ancilóstomos, *Trichuris* e lombrigas.

OXIÚROS

Alguns de meus filhos tiveram oxiúros uma vez em sua infância. Eu sei exatamente de quem eles pegaram (outro menino), e livrá-los do problema foi uma tarefa fácil. Porém, circulou o rumor que eles haviam contraído os vermes do nosso composto. Também nos disseram para vermifugar nossos gatos para prevenir a infestação de oxiúros nas crianças (segundo alguns, esses rumores se originaram no consultório de um médico).

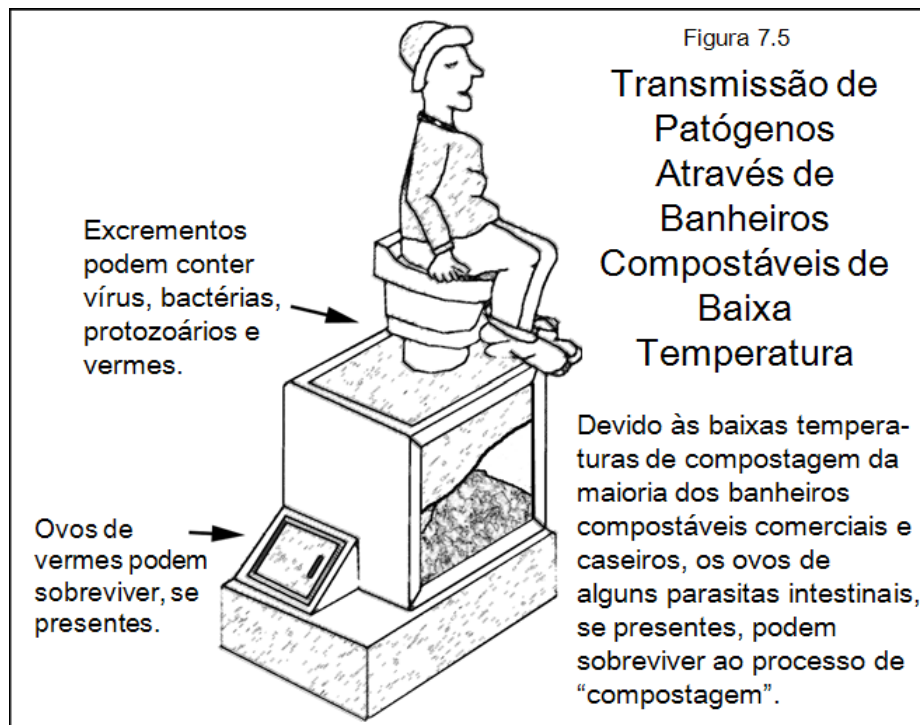
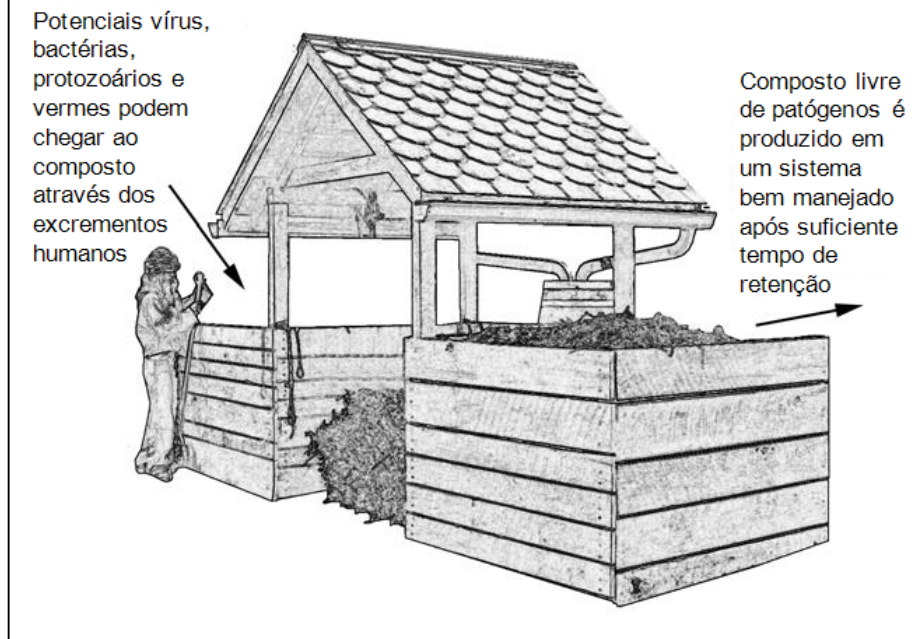


Figura 7.6

Transmissão de Patógenos Através de Compostagem Termofílica Bem Manejada



Porém, o ciclo de vida do oxiúros não inclui um estágio no solo, composto, estrume ou gatos. Esses parasitas desagradáveis são transmitidos diretamente de humano a humano por contato direto, e pela inalação de ovos.

Oxiúros (*Enterobius vermicularis*) põem ovos microscópicos no ânus de uma pessoa parasitada (os humanos são seus únicos hospedeiros conhecidos). Isso causa coceira no ânus, que é o sintoma primário de infestação pelo verme. Os ovos podem ser encontrados em qualquer lugar. Uma vez que atingem o sistema digestivo humano, eles desenvolvem-se nos pequeninos vermes. Alguns estimam que 75% de todas as crianças entre três e cinco anos de idade na cidade de Nova Iorque têm ou já tiveram oxiúros, e dados semelhantes existem para outras cidades.³⁴

Esses vermes têm a distribuição geográfica mais ampla de todos os vermes parasitas, e estima-se que infectem 210 milhões de pessoas no mundo (18 milhões no Canadá e Estados Unidos). Foram encontradas prevalências de 66% em uma vila esquimó, 60% no Brasil e 12 a 41% em Washington D.C.

Tabela 7.14

SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS À COMPOSTAGEM OU APLICAÇÃO AO SOLO

<u>Patógeno</u>	<u>Aplicação ao solo</u>	<u>Digestão anaeróbica a baixa temperatura</u>	<u>Banheiro compostável (mínimo de 3 meses de retenção)</u>	<u>Compostagem termofílica</u>
Vírus entéricos	até 5 meses	mais de 3 meses	provavelmente são eliminados	morrem rapidamente a 60°C
Salmonelas	3 meses a 1 ano	várias semanas	alguns podem sobreviver	20 horas a 60°C
Shigelas	até 3 meses	poucos dias	provavelmente são eliminados	1 h a 55°C ou 10 dias a 40°C
<i>E. coli</i>	mários meses	várias semanas	provavelmente são eliminados	morrem rapidamente acima de 60°C
<i>Vibrio cholerae</i>	≤ 1 semana	1 a 2 semanas	provavelmente são eliminados	morrem rapidamente acima de 55°C
Leptospiras	até 15 dias	≤ 2 dias	eliminados	5 min a 50°C ou 1 dia a 40°C
Cistos de ameba	≤ 1 semana	≤ 3 semanas	eliminados	5 min a 50°C ou 1 dia a 40°C
Ovos de ancilóstomo	20 semanas	sobrevivem	podem sobreviver	5 min a 50°C ou 1 hora a 45°C
Ovos de lombriga	vários anos	vários meses	sobrevivem bem	2 horas a 55°C, 20 h a 50°C, 200 horas a 45°C
Ovos de esquistossomo	um mês	um mês	eliminados	1 hora a 50°C
Ovos de solitária	mais de 1 ano	poucos meses	podem sobreviver	10 min. a 59°C, > 4horas a 45°C

Fonte: Feachem et al., 1980

Table 7.15

MORTE POR CALOR DE PARASITAS E PATÓGENOS COMUNS

<u>PATÓGENO</u>	<u>MORTE POR CALOR</u>
Ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	dentro de 1 h. acima de 50°C
<i>Brucella abortus</i> ou <i>B. suis</i>	dentro de 1 h. a 55°C
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	dentro de 45 min. a 55°C
Cistos de <i>Entamoeba histolytica</i>	dentro de poucos minutos a 45°C
<i>Escherichia coli</i>	1 hora a 55°C ou 15-20 min. a 60°C
<i>Micrococcus pyogenes</i> var. <i>aureus</i>	dentro de 10 minutos a 50°C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>hominis</i>	dentro de 15 a 20 minutos a 66°C
<i>Necator americanus</i>	dentro de 50 minutos a 45°C
<i>Salmonella</i> spp.	dentro de 1 h. a 55°C, 15-20 min. a 60°C
<i>Salmonella typhosa</i>	não cresce acima de 46°C; morte em 30 min. a 55°C
<i>Shigella</i> spp.	dentro de uma hora a 55°C
<i>Streptococcus pyogenes</i>	dentro de 10 minutos a 54°C
<i>Taenia saginata</i>	dentro de poucos minutos a 55°C
Larvas de <i>Trichinella spiralis</i>	morrem rapidamente a 55°C

Fonte: Gotaas, Harold B. (1956). *Compostagem – Descarte Sanitário e Reaproveitamento de Resíduos Orgânicos*. p. 81. Organização Mundial da Saúde, Série de Monógrafos N° 31. Genebra

O contágio se dá pela transmissão dos ovos da mão à boca, resultado do ato de coçar o ânus, ou então respirando ovos que estão em suspensão no ar. Em casas com vários membros infectados por oxiúros, 92% de amostras de poeira continham ovos. As amostras de poeira foram coletadas de mesas, cadeiras, pisos, sofás, escrivaninhas, prateleiras, janelas, molduras de quadros, assentos de banheiro, colchões, banheiras, pias, e lençóis. Ovos de oxiúros também já foram encontrados em poeira de salas de aula e lanchonetes de escolas. Embora cães e gatos não abriguem oxiúros, os ovos podem contaminar seu pêlo e encontrar seu caminho de volta aos seus hospedeiros humanos. Em cerca de um terço de crianças infectadas, os ovos podem ser encontrados sob suas unhas.

Fêmeas grávidas de oxiúros contém 11.000 a 15.000 ovos. Felizmente, ovos de oxiúros não sobrevivem muito tempo fora do hospedeiro. Temperatura ambiente com 30 a 54% de umidade relativa mata mais de 90% dos ovos dentro de dois dias. A temperaturas mais altas de verão, 90% morrerão dentro de três horas. Os ovos sobrevivem mais tempo (dois a seis dias) em condições frias e úmidas; em ar seco, nenhum ovo sobreviverá mais que 16 horas.

O período de vida do verme é de 37 a 53 dias; uma infecção acabaria sozinha nesse período, sem tratamento, na ausência de reinfestação. O tempo que leva da ingestão dos ovos até que novos ovos sejam postos no ânus varia de quatro a seis semanas.³⁵

Em 95% das pessoas infectadas, ovos de oxiúros não são encontrados nas fezes. Transmissão de ovos pelas fezes e solo não é parte do ciclo vital do oxiúro, o que é uma das razões pelas quais os ovos não têm grande probabilidade de ir parar nas fezes ou composto. Mesmo se o fizerem, morrerão rapidamente fora do hospedeiro humano.

Uma das piores conseqüências da infestação de oxiúros em crianças é o trauma para os pais, cujo complexo de culpa, não importa o quão limpos e conscientes eles sejam, é compreensível. Porém, se você estiver compostando seu estrume, você pode ter certeza que você não estará por isso criando ou espalhando oxiúros. Muito pelo contrário, quaisquer ovos ou oxiúros que chegarem ao seu composto serão destruídos.³⁶

ANCILÓSTOMOS

Ancilóstomos em humanos incluem as espécies *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale*, *A. braziliense*, *A. caninum* e *A. ceylanicum*.

Esses pequenos vermes têm cerca de um centímetro de comprimento, e humanos são praticamente o único hospedeiro de *A. duodenale* e *N. americanus*. Um ancilóstomo de cães e gatos, *A. caninum*, é muito raramente encontrado nos intestinos de humanos.

Os ovos são transmitidos nas fezes e amadurecem em larvas fora do hospedeiro humano em condições favoráveis. As larvas aderem ao hospedeiro humano, geralmente na sola do pé quando andamos descalços, ou entram no hospedeiro através dos poros, folículos pilosos, ou mesmo a pele intacta. Elas tendem a migrar para as partes altas do intestino delgado onde sugam o sangue do hospedeiro. Dentro de cinco a seis semanas, elas atingem o estágio maduro e produzem cerca de 20.000 ovos ao dia.

Estima-se que os ancilóstomos infectem 500 milhões de pessoas ao redor do mundo, causando uma perda sanguínea diária de mais de 1 milhão de litros, o equivalente ao sangue de todas as pessoas da cidade de Austin, Texas, juntas. Uma infecção pode durar de dois a quatorze anos. Infecções leves podem produzir uma anemia por deficiência de ferro. Infecção pode ser diagnosticada por um exame de fezes.

Esses vermes tendem a ser encontrados em áreas tropicais e sub-tropicais e são disseminados pelo ato de defecar no solo. Tanto as altas temperaturas da compostagem termofílica como temperaturas abaixo de zero no inverno matam os ovos e larvas (veja Tabela 7.16). Ressecamento também é destrutivo.³⁷

Trichuris

Trichuris (*Trichuris trichiura*) são usualmente encontrados em humanos, mas podem também ser encontrados em macacos e porcos. Eles geralmente têm menos de 5 cm de comprimento; a fêmea pode produzir 3.000 a 10.000 ovos por dia. O desenvolvimento larvário ocorre fora do hospedeiro, e em um ambiente favorável (solo morno, úmido e sombreado),

Tabela 7.16

ANCILÓSTOMOS

Larvas de ancilóstomos desenvolvem-se fora do hospedeiro, preferencialmente a temperaturas entre 23 e 33°C

Tempo de Sobrevivência de:

<u>Temperatura</u>	<u>Ovos</u>	<u>Larvas</u>
45°C	poucas horas	menos de 1 hora
0°C	7 dias	menos de 2 semanas
-11°C	?	menos de 24 horas

Tanto compostagem termofílica como temperaturas abaixo de 0°C matam larvas e ovos de ancilóstomos.

larvas de primeiro estadio são produzidas a partir dos ovos em três semanas. O período de vida do verme geralmente vai de quatro a seis anos.

Centenas de milhões de pessoas ao redor do mundo, chegando a 80% da população em certos países tropicais, são infectadas por *Trichuris*. Nos Estados Unidos, eles são encontrados no sul onde chuvas abundantes, um clima subtropical, e contaminação dos solos com fezes oferecem uma situação favorável.

Pessoas que manipulam solo contaminado pelas fezes de uma pessoa infectada correm risco de sofrer transmissão por via oral. Infecção resulta da ingestão dos ovos. Infecções leves podem ser assintomáticas. Infecções pesadas podem resultar em anemia e morte. O diagnóstico é feito por exame de fezes.

Temperaturas entre 8 e 12 graus abaixo de zero no inverno são fatais para os ovos, assim como as altas temperaturas do composto termofílico.³⁸

LOMBRIGAS

Lombrigas (*Ascaris lumbricoides*) são vermes relativamente grandes (25 cm de comprimento) que parasitam o hospedeiro humano, onde se alimentam de comida semi-digerida no intestino delgado. As fêmeas podem pôr 200.000 ovos por dia, chegando a pôr cerca de 26 milhões de ovos durante toda sua vida. Larvas desenvolvem-se a partir de ovos *no solo* sob condições favoráveis (21 a 30°C). Acima de 37°C, elas não podem se desenvolver completamente.

Aproximadamente 900 milhões de pessoas são infectadas com lombrigas mundialmente, um milhão nos Estados Unidos. Os ovos são geralmente transmitidos da mão à boca por pessoas, geralmente crianças, que entraram em contato com os ovos em seu ambiente. Pessoas infectadas geralmente reclamam de uma dor abdominal vaga. O diagnóstico é feito por exame de fezes.³⁹ Uma análise de 400.000 amostras de fezes por todos os Estados Unidos pelo Centro para Controle de Doenças encontrou *Ascaris* em 2,3% das amostras, com uma ampla flutuação nos resultados dependendo da localização geográfica da coleta. Porto Rico teve a mais alta frequência de amostras positivas (9,3%), enquanto amostras de Wyoming, Arizona e Nevada foram todas negativas para *Ascaris*.⁴⁰ Em climas tropicais úmidos, infecção por lombrigas pode afetar 50% da população.⁴¹

Os ovos são destruídos por exposição solar direta dentro de 15 horas, e são mortos por temperaturas acima de 40°C, morrendo dentro de uma hora a 50°C. Ovos de lombriga são resistentes a temperaturas abaixo de zero, desinfetantes químicos e outros compostos químicos fortes, mas são destruídos pela compostagem termofílica.

Lombrigas, como ancilóstomos e trichuris, são disseminados pela

contaminação fecal do solo. Boa parte dessa contaminação é causada por crianças que defecam ao ar livre ao redor de sua área. Uma forma eficiente de erradicar patógenos fecais é conscientemente coletar e compostar termofilicamente *todo* o material fecal. Portanto, é muito importante na hora de compostar humanure garantir que *todas* as crianças usem o banheiro, e não defequem no ambiente. Também na troca de fraldas, deve-se depositar todo o material fecal dentro do banheiro compostável, raspando-se a fralda com papel higiênico ou outro material biodegradável. Cabe aos adultos ficar de olho nas crianças e garantir que elas entendam a importância de *sempre usar o banheiro*.

Contaminação fecal do ambiente também pode ser causada pelo uso de material fecal fresco para fins agrícolas. *Compostagem termofílica apropriada de todo o material fecal é essencial para a erradicação de patógenos fecais.*

E não se esqueça de lavar suas mãos antes de comer!

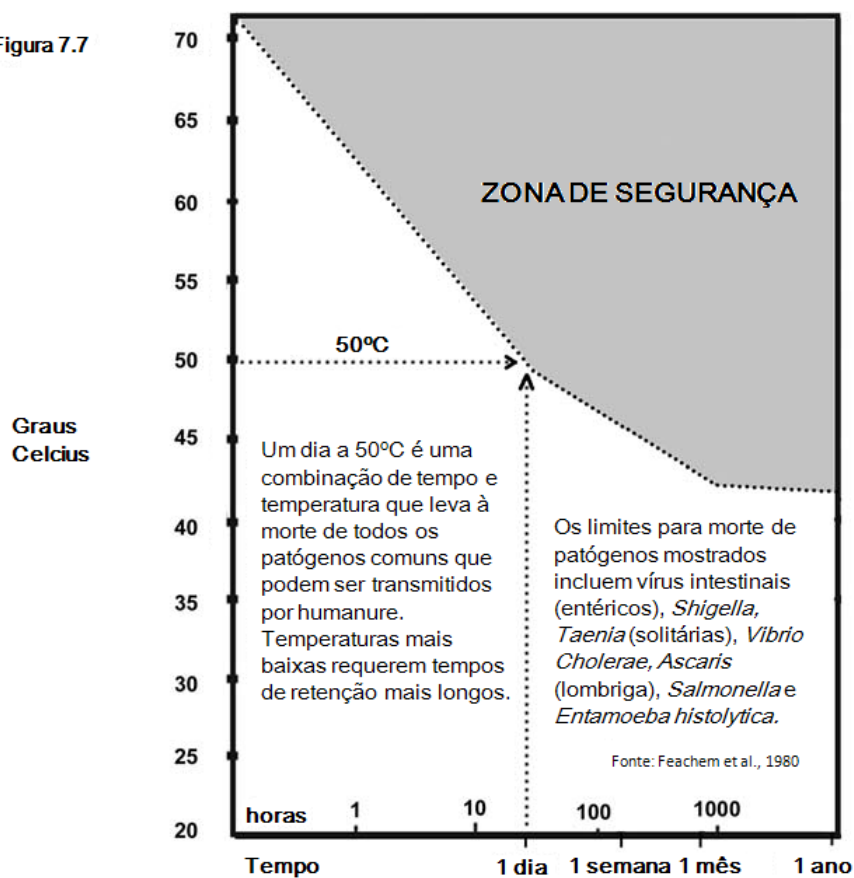
TEMPERATURAS E TEMPO

Há dois fatores primários levando à morte de patógenos em humanure. O primeiro é a *temperatura*. Uma pilha de composto adequadamente manejada destrói patógenos com o calor e atividade biológica que ela gera.

O segundo fator é o *tempo*. Quanto mais baixa a temperatura do composto, mais longo o tempo de retenção necessário à destruição dos patógenos. Dado tempo suficiente, a ampla biodiversidade de microrganismos no composto destruirá patógenos por antagonismo, competição, consumo e substâncias inibidoras (antibióticos) produzidas pelos microrganismos benéficos. De acordo com Feachem et al., um período de retenção de três meses mata todos os patógenos em um banheiro compostável de baixa temperatura, exceto ovos de vermes, embora a Tabela 7.14 (também de Feachem) indique que sobrevivência de alguns outros patógenos possa ocorrer.

Uma pilha de compostagem termofílica destrói patógenos, incluindo ovos de vermes, rapidamente, possivelmente em questão de minutos. Temperaturas mais baixas requerem períodos de tempo mais longos, possivelmente horas, dias, semanas, ou meses para destruir efetivamente os patógenos. Não há necessidade de se obter temperaturas extremamente altas tais como 65°C em uma pilha de composto para que se tenha confiança na destruição de patógenos. Pode ser mais realista manter temperaturas mais baixas em uma pilha de composto por tempo mais prolongado, tal como 50°C por 24 horas, ou 46°C por uma semana. De acordo com uma fonte,

Figura 7.7



*“Todos os microrganismos fecais, incluindo vírus entéricos e ovos de lombrigas, morrerão se a temperatura exceder 46°C por uma semana.”*⁴³

Uma abordagem sensata à destruição de patógenos quando da compostagem de humanure é compostar os materiais de banheiro termofilicamente, e então permitir que o composto permaneça descansando por um período de tempo longo após o término do período quente. A biodiversidade do composto ajudará na destruição de patógenos conforme o composto envelhece. Se você desejar ser particularmente cuidadoso, pode deixar o composto descansar por dois anos após a pilha estar completa, ao invés do período de um ano que é normalmente recomendado.

Nas palavras de Feachem et al., *“A efetividade dos métodos de tratamento de excretas depende muito de suas características de tempo e temperatura. Os processos efetivos são aqueles que ou aquecem os excrementos (55°C), ou o mantém em repouso por um longo tempo (um ano), ou contém alguma combinação efetiva de tempo e temperatura.”* O fator

tempo/temperatura da destruição de patógenos é ilustrado na figura 7.7.

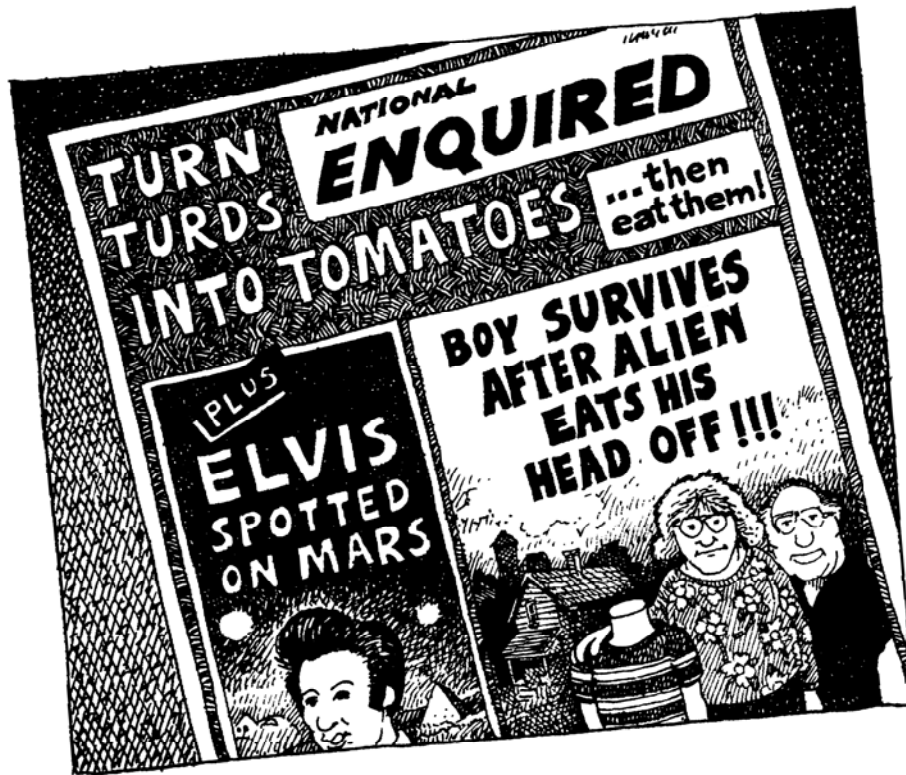
CONCLUSÕES

Humanure é um recurso valioso, adequado para propósitos agrícolas e que tem sido reciclado para tais propósitos por grandes segmentos da população humana mundial por milhares de anos.

Porém, humanure contém o potencial de transmitir patógenos humanos, incluindo bactérias, vírus, protozoários e vermes parasitas e seus ovos, e portanto pode contribuir para a disseminação de doenças quando inadequadamente manejado ou quando descartado como lixo. Quando excrementos humanos contaminados e sem tratamento são aplicados ao solo, bactérias patogênicas podem continuar viáveis no solo por mais de um ano, e ovos de lombrigas podem sobreviver por muitos anos, assim mantendo a possibilidade de re-infecção humana por longos períodos de tempo.

Porém, quando humanure é compostado, patógenos humanos são destruídos e o humanure é então convertido em uma forma higienicamente segura para aplicações ao solo para o propósito de produção de alimentos para humanos.

Compostagem termofílica não requer eletricidade e portanto não envolve combustão de carvão, chuva ácida, usinas nucleares ou lixo atômico, produtos petroquímicos ou consumo de quaisquer combustíveis fósseis. O processo de compostagem não produz qualquer resíduo, poluição ou sub-produtos tóxicos. Compostagem termofílica de humanure pode ser realizada século após século, milênio após milênio, sem prejudicar nossos ecossistemas, sem consumo desnecessário de recursos e sem deposição de lixo ou sedimentos em aterros. E ao mesmo tempo estará produzindo um recurso valioso necessário para nossa sobrevivência enquanto prevenirá o acúmulo de resíduos perigosos e patogênicos.



“Transforme merda em tomates ... e então, coma-os!”



O TAO DO COMPOSTO

Material orgânico deveria ser reciclado por cada pessoa no planeta, e a reciclagem deveria ser tão normal como escovar os dentes ou tomar banho. Materiais orgânicos podem ser coletados por prefeituras e compostados em estações de compostagem centralizadas. Isso agora ocorre em muitas partes do mundo onde restos de comida são compostados para comunidades urbanas. Materiais de banheiro ainda não estão sendo coletados e compostados centralmente na grande maioria dos lugares, embora tal coleta irá sem dúvida aumentar com o passar do tempo.

Nós podemos compostar nosso próprio material orgânico em nossas próprias composteiras em nossos próprios quintais. Isso já está se tornando comum e pilhas, tambores ou caixas de composto estão brotando em quintais em todo lugar, como cogumelos após uma chuva. Compostagem não tem que custar dinheiro e pode ser praticada por qualquer pessoa no mundo em provavelmente qualquer localidade onde plantas possam crescer. Portanto, é importante que nós aprendamos a entender o que é a compostagem e como ela pode ser feita.

Também é importante que entendamos como compostar nossos materiais do banheiro de uma maneira simples e segura. Um sistema de banheiro de compostagem de baixo custo pode ser muito útil como um banheiro de emergência, quando serviços de água e energia são interrompidos, ou quando o suprimento de água é reduzido, como ocorre em secas, períodos nos quais a utilização de água potável para dar a descarga no banheiro torna-se especialmente ridícula. Pode também ser muito útil em qualquer área onde água ou eletricidade sejam escassas ou inexistentes,

assim como em países em desenvolvimento onde pode haver muita gente com pouco ou nenhum dinheiro para comprar banheiros compostáveis. Finalmente, um sistema de banheiro compostável simples e barato é atrativo a qualquer pessoa interessada em ter um estilo de vida de baixo impacto ambiental, e que esteja disposta a fazer o mínimo esforço para compostar seus próprios resíduos orgânicos. Este capítulo detalha como compostar materiais de banheiro usando um método simples, fácil, de baixo custo ou sem custo algum, chamado *banheiro de humanure*.

Os materiais orgânicos que nossos corpos excretam podem ser compostados tão bem quanto qualquer miolo de maçã ou casca de batata – sendo adicionados a uma pilha de composto. Há essencialmente duas formas de se fazer isso. A primeira é construir ou comprar um banheiro que deposita os excrementos diretamente em uma câmara de compostagem. Isso é discutido e ilustrado no Capítulo 6. Tais banheiros devem ser adequadamente manejados se condições termofílicas são desejadas; a maioria dos banheiros compostáveis comerciais não atingem tais condições, e não têm esse objetivo.

O segundo método, menos custoso e mais simples é usar o banheiro como um aparato de coleta, da mesma forma que qualquer recipiente de materiais compostáveis em geral, e então compostar os conteúdos em uma pilha de compostagem separada. Essa técnica simples pode ser feita sem odores desagradáveis, e o banheiro pode ser situado bem confortavelmente dentro de sua casa. Transportar o material do banheiro para uma pilha de composto, porém, é uma atividade na qual muitos indivíduos não estão interessados, não porque é uma tarefa pesada – para uma família de quatro provavelmente isso envolveria uma viagem de vinte minutos até a pilha de composto cerca de uma vez por semana – mas porque se trata de *merda*, pelo amor de Deus.

O problema não é prático, e sim psicológico. Muitas pessoas podem considerar a idéia de compostar seus próprios excrementos como algo que está abaixo de seu nível. Na Índia, tal tarefa era relegada aos “intocáveis”, a casta mais baixa da sociedade. O ato de carregar um balde contendo seus próprios excrementos para uma pilha de reciclagem é um ato de humildade, e humildade é muitas vezes uma virtude rara. Algum dia, os banheiros em geral serão re-projetados como aparatos de coleta e seus conteúdos serão coletados e compostados como um serviço por funcionários municipais. Até que esse dia chegue, porém, aqueles que quiserem produzir composto ao invés de esgotos têm que fazê-lo por si próprios, humildemente.

COMPOSTO PRIMORDIAL

Tente imaginar você mesmo em uma situação estremamente

primitiva, talvez por volta de 10.000 antes de Cristo. Imagine que você é levemente mais iluminado que seus brutos companheiros e você de repente, num dia inspirado, percebe que suas fezes deveriam ter um destino diferente. Todo mundo sempre defeca no fundo da caverna, criando uma bagunça fedorenta e infestada de moscas, e você não gosta disso.

Sua primeira revelação é que lixo fétido deveria ser depositado em um lugar, e não espalhado por aí para todo mundo ficar pisando, e deveria ser depositado longe da área onde normalmente se vive. Você observa os gatos selvagens e vê que todos vão para um local especial para defecar. Mas os gatos ainda estão mais um passo à frente dos humanos, como você logo descobre, porque eles cobrem seus excrementos.

Quando você já cagou fora da caverna, no chão no mesmo lugar várias vezes, você vê que ainda criou-se uma bagunça fedorenta e infestada de moscas. Sua segunda revelação é que os dejetos que você está depositando no chão deveriam ser cobertos toda vez que há um novo depósito. Então você junta algumas folhas de árvores caídas cada vez que você defeca e as joga por cima das fezes. Ou então você arranca algum capim do chão e usa para cobrir as fezes.

Logo seus companheiros estarão também defecando no mesmo lugar e cobrindo seu material fecal. Eles foram encorajados a seguir seu exemplo quando perceberam que você posicionou convenientemente o local de defecação entre duas grandes rochas, e posicionou troncos atravessados sobre as rochas formando um tipo de poleiro, permitindo uma defecação sem complicações.

Uma pilha de folhas mortas agora é mantida ao lado da área do banheiro, facilitando o serviço de cobrir as fezes. Como resultado, os odores horríveis das fezes e urina humanas já não empesteiaram o ar. Ao invés disso, são os restos de comida que estão gerando odores e atraindo moscas. É aí que você tem sua terceira revelação: restos de comida deveriam ser depositados no mesmo local e cobertos da mesma forma. Cada pedacinho de resto de qualquer coisa que você gera está agora indo parar no mesmo lugar e está sendo coberto com um material natural para eliminar odor. Não foi difícil chegar a isso, tudo faz sentido, e é fácil de fazer.

Você conseguiu resolver três problemas de uma vez: nada mais de resíduos humanos espalhados pela área onde se vive, nada mais de lixo como restos de comida e nada mais de maus odores ofendendo seu senso de olfato e geralmente arruinando seu dia. Depois de um certo tempo, você também começa a se dar conta que as doenças que tinham a tendência de se espalhar através do grupo agora desapareceram, um fato que você não compreende, mas suspeita que pode ser devido às novas práticas higiênicas adotadas pelo grupo.

Acidentalmente, você acabou fazendo uma descoberta muito revolucionária: *você criou uma pilha de composto*. Você começa a imaginar o

que está acontecendo, quando a pilha fica tão quente que chega a soltar vapor. O que você não sabe é que você fez exatamente o que a natureza queria que você fizesse, ao empilhar todos seus resíduos orgânicos juntos, em camadas com materiais de cobertura naturais, biodegradáveis. De fato, a natureza “semeou” seu excremento com criaturas microscópicas que proliferam-se e digerem a pilha que você criou. No processo, elas aquecem o composto a tamanha extensão que patógenos causadores de doenças residentes nos excrementos são destruídos. As criaturas microscópicas não se multiplicariam rapidamente nos resíduos descartados a não ser que você criasse a pilha, e portanto as condições que favorecem sua proliferação.

Em fim, você tem mais uma revelação, e das grandes. Você repara que a pilha, após envelhecer, torna-se coberta de todo tipo de crescimento vegetal, vibrante. Você soma dois com dois e chega à conclusão que os restos fedorentos que você cuidadosamente amontoou transformaram-se em terra rica e, no final, em comida. Graças a você, a humanidade acabou de subir mais um degrau na escada evolutiva.

Há um problema básico com este cenário: isso não aconteceu há 12.000 anos atrás – está acontecendo agora. Os microrganismos do composto aparentemente são muito pacientes. Sob seus olhos, pouca coisa mudou desde 10.000 AC. As criaturas invisíveis que convertem humanure em húmus não ligam para qual técnica de compostagem está sendo usada hoje, ou que técnicas possam ter sido usadas eras atrás, desde que suas necessidades sejam supridas. E essas necessidades não mudaram na memória humana, e provavelmente não mudarão enquanto nós humanos habitarmos a Terra. Essas necessidades incluem: 1) *temperatura* (microrganismos do composto não vão funcionar se estiverem congelados); 2) *umidade* (eles não funcionarão bem se estiver muito seco, ou muito molhado); 3) *oxigênio* (não funcionam bem sem ele); 4) *uma dieta balanceada* (em outras palavras um bom equilíbrio carbono/nitrogênio). Neste sentido, microrganismos do composto se parecem bastante com pessoas. Com um pouco de imaginação, podemos vê-los como um exército de pessoas microscópicas que precisam da comida certa, água, ar e calor.

A arte da compostagem, então, permanece aquela arte simples porém profunda de suprir as necessidades de trabalhadores invisíveis de forma que eles possam trabalhar tão vigorosamente quanto possível, estação após estação. E embora essas necessidades possam ser as mesmas por todo o mundo, as técnicas usadas para conseguí-las podem diferir de uma era a outra, e de lugar para lugar.

Compostagem difere de um lugar a outro porque ela é um fenômeno biorregional. Há milhares de áreas geográficas na Terra, cada qual com sua própria e única população humana, condição climática e materiais orgânicos disponíveis, e poderá haver milhares de métodos, técnicas e estilos individuais de compostagem. O que funciona em uma parte do planeta para

um grupo de pessoas pode não funcionar para outro grupo em outra localização geográfica. Por exemplo, nós temos um monte de serragem de madeiras de lei na Pensilvânia, mas nada de cascas de arroz. O composto deve ser feito de forma a eliminar resíduos locais e poluição, bem como recuperar recursos, e um praticante da compostagem deve se esforçar em utilizar de forma sábia e eficiente quaisquer recursos orgânicos disponíveis localmente.

