

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DO USO E MANEJO DE
SANITÁRIO COMPOSTÁVEL LOCALIZADO EM RATONES,
FLORIANÓPOLIS.

JOANA LENTZ MARQUES

FLORIANÓPOLIS, (SC)
MARÇO/2010

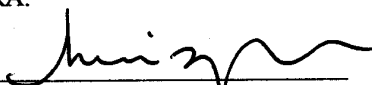
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL

ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DO USO E MANEJO DE
SANITÁRIO COMPOSTÁVEL LOCALIZADO EM RATONES,
FLORIANÓPOLIS.


JOANA LENTZ MARQUES

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos
requisitos para Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental - TCC II

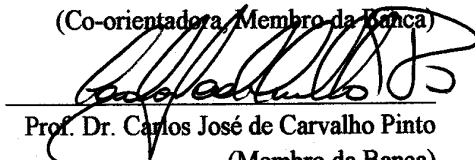
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Luis Sérgio Philippi
(Orientador)



Eng.ª Maria Elisa Magri
(Co-orientadora, Membro da Banca)



Prof. Dr. Carlos José de Carvalho Pinto
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
MARÇO/2010

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO GERAL	5
2.1. Objetivos Específicos	6
3. JUSTIFICATIVA	6
4. REVISÃO DE LITERATURA	7
4.1. Problemáticas Sócio-Ambientais	8
4.2. A Era do Saneamento e a Sustentabilidade	11
4.2.1. Breve relato sobre a história do saneamento no Brasil	12
4.2.2. Sustentabilidade	13
4.3. Saneamento Descentralizado	16
4.3.1. Conceito	17
4.3.2. Vantagens e Desvantagens	18
4.4. Saneamento Ecológico (EcoSan)	22
4.4.1. Vantagens e desvantagens	23
4.4.2. O papel da Educação Ambiental e da Participação Social	24
4.5. Sanitários Compostáveis	25
4.5.1. Classificações	27
4.5.2. Riscos Microbiológicos	29
4.5.3. Compostagem das fezes	32
4.4.4. Armazenamento de Urina	35
4.4.5. Nutrientes nas Fezes e na Urina	35
5. METODOLOGIA	37

5.1. Diagnóstico de uso e manejo	38
5.2. Verificação da eficiência de higienização do sanitário	38
5.2.1. Método de Gordon e Whitlock –	39
5.3. Elaboração de proposta para melhorias	39
5.4. Criação de cartilha explicativa para incentivo ao uso	40
6. RESULTADOS	41
6.1. Diagnóstico Uso e Manejo	41
6.1.1. Caracterização Física do Sanitário -	41
6.1.3. Uso e Manejo –	45
6.4. Cartilha	52
7. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES	52
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
9. CONCLUSÕES	54
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1. INTRODUÇÃO

A pressão exercida pela atividade humana sobre os recursos naturais do planeta tem gerado, atualmente, uma crescente preocupação a nível global, por diferentes esferas da sociedade. Repercute-se tanto na mídia quanto em conferências e fóruns nacionais e internacionais, especializados ou não no tema, a urgente necessidade da preservação de tais recursos para o equilíbrio da biosfera e, conseqüentemente, para a sustentabilidade da sociedade. Contudo, o acelerado crescimento populacional e o surgimento de aglomerados urbanos, decorrentes principalmente do aumento no desenvolvimento econômico de muitos países, têm gerado uma grande pressão sobre os recursos hídricos. Sendo a água um elemento fundamental para a existência da vida no planeta, esta pressão necessita ser urgentemente revertida ou minimizada. Portanto, de todas as crises relativas aos recursos naturais, a crise da água é uma questão central para a sobrevivência da vida no planeta (UNESCO, GONÇALVES, 2009).

É reconhecidamente verdadeira a proposição de que o tratamento e o processamento dos resíduos produzidos pelas sociedades humanas não deveriam trazer quaisquer riscos para sua própria população assim como para o ambiente natural no qual está inserida. O nível de sustentabilidade de qualquer sociedade depende, dentre outras coisas, de como esta sociedade lida com suas questões de saneamento (NIEMCZYNOWICZ, 2000, pg. 116-118).

Locais com grande disponibilidade de água doce encontram-se ameaçados por diversas formas de contaminação, enquanto outras regiões são regidas pela seca ou pela grande escassez da mesma. Nestes locais de difícil acesso à água, torna-se mais preocupante o seu consumo, tendo em vista que a mesma é comumente ingerida na forma tal como é encontrada. A falta de saneamento adequado torna-se o principal ator na disseminação de doenças do trato gastrointestinal – gerando diarreias, sobretudo. De acordo com a UNESCO e a OMS, 2.6 bilhões de pessoas não são assistidas por saneamento básico, e cerca de 1 bilhão de pessoas encontram-se sem acesso à água potável, aumentando os riscos de exposição às águas insalubres, veículos de doenças. A diarreia e a desnutrição são as maiores responsáveis pela mortalidade infantil no mundo (CLARKE e KING, 2005; UNESCO, 2004).

A água potável ou doce, encontrada em rios, lagos, lagoas, lençóis freáticos, aquíferos e calotas polares, representam 2,5% do volume total de água no planeta. Desta quantia, cerca de dois terços encontram-se indisponível ou em difícil acesso para abastecimento (CLARKE e KING, 2005). Apesar da baixa taxa de disponibilidade, o maior consumo de água potável no mundo se deve à agricultura, correspondendo a cerca de 70% do seu volume total. O consumo doméstico fica em segundo lugar, com 23%, tornando-se responsável, portanto, pelo desequilíbrio no ciclo urbano das águas e, conseqüentemente, do ciclo hidrológico (GONÇALVES, 2006 e 2009).

Cada litro de água que chega aos domicílios corresponde a um consumo específico de energia para o seu transporte e distribuição. Os sistemas urbanos de abastecimento de água são responsáveis por cerca de 2% a 3% do consumo total de energia no mundo e deste total estima-se que cerca de 90% a 95% está associado ao bombeamento de água, cujos equipamentos muitas vezes são sobredimensionados e obsoletos, operando em horários de pico na maioria das vezes. É perceptível desta maneira o dispêndio energético e conseqüentemente econômico gerado pelo transporte e distribuição de água às cidades (GONÇALVES, 2009).

No Brasil, segundo o Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), as perdas reais e aparentes de água correspondem a cerca de 40% do volume total produzido pelos sistemas públicos de abastecimento, desde a sua captação, tratamento, transporte e distribuição (IDEM). O maior desperdício de água nas residências se dá pelos chuveiros e pelas descargas dos vasos sanitários, com valores que de acordo com diversos autores, variam muito com o uso em diferentes localidades.

No saneamento convencional (centralizado), a água potável é utilizada como meio de transporte e diluição de efluentes, confrontando a situação mundial de escassez e contaminação dos recursos hídricos, além de destinar-se apenas ao tratamento e disposição *final* dos esgotos (“tecnologias de fim de tubo”). Diferentes características de efluentes são ignoradas ao serem misturados, podendo receber em seus sistemas resíduos hospitalares, industriais, entre outros, misturando aos resíduos orgânicos substâncias químicas tóxicas, metais pesados e outras até mesmo pouco conhecidas, o que muitas vezes pode inviabilizar o reaproveitamento desses resíduos nas atividades agrícolas, desperdiçando nutrientes que poderiam estar contribuindo para o enriquecimento dos solos (OTTERPOHL, 1998; PHILIPPI, 2000).