ENCONTROS ÍNTIMOS DA FAMÍLIA FECAL

Métodos simples de coleta e compostagem de humanure são às vezes chamados sistemas de transporte ou sistemas de reservatório, já que o estrume é carregado a uma pilha de compostagem, geralmente em reservatórios impermeáveis. Pessoas que utilizam tais técnicas simples para compostagem de humanure simplesmente assumem que a reciclagem de humanure é uma das responsabilidades regulares e necessárias para a vida humana sustentável nesse planeta.

A forma como isso funciona é um modelo de simplicidade. Você começa depositando seus próprios restos orgânicos (fezes e urina) em um recipiente com essa função específica, geralmente um balde de vinte a vinte e cinco litros de capacidade. Restos de comida e lixos de cozinha deveriam ser coletados em um recipiente separado, mas podem também ser depositados no balde do banheiro, se necessário. Uma capacidade de 20-25 litros é recomendada porque um tamanho maior seria muito pesado para carregar quando cheio. Se um balde de 20 litros ainda form muito pesado para alguém carregar, este pode ser esvaziado antes de atingir a capacidade máxima.

Os conteúdos do banheiro são *sempre* mantidos cobertos com um material orgânico limpo de cobertura, tal como serragem pôdre, musgos, fôlhas caídas de árvores, casca de arroz ou aparas de grama, prevenindo assim odores, absorvendo urina, e eliminando qualquer problema com moscas. Urina é depositada no mesmo recipiente, e conforme a superfície líquida sobe, mais material de cobertura é adicionado de forma que uma camada limpa de material orgânico esteja *sempre* cobrindo o conteúdo da privada.

Uma tampa é mantida sobre a privada quando não em uso. A tampa não tem que ser hermética; qualquer tampa de privada comum servirá bem. Tal tampa não necessariamente previne que odores saiam ou moscas entrem na privada. Essas funções são desempenhadas *pelo material orgânico de cobertura*. O material de cobertura age como uma tampa orgânica ou um *biofiltro*; a tampa física do assento do sanitário é usada primariamente pelas funções de conveniência e estética. Portanto, a escolha

do material orgânico de cobertura é muito importante e um material que contém alguma umidade, tal como serragem pôdre, funciona bem. Não estou me referindo à serragem torrada, de uma carpintaria, mas sim a serragem crua de madeiras e serrarias, onde as árvores são cortadas para fazer tábuas. Essa serragem é úmida e contém atividade biológica, servindo como um biofiltro efetivo. Serragem seca a forno é muito leve e seca para ser um biofiltro 100% eficiente, a não ser que seja parcialmente re-hidratada. Além disso, serragem de marcenarias pode conter produtos químicos perigosos se for feita a partir de madeiras “tratadas a pressão”.

Durante um inverno frio, uma pilha de serragem externa congelará, e portanto deve ser coberta ou isolada de alguma forma. Outra alternativa é armazenar serragem no porão, ou armazenar turfa ou outros materiais de cobertura dentro de casa.

O sistema de usar um material orgânico de cobertura em um banheiro funciona suficientemente bem na prevenção de odores para permitir que o banheiro fique dentro de casa, o ano todo. De fato, uma privada cheia, com material de cobertura adequado e sem tampa, pode ser posta na mesa da cozinha sem emitir qualquer odor desagradável (você têm a minha palavra). Um banheiro de humanure dentro de casa deve ser projetado para ser confortável, aconchegante e agradável, tanto quanto possível. Um cômodo bem iluminado, com uma janela, uma tampa de privada comum, um reservatório contendo material de cobertura e algum material de leitura já são suficientes para que se tenha um bom banheiro de humanure.

Baldes (privadas) cheios são carregados até a área de compostagem e depositados sobre a pilha de composto. Considerando que o material tem que ser movido do banheiro para uma pilha externa de compostagem, a localização do banheiro deve ter fácil acesso externo. Se você estiver projetando um banheiro de humanure em uma casa nova, situe o banheiro próximo a uma porta que dê acesso direto ao exterior da casa.

É bom escavar uma suave depressão na parte central do topo da pilha de composto, na sua composteira externa, e então depositar o material fresco do banheiro ali, mantendo assim o material novo na parte mais quente e central da pilha. Isso é facilmente conseguido, simplesmente afastando para as beiradas o material de cobertura no topo da pilha, depositando o material do banheiro na depressão resultante, e então arrastando o material de cobertura de volta por cima do depósito fresco. A área é então imediatamente coberta com mais material de cobertura limpo e volumoso, como palha, folhas ou mato, para eliminar odores e aprisionar ar conforme a pilha é feita.

O balde é então limpo com uma pequena quantidade de água, que pode ser água da chuva ou água servida, e sabão biodegradável, se disponível. Uma escova de banheiro de cabo longo funciona bem para essa

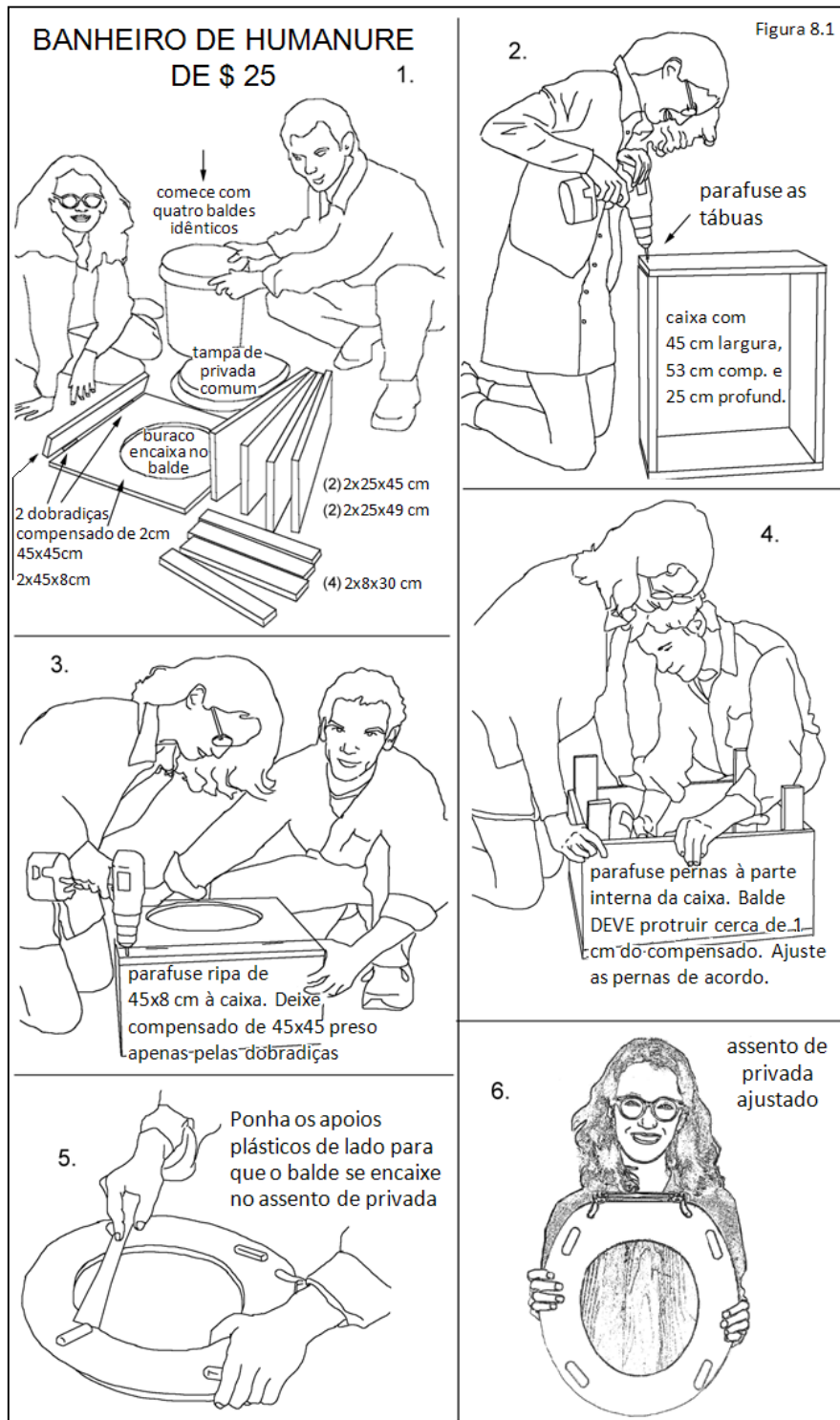
tarefa. Muitas vezes, um enxágue simples mas completo faz-se adequado. Água da chuva ou água servida são ideais para esse propósito já que sua coleta não requer eletricidade ou tecnologia, além de não representarem desperdício de água. A água da lavagem do balde é então despejada sobre a pilha de composto.

É importantíssimo que a água da lavagem do balde não polua o ambiente. A melhor forma de se evitar isso é despejando a água sobre a pilha de composto, como acima descrito. Porém, essa água também poderia ir para um esgoto ou sistema séptico, ou para um brejo artificial. Também poderia ser usada para irrigar uma árvore ou arbusto designados para essa função. Tal árvore ou arbusto deve ter uma grossa camada de aterial orgânico – uma *esponja biológica* – na sua base, e ser cercada para prevenir o acesso de crianças ou animais. A água de lavagem do balde de coleta de humanure não deve nunca, sob nenhuma circunstância ser descartada descuidadamente. Isso poderia representar a oportunidade mais provável de contaminação ambiental relacionada à reciclagem de humanure. Tal contaminação é facilmente evitável através de manejo responsável do sistema. Finalmente, nunca use cloro para enxaguar o recipiente de composto. Cloro é um veneno químico que é prejudicial ao ambiente e totalmente desnecessário para qualquer sistema de reciclagem de humanure. Simples sabão com água é adequado.

Após lavagem ou enxágue, o recipiente é então devolvido à área do banheiro. O interior do balde deve então receber serragem, com deposição de 3 a 5 cm de material de cobertura no fundo, e estará então pronto para uso de novo. Após cerca de dez anos, o balde plástico pode começar a desenvolver um odor ruim, mesmo após lavagem completa. Substitua recipientes fétidos por baldes novos para manter o sistema livre de odores. Os baldes velhos perderão seu odor se forem deixados de molho em água com sabão por um longo período (talvez semanas),

ESTATÍSTICAS DO BANHEIRO DE HUMANURE

Um corpo humano de 70 quilos encherá aproximadamente 17,5 litros em um banheiro de humanure por semana – este volume inclui a cobertura de serragem. O mesmo corpo humano de 70 quilos também requererá aproximadamente 17,5 litros de serragem úmida, semi-apodrecida por semana para uso como material de cobertura para o humanure. Isso representa um requerimento de cerca de 875 litros de serragem como material de cobertura para cada 70 quilos de peso corporal por ano para o funcionamento adequado de um banheiro de humanure. Excrementos humanos tendem a adicionar peso mais do que volume ao reservatório de humanure, já que são compostos primariamente de líquidos e preenchem os espaços de ar contidos na serragem. Portanto, para cada litro de excrementos coletados num banheiro de humanure, aproximadamente um litro de serragem deverá ser usado como material de cobertura.



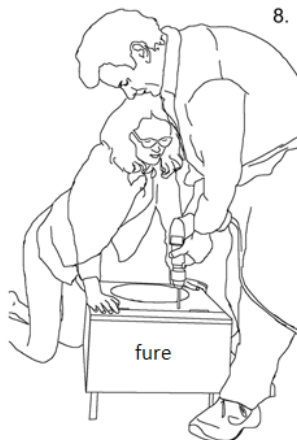
BANHEIRO DE HUMANURE DE \$ 25 (CONTINUAÇÃO)



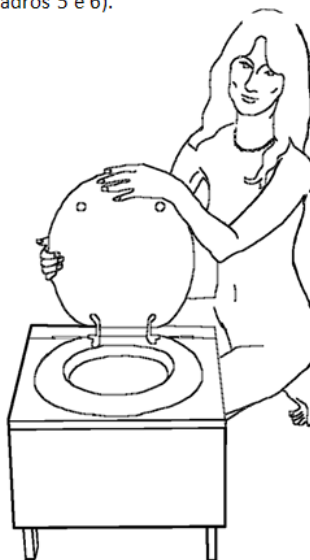
7. Marque buracos para prender o assento

Um gabinete de banheiro de humanure terá 45 cm de largura e 53 cm de comprimento. Pegue duas tábuas (2 cm de espessura) de 25x45 cm e duas de 25x49 cm. Pegue duas dobradiças, um compensado (2cm espessura) de 45x45 cm e um de 45x8 cm. Prenda-os com as dobradiças.

Corte um buraco no compensado de 45x45 para encaixar na boca de um balde de 25 litros. Posicione o buraco a apenas 4 cm da borda do compensado. Comece com quatro baldes idênticos. Compre um assento de privada comum.



8. Na hora de parafusar as pernas à parte interna da caixa, faça com que a superfície superior da caixa fique cerca de 1 a 1,5 cm abaixo da borda do balde (o topo do balde deve protruir-se através da caixa). Isso permitirá que a borda do balde fique encostada ao assento da privada (razão pela qual os apoios de plástico do assento são desviados lateralmente como mostrado nos quadros 5 e 6).



9. Monte seu assento. Pinte ou envernize a madeira. Pronto, você agora tem um banheiro compostável!



enxaguados, deixados para secar ao sol e talvez deixados de molho de novo, após o que eles podem ser usados para outros propósitos (ou, se você realmente estiver com falta de baldes, eles podem ser usados no banheiro de novo).

Aqui vai uma boa dica: quando você estiver estabelecendo este sistema de banheiro seco pela primeira vez, é uma boa idéia adquirir pelo menos *quatro* baldes de 25 litros com tampas, que sejam *exatamente iguais*, e mais se você pretende compostar humanure de grande número de pessoas. Use um balde debaixo do assento da privada, e os outros três, com tampas, ficam de lado no banheiro, vazios e esperando. Quando o primeiro se encher, tampe-o, deixe-o de lado, e substitua por um dos outros vazios. Quando o segundo balde se enche, tampe-o, deixe-o de lado e substitua por outro balde vazio. Agora você tem dois baldes cheios, que podem ser esvaziados conforme a sua conveniência, enquanto o terceiro está pronto para ser usado. Assim, o tempo que você levará esvaziando os baldes é cortado pela metade, porque dá o mesmo trabalho levar dois baldes ou um balde até a área de compostagem. Além disso, você terá uma capacidade de 100 litros no seu banheiro, ao invés de apenas 25 litros. Você pode achar essa capacidade extra muito importante quando estiver inundado de visitantes.

Por que os baldes devem ser todos iguais? Se você construir um gabinete de privada permanente, o topo do balde deve protruir-se através do gabinete para encontrar o fundo da tampa da privada. Isso garante que todo o material orgânico irá para dentro do balde, e não passará por cima da borda. Embora isso geralmente não seja um problema, pode vir a ser com crianças pequenas que podem urinar por cima da borda do balde quando sentadas na privada. Um bom projeto permitirá ao balde encaixar-se precisamente através do gabinete da privada como mostrado na Figura 8.1. Como todos os baldes plásticos têm pequenas diferenças de altura e diâmetro, você deve construir seu gabinete de forma que encaixe em um tamanho, e deve ter baldes idênticos em maior número quando precisar de maior capacidade, para acomodar maiores números de pessoas.

Com um número suficiente de baldes, um sistema de sanitário de humanure pode ser usado por qualquer número de pessoas. Se você estiver usando um em sua casa e for visitado por trinta pessoas de uma vez, você ficará muito feliz se tiver baldes vazios prontos para substituir os que se enchem. Você também ficará feliz em não ter que esvaziar nenhum balde até que seus visitantes saiam, porque você pode simplesmente tirá-los do caminho, tampados, conforme eles vão enchendo, e então esvaziá-los de uma só vez no dia seguinte.

Experiência mostra que 150 pessoas requerem quatro baldes de 25 litros durante uma festa de verdade. Portanto, esteja sempre preparado para o inesperado, e mantenha sempre uma capacidade de reserva no banheiro, mantendo baldes sempre disponíveis, assim como material de

PARA MANTER-SE ATUALIZADO – HUMANUREHANDBOOK.COM

Versões deste livro estão em circulação ao redor do mundo desde 1994. Ele já foi traduzido e publicado em diversas línguas e vários continentes. Os últimos desenvolvimentos, informação atualizadas e mais estão disponíveis na internet, no site humanurehandbook.com, incluindo vídeos da compostagem de humanure, tanto em situações de famílias individuais como em situações de grupos. Também há um mural público onde compostadores de humanure de todo o mundo se congregam, mais fotos de banheiros de humanure feitos em casa e composteiras. Você pode comprar termômetros de composto e banheiros de humanure já construídos. Você também pode ler este livro online e até fazer o download grátis,

ou mandar um link a outros que podem estar interessados em ler este material. Quem sabe o que pode estar na internet quando você ler isso. Pesquise “humanure” no Google e descubra!





PÁGINA OPOSTA: Banheiros de humanure feitos de materiais reciclados em um festival na Califórnia em 2008 oferecem a forma primária de saneamento para 500 pessoas (alto, esquerda). Fileiras de banheiros de humanure inodoros (abaixo) substituem banheiros químicos de plástico. Quando um balde do banheiro está cheio, este é simplesmente posto para fora, tampado, para ser coletado pela “equipe do humanure”. Um balde cheio está ao lado do transeunte. Instruções para “trocar” baldes dos banheiros quando cheios estão escritas de forma visível em cada banheiro. A foto de cima à direita mostra um grupo de composteiras de paletes para compostagem do humanure e restos de comida coletados em uma conferência em Nova Iorque em 2008.

ESTA PÁGINA: Um banheiro de humanure em um trailer de viagem permite que o material fecal coletado seja mais tarde compostado (alto, esquerda). Uma carrada de serragem mofada de cedro (alto, direita) foi usada como material de cobertura de banheiro com bons resultados em uma conferência no Texas em 2007. Abaixo, um trabalhador está preparando baldes limpos de banheiro com a adição de serragem mofada de cedro em um festival em 2008, antes de devolver os baldes aos banheiros para uso. Aproximadamente 125 baldes, mais restos de comida, foram coletados diariamente para 500 pessoas e compostados no local. Este sistema requer um grupo dedicado, uma área de compostagem com composteiras e material de cobertura, instruções claras em cada banheiro, recipientes vazios que possam ser facilmente trocados para substituir os cheios, material de cobertura extra disponível em cada banheiro, e pontos convenientes para lavar as mãos. Com um sistema adequadamente manejado de humanure, grandes grupos de pessoas podem reunir-se sem produzir qualquer esgoto. Ao invés disso, podem produzir composto, usando banheiros inodoros e agradáveis.



Fotos de Banheiros de Humanure Feitos em Casa
Contribuição de um Leitor Anônimo



banheiro compostável
comercial convertido
em banheiro de
humanure



banheiro
espanhol

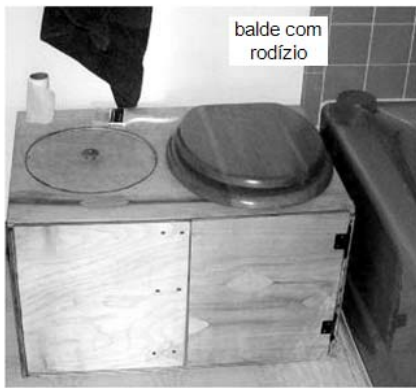


banheiro
japonês



banheiro
mexicano

balde com
rodízio



CERTOS E ERRADOS DO SISTEMA DE BANHEIRO COMPOSTÁVEL TERMOFÍLICO

CERTO:

✓ Coletar urina, fezes e papel higiênico no mesmo balde. urina fornece umidade e nitrogênio que são essenciais.

✓ Manter um suprimento de material orgânico limpo de cobertura sempre à mão. Serragem mofada, turfa, folhas de árvore, etc. previnem odor, absorvem excesso de umidade e equilibram a relação C/N.

✓ Mantenha outro suprimento de materiais de cobertura à mão junto às composteiras para cobrir a pilha de composto. Materiais mais grosseiros como palha, folhas e aparas de grama previnem odores, aprisionam ar na pilha e equilibram a relação C/N.

✓ Deposite humanure em uma depressão na parte central do topo da pilha, não nas beiradas.

✓ Adicione uma mistura de materiais orgânicos à pilha de humanure, incluindo todos os restos de cozinha.

✓ Mantenha a pilha de composto relativamente plana no topo. Isso permite ao composto absorver água da chuva, e facilita a cobertura de material fresco adicionado à pilha.

✓ Use um termômetro de composto para averiguar a atividade termofílica. Se seu composto não parecer que está esquentando adequadamente, use o composto final para árvores, arbustos, flores e plantas ornamentais, ao invés de usar na horta. Ou deixe a pilha amadurecer por dois anos antes de usar na horta.



• **NÃO** segregue urina ou papel higiênico das fezes

• **NÃO** vire a pilha de composto se material estiver sendo adicionado continuamente e um lote não for disponível. Não perturbe a parte termofílica no topo da pilha.

• **NÃO** adicione calcário ou cinzas à pilha de composto. Adicione-os diretamente ao solo.

• **NÃO** espere atividade termofílica até que uma massa suficiente tenha sido adicionada.

• **NÃO** deposite coisas fétidas dentro do banheiro ou pilha de compostagem sem depois cobrir com um material orgânico de cobertura limpo

• **NÃO** permita que cães ou outros animais mexam na pilha de composto. Se você tiver problemas com animais, instale uma malha de arame ou outras barreiras adequadas ao redor de seu composto e por baixo, se necessário.

• **NÃO** segregue restos de comida de sua pilha de composto. Adicione todos os materiais orgânicos à mesma composteira.

• **NÃO** use o composto antes que ele tenha maturado por tempo suficiente. Isso significa um ano após a construção da pilha, ou dois anos se o humanure for originado de uma população infectante.

• **NÃO** se preocupe com seu composto. Se ele não esquentar satisfatoriamente, deixe-o envelhecer por um período mais prolongado, ou use-o para plantas ornamentais.

cobertura. Aliás, para cada balde cheio de material de compostagem carregado para fora de um banheiro, um balde de mesmo tamanho cheio de material de cobertura deverá ser trazido para o banheiro. Você não pode usar com sucesso este tipo de banheiro sem um suprimento adequado de material de cobertura apropriado.

Esperando quinhentas pessoas para uma grande festa no bosque? Banheiros de humanure funcionam bem, desde que você mantenha recipientes suficientes à mão, assim como suficiente material de cobertura. Com um sistema estabelecido para compostar o material e alguns voluntários para manejá-lo, você coletará um monte de valioso nutriente para o solo.

As vantagens de um sistema de banheiro de humanure incluem baixos custos iniciais na criação das instalações, e baixo ou nenhum consumo de energia em sua operação. Também, tal sistema simples, quando o material é compostado termofilicamente, tem baixo custo ambiental já que praticamente nenhuma tecnologia é requerida em sua operação e o composto final é o material mais benigno e agradável que o humanure pode sonhar em se tornar. Instalações de compostagem não são necessárias dentro ou próximo à sua área de estar, embora o banheiro possa e deva ser localizado dentro da casa, e possa ser projetado para ser muito confortável e totalmente livre de odores.

Eletricidade não é necessária, e pouquíssima água é utilizada, apenas para a função de limpeza do balde. Com dois litros e meio de água (que pode ser água servida) podem-se limpar dois recipientes de 25 litros. Um adulto leva uma semana para encher um balde de 25 litros com humanure, incluindo urina e material de cobertura. Assim precisa-se de dois litros e meio de água para cada semana de uso do banheiro de humanure, ao invés de dez litros de água para dar a descarga cada vez que se usa uma privada comum.

O composto, se adequadamente manejado, esquentará suficientemente para que ocorra o saneamento, assim tornando-o útil para fins agrícolas. O processo de compostagem é rápido, ou seja, o humanure é convertido rapidamente – dentro de poucos dias se não estiver congelado – em uma substância inofensiva que não atrairá moscas. Nos meses frios de inverno (a altas latitudes) o composto pode simplesmente congelar para descongelar-se apenas na primavera, então aquecendo-se. Se o composto não é adequadamente manejado e não se torna termofílico, pode então simplesmente ser deixado descansando (amadurecendo) por alguns anos antes de uso agrícola. De qualquer modo, um ciclo natural é mantido completo.

AS COMPOSTEIRAS

Um banheiro de humanure requer três componentes: 1) a privada coletora; 2) materiais de cobertura; 3) um sistema de compostagem. O sistema *não* funcionará a não ser que tenha esses três componentes. A privada representa apenas o estágio de coleta no processo. Já que a compostagem ocorre em um local *separado* do banheiro, o sistema de compostagem é importante.

1) *Use pelo menos uma composteira de câmara dupla, acima do solo.* Uma composteira de três câmaras é recomendada. Deposite em uma câmara por um período de tempo (por exemplo, um ano), então passe para a outra câmara por igual período de tempo.

2) *Deposite uma boa mistura de material orgânico na pilha de composto,* incluindo restos de cozinha. É uma boa idéia pôr todo o seu material orgânico dentro da mesma composteira. Não dê atenção àquelas pessoas que insistem que composto de humanure deve ser segregado de outros compostos. São pessoas que não compostam humanure e não sabem o que estão falando.

3) *Sempre cubra novos depósitos de humanure no banheiro com material orgânico de cobertura* tal como serragem, fôlhas de árvores caídas, musgos, palha de arroz, jornal picado, ou o que você tiver disponível. *Sempre cubra depósitos frescos na pilha de composto com materiais de cobertura grosseiros* tais como palha, feno, mato, aparas de grama, folhas ou o que você tiver disponível. Garanta que quantidade suficiente de material de cobertura é aplicado de forma que não haja excesso de líquidos ou escape de odores desagradáveis, tanto no banheiro como na pilha de composto. O truque para usar o material de cobertura é simples: *se estiver com odor ruim ou aparência ruim, cubra até que não esteja mais nem uma coisa nem outra.*

4) *Mantenha bom acesso à pilha* para permitir o nivelamento do topo, para aplicar material de cobertura volumoso quando necessário, para permitir acesso do ar à pilha, e monitorar a temperatura de pilha. A vantagem da compostagem aeróbica, que é típica da pilha acima do solo, sobre a compostagem relativamente anaeróbica típica de banheiros compostáveis fechados, é que a compostagem aeróbica gerará temperaturas mais altas, assim garantindo uma destruição mais rápida e completa de patógenos humanos potenciais.

As desvantagens de um sistema de coleta que requer o transporte regular de humanure a uma pilha de compostagem são óbvias. Elas incluem: 1) o transporte do material à pilha de composto; 2) manutenção de um suprimento de material orgânico de cobertura sempre à mão no banheiro; 3) manutenção e manejo da pilha de composto. Se você pode cumprir essas simples tarefas, então não haverá dificuldade em se ter um banheiro funcional e bom para o meio ambiente.

SEQÜÊNCIA NORMAL DA COMPOSTEIRA

É muito importante entender que *dois* fatores estão envolvidos na destruição de patógenos potenciais no humanure. Juntamente com o calor, o fator *tempo* é importante. Uma vez que o material orgânico em uma pilha de composto foi aquecido por microrganismos temofílicos, ele deve ser deixado para descansar ou “amadurecer”. Esta parte do processo permite que a decomposição final ocorra, decomposição esta que pode ser dominada por fungos e macro-organismos como minhocas, vermes e artrópodes. Portanto, um bom sistema de compostagem utilizará pelo menos duas câmaras de compostagem: quando a primeira se enche, é deixada para amadurecer, período durante o qual a segunda vai sendo preenchida. Um sistema de compostagem com três câmaras é melhor ainda, já que a terceira pode ser usada para armazenar materiais de cobertura, podendo ser interposta às câmaras de compostagem separando-as, de forma que não haja transferência acidental de material fresco a uma pilha em descanso.

Quando for compostar humanure, encha uma câmara primeiro. Faça o fundo da câmara levemente côncavo. Antes de começar a adicionar o composto, adicione uma camada grossa de material orgânico absorvente e volumoso sobre o fundo côncavo. Isso é chamado de “esponja biológica”. Sua função é agir como uma barreira que absorve excessos líquidos. A esponja pode ser uma camada de 45 cm *ou mais*, de palha, feno, aparas de grama, mato e/ou folhas. Adicione o primeiro balde da mistura de humanure/material de cobertura proveniente do banheiro diretamente sobre a esponja. Cubra imediatamente com mais palha, feno, mato ou folhas – a cobertura age como um “biofiltro” natural, na prevenção de odores, e ajuda no aprisionamento de ar na pilha de composto que está sendo formada, tornando desnecessário o ato de virar a pilha de composto para aeração. Um tamanho padrão para a câmara de composto seria uma caixa com cerca de 1,6 m de largura e 1,3 m de altura.

Continue fazendo assim até que a caixa esteja cheia, o que provavelmente vai levar um ano, procurando adicionar a essa pilha também os outros materiais orgânicos que vão sendo produzidos. Não há necessidade de se ter mais de uma pilha de composto em uso – uma é suficiente para tudo produzido por humanos em sua casa. Se você tem pequenos animais como galinhas ou coelhos, seu esterco também pode ir para a mesma pilha de composto. Pequenos animais mortos também podem ser adicionados à pilha.

Você não tem que fazer nada especial para preparar o material para adição à pilha de composto. Você não tem que picar restos de verduras, por exemplo. Simplesmente jogue tudo lá dentro. A maioria das coisas que os professores de compostagem dizem que não podem ser compostadas *podem* ser compostadas na sua pilha de humanure (tais como carnes, gorduras,

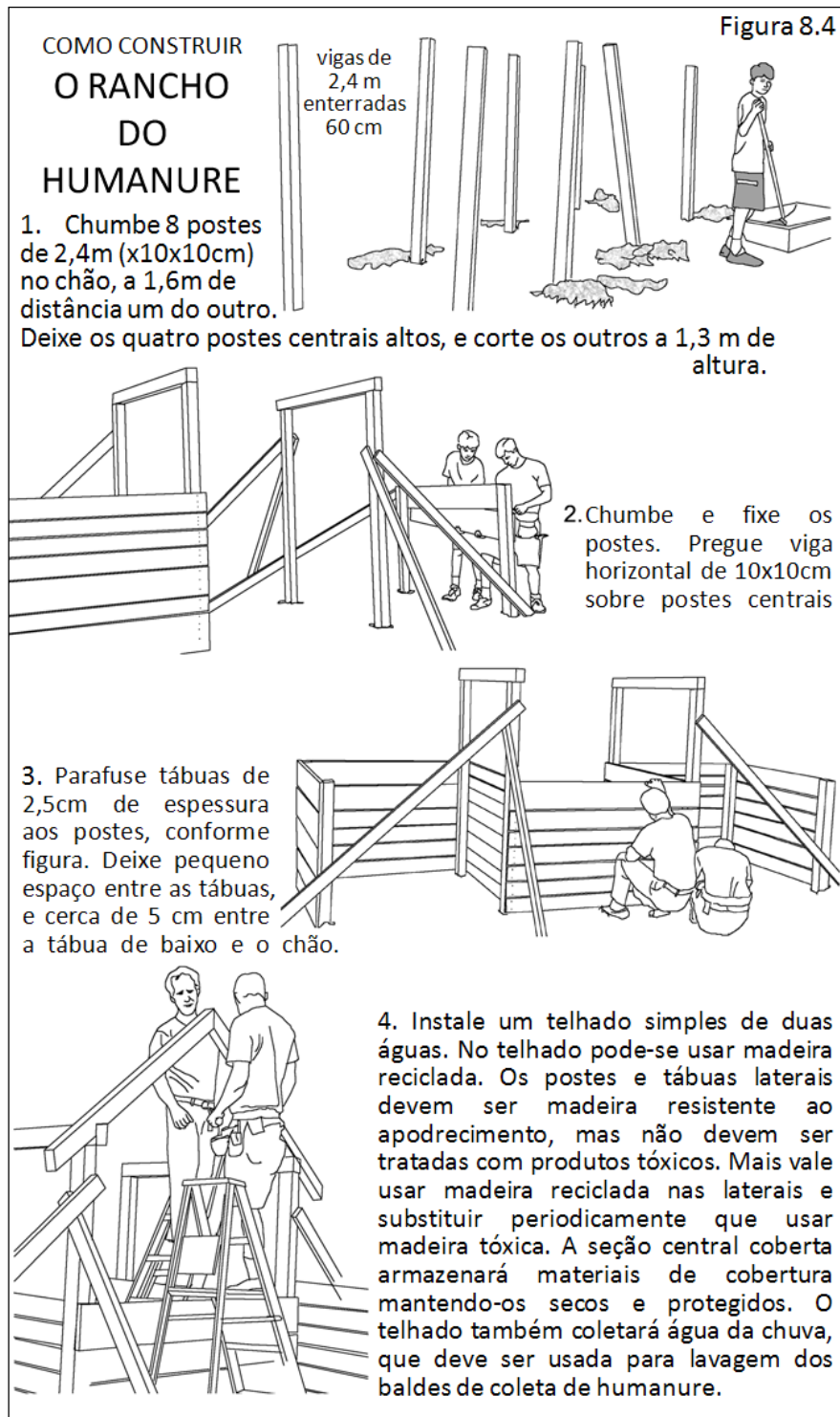
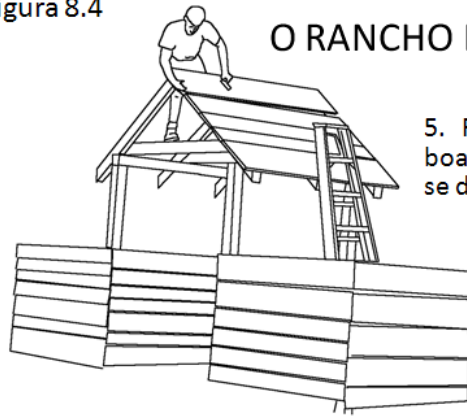


Figura 8.4

O RANCHO DO HUMANURE (cont.)



5. Faça o telhado. É uma boa idéia usar telhas usadas, se disponíveis.

6. Instale as calhas



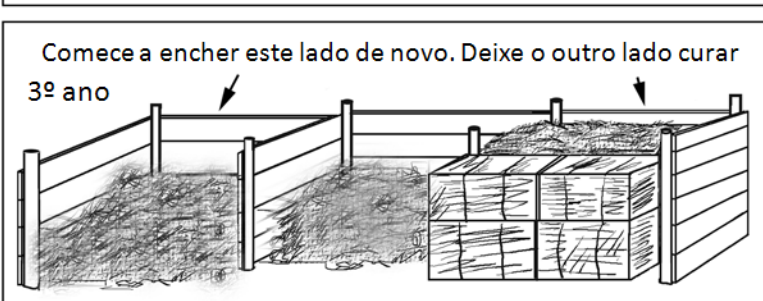
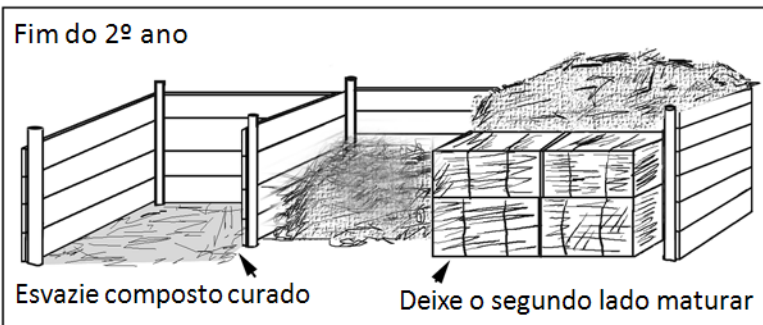
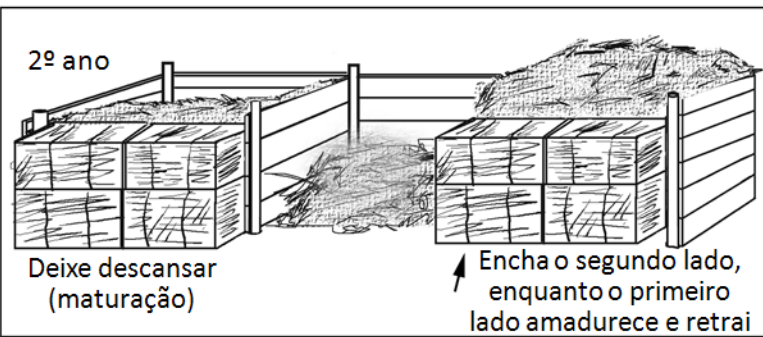
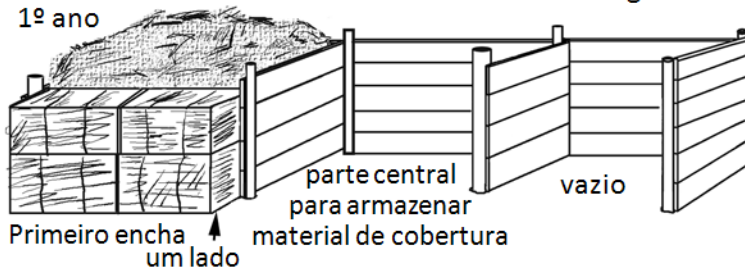
7. Instale um tanque para coletar a água da chuva. Um barril usado é uma ótima opção.