Entendendo o saneamento como uma questão complexa composta por diversas variáveis, não há apenas uma única forma de solução dos seus problemas. Frente a esse contexto, o saneamento descentralizado surge como alternativa e/ou complemento ao tratamento convencional de esgotos, tratando o efluente na sua origem ou perto com o intuito de elevar a qualidade do seu produto final e objetivando o seu reuso. Diferencia-se do sistema centralizado também por atender a usuários individuais, tais como casas, condomínios, aglomerados, comunidades isoladas e indústrias, podendo desta forma promover saneamento em populações rurais, peri-urbanas, marginais e as localizadas em áreas de difícil acesso, tais como desertos ou regiões de montanhas (GONÇALVES, 2009; VENHUIZEN, 2001).

Com o sistema descentralizado, uma abordagem ecossistêmica pode ser dada ao saneamento. Reintroduzir as águas domiciliares ao ciclo natural de materiais como recurso é uma aproximação para com os ciclos contínuos da natureza. Incentivar e implementar esse novo paradigma, modificando a maneira como as pessoas pensam e agem frente as suas excretas é objetivo do saneamento ecológico (EcoSan). A tecnologia de sanitários compostáveis é uma alternativa sugerida por este trabalho, onde através da compostagem de fezes pode-se recuperar os nutrientes produzidos pelas excretas, que são “recursos”, reintroduzindo-os no solo tanto do meio agrícola quanto urbano, com um custo econômico e energético extremamente inferior aos sanitários convencionais.

Localizado num bairro rural dentro da capital de Santa Catarina - o distrito de Rationes -, encontra-se o sanitário compostável foco deste trabalho. Procura-se, por meio da análise do mesmo, contribuir para com a discussão sobre a efetividade deste sistema e sobre as variáveis envolvidas numa das alternativas mais viáveis para o saneamento de dejetos humanos atualmente.

2. OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de caso do sanitário compostável existente no Instituto Çarakura, Rationes, através de um diagnóstico do uso e manejo do sistema e verificação da eficiência de higienização do composto produzido, visando sua aplicação no solo.

2.1. Objetivos Específicos

- . Realizar uma revisão bibliográfica abordando os temas necessários ao estudo;
- . Verificar a eficiência de higienização do sanitário compostável;
- . Elaborar uma proposta de melhorias para o funcionamento e manejo das fezes no sanitário compostável em estudo;
- . Criar uma cartilha para divulgação e incentivo ao uso deste aparelho para os visitantes do local estudado.

3. JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Recursos Hídricos, na forma da Lei^o 9.433/97, tem como objetivo garantir a seguridade hídrica dos cidadãos brasileiros, assegurando “à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Art. 2^o, inciso I), instituindo a água como um bem de domínio público e um recurso natural limitado (Art. 1^o, incisos I e II). Para que a utilização dos recursos hídricos pela sociedade possa ser sustentável faz-se necessário a existência de saneamento capaz de reintroduzir no ciclo hidrológico águas residuárias provindas das mais diversas fontes, em níveis aceitáveis, ou, regulamentados pela legislação específica vigente (BRASIL, 1997).

Frente à incapacidade dos sistemas convencionais de saneamento dos esgotos domiciliares, incapazes de tratar total e eficientemente o crescente volume produzido pelas cidades, somado à precária situação ou ausência de saneamento em áreas peri-urbanas, rurais ou de difícil acesso, é urgente que se estabeleça o uso de tecnologias alternativas, substituindo ou complementando tais sistemas. De acordo com a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei n^o 11.445/07), são princípios fundamentais a “adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais”, assim como a “utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento e adoção de soluções graduais e progressivas” (Art. 2^o, incisos V e VIII) (BRASIL, 2007). Contudo, tais ações necessitam de políticas públicas que estabeleçam diretrizes e meios institucionais para colocar essas ações de saneamento em prática, também a nível municipal.

Apesar das previsões teorizadas pelas leis citadas, o estado atual dessas políticas públicas é inexistente, em muitos casos, ou incapaz de dar conta das demandas provindas do acelerado crescimento das áreas urbanas (PHILIPPI, 2001; GONÇALVES, 2009; etc). Tal situação, ainda segundo PHILIPPI, provém de uma desarticulação final do próprio desenvolvimento urbano, ainda planejado em termos de instâncias isoladas (saneamento/transporte/habitação/meio ambiente-saúde). A descentralização do saneamento se torna uma urgente medida para o desenvolvimento sustentável da sociedade, utilizando-se assim tecnologias alternativas, tendo como exemplo, sanitários compostáveis, que é o tema foco deste trabalho. Por ser também uma tecnologia de baixo custo, é socialmente viável.

Os sanitários compostáveis, se construídos, utilizados e mantidos conforme se estabelece em literatura específica, como será visto posteriormente, é uma forma eficaz de manejo das excretas humanas. Ao invés de despejar as excretas nos corpos d'água, é produzido um composto a ser utilizado como condicionador de solos e base para criação de húmus, permitindo também, com a separação da urina, utilizá-la como fertilizante, após seu armazenamento. Há exemplos onde a utilização do composto fecal contribuiu visivelmente para a produção alimentar doméstica, contribuindo assim para a diminuição da desnutrição infantil.

O bairro de Rationes, em Florianópolis, capital de Santa Catarina, ainda mantém-se como zona rural. A propriedade onde se localiza o sanitário em questão é um sítio, sede de uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) com o nome Instituto Çarakura, voltada à educação ambiental. Sistemas pilotos de saneamento ecológico são utilizados como instrumentos de conscientização, assim como a recuperação e manutenção do ecossistema local, bioconstrução, viveragem, plantio orgânico, entre outros. O sanitário compostável é utilizado pelos moradores do local e pelos visitantes, sendo, portanto, necessário analisar sua eficiência quanto à remoção de agentes patogênicos, verificando também o seu manejo e a utilização do composto. E, para tanto, contribuir para a pesquisa e o estudo dessa tecnologia.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Problemáticas Sócio-Ambientais

As diferentes culturas asiáticas há milhares de anos têm utilizado seus territórios para produção de alimento – no caso, os mesmos solos, desde então. A China, desde a dinastia Shang, cerca de 3.000 a 4.000 anos atrás, utilizava os excrementos humanos como recurso natural a ser utilizado na agricultura, como adubo. Ao contrário do Ocidente, onde a atividade humana tem causado ao longo dos séculos o empobrecimento e a contaminação dos solos e dos recursos hídricos, com o desenvolvimento de monoculturas, uso extensivo de fertilizantes e herbicidas tóxicos, lançamento de excretas e águas residuárias nos corpos d'água com nenhum ou pouco tratamento, entre outras práticas insustentáveis.

Tentando entender a origem destas atitudes, é notável que uma cultura baseada em princípios do Cristianismo, que personifica a divindade criadora de todas as formas de vida e do universo à semelhança do ser humano, considera *sagrado* e, portanto, motivo de admiração, cuidado e preservação, somente os feitos e construções criados pelo Homem e suas variadas civilizações. Princípios que colocam a natureza a serviço do homem, opondo-se à maioria das culturas orientais, onde este depende e é parte intrínseca da mesma (JENKINS, 2005).

Atualmente a cultura oriental tem sofrido grandes influências pós-globalização. Até o ano de 1956, a China ainda utilizava o composto dos resíduos humanos (alimentício e fecal) como 90% dos seus fertilizantes. Contudo, entre as décadas de 60 e 80, o uso de fertilizantes sintéticos aumentou em 600%. Tais números acompanham a evolução global do uso de defensores agrícolas e fertilizantes sintéticos, especialmente nos países em desenvolvimento. (JENKINS, 2005; PINHEIRO, 1998).

Os recursos hídricos são vitais para a agricultura. Cerca de 70% do total de água potável do planeta é utilizado nesta atividade. Porém, em apenas 17% das lavouras mundiais responsáveis pela produção de mais de um terço dos alimentos do planeta. Além disso, águas superficiais e subterrâneas sofrem com a contaminação gerada por defensores e fertilizantes químicos (CLARKE e KING, 2005).

Os sistemas ecológicos sobrevivem graças a uma série de fatores, mas a resiliência dos mesmos e da biosfera como um todo, exerce nos dias de hoje papel fundamental, por muito serem os impactos causados

pela atividade humana. Segundo ROCKSTRÖM *et al.* (2009), alguns *limites planetários* para o não rompimento da biosfera são levantados:

- mudanças climáticas;
- perda da biodiversidade;
- interferência nos ciclos do nitrogênio e potássio;
- acidificação dos oceanos;
- uso global de água doce;
- mudanças no uso do solo;
- emissões de aerossóis na atmosfera;
- poluição química.

Sabe-se que desde a Revolução Industrial aceleraram-se o uso crescente de combustíveis fósseis, as formas industrializadas de agricultura e a contaminação hídrica, sendo estes os principais atores a erodir a resiliência do planeta Terra como um todo.

ROCKSTRÖM *et al.* (2009) afirmam que três desses limiares já foram ultrapassados: a mudança climática, a perda da biodiversidade e o ciclo do nitrogênio. A produção de fertilizantes químicos é sintetizada a partir do nitrogênio extraído da atmosfera, desde o começo do século XX. Esta extração excede a capacidade da reposição natural de N, e os fertilizantes aumentam o lançamento de N nos corpos hídricos e no solo, gerando inclusive gases de efeito estufa como o óxido nitroso. E a extração de fósforo está caminhando para um futuro semelhante, sendo extraídos do solo cerca de 20 milhões de toneladas. São lançados de 8,5 a 9,5 milhões de toneladas nos oceanos ao ano – se esse valor chegar a 11 milhões de t, a produção de oxigênio no mesmo cessa.

A extração dos recursos naturais parece beneficiar apenas o bem-estar e elevada qualidade de vida de uma quantidade seleta e ínfima de seres humanos. Enquanto isso, bilhões vivem em condições miseráveis de subsistência ou pobreza intensa. Mais de um bilhão de pessoas no mundo não têm acesso à água potável. Em decorrência do uso indevido da mesma, a contaminação e escassez dos recursos hídricos é questão central para a sobrevivência da vida no planeta, a nível mais imediato (UNESCO, 2004). Segundo CLARKE e KING (2005), estima-se que por volta de 2050 mais de 4 bilhões de pessoas estarão sofrendo por carência *crônica* de água. Enquanto isso, a produção de um quilo de arroz e um quilo de carne bovina exigem na sua produção um valor mínimo de 1.900 e 15.000 litros de água, respectivamente. E muitos são os outros usos da água, tal como a geração de energia elétrica, atividades industriais, criação de animais para abate e uso doméstico.

Porém o uso mais vital é o para abastecimento. E, sem um saneamento adequado, a água tem sido um disseminador de enfermidades. Dos óbitos por motivo de doença, as doenças infecciosas de veiculação hídrica são as principais responsáveis. Estima-se que há um número de 2,5 bilhões de pessoas infectadas no mundo inteiro, sendo que destes aproximadamente 450 milhões são crianças e adolescentes, que são os mais afetados, com 13 milhões de óbitos por ano no mundo (ESREY *et al.*, 2001; WHO, 2000 *in*: CASTIÑEIRAS e MARTINS, 2003).

Em termos de Brasil, “a maioria dos cerca de 18 milhões de pessoas que não tem acesso à água encanada nas áreas urbanas moram em habitações precárias nas favelas, invasões, loteamentos clandestinos e bairros populares das periferias dos grandes centros, ou em pequenos municípios particularmente do semi-árido. (...) estudo do IBGE mostrou que, em 2000, foram registrados mais de 800 mil casos de seis doenças - dengue, malária, hepatite A, leptospirose, tifo e febre amarela - que estão diretamente ligadas à má qualidade da água, às enchentes, à falta de tratamento adequado do esgoto e do lixo. Naquele ano, mais de 3 mil crianças com menos de cinco anos morreram de diarreia.” (SOUZA, 2007, pg. 5). Segundo PHILIPPI *et al.* (2007), também ressalta-se que a maior parte das pessoas atingidas são populações rurais e habitantes de áreas com elevado índice de pobreza. Em Santa Catarina, uma vazão média de 691.973 m³/dia de esgotos é produzida, e destes, apenas 61.878m³/dia são tratados, ou seja, 630.095 m³/dia de esgotos são lançados *in natura* nos corpos d’água receptores.

A Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07) brasileira tem como um dos seus princípios fundamentais a **universalização** do acesso - entenda-se por universalização a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, e por saneamento básico os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. As leis brasileiras afirmam que a água é um bem de todos os cidadãos, que é necessária a preservação dos recursos hídricos (Lei nº 9.433/97), que o saneamento básico é um direito de todos, mas para que se atinjam tais premissas é necessária ação política e criação de mecanismos eficientes de gestão. Percebe-se que as leis não tem tido respaldo, seja pelas municipalidades ou pelo governo do Estado. É direito e dever do cidadão brasileiro exigir que as mesmas sejam cumpridas pelos seus representantes. Um processo *emancipatório* de *empoderamento* das

comunidades torna-se necessário para que o conhecimento das leis e das técnicas e tecnologias de saneamento estejam ao alcance da população, visto que tal conhecimento está na mão de poucos.

A problemática social levantada está, portanto, integrada aos problemas ambientais, que por sua vez decorrem das atividades humanas, como a agricultura industrializada e a falta de saneamento. A questão do tratamento dos “dejetos” humanos, em especial das excretas, é a ligação necessária entre essas duas atividades, possibilitando uma solução para ambas, resolvendo a questão do manejo dos dejetos excretais ao passo em que possibilita o enriquecimento dos solos - com a produção de adubos orgânicos através do reaproveitamento dos nutrientes de fezes e urina. Entre outras vantagens para a sociedade, que serão citadas ao longo do trabalho.

4.2. A Era do Saneamento e a Sustentabilidade

O conceito de *saneamento*, no Ocidente, infelizmente construiu-se em cima de muitos desastres e mortes. A Europa do século XIV foi assolada pela Peste Negra, causando a morte em massa de muitas pessoas. Metade da população da Inglaterra foi a óbito. Nesta época, o poder da Igreja Católica reinava sobre as ações e concepções da sociedade europeia. Autoridades da Igreja pregavam que tais desastres eram fruto da fúria de Deus, um castigo aos habitantes devido a ofensas proferidas contra o mesmo por adeptos de outros sistemas, num preâmbulo ao período da Inquisição. Uma publicação do Papa Inocêncio VIII, em 1484, chegou a afirmar que as “bruxas” eram a causa de doenças, tempestades e outras catástrofes da humanidade. Muitas pessoas foram mortas e aprisionadas em condições precárias – encubando uma série de doenças (JENKINS, 2005).

Até o século XIX, resíduos das cidades europeias e norte-americanas eram lançados nos campos rurais, e somente a partir desta data começaram a ser associadas as condições sanitárias à saúde da população. E apenas em 1.849 surgia na Inglaterra a teoria de que a contração de Cólera estava associada à disseminação de água contaminada. Contudo, nenhuma atitude séria foi tomada, a população europeia passa por uma grave epidemia de Cólera, porém sendo a última grande epidemia, iniciando então, uma era de prevenções sanitárias (GONÇALVES, 2009; WHITE, 1955, *in*: JENKINS, 2005).