O Rancho do Humanure do autor, mostrado à direita, deve durar para toda a vida. O sistema de coleta da água da chuva faz a limpeza dos baldes de humanure muito prática. O telhado central também serve para proteger material de cobertura, mantendo-o seco e disponível para uso.



O CICLO PERMANENTE DA COMPOSTAGEM

Figura 8.5



Se você quer que seu composto cure por dois anos ao invés de um, adicione uma quarta câmara ao sistema. Virar o composto não é necessário (leia Capítulo 3). Um telhado sobre a câmara central manterá o material de cobertura seco e impedirá congelamento em locais de invernos frios (veja figura 8.4).

óleos, frutas cítricas, animais mortos, etc.). Adicione tudo isso na mesma pilha de composto. Qualquer coisa fétida que possa atrair moscas deve ser enterrada na parte central do topo da pilha. Mantenha uma pá ou gadanho sempre à mão para esse propósito e use-os *apenas* para o composto. Mantenha a pilha de composto sempre coberta com material de cobertura limpo, e não permita que sua pilha de composto fique com formato de montanha – mantenha-a sempre mais ou menos nivelada, de forma que nada saia rolando.

Quando uma grande quantidade de material de cobertura torna-se disponível, por exemplo aparas de grama ou mato após uma capina, folhas de árvores no outono, etc., coloque esse material no compartimento do meio da sua composteira para armazenamento e use-o para cobrir depósitos de humanure conforme necessário. Assuma-se que você não usa nenhum produto químico venenoso no seu gramado. Se você usa, ensaque as aparas de grama, leve-as a um depósito de lixo tóxico, e no caminho reflita sobre quão tolo é esse comportamento. Não adicione aparas de grama envenenadas à sua pilha de composto.

Encher a primeira pilha deve levar mais ou menos um ano – isso é o que acontece aqui em casa, uma família, geralmente de quatro pessoas, mas com um monte de visitantes. Nós já usamos esse sistema continuamente por 30 anos (no momento em que escrevi este livro), e todo ano por volta de 20 de junho nós começamos uma nova pilha de composto. Durante março, abril e maio, a pilha sempre *parece* que já está cheia e não pode mais receber nenhum material, mas sempre cabe. Isso se deve ao constante encolhimento da pilha de composto que ocorre conforme o verão se aproxima. Quando a pilha está finalmente completa, ela é coberta com uma camada grossa de palha, folhas, aparas de grama ou outro material limpo (que não contenha sementes de mato) para isolamento e para agir como um biofiltro, e então é deixada para descansar e amadurecer (veja foto, página 175).

Nesse momento, a segunda pilha é começada, seguindo o mesmo procedimento – começando com uma esponja biológica e um fundo côncavo. Quando a segunda câmara está quase cheia (um ano mais tarde), a primeira pode começar a ser esvaziada, seus conteúdos indo para o jardim, horta, pomar e canteiros de flores. Se você não se sentir confortável para usar seu composto para produzir verduras e legumes, use-o em flores, árvores ou arbustos.

Uma pilha de composto pode acomodar uma enorme quantidade de material, e embora a pilha possa parecer cheia, é só você virar as costas e ela assenta um pouco, abrindo espaço para mais material. Uma preocupação comum entre compostadores novatos de humanure é que a pilha parece estar se enchendo rápido demais. Muito provavelmente, a pilha de composto continuará recebendo os materiais conforme você os adiciona porque ela está constantemente retraindo-se. Se por alguma razão, sua pilha de composto

UMA DICA DE TOMMY, O COCÔZINHO CAMARADA



Serragem funciona melhor no composto quando proveniente de serrarias e madeiras, e não de marcenarias. Embora serragem de marcenaria possa compostar, ela é um material desidratado e não decompõe-se tão rápido como a serragem de madeiras frescas, como a de madeiras.

Serragem de marcenarias pode ser originada de madeiras tratadas com produtos tóxicos como o arsenato cromado de cobre, um carcinógeno, o que seria perigoso na sua pilha de composto. Serragem de madeiras pode ser um recurso local barato e abundante em algumas áreas. Ela deve ser armazenada fora de casa onde permanecerá úmida, facilitando a decomposição. Embora algumas pessoas pensem que serragem acidifica o solo, um estudo feito em 1949 e 1954 pela Estação Experimental de Connecticut não constatou esse efeito.¹



Fonte: Rodale, *O Livro Completo da Compostagem*. 1960, p.192.

realmente se encher e você não tiver lugar para depositar seu material, então você simplesmente terá que fazer uma nova composteira. Quatro paletes de madeira postos de pé formando um quadrado fazem uma composteira de emergência instantânea.

O sistema descrito acima não produzirá nenhum composto até que dois anos tenham se passado do início do processo (um ano para construir a primeira pilha, mais um ano para que esta amadureça). Porém, após esses primeiros dois anos, uma grande quantidade de composto será disponível todos os anos.

O que dizer de vazamentos de excessos de líquidos, vazando da base da pilha e contaminando o ambiente? Primeiro, o composto *requer* um monte de umidade; evaporação é uma das principais razões pelas quais a pilha diminui tanto de volume. Pilhas de composto não têm a tendência de *vazar* umidade, a não ser que recebam uma quantidade excessiva de chuva. A maior parte da água da chuva é absorvida pelo composto, mas em áreas com grande precipitação chuvosa um telhado ou cobertura pode ser colocado sobre a pilha de composto em momentos adequados para prevenir enxarcamento e vazamentos. Essa cobertura pode ser simples, como um pedaço de plástico. Segundo, uma esponja biológica grossa deve ser colocada no fundo da câmara, sob o composto antes que a pilha comece a ser adicionada. Esta funcionará como uma barreira contra vazamentos.

Se esses dois fatores não forem suficientemente efetivos, seria uma simples questão de posicionar uma camada de plástico em baixo da pilha de composto, sob a esponja biológica, antes que a pilha seja feita. Dobre o plástico de forma que ele colete quaisquer excessos líquidos, drenando para dentro de um balde. Se houver acúmulo de tais vazamentos no balde,

despeje-os de volta sobre a pilha de composto. Porém, a interface entre a pilha de composto e o solo age como um corredor para entrada de organismos do solo no composto, e a camada plástica impedirá essa migração natural. Mesmo assim o plástico *pode* prevenir de forma simples e efetiva vazamentos de líquidos, se necessário.

POPULAÇÕES INFECTANTES E UM PERÍODO DE RETENÇÃO DE 2 ANOS

Fecóforos, como já sabemos, acreditam que todo e qualquer excremento humano é extremamente perigoso e causará o fim do mundo a não ser que seja imediatamente atirado na privada e dada a descarga. Alguns insistem que pilhas de composto de humanure devem ser viradas freqüentemente – para garantir que todas as partes da pilha sejam sujeitas a altas temperaturas internas.

O único problema com essa idéia é que a maioria das pessoas produzem restos orgânicos em pequenas quantidades de cada vez. Por exemplo, a maioria das pessoas defecam uma vez ao dia. Uma grande quantidade de material orgânico apropriado para compostagem termofílica geralmente não está disponível para as pessoas em geral. Assim, nós que fazemos da compostagem uma parte diária e normal de nossas vidas tendemos a ser “compostadores contínuos”. Adicionamos material orgânico continuamente à pilha de composto, e quase nunca temos um grande “lote” que possa ser depositado e virado toda de uma vez. De fato, uma pilha de composto contínua terá uma *camada* termofílica, que será localizada geralmente nos primeiros 50 cm (mais ou menos) do topo da pilha. Se você virar a pilha de composto sob essas condições, essa camada será abafada pelas partes do fundo da pilha, que já *queimaram*, e toda a atividade termofílica será interrompida.

Em populações humanas saudáveis, portanto, virar uma pilha de composto contínua não é recomendado. Ao invés disso, todos os depósitos de humanure devem ser depositados na parte central do topo da pilha de composto de forma a alimentar a área quente do composto, e uma camada grossa de material isolante (ex. palha) deve ser mantida sobre a massa do composto. Pessoas que têm dúvidas sobre a segurança higiênica de seu composto final são aconselhadas a utilizar o composto em jardins ornamentais e pomares, ou fazer um teste do composto em laboratórios especializados antes de usá-lo em hortas.

Por outro lado, pode ser que alguém tenha a necessidade de compostar humanure de uma população que sabidamente tem problemas de saúde. Se o material orgânico for disponível em *lotes*, então ele pode ser virado freqüentemente durante o estágio termofílico, se desejado, para melhorar a morte dos patógenos. Após o período termofílico, o composto pode

OUTRA DICA DO TOMMY



ou outros para prevenir odores, moscas, criar espaços contendo ar na pilha de composto e balancear o nitrogênio.

Tais materiais de cobertura também adicionam uma mistura de minerais ao composto, e a variedade sustenta uma população microbiana mais saudável.

O SEGREDO DA COMPOSTAGEM DE HUMANURE É MANTER COBERTO

Sempre cubra bem os depósitos no banheiro com um material orgânico limpo tal como serragem mofada, folhas de árvores, cascas de arroz ou outro material para prevenir odores, absorver urina e balancear o nitrogênio.

Sempre cubra depósitos novos também após adicioná-los à pilha de composto, com um material de cobertura limpo como palha, mato, aparas de grama, folhas



ser deixado para amadurecer por pelo menos um ano. Veja o Capítulo 3 para maiores informações sobre a viragem de pilhas de composto.

Se material orgânico de uma população doente for disponível apenas em uma base contínua, e virar a pilha, portanto, for contraproducente, um ano *adicional* de cura do composto é recomendado. Isso requerirá mais uma câmara de compostagem além das duas já em uso. Após a primeira ter sido preenchida (presumivelmente por um ano), ela é deixada para curar *por dois anos*. a segunda câmara é preenchida durante o segundo ano, e então é deixada descansar por dois anos. A terceira é preenchida durante o terceiro ano. Quando a terceira estiver cheia, a primeira já curou por dois anos e deve estar livre de patógenos e pronta para uso agrícola. Este sistema criará um período latente inicial de três anos antes que o composto esteja disponível para fins agrícolas (um ano para construir a primeira pilha, e dois anos adicionais de retenção), mas o ano de retenção adicional aumentará a segurança de destruição dos patógenos. Após o terceiro ano, composto final será disponível anualmente. Mais uma vez, em caso de dúvida deve-se testar o composto quanto a patógenos em um laboratório, ou usá-lo para fins agrícolas onde não entrará em contato direto com os alimentos produzidos.

ANÁLISES

Após 14 anos de compostagem de humanure, eu analisei o solo de minha horta, meu jardim (para comparação), e meu composto, quanto a fertilidade e pH, usando testes LaMotte da universidade local.¹ Também mandei amostras de minhas fezes ao laboratório de um hospital local para análise de ovos de vermes. Isso foi em 1993.

O composto de humanure mostrou-se adequado em nitrogênio (N), rico em fósforo (P) e potássio (K), e mais rico que o solo de minha horta ou jardim nesses componentes, além de vários minerais benéficos. O pH do

composto foi 7.4 (levemente alcalino), mas não houve nenhuma adição de calcário ou cinzas durante o processo de compostagem. Esta é uma das razões pelas quais eu não recomendo a adição de calcário (que aumenta o pH) a uma pilha de composto. Um composto final deve ter um pH ao redor de 7 (neutro), ou um pouco acima.

O solo da horta estava levemente mais baixo em nutrientes (N, P, K) que o composto, e o pH também estava um pouco mais baixo, em 7,2. Eu havia adicionado calcário e cinzas no solo de minha horta ao longo dos anos, o que pode explicar a leve alcalinidade. Porém, o solo da horta ainda tinha quantidades significativamente mais altas de nutrientes e pH que o solo do jardim (pH 6,2), que permaneceu relativamente pobre.

Minha amostra de fezes estava negativa para ovos de parasitas. Eu usei minhas próprias fezes para análise porque eu estive mais exposto ao sistema de compostagem e ao solo da horta que qualquer outra pessoa da minha família por vários anos. Eu havia manuseado o composto livremente, sem luvas, ano após ano, sem qualquer reserva. Eu repeti a análise de fezes um ano mais tarde, após 15 anos de exposição, e mais uma vez onze anos mais tarde, após 26 anos de exposição, sempre com resultados negativos. Centenas de pessoas haviam usado meu banheiro compostável por anos antes desses testes.

Esses resultados indicam que o composto de humanure é um bom aditivo para o solo, e que nenhum parasita intestinal foi transmitido do composto para a pessoa que o manuseia após 26 anos de uso contínuo e irrestrito nos Estados Unidos.

Por todo esse período de 26 anos, a maior parte do composto de humanure que minha família produziu foi usado em nossa horta. Nós produzimos um monte de comida com esse composto, e uma colheita de crianças lindas e saudáveis com essa comida.

Alguns podem achar que os exames laboratoriais parasitológicos que eu fiz são irrelevantes. Eles não provam nada porque pode não ter havido qualquer contaminação do composto por parasitas intestinais, para começo de conversa. Se, após 26 anos e literalmente centenas de usuários, tais contaminantes nunca chegaram ao meu composto, isso então é uma informação importante. Isso sugere que os medos da compostagem de humanure são muito exagerados. O ponto é que meu composto não criou nenhum problema de saúde para mim ou minha família, e isso é um ponto muito importante, que os fecóforos devem tomar nota.

MONITORANDO A TEMPERATURA DO COMPOSTO

Em 1993 eu fiz gráficos da temperatura de minhas pilhas de composto ao descongelar da primavera, por dois anos seguidos. No inverno, o composto havia congelado em uma massa sólida, e eu queria ver o que acon-

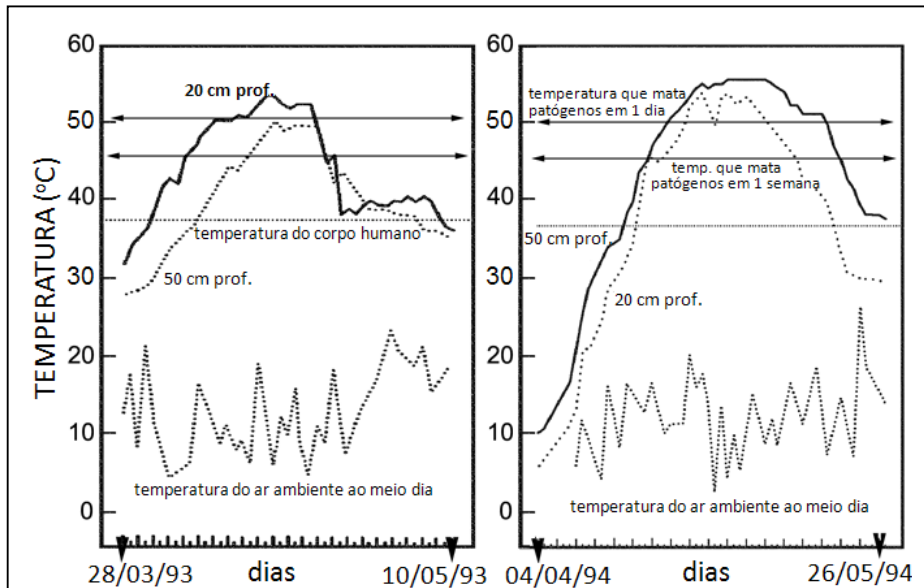


Figura 8.7

CURVAS DE TEMPERATURA DE PILHAS DE COMPOSTO DE HUMANURE A 20 E 50 CM DE PROFUNDIDADE, APÓS DERRETIMENTO DA PRIMAVERA

Pilhas de composto externas, em composteiras de madeira, diretamente sobre o solo. O composto não foi virado ou de qualquer forma aerado. Não foram usados inóculos. Ingredientes incluem fezes e urina humanas, restos de comida, palha, ervas e folhas (e um pouco de esterco de galinha no composto de 1994). O composto congelou-se no inverno, mas exibiu a elevação de temperatura mostrada nos gráficos acima com a chegada da primavera. Material fresco foi adicionado à pilha de composto regularmente enquanto essas temperaturas foram registradas em termômetros fixos. A área quente da pilha de composto permaneceu na seção superior da pilha conforme esta continuou sendo construída durante o verão seguinte. No outono, toda a pilha de composto esfriou-se, finalmente congelando-se e tornando-se inativa até a próxima primavera, quando reganhou consciência e aqueceu-se novamente. É evidente que o calor interno de uma pilha de composto é relativamente independente das temperaturas ambientes já que o calor é gerado pela atividade microbológica interna, e não pelas temperaturas do ar externo.

tecia após o descongelamento. O composto consistia primariamente de depósitos do banheiro de humanure, que continham serragem de madeira, fezes e urina humanas, e papel higiênico. Além desse material, restos de comida eram adicionados à pilha intermitentemente por todo o inverno, e feno era usado para cobrir os depósitos do banheiro sobre a pilha. Algumas folhas de árvores e mato eram adicionados de vez em quando.

O material foi continuamente coletado de uma família de quatro. Nada especial foi feito à pilha em qualquer momento. Nenhum ingrediente que não fosse usual foi adicionado, nenhuma inoculação, água, esterco animal que não humanos (embora um pouco de esterco de galinha tenha sido adicionado à pilha do gráfico da direita, o que pode explicar as temperaturas mais altas). As pilhas nunca foram viradas. As pilhas de composto eram situadas em caixas de madeira de três lados, descobertas,

diretamente sobre o solo. Os únicos materiais trazidos de fora eram a serragem, um recurso abundante no local, e feno de uma fazenda vizinha (menos de dois fardos foram usados durante todo o inverno).

Dois termômetros foram usados para monitorar a temperatura do composto, um com uma sonda de 20 centímetros e outro com uma sonda de 50 centímetros. O exterior da pilha (20 centímetros de profundidade), mostrado no gráfico da esquerda, foi aquecido pela atividade termofílica antes do interno (50 centímetros de profundidade). A parte de fora descongelou primeiro, portanto começou a esquentar primeiro. Logo depois, a parte interna descongelou e também esquentou. Aos 8 de abril, a parte externa da pilha tinha atingido 50°C e a temperatura permaneceu nesse nível ou acima até 22 de abril (um período de duas semanas). A parte interna da pilha atingiu 50°C em 16 de abril, mais de uma semana mais tarde que a parte de fora, e permaneceu a essa temperatura ou acima até 23 de abril. a pilha mostrada no gráfico da direita ficou acima de 50°C por 25 dias.

Desde 1993, eu tenho monitorado as temperaturas de meu composto de humanure continuamente, o ano todo. O composto tipicamente atinge os 49°C, a uma profundidade de 50 centímetros, no começo da primavera e agora permanece ali por todo o verão e outono. No inverno, a temperatura cai, mas as pilhas de composto não têm congelado desde 1997. De fato, os termófilos do composto parecem ter se adaptado aos invernos frios da Pensilvânia e não é raro para meu composto mostrar temperaturas acima de 38°C durante todo o inverno, mesmo quando a temperatura do ar ao redor está abaixo de 10°C. A temperatura máxima que eu registrei é de cerca de 65°C, mas temperaturas mais típicas vão de 44 a 54°C. Por alguma razão, o composto parece ficar ao redor de 49°C pela maior parte dos meses de verão (a uma profundidade de 50 cm).

De acordo com o Dr. T. Gibson, chefe do Departamento de Biologia Agrícola da Faculdade de Agricultura de Edinburgo e Leste da Escócia, *“Toda a evidência mostra que poucas horas a 120 graus Fahrenheit (49°C) eliminariam [microrganismos patogênicos] completamente. Deve haver uma ampla margem de segurança se essa temperatura for mantida por 24 horas.”*

2

A propósito, eu estou escrevendo este parágrafo em 24 de fevereiro de 2005. Eu esvaziei quatro baldes de composto de humanure esta manhã antes de começar a escrever. A temperatura lá fora estava 5,5 graus abaixo de zero. A temperatura do composto a 50 cm de profundidade estava pouco acima de 38 graus. Eu dei uma olhada no relógio antes de começar a esvaziar o composto, e mais uma vez após terminar de esvaziar os baldes e lavar minhas mãos. Exatamente quinze minutos haviam passado. Esta é uma tarefa semanal e mais demorada no inverno porque um galão de água tem que ser carregado para fora junto com o composto para lavar os baldes

(eu esvazio o barril no inverno para que não congele). Eu nunca havia prestado muita atenção em quanto tempo compostar humanure requer (ou não requer), então fiquei surpreso em saber que só levou quinze minutos para esvaziar quatro baldes, sem pressa, durante o pior período do ano.

Eu não deveria ficar surpreso, porém, porque nós desenvolvemos um sistema eficiente ao longo dos anos – nós usamos um sistema de quatro recipientes porque dois baldes são mais fáceis de carregar que um, e quatro baldes durarão aproximadamente uma semana para uma família de quatro pessoas, o que significa que teremos que esvaziar os baldes apenas uma vez por semana. No inverno, precisa-se de um galão de água para enxaguar dois baldes de composto. Isso significa que quatro pessoas gastarão meio galão de água por pessoa por semana para uso no banheiro, requerendo cerca de quatro minutos por pessoa por semana para esvaziar os baldes de composto.

Claro, há gasto adicional de tempo para adquirir e armazenar materiais de cobertura – um serviço geralmente feito no verão ou outono (nós gastamos cerca de dez fardos de feno ou palha todo ano, mais uma carrada de serragem). Uns poucos minutos toda semana também são necessários para encher os baldes de material de cobertura no banheiro (lá em casa essa tarefa é geralmente deixada para as crianças). A maior tarefa é descarregar o composto final na horta toda primavera. Mas daí, esta é a idéia – fazer composto.

MALDITA FECOFOBIA

Parece haver um medo irracional entre os fecóforos que se você não morrer instantaneamente pelo composto de humanure, você morrerá uma morte lenta e dolorosa, ou você certamente causará uma epidemia da peste e todos num raio de 300 quilômetros de você começarão a cair como moscas, ou você vai se tornar tão infestado com vermes parasitas que sua cabeça vai se parecer com espaguete.

Esses medos existem talvez porque tanta informação circula a respeito da reciclagem de humanure que é confusa, errônea ou incompleta. Por exemplo, enquanto eu pesquisava a literatura durante a preparação desse livro, eu achei surpreendente que quase não se faz menção da compostagem termofílica de humanure como uma alternativa viável a outras formas de saneamento no local. Quando sistemas de “baldes” são mencionados, eles também são chamados de sistemas de “transporte” e universalmente difamados como sendo a menos desejável alternativa de saneamento.

Por exemplo, em *Um Guia para o Desenvolvimento do Saneamento no Local* de Franceys et al., publicado pela Organização Mundial da Saúde em 1992, “privadas de balde” são descritas como “mal-cheirosas, criadoras

de problemas com moscas, um perigo à saúde daqueles que coletam ou usam o solo noturno, e a coleta é ambientalmente e fisicamente indesejável.” Este sentimento é reverberado no trabalho de Rybczynski et al., para o Banco Mundial sobre opções de saneamento de baixo custo, onde declara-se que *“as limitações da privada de balde incluem as freqüentes visitas de coleta necessárias para esvaziar os conteúdos do pequeno reservatório de [humanure], bem como a dificuldade de restringir a passagem de moscas e odores a partir do balde.”*

Eu tenho pessoalmente usado um banheiro de humanure por 30 anos e isso nunca me causou problemas de odores, problemas com moscas, problemas de saúde ou problemas ambientais. Muito pelo contrário, isso realmente *melhorou* minha saúde, a saúde de minha família e a saúde de meu ambiente por produzir comida saudável, orgânica em minha horta, e por manter resíduos humanos fora do lençol freático. Porém, Franceys et al., vão além, dizendo que *“coleta de [humanure] nunca deveria ser considerada uma opção em programas de melhoria de saneamento, e todas as latrinas de balde deveriam ser substituídas o mais rápido possível.”*

Obviamente, Franceys et al. estão se referindo à prática de coletar humanure em baldes sem um material de cobertura (o que certamente federia até os céus e atrairia moscas) e sem qualquer intenção de compostar o humanure. Tais baldes de fezes e urina são presumivelmente despejados diretamente no ambiente. Naturalmente, tal prática deveria ser fortemente desencorajada, ou até proibida por lei.

Porém, ao invés de tentar forçar as pessoas que usam tão grosseiro método de descarte de dejetos a mudar para outros métodos proibitivamente caros, talvez fosse melhor educar essas pessoas a respeito da *recuperação de recursos, o ciclo de nutrientes humano* e sobre *compostagem*. Seria mais construtivo ajudá-los a adquirir *materiais de cobertura* adequados para seus banheiros, ajudá-los na construção de *composteiras*, e assim eliminar de vez os desperdícios, poluição, odores, moscas e riscos à saúde. Eu acho inconcebível que cientistas inteligentes e educados, que observam latrinas de balde e os odores e moscas a elas associados, não vejam que a simples adição de um material orgânico limpo de cobertura ao sistema resolveria tais problemas, e balancearia o nitrogênio do humanure com carbono.

Franceys et al. dizem, porém, em seu livro, que *“tirando-se o armazenamento em latrinas de fôssos duplo, o tratamento mais apropriado para saneamento no local é a compostagem.”* Eu concordaria que a compostagem, quando feita adequadamente, é o mais adequado método para saneamento no local disponível a humanos. Eu não concordaria que armazenamento em fôssos duplo é mais apropriado que compostagem termofílica a não ser que possa ser provado que os patógenos humanos possam ser adequadamente destruídos usando tal sistema de fôssos duplos, e que tal sistema seria mais confortável e conveniente, não produziria

BANHEIRO DE HUMANURE EM ACAMPAMENTOS

Compostadores de humanure são cheios de truques na manga. Quando você vai a acampamentos de fim de semana ou festivais de música, você detesta aqueles banheiros portáteis fedorentos de plástico? Se você tiver uma pilha de compostagem de humanure em casa, simplesmente leve dois baldes de 25 litros com tampa com você. Encha um com material de cobertura (serragem, por exemplo). *Voilà!* Um banheiro compostável portátil. Quando você armar sua barraca, faça uma cabana de lona e ponha os dois baldes dentro. Use o balde vazio como privada, e o material de cobertura do outro balde. Mantenha os baldes fechados quando não em uso. Nada de enfrentar filas, nada de banheiro fedido, produtos químicos e poluição. Este banheiro durará vários dias para duas pessoas. Quando você voltar para casa, leve os “nutrientes de solo” com você adicione-os à sua pilha de composto. Vocês provavelmente serão os únicos campistas que não deixaram *nada* para trás, um pequeno detalhe do qual você pode se orgulhar. E o material orgânico que você coletou acrescentará mais um pé de tomate ou framboesa na sua horta. Você pode melhorar esse sistema levando um assento de privada que se encaixa no balde, ou mesmo levando um gabinete com tampa, feito em casa.

UM SIMPLES MICTÓRIO

Quer coletar só urina? Talvez você queira um mictório em seu escritório, quarto ou loja. Simplesmente encha um balde de 25 litros com serragem mofada ou outro material adequado, e ponha uma tampa. Um recipiente cheio de serragem ainda terá suficiente espaço com ar para receber a urina de um adulto por cerca de uma semana. Urine dentro do balde e tampe quando não estiver usando. Para ficar mais chique, coloque o balde de serragem dentro de um gabinete com uma tampa de privada. A serragem inibe odores e equilibra o teor de nitrogênio da urina. Isso acabará com as freqüentes idas ao banheiro que bebedores de café costumam fazer, e nenhum “nutriente do solo” será perdido.

A VOZ



POR QUE NÃO FAZER A COMPOSTEIRA DIRETAMENTE DEBAIXO DA PRIVADA?

A idéia de ter que levar baldes cheios de humanure até uma pilha de composto pode deter até o reciclador mais dedicado. E se você pudesse situar sua privada diretamente acima de sua composteira? Aqui vai a experiência de um leitor:

DO LEITOR

“Finalmente escrevo para você após 2 anos e meio excitantes de uso de métodos de compostagem de humanure usando um “cagadouro direto”. Nós construímos um bonito reservatório de humanure de 3 metros de comprimento, 1,30 m de altura e 1,5 m de largura, dividido em duas câmaras. Uma câmara foi usada (serragem após cada cagada, aparas de grama freqüentes e aplicações regulares de feno seco) de maio de 1996 até junho de 1997, então pregamos a tampa. Passamos para a segunda câmara até junho de 1998 – quando com muita emoção, despregamos as tábuas no fundo do “Templo das Fezes” (apelido que demos) e cheiramos o aroma... do mais lindo, achocolatado composto jamais VISTO. Sim, eu enfiei minhas mãos no mel paradisíaco de doce solo, que logo após abençoou nosso novo canteiro de framboesas. Não precisa nem dizer, as framboesas foram sem igual. Humanure e seu potencial para a grande escala... até uma compostagem em escala municipal (banheiros de prédios de apartamentos dando em um depósito central), juntamente com os crimes do assim chamado “sistema séptico”, tornou-se um de meus tópicos favoritos de conversa e promoção. Muitas vezes por exposição direta em nosso sítio. Muito obrigado por seu nobre trabalho de arte e sua contribuição à esta espécie fétida de macaco.” R.T. em CT

De um Comentário de uma Rádio Pública

“Tem muita gente dizendo que *“bug do milênio”* vai bagunçar com um monte de coisas das quais dependemos, de uma vez. Resolvi fazer aquele Dia de Treinamento para o Ano 2000. Desliguei a luz, o aquecedor, água e telefones. Só por 24 horas. No dia anterior, eu reclamei ao Larry, dizendo a ele que estava muito desapontada por não ter um banheiro de emergência. Essa reclamação realmente valeu a pena. Larry, que também é um escritor pesquisando a respeito dos preparativos para emergências do ano 2000 ligou para um cara chamado Joe Jenkins, autor de um livro chamado Manual Humanure. Joe garantiu a meu marido que o método de compostagem de resíduos humanos era seguro, sanitário e descomplicado. Sua solução é baseada em 20 anos de estudo. Segundo ele, bactérias termofílicas em excrementos humanos, quando misturados a material orgânico como musgos secos ou serragem, criam temperaturas acima de 50°C, matando rapidamente patógenos do jeitinho que a Mãe Natureza quer.

Nós criamos coragem e decidimos usar nosso balde de 25 litros com uma tampa de privada, nosso banheiro de emergência, fazendo camadas com musgos. Larry gastou cerca de meia hora construindo uma composteira especial. Isso foi fácil para ele, já que ele já composta todos os restos de cozinha e jardim, e fez do cachorro.

Surpreendentemente, eu acabei gostando do pequeno banheiro. Ele era confortável, limpo, inodoro, só com um suave cheiro de musgo. A crise veio quando eu pensei em voltar para o antigo banheiro de descarga.

Coincidentemente, eu recentemente assisti a uma apresentação do diretor da estação local de tratamento de resíduos. Ele foi questionado a respeito de preparativos que estavam sendo feitos a respeito do *“bug do milênio”*. Em um tom bastante pragmático, ele descreveu o que um visitante vindo de outro planeta sem dúvida consideraria um costume bárbaro. Primeiro, nós defecamos e urinamos em nossa própria água potável, de bebida. Em nossa pequena cidade, temos 1.300 quilômetros de rede de esgotos que levam esse efluente a instalações onde eles removem materiais chamados eufemisticamente de sólidos. Então, eles fazem mais um monte de coisas com a água, esqueci exatamente o que. Mas eu me lembro que em certo ponto, eles adicionam um veneno potente – cloro, é claro – e então fazem o melhor que podem para remover esse cloro. Quando isso tudo já foi feito, o líquido é despejado no Rio Spokane.

Nesse encontro havia um homem chamado Keith que vive às margens do Lago Long, onde vai dar o rio que passa do lado de nossa casa. Keith estava bem interessado em saber o que aconteceria se o processo de nossa estação de tratamento fosse interrompido. O responsável pela estação lhe garantiu que tudo ficaria bem, mas eu não pude parar de pensar que Keith poderia acabar bebendo a água da nossa descarga. Eu gosto do Keith. Então, resolvi continuar usando meu banheiro de acampamento.

Meu marido é um praticante aficcionado por agricultura orgânica, e nada o faz mais feliz que trabalhar na horta, e ele já está cobiçando o novo composto. Eu só sei que estou muito feliz que as crianças já cresceram e se mudaram de casa, porque eles teriam uma ou duas coisas a dizer.”

Judy Laddon em WA (transcrito com permissão)

CARTAS

DO

LEITOR



odores desagradáveis e não requereria a segregação de urina e fezes. De acordo com Rybczynski, as latrinas de fôssos duplo mostram uma redução de ovos de *Ascaris* de 85% após dois meses, uma estatística que não me impressiona. Quando meu composto está terminado, eu não quero *nenhum* patógeno sobrando ali.

Ironicamente, o trabalho de Franceys et al. vai além ilustrando uma “árvore de decisão na escolha de técnicas de saneamento” que indica o uso de uma “latrina de composto” como sendo um dos métodos de saneamento menos desejáveis, e um que pode apenas ser usado se o usuário estiver disposto a coletar a urina separadamente. Infelizmente, a literatura profissional contemporânea está repleta desse tipo de informação inconsistente, incompleta e incorreta que certamente levaria um leitor a crer que compostar humanure simplesmente não vale a pena.



Por outro lado, Hugh Flatt, que eu suponho que seja um prático, e não um cientista, em *Auto-Suficiência Prática* fala de um sistema de banheiro de humanure que ele tem usado por décadas. Ele viveu em uma fazenda por mais de 30 anos onde se usavam “lavatórios de balde”. Os lavatórios serviam a vários visitantes durante o ano e muitas vezes duas famílias na casa da fazenda, mas eles não usavam produtos químicos. Eles usavam serragem, que o Sr. Flatt descreveu como “absorvente e de cheiro adocicado”. A serragem era adicionada após cada uso do banheiro, e o banheiro era esvaziado na pilha de composto diariamente. A pilha de composto era situada sobre uma base de solo, os depósitos eram cobertos toda vez que eram adicionados à pilha, e restos de cozinha eram adicionados à pilha, assim como palha. O resultado era um *“composto de odor fresco, friável e biologicamente ativo, pronto para ser usado na horta.”*³

Talvez os “especialistas” um dia entenderão, aceitarão e defenderão técnicas simples de compostagem de humanure, como o banheiro de humanure. Porém, talvez tenhamos que esperar até que Compostagem 101 seja ensinada nas universidades, o que pode ocorrer logo após o congelamento do inferno. Enquanto isso, aqueles de nós que usam métodos simples de compostagem de humanure devemos ver os comentários dos assim chamados especialistas de hoje em dia com uma mistura de graça e tristeza. Considere, por exemplo, os comentários abaixo postados na internet por outro “expert”. Um leitor indagou em um fórum no website de um banheiro compostável comercial, perguntando se alguém teria alguma crítica científica sobre o sistema de compostagem de humanure mencionado acima. O “especialista” respondeu que ele estava prestes a publicar um novo livro sobre banheiros compostáveis, e ofereceu o seguinte trecho:

“Aviso: embora este sistema possa parecer muito atraente em sua lógica e simplicidade, eu acredito que ele tenha um grande distanciamento entre sua efetividade teórica e prática. Se você não tiver um registro consistente de manutenção de altas temperaturas em pilhas de compostagem rápida, eu aconselharia contra este sistema. Mesmo entre jardineiros e horticultores, apenas uma pequena minoria consegue pilhas de composto que consistentemente atinjam as necessárias altas temperaturas ... Questões sanitárias com as quais eu me preocuparia são 1) insetos e pequenos animais fugindo das áreas de alta temperatura do composto, revestidos de uma camada de fezes carregadas de patógenos para fora da pilha; 2) grandes animais (cães, guaxinins, ratos...) invadindo a pilha em busca de alimentos e arrastando lixo bruto para fora; e 3) a exposição direta inevitável nos atos de transporte, esvaziamento e lavagem dos baldes.