4.2.1. Breve relato sobre a história do saneamento no Brasil

No Brasil do século XX, era comum nas residências a utilização de poços em fundo de quintais para o abastecimento de água e fossas para dispor esgoto doméstico. Em meados da década de 70 a população era de 92 milhões de habitantes, e a disseminação de doenças infecciosas levou o governo – militar, na época – a elaborar um plano abrangente de saneamento básico, visto que cada município tomava as medidas que lhes era possível. Com isso foi criado em 1969 o PLANASA – Plano Nacional de Saneamento Básico (1970 – 1986), gerido pelo extinguido Banco Nacional de Habitação (BNH), o maior investimento já feito em serviços de água (principalmente), esgotamento sanitário (precariamente) e drenagem (infimamente). Nele, os Estados precisavam criar companhias de saneamento para obter financiamento e executar os serviços a nível municipal, numa gestão *centralizada*. Com a queda da ditadura militar e a falência do banco, o plano foi extinto.

No governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, com a homologação da Lei nº 8.987 de 1995 abriram-se as fronteiras do setor de água e esgoto à iniciativa privada, frente às péssimas condições financeiras de várias companhias estaduais.

Somente no ano de 2007 surge um marco regulatório estabelecendo objetivos, instrumentos e diretrizes ao saneamento básico, a Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.445 de 2007. Nela, os municípios se responsabilizam pelos serviços de água e esgotos, podendo gerenciar e executá-los diretamente através de: autarquias criadas especialmente a este fim, iniciativa privada ou consórcio público com a companhia estadual de saneamento. Mesmo com estes marcos institucionais, a maioria dos municípios brasileiros ainda são carentes nesse setor, muito deles operados pela iniciativa privada, autarquias ou empresas municipais ou pela FUNASA (Fundação Nacional de Saúde).

Cerca de 86,9 milhões de brasileiros habitam residências desprovidas de sistema de coleta de esgotos. Estima-se que aproximadamente de 2.500 crianças menores de 5 anos morrem por doenças de veiculação hídrica, contraindo diarreias e suas conseqüências (de acordo com o *site* Trata Brasil). O quadro abaixo (ver tabela 1) mostra os números do *déficit* de oferta de saneamento básico no Brasil, com dados de 2003 para Rede Geral de Água (RGA) e Coleta de Esgoto Sanitário (CES).

Área	Nº de domicílios	Domicílios não atendidos por RGA	Domicílios não atendidos por CES
Urbana	42.107.183	3.368.575 (8,0%)	18.821.911 (74,4%)
Rural	7.034.988	5.231.305 (74,4%)	6.754.491 (74,4%)
TOTAL	49.142.171	8.599.880 (17,5%)	25.576.402 (52,0%)

Tabela 1: *Déficit* de oferta de saneamento básico no Brasil (FONTE: IBGE, 2003 in: www.tratabrasil.com.br acesso em fevereiro de 2009).

Pode-se afirmar, com estes dados, que em 2003 o Brasil possuía cerca de 50 milhões de residências lançando seu esgoto sanitário, tanto em fossas, quanto a céu aberto, nos rios ou nas redes de drenagem urbana. De acordo com o *site* Trata Brasil, em 1998 a FUNASA, a pedido do jornal Folha de São Paulo calculou um número de mortes de 29 pessoas por dia no país por doenças infecciosas decorrentes de falta de saneamento (FSP, 16/jul/00). Convém mencionar que os gastos financeiros para implantação de saneamento básico geram uma redução nos gastos públicos com serviços de saúde (TRATABRASIL, 2009).

Contudo, o Brasil é um país comprometido com agendas e tratados internacionais que buscam firmar ações coletivas entre as nações cooperantes, para reverter os danos ao ambiente ainda no século XXI, objetivando modificar seus padrões de desenvolvimento, em busca de um futuro sustentável. Premissas como criação de “cidades sustentáveis”, “redução de desigualdades sociais”, “gestão dos recursos naturais” entre outras, são consideradas questões fundamentais - e o setor de saneamento é a base para uma sociedade comprometida com a saúde dos cidadãos e meio ambiente, e com o futuro.

4.2.2. Sustentabilidade

A influência dos fatores ambientais, desde os tempos remotos, condiciona os caminhos traçados pela Humanidade. As variações de temperatura no globo fizeram os antepassados do *Homo sapiens sapiens* migrarem de continente a continente. O planeta passou, os últimos 10 mil anos do Holoceno - um período geológico que começou no fina da

última glaciação, durando cerca de 50 mil anos, por uma grande estabilidade ambiental. Tal estabilidade, devido à estabilidade de suas estações, proporcionou a passagem do nomadismo para o sedentarismo com o desenvolvimento da agricultura, que obrigava o homem a permanecer em determinada terra.

Nos dias de hoje, os efeitos do desenvolvimento econômico e tecnológico da sociedade capitalista urbano-industrial têm trazido à tona com uma crescente preocupação a nível global, por diferentes esferas da sociedade. Repercute-se tanto na mídia quanto em conferências e fóruns nacionais e internacionais, especializados ou não no tema, a urgente necessidade da preservação de tais recursos para o equilíbrio da biosfera e, conseqüentemente, para a sustentabilidade da sociedade.

Porém, tanto os impactos negativos causados sobre o ambiente quanto o conceito de sustentabilidade são percebidos e concebidos de forma diferente dentro da sociedade, que por si só é socialmente e economicamente desigual. Mesmo com o surgimento e o crescimento de uma consciência ecológica, a partir de meados do século XX, quando epidemias começaram a ser relacionadas à poluição gerada pela ação antrópica, seguida da degradação gerada pelas Grandes Guerras, o modelo de sociedade vigente continua a acelerar o processo de destruição dos recursos naturais do planeta.

Com vistas a reverter tal situação, tenta-se formar uma concepção global para o termo sustentabilidade, na busca pelo entendimento das relações necessárias para lidar com a questão ambiental. Em 1949 realiza-se a Conferência Científica da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre a Conservação e Utilização de Recursos. Mas, somente após a Declaração de Estocolmo, realizada e aprovada pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972, a concepção de sustentabilidade é lapidada, tomando maiores proporções e alcançando até os dias de hoje. Nesta concepção a dimensão ambiental torna-se um limite ao desenvolvimento econômico e industrial da sociedade; e expõe à necessidade de atender as gerações presentes sem comprometer a garantia de suprimento das gerações futuras (FILHO, 2004; PHILIPPI Jr. e PELICIONE, 2005).

Algumas estratégias seguiram, mas ainda sem uma efetividade prática. A ação mais significativa foi quando a Assembléia Geral da ONU (1983) deu a função à Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de dirigir uma agenda global de mudanças. Em 1987, uma nova assembléia solicita a organização de uma reunião mundial

para elaborar estratégias para reverter os processos de degradação ambiental e promover o “desenvolvimento sustentável”. Realizou-se a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, mais conhecida por Eco-92 ou Rio-92. A partir deste encontro, uma agenda foi criada para estabelecer diretrizes (Agenda 21) e os termos *sustentabilidade* e *sustentável* começam a ser amplamente utilizados, no texto de leis, em justificativas de projetos de pesquisa, convênios, discursos políticos, entre outros, sendo hoje em dia inclusive utilizado pelo *marketing* de muitas empresas que pregam ser ecológica.

O paradigma da sustentabilidade, contudo, requer uma complexidade de relações que transcendem à união multi ou interdisciplinar de conhecimentos. Descobertas científicas fazem surgir novas ciências, e derrubando e tomando o lugar de muitas das velhas teorias, possibilitando uma abertura e maior flexibilidade das antigas premissas que fundamenta(va)m a realidade da cultura acidental.