Algumas pessoas espertas e de mente aberta tiveram a inspiração de compostar fezes ... adicionando-as às suas pilhas de composto! Que conceito revolucionário! ... Parece bom demais para ser verdade? Bom, teoricamente é verdade, embora na prática acredito que pouca gente ultrapassaria todos os pe-

QUESTÕES FREQUENTES SOBRE BANHEIROS DE HUMANURE

- **Banheiros de humanure devem ficar dentro ou fora de casa?** Dentro. É muito mais conveniente e confortável. Os conteúdos do balde podem congelar-se em invernos frios (em altas latitudes), ficando muito difícil de descarregar na pilha de composto. Mantenha uma camada limpa de serragem sempre cobrindo o conteúdo da privada e você não terá quaisquer odores.
- **Pode-se deixar o balde de humanure por longos períodos sem esvaziar?** O recipiente da privada de humanure pode ficar meses sem esvaziar. Basta manter uma camada limpa de serragem ou outro material de cobertura sobre os conteúdos.
- **O conteúdo da privada de humanure vai compostar dentro do balde?** Não, o material não começará a compostar até que seja depositado sobre a pilha de composto.
- **Quão cheio deve estar o balde de humanure antes de esvaziar?** Você saberá que tem que esvaziar o balde quando tiver que levantar-se para usar a privada.
- **Por que é que a privada de humanure não fede?** Quantidade adequada de material de cobertura correto permitirá um sistema livre de odores. Portanto, um banheiro de humanure pode ser usado quase em qualquer lugar, como um escritório ou quarto. Se você não cobrir os depósitos no balde, vai feder como o inferno!
- **Minha pilha de compostagem externa vai cheirar mal e causar reclamações?** Não, absolutamente. Mas se você não mantiver uma cobertura adequada na pilha ativa ela vai feder como o inferno, e os vizinhos vão querer sua cabeça, justamente. Se você detectar odores em sua composteira, adicione material de cobertura até que o odor desapareça.
- **Por que é que a pilha de composto não vazava poluentes?** Comece sua pilha em uma superfície côncava com uma esponja biológica no fundo para prevenir vazamentos durante os estágios iniciais da construção da pilha de composto. Uma pilha de composto termofílico requer umidade – líquidos não vazarão a não ser que chova muito.
- **Devo instalar uma barreira impermeável sob a pilha de composto para prevenir vazamento?** Não necessariamente. Porém, você pode pôr um plástico sob sua pilha de composto e fazer um dreno coletando em um balde (afundado no chão), se você tiver problemas com vazamentos. Qualquer líquido assim coletado pode ser despejado de volta sobre a pilha de composto. Porém, vazamentos normalmente não são um problema.
- **Que tipo de vedação devo usar ao redor da tampa da privada?** Você não precisa de vedação ao redor da tampa. A “vedação” é proporcionada pelo material de cobertura do humanure.
- **Posso usar lascas de madeira em meu composto? O que mais?** Não use lascas ou raspas de madeira. As lascas não funcionam; raspas até compostam mas precisa de muito delas para bloquear os odores e elas desbalanceiam a relação C/N, fazendo com que o composto não esquente. Use um material mais fino em seu banheiro. Use palha, feno, mato, folhas, aparas de grama etc. em sua pilha. Não use lascas de madeira.
- **Quando eu esvazio vários baldes de uma vez, devo cobrir cada um deles separadamente com material volumoso de cobertura para aprisionar ar no composto?** Não. A serragem já contém ar. Quando esvaziar vários baldes de uma vez, simplesmente os esvazie em uma depressão no topo da pilha, e *então cubra*. Um erro que as pessoas fazem é pensar que elas precisam criar uma pilha em camadas para conseguir aeração. De fato, se você adiciona um excesso de material de cobertura na pilha ela ficará muito seca e não esquentará. Embora tenha que haver oxigênio na pilha, um monte de umidade também é necessária.
- **E no inverno, eu posso adicionar material a uma pilha coberta de neve?** Você pode depositar materiais compostáveis em cima da neve. O maior problema no inverno é o congelamento do material de cobertura. Então você tem que proteger sua serragem, feno, etc. para que não congelem. Você pode simplesmente jogar uma lona sobre uma pilha de serragem, então cobri-la com uma camada grossa de palha, por exemplo. Ou você pode guardar a serragem dentro de casa ou um galpão, usando um tanque de plástico. Isso também funciona bem.
- **Posso simplesmente jogar qualquer material orgânico em cima da pilha?** Não! Ponha material orgânico DENTRO de uma pilha, nunca EM CIMA da pilha. A *única* exceção é o material de cobertura. Afaste o material de cobertura, criando uma depressão na parte central do topo da pilha de composto, e então adicione seu material fresco ali. Puxe o composto existente de volta por cima do depósito novo e então cubra com o material de cobertura.
- **A composteira tem que ter um lado aberto? Não seria melhor se ela fosse fechada em um ambiente urbano?** Você não precisa de um lado aberto. Uma pessoa de Manhattan que instalou banheiros de humanure em uma casa comunal me escreveu, e ele fez uma composteira com quatro paredes (uma delas removível) com uma tela pesada em cima para prevenir a entrada de qualquer coisa (como moscas, ratos, gambás, cobras ou políticos). Isso parece uma boa idéia para uma situação urbana (uma tela no fundo pode também ser necessária). Revista suas composteiras com tela de galinheiro, se animais forem um problema.
- **Onde você mantém sua serragem? Eu não consigo decidir onde guardá-la.** Eu tenho bastante espaço externo em casa, então eu trago um caminhão de serragem que dure alguns anos e descarrego próximo às minhas composteiras. Se eu não tivesse essa opção, poderia tentar usar musgo, que vem em-

QUESTÕES FREQUENTES SOBRE BANHEIROS DE HUMANURE

balado convenientemente e pode ser armazenado dentro de casa, ou guardaria a serragem em sacos ou caixas com rodas, ou usaria uma composteira de câmara tripla e guardaria a serragem no centro.

• **Como é que eu sei que as beiradas da pilha de composto aquecerão o suficiente para matar todos os patógenos?** Você nunca estará absolutamente certo que cada pequena porção de seu composto atingiu certas temperaturas, não importa o que você faça. Se estiver em dúvida, deixe o composto amadurecer por um ano adicional, peça um teste de laboratório, ou use o composto para plantas ornamentais.

• **Posso construir minha composteira sob minha casa diretamente sob a privada?** Sim, mas eu nunca fiz isso pessoalmente e não posso garantir. Você pode ter problemas com odores.

• **Carnes e laticínios podem ser compostados?** Sim. Enterre-os na parte central do topo da pilha, e mantenha-os cobertos com material orgânico de cobertura limpo.

• **E as regulamentações de construção, instalações sépticas e outras legislações?** Alguns praticantes da compostagem tendem a acreditar que os burocratas do governo são contra banheiros compostáveis. Isso é mais paranóia que verdade. Soluções alternativas estão-se tornando mais atrativas com o agravamento de problemas com esgotos. Agências governamentais estão procurando por soluções alternativas que funcionem, e estão dispostas a tentar coisas novas. Suas preocupações são legítimas, e mudanças são lentas no governo. Se você trabalhar cooperativamente com sua autoridade local, tanto você quanto a autoridade podem ficar satisfeitos no final.

• **Terei problemas com moscas e ratos no composto?** Moscas não serão um problema se o composto for mantido adequadamente coberto. Se você tiver ratos, você pode ter que proteger sua composteira com uma malha de aço se você não conseguir se livrar deles.

• **Posso usar serragem de madeiras moles em meu composto?** Sim. Tome o cuidado de não usar serragem de madeiras "tratadas sob pressão". A serragem pode ser úmida, mas não deve ser molhada. Se você estiver usando cedro ou outras madeiras resistentes ao apodrecimento, deve-se primeiro deixá-la mofo e apodrecer fora de casa.

• **Posso usar dormentes de ferrovia para fazer composteiras?** O creosoto não é bom para seu composto, portanto dormentes de ferrovia não são recomendados.

• **Posso compostar fezes de cão e gato?** Use uma composteira separada porque cães e gatos podem transmitir parasitas zoonóticos nas fezes. Deixe o composto amadurecer por um ano ou dois. Use para plantas ornamentais.

• **E filtros de café e cinzas de churrasqueira?** Jogue os filtros de café na sua composteira, e também as borras de café, café velho e saquinhos de chá. Cinzas de churrasqueira você pode jogar no seu composto de fezes de cachorro.

• **Se eu não quero começar a usar humanure em meu composto agora, poderia fazê-lo de repente, no caso de uma emergência?** No evento de uma emergência séria, sim, você poderia começar a compostar humanure imediatamente, desde que você tenha uma fonte de material de cobertura limpo (serragem, folhas) prontamente disponível e uma composteira. Pilhas de composto funcionam muito melhor quando você as alimenta com estrume e urina e outras fontes de nitrogênio tais como aparas de grama e vegetais frescos (verdes). Você pode concluir que o humanure melhorará muito seu composto.

• **Qual é a temperatura mais alta que você já registrou em seu composto? Ele pode esquentar demasiadamente?** Cerca de 65°C. Sim, ele pode esquentar excessivamente (veja Cap. 3). Uma pilha menos quente por um período mais longo é o ideal. É mais provável que seu composto não esquente o suficiente. Isso normalmente ocorre quando você tem uma pilha muito seca (sempre colete e composte toda sua urina), ou utiliza raspas ou lascas de madeira (não as use – use serragem), ou o uso excessivo de material de cobertura sobre ou ao redor da pilha (você não tem que fazer camadas de material de cobertura com o composto – mantenha o material de cobertura em cima e ao redor; quantidade suficiente acaba penetrando na pilha sem que você tenha que fazer camadas intencionalmente.

• **Pode-se compostar humanure com uma família grande? Seria muito trabalhoso?** Para uma família de 6 a 10 pessoas, dependendo de seu peso corporal, um balde (recipiente da privada) de 25 litros encheria diariamente. Uma preocupação maior seria o fornecimento de material orgânico de cobertura, que igualmente representaria um balde de 25 litros por dia. Você necessitaria várias composteiras, e lugar para todas elas.

• **É possível compostar em áreas de várzeas e brejos? Seria melhor usar uma latrina de fossa seca?** Não composte em áreas sujeitas a alagamentos. Não use uma latrina de fossa seca. Latrinas de fossa seca são ilegais porque causam poluição.

• **Quais são as outras opções de modelos de composteiras?** Um modelo consiste de duas câmaras de tela de arame concêntricas com folhas de árvores preenchendo o espaço entre as duas telas e o humanure sendo depositado no centro. Outra é uma composteira feita inteiramente de fardos de feno ou palha. Outro modelo consiste de paletes simples de madeira arranjados de lado formando um quadrado e amarrados ou parafusados juntos para formar câmaras de compostagem.

• **Você recomenda o uso de desinfetantes à base de cloro?** Não. O cloro é um poluente ambiental. Tente peróxido de hidrogênio ou fique apenas com a água e sabão.

quenos obstáculos no caminho para alcançar esses benefícios. Não porque qualquer parte do processo seja tão difícil, mas apenas porque, bom, se você nunca comesse açúcar e escovasse os dentes e passasse fio dental após cada refeição, você também não teria cáries.”⁴

Soa um pouco cínico? Os comentários acima não têm qualquer mérito científico e expõem um “especialista” que não tem qualquer experiência no assunto sobre o qual está comentando. É desanimador que tais opiniões possam ser publicadas, mas não chega a ser surpreendente. O escritor atinge em cheio alguns pontos fracos dos fecofóbicos. Seu comentário sobre insetos e animais fugindo da pilha de composto revestidos de fezes carregadas de patógenos é um exemplo perfeito. Seria presumivelmente uma má idéia informar esse camarada que material fecal é um produto do seu corpo, e que se suas fezes estão carregadas de patógenos, então ele está em péssima forma. Além disso, há provavelmente algum material fecal dentro dele em todo e qualquer momento. Imagine isso – material fecal infestado de patógenos, fervendo com organismos causadores de doenças, preenchendo as tripas do cara! Como é que ele pode sobreviver?

Quando você vive com um sistema de compostagem de humanure por um período longo de tempo, você passa a entender que material fecal vem de seu corpo, e existe dentro de você em todos os momentos. Com tal entendimento, fica difícil ter medo dos seus próprios excrementos, e impossível vê-los como uma substância infestada de organismos causadores de doenças, a não ser, é claro, que você esteja infestado de doenças.

O escritor atinge ainda outro medo irracional – grandes animais, incluindo ratos, invadindo uma pilha de composto e espalhando doenças por toda a Terra. Composteiras são fáceis de serem construídas à prova de animais. Se pequenos animais como ratos são um problema, a composteira pode ser revestida com tela de galinheiro por todos os lados e também por baixo. A composteira deve ter paredes laterais tais como paletes, fardos de feno, tábuas de madeira, ou barreiras similares para manter cães fora. Um simples pedaço de tela de arame cortado para servir no topo exposto da pilha ativa de composto prevenirá que quaisquer animais escavem a pilha, enquanto permitirá que a água da chuva mantenha a pilha úmida.

O escritor avisa que a maioria dos jardineiros não têm composto termofílico. A maioria dos jardineiros também deixam ingredientes críticos fora de seus compostos, graças a medos gerados da falta de informação. Esses ingredientes são fezes e urina, que têm grande probabilidade de tornar o composto termofílico. Como já vimos, não é apenas a temperatura do composto que destrói patógenos, mas também o tempo de retenção. O composto do banheiro de humanure requer um ano de construção da pilha, e mais um ano de retenção para amadurecimento. Quando uma fase

termofílica é adicionada a esse processo, eu desafiaria qualquer um a mostrar um sistema mais efetivo, ecológico, simples e barato de destruição de patógenos.

Finalmente, o escritor avisa sobre a “inevitável exposição direta nos atos de transporte, esvaziamento e lavagem dos baldes”. Eu não estou bem certo a que ele se refere aqui, pois eu tenho carregado, esvaziado e lavado baldes de banheiro por décadas e nunca tive qualquer problema. Limpar o traseiro após defecar requer mais “exposição direta” que esvaziar o composto, mas eu não tentaria desencorajar ninguém a fazê-lo. É bem simples lavar as mãos após defecar e após cuidar do composto, e como você pode ver, é bem fácil deixar-se levar por uma onda de paranóia fecofóbica.

Outros especialistas têm contribuído com seus dois centavos a respeito do banheiro de humanure. Um livro sobre banheiros compostáveis menciona o sistema de banheiro humanure.⁵ Embora os comentários não sejam cínicos e tenham a intenção de ser informativos, um pouco de informação errada acabou entrando. Por exemplo, a sugestão de usar “luvas de borracha e talvez uma máscara facial transparente para evitar que alguma coisa respingue em você” quando for esvaziar um balde de humanure na pilha de composto, causou indignação quando lida em voz alta para compostadores experientes de humanure. Como pode algo que acabou de emergir de seu corpo ser considerado tão completamente tóxico? Será que alguém não consegue esvaziar os conteúdos de um balde sobre uma pilha de composto sem respingar o material por toda sua cara? Mais exagero e informação errada havia no livro sobre as temperaturas e técnicas de composteira. Um aviso para “enterrar o composto final em um buraco raso ou trincheira ao redor das raízes de plantas não comestíveis,” foi fecofobia clássica. Aparentemente, o composto de humanure deve ser banido da produção de alimentos para humanos. Os autores recomendaram que composto de humanure seja compostado *de novo* em uma pilha de composto comum, ou pasteurizado por micro-ondas, ambas sugestões bizarras. Eles acrescentam, “Seu agente sanitário local e seus vizinhos podem não ser a favor deste método [de compostagem de humanure].”

Eu tenho que coçar minha cabeça e me perguntar por que os “especialistas” diriam esse tipo de coisa. Aparentemente, o ato de *compostar* seu próprio estrume é tão radical e até revolucionário para as pessoas que passaram todas suas vidas tentando *descartar* a substância, que eles não podem aceitar a idéia. Ironicamente, um banheiro de humanure muito simples usado por um médico e sua família em Oregon é descrito e mostrado no livro acima. O médico diz, “*Não há nenhum mau odor. Nós nunca recebemos nenhuma reclamação dos vizinhos.*” O sistema de banheiro de humanure deles é também ilustrado na internet, onde uma breve descrição resume tudo: “*Este sistema simples de banheiro compostável é barato tanto para construir como para operar e, quando adequadamente mantido, é*



Humanure é adicionado à composteira do autor, acima, observado por Kathleen Meyer, autor de *Como cagar no mato*. O humanure é depositado no centro da pilha enquanto uma camada grossa de material de cobertura permanece ao redor das margens. O depósito é coberto imediatamente após adição. O recipiente do banheiro é então lavado, e a água usada na lavagem é adicionada ao topo da pilha. A composteira é preenchida por um ano, e então deixada para descansar por um ano. Abaixo, o composto maduro é aplicado à horta na primavera. Fotos do autor, exceto a foto acima, de Joanne Jenkins.





O ciclo de nutrientes humano é mantido pelo retorno do material orgânico da casa ao solo para produção de alimentos para pessoas. A horta do autor ainda recebe cobertura de matéria vegetal morta (aparas de grama e folhas de árvore no outono), e um pouco de esterco de galinha anualmente. A horta localiza-se ao lado da casa, como pode ser visto na foto à página anterior. A filha do autor, mostrada na mesma horta em diferentes idades, cresceu com alimentos saudáveis.



bonito e higiênico. É um complemento perfeito à horticultura orgânica. Em muitos sentidos, ele funciona melhor que sistemas complicados que custam centenas de vezes mais. Muitas vezes, conhecimento derivado das experiências da vida real podem ser diametralmente opostos às especulações de “especialistas”. Usuários de banheiros compostáveis consideram, baseados em *experiência*, que tal sistema simples pode funcionar extraordinariamente bem.

E o que dizer de “agentes sanitários”? Autoridades sanitárias podem ser mal-guiadas por informações erradas, como os exemplos dados acima. Autoridades sanitárias, de acordo com minha experiência, geralmente sabem muito pouco ou nada a respeito de compostagem termofílica. Muitos nunca nem ouviram falar. As autoridades sanitárias que me contactaram estavam muito interessadas em obter mais informação, e pareceram bem abertas à idéia de um sistema natural, efetivo, e de baixo custo para reciclagem de humanure. Eles sabem que os esgotos humanos são perigosos poluentes e um sério problema ambiental, e parecem surpresos e impressionados em descobrir que tais esgotos podem ser completamente evitados. A maioria das pessoas inteligentes estão preparadas e dispostas a expandir sua consciência e mudar suas atitudes baseados em novas informações. Portanto, se você estiver usando um banheiro compostável e tiver qualquer problema com as autoridades, por favor dê à autoridade uma cópia deste livro. Eu faço a oferta, em caráter permanente, de doar de graça uma cópia do “*Manual Humanure*” a qualquer autoridade sanitária, sem fazer quaisquer perguntas, basta qualquer pessoa me pedir – só mande seu nome e endereço ao editor, no endereço da capa deste livro.

Profissionais da saúde bem informados e autoridades ambientais estão cientes que “resíduos humanos” representam um dilema ambiental que não está sendo resolvido de lado algum. Pelo contrário, o problema está cada vez pior. Muita água está sendo poluída por esgotos e descargas sépticas, e tem que haver uma alternativa construtiva. Talvez esse seja o motivo pelo qual, quando as autoridades sanitárias aprendem sobre a compostagem termofílica de humanure, eles percebem que provavelmente não há solução melhor que esta para o problema dos resíduos humanos. Também pode ser por isso que eu recebi uma carta do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos elogiando este livro e pedindo maiores informações sobre a compostagem de humanure, ou por quê a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos me escreveu para elogiar o *Manual Humanure* e pedir cópias, ou por quê o Departamento de Proteção Ambiental da Pensilvânia nomeou o *Manual* para um prêmio ambiental em 1998. Fecóforos podem pensar que compostar humanure é perigoso. Eu esperarei pacientemente até que eles venham com uma solução melhor para o problema dos “resíduos humanos”. Mas vou esperar sentado.

QUESTÕES LEGAIS

Este é um tópico interessante. O cínico acreditará que a compostagem de humanure é certamente ilegal. Afinal de contas, humanure é um poluente perigoso e deve ser imediatamente descartado de forma aprovada, e por profissionais. A reciclagem é uma loucura, e um perigo à sua saúde e à saúde de sua comunidade e seu ambiente. Pelo menos, isso é o que os fecóforos podem pensar. Portanto, a reciclagem de humanure não pode ser uma atividade permitida pela lei, pode? Bom, na verdade, sim, a compostagem caseira de humanure está provavelmente bem dentro das leis às quais você está sujeito.

Descarte de resíduos está sujeito a regulamentações legais, e deve estar mesmo. O descarte de detritos é potencialmente muito perigoso para o ambiente. Descarte e reciclagem de esgotos também são sujeitos a leis, e também o são com toda razão. Esgotos incluem um monte de substâncias perigosas depositadas em uma via aquática entupida de detritos. Pessoas que compostam seus excrementos não estão descartando resíduos, nem produzindo esgotos – eles estão reciclando. Além disso, em relação à legislação sobre a própria compostagem, tanto a compostagem de quintal como de fazendas são geralmente isentas de restrições legais a não ser que o composto esteja sendo vendido, ou a não ser que a atividade de compostagem na fazenda seja extremamente grande.

Para citar uma fonte, *“O Departamento de Proteção Ambiental dos Estados Unidos estabeleceu regulamentações detalhadas para a produção e uso de composto produzido a partir de [material orgânico]. Essas regulamentações excluem composto obtido pela compostagem caseira e operações normais em fazenda. Composto dessas atividades é isento de regulamentação apenas se for usado na propriedade onde foi compostado, como parte da operação da fazenda. Qualquer composto que seja vendido deve preencher os requisitos da legislação.”*⁶

Banheiros compostáveis também são regulamentados em alguns estados nos Estados Unidos. Porém, banheiros compostáveis são tipicamente definidos como banheiros *dentro dos quais ocorre compostagem*. Nosso banheiro de humanure, por definição, *não é* um banheiro compostável já que a compostagem não ocorre no próprio banheiro. A compostagem ocorre no “quintal” e portanto não é sujeita às leis de banheiros compostáveis. Leis de banheiros portáteis podem aplicar-se, embora a isenção de compostagem caseira provavelmente permitirá aos usuários do banheiro de humanure continuar sua reciclagem sem problemas.

Uma revisão de leis de banheiros compostáveis é tanto interessante como desconcertante. Por exemplo, em Maine, aparentemente é ilegal adici-



onar restos de cozinha dentro de banheiros compostáveis comerciais, embora os restos de comida e materiais do banheiro devam ir exatamente para o mesmo lugar na câmara de compostagem. Tal regulamentação não faz qualquer sentido. Em Massachusetts, composto final obtido de banheiros compostáveis deve ser enterrado sob 15 cm de

solo, ou transportado para longe e descartado por um caminhão limpa fossa.

Idealmente, as leis são feitas para proteger a sociedade. Leis controlando sistemas de descarte de lixo e esgotos são teoricamente feitas para proteger o ambiente, a saúde dos cidadãos e os lençóis freáticos. Isso deve ser aprovado, e cuidadosamente levado a efeito por aqueles que produzem *esgotos*, um resíduo poluente. Se você não produz esgotos, você não tem qualquer necessidade de um sistema de descarte de esgotos. O número de pessoas que produzem composto caseiro ao invés de esgotos é tão mínimo, que poucas, ou nenhuma lei já foi criada para regular a prática.

Se você estiver preocupado com suas leis locais, vá à biblioteca e veja se você pode consultar a legislação em respeito à compostagem de quintal. Ou pergunte na prefeitura ou agências imobiliárias, já que estatutos variam de um local a outro. Se você não quer jogar fora seu excremento mas sim compostá-lo (o que certamente levantará algumas sobranceiras no escritório municipal local), você pode ter que lutar por seus direitos.

Um leitor me ligou de uma pequena propriedade na Nova Inglaterra para me contar sua estória. O homem tinha um banheiro de humanure em sua casa, mas as autoridades municipais locais decidiram que ele apenas poderia utilizar um banheiro sêco “aprovado”, significando um banheiro de incineração. O homem não queria um banheiro de incineração porque o banheiro de humanure estava funcionando bem para ele e ele gostava de fazer e usar o composto. Então ele reclamou às autoridades, foi a encontros da câmara e fez um bom barulho. Não deu certo. Após meses “lutando contra a prefeitura”, ele desistiu e comprou um banheiro de incineração muito caro e “aprovado”. Quando a unidade foi entregue em sua casa, os entregadores levaram o banheiro a um quarto dos fundos – e ali ele permaneceu, ainda na caixa, sem sequer abrir. O homem continuou a usar

seu banheiro de humanure por anos após isso. As autoridades sabiam que ele havia comprado o banheiro “aprovado”, e daí para diante o deixaram em paz. Ele nunca usou o tal banheiro, mas as autoridades não ligavam. Ele *comprou* a porcaria do banheiro e o tinha em sua casa, e isso era o que eles queriam. Aquelas autoridades obviamente não eram muito inteligentes.

Outra estória interessante vem de um camarada em Tennessee. Parece que ele comprou uma casa que tinha um sistema de esgotos bem grosseiro – o banheiro dava a descarga diretamente para um riacho atrás da casa. O camarada era esperto o suficiente para saber que isso não era bom, então ele instalou um banheiro de humanure. Porém, um vizinho encrenqueiro assumiu que ele ainda estava usando o sistema de descarga direta, e o denunciou às autoridades. Mas deixe-o dizê-lo em suas próprias palavras:

Nossa primitiva casinha externa emprega um recipiente rotativo de 25 litros para as fezes contendo serragem, que fica dentro de um ‘trono’. Nosso sistema é simples e baseado largamente em seu livro. Nós transportamos as fezes para uma pilha de composto onde misturamos a bagunça com palha e outros materiais orgânicos. O antigo morador da nossa casa usava uma privada cuja descarga ia dar diretamente em um riacho. Um vizinho mal informado reclamou ao estado, assumindo que nós utilizávamos o mesmo sistema. As pessoas do governo nos visitaram várias vezes. Fomos forçados a pagar 100 dólares por um pedido de sistema séptico mas os técnicos concordam que nossa casa é situada em um local rochoso em uma colina, que não é adequado para um sistema séptico tradicional, mesmo se nós quiséssemos um. Eles estavam preocupados com nossas águas servidas assim como nossa casinha compostável. Meu entendimento rudimentar da lei é que o estado aprova vários sistemas alternativos que são muito complicados e pelo menos tão caros quanto uma fossa tradicional. O simples banheiro de humanure não está incluído e o estado não parece querer que nenhum cidadão transporte sua própria merda do local de defecação até um local diferente de decomposição. Os burocratas aprovaram um sistema experimental onde nosso esgoto poderia ir a um tipo de brejo artificial feito pelo morador, e eles concordaram em ajudar-nos a projetar e implementar esse sistema. Atualmente, nós não podemos arcar com os custos disso e continuamos a usar nossa privada de humanure. Os fiscais parecem querer nos deixar em paz desde que os vizinhos não reclamem mais. Então, este é um sumário da nossa situação aqui no Tennessee. Eu li a maioria das leis estaduais sobre o assunto; como a maioria dos textos legais, eles são virtualmente ininteligíveis. Pelo que eu entendi, nosso sistema não é explicitamente proibido mas não está incluído na lista de sistemas alternativos “aprovados” que vão desde os aparatos de compostagem comerciais de alta tecnologia e baixo volume, até à boa e velha casinha de fossa seca. Já faz um tempo que eu quero escrever um artigo sobre nossa experiência e seu livro. Infelizmente, minhas notas em inglês na escola prejudicam seriamente minhas atividades de escritor amador.”

Na Pensilvânia, o legislativo estadual promulgou uma legislação “encorajando o desenvolvimento de recuperação de recursos como um meio de manejo dos resíduos sólidos, conservação de recursos, e suprimento de energia.” Sob tal legislação, o termo “descarte” é definido como “a incineração, depósito, despejo, ou colocação dos resíduos sólidos na terra ou água em uma maneira que os resíduos sólidos ou um constituinte dos resíduos sólidos penetrem o ambiente, sejam emitidos para o ar ou descarregados às águas do Estado.”⁷ Legislações complementares foram promulgadas na Pensilvânia determinando que “redução e reciclagem de lixo são preferíveis ao processamento ou descarte de lixo municipal,” e acrescentando, “poluição é a contaminação do ar, água, solo ou quaisquer outros recursos naturais deste Estado que criará ou têm a probabilidade de criar incômodo público ou tornar o ar, água, terra ou quaisquer outros recursos naturais nocivos, prejudiciais ou danosos à saúde pública, segurança ou bem estar...”⁸ Tendo em vista o fato que a compostagem termofílica de humanure envolve a recuperação de um recurso, não requer descarte de lixo, e não cria nenhuma poluição ambiental óbvia, é improvável que alguém que *conscientemente* se dedique a tal atividade possa ser indevidamente incomodado por quem quer que seja. Não se surpreenda se a maioria das pessoas acharem tal atividade louvável, porque, de fato, ela é.

Se não houver quaisquer leis a respeito da compostagem caseira em sua área, então procure garantir que, quando você faz a compostagem, faz um trabalho bem feito. Não é difícil fazer compostagem direito. O problema mais provável de ocorrer são maus odores, e isso se deve simplesmente à falta de uma quantidade suficiente de material de cobertura, que não deve ser demasiadamente solto ou aerado, para que possa agir como um “biofiltro” orgânico. Se você mantiver seu composto coberto, ele não liberará maus odores. Isso é muito simples. Talvez fezes tenham mal cheiro, portanto as pessoas sentem-se naturalmente inclinadas a cobri-las com algo. Isso faz sentido quando você pensa que bactérias termofílicas já estão nas fezes esperando até que as mesmas sejam depositadas em camadas numa pilha de composto para que possam começar a trabalhar. Às vezes os modos simples da natureza são realmente profundos.

E as moscas – poderiam criar um incômodo ao público ou um risco à saúde? Eu nunca tive problemas com moscas em meu composto. Claro, um material limpo de cobertura é mantido sobre a pilha de composto em todos os momentos.

A respeito de moscas, F. H. King, que viajou pela China, Coréia e Japão no começo do século XX quando material orgânico, especialmente excrementos humanos, eram a única fonte de fertilizante para os solos, diz: “Um fato que nós não compreendemos completamente é que, em todos os locais por onde passamos, havia muito poucas moscas. Nós nunca passamos um verão com tão pouco incômodo por moscas como este verão na China,

Coréia e Japão. Se o manuseio escrupuloso de restos [orgânicos] praticado tão universalmente nesses países reduz a incidência de moscas e a ameaça que estas representam à saúde à extensão que nossa experiência sugere, aqui há uma grande vitória.” Ele acrescentou, “Já comentamos a respeito do pequeno número de moscas observado por todo lugar que passamos em nossa viagem, mas sua significância nós só fomos compreender quando chegamos próximo ao fim de nossa estadia. De fato, por alguma razão, moscas eram mais evidentes durante os dois primeiros dias no barco a vapor que saiu de Yokohama em nossa viagem de volta à América, que em qualquer momento em nossa viagem.”⁹

Se todo um país do tamanho dos Estados Unidos, mas com o dobro da nossa população naquele tempo, podia reciclar todos seus restos orgânicos sem o benefício da eletricidade ou automóveis e não tinha problemas com moscas, certamente nós nos Estados Unidos podemos reciclar uma maior porção de nossos próprios resíduos orgânicos com similar sucesso hoje.

TREINAMENTO AMBIENTAL METIDO A BESTA

Sistemas de compostagem simples e de baixa tecnologia não apenas têm um impacto positivo nos ecossistemas da Terra, mas são comprovadamente sustentáveis. Ocidentais podem pensar que qualquer sistema que não requer tecnologia é muito primitivo para merecer respeito. Porém, quando a cultura ocidental já não for mais que uma memória distante e apagada na mente coletiva da humanidade daqui a milhares (centenas?) de anos, os humanos que aprenderam a sobreviver neste planeta a longo termo serão aqueles que aprenderam como viver em harmonia com seu ambiente. Isso requererá muito mais que inteligência ou tecnologia – requererá um entendimento sensível de nosso lugar como humanos na teia da vida. Essa auto-compreensão pode estar além do alcance de nossos intelectos egocêntricos. Talvez o que seja necessário para que nós atinjamos tal consciência seja um senso de humildade, e um respeito renovado pelo que é simples.

Alguns argumentariam que um sistema simples de compostagem de humanure também pode ser o sistema mais avançado conhecido pela humanidade. Ele pode ser considerado o mais avançado porque funciona bem enquanto consome poucos, ou nenhum recurso não renovável, não produz qualquer poluição e na verdade cria um recurso fundamental à vida.

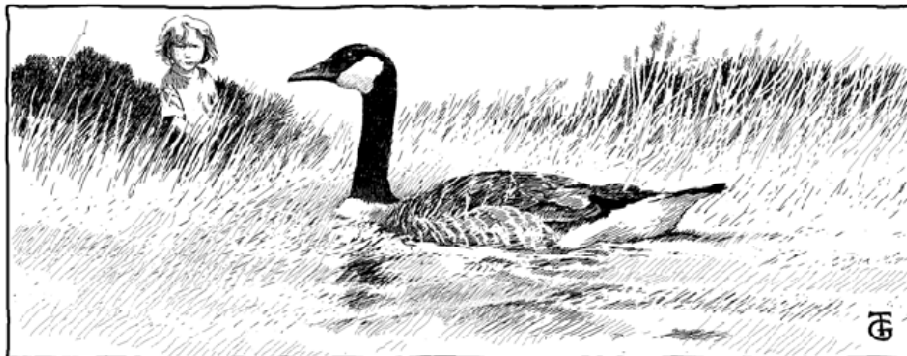
Outros podem argumentar que para que um sistema seja considerado “avançado”, ele deve ter todo tipo de dispositivos, máquinas, aparelhos, equipamentos e tecnologias normalmente associadas com avanço. O argumento é que algo só é avançado quando foi criado pela comunidade científica, por humanos, e não pela natureza. Isso seria o mesmo que dizer

que o método mais avançado de secar o seu cabelo é usar uma reação nuclear em uma usina nuclear para produzir calor para converter água em vapor. O vapor é então usado para mover um gerador elétrico para produzir eletricidade. A eletricidade é usada para funcionar um secador de cabelo feito de plástico, que sopra ar quente na cabeça de alguém. Isso é avanço *tecnológico*. Isso reflete o progresso *intelectual* da humanidade ...(o que é questionável).

Avanço verdadeiro, outros diriam, requer o desenvolvimento *balanceado* do intelecto da humanidade com desenvolvimento físico e espiritual. Nós devemos ligar o que sabemos intelectualmente com os efeitos físicos de nosso comportamento resultante, e com a compreensão de nós mesmos como formas de vida pequenas, inter-dependentes, inter-relacionadas, relativas a uma esfera maior de existência. Caso contrário, criamos tecnologia que consome excessivamente recursos não renováveis e cria resíduos tóxicos e poluição para cumprir uma tarefa tão simples como secar o cabelo, que poderia ser conseguido simplesmente com uma mão e uma toalha. Se isso é avanço, estamos em apuros.

Talvez nós estejamos realmente avançando quando podemos viver de forma saudável, pacífica e sustentável sem esgotar recursos e criar poluição. Isso não é uma questão de dominar o intelecto ou dominar o ambiente com tecnologia, é uma questão de dominar a si mesmo, um empreendimento muito mais difícil, mas que certamente vale a pena.

Para finalizar, eu não entendo os humanos. Nós nos organizamos e fazemos um monte de barulho por grandes problemas ambientais como incineradores, depósitos de lixo, chuva ácida, aquecimento global e poluição. Mas nós não entendemos que quando somamos todos os pequenos problemas ambientais que cada um de nós criamos, nós acabamos criando aqueles grandes dilemas ambientais. Humanos ficam contentes em culpar outros, como o governo ou corporações, pela bagunça que nós criamos, e ainda assim continuamos fazendo as mesmas coisas, dia após dia, que criaram os problemas. Claro, corporações criam poluição. Então, não compre seus produtos. Se você tem que comprar seus produtos (gasolina, por exemplo), mantenha seu consumo a um mínimo. Claro, incineradores municipais de lixo poluem o ar. Pare de jogar lixo. Minimize sua produção de lixo. Recicle. Compre comida a granel e evite gerar embalagens. Simplifique. Desligue sua TV. Produza sua própria comida. Faça compostagem. Plante uma horta. Seja parte da solução, não parte do problema. Se você não o fizer, quem o fará?