Cientistas percebem a aplicabilidade de alguns princípios e conclusões a diferentes áreas do conhecimento científico. Surge a Teoria Geral dos Sistemas, lançado por Ludwig Von Bertalanffy, sendo alguns de seus conceitos fundamentais: as inter-relações, ou seja, a não-causalidade, onde a troca entre elementos se dá através de um processo de retroalimentação; a organização, gerida pela funcionalidade do sistema; a totalidade, onde o sistema como um todo não pode ser analisado por partes separadamente; a complexidade, que governa a ordem e a desordem intrínsecas às relações, dirigindo o determinismo ou o acaso.

CAPRA (1996) consegue reunir muitos desses conhecimentos e traduzi-los aos leigos em geral, demonstrando que as propriedades sistêmicas de um todo não são a soma das propriedades de suas partes, significando a impossibilidade de se manter um sistema vivo se reduzi-lo às suas partes.

O isolamento disciplinar e exaltação à ciência são criticados em diversos autores por não responderem às problemáticas ambientais e sociais atuais, que são o maior exemplo do nível de complexidade de um sistema. Surge o pensamento complexo, entendendo a desordem (um problema) como parte intrínseca da ordem de um sistema, através das interações. E, para a resolução de problemas ambientais, é necessário que se tome estratégias que levem em consideração a interdependência dos sistemas ecológicos entre si, e com a humanidade.

Sendo assim, SILVA (1998) alerta que ações estratégicas precisam ser bem fundamentadas, entre outros conceitos, na noção de raciocínio ecológico. Conceitos de ecologia – resiliência, homeostase, emergência (sistemas emergentes) mediados pela neguentropia - fundamentam a base operacional da cognição deste raciocínio, identificado como a capacidade cognitiva de identificar as relações entre sistemas ambientais e as suas unidades, assim como o desencadear de suas complexidades. Desta forma, sociedade, natureza e economia não podem ser dissociadas entre si. Segundo PHILIPPI Jr. e PELICIONE (2005), muitos discursos ambientalistas caem por terra ao enaltecer a necessidade de mudança de comportamento e da responsabilidade individual, “escamoteando” fatores muito mais devastadores tal como a apatia política e as relações de poder existentes dentro da sociedade, o consumismo e a sua produção infinita de tecnologias, a desigualdade na distribuição de renda e no acesso a bens e serviços por parte majoritária da população global.

Frente a esta complexidade, tentativas de saber e tomada de ações transdisciplinares necessitam ser estimuladas, desenvolvidas e implementadas para a formulação de soluções. O saneamento é uma questão chave para a sustentabilidade, sendo ao mesmo tempo problema e solução. E o nível da complexidade da dimensão do saneamento aponta para soluções generalizadas para grande parte da problemática ambiental - devido a sua vital importância para a promoção da resiliência e manutenção de muitos ecossistemas, assim como para a promoção da saúde humana.

É necessário atentar que, para o caso específico deste texto, o uso do termo “saneamento” será utilizado com foco apenas ao esgotamento sanitário em si, buscando trazer uma contribuição para a discussão acerca da importância da abordagem descentralizada destes serviços.

4.3. Saneamento Descentralizado

Segundo ESREY (1999), as práticas de saneamento são divididas de maneira geral em dois tipos: “fluxo e descarga” e “caída e depósito”. A primeira é a forma convencional e centralizada de saneamento, muito empregada em centros urbanos, sendo um sistema composto basicamente pelas etapas de coleta dos esgotos nas residências e seu transporte através de tubulações ou canalizações, em direção a uma estação central de tratamento e, depois de tratados, é feita a sua

disposição final em corpo d'água receptor. Para aqueles que não usufruem este privilégio, lhes resta a segunda alternativa: depositar seus excretos em latrinas, buracos no chão, rios e córregos.

No saneamento centralizado, o meio de transporte dos esgotos é a água. E não apenas efluentes residenciais são transportados através das tubulações, mas também águas de drenagem urbana e, em alguns casos, despejos industriais. Misturar diferentes qualidades de esgotos em uma unidade central de tratamento incompatibiliza o reuso dos esgotos e a recuperação dos nutrientes dos mesmos, desperdiçando, portanto, um potencial uso sustentável dos efluentes, além de prejudicar a efetividade do tratamento (OTTERPOHL, 1998; GONÇALVES, 2009).

Uma mudança de paradigma em relação aos tratamentos convencionais de esgotos sanitários é, portanto, necessária. De acordo com muitos estudos já realizados nesse sentido, tal mudança está voltada para estruturas mais inteligentes, sinérgicas e descentralizadas. Recentemente, um intensivo debate tem sido realizado na Europa, mais especificamente na Suíça e em demais comunidades internacionais de pesquisa, acerca do reuso dos esgotos. E, fruto dos debates e estudos realizados, uma assustadora variedade de sistemas alternativos de saneamento descentralizado tem surgido desde então (NIEMCZYNOWICZ, 2000; OTTERPOHL, 2000).

4.3.1. Conceito

Os sistemas descentralizados de saneamento cumprem as funções de coleta, transporte e disposição dos esgotos tais como sistemas convencionais, objetivando manter a saúde pública, proteger os corpos receptores da contaminação ou degradação e reduzir custos na construção dos sistemas e no tratamento (tanto de água quanto de esgotos). Contudo, diferencia-se dos sistemas centralizados pela condição de fazê-lo para usuários individuais, tais como casas, aglomerados, comunidades isoladas e indústrias, mesmo se parte de seus resíduos ainda venha a ser transportada para estações centralizadas. Porém, os sistemas não devem ultrapassar o limite de uma microbacia hidrográfica. (PHILIPPI *et al.* (2007); TCHOBANOGLOUS, 1998). Mas sua principal e fundamental diferença está em manter os esgotos perto do seu ponto de origem, para elevar a qualidade do tratamento e reduzir os custos, para a reutilização dos resíduos.

Por possuírem projetos de menores unidades, com diferentes pontos de tratamento a vazões reduzidas, tornam-se mais fáceis de planejar e manejar, além de produzirem menor impacto ambiental (BÖELL, 2005). Desta forma é evidente o estímulo ao desenvolvimento de potencialidades locais, visto que estes sistemas podem ser projetados, operados e monitorados por agentes e profissionais locais, ampliando com isso o campo de trabalho e possibilitando uma maior participação e controle social (PHILIPPI *et al.*, 2007).

Com isso, os sistemas descentralizados trazem em seu conceito a produção de sistemas alternativos fisicamente possíveis, socialmente responsáveis e ambientalmente sustentáveis (VENHUIZEN, 2009). A descentralização do saneamento torna-se “um forte apelo ao conceito de sociedades responsáveis” (PHILIPPI, 2000).

Na maioria dos países em desenvolvimento há uma carência na materialização de projetos de pesquisa que objetivem uma escolha adequada das tecnologias de saneamento. Fatores determinantes tais como condições físicas e climáticas dos locais onde serão implantados os sistemas, a capacidade dos recursos humanos e financeiros disponíveis e os fatores sociais e culturais - que geram a aceitação desses sistemas para sua real efetividade - geralmente não são considerados (MASSOUD *et al.*, 2009).

Em termos de Brasil, a complexidade da questão do saneamento “não somente esbarra-se nas barreiras tecnológicas, mas principalmente nos arranjos institucionais da política pública vigente que deveriam incluir nos seus planos uma abordagem e arranjos readequados que permitissem a descentralização destes serviços” (PHILIPPI, 2000).

Inclusive devido à Política Nacional de Saneamento Básico, que tem como princípios fundamentais a **universalização** do acesso, a **participação** da sociedade através do controle social e gestão associada, e a **descentralização** dos serviços pela adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais e pela integração com a gestão eficiente dos recursos hídricos, que também é descentralizada devido à unidade de sua gestão ser por bacia hidrográfica (BRASIL, 2007).