SISTEMAS DE ÁGUAS SERVIDAS

Há dois conceitos que resumem este livro: 1) os excrementos de um organismo são a comida de outro organismo, e 2) não há lixo ou desperdícios na natureza. Nós humanos temos que entender que organismos terão que consumir nossos excrementos se nós quisermos viver em harmonia com o mundo natural. Nossas excreções incluem as fezes, urina e *outros* materiais orgânicos que nós descarregamos ao ambiente, tais como "água servida", que é a água resultante de lavagens e banho. Água servida deve ser distinguida de "água negra", que é a água que vem da privada. Água servida contém materiais orgânicos recicláveis como nitrogênio, fósforo e potássio. Esses materiais são poluentes quando descarregados ao ambiente. Quando responsabilmente reciclados, porém, eles podem ser nutrientes benéficos.

Minha primeira exposição a um sistema de águas servidas "alternativo" ocorreu na Península de Yucatán no México em 1977. Naquele tempo, eu estava acampado em uma propriedade primitiva e isolada, de frente para o mar, rodeada de coqueiros e com vista para as águas azul-turquesa do Caribe. O dono da propriedade tinha um pequeno restaurante com um banheiro rudimentar consistindo de uma privada, pia e chuveiro, primariamente reservados para turistas que pagavam para usar as instalações. A água servida desse lugar drenava por um cano, através da parede, e diretamente ao solo arenoso lá fora, onde ela corria por uma descida desaparecendo atrás da construção de sapé. Eu notei o dreno primeiramente não por causa de odores (não havia cheiro algum que me lembre), mas por causa da densa plantação de tomateiros que cresciam na

descida ao longo do dreno. Perguntei ao dono por que ele plantava uma horta em uma localização tão estranha, e ele respondeu que ele não tinha plantado nada – os tomateiros eram voluntários, as sementes haviam brotado de excreções humanas. Ele admitiu que sempre que precisasse de algum tomate no restaurante, ele nunca tinha que ir muito longe para conseguí-lo. Este não é um exemplo de reciclagem sanitária de esgotos, mas é um exemplo de como esgotos podem ser usados de forma construtiva, mesmo que por acidente.

De lá, eu viajei para a Guatemala, onde notei um sistema de esgotos semelhante, novamente em um restaurante precário em uma localização isolada na floresta de Petén. O cano do restaurante irrigava uma pequena seção da propriedade separada das áreas de acampamento e outras atividades humanas, mas totalmente à vista. Essa seção tinha os mais exuberantes pés de bananeiras que eu já tinha visto. Novamente, a água mostrou ser um recurso útil na produção de alimentos, e neste caso, o crescimento vegetal ainda contribuiu para a qualidade estética da propriedade, aparecendo como um bonito jardim tropical. O dono do restaurante gostava de exibir este "jardim", admitindo que ele era predominantemente espontâneo e auto-perpetuante. "Este é o valor da água servida", ele rapidamente assinalava, e tal valor era imediatamente aparente a qualquer um que olhasse.

Toda água servida contém materiais orgânicos, como restos de comida e sabão. Microrganismos, plantas e macro-organismos consomem esses materiais orgânicos e os convertem em nutrientes benéficos. Em um sistema sustentável, água servida é disponibilizada aos organismos naturais para seu benefício. Reciclar materiais orgânicos através de organismos vivos naturalmente purifica a água.

Nos Estados Unidos, a situação é bem diferente. Efluentes de casas tipicamente contém toda a água das descargas dos banheiros (água negra) bem como das pias, banheiras e máquina de lavar roupa (águas servidas). Para complicar isso, muitas casas americanas têm moedores de lixo acoplados à pia da cozinha, liquefazendo e mandando para o dreno todos os restos de alimentos que poderiam ser compostados. As organizações governamentais regulamentadoras pensam no pior cenário possível para os efluentes de casas (descargas do banheiro e um monte de lixo misturados à água servida), e fazem as leis para acomodar esse cenário. Efluentes domésticos são portanto considerados um risco à saúde pública que deve ser segregado do contato humano. Tipicamente, exige-se que os efluentes domésticos sejam levados diretamente a um sistema de esgotos, ou, em localidades rurais e suburbanas, a sistemas sépticos.

Um sistema séptico geralmente consiste de uma caixa de concreto enterrada, onde os efluentes domésticos são descarregados. Quando a caixa se enche e transborda, o efluente drena por canos perfurados que permitem

sua penetração no solo. O campo de drenagem é geralmente situado a uma profundidade suficiente no solo que impede o acesso de plantas de superfície a essa água.

Resumindo, sistemas de drenagem convencionais isolam os efluentes domésticos de sistemas naturais, tornando o material orgânico presente na água indisponível para reciclagem. Em estações de tratamento de esgotos, o material orgânico dos esgotos é removido usando procedimentos complicados e caros. Apesar do alto custo de tais processos de separação, o material orgânico removido é muitas vezes enterrado em aterros.

As alternativas deveriam ser óbvias. Albert Einstein uma vez comentou que a raça humana necessitará de uma maneira totalmente diferente de pensar se quiser sobreviver. Eu concordo. Nossos sistemas de "descarte de resíduos" têm que ser repensados. Como uma alternativa à nossa atual mentalidade de "usar e jogar fora", devemos entender que matéria orgânica é um recurso, e não um resíduo, que pode ser reciclado benéficamente usando processos naturais.

Na busca dessa alternativa, o primeiro passo é *reciclar* todo o material orgânico possível, mantendo-o *longe* de sistemas de descarte de resíduos. Podemos eliminar toda a água negra de nossos canos, compostando todos nossos excrementos e urina. Também podemos eliminar quase todo o material orgânico de nossos canos compostando restos de comida. Assim, deve-se evitar o uso de trituradores de lixo acoplados à pia. Como um indicador de quanto material orgânico tipicamente desce pelos canos de uma casa, considere as palavras de um fabricante de banheiros compostáveis: *"Novas regulamentações logo exigirão que tanques sépticos recebendo descargas do banheiro e lixos em geral tenham seus conteúdos bombeados para fora e registrados por um caminhão-tanque credenciado pelo governo a cada três anos. Quando sólidos do banheiro e lixo juntamente com a água de descarga são removidos do sistema séptico e o tanque séptico estiver recebendo apenas águas servidas, o tanque séptico só requererá esvaziamento uma vez a cada vinte anos."*¹ De acordo com a EPA dos Estados Unidos, trituradores de lixo acoplados à pia contribuem 850% mais matéria orgânica e 777% mais sólidos suspensos ao esgoto que os banheiros.²

O segundo passo é entender que um cano não é um local de descarte de lixo; nunca deveria ser usado para jogar algo fora, para "se livrar" de algo. Isso infelizmente tornou-se um mau hábito para muitos americanos. Como um exemplo, um amigo estava me ajudando no processamento de meu vinho caseiro. O processo gerou cinco galões de vinhaça como um subproduto. Foi só eu olhar para o outro lado, e o camarada despejou o líquido pelo dreno da pia. Eu encontrei o balde vazio e perguntei o que havia acontecido ao líquido que estava ali. "Joguei fora no ralo da pia", ele disse. Eu fiquei sem palavras.

O que levaria uma pessoa a jogar cinco galões de um líquido derivado de comida pelo dreno de uma pia? Mas eu entendi o porquê. Meu amigo considerava o dreno como um local de descarte de resíduos, como o fazem a maioria dos americanos. A isso somou-se o fato que ele *não tinha idéia* do que fazer com o líquido. Meu dreno da pia vai diretamente a um brejo artificial que é parte de meu sistema de tratamento de águas servidas. Como tudo o que desce pelo cano alimenta um sistema aquático natural, eu sou bem criterioso a respeito do que entra ali. Eu mantenho material orgânico fora do sistema, exceto as pequenas quantidades que inevitavelmente vêm da lavagem de pratos e banho. Todos os restos de comida são compostados, assim como as gorduras, óleos e cada pedaço de matéria orgânica produzida em nossa casa. Esta reciclagem de material orgânico permite uma água servida relativamente limpa que pode ser facilmente remediada por um brejo artificial, uma cama de solo ou trincheira de irrigação. A idéia de jogar algo na pia simplesmente para se livrar da coisa simplesmente não se encaixa no meu modo de pensar. Então eu instruí meu amigo a despejar quaisquer líquidos orgânicos sobre a pilha de composto. E ele assim o fez. Devo acrescentar que isso foi em meados de janeiro quando as coisas estavam bem congeladas, mas a pilha de composto ainda absorveu o líquido. De fato, aquele inverno foi o primeiro em que a pilha de composto ativa não congelou. Aparentemente, os 30 galões de líquidos que nós despejamos na pilha a mantiveram suficientemente ativa para gerar calor por todo o inverno.

O terceiro passo é eliminar o uso de todos os produtos químicos tóxicos e sabões não biodegradáveis em sua casa. Produtos químicos sempre descerão pelo cano e acabarão no ambiente como poluentes. A quantidade e variedade de produtos químicos tóxicos rotineiramente despejados pelos canos nos Estados Unidos é incrível e perturbadora. Nós podemos eliminar um monte de problemas em esgotos simplesmente tomando cuidado com o que adicionamos à nossa água. Muitos americanos não se dão conta que muitos dos produtos que eles usam diariamente e acreditam ser necessários são na verdade totalmente desnecessários, e podem ser simplesmente eliminados. Este é um fato que não será promovido na TV ou pelo governo (incluindo escolas), porque a indústria química tem que lucrar. Eu estou bem certo que você, leitor, não liga se a indústria química lucra ou não. Portanto, faça o pequeno esforço necessário para encontrar produtos de limpeza domésticos que sejam inofensivos ao ambiente.

Produtos de limpeza que contém boro não devem ser usados porque o boro é tóxico à maioria das plantas. Sabões líquidos são melhores que sabões em pó porque adicionam menos sal ao sistema.³ Produtos para redução da dureza da água podem não ser bons para sistemas de reciclagem de água sevida porque podem causar acúmulo de sódio no solo, podendo ter efeitos indesejáveis. Alvejantes clorados ou quaisquer produtos contendo

cloro não devem ser usados, já que o cloro é um veneno potente. Desentupidores de pia e outros produtos químicos agressivos não devem ser drenados em sistemas de reciclagem de água servida.

O quarto passo é reduzir o consumo de água, assim reduzindo a quantidade de água descendo por nossos drenos. A isso devem-se somar a captação e uso da água da chuva, e a reciclagem de águas servidas por sistemas naturais e benéficos.

A "escola antiga" de tratamento de águas servidas, ainda adotada pela maioria dos governos e muitos acadêmicos, considera a água como um veículo para a transferência rotineira de resíduos de um lugar a outro. Ela também considera o material orgânico assim carreado como algo de pouco ou nenhum valor. A "nova escola", por outro lado, enxerga a água como um recurso precioso e em declínio que não deveria ser poluída com lixo; materiais orgânicos são vistos como recursos que deveriam ser reciclados construtivamente. Minha pesquisa para este capítulo incluiu a revisão de centenas de artigos científicos sobre sistemas alternativos de esgotos e águas servidas. Fiquei impressionado com a quantidade incrível de tempo e dinheiro que já foram investidos no estudo de como limpar água que foi poluída com excrementos humanos. Em todos esses artigos científicos, sem exceção, a idéia que nós deveríamos simplesmente parar de cagar na água nunca foi sugerida.

ÁGUAS SERVIDAS

Estima-se que 42 a 79% das águas servidas domésticas vêm do banho, 5 a 23% da lavagem de roupas, 10 a 17% da cozinha, e 5 a 6% da pia do banheiro. Por comparação, a descarga das privadas constitui 35 a 45% de toda a água usada nas casas nos Estados Unidos, correspondendo ao maior uso doméstico de água. Em média, uma pessoa dá a descarga seis vezes por dia.⁴

Vários estudos indicaram que a quantidade de água servida gerada por pessoa ao dia varia de 96 a 172 litros, ou 2.688 a 4.816 litros por semana em uma típica família de quatro pessoas.⁵ Na Califórnia, uma família de quatro pode produzir 5.000 litros de água servida por semana.⁶ Isso corresponde a cerca de um tambor de 200 litros cheio de água da pia e do banho por cada pessoa a cada dia, que então escoam para dentro de um sistema séptico ou de esgotos. Esta estimativa não inclui a água da descarga. Ironicamente, a água servida que jogamos fora ainda pode ser útil para a irrigação de jardins e hortas. Ao invés disso, nós despejamos a água servida em esgotos e usamos água de bebida para irrigar nossos gramados.

QUATRO PASSOS PARA O REAPROVEITAMENTO BENÉFICO DA ÁGUA SERVIDA

- 1) Evite ao máximo a entrada de material orgânico na água servida. Use um banheiro compostável e tenha um sistema de compostagem para restos de comida. Nunca use um triturador de lixo acoplado à pia. Composte gorduras e óleos.
- 2) Ralos e drenos em uma casa não são locais de descarte de resíduos. Considere o dreno como um canal para o mundo natural.
- 3) Não permita a entrada de produtos químicos tóxicos nos seus ralos. Use sabões biodegradáveis e produtos de limpeza inofensivos ao meio ambiente.
- 4) Use a água de forma sábia e eficiente, evitando desperdícios. Se possível, colete a água da chuva e reaproveite a água servida.

USO APROXIMADO DE ÁGUA POR ELETRODOMÉSTICOS COMUNS

Máquina de lavar roupa com porta superior	115 litros
Máquina de lavar roupa com porta lateral	38 litros
Máquina de lavar louça	11-19 litros
Chuveiro, por banho	11-25 litros
Outros usos da pia(fazer a barba, lavar as mãos, etc.)	4-19 litros

Fonte: Lindstrom, Carl (1992). *Águas Servidas – Fatos Sobre Água Servida – O que é, Como Tratar, Quando e Onde Usar*. www.greywater.com

A reutilização de água servida para irrigação de jardins e gramados pode reduzir enormemente a quantidade de água potável usada em irrigação nos meses de verão, quando tal irrigação pode constituir 50 a 80% da água utilizada em uma casa americana típica. Até em uma região árida, uma casa de três pessoas pode gerar suficiente água servida para suprir todas as suas necessidades de irrigação.⁷ Na região árida de Tucson, no Arizona, por exemplo, uma típica família de três usa 467.000 litros de água municipal por ano.⁸ Estima-se que 117 litros de água servida possam ser coletados por pessoa, por dia, somando-se quase 130.000 litros de água servida por ano para a mesma

família.⁹ Uma casa experimental em Tucson, chamada Casa del Aqua, reduziu seu consumo de água municipal em 66% através da reciclagem de água servida e coleta da água da chuva. A reciclagem de água servida somou 107.000 litros por ano, e a água da chuva coletada somou 28.000 litros por ano.¹⁰ Com efeito, água servida reciclada constitui um "novo" suprimento de água ao permitir que água que previamente era desperdiçada seja usada benéficamente. Reutilização de água também reduz o consumo de energia e combustíveis fósseis por requerer menos purificação e

bombeamento de água, assim ajudando a reduzir a produção de gases do efeito estufa tais como o dióxido de carbono.

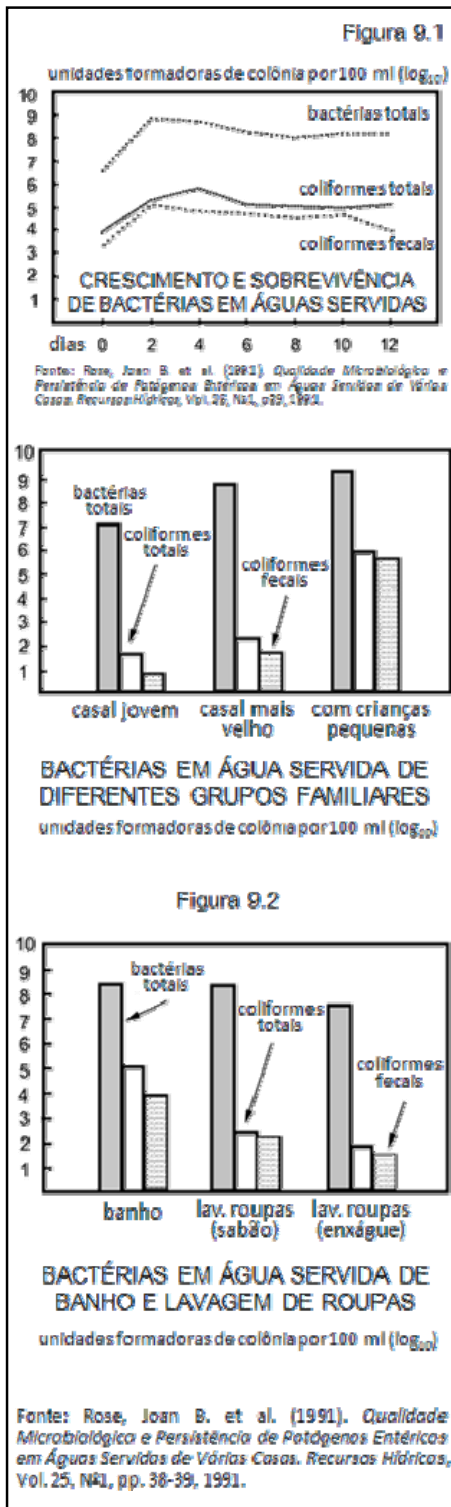
Como águas servidas podem ser contaminadas com bactérias fecais e substâncias químicas, seu reaproveitamento é proibido ou severamente restringido em muitos estados. Já que as agências governamentais regulamentadoras muitas vezes não têm informações completas sobre a reciclagem de água servida, elas podem assumir o pior cenário possível e simplesmente banir sua reutilização. Isso é extremamente injusto para com aqueles que são conscientes a respeito do que desce por seus canos e que estão determinados a conservar e reciclar água. Especialistas em água servida afirmam que os riscos à saúde causados por águas servidas são insignificantes. Um diz, *"Eu nunca ouvi falar de qualquer caso documentado em que uma pessoa nos Estados Unidos ficou doente por causa de água servida."*¹¹ Outro acrescenta, *"Perceba que embora água servida tenha sido usada na Califórnia por cerca de 20 anos sem permissões, nunca houve nenhum caso documentado de transmissão de doenças."*¹² Os riscos à saúde na reutilização de água servida podem ser reduzidos primeiramente mantendo materiais orgânicos e substâncias tóxicas fora de seus drenos à medida do possível, e segundo, filtrando-se a água servida através de um brejo artificial, cama de solo ou abaixo da superfície do solo de forma que ela não entre em contato direto com as pessoas, ou com as partes comestíveis de frutas, verduras e legumes.

Em novembro de 1994, aprovou-se uma legislação na Califórnia que permite o uso de água servida em casas para uso subterrâneo em irrigação de jardins e gramados. Muitos outros estados não têm atualmente nenhuma legislação sobre água servida. Porém, muitos estados estão agora percebendo o valor de sistemas alternativos de águas servidas e estão perseguindo a pesquisa e o desenvolvimento de tais sistemas. A EPA dos Estados Unidos considera o uso de brejos como uma alternativa emergente a processos convencionais de tratamento.

PATÓGENOS

Água servida pode conter organismos causadores de doenças originários de material fecal ou urina entrando na água do banho ou lavagem de roupas. Patógenos potenciais em material fecal e urina, bem com doses infectivas, estão listados no Capítulo 7.

Coliformes fecais são um indicador de poluição. Bactérias como *E. coli* revelam contaminação fecal da água e a possível presença de outros organismos intestinais causadores de doenças. Uma contagem alta é indesejável e indica uma maior chance de contrair doenças como resultado de contato com a água servida. Material vegetal, solo e restos de comida po-



GLOSSÁRIO DE TERMOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS A BREJOS

DBO (DEMANDA BIOLÓGICA POR OXIGÊNIO) - é a quantidade de oxigênio na água que será consumida por microrganismos em um certo período de tempo. Quanto mais nutrientes houver na água, maior o DBO, porque haverá mais microrganismos alimentando-se dos nutrientes e consumindo o oxigênio. DBO é medida obtendo-se volumes iguais de água de uma fonte a ser testada. Cada amostra é diluída com um volume conhecido de água destilada que foi bem agitada para garantir saturação por oxigênio. Uma amostra tem seu oxigênio dissolvido determinado; a outra é deixada de lado em um local escuro por cinco dias, e então medida. A DBO é determinada subtraindo-se a segunda leitura da primeira. DBO 5 é uma medida da depleção de oxigênio após cinco dias. Alta DBO é indicativa de poluição orgânica.

BACTÉRIAS COLIFORMES - Bactérias que ocorrem naturalmente nos intestinos de animais de sangue quente. A maioria não causam doenças. Água potável deve conter menos que quatro bactérias coliformes por decilitro (100 ml). Águas com contagens acima de 2.300 por decilitro são consideradas impróprias para banho, e águas com contagem acima de 10.000 por decilitro são impróprias para pequenas embarcações.

BREJOS ARTIFICIAIS - complexos feitos pelo homem, consistindo de substratos saturados (tais como cascalho), com plantas aquáticas submersas e emergentes e vida animal, e água em nível superficial ou sub-superficial, que simulam brejos e pântanos naturais, para uso e benefício humano.

SOLO HÍDRICO - solo saturado com água

HIDRÓFITO - planta que gosta de muita água.

dem contribuir com a população de coliformes totais, mas coliformes fecais indicam que material fecal também está entrando no sistema de água, podendo vir de fraldas, ou simplesmente banhos.

Mais microrganismos podem vir do banho que de outras fontes de água servida. Estudos mostraram que coliformes totais e fecais eram aproximadamente dez vezes mais altos na água de banho que na de lavagem de roupas (veja Figura 9.2).¹³

Um estudo mostrou uma média de 215 coliformes totais por 100 ml e 107 coliformes fecais por 100 ml em água de lavagem de roupas; 1.810 coliformes totais e 1.210 coliformes fecais por 100 ml em água de banho; e 18.800.000 unidades formadoras de colônia de coliformes totais por 100 ml em água servida contendo lixo doméstico (em casas com trituradores de lixo acoplados à pia da cozinha).¹⁴ Obviamente, moer e jogar restos de comida pelo cano da pia aumenta enormemente a população bacteriana na água servida.

Devido à natureza não digerida do material orgânico em águas servidas, microrganismos podem crescer e reproduzir-se na água durante o armazenamento. Os números de bactérias podem realmente aumentar na água dentro das primeiras 48 horas de armazenagem, e então permanecer estáveis por cerca de 12 dias, após o que elas lentamente declinam (veja Figura 9.1).¹⁵

Para máxima segurança higiênica, siga estas simples regras quando usar um sistema de reciclagem de água servida: não beba a água servida; não tenha contato físico com a água servida (e lave rapidamente se acidentalmente entrar em contato com ela); não permita que a água servida entre em contato com porções comestíveis de frutas, verduras e legumes; e não permita que a água servida escoe para fora de sua propriedade.

SISTEMAS PRÁTICOS DE ÁGUAS SERVIDAS

O objetivo da reciclagem de água servida é disponibilizar os nutrientes na água a plantas e microrganismos, preferencialmente de forma contínua. Os organismos consumirão a matéria orgânica, assim reciclando-a através do sistema natural.

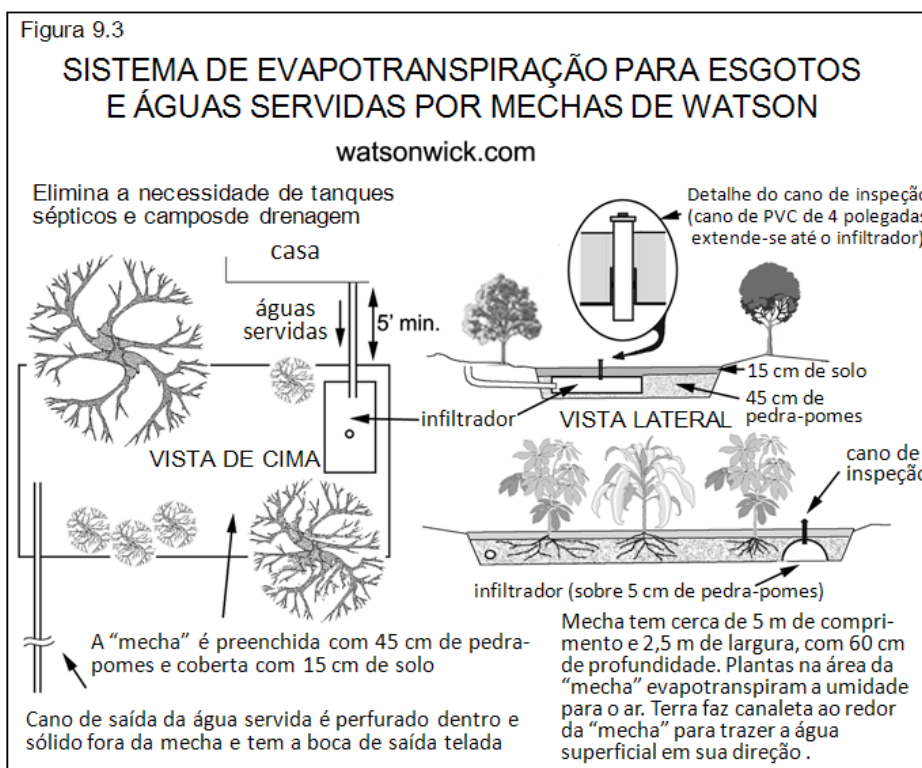
Estima-se que 114 litros de água servida por pessoa por dia serão produzidos por uma casa que não desperdiça água. Essa água servida pode ser reciclada tanto dentro como fora de casa. Dentro de construções, água servida pode ser filtrada por camas de solo profundas, ou camas de cascalho rasas, em um espaço onde plantas podem ser mantidas, como em uma estufa.

Fora de casa, em climas frios, a água servida pode ser drenada para trincheiras de percolação que sejam suficientemente profundas para resistir ao

congelamento, mas rasas o suficiente para manter os nutrientes dentro da zona das raízes das plantas superficiais. Congelamento pode ser prevenido pela aplicação de matéria vegetal morta sobre a superfície de trincheiras de percolação. Água servida também pode ser circulada através de brejos artificiais (Figuras 9.4, 9.5 e 9.6), bacias de matéria vegetal morta (Figura 9.8) ou camas de solo (Figuras 9.8, 9.9, 9.10 e 9.11).

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Plantas podem absorver água servida através de suas raízes e então transpirar a umidade para o ar. Um sistema de água servida que depende de tal transpiração é chamado um Sistema de Evapotranspiração. Tal sistema pode consistir de um tanque onde os sólidos sedimentam-se, com o efluente sendo drenado ou bombeado para uma cama rasa de areia ou cascalho coberta com vegetação. Plantas como lírios, taboas, juncos, taioba, etc. têm sido usadas com esses sistemas. Uma casa comum de dois quartos pode requerer uma trincheira de evapotranspiração com um metro de largura e 20 metros de comprimento. Um estilo de sistema de evapotranspiração consiste de uma trincheira rasa revestida com argila ou outro revestimento impermeável (tal como plástico), preenchida com 2,5 a 5 cm de cascalho médio, e 15 cm de cascalho fino. Plantas vão diretamente



sobre o cascalho, e não se usa solo. Um sistema de evapotranspiração "amigo como uma sogra" é o sistema Watson Wick (Figura 9.3).

BREJOS ARTIFICIAIS

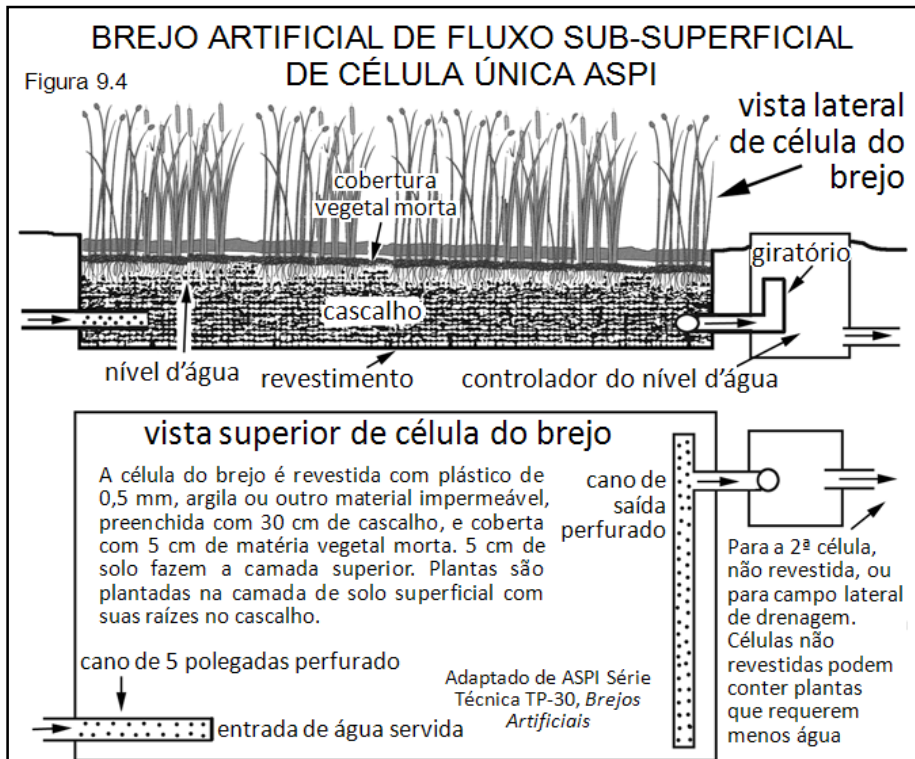
O sistema de plantar plantas aquáticas como juncos em um substrato (muitas vezes cascalho) molhado para reciclagem de águas servidas é chamado de "brejos artificiais". O primeiro brejo artificial foi construído nos anos 70. No começo dos anos 90, havia mais de 150 brejos artificiais tratando esgotos municipais e industriais nos Estados Unidos.

De acordo com a Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos, *"Sistemas de tratamento por brejos artificiais podem ser estabelecidos em quase qualquer lugar, incluindo terras com usos alternativos limitados. Isso pode ser feito de forma relativamente simples onde o tratamento de esgotos é a única função desejada. Eles podem ser construídos em situações naturais, ou podem incluir extensas operações de escavação, construção de barreiras impermeáveis, ou construção de tanques ou trincheiras de contenção. Vegetação de brejo tem sido estabelecida e mantida em substratos variando de cascalho ou restos de mineração a argila ou turfa... Alguns sistemas são estabelecidos para devolver pelo menos parte das águas servidas tratadas aos lençóis freáticos subjacentes. Outros não permitem absorção no local, descarregando o efluente final em águas superficiais. Brejos artificiais têm diversas aplicações e são encontrados por todo o país e ao redor do mundo. Eles podem muitas vezes ser uma opção de tratamento aceitável e de baixo custo, particularmente para pequenas comunidades."*¹⁶

Áreas alagadas, por definição, devem manter um nível de água próximo à superfície do chão por um tempo suficientemente longo todo ano para suportar o crescimento de vegetação aquática. Brejos e pântanos são exemplos de áreas alagadas de ocorrência natural. Brejos artificiais são projetados especialmente para controle da poluição e existem em locais onde não há brejos naturais.

Dois tipos de brejos artificiais estão em uso comum hoje. Um tipo expõe a superfície da água (Brejo de Fluxo Superficial, Figura 9.5), e o outro mantém a superfície da água abaixo do nível do cascalho (Brejo de Fluxo Sub-superficial, Figuras 9.4 e 9.6). Alguns projetos combinam elementos de ambos. Brejos de fluxo sub-superficial também são chamados de Cama de Submersa de Vegetação, Método da Zona das Raízes, Filtro de Rocha e Junco, Filtro de Rocha Microbiano, Método Hidrobotânico, Trincheira de Filtro de Solo, Cama de Pântano Biológica-Macrofítica e Tratamento por Cama de Junco.¹⁷

Brejos de fluxo sub-superficial são considerados vantajosos em rela-

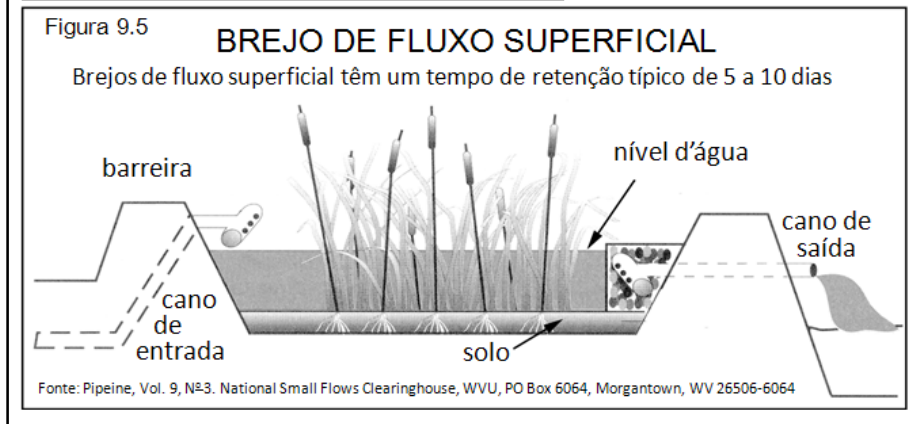


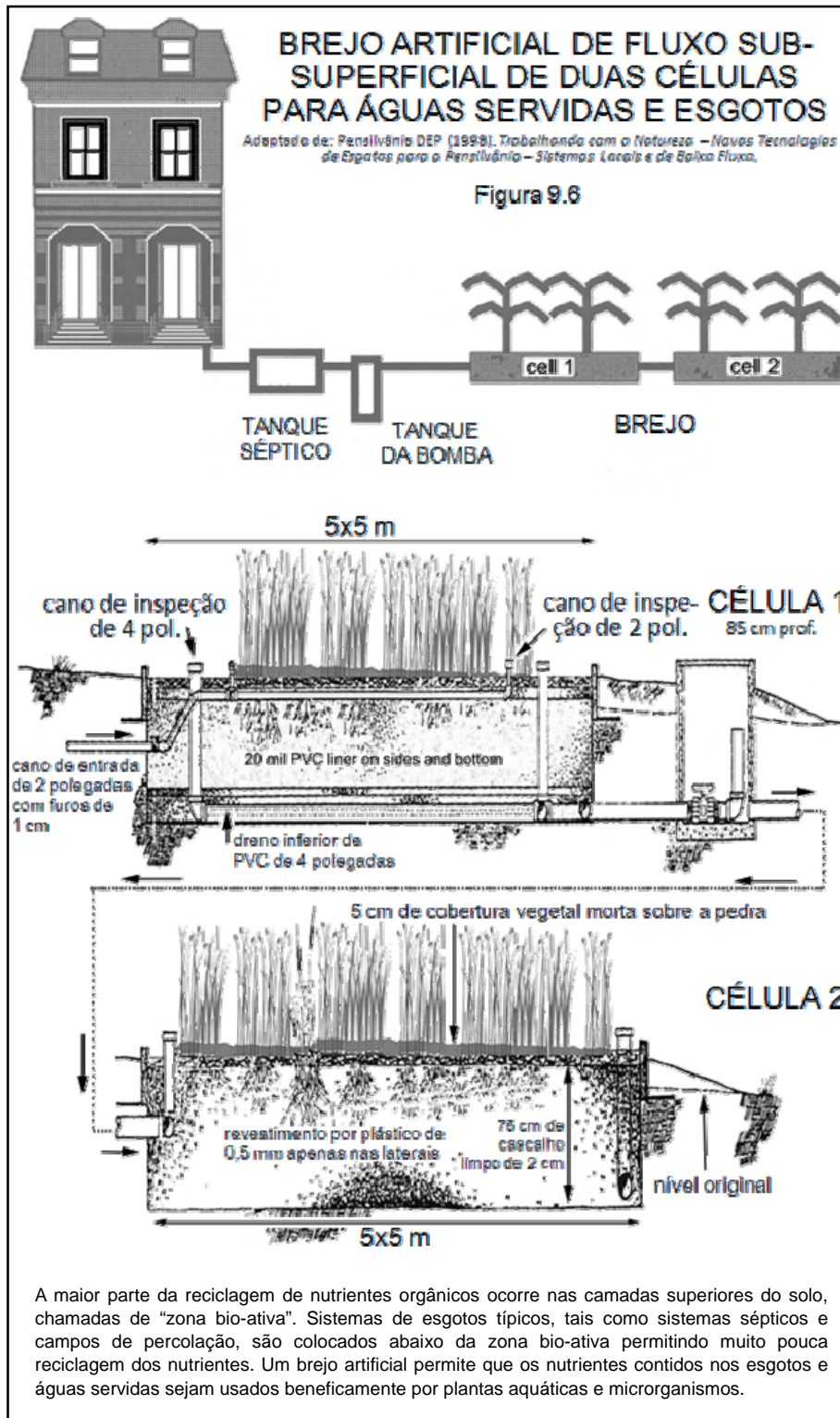
TAMANHOS APROXIMADOS DE BREJOS ARTIFICIAIS DE CÉLULA ÚNICA COM CAMPOS DE ABSORÇÃO PARA UMA CASA

Quartos	Tamanho da célula do brejo	Comprimento do campo lateral de drenagem
1	11 m ²	30 metros
2	22 m ²	46 metros
3	33 m ²	61 metros
4	44 m ²	92 metros

Fonte: Instruções do Estado do Kentucky, conforme indicadas em ASPI Série Técnica TP-30, *Brejos Artificiais*.