4.3.2. Vantagens e Desvantagens

O escritor Victor Hugo já denunciava no ano de 1868 em um de seus livros, a situação do saneamento da época em Paris:

Não há nenhum guano comparável em fertilidade aos detritos de uma capital. Uma grande cidade é o mais poderoso dos produtores de esterco. Empregar a cidade para enriquecer os campos seria um sucesso seguro. Se de um lado nosso ouro é adubo, no outro, nosso adubo é ouro. O que é feito com este ouro, adubo? É varrido para o abismo.

A um grande custo, nós enviamos frotas de navios, juntar no Pólo Sul o cocô de petrels e pinguins, e o elemento incalculável de riqueza que nós temos à mão nós lançamos no mar. Todo o adubo humano e animal que o mundo perde, se retornado para a terra em vez de ser lançado na água, bastaria para nutrir o mundo...

Este lixo amontoado junto a blocos de pedra, os condutos de lodo que turbilhonam à noite pelas ruas, as terríveis carroças dos catadores de lixo, o fluxo fétido de lodo subterrâneo que a superfície do pavimento esconde de você, você sabe o que é tudo isso? É o prado florescente, é a grama verde, é manjerona e tomilho, é sálvia, é caça, é gado, é o mugido satisfeito de bois durante a noite, é feno perfumado, é trigo dourado, é pão em sua mesa, é alegria, é vida. Assim deseja esta criação misteriosa, transformação em terra e transfiguração em paraíso.

Ponha isso no grande caldeirão; sua abundância transbordará. A nutrição dos campos faz a nutrição de homens. Você tem o poder para jogar fora esta riqueza, e me achar ridículo. Isso será o coroamento de sua ignorância...

O sistema presente erra tentando fazer o bem. A intenção é boa, o resultado é triste. Os homens pensam que eles estão saneando a cidade; eles estão emagrecendo a população...

Uma rede de esgoto é um equívoco.

(HUGO, V. In: Os Miseráveis).

Inicialmente, cita-se as desvantagens dos sistemas convencionais centralizados, para justificar e comparar com os sistemas descentralizados, sendo eles de acordo com OTTERPOHL (1998):

- Descarte de esgotos onde se poderia captar água para abastecimento (rios), assim como no oceano;
- Grande quantidade de água e recursos é necessária para transportar os dejetos humanos, um uso abusivo dos recursos hídricos, principalmente em locais com escassez de água;
- Requer uma alta demanda financeira e energética no tratamento;
- Com a perda de nutrientes contidos nos efluentes, impulsiona o uso de fertilizantes inorgânicos;
- Reduz a produção de húmus, que fixa carbono e poderia estar desta maneira contribuindo na prevenção do aquecimento global;
- Alto custo de construção, operação e manutenção das estações de tratamento;
- São projetados para um tempo de uso determinado, geralmente previsto para uma população futura calculada. Com ocorra uma explosão populacional imprevista, o sistema vem a colapso.

Para a autora deste presente trabalho, as desvantagens mais relevantes levantadas pelo referido autor são devidos a limitação à participação social, não contribuindo para o desenvolvimento de um senso de responsabilidade dos usuários para com o ciclo das águas urbanas e com o ciclo hidrológico conseqüentemente, devido à invisibilidade das infra-estruturas do sistema de tratamento e complexidade técnica dos projetos. Isto também contribui para uma cultura de *fecofobia*, de distanciamento e indiferença do ser humano para com seus dejetos, que segundo BÖELL (2005) é “uma resposta pessoal ou cultural ao fato de que fezes humanas são mal cheirosas e potencialmente perigosas. A cultura fecofóbica tem grandes tabus contra o manuseio e a conversa sobre fezes humanas”.

Ou seja, ignora a responsabilidade da sociedade sobre a fertilidade dos solos que sofrem erosão, degradação e contaminação química com a atual agricultura, gerando uma ameaça a ser deixada para as futuras gerações. Além de que, segundo PINHEIRO *et al.* (1998), defensivos e fertilizantes químicos têm propriedades carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, entre outras.

As vantagens dos sistemas descentralizados contrapõem-se a todas as desvantagens dos sistemas convencionais acima citadas, além de possuírem projetos de menores unidades e de produzirem menor impacto ambiental.

Segundo VENHUIZEN (2009), há ainda outras vantagens consideráveis trazidas pelo tratamento na origem. É diminuído o

potencial de infiltração e extrafiltração dos efluentes líquidos, visto que possuem caminhos mais curtos e canos menores, reduzindo a vazão também das águas residuárias, contribuindo na redução da carga lançada nos recursos hídricos. Destaca-se o reuso local dos efluentes, contribuindo para a recarga de aquíferos.

Uma desvantagem destes sistemas, porém, reside na sua vulnerabilidade em relação aos usuários, em especial ao tratar-se de saneamento ecológico (OTTERPOHL, 1998). Pois por estar dependendo mais da atividade humana, está também sujeita a seus erros. Mas, por promover a emancipação e responsabilização da comunidade perante seus próprios problemas, tal risco é imensamente válido. Nisto reside a importância fundamental da educação sanitária e ambiental e da capacitação contínua dos atores envolvidos no processo. Abaixo segue alguns exemplos de tecnologias (tabela 2).

Opções	Características
Sistemas a Vácuo	Fezes e/ou urina, água cinza e baixa quantidade de água para o transporte são evacuadas através dos sistemas a vacuum. O material coletado pelo sistema a vacuum é apropriado para ser tratado em digestores de biogás.
Digestão de Biogás / Tratamento Anaeróbio	Resíduo sólido biológico é estabilizado por tratamento anaeróbio e se torna composto. Baixa energia é necessária.
Fertilização com urina	Uso de urina com Nitrogenio-Fósforo fertilizante aplicado diretamente ou através de produtos de urina seco ou líquidos.
Filtros Plantados com Macrófitas (<i>Wetlands</i>)	As raízes das macrófitas encarregam-se por reduzir a carga de fósforo das águas cinzas.

Tabela 2: Exemplos de tecnologias de Saneamento Descentralizado. (Adaptado de BÖELL, 2005)

4.4. Saneamento Ecológico (EcoSan)

O paradigma que emerge do Eco Saneamento baseia-se nos caminhos naturais dos ecossistemas, onde o ciclo de materiais é fechado e contínuo, não ocorrendo desperdícios, mas sim reaproveitamento (ver ilustração - FIGURA 1). Uma mudança profunda de valores se torna necessária, sendo impreterível a reconstrução do conceito de saneamento a partir da premissa onde não há dejetos ou rejeitos, e sim *recursos* (ESREY, 1999; GONÇALVES, 2006).

A visão para que se tenha a compreensão do saneamento ecológico e a aplicação dos seus critérios depende intrinsecamente da compreensão do saneamento como um *sistema* (ESREY, 1999). Ou seja, todos os elementos relacionados compõem um conjunto coeso, onde a interdependência dos mesmos é fator fundamental para o funcionamento do sistema como um todo.

Desta forma pode-se afirmar que o EcoSan está em conformidade com o conceito de sustentabilidade; e um sistema de saneamento para uma sociedade sustentável, tendo como critérios:

1. **Prevenção de doenças:** inativar e destruir agentes patogênicos presentes nos esgotos, promovendo a saúde;
2. **Acessibilidade:** propiciar à população, desde as mais pobres, o acesso ao saneamento;
3. **Proteção ambiental:** proteger os recursos hídricos contra a contaminação, conservando as reservas e fontes de água, e contribuir para a fertilidade dos solos;
4. **Aceitabilidade:** respeitar os valores culturais e sociais dos locais onde será implementado e ser esteticamente inofensivo;
5. **Simplicidade:** o sistema deve considerar a capacidade técnica, econômica e institucional local, de tal maneira que seja de fácil manutenção.

Dá uma abordagem sustentável ao manejo das excretas humanas, ao devolver fertilizantes e condicionantes orgânicos para o solo, trazendo um valioso recurso para a agricultura e contribuindo também com a preservação dos recursos hídricos.

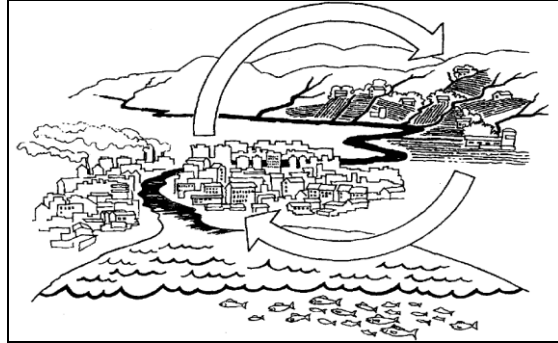


Figura 1: Ciclo fechado de materiais, resíduos viram recursos no EcoSan (Adaptado de ESREY, 1999).

4.4.1. Vantagens e desvantagens

O saneamento ecológico, por ser um sistema descentralizado, contempla de forma geral todas as vantagens e desvantagem do mesmo, tendo um custo financeiro ainda inferior. Contudo, convém salientar vantagens e desvantagens mais específicas ao EcoSan.

Contribui para o aumento da produtividade alimentar e redução dos seus custos, incentivando desta forma a melhora nutricional da população pelo uso do composto nas hortas residenciais ou comunitárias ao mesmo tempo em que incentiva a gestão local participativa. Segundo BÖELL (2005), “o sucesso de programas implementados em muitos países é devido à gestão coletiva e à escolha de líderes e facilitadores que façam o supervisionamento e fiscalização, mostrando-se essenciais no estabelecimento de políticas e administração”. A autora cita também a importância das mulheres nesse processo, devido ao EcoSan ser operado a nível familiar, lembrando que horta doméstica é quase sempre mantida e utilizada por elas.

Uma desvantagem é o aspecto cultural da **fecofobia**, presente em grande parte da população ocidental, e também mais especificamente na população urbana. Contudo, a pior desvantagem é a falta de informação ou de acesso à informação adequada, derivando num mau treinamento das pessoas envolvidas no processo, que provavelmente irão conduzir o sistema a uma situação problemática e indesejada.

Além dos sanitários compostáveis há outros exemplos como os sanitários a seco, utilizando desidratação, eliminando a água necessária

para a sobrevivência de ovos de helmintos, as bacias de evapotranspiração, que seguem o mesmo princípio, utilizando energia solar e o círculo de bananeiras, onde as raízes desta ajudam na depuração das águas negras.

Muitos destes exemplos são amplamente utilizados por adeptos da Permacultura que, por ter como fundamento o ideal de cultura permanente ou seja, que se auto-sustenta, necessita do reaproveitamento dos resíduos humanos (excretas e alimentos) na manutenção de ecossistemas agriculturalmente e permanentemente produtivos (MOLLISON e SLAY, 1991).

4.4.2. O papel da Educação Ambiental e da Participação Social

A participação da comunidade sem a ciência é política ou ciência sem a participação da comunidade não passa de um exercício acadêmico. (NATAL et al., 2005).

A Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07), como já citado, tem como um dos seus princípios fundamentais a **participação** da sociedade através do controle social e gestão associada, e a **integração** com a gestão eficiente dos recursos hídricos (BRASIL, 2007). A unidade de gestão dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica, conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97. Os Comitês de Bacia Hidrográfica têm uma BH como área de atuação, e são instituídos a promover debates sobre questões relacionadas aos RH na mesma, trazendo fundamentos para atividades subseqüentes tais como a articulação das entidades intervenientes e o arbitramento de conflitos relacionados ao uso das águas (BRASIL, 1997).

Para que ocorra uma gestão eficiente, esses debates precisam atingir seus objetivos de forma positiva, sendo para isso imprescindível a **participação social** e ações em **educação ambiental**, trazendo mais conhecimento às comunidades. Este processo, se apartidário e bem articulado, pode ser denominado de *empoderamento* de comunidades, possibilitado assim o aumento do poder de decisão dos cidadãos, o que também aumenta a *governança* dos mesmos sobre o seu próprio território.

Estes argumentos respaldam-se nos fundamentos da educação ambiental, em acordo com a Lei nº 9.795/99, que institui a Política

Nacional de Educação Ambiental. Haja visto que alguns de seus objetivos são: desenvolver uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos; democratizar informações ambientais; e o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, fortalecendo a cidadania e a autodeterminação dos povos e solidariedade (BRASIL, 1999).

A aplicação efetiva de uma metodologia participativa é fundamental e vital para projetos em saneamento ecológico. Para tanto, é necessário que se leve em consideração tanto o conhecimento e cultura tradicionais de determinada comunidade, quanto a informação técnica, “externa”. ESREY (1999) afirma que a capacidade de construir, operar e manter um sistema de EcoSan depende de um recrutamento de facilitadores e promotores deste tipo de saneamento, especialmente se forem do centro da comunidade.

Para um bom preparo da equipe de facilitadores, o autor cita a necessidade de um balanço entre três estratégias educativas: aprendizagem participativa; informações científicas e técnicas (conhecimento do tema); e capacitação para construção e vigilância, sendo fundamental para isso ter-se equipes inter e transdisciplinares pertinentes às instituições envolvidas no processo, sendo particularmente importante o enfoque holístico que possa integrar o eco saneamento ao estilo de vida e cultura dos usuários. Muitas estratégias para projetos educacionais de incentivo à participação social são citadas por ESREY (1999 e 2001).

JENKINS (2005) também cita a importância de educação e informação devida para o sucesso dos sistemas. E ainda segundo o autor, em Zimbábue e no Vietnã tem-se o exemplo de EcoSan acoplado às políticas públicas - no caso do país africano, promovido pelo Ministério da Saúde e Bem-Estar Infantil.

4.5. Sanitários Compostáveis

Os sanitários compostáveis – conhecidos também por sanitários secos ou ecológicos e por banheiros secos - caracterizam-se por conter as excretas humanas e controlar a compostagem das mesmas, juntamente com a adição de papel higiênico e matéria orgânica pelo usuário (após o uso). Folhas secas e serragem são os materiais mais

utilizados e, em alguns casos, misturam-se também restos de alimentos, cinzas e cal (DEL PORTO e STEINFELD, 1998; JENKINS, 2005).

Seu objetivo com isso é conter, imobilizar ou destruir agentes patogênicos das excretas humanas através da compostagem das mesmas, reduzindo o risco de infecção a níveis aceitáveis e sem a contaminação do meio ambiente. Diferentemente dos sistemas sépticos, estes sanitários dependem de condições insaturadas, onde o material não pode ser totalmente imerso numa solução líquida, para promover a decomposição do material por bactérias aeróbias e fungos. Com isso, em alguns modelos – como, geralmente, os construídos no local pelos moradores - é necessário também fazer a segregação, evaporação ou drenagem da urina, assim como de outros líquidos que podem estar presentes em excesso, como água da chuva, por exemplo, e atrapalhar o processo de compostagem. Geralmente consegue-se remover de 10% a 30% do volume original dos resíduos, produzindo desta maneira um material oxidado e estável para condicionamento do solo, para utilizar na agricultura, viveiros, hortas, pomares, entre outros (e a urina, se segregada, pode ser utilizada como fertilizante) (DEL PORTO e STEINFELD, 1998).