Revestimentos podem ser feitos de polietileno, PVC, argila ou outros materiais impermeáveis. Cascalho lavado de tamanho uniforme pode ser usado como preenchimento. Areia pode ser útil como isolador para proteger o revestimento contra o cascalho. A cobertura de solo é opcional; plantas podem ir diretamente sobre o cascalho. Matéria vegetal morta deve ser suficientemente grossa para permanecer sobre o cascalho. Canos de inter-conexão devem ser de 2 a 4 polegadas. As perfurações nos canos de entrada e saída têm 1 a 2 cm de diâmetro (dependendo do diâmetro do cano).





relação a brejos de superfície aberta e são mais comumente usados em propriedades particulares. Ao se manter a água abaixo da superfície do cascalho, há menos chance de escape de odores, menos contato humano, menos chance de criação de mosquitos, e "tratamento" mais rápido da água devido a maior exposição às superfícies do cascalho habitadas por microrganismos e raízes de plantas. A água sub-superficial também tem menos tendência a congelamento em climas frios.

Brejos artificiais geralmente consistem de uma ou mais camadas revestidas, ou células. O meio de cascalho nas células deve ser tão uniforme em tamanho quanto possível e deve consistir de cascalhos de tamanho pequeno a médio ou pedras, formando uma camada de 30 cm a 1 m de profundidade. Uma camada de areia pode ser usada ou no topo ou fundo do meio de cascalho, ou uma camada de matéria vegetal morta e solo pode ser aplicada por cima do cascalho. Em alguns casos, só o cascalho será usado e nada de areia, matéria vegetal morta ou solo. As laterais do brejo têm bordas elevadas para prevenir o escoamento de água da chuva para dentro do brejo, e o fundo pode ter um declive suave para auxiliar no fluxo da água servida pelo sistema. Um brejo artificial para uma casa, uma vez estabelecido, requer alguma manutenção, principalmente a colheita anual das plantas, que podem ser compostadas.

De qualquer modo, as raízes de plantas aquáticas se espalharão pelo cascalho conforme as plantas crescem. As espécies vegetais mais comuns usadas em brejos artificiais são as taboas, juncos, lírios-do-brejo, taioba e inhame. A água servida é filtrada através do cascalho, assim mantendo o ambiente de crescimento molhado, e pedaços de material orgânico da água servida ficam aprisionados no meio filtrante. Tempos de retenção típicos para águas servidas em sistemas de brejos de fluxo sub-superficial variam de dois a seis dias. Durante esse tempo, o material orgânico é degradado e utilizado pelos microrganismos que vivem no meio e nas raízes das plantas. Uma vasta gama de materiais orgânicos também podem ser absorvidos diretamente pelas próprias plantas.

Bactérias, tanto aeróbicas como anaeróbicas, estão entre os microrganismos mais abundantes em brejos e assume-se que elas realizem a maior parte do tratamento da água. Microrganismos e plantas parecem trabalhar juntos simbioticamente em brejos artificiais já que a população de microrganismos é muito maior nas áreas das raízes das plantas que apenas no cascalho. Materiais orgânicos dissolvidos são absorvidos pelas raízes das plantas, enquanto oxigênio e nutrientes são fornecidos aos microrganismos aquáticos através do mesmo sistema radicular.¹⁸

Há relatos de microrganismos aquáticos metabolizando uma grande variedade de contaminantes orgânicos em águas servidas, incluindo benzeno, naftaleno, tolueno, aromáticos clorados, hidrocarbonetos de petróleo e pesticidas. Plantas aquáticas podem absorver e às vezes

metabolizar contaminantes da água como inseticidas e benzeno. O aguapé, por exemplo, pode remover fenóis, algas, coliformes fecais, partículas suspensas e metais pesados incluindo chumbo, mercúrio, prata, níquel, cobalto e cádmio de águas contaminadas. Na ausência de metais pesados ou toxinas, aguapés podem ser colhidos como um alimento alto em proteína para animais. Eles também podem ser colhidos para produção de metano. Brejos baseados em junco podem remover uma ampla gama de poluentes orgânicos tóxicos.¹⁹ Lentilhas d'água também removem contaminantes orgânicos e inorgânicos da água, especialmente nitrogênio e fósforo.²⁰

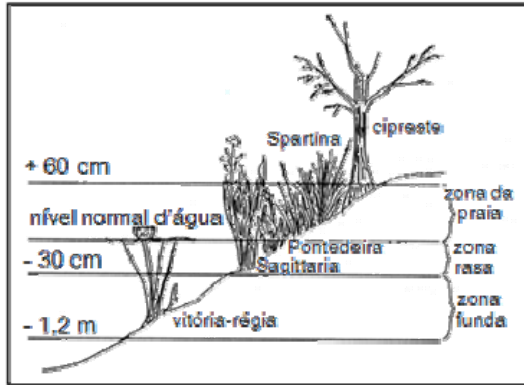
Quando a temperatura do ar cai abaixo de certo ponto durante os meses de inverno em climas frios, as plantas de brejos morrerão e a atividade microbiana será reduzida a um mínimo. Portanto, brejos artificiais não oferecerão o mesmo nível de tratamento de água por todo o ano. Sistemas de brejos artificiais constituem uma abordagem relativamente nova para a purificação de água, e os efeitos de variáveis como flutuações na temperatura ainda não são completamente conhecidos. Ainda assim, há relatos que brejos continuam exercendo muitas funções de tratamento eficientemente no inverno. Uma fonte relata que as taxas de remoção de muitos contaminantes não são afetadas pela temperatura da água, acrescentando, "*Os dois primeiros anos de operação de um sistema na Noruega mostraram um desempenho no inverno quase no mesmo nível que no verão.*" Algumas técnicas já foram desenvolvidas para isolar sistemas de brejos durante os meses mais frios. Por exemplo, no Canadá, os níveis d'água em brejos foram aumentados durante períodos congelantes, e então abaixados após uma camada de gelo haver-se formado. As taboas mantiveram o gelo em posição, criando um espaço de ar sobre a água. Neve acumulou-se sobre o gelo, contribuindo para o isolamento térmico da água abaixo.²¹

Estima-se que 7,5 litros de brejo artificial sejam necessários para cada litro de água servida produzido por dia. Para uma casa comum de um quarto, isso equivale a um sistema de 11 m², com 30 cm de profundidade. Algumas situações de brejos artificiais podem não ter água de drenagem suficiente da casa para manter o sistema suficientemente úmido. Neste caso, água extra pode ser adicionada, utilizando-se água da chuva ou outras fontes.

PLANTAS DE BREJO

Plantas aquáticas usadas em sistemas de brejos artificiais podem ser divididas em dois grupos gerais: microscópicas e macroscópicas. A maioria das plantas microscópicas são algas, que podem ser unicelulares (como *Chlorella* ou *Euglena*) ou filamentosas (como *Spirulina* ou *Spyrogyra*).

Figura 9.7: PLANTAS AQUÁTICAS

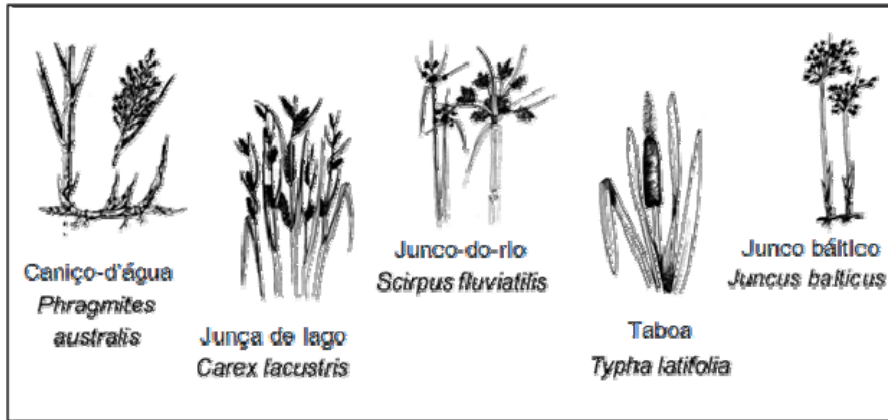


BREJOS ARTIFICIAIS REQUEREM QUATRO COMPONENTES PARA BOM FUNCIONAMENTO

- 1) Um substrato (como cascalho)
- 2) Plantas aquáticas
- 3) Água
- 4) Microrganismos de ocorrência natural (tanto aeróbicos como anaeróbicos).

Dois ou mais anos podem ser necessários até que as plantas estabeleçam-se completamente.

Fontes: Universidade da Flórida, Instituto de Ciências Agrícolas e dos Alimentos. Circular 912, *Paisagismo aquático: Plantio e Manutenção*. e National Small Flows Clearinghouse, Pipeline, verão de 1998, Vol. 9, nº 3: *Brejos Artificiais, Uma Alternativa Natural de Tratamento*.



Plantas para brejos artificiais podem ser compradas em floristas e lojas especializadas. Porém, a Natureza pode ter um papel decisivo na escolha das plantas que vingarão no seu sistema.

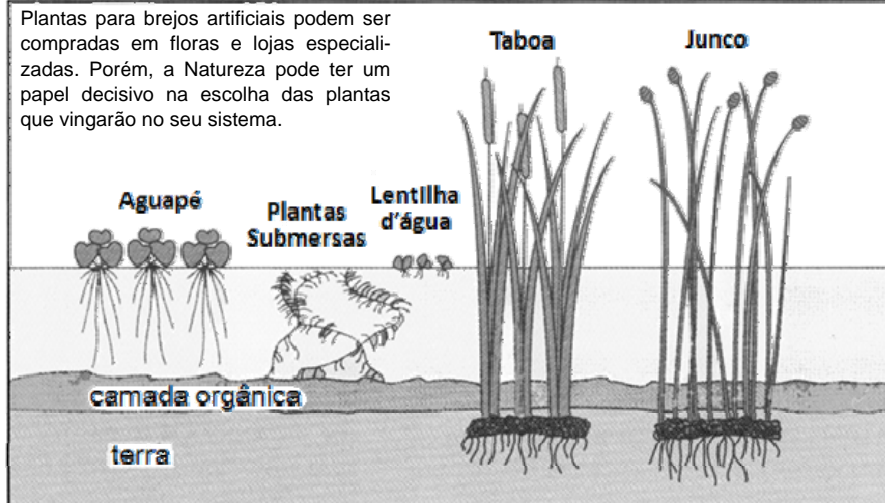


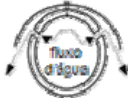
Figura 9.8 SISTEMA SIMPLES DE ÁGUAS SERVIDAS: IRRIGAÇÃO RASA PARA BACIAS DE PLANTIO



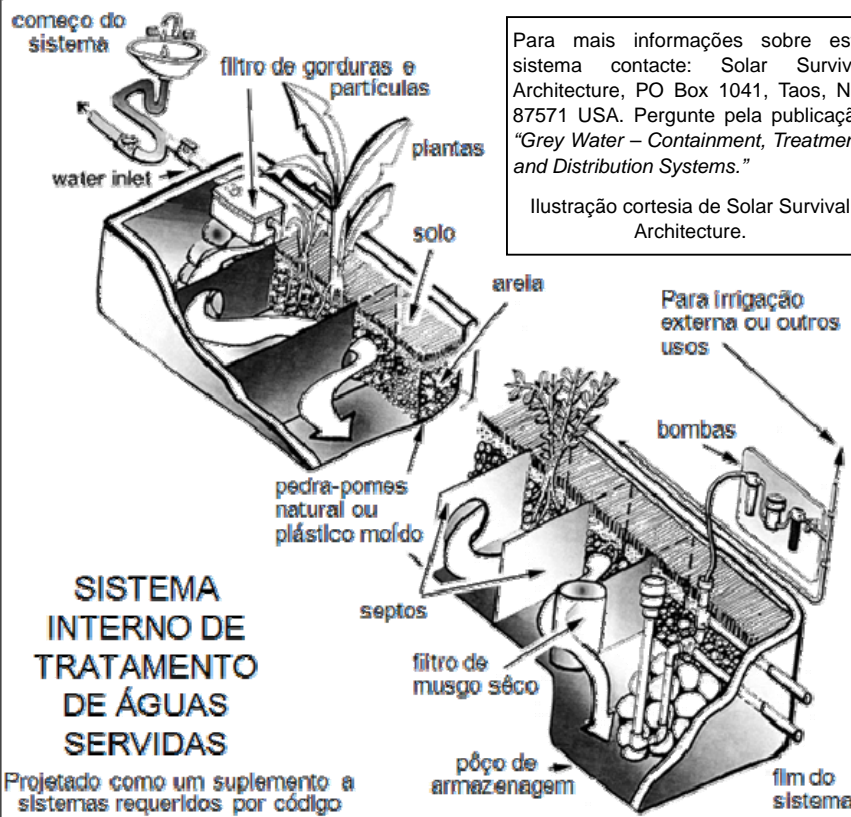
Um tambor de 200 litros é mostrado acima coletando a água de uma máquina de lavar ou ralos da pia. O tambor pode ser instalado num porão e bombeado para as bacias de plantio ao redor das árvores. A mangueira é perfurada somente ao redor das árvores, onde fica enterrada em uma trincheira rasa sob grossa cobertura vegetal morta. Toda a extensão da mangueira pode ser enterrada.



Plantas que gostam de acidez, tais como o rododendro, azaléia, samambaias, gardênia, begônias, hibiscos, violetas e outras não devem ser usadas em sistemas de irrigação por águas servidas.

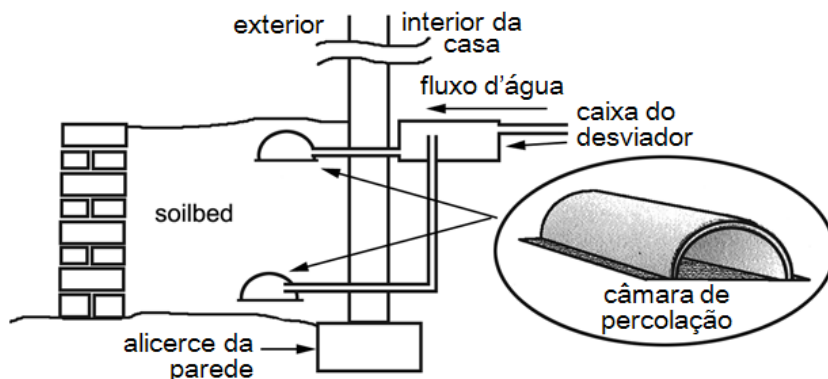


Quando água sob pressão é usada para irrigação subsuperficial, um sistema de manga sobre a mangueira de irrigação, mostrado à esquerda, previne a erosão do solo na área ao redor da mangueira. A manga também previne entupimento da mangueira de irrigação por insetos e raízes. Para mais informações, contacte Carl Lindstrom: www.greywater.com.



DESVIADOR AUTOMÁTICO DE ÁGUA PARA CAMA DE SOLO EXTERNA Para Climas Sujeitos a Congelação

Figura 9.9

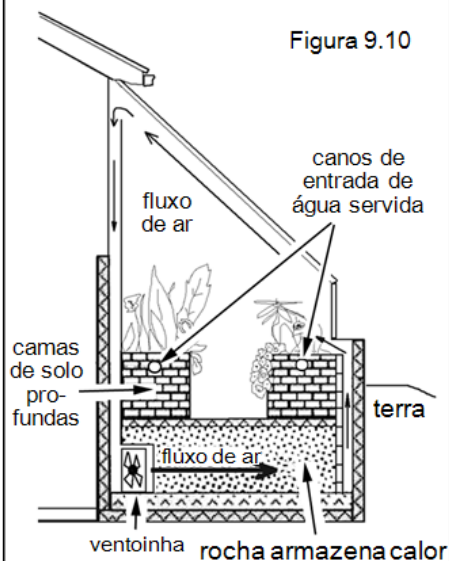


Um cano de PVC de 6 polegadas, cortado ao meio longitudinalmente e posto sobre uma tela de plástico para evitar que afunde na terra, cria uma câmara de percolação eficiente em camadas de solo. Quando a câmara de percolação de cima congelar, a água é automaticamente desviada para a câmara de baixo.

Fonte: Carl Lindstrom, www.greywater.com

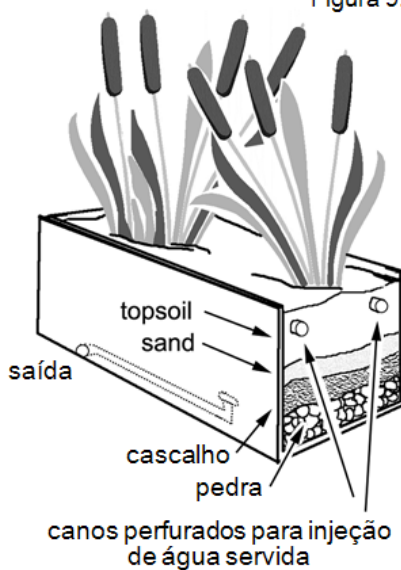
ESTUFA ACOPLADA COM CAMAS DE SOLO PARA FILTRAGEM DE ÁGUA SERVIDA

Figura 9.10



SISTEMA SIMPLES DE FILTRO DE ÁGUA SERVIDA POR CAIXA DE SOLO

Figura 9.11



Plantas macroscópicas (maiores) podem crescer sob a água (submersas) ou sobre a água (emergentes). Algumas crescem parcialmente submersas e algumas parcialmente emersas. Alguns exemplos de plantas aquáticas macroscópicas são juncos, aguapés e lentilhas d'água (veja Figura 9.7). Plantas submersas podem remover nutrientes da água servida, mas são mais apropriadas em águas onde há bastante oxigênio. Água com um alto teor de matéria orgânica tende a ser pobre em oxigênio devido à intensa atividade microbiana.

Exemplos de plantas flutuantes são lentilhas d'água e aguapés. Lentilhas d'água podem absorver grandes quantidades de nutrientes. Pequenas lagoas que são sobrecarregadas com nutrientes tais como os efluentes superficiais de uma fazenda contendo fertilizantes podem muitas vezes ficar sufocadas com lentilhas d'água, parecendo com um tapete verde na superfície da lagoa. Em uma lagoa de um hectare, lentilhas d'água podem absorver o nitrogênio, fósforo e potássio das excreções de 207 vacas leiteiras. As lentilhas d'água podem ser colhidas, secas e usadas de volta na alimentação de gado como um suplemento rico em proteínas. Animais podem até mesmo comer as plantas diretamente de uma lagoa.²²

Algas trabalham em parceria com bactérias em sistemas aquáticos. Bactérias degradam compostos nitrogenados complexos e disponibilizam o nitrogênio às algas. Bactérias também produzem dióxido de carbono que é utilizado pelas algas.²³

CAIXAS DE TERRA OU CAMAS DE SOLO

Uma caixa de terra é uma caixa projetada para permitir a filtração de água servida através de si, o mesmo tempo em que funciona como um vaso para plantas (Figura 9.11). Tais caixas têm sido usadas desde os anos 70. Como a caixa deve ser bem drenada, ela primeiro tem seu fundo revestido com rochas, cascalho, ou outro material de drenagem. Então, cobre-se com uma tela, e uma camada de areia grossa é adicionada, seguida de uma areia mais fina; cerca de meio metro de solo é adicionado para finalizar. Caixas de solo podem ser postas dentro ou fora de ambientes, tanto numa estufa, ou como parte de um sistema de horticultura de cama elevada.²⁴

Caixas de terra situadas em estufas internas são ilustradas nas Figuras 9.8 e 9.10. Uma caixa de terra externa é ilustrada na Figura 9.9.

PEEPERS

Um riacho ácido sufocado com algas longas e pegajosas corre atrás de minha casa, vindo de uma mina de carvão abandonada. Eu introduzi filhotes de pato à água sufocada de algas e descobri, por acidente, que as algas desapareciam quando havia patos nadando ali. Se os patos estavam comendo as algas, ou apenas quebrando-as com os pés enquanto nadavam, eu não sei. De qualquer forma, a água mudou de feia para bonita, quase de um dia para o outro, pela simples adição de mais uma forma de vida ao sistema de brejo. Isso indicou para mim que profundas mudanças poderiam ocorrer em sistemas ecológicos com adequado – mesmo que por acidente – manejo. Infelizmente, sistemas de brejos artificiais ainda são uma coisa recente e não há um monte de informação concreta sobre eles que seja aplicável a residências particulares. Portanto, eu me vi forçado, como de costume, a fazer experimentos.

Eu construí uma lagoa revestida de argila próximo à minha casa, mais ou menos do tamanho de uma piscina grande, e então desviei parte da água ácida da mina para encher a lagoa. Eu direcionei minha água servida para dentro desse sistema de tratamento de "lagoa modificada" através de um cano de 6 polegadas de diâmetro com uma saída descarregando a água servida abaixo da superfície da água da lagoa. Instalei um cano de descarga grande assumindo que ele agiria como uma câmara de pré-digestão onde matéria orgânica poderia acumular-se e ser degradada por bactérias anaeróbicas a caminho da lagoa, como um mini-tanque séptico. Eu adicionei bactérias de tanque séptico ao sistema anualmente, jogando-as pelos drenos da casa.

Tenha em mente que nós usamos um banheiro compostável e compostamos todos os outros materiais orgânicos. O que desce pelos canos da casa é água de banho, das pias, e lavagem de roupas. Nós usamos sabões biodegradáveis, mas não usamos trituradores de lixo acoplados à pia. Pesquisa científica mostra que tal *água servida separada na fonte* tem qualidade igual ou melhor que efluentes de esgotos municipais *após tratamento*. Em outras palavras, água servida separada na fonte é teoricamente mais limpa para o ambiente que o que é descarregado das estações de tratamento de esgotos.²⁵

Eu assumi que a pequena quantidade de matéria orgânica que entrava na lagoa pelo dreno da água servida seria consumida pelos organismos na água, assim ajudando a remediar biologicamente a tão prejudicada água ácida da mina. O material orgânico sedimenta-se no fundo da lagoa, que tem cerca de 1,5 m de profundidade no ponto mais fundo, sendo portanto retida no sistema indefinidamente. Eu também revesti o fundo da lagoa com calcário para ajudar a neutralizar a acidez da água do

riacho.

Os patos, lógico, amaram a nova lagoa. Eles ainda passam incontáveis horas enfiando suas cabeças na água, procurando coisas para comer no fundo da lagoa. Nossa casa fica situada entre nossa horta e a lagoa, e a água é claramente visível da janela em frente à pia da cozinha, bem como da sala de jantar no lado leste da casa, enquanto a horta é visível das janelas do lado oeste. Logo após eu ter construído a lagoa, minha família estava trabalhando em nossa horta. Logo ouvimos o som alto de gansos canadenses no céu, e assistimos a um casal deles descendo através das árvores e amerissando em nossa nova, pequena lagoa. Isso foi bem excitante, já que percebemos que agora tínhamos um lugar para aves aquáticas selvagens, um prêmio que ainda não havíamos antecipado. Continuamos trabalhando na horta, e ficamos surpresos em ver os gansos saírem da lagoa e andarem por trás de nossa casa em direção à horta onde estávamos ocupados cavando. Continuamos a trabalhar, e eles continuaram a andar em nossa direção, até que passaram por nós através do quintal e prosseguiram até o fundo da horta. Quando eles chegaram ao pomar, viraram-se e marcharam bem em nossa frente de novo, a caminho da lagoa. Para nós, esta foi uma iniciação para nossa pequena lagoa, um modo da natureza nos dizer que havíamos contribuído com algo positivo para o ambiente.

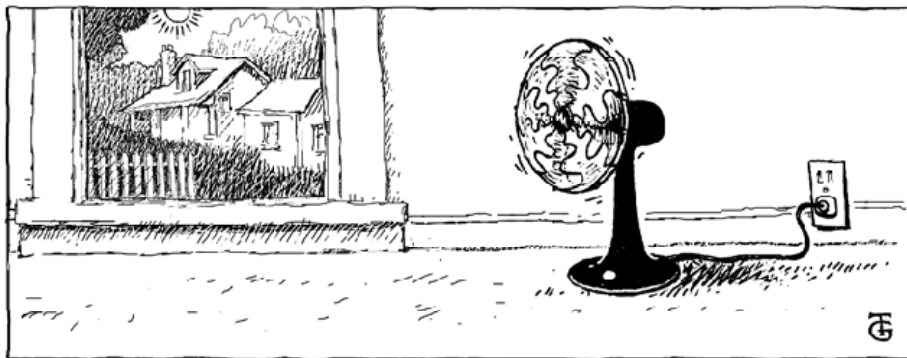
Claro, não foram apenas os gansos canadenses. Logo, uma grande garça azul chegou à lagoa, inspecionando suas margens rasas com suas longas pernas. Ela foi avistada por uma das crianças durante o café da manhã, a meros 15 metros da janela da sala. Então, um par de patos selvagens coloridos passaram uma tarde brincando na água. Foi aí que eu notei que aqueles patos selvagens conseguiam empoleirar em um galho de árvore com se fossem passarinhos. Mais tarde, eu contei 40 gansos canadenses na pequena lagoa. Eles cobriram sua superfície como um tapete de penas, depois saindo todos repentinamente em um grande alvoroço de asas.

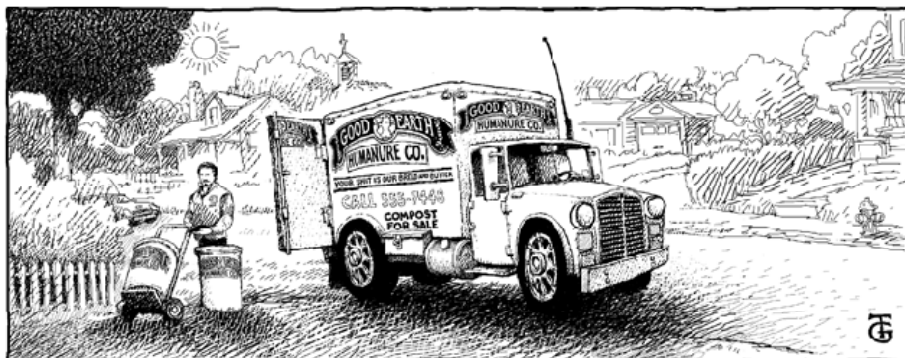
Nós ainda criamos alguns patos para controle de algas, para produção de ovos e ocasionalmente carne de pato. Certa vez começamos a criar alguns patos-reais, só para descobrir que eles voam embora quando atingem a maturidade. Uma das fêmeas se machucou de alguma forma, ficando manca. As crianças gostavam muito dela, e cuidavam dela. Então um dia, ela simplesmente desapareceu. Nós pensamos que algum predador a havia matado, e nunca esperamos vê-la de novo. Para a alegria das crianças, na primavera seguinte um par de patos-reais desceu à nossa pequena lagoa. Nós os assistimos enquanto nadavam pela lagoa por um tempo, até que a fêmea saiu da água e andou em nossa direção. Ou, melhor dizendo, "mancou" em nossa direção. Nossa patinha-real manca havia voado para longe no inverno apenas para voltar na primavera com um lindo

namorado! Nossa lagoa de águas servidas era o ponto de referência para sua migração.

Phoebe, minha filha mais nova, ganhou um ganso canadense para criar. O pequeno filhotinho não devia ter mais do que um ou dois dias de idade quando foi descoberto por um dos vizinhos andando perdido ao longo de uma estrada. Phoebe deu-lhe o nome de "Peepers", e em todo lugar que ela ia, o Peepers a seguia. Os dois passaram muitos dias na lagoa de água servida – Peepers brincava na lagoa, espalhando água pra todo lado, enquanto Phoebe sentava-se à margem, observando. Logo Peepers tornou-se um ganso crescido e a todo lugar que Peepers fosse, grandes pilhas de estrume de ganso ficavam. A situação ficou tão difícil para o papai que ele mudou o nome de Peepers para "Poopers" (cagãozinho). Um dia, quando não havia ninguém mais em casa, o papai levou Poopers para um passeio a um lago distante. Somente o papai voltou para casa. Phoebe ficou com o coração partido.

Na primavera seguinte, um par de gansos canadenses mais uma vez voava buzinando acima de nossa casa. Mas dessa vez, apenas a fêmea desceu à nossa pequena lagoa. Ao ouvir o canto familiar, Phoebe foi correndo à lagoa, gritando "Peepers! Peepers!" Peepers havia voltado para dizer olá à Phoebe! Como eu sabia que era o Peepers? Eu não sabia. Mas de alguma forma, Phoebe sabia. Ela ficou às margens da lagoa por um bom tempo, conversando com o majestoso ganso; e ele, por sua vez, no banco da lagoa, falava de volta com ela. Foi uma conversa do tipo que raramente se presencia. Finalmente, Peepers voou, e desta vez, Phoebe estava feliz.





O FIM ESTÁ PRÓXIMO

Senhoras e senhores, permitam que eu lhes apresente um novo e revolucionário recurso literário chamado de *auto-entrevista!* (ouvem-se aplausos de fundo; alguém exaltado assovia). Hoje, entrevistarei a mim mesmo. De fato, aqui estou eu agora. (eu mesmo chego).

Eu: Bom dia, senhor. Nós já não nos encontramos antes?

Eu mesmo: Corta essa! Hoje eu não estou com paciência para esse tipo de conversa furada. Você me vê toda vez que olha no espelho, o que não acontece muito freqüentemente, graças a Deus. O que diabos te levaria a entrevistar a você mesmo?

E: Se eu não entrevistar, quem vai?

EM: Aí você tem razão. De fato, esse pode ser um assunto a se pensar.

E: Bom, não vamos nos desviar do assunto. O tópico de discussão hoje é uma substância bem conhecida de todos nós. Vamos entrar de cabeça?

EM: Que diabos você quer dizer?

E: Vou te dar uma dica. Às vezes essa coisa aparece com milho ou amendoim por cima.

EM: Elefantes?

E: Quase isso. Bom, pra falar a verdade, não chegou nem perto. Vamos falar sobre humanure.

EM: Você me tirou de casa e me trouxe até aqui em frente a essas pessoas para falar de MERDA?!

E: Você escreveu um livro sobre isso, não escreveu?

EM: E daí? Ah, vai; tá bom. Vamos logo com isso. Eu já estou cansado do seu teatro.

E: Bom, para começar, você realmente espera que alguém leve o Manual Humanure a sério?

EM: E por que não o levariam a sério?

E: Porque ninguém liga a mínima pra excrementos humanos. A última coisa em que qualquer pessoa quer pensar é bosta, especialmente a própria. Você não acha que levantando esse tipo de assunto você está se arriscando?

EM: Você quer dizer constipação em massa? Acho que não. Eu não vou prejudicar o negócio de nenhum fabricante de privadas. Estimo que apenas uma pessoa em um milhão tem qualquer interesse no tópico de recuperação de recursos em relação a excrementos humanos. Ninguém pensa em estrume humano como um recurso; o conceito é simplesmente muito bizarro.

E: Então, qual é o sentido nisso tudo?

EM: O sentido é que preconceitos culturais arraigados e fobias têm que ser desafiados de vez em quando por alguém, qualquer pessoa, ou eles nunca mudarão. Fecofobia é um medo profundamente arraigado na mente americana, e talvez até na mente *humana*. Mas você não pode correr das coisas de que tem medo, ou elas apenas aparecerão em outro lugar quando você menos esperar. Nós temos adotado a prática de defecar em nossa própria água de bebida e então levá-la para outro lugar para que outra pessoa cuide disso. Por isso agora estamos vendo nossos recursos de água potável desaparecendo e tornando-se cada vez mais contaminados. Uma coisa é consequência da outra.

E: Ah, vê lá. Eu bebo água todos os dias e ela nunca é contaminada. Nós americanos provavelmente temos o mais abundante suprimento de água potável segura do mundo.

EM: Sim e não. Verdade que sua água pode não apresentar contaminação fecal, significando bactérias intestinais na água. Mas ao invés disso, quanto cloro você está bebendo? Então há a poluição da água por esgotos em geral, tal como a poluição da água das praias. Mas eu não quero entrar nessa discussão toda de novo. Eu já discuti poluição por dejetos humanos no Capítulo Dois.

E: Então você admite que os suprimentos de água potável nos Estados Unidos são bem seguros?

EM: Em relação a microrganismos causadores de doenças, geralmente sim, eles são. Embora nós defequemos em nossa água, fazemos grandes manobras e incorremos em grandes gastos para lidar com os poluentes. Os aditivos químicos em nossa água, tais como cloro, por outro lado, não são bons de se beber. E não vamos nos esquecer que suprimentos de água potável estão diminuindo por todo o mundo, lençóis freáticos estão-se rebaixando, o consumo de água está aumentando, sem dar sinais de estabilização. Parece uma boa razão para não poluirmos água com nossos

movimentos intestinais diários. Ainda assim, isso é apenas a *metade* da equação.

E: O que você quer dizer?

EM: Bom, ainda estamos jogando fora os recursos agrícolas que os excrementos humanos poderiam nos suprir. Não estamos mantendo o ciclo de nutrientes humano. Ao lançarmos esgotos ao mar, estamos essencialmente lançando grãos ao mar. Ao queimarmos sedimento de esgotos, estamos queimando uma fonte de alimentos. Esta é uma prática que não vai mudar da noite para o dia, mas começará a mudar se começarmos a reconhecer o problema agora.

E: Então, o que você está dizendo? Você pensa que todos deveriam cagar num balde de 25 litros?

EM: Deus me livre. Assim você *iria* ver constipação em massa!

E: Bom, então, eu não entendo. O que você quer afinal?

EM: Não estou sugerindo que nós tenhamos uma mudança cultural em massa nos hábitos de defecação. Estou sugerindo que, para começo, precisamos mudar a forma como vemos e *entendemos* nossos hábitos. A maioria das pessoas nunca ouviu falar de algo como um ciclo de nutrientes. Muita gente nem sequer sabe o que é compostagem. Reciclar humanure simplesmente é algo em que as pessoas não pensam. Estou simplesmente sugerindo que comecemos a considerar novas abordagens ao velho problema do que fazer com os excrementos humanos. Também precisamos começar a pensar um pouco mais sobre como vivemos neste planeta, porque nossa sobrevivência como espécie depende de nosso relacionamento com a Terra.

E: Isso seria um começo, mas isso é provavelmente tudo o que veremos em nossas vidas, você não acha? Algumas pessoas, como você por exemplo, pensarão sobre essas coisas, talvez escreverão sobre isso, talvez até defendam essas idéias. Muita gente, por outro lado, preferiria ter um saco de salgadinhos em uma mão, uma cerveja na outra, e uma TV na sua frente.

EM: Não tenha tanta certeza. As coisas estão mudando. Há mais que um punhado de pessoas que desligarão suas TVs e procurarão modos de se fazer um mundo melhor. Minha previsão é que os banheiros compostáveis, por exemplo, e sistemas sanitários continuarão a ser projetados e re-pensados em nossas vidas. Um dia, casas ou comunidades inteiras utilizarão sistemas de banheiros compostáveis. Algumas cidades eventualmente instalarão banheiros compostáveis em todas as casas novas.

E: Você acha? Como seria isso?

EM: Bom, cada casa teria um reservatório removível feito de plástico reciclado que agiria como um aparato de coleta de material do banheiro e também outros materiais orgânicos.

E: E qual seria o tamanho desse receptáculo?

EM: Você precisaria de uma capacidade de cerca de 25 litros por pessoa por semana. Um reservatório do tamanho de um tambor de 200 litros

se encheria em cerca de duas semanas para uma família mediana. Cada casa depositaria todo seu material orgânico exceto água servida dentro desse reservatório, incluindo talvez restos de jardinagem. A prefeitura forneceria um material de cobertura para prevenção de odores, consistindo de folhas moídas, serragem podre, ou jornal picado, empacotados para cada casa, e possivelmente haverá sistemas automáticos de adição do material de cobertura às privadas após cada uso. *Isso eliminaria a produção de todo o lixo orgânico e todo o esgoto*, já que todo esse material seria coletado sem uso de água e compostado em instalações da prefeitura.

E: Quem faria a coleta?

EM: A prefeitura ou empresas contratadas retirariam o reservatório de composto diretamente das casas, regularmente. Um reservatório vazio substituiria o cheio. Isso já está sendo feito em toda a província da Nova Escócia, no Canadá, e em áreas da Europa onde materiais orgânicos da cozinha são coletados e compostados.

Quando material de banheiro for adicionado ao sistema de coleta, seu estrume, urina e lixo, misturados com folhas de árvores moídas e outros resíduos orgânicos ou agrícolas, serão coletados regularmente, da mesma forma que o lixo é coletado hoje. Exceto que o destino não seria um lixão, e sim um centro de compostagem onde o material orgânico seria convertido, pela compostagem termofílica, em um recurso agrícola e vendido a fazendeiros, jardineiros, horticultores e paisagistas que os usariam para produção vegetal. O ciclo natural seria mantido, imensas quantidades de espaço nos lixões seriam poupadas, um recurso valioso seria recuperado, a poluição seria drasticamente reduzida, se não prevenida, e a fertilidade do solo seria melhorada, e, da mesma forma, nossa sobrevivência a longo prazo nesse planeta.

E: Não sei... quanto tempo levará até que as pessoas estejam prontas para isso?

EM: No Japão, hoje, um sistema similar está em uso, exceto que ao invés de remover o reservatório substituindo-o por um limpo, o caminhão que vem buscar o humanure o aspira de um tanque fixo. Como um caminhão limpa-fossa.

Tal sistema envolve um custo geral de cerca de um terço dos custos de sistemas de esgotos. Um estudo comparando o custo entre remoção manual de excrementos humanos e esgotos convencionais em Taiwan estima que os custos com a coleta manual são menos de um quinto do custo de esgotos tradicionais tratados com lagoas de oxigenação. Isso leva em consideração a pasteurização do humanure, bem como o valor de mercado do composto resultante.¹

E: Mas isso é no Extremo Oriente. Nós não fazemos coisas assim na América.

EM: Um dos exemplos de maior progresso que eu já vi foi na Nova

Escócia, no Canadá. Em 30 de novembro de 1998, a Nova Escócia proibiu a deposição de qualquer material orgânico nos aterros. A província fornece recipientes gratuitamente para cada casa para que depositem seus restos de comida. Então, quando uma casca de banana ou milho de pipoca queimado é lançado no lixo, ele vai para o *carrinho verde* junto com cascas de ovos, borras de café, e até caixas de cereais, caixinhas de leite, etc. Então, a cada duas semanas, um caminhão vem, da mesma forma que um caminhão de lixo comum que estamos acostumados a ver, e coleta todo o material orgânico. Dali, ele vai a um dos muitos centros de compostagem onde o material passa por um moedor e é lançado dentro de uma enorme composteira. Dentro de 24 a 48 horas, os microrganismos termofílicos no lixo elevaram a temperatura da massa orgânica a 60-70°C. E é um processo totalmente natural.

A Holanda foi um dos primeiros países a tornar obrigatória a separação na fonte em larga escala de material orgânico para compostagem, tendo feito isso desde 1994; em pelo menos cinco países europeus, tal separação é comum.² Desde 1993, na Alemanha, por exemplo, material descartado (“lixo”) deve conter menos de 5% de matéria orgânica, caso contrário terá que ser reciclado, principalmente por compostagem.³ Na Inglaterra e País de Gales, estabeleceu-se o objetivo de compostar um milhão de toneladas de material orgânico doméstico no ano 2000.⁴

E: Mas esses não são banheiros.

EM: Você não vê? Isso está a apenas um pequeno passo da coleta e compostagem de materiais de banheiro também. Banheiros serão reprojatados como aparatos de *coleta*, e não de *descarte*. Nós desenvolvemos a arte, ciência e tecnologia da compostagem o suficiente para sermos capazes de reciclar construtivamente nossos próprios excrementos em grande escala.

E: Então, por que não o fazemos?

EM: Porque para a maioria das pessoas envolvidas em compostagem, humanure não existe. Não aparece nem na tela de um radar. Estrume humano é visto com o um *resíduo*, algo que deve ser descartado, não reciclado. Quando eu visitei operações de compostagem na Nova Escócia, um educador em compostagem me disse que havia 275.000 toneladas de estrumes animais produzidos anualmente em seu distrito, que eram adequados para a compostagem. Ele não incluiu estrume humano em suas contas. Para ele, humanos não são animais e não produzem estrume.

Para te dar um exemplo de como os americanos não fazem idéia sobre a compostagem de humanure, deixa eu te contar uma estória sobre alguns missionários na América Central.

E: Missionários?

EM: Sim, missionários. Um grupo de missionários estava visitando um grupo indígena em El Salvador e ficaram aterrorizados pela falta de

saneamento. Não havia banheiros equipados com descarga em lugar algum. Os banheiros disponíveis eram latrinas de fossa seca toscas, fétidas, infestadas de moscas. Quando o grupo voltou aos Estados Unidos, eles estavam muito preocupados com o problema dos banheiros que haviam visto e decidiram que deveriam ajudar. Mas eles não sabiam o que fazer. Então, eles mandaram uma dúzia de banheiros portáteis para lá, a altos custos.

E: Banheiros portáteis?

EM: Sim, você sabe, aquelas casinhas grandes de plástico que você vê em locais de obras, festivais musicais, etc. Aquelas que cheiram muito mal, e têm aquele líquido azul, entupido de trôços de merda e papel higiênico.

E: Ah, sim.

EM: Bom, a vila em El Salvador recebeu os banheiros portáteis e as pessoas ali os instalaram. Eles até os usaram – até que se encheram. No ano seguinte, os missionários visitaram a vila de novo para ver como os seus banheiros novos estavam funcionando.

E: E como estavam?

EM: Que nada. Os banheiros haviam enchido e os moradores da vila pararam de usá-los. Eles voltaram para as latrinas de fossa seca. Eles tinham uma dúzia de banheiros portáteis colocados ali, cheios até a boca com merda e mijo, fedendo até os céus, e um inferno de moscas. Os missionários não tinham pensado no que fazer com os banheiros quando enchessem. Nos Estados Unidos, eles são sugados por uma bomba e os conteúdos são levados a uma estação de esgotos. Em El Salvador, eles foram simplesmente abandonados.

E: E qual é a conclusão?

EM: A conclusão é que nós não fazemos a menor idéia sobre como reciclar construtivamente o humanure. A maioria das pessoas nos Estados Unidos nunca nem pensaram sobre isso, e muito menos fizeram qualquer coisa. Se os missionários soubessem sobre a compostagem, eles poderiam ter sido capazes de ajudar as pessoas desfavorecidas na América Central de um modo sensato e sustentável. Mas eles não tinham a menor idéia que estrume humano é tão reciclável como estrume de vaca.

E: Deixe-me ver se entendi. Agora você está dizendo que gente é a mesma coisa que vacas?

EM: Bom, todos os animais defecam. Muitos ocidentais simplesmente não admitem isso. Mas estamos começando a fazê-lo. Nós americanos temos um longo caminho pela frente. O maior obstáculo é entender e aceitar humanure e outros materiais orgânicos como recursos materiais, ao invés de resíduos. Temos que parar de pensar nos excrementos humanos e restos orgânicos como lixo. Quando conseguirmos isso, então pararemos de defecar em nossa própria água potável e pararemos de mandar lixo para os aterros.

É fundamental que mantenhamos os excrementos separados da água. Enquanto continuarmos defecando na água, continuaremos com um problema sem solução. A solução é parar de estragar a água, e não encontrar novas formas de se limpar a água. Não use água como um veículo para transportar excrementos humanos ou outros resíduos. Humanure deve ser coletado e compostado junto com outros materiais orgânicos sólidos (e líquidos) produzidos por seres humanos. Não seremos capazes de fazer isso enquanto insistirmos em defecar na água. Claro que nós podemos desidratar o sedimento de esgotos e compostá-lo. Porém, este é um processo complicado, caro e com grande necessidade de energia. Além disso, o sedimento pode ser contaminado com todo tipo de coisas ruins de nossos esgotos, que tornam-se concentradas no composto.⁵

E: A compostagem de sedimento de esgotos é ruim?

EM: Não. De fato, compostagem é provavelmente a melhor coisa que você pode fazer com o sedimento. É certamente um passo na direção certa. Há muitas operações de compostagem de sedimento ao redor do mundo, e quando ao sedimento é compostado, ele produz um aditivo de solo útil. Eu visitei instalações de compostagem de sedimento de esgotos na Nova Escócia, Pensilvânia, Ohio, e Montana, e o composto final de todos era bem impressionante.

E: Isso nunca vai acontecer (balançando a cabeça). Encare. Os americanos, ocidentais, nunca pararão de defecar na água. Eles não vão, como uma sociedade, compostar seu estrume. Isso não é realista. É contra nossa cultura. Somos uma sociedade de cachorros-quentes, gel de cabelo, etc., não compostagem de fezes, pelamordedeus. Nós não acreditamos em equilibrar ciclos de nutrientes humanos! Nós não damos a mínima. Compostagem não é chique e você não pode ficar rico fazendo composto. Então, por que se dar ao trabalho?

EM: Você está certo em um ponto – americanos nunca pararão de cagar. Mas não se precipite. Em 1988, só nos Estados Unidos havia 49 centros municipais de compostagem de sedimento de esgotos.⁶ Em 1997, havia mais de 200.⁷ A indústria da compostagem nos Estados Unidos cresceu de menos de 1.000 centros em 1988 para cerca de 3.800 em 2000, e esse número só vai aumentar.⁸

Em Duisberg, Alemanha, uma estação que funciona há décadas composta 100 toneladas de restos domésticos diariamente. Outra estação em Bad Kreuznach processa o dobro dessa quantidade. Muitas estações de compostagem européias compostam uma mistura de resíduos e sedimento de esgoto. Há pelo menos três estações de compostagem no Egito. Em Munique, um esquema estava sendo desenvolvido em 1990 para fornecer “biobaldes” a 40.000 casas, para a coleta de restos compostáveis.⁹

É apenas uma questão de tempo para que o conceito do biobalde seja desenvolvido para coletar também excrementos humanos. De fato,



Butler, Pensilvânia, Estados Unidos, estação de compostagem de sedimento de esgotos (acima).
Missoula, Montana, sedimento de esgoto, após compoatagem, é ensacado e vendido para jardinagem (abaixo).

Um operador de compostagem na Nova Escócia inspeciona a operação de compostagem de sedimento de esgotos (abaixo).

Todas as fotos do autor.



alguns banheiros compostáveis já são projetados para que o humanure possa ser levado para ser compostado em um local separado. Um dia, prefeituras assumirão a responsabilidade pela coleta e compostagem de todo material orgânico de populações urbanas e suburbanas, incluindo material do banheiro.

E: Tá bom...

EM: E agora você está revelando o principal obstáculo a uma sociedade sustentável: atitude pessoal. Tudo o que hoje consideramos partes normais de nossas vidas – sapatos, roupas, ferramentas, equipamentos eletrônicos, até papel higiênico, existe por uma única razão: porque alguém no passado se preocupou com o futuro. Você estaria correndo por aí pelado hoje, perseguindo coelhos com um pedaço de pau na mão se as pessoas no passado não tivessem feito as coisas melhores para nós no presente. Todos temos uma obrigação para com as futuras gerações. Isso é a evolução, e é isso que se necessita para a sobrevivência da espécie. Temos que pensar à frente. Temos que nos preocupar também por nossos descendentes, e não somente conosco. Isso significa que temos que entender que desperdício não é bom para nós, ou para as futuras gerações. Quando despejamos quantidades infindáveis de lixo no ambiente com a atitude que alguém no futuro pode lidar com isso, não estamos evoluindo, e sim jogando o problema para as próximas gerações.

E: O que você quer dizer com isso?

EM: É simples. Tá legal, você tem lixo. Você não joga o lixo “fora”. Não há “fora”. Ele tem que ir para algum lugar. Então você simplesmente separa o lixo em sua casa, facilitando a reciclagem do material. Quando é reciclado, não é desperdiçado. Um chimpanzé seria capaz de entender isso. É fácil de entender e fácil de fazer.

Um monte de composto que está sendo produzido em grandes estações de compostagem foi contaminado com coisas como pilhas e baterias, tampinhas de garrafa, tintas e metais pesados. Como resultado, boa parte desse composto não foi usado para fins agrícolas. Ao invés disso, foi usado para aterramento e outras aplicações não agrícolas, o que para mim é um absurdo. A forma de se manter porcarias fora do composto é valorizar material compostável o suficiente para coletá-lo separadamente de outros materiais. Um biobalde caseiro resolveria o problema. O biobalde poderia ser coletado regularmente, esvaziado, seus conteúdos compostados, e o composto poderia ser vendido a fazendeiros e horticultores como um serviço auto-sustentável oferecido por empresas independentes.

O truque para o sucesso na produção de composto em larga escala resume-se em três palavras: separação na fonte. O material orgânico deve ser separado na fonte. Isso significa que famílias individuais terão que assumir a responsabilidade pelo material orgânico que elas descartam. Elas não poderão mais jogar fora tudo em uma única lata de lixo, com suas

embalagens plásticas, garrafas de refrigerante, celulares quebrados, e torradeiras velhas. Material orgânico é valioso demais para ser desperdiçado. As pessoas na Nova Escócia entenderam isso, assim como muitas outras por todo o mundo. Os americanos estão um pouco atrasados.

E: Mas eles não estão compostando material de banheiro, estão?

EM: Alguns estão compostando sedimento de esgoto, o que é um grande passo na direção certa. Alguns empreendedores estão no negócio de compostagem de esgotos nos Estados Unidos, também. Em 1989, a cidade de Fairfield, Connecticut, contratou uma empresa para compostar seu material de jardinagem e sedimento de esgotos. Dizem que a cidade economizou pelo menos 100 mil dólares nos custos de descarte de lixo só no primeiro ano. A operação em Fairfield fica a apenas uns 400 metros de casas de meio milhão de dólares, e dizem que não cheira pior que folhas de árvore molhadas a apenas alguns metros de distância.¹⁰ A Agência de Proteção Ambiental estima que os americanos produzirão 8,2 milhões de toneladas de *bio-sólidos* – outro nome para sedimento de esgotos – em 2010, e que 70% deste material será reciclado. Ironicamente, eles apenas prevêm que 7% desse sedimento reciclado será compostado. Talvez a EPA acorde antes disso e *cheire os bio-sólidos*.¹¹

Em Missoula, Montana, todo o sedimento de esgoto da cidade é compostado e toda a operação de compostagem é financiada apenas pela taxa de coleta. Todo o composto produzido é puro lucro e é todo vendido. Compostagem é um negócio lucrativo, se bem manejado.

E: Mas ainda, há o medo do humanure e sua capacidade de causar doenças e transmitir parasitas.

EM: Isso é verdade. Mas de acordo com a literatura, uma temperatura biológica de 50°C por um período de 24 horas é suficiente para matar os patógenos humanos potencialmente presentes no humanure. Regulamentações da EPA requerem que uma temperatura de 55°C seja mantida por três dias quando da compostagem de sedimento de esgoto em composteiras. Microrganismos termofílicos estão em todo lugar, esperando para fazer o que fazem melhor – compostagem. Eles estão na grama, galhos de árvores, folhas, cascas de banana, lixo e humanure. Fazer compostagem termofílica não é difícil ou complicado e a compostagem termofílica é o que precisamos fazer para sanear os excrementos humanos sem tecnologia e consumo de energia excessivos. Compostagem termofílica é algo que humanos por todo o mundo podem fazer, independentemente de terem dinheiro ou tecnologia.

Sempre haverá pessoas que não se convencerão que humanure compostado é livre de patógenos a não ser que cada pedacinho do material seja analisado em um laboratório, com resultados negativos. Por outro lado, sempre haverá pessoas, como eu, que conscientemente compostam humanure, mantendo uma pilha de composto bem manejada, e que sabem

que seu composto tornou-se higienicamente seguro como resultado. Uma camada de palha cobrindo a pilha terminada de composto, por exemplo, isolará a pilha ajudando a evitar que as partes mais externas esfriem prematuramente. É questão de bom senso, na verdade. O teste verdadeiro vem quando você vive com o sistema de compostagem por longos períodos de tempo. Eu não conheço mais ninguém que o tenha feito, mas após trinta anos, eu descobri que o sistema simples que eu uso funciona bem para mim. E eu não faço nada especial para fazer composto, nada além das coisas simples que eu descrevi neste livro.

Talvez Gotaas acerte em cheio quando diz, *“A pessoa que faz compostagem na fazenda, na horta ou na pequena vila geralmente não ficará se preocupando com testes detalhados além daqueles que confirmam que o material é seguro do ponto de vista sanitário, o que será julgado pela temperatura, e que o composto está satisfatório para o solo, o que será julgado por sua aparência. A temperatura do composto pode ser averiguada das seguintes maneiras: a) escavando a pilha e sentindo a temperatura do material; b) sentindo a temperatura de uma vara após inserí-la no material; ou c) usando um termômetro. Escavar a pilha dará uma idéia aproximada da temperatura. O material deve estar realmente quente, a ponto de não permitir que se mantenha a mão dentro da pilha por muito tempo. Vapor deve subir da pilha quando esta for aberta. Uma vara de metal ou madeira inserida meio metro dentro da pilha por um período de 5 a 10 minutos para metal e 10-15 minutos para madeira deve ficar bem quente ao toque, de fato, quente demais para segurar. Essas técnicas de teste de temperatura são satisfatórias para compostagens em pequena escala, em pequenas vilas ou fazendas.*

Em outras palavras, a compostagem de humanure pode permanecer um processo simples, que qualquer um pode fazer. Não precisa ser um processo complicado, caro, de alta tecnologia, controlado e regulado por pessoas nervosas em aventais brancos examinando a pilha de composto, balançando a cabeça e fazendo gestos estranhos.

Eu quero deixar claro, porém, que eu não posso me responsabilizar pelo que outras pessoas fazem com seu composto. Se alguma pessoa que ler este livro sair por aí compostando humanure de forma irresponsável, ela pode ter problemas. Meu palpite é que a pior coisa que poderia acontecer é que ela acabaria com uma pilha de composto embolorada, ao invés de composto termofílico. O remédio para isso seria deixar a pilha embolorada para maturar por alguns anos antes de usar para fins agrícolas, ou usar em plantas ornamentais.

Eu não posso culpar as pessoas por serem fecofóbicas e acredito que a fecofobia está na base da maioria de nossas preocupações a respeito da compostagem de humanure. O que os fecófobos podem não compreender é que aqueles de nós que não somos fecofóbicos entendemos o ciclo de

nutrientes humano e a importância de reciclar materiais orgânicos. Nós reciclamos restos orgânicos porque sabemos que esta é a coisa certa a fazer, e não nos deixamos deter por medos irracionais. Também fazemos composto porque precisamos dele para fortificar o solo que produz nossos alimentos e conseqüentemente temos um alto grau de responsabilidade quando compostamos. É para o nosso próprio bem.

Então, claro, há o desafio dos compostadores aos fecóforos: *mostrem um modo melhor de lidar com excrementos humanos.*

E: Me parece que você tem a palavra final no tópico de humanure.

EM: Longe disso. O *Manual Humanure* é apenas um minúsculo começo no diálogo sobre a reciclagem de nutrientes humanos.

E: Bom, senhor, isto está começando a ficar chato e nosso tempo está acabando, portanto teremos que encerrar esta entrevista. Além disso, já ouvi o suficiente sobre o mais notório “produto final” do mundo. Então, vamos nos concentrar um pouco no fim, que já chegou.

EM: E é isso? Isso é o fim?

E: “This is the end.” (cantando como Jim Morrison.) O que vocês dizem, pessoal? (Aplausos empolgados, pés batendo, assovios, audiência pulando para cima e para baixo, puxando os próprios cabelos, rolos de papel higiênico são atirados como serpentina. Roupas são rasgadas, pessoas aplaudindo freneticamente, gritando e espumando pela boca. Alguém começa a cantar “Separação na fonte, Separação na fonte!” O que é isso? A audiência está invadindo o palco! O entrevistado está sendo carregado pela multidão! Aleluia!)



CONVERSÕES DE TEMPERATURA

E	C	F°	C°	C	E
-40	-40			0	32.00°
-30	-34.44			5	41.00°
-20	-28.88			10	50.00°
-10	-23.33			15	59.00°
0	-17.77			20	68.00°
5	-15.00			25	77.00°
10	-12.22			30	86.00°
15	-9.44			35	95.00°
20	-6.66			40	104.00°
25	-3.88			45	113.00°
30	-1.11			50	122.00°
35	1.66			55	131.00°
40	4.44			60	140.00°
45	7.22			65	149.00°
50	10.00			70	158.00°
55	12.77			75	167.00°
60	15.55			80	176.00°
65	18.33			85	185.00°
70	21.11			90	194.00°
75	23.88			95	203.00°
80	26.66			100	212.00°
85	29.44				
90	32.22				
95	35.00				
98.6	36.99				
100	37.77				
105	40.55				
110	43.33				
115	46.11				
120	48.88				
125	51.66				
130	54.44				
135	57.22				
140	60.00				
145	62.77				
150	65.55				
155	68.33				
160	71.11				
165	73.88				

$$F^{\circ} = \frac{9}{5} C^{\circ} + 32$$

MANUAL HUMANURE – GLOSSÁRIO

- actinomiceto** – Bactéria semelhante a fungo porque geralmente produz um micelo ramificado característico.
- aeróbico** – Que somente vive, cresce ou ocorre onde há oxigênio livre, ex. bactérias aeróbicas.
- água negra** – Águas residuais domésticas contendo descargas da privada.
- água servida** – Águas residuais domésticas provenientes de pias, banhos e lavagem de roupas e louças, mas não de vasos sanitários.
- algas** – pequenas plantas aquáticas.
- anaeróbico** – Que vive e cresce na ausência de oxigênio.
- Ascaris** – Um gênero de vermes parasitas humanos.
- Aspergillus fumigatus** – um fungo formador de esporos que causa reações alérgicas em algumas pessoas.
- bactéria** – Organismos microscópicos unicelulares procariontes. Algumas são capazes de causar doenças em humanos, outras são capazes de elevar a temperatura de uma pilha de material em decomposição suficientemente para destruir patógenos humanos.
- bifenilpoliclorado** – Um contaminante ambiental persistente e disseminado.
- carbonáceo** – Com alto teor de carbono.
- celulose** – O principal componente da parede celular de vegetais, composto de uma cadeia longa de moléculas de açúcar fortemente ligadas.
- chorume** – Líquido escuro e rico em matéria orgânica em decomposição.
- ciclo de nutrientes humano** – O movimento cíclico de nutrientes do solo às plantas e animais, e ao homem, e de volta ao solo.
- cobertura vegetal morta** – Material orgânico, como folhas de árvores ou palha, aplicados sobre solo ao redor de plantas para reter a umidade, abafar ervas daninhas e alimentar o solo.
- coliformes fecais** – Bactérias geralmente inofensivas que são comumente encontradas nos intestinos de animais de sangue quente, usadas como indicador de contaminação fecal.
- compostagem contínua** – Um sistema de compostagem em que restos orgânicos são continuamente ou diariamente adicionados à pilha de composto.
- composto** – Uma mistura de restos vegetais, estrumes, etc. em decomposição, para uso na fertilização e condicionamento do solo.
- corretor** – Veja “volumoso”.
- criação de micróbios** – O cultivo de organismos microscópicos com o propósito de beneficiar a humanidade, tal como na produção de alimentos fermentados, ou na decomposição de restos orgânicos.
- criptosporídio** – Um protozoário patogênico que causa diarreia em humanos.
- cura** – Estágio final da compostagem. Também chamada envelhecimento ou maturação.
- decomposição a frio** – Decomposição a temperaturas abaixo da do corpo humano.
- demanda biológica por oxigênio (DBO)** – A quantidade de oxigênio usada quando a matéria orgânica sofre decomposição por microrganismos. Testes de DBO servem para avaliar o teor de matéria orgânica na água.
- dióxido de carbono (CO₂)** – Um gás inorgânico composto de carbono e oxigênio, produzido durante a compostagem.
- efluente** – Água residual saindo de uma fonte.
- entérico** – Intestinal
- esgoto** – Água descartada, geralmente poluída com excrementos humanos ou outros poluentes humanos, e descartada para diversos sistemas de tratamento, se não diretamente ao ambiente.
- esgotos combinados** – Esgotos que coletam tanto os esgotos como a água da chuva.
- esquistossomo** – Platelminhos do gênero *Schistosoma* que parasitam os vasos sanguíneos de mamíferos, incluindo humanos.
- esterco verde** – Vegetação produzida para ser usada como fertilizante do solo, ou por aplicação direta ao solo ou com compostagem prévia, ou, no caso de leguminosas, pela fixação de nitrogênio pelos nódulos das raízes.
- evapotranspiração** – A transferência de água do solo à atmosfera, tanto por evaporação como por transpiração das plantas crescendo no solo
- fecofobia** – Medo de material fecal, especialmente em relação ao uso de material fecal humano para fins agrícolas.
- fitotóxico** – Tóxico a plantas.
- fungos** – Organismos eucarióticos simples, muitas vezes microscópicos, que não têm clorofila ou tecido vascular.
- helminto** – Um verme, tal como os vermes parasitas do sistema digestivo humano (ex. lombriga, ancilóstomos, etc.).
- higiene** – Práticas sanitárias; asseio.
- humanure** – Fezes e urina humana compostados para fins agrícolas.
- húmus** – Um material orgânico escuro, úmido, resultante da degradação de restos orgânicos vegetais e animais.

- húmus de minhoca** – Excremento de minhocas. Aparecem como um solo escuro e granular, rico em nutrientes do solo.
- K** – Símbolo químico do potássio
- latrina** – Uma privada, muitas vezes para uso de muitas pessoas.
- latrina de fôssô** – Um buraco ou fôssô em que excrementos humanos são depositados. Conhecidas como “casinhas” quando protegidas por um pequeno abrigo.
- lignina** – Uma substância que forma a parede celular, e que constitui a parte essencial do tecido lenhoso das plantas. Lignina é encontrada junto com celulose, e é resistente à decomposição biológica.
- lixo** – Uma substância ou material sem valor inerente ou utilidade, ou uma substância ou material descartado a despeito de seu valor inerente ou utilidade.
- macro-organismo** – Um organismo que, diferentemente de um microrganismo, pode ser visto a olho nu.
- material de jardinagem** – Folhas, aparas de grama, restos de poda, etc.
- mesófilo** – Microrganismo que cresce bem a temperaturas médias (20 a 37°C).
- metal pesado** – Metais como chumbo, mercúrio, cádmio, etc. que têm mais que cinco vezes a densidade da água. Quando concentrados no ambiente, podem representar um risco significativo à saúde de humanos.
- micélio** – Filamentos ou hifas de fungos.
- microrganismo** – Um organismo que só pode ser visto através de instrumentos de magnificação.
- N** – Símbolo químico do nitrogênio.
- naturalquímia** – A transformação de materiais aparentemente sem valor em materiais de alto valor, usando apenas processos naturais, como a conversão de humanure em húmus através de atividade microbiana.
- nitratos** – Um sal ou éster de ácido nítrico, como o nitrato de potássio o nitrato de sódio, ambos usados como fertilizantes, e que aparecem em suprimentos de água como poluentes.
- ocidental** – relativo a línguas, tradições e cultura européias.
- orgânico** – Refere-se a materiais de origem animal ou vegetal, como os restos de comida ou estrumes; também uma modalidade de agricultura que utiliza fertilizantes e condicionadores de solo que são derivados primariamente de fontes animais ou vegetais, ao invés de fontes minerais ou petroquímicas.
- P** – Símbolo químico do fósforo.
- patógeno** – Um organismo causador de doença.
- patógeno indicador** – Um patógeno cuja ocorrência serve de evidência que certas condições ambientais, como poluição, estão presentes.
- pH** – Um símbolo do grau de acidez ou alcalinidade em uma solução, com valores indo de 0 a 14. Abaixo de 7 é ácido, acima de 7 é alcalino, e 7 é neutro.
- protozoário** – Organismos microscópicos unicelulares, eucarióticos e móveis, que vivem primariamente na água. Alguns são patógenos humanos.
- psicrófilo** – Microrganismo que cresce bem a baixas temperaturas (até mesmo a -10°C, mas optimamente acima de 20°C).
- relação C/N** – A relação entre carbono e nitrogênio em um material orgânico.
- resíduos sólidos municipais** – Resíduos sólidos originados de casas, indústrias, negócios, demolições, e construção, recolhidos e administrados pela prefeitura.
- sedimento ativado** – Sedimento de esgoto que é tratado pela passagem forçada de ar, ativando as populações de micróbios benéficos residentes no sedimento.
- sedimento de esgoto** – Depósitos que se acumulam no fundo de estações de tratamento de esgotos. Também chamados de bio-sólidos.
- separação na fonte** – A separação de materiais descartados de acordo com o tipo, no ponto de descarte.
- séptico** – Causador ou resultado de putrefação (decomposição fétida).
- Shigella** – Bacilos bacterianos entéricos, dos quais algumas espécies causam disenteria.
- solo noturno** – Excrementos humanos aplicados brutos como fertilizante de solo.
- sustentável** – Que tem a capacidade de continuar indefinidamente sem um impacto negativo significativo no ambiente ou seus habitantes.
- temperatura ambiente** – a temperatura do ar em determinado local.
- termofílico** – Caracterizado por uma preferência por altas temperaturas (acima de 40,5°C), ou pela habilidade de gerar altas temperaturas.
- tonelada** – Uma unidade de medida equivalente a 1.000 quilogramas.
- vetor** – Organismo que serve de veículo na transmissão de patógenos de uma fonte a uma vítima. Vetores podem ser insetos, aves, cães, roedores, etc.
- vírus** – Patógenos submicroscópicos que apenas são capazes de se multiplicar dentro de células vivas.
- volumoso** – Um ingrediente do composto, tal como serragem ou palha, usado para melhorar a estrutura, porosidade, absorção de líquidos, odor e conteúdo de carbono. Os termos “volumoso” e “corretor” podem ser intercambiáveis.

MANUAL HUMANURE – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO UM — MERDA ACONTECE

- 1 - State of the World 1999, p. 10; State of the World 1998, p. 3.
- 2 - Brown, Lester R., et al. (1998). Vital Signs 1998. New York: W. W. Norton and Co., p. 20.
- 3 - State of the World 1998, p. 4, 5.
- 4 - State of the World 1998, p. 14.
- 5 - State of the World 1998, p. 11, 41; State of the World 1999, p. 97.
- 6 - State of the World 1999, p. 13, 97.
- 7 - State of the World 1999, p. 20, 21, 41, 46.
- 8 - Steingraber, Sandra. (1997). Living Downstream. Reading, MA: Perseus Books, p. 70.
- 9 - Living Downstream, p. 90.
- 10 - Colborn, Theo, Dumanoksi, Diane and Myers, John. (1996). Our Stolen Future. New York: Penguin Books, p.137.
- 11 - Living Downstream, p. 103.
- 12 - State of the World 1999, p. 49; Living Downstream, p. 70.
- 13 - Living Downstream, p. 38, 40, 49, 59, 60.
- 14 - Our Stolen Future, p. 137.
- 15 - Ryan, Frank, M.D. (1997). Virus X. New York: Little, Brown and Co., p. 383-390.
- 16 - 2004 World Conservation Union Conference Report, Bangkok, Thailand, <http://www.iucnredlist.org/>

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO DOIS — QUEM POUPA, TEM

- 1 - Too Good to Throw Away, Chapter Two.
- 2 - Brown, Lester R., et al. (1998). State of the World 1998. New York: W. W. Norton and Co., p. 106.
- 3 - Kantor, Linda S., et al. (1997, January - April). "Estimating and Addressing America's Food Losses." Food Review. Washington, D.C.: US Department of Agriculture, Commodity Economics Division, Economic Research Service.
- 4 - US Environmental Protection Agency. (May 1998) Characterization of Municipal Solid Waste in the United States: 1997 Update. Report # EPA530-R-98-007. Washington, D.C.: US Environmental Protection Agency, p. 29, 45.
- 5 - State of the World 1998, p. 102.
- 6 - State of the World 1998, p. 101, 166.
- 7 - Environment Reporter. (1996 September 27)
- 8 - Too Good to Throw Away, Chapter Two.
- 9 - Too Good to Throw Away, Chapter Two.
- 10 - World Resource Foundation. (1998, April). Warmer Bulletin Information Sheet - Landfill. 17 - Daniel, J.E., et al., (Eds.). 1992 Earth Journal. Boulder, CO: Buzzworm Books, p. 94.
- 11 - Fahm, Lattee A. (1980). The Waste of Nations: The Economic Utilization of Human Waste in Agriculture. Montclair, NJ: Allenheld, Osmun & Co., p. 45.
- 12 - Golden, Jack, et al. (1979). The Environmental Impact Data Book. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers, Inc., p. 495.
- 13 - US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Ocean Resources, Conservation and Assessment. (1987). The National Coastal Pollutant Discharge Inventory Database. Silver Spring, MD: DOC/NOAA/ORCA.
- 14 - Environment Reporter. (1992 July 31). Washington D.C.: Bureau of National Affairs, Inc., p. 1110.
- 15 - Paul, Elizabeth. (1998). Testing the Waters VIII: Has Your Vacation Beach Cleaned Up Its Act?. Washington, D.C.: Natural Resources Defense Council, Inc.; NRDC Worldview News. (1998). Pollution Persists at US Beaches. Washington, D.C.: Natural Resources Defense Council, Inc.
- 16 - Whitaker, Barbara, *Federal Judge Rules Los Angeles Violates Clean Water Laws*, N. Y. Times, Dec. 24, 2002
- 17 - Bittou, Gabriel. (1994). Wastewater Microbiology. New York: Wiley-Liss, Inc., p. 368-369.
- 18 - National Resources Defense Council. (1997). Bulletin: Stop Polluted Runoff - 11 Actions to Clean up Our Waters. <http://www.nrdc.org/nrdcprn/fppubl.html>.
- 19 - Wastewater Microbiology, p. 86.
- 20 - Ralof, Janet. (1998 March 21). "Drugged Waters — Does it Matter that Pharmaceuticals are Turning Up in Water Supplies?" Science News, Vol. 153 (No. 12), p. 187-189.
- 21 - State of the New England Environment. (1996). Preserving New England Natural Resources. <http://www.epa.gov/region01/soe/coastal.html>.
- 22 - Toward Organic Security: Environmental Restoration or the Arms Race?. Peace and Environment Platform Project, c/o World Citizens Assembly, Suite 506, 312 Sutter St., San Francisco, CA 94018.
- 23 - Vital Signs 1998, p. 156.
- 24 - Courier. (1985, January). UNESCO. 7 Place de Fenteny, 75700 Paris, France.
- 25 - State of the World 1999, p. 137.
- 26 - Vital Signs 1998, p. 156.
- 27 - Gever, John, et al. (1986). Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades, A Summary Report. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co.
- 28 - Solley, Wayne B., et al. (1990). "Estimated Water Use in the United States in 1990." US Geological Survey Circular 1081, Table 31. Denver, CO. United State Geological Service, p. 65.
- 29 - National Resources Defense Council. (1996 December 24). Population and Consumption at NRDC: US Population Scorecard. Washington, D.C.: National Resources Defense Council.
- 30 - The Waste of Nations, p. xxiv.
- 31 - 1993 Information Please Environmental Almanac, p. 340-341.
- 32 - Environment Reporter. (1992 April 24) p. 2877-78.
- 33 - State of the World 1998, p. 100.
- 34 - Sides, S. (1991, August/September). "Compost." Mother Earth News, Issue 127, p. 50.

- 35 - Brown, Lester R., et al. (1998). *Vital Signs 1998*. New York: W. W. Norton and Co., p. 44-45.
- 36 - *Vital Signs*, p. 44.
- 37 - *Vital Signs*, p. 132.
- 38 - *Vital Signs 1998*, p. 132.
- 39 - *State of the World 1999*, p. 135.
- 40 - *State of the World 1990*, p. 184.
- 41 - Rybczynski, Witold, et al. (1982). *Low Cost Technology Options for Sanitation - A State of the Art Review and Annotated Bibliography*. Washington, D.C.: World Bank, p. 23.
- 42 - Cannon, Charles A. (1997 September 3-5). "Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's — Reduce, Reuse, and Recycle — to P2R2 — Preserve, Purify, Restore and Remediate." In E.I. Stentiford (Ed.), *Proceedings of the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment International Conference*. Harrogate, UK, p. 252-253. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com)
- 43 - http://cfpub.epa.gov/npdes/cso/cpolicy_report2004.cfm

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO TRÊS — CRIAÇÃO DE MICRÓBIOS

- 1 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.2. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 2 - Shuval, Hillel I., et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.2. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 3 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.ii. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 4 - Rodale, J. I. (1960). *The Complete Book of Composting*. p. 9. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
- 5 - Sides, S. (1991). *Compost. Mother Earth News*. Issue 127, Aug/Sept 1991 (pp.49-53).
- 6 - Bem, R., (1978). *Everyone's Guide to Home Composting*. Van Nostrand Reinhold Co., NY (p.4).
- 7 - Haug, Roger T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. p. 2. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 8 - Cannon, Charles A., (1997). *Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate*. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 253. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com).
- 9 - Howard, Sir Albert, (1943). *An Agricultural Testament*. Oxford University Press: New York.
- 10 - Bhamidimarri, R. (1988). *Alternative Waste Treatment Systems*. Elsevier Applied Science Publishers LTD., Crown House, Linton Road, Barking, Essex, IG11 8JU, England. (p.129).
- 11 - Rynk, Robert, ed. (1992). *On-Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ph: (607) 255-7654. p. 12.
- 12 - Haug, Roger T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. p. 2. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 13 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). *Microbiology of Solid Waste*. P. 129. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 14 - Howard, Sir Albert, (1943). *An Agricultural Testament*. (p.48).
- 15 - Ingham, Elaine (1998). *Anaerobic Bacteria and Compost Tea*. *Biocycle*, June 1998, p 86. The JG Press, Inc., 419 State Avenue, Emmaus, PA 18049.
- 16 - Stoner, C.H. (Ed.). (1977). *Goodbye to the Flush Toilet*. Rodale Press: Emmaus, PA, 1977. (p.46).
- 17 - Rodale, J.I. et al. (Eds.). (1960). *The Complete Book of Composting*. Rodale Books Inc.: Emmaus, Pa (pp.646-647).
- 18 - Gotaas, Harold B., (1956). *Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*. p.39. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 19 - *Mixing Browns and Greens For Backyard Success*. *Biocycle*, Journal of Composting and Recycling, January 1998. p. 20 (Regional Roundup). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 20 - Brock, Thomas D. (1986). *Thermophiles - General, Molecular, and Applied Biology*. p.4. John Wiley and Sons, Inc.
- 21 - Madigan, Michael T. et al. (1997). *Brock Biology of Microorganisms*, Eighth edition. Pp. 150, 167. Information about water heaters, as well as temperature ranges of bacteria.
- 22 - Waksman, S.A. (1952). *Soil Microbiology*. John Wiley and Sons, Inc., New York. (p.70).
- 23 - Rynk, Robert, ed. (1992). *On-Farm Composting Handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ph: (607) 255-7654. p. 55.
- 24 - Thimann, K.V. (1955). *The Life of Bacteria: Their Growth, Metabolism, and Relationships*. The Macmillan Co., New York. (p.177).
- 25 - Wade, Nicholas (1996). *Universal Ancestor*. *The New York Times*, as seen in the *Pittsburgh Post-Gazette*, Monday, August 26, 1996, p. A-8.
- 26 - Brock, Thomas D. (1986). *Thermophiles - General, Molecular, and Applied Biology*. p.23. John Wiley and Sons, Inc.
- 27 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 81. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, NY, NY 10518-0012.
- 28 - *Ibid.* (p. 212)
- 29 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). *Microbiology of Solid Waste*. P. 123. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 30 - Lynch, J.M. and Poole, N.L. (Eds.). (1979). *Microbial Ecology: A Conceptual Approach*. Blackwell Scientific Publications, London. (p.238).
- 31 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. P. 53. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 32 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). *Microbiology of Solid Waste*. Pp. 124, 125, 129, 133. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 33 - Ingham, Elaine (1998). *Replacing Methyl Bromide with Compost*. *Biocycle*, Journal of Composting and Recycling, December

1998. p. 80. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 34 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 184.
- 35 - *Applied Microbiology*, December 1969.
- 36 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes (p.20). World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 37 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 183.
- 38 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 169. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 39 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. Pp. 121, 124, 134. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 40 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p. 702. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
- 41 - Curry, Dr. Robin (1977). Composting of Source Separated Domestic Organic Waste by Mechanically Turned Open Air Windrowing. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 183.
- 42 - Brock, Thomas D. (1986). Thermophiles — General, Molecular, and Applied Biology. p.244. John Wiley and Sons.
- 43 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ph: (607) 255-7654. p. 13.
- 44 - *Biocycle*, November 1998, p.18.
- 45 - Rodale, J. I. (1960). The Complete Book of Composting. p. 932. Rodale Books, Inc., Emmaus, PA.
- 46 - Smalley, Curtis (1998). *Hard Earned Lessons on Odor Management*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, January 1998. p. 59. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 47 - Brinton, William F. Jr. (date unknown). *Sustainability of Modern Composting - Intensification Versus Cost and Quality*. Woods End Institute, PO Box 297, Mt. Vernon, Maine 04352 USA.
- 48 - Brinton, William F. Jr. (date unknown). *Sustainability of Modern Composting - Intensification Versus Cost and Quality*. Woods End Institute, PO Box 297, Mt. Vernon, Maine 04352 USA.
- 49 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 170. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 50 - *Researchers Study Composting in the Cold*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, January 1998. p. 24 (Regional Roundup). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 51 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes . p.77. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 52 - Regan, Raymond W. (1998). *Approaching 50 years of Compost Research*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, October 1998. p. 82. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 53 - Howard, Sir Albert (1943). An Agricultural Testament. Oxford University Press: New York. (p.44). Also see: Rodale, J.I. (1946). Pay Dirt. The Devon-Adair Co.: New York.
- 54 - Rodale, J.I. et al. (Eds.) (1960). The Complete Book of Composting. Rodale Books Inc.: Emmaus, PA (p.658).
- 55 - Regan, Raymond W. (1998). *Approaching 50 years of Compost Research*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, October 1998. p. 82. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 56 - Poncavage, J. and Jesiolowski, J. (1991). Mix Up a Compost and a Lime. *Organic Gardening*. March 1991, Vol. 38, Issue 3. (p.18).
- 57 - Gotaas, Harold B., (1956). Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes . p.93. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 58 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 132. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 59 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 60 - Haug, Roger T. (1993). The Practical Handbook of Compost Engineering. p. 9. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 61 - US EPA (Oct. 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 62 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 63 - Cannon, Charles A., (1997). Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 253. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com).
- 64 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 65 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, Issue 4871. (p.46).
- 66 - *Compost Fungi Used to Recover Wastepaper*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, May 1998. p. 6 (Biocycle World). JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 67 - Young, Lily Y., and Cerniglia, Carl E. (Eds.) (1995). Microbial Transformation and Degradation of Toxic Organic Chemicals. Pp. 408, 461, and Table 12.5. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, New York, NY 10518-0012.
- 68 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). Microbiology of Solid Waste. P. 127. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 69 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, Issue 4871. (p.46).
- 70 - Lubke, Sigfried. (1989). Interview: All Things Considered in the Wake of the Chernobyl Nuclear Accident. *Acres U.S.A.* December 1989. (p. 20) [also contact Uta and Sigfried Lubke, A4722 Peuerbach, Untererleinsbach 1, Austria]
- 71 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 72 - Cannon, Charles A., (1997). Life Cycle Analysis and Sustainability Moving Beyond the Three R's - Reduce, Reuse, and Recycle - to P2R2 - Preserve, Purify, Restore and Remediate. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997.

- P. 254. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com). and Schonberger, Doug (1998). *Reclaiming Contaminated Soils*, as well as Block, Dave (1998). *Composting Breaks Down Explosives*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, September 1998, 36-40.
- 73 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 74 - Block, Dave (1998). *Degrading PCB's Through Composting*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, December 1998. p.45-48. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 75 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 76 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Bioremediation and Pollution Prevention*. EPA530-F-97-042.
- 77 - Rynk, Robert, ed. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Ph: (607) 255-7654. p. 83.
- 78 - Hoitink, Harry A. J. et al., (1997). Suppression of Root and Foliar Diseases Induced by Composts. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. p. 95.
- 79 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 80 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 81 - Logan, W.B. (1991). Rot is Hot. *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, Issue 4871. (p.46).
- 82 - US EPA (1998). An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology. EPA530-B-98-001, March 1998.
- 83 - Trankner, Andreas, and Brinton, William (date unknown). *Compost Practices for Control of Grape Powdery Mildew (Uncinula necator)*. Woods End Institute, PO Box 297, Mt. Vernon, Maine 04352 USA.
- 84 - Quote from Elaine Ingham as reported in: Grobe, Karin (1998). *Fine-Tuning the Soil Web*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, January 1998. p. 46. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 85 - Sides, S. (1991). Compost. *Mother Earth News*. Issue 127, Aug/Sept 1991 (p.50).
- 86 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 87 - Biocycle, Journal of Composting and Recycling, October 1998. p. 26. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 88 - US EPA (October 1997). *Innovative Uses of Compost - Disease Control for Plants and Animals*. EPA530-F-97-044.
- 89 - Brodie, Herbert L., and Carr, Lewis E. (1997). Composting Animal Mortality. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. Pp. 155-159.
- 90 - McKay, Bart (1998). *Com-Postal-Ing in Texas*. Biocycle, Journal of Composting and Recycling, May 1998. p. 44-46. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- 91 - *Garbage: the Practical Journal for the Environment*. May/June 1992, p.66, Old House Journal Corp., 2 Main St., Gloucester, MA 01930.
- 92 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91, Vol. 140, Issue 4871.
- 93 - Biocycle, Journal of Composting and Recycling, November 1998. p. 18. JG Press, Inc., 419 State Ave., Emmaus, PA 18049 USA.
- XX - Para maiores informações, acesse: <http://www.deq.state.or.us/wmc/solwaste/documents/Clopyralid%20Study.pdf>

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO QUATRO — MERDA PROFUNDA

- 1 - Bulletin of the Atomic Scientists. September/October 1998.
- 2 - Rodale, J. I., (1946). Paydirt, Devon-Adair Co.: NY, (p.vi).
- 3 - *Beyond Oil: The Threat to Food and Fuel in the Coming Decades, A summary Report*. November 1986. Carrying Capacity Inc., 1325 G. Street, NW, Suite 1003, Wash. D.C. 10005.
- 4 - King, F.H., (1911). Farmers of Forty Centuries. Rodale Press: Emmaus, PA 18049.
- 5 - Ibid. (p.193, 196-7).
- 6 - Ibid. (p.10).
- 7 - Ibid. (p.19).
- 8 - Ibid. (p.199).
- 9 - White, A.D. (1955). The Warfare of Science with Theology. George Braziller: New York. (pp.68,70).
- 10 - Ibid. (p.69).
- 11 - Ibid. (p.71).
- 12 - Ibid. (p.73).
- 13 - Ibid. (pp.76-77).
- 14 - Ibid. (p.84).
- 15 - Ibid. (p.85).
- 16 - Reyburn, Wallace (1989). Flushed with Pride - The Story of Thomas Crapper. Pavilion Books Limited, 196 Shaftesbury Avenue, London WC2H 8JL. pp. 24-25.
- 17 - Seaman, L.C.B. (1973). Victorian England. Methuan & Co.: London. (pp. 48-56).
- 18 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. Abstract. World Bank, Washington DC 20433, USA.
- 19 - Winblad, Uno, and Kilama, Wen (1985). Sanitation Without Water. Macmillan Education Ltd., London and Basingstoke. p. 12.
- 20 - Edmonds, Richard Louis (1994). Patterns of China's Lost Harmony - A Survey of the Country's Environmental Degradation and Protection. p. 9, 132, 137, 142, 146, 156. Routledge, 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE and 29 West 35th Street, New York, NY 10001.
- 21 - Hoitink, Harry A. J. et al., (1997). *Suppression of Root and Foliar Diseases Induced by Composts*. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. p. 97.
- 22 - Farmers of Forty Centuries. (p.198).

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO CINCO — UM DIA NA VIDA DE UM MERDA

- 1 - Mancini, K. *Septic Tank - Soil Absorption Systems*. Agricultural Engineering Fact Sheet SW-44. Penn State College of Agriculture Cooperative Extension, University Park, PA 16802.
- 2 - Mancini, K. *Mound Systems for Wastewater Treatment*. SW-43. Same as above.
- 3 - Stewart, John G. (1990). *Drinking Water Hazards: How to Know if There Are Toxic Chemicals in Your Water and What to Do If There Are*. Envirographics: Hiram, Ohio. (pp.177-178).
- 4 - van der Leeden, F. et al. (1990). *The Water Encyclopedia*. Lewis Publishers Inc.: Chelsea, Michigan, 48118. (p.526).
- 5 - Ibid. (p.525).
- 6 - Stewart, John G. (as in #3 above, same pages).
- 7 - Ibid.
- 8 - *Environment Reporter*. 2/28/92. The Bureau of National Affairs, Inc., Washington D.C., (pp. 2441-2).
- 9 - Gray, N.F. (1990). *Activated Sludge Theory and Practice*. Oxford University Press: New York. (p.125).
- 10 - *Journal of Environmental Health*. July/August 1989. "EPA Proposes New Rules for Sewage Sludge Disposal". (P.321).
- 11 - Logan, W.B. (1991). "Rot is Hot." *New York Times Magazine*. 9/8/91 Vol. 140, Issue 4871, p.46.
- 12 - van der Leeden, F. et al. (1990). *The Water Encyclopedia Second Edition*. Lewis Publishers, 121 South Main Street, Chelsea, Michigan 48118 (p. 541).
- 13 - *Garbage*. February/March 1993. Old House Journal Corp., 2 Main St., Gloucester, MA 01930. (p.18).
- 14 - Pickford, John (1995). *Low-Cost Sanitation - A Survey of Practical Experience*. p. 96. IT Publications, 103-105 Southampton Row, London WC1B 4HH, UK.
- 15 - US EPA (1996). *Wastewater Treatment: Alternatives to Septic Systems (Guidance Document)*. EPA/909-K-96-001. US Environmental Protection Agency, Region 9, Drinking Water Program (W-6-3). p. 16-19. and: US EPA (1987). *It's Your Choice - A Guidebook for Local Officials on Small Community Wastewater Management Options*. EPA 430/9-87-006. United States Environmental Protection Agency, Office of Municipal Pollution Control (WH-595), Municipal Facilities Division, Washington DC 20460. p.55.
- 16 - Manahan, S.E. (1990). *Hazardous Waste Chemistry, Toxicology and Treatment*. Lewis Publishers, Inc.: Chelsea, Michigan. (p.131).
- 17 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 120. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, New York, NY 10518- 0012.
- 18 - Ibid. (pp. 148-49).
- 19 - Baumann, Marty. *USA Today*. Feb 2, 1994, p. 1A, 4A. USA Today (Gannet Co. Inc.) 1000 Wilson Blvd., Arlington, VA 22229.
- 20 - "The Perils of Chlorine." *Audubon Magazine*, 93:30-2. Nov/Dec 1991.
- 21 - Liptak, B.G. (1991). *Municipal Waste Disposal in the 1990's*. Chilton Book Co.: Radnor, PA. (pp.196-8).
- 22 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 312. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, N. Y., NY 10518-0012.
- 23 - Stiak, J. "The Trouble With Chlorine." *Buzzworm*. Nov/Dec 1992. (p.22).
- 24 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 121. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, N. Y., NY 10518-0012.
- 25 - *Environment Reporter*. 7/10/92. (p.767).
- 26 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 121. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, N. Y., NY 10518-0012.
- 27 - *Buzzworm*. March/April 1993. (p.17).
- 28 - *Environment Reporter*. 7/10/92. (p.767).
- 29 - Ibid. 4/24/92. (p.2879).
- 30 - Ibid. 8/7/92. (p.1155).
- 31 - Burke, W.K. "A Prophet of Eden." *Buzzworm*. Vol. IV, Number 2, March/April 1992. (pp.18-19).
- 32 - *Environment Reporter*. 8/7/92. (P.1152).
- 33 - Ibid. 5/15/92. (p.319).
- 34 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, N. Y., NY 10518-0012.
- 35 - Ibid. 3/6/92 (p. 2474) and 1/17/92 (p.2145).
- 36 - Ibid. 1/3/92 (p.2109).
- 37 - Ibid. 11/1/91 (p.1657) and 9/27/96 (p. 1212).
- 38 - Hammond, A. et al. (Eds.) (1993). *The 1993 Information Please Environmental Almanac*. Compiled by the World Resources Institute. Houghton Mifflin Co.: New York. (p.41).
- 39 - Purves, D. (1990). "Toxic Sludge." *Nature*. Vol. 346, 8/16/1990 (pp. 617-18).
- 40 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, N. Y., NY 10518-0012.
- 41 - Rybczynski, W. et al. (1982). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography*. World Bank. (p. 124).
- 42 - Ibid. (p. 125).
- 43 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. P. 160. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 44 - Fahm, L.A. (1980). *The Waste of Nations*. Allanheld, Osmun & Co.: Montclair, NJ (p.61).
- 45 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.5. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA
- 46 - Bitton, Gabriel (1994). *Wastewater Microbiology*. p. 166, 352. Wiley-Liss, Inc. 605 Third Avenue, New York, NY 10518-0012.
- 47 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. P. 242, 251-2. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 48 - Radtke, T.M., and Gist, G.L. (1989). "Wastewater Sludge Disposal: Antibiotic Resistant Bacteria May Pose Health Hazard." *Journal of Environmental Health*. Vol 52, No.2, Sept/Oct 1989. (pp.102-5).
- 49 - *Environment Reporter*. 7/10/92. (p.770).
- 50 - *Environment Reporter*. 11/1/91. (p.1653).
- 51 - Ibid. 1/17/92. (p.2154).
- 52 - Damsker, M. (1992). "Sludge Beats Lead." *Organic Gardening*. Feb, 1992, Vol. 39, Issue 2, p.19.
- 53 - Contact JCH Environmental Engineering, Inc., 2730 Remington Court, Missoula, MT 59801. Ph: 406-721-1164.
- 54 - Miller, T. L. et al., (1992). *Selected Metal and Pesticide Content of Raw and Mature Compost Samples from Eleven Illinois Facilities*. Illinois Department of Energy and Natural Resources. and: Manios, T. and Stentiford, E.I. (1998). *Heavy Metals Fractionation Before, During, and After Composting of Urban Organic Residues*. As seen in the 1997 Organic Recovery

- and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. p. 227-232.
- 55 - US EPA, (1989) - Summary Report: In-Vessel Composting of Municipal Wastewater Sludge. pp. 20, 161. EPA/625/8- 89/016. Center for Environmental Research Information, Cincinnati, OH.
- 56 - Fahm. (1980). The Waste of Nations. (p.xxiv).
- 57 - Ibid. (p.40).
- 58 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. (summary). International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 59 - Rivard, C.J. et al. (1989). "Waste to Energy." *Journal of Environmental Health*. Vol 52, No.2, Sept/Oct 1989. (p.100).
- 60 - See *Garbage*, Oct/Nov 1992, (p.14).

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO SEIS — BANHEIROS E SISTEMAS DE COMPOSTAGEM

- 1 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. World Bank. Transportation and Water Department, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 USA.
- 2 - Franceys et al. (1992). A Guide to the Development of On-Site Sanitation. W.H.O., Geneva. (p. 213).
- 3 - McGarry, Michael G., and Stainforth, Jill (eds.) (1978). Compost, Fertilizer, and Biogas Production from Human and Farm Wastes in the People's Republic of China, International Development Research Center, Box 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9 (pages 9, 10, 29, 32).
- 4 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. World Bank. Transportation and Water Department, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 USA. (p. 114).
- 5 - McGarry, Michael G., and Stainforth, Jill (eds.) (1978). Compost, Fertilizer, and Biogas Production from Human and Farm Wastes in the People's Republic of China, International Development Research Center, Box 8500, Ottawa, Canada, K1G 3H9.
- 6 - Winblad, Uno, and Kilama, Wen (1985). Sanitation Without Water. Macmillan Education Ltd., London and Basingstoke. pp. 20-21.
- 7 - Winblad, Uno (Ed.) (1998). Ecological Sanitation. Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, Sweden. p. 25.
- 8 - Rybczynski, W. et al. (1982). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography. World Bank. Transportation and Water Department, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433 USA.
- 9 - Ibid.
- 10 - Clivus Multrum Maintenance Manual, Clivus Multrum, Inc., 21 Canal St., Lawrence, Mass. 01840. (Also contact Hanson Assoc., Lewis Mill, Jefferson, MD 21755).
- 11 - Ibid.
- 12 - Ibid.
- 13 - Source: Pickford, John (1995). Low-Cost Sanitation, Intermediate Technology Publications, 103-105 Southampton Row, London WC1B 4HH, UK. p. 68.
- 14 - Sun Mar Corp., 900 Hertel Ave., Buffalo, NY 14216 USA; or 5035 North Service Road, Burlington, Ontario, Canada L7L 5V2.
- 15 - AlasCan, Inc., 3400 International Way, Fairbanks, Alaska 99701, phone/fax (907) 452-5257 [as seen in *Garbage*, Feb/Mar 1993, p.35].
- 16 - Composting Toilet Systems, PO Box 1928 (or 1211 Bergen Rd.), Newport, WA 99156, phone: (509) 447-3708; Fax: (509) 447-3753.

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO SETE — VERMES E DOENÇAS

- AA - Solomon, Ethan B., et al (2002). Transmission of *Escherichia coli* 0157:H7 from Contaminated Manure and Irrigation Water to Lettuce Plant Tissue and Its Subsequent Internalization. *Applied and Environmental Microbiology*, January 2002, p. 397-400. American Society for Microbiology.
- 1 - Kristof, Nicholas D. (1995). *Japanese is Too Polite for Words*. Pittsburgh Post Gazette, Sunday, September 24, 1995. P. B-8.
 - 2 - Beeby, John (1995). The Tao of Pooh (now titled Future Fertility). Disclaimer, and pp. 64-65. Ecology Action of the Midpeninsula, 5798 Ridgewood Road, Willits, CA 95490-9730.
 - 3 - Beeby, John (1995). The Tao of Pooh (now titled Future Fertility). Pp. 11-12. Ecology Action of the Midpeninsula, 5798 Ridgewood Road, Willits, CA 95490-9730.
 - 4 - Barlow, Ronald S. (1992). The Vanishing American Outhouse. P. 2. Windmill Publishing Co., 2147 Windmill View Road, El Cajon, California 92020 USA.
 - 5 - Warren, George M. (1922 - revised 1928). Sewage and Sewerage of Farm Homes. US Department of Agriculture Farmer's Bulletin No. 1227. As seen in: Barlow, Ronald S. (1992). The Vanishing American Outhouse. Pp. 107-110. Windmill Publishing Co., 2147 Windmill View Road, El Cajon, California 92020 USA.
 - 6 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting. p.8. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
 - 7 - Tompkins, P., and Boyd, C. (1989). Secrets of the Soil. Harper and Row: New York. (pp.94-5).
 - 8 - Howard, Sir Albert. The Soil and Health: A Study of Organic Agriculture. Schocken: N. Y. 1947. (pp. 37-38).
 - 9 - Ibid. (p.177).
 - 10 - Feachem, et al. (1980). Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation. The World Bank, Director of Information and Public Affairs, Washington D.C. 20433.
 - 11 - Sterritt, Robert M. (1988). Microbiology for Environmental and Public Health Engineers. P. 238. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
 - 12 - Jervis, N. "Waste Not, Want Not". *Natural History*. May, 1990 (p.73).
 - 13 - Winblad, Uno (Ed.) (1998). Ecological Sanitation. Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, Sweden. p. 75.

- 14 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. Pp. 59-60. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 15 - Palmisano, Anna C. and Barlaz, Morton A. (Eds.) (1996). *Microbiology of Solid Waste*. Pp. 159. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 16 - Gotaas, Harold B., (1956). *Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*. p.20. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 17 - Sopper, W.E. and Kardos, L.T. (Eds.). (1973). *Recycling Treated Municipal Wastewater and Sludge Through Forest and Cropland*. The Pennsylvania State University, University Park, PA (pp. 248-51).
- 18 - Ibid. (pp. 251-252).
- 19 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.4. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 20 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. P. 252. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 21 - Cheng, Thomas C. (1973). *General Parasitology*. Academic Press, Inc., 111 Fifth Avenue, N.Y., NY 10003 (p. 645).
- 22 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.6. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 23 - Feachem et al. (1980). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: Health Aspects of Excreta and Sullage Management*. Energy, Water and Telecommunications Department of the World Bank, 1818 H Street N.W., Washington D.C. 20433. This comprehensive work cites 394 references from throughout the world, and was carried out as part of the World Bank's research project on appropriate technology for water supply and sanitation.
- 24 - Ibid.
- 25 - Olson, O. W. (1974). *Animal Parasites - Their Life Cycles and Ecology*. University Park Press, Baltimore, MD (p. 451-452).
- 26 - Crook, James (1985). "Water Reuse in California." *Journal of the American Waterworks Association*. v77, no. 7. as seen in *The Water Encyclopedia* by van der Leeden et al. (1990), Lewis Publishers, Chelsea, Mich. 48118.
- 27 - Boyd, R. F. and Hoerl, B. G. (1977). *Basic Medical Microbiology*. Little, Brown and Co., Boston Mass. (p. 494).
- 28 - Cheng, Thomas C. (1973) *General Parasitology*. Academic Press Inc., 111 Fifth Ave., New York, NY 10003. (p. 645).
- 29 - Sterritt, Robert M. (1988). *Microbiology for Environmental and Public Health Engineers*. Pp. 244-245. E. & F. N. Spon Ltd., New York, NY 10001 USA.
- 30 - Epstein, Elliot (1998). "Pathogenic Health Aspects of Land Application." *Biocycle*, September 1998, p.64. The JG Press, Inc., 419 State Avenue, Emmaus, PA 18049.
- 31 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.5. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 32 - Franceys, R. et al. (1992). *A Guide to the Development of On-Site Sanitation*. World Health Organization, Geneva. p. 212.
- 33 - Schoenfeld, M., and Bennett, M. (1992). *Water Quality Analysis of Wolf Creek*. (Unpublished manuscript). Slippery Rock University, Applied Ecology Course, PREE, Fall Semester. (Prof. P. Johnson), Slippery Rock, PA 16057
- 34 - Pomeranz, V.E. and Schultz, D., (1972). *The Mother's and Father's Medical Encyclopedia*. The New American Library, Inc., 1633 Broadway, New York, NY 10019. (p.627).
- 35 - Chandler, A.C. and Read, C.P. (1961). *Introduction to Parasitology*. John Wiley and Sons, Inc.: New York.
- 36 - Brown, H.W. and Neva, F.A. (1983). *Basic Clinical Parasitology*. Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut 06855. (pp.128-31). Pinworm destruction by composting mentioned in: Gotaas, Harold B., (1956). *Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*. p.20. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.
- 37 - Brown, H.W. and Neva, F.A. (1983). *Basic Clinical Parasitology*. Appleton-Century-Crofts/Norwalk, Connecticut 06855. (pp.119-126).
- 38 - Ibid.
- 39 - Ibid.
- 40 - Haug, Roger T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. p. 141. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd. N.W., Boca Raton, FL 33431 USA.
- 41 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.4. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.
- 42 - Franceys, R. et al. (1992). *A Guide to the Development of On-Site Sanitation*. W.H.O., Geneva. p. 214.
- 43 - Shuval, Hillel I. et al. (1981). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Night Soil Composting*. p.7. International Bank for Reconstruction and Development (World Bank), Washington DC, 20433, USA.

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO OITO — O TAO DO COMPOSTO

- 1 - LaMotte Chemical Products Co., Chestertown, MD 21620
- 2 - Rodale, J. I., (1960). *The Complete Book of Composting*. P. 650, Rodale Books, Emmaus, PA.
- 3 - Kitto, Dick. (1988). *Composting: The Organic Natural Way*. Thorsons Publishers Ltd.: Wellingborough, UK. (p. 103).
- 4 - World of Composting Toilets Forum Update No. 3, Monday, November 2, 1998.
- 5 - Del Porto, David, and Steinfeld, Carol (1999). *The Composting Toilet System Book - editor's draft*. Center for Ecological Pollution Prevention, PO Box 1330, Concord, MA 01742-1330.
- 6 - Olexa, M. T. and Trudeau, Rebecca L., (1994). *How is the Use of Compost Regulated?* University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, Document No. SS-FRE-19, September 1994.
- 7 - Pennsylvania Solid Waste Management Act, Title 35, Chapter 29A.
- 8 - Pennsylvania Municipal Waste Planning, Recycling and Waste Reduction Act (1988), Title 53, Chapter 17A.
- 9 - King, F.H. (1911). *Farmers of Forty Centuries*. Rodale Press, Inc., Emmaus, PA 18049. (pp.78, 202).

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO NOVE — SISTEMAS DE ÁGUAS SERVIDAS

- 1 - Waterless Toilets as Repair for Failed Septic Tank Systems. Bio-Sun Systems, Inc., RR #2, Box 134A, Millerton, PA 16936. Ph: 717-537-2200. Email:Bio-sun@ix.netcom.com
- 2 - US EPA (1992). *Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities*. P. 42. EPA/625/R-92/005. US EPA Office of Research and Development, Office of Water, Washington DC 20460 USA.

- 3 - Bennett, Dick (1995). *Graywater, An Option for Household Water Reuse*. Home Energy Magazine, July/August, 1995.
- 4 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, December 1990, p. 945-946. American Water Resources Association.
- 5 - Gerba, Charles P. et al. (1995). *Water Quality Study of Graywater Treatment Systems*. Water Resources Bulletin, February, 1995, Vol. 31, No. 1, p. 109. American Water Resources Association.
- 6 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 37-42, 1991.
- 7 - Gerba, Charles P. et al. (1995). *Water Quality Study of Graywater Treatment Systems*. Water Resources Bulletin, February, 1995, Vol. 31, No. 1, p. 109. American Water Resources Association.
- 8 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, December 1990, p. 940. American Water Resources Association.
- 9 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, p. 40, 1991.
- 10 - Karpiscak, Martin M. et al. (1990). *Residential Water Conservation: Casa del Agua*. Water Resources Bulletin, December 1990, p. 940. American Water Resources Association.
- 11 - Ludwig, Art (1994). *Create an Oasis with Greywater*. Oasis Design, 5 San Marcos Trout Club, Santa Barbara, CA 93105-9726. Phone: 805-967-9956.
- 12 - Bennett, Dick (1995). *Graywater, An Option for Household Water Reuse*. Home Energy Mag., July/August, 1995.
- 13 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, p. 40, 1991.
- 14 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 37-38, 1991.
- 15 - Rose, Joan B. et al. (1991). *Microbial Quality and Persistence of Enteric Pathogens in Graywater from Various Household Sources*. Water Resources, Vol. 25, No. 1, pp. 39, 41, 1991.
- 16 - Bastian, Robert K. (date unknown). *Needs and Problems in Sewage Treatment and Effluent Disposal Facing Small Communities; The Role of Wetland Treatment Alternatives*. US EPA, Office of Municipal Pollution Control, Washington DC 20460.
- 17 - Hoang, Tawni et al. (1998). *Greenhouse Wastewater Treatment with Constructed Wetlands*. Greenhouse Product News, August 1998, p.33.
- 18 - Golueke, Clarence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, Sept./Oct. 1977, p. 18.
- 19 - Berghage, R.D. et al. (date unknown). *"Green" Water Treatment for the Green Industries: Opportunities for Biofiltration of Greenhouse and Nursery Irrigation Water and Runoff with Constructed Wetlands*. and: Gupta, G.C. (1980). *Use of Water Hyacinths in Wastewater Treatment*. Journal of Environmental Health. 43(2):80-82. and: Joseph, J. (1978). *Hyacinths for Wastewater Treatment*. Reeves Journal. 56(2):34-36.
- 20 - Hillman, W.S. and Culley, D.D. Jr. (1978). *The Uses of Duckweed*. American Scientist, 66:442-451
- 21 - Pries, John (date unknown, but 1996 or later). *Constructed Treatment Wetland Systems in Canada*. Gore and Storrie Ltd., Suite 600, 180 King St. S., Waterloo, Ontario, N2J 1P8. Ph: 519-579-3500.
- 22 - Golueke, Clarence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, Sept./Oct. 1977, p. 18.
- 23 - Golueke, Clarence G. (1977). *Using Plants for Wastewater Treatment*. Compost Science, Sept./Oct. 1977, p. 17.
- 24 - For more information, contact Carl Lindstrom at www.greywater.com.
- 25 - Gunther, Folke (1999). *Wastewater Treatment by Graywater Separation: Outline for a Biologically Based Graywater Purification Plant in Sweden*. Department of Systems Ecology, Stockholm University, S-106 91, Stockholm, Sweden. Ecological Engineering 15 (2000) 139-146.

REFERÊNCIAS — CAPÍTULO DEZ — O FIM ESTÁ PRÓXIMO

- 1 - Rybczynski, W. et al. (1982). *Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation - Low Cost Technology Options for Sanitation, A State of the Art Review and Annotated Bibliography*. World Bank, Geneva. (p. 20).
- 2 - Kugler, R. et al. (1998). *Technological Quality Guarantees for H.Q. Compost from Bio-Waste*. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. P. 31. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com).
- 3 - Vorkamp, Katrin et al. (1998). *Multiresidue Analysis of Pesticides and their Metabolites in Biological Waste*. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. p. 221. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com).
- 4 - Wheeler, Pat (1998). *Results of the Environment Agency Research Programme into Composting of Green and Household Wastes*. As seen in the 1997 Organic Recovery and Biological Treatment Proceedings, Stentiford, E.I. (ed.). International Conference, Harrogate, United Kingdom. 3-5 September, 1997. p. 77. Available from Stuart Brown, National Compost Development Association, PO Box 4, Grassington, North Yorkshire, BD23 5UR UK (stuartbrown@compuserve.com).
- 5 - Johnson, Julie. (1990). "Waste That No One Wants." *New Scientist*. 9/8/90, Vol. 127, Issue 1733. (p.50).
- 6 - Benedict, Arthur H. et al. (1988). "Composting Municipal Sludge: A Technology Evaluation." Appendix A. Noyes Data Corporation.
- 7 - Biocycle, January 1998, p. 71.
- 8 - <http://www.epa.gov/compost/basic.htm>
- 9 - Johnson, Julie. (1990). *Waste That No One Wants*. (p. 53) see above.
- 10 - Simon, Ruth. (1990). *The Whole Earth Compost Pile?* Forbes. 5/28/90, Vol. 145, Issue 11. p. 136.
- 11 - Biosolids Generation, Use and Disposal in the United States (1999). EPA 630-R-99-009.
- 12 - Gotaas, Harold B., (1956). *Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes*. p.101. World Health Organization, Monograph Series Number 31. Geneva.

**Uma cena dos bastidores
de nossa equipe editorial.**