Os agentes patogênicos são eliminados, atenuados ou imobilizados com a compostagem com: o seu confinamento, pois muitos não sobrevivem fora do corpo hospedeiro; competição entre os microorganismos por carbono e outros nutrientes – os patógenos tornam-se alimento para os microorganismos aeróbios presentes, que após acabar suas fontes de nutrição, começam a se alimentar do seu próprio protoplasma, sendo então digeridos por outros organismos; o antagonismo, pelo fato de alguns microorganismos produzirem substâncias tóxicas a outros (a bactéria *Bdellovibrio bacteriovorus* paraliza e se multiplica nas células da *Echerichia coli*, eliminando-na); fatores ambientais adversos (pH, temperatura, presença de amônia e materiais da mistura); entre outros como a pasteurização.

Muitos são os benefícios trazidos pelo composto, de acordo com pesquisas realizadas pela USEPA (*United States Environment Protection Agency*) em 1997 e 1998, referenciados por JENKINS (2005):

- Enriquecimento dos solos com aumento de produtividade;
- Desestimula o aparecimento de insetos;
- Destruição de agentes patogênicos;
- Aumento da retenção de água, equilibrando a temperatura do solo;

- Fortalecimento e combate a doenças nas plantas;
- Prevenção de poluição;
- Remediação de solos degradados: os microorganismos degradam metais pesados, diferentes substâncias químicas, tóxicas e radioativas;
- Restauração de solos, auxílio em reflorestamento e prevenção contra erosão;
- Economia financeira: reduz a necessidade de fertilizantes, pesticidas e água e elimina também o gasto com tratamento convencional de esgotos domiciliares.

O sanitário compostável tem sido utilizado nas mais variadas realidades sócio-econômicas, por diversos países, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. E, para o desconhecimento de muitos, também utilizado no Brasil, porém, com pouca pesquisa acerca da efetividade dos modelos (DAVISON *et al.*, 2006; ESREY, 1999 e 2001; NAWAB *et al.*, 2006; OTTERPOHL, 1999 e 2002; SHÖNNING e STEINSTRÖM, 2004).

4.5.1. Classificações

DEL PORTO e STEINFELD (2000) mostram que os sanitários podem ser classificados em diversas maneiras, mas que as mais comuns são:

Quanto ao armazenamento das fezes:

- “Self contained”, traduzido pela autora deste trabalho por “armazenamento local”: aqui, o vaso sanitário e o receptor são acoplados, onde a compostagem já começa a ser realizada no próprio local, sendo que o receptor pode ser um reator acelerador de compostagem;
- centralizado (ou “distanciado”): o sanitário é conectado ao receptor ou ao reator que estão localizados em outro local.

Quanto a sua construção:

- Fabricado: pode ser comprado já pronto, geralmente em países como Estados Unidos, Canadá, Suécia, Suíça, Holanda, etc.
- Construídos no local: são os fabricados geralmente pelo próprio morador. Nos países citados acima, as autoridades de saúde costumam não permitir o seu uso.

Quanto ao número de câmaras:

- Câmara única de carga contínua: aqui, o excremento é adicionado por cima da câmara (recipiente contendor das fezes) e o produto final é retirado por baixo. Neste tipo de sanitário, é permitida a mistura com urina, que continuamente mantém o composto úmido, enquanto o centro da massa permanece continuamente aquecida e em atividade microbiológica.

- Câmara de carga múltipla: utiliza duas ou mais câmaras alternadas. Enquanto uma é preenchida pelas fezes frescas, permite que outra(s) inicie(m) o processo de compostagem. Não é adicionada urina ou outros líquidos (se for, é muito pouca, e por descuido), utilizando drenagem ou utilizando a segregação de urina; e tampouco aditivos para acelerar o processo de compostagem. Defensores desses modelos afirmam que a compostagem é promovida de uma maneira mais efetiva por permitir que a massa permaneça compostando, sem a interrupção da adição de novos materiais, como fezes frescas e urina, trazendo mais e novos patógenos, assim como mais amônia. Por ter mais superfície relativa e por ter volume reduzido, a compostagem pode ser mais eficiente. Contudo, necessita de monitoramento do nível de preenchimento da câmara de fezes frescas para colocar uma nova em uso. A maioria dos modelos construídos no local de uso possui câmara de carga múltipla.

Quanto ao processo de compostagem:

- Sistemas Passivos - buscam promover o processo através do seu *design*, sem a interferência de ação mecânica, onde somente o tempo, a gravidade, a temperatura ambiente e a forma do recipiente receptor das fezes controlam o sistema. Nos sistemas passivos, por haver um decaimento natural na temperatura da compostagem (por esta não ser controlada), os fungos e actinomicetos são os decompositores primários, para que depois venham as fases mesofílica e termofílica.

- Sistemas Ativos - utilizam-se de instrumentos mecanizados, tais como misturadores automáticos, aquecedores, controladores de temperatura (termostatos) e de pH, entre outros, que acabam por acelerar o processo.

Um exemplo de sistema de sanitário compostável anaeróbio é dado por JENKINS (2005) e outros autores, com o modelo vietnamita, implementado pela República Democrática do Vietnã por volta de 1950, quando do Plano de Higiene Rural do país. Este modelo é muito utilizado ainda hoje, sendo composto por duas câmaras acima do solo, cujo receptor de fezes é à prova d'água, tal como bombonas ou caixas d'água, que são alternadas tal como nos sistemas de câmaras de carga múltipla. Este modelo requer a segregação de urina. Após o

preenchimento de uma das câmaras, a mesma é deixada ao sol por no mínimo dois meses, período no qual apresentou eliminação de 80% dos agentes patogênicos. Após período de espera até o preenchimento da outra câmara, o material é disposto no solo e coberto por terra, onde também sofre processo anaeróbio de decomposição. O sanitário modelo vietnamita foi importado para o México e América Central. Outros autores ainda classificam os sanitários compostáveis pela existência de segregação ou não entre fezes e urina.

4.5.2. Riscos Microbilógicos

Reduzir os riscos de contaminação por doenças - muitas vezes fatais, especialmente entre crianças – geradas por patógenos presentes nos esgotos é meta fundamental do saneamento. Tais organismos são transmitidos ao homem através da rota feco-oral, podendo ser ingeridos na forma de ovos e cistos por água ou alimentos contaminados e pela penetração de larvas através da pele e mucosas (ESREY *et al.*, 2001).

Fezes ou urina contaminadas são resultados da infecção nos indivíduos, que se tornam portadores dos agentes patogênicos. A probabilidade de infecção em novos indivíduos é dada em função do contato e exposição às excretas contaminadas, da dose infecciosa e da resistência imunológica do organismo hospedeiro (SCHÖNNING e STENSTRÖM, 2004; WHO, 2006).

Como citado em literatura pediátrica, a exemplo do renomado *Nelson Textbook of Pediatrics*, o maior responsável pela mortalidade infantil no mundo é a falta de saneamento básico. Segundo SANTANA e MARCELINO (2006), as causas mais frequentes de diarreia aguda são as doenças infecciosas, sendo a diarreia aguda uma das principais causas de morbidade e mortalidade infantil no mundo, atingindo cerca de 2,4 milhões de casos no Brasil. A diarreia, que não é uma doença em si e sim um sintoma da mesma, é uma disfunção intestinal que resulta no aumento do volume fecal – causando perda de água, eletrólitos e nutrientes, podendo levar ao óbito. As autoras ainda citam que o aspecto mais importante na prevenção e controle da diarreia é a higiene, tanto pessoal quanto global (saneamento e água tratada). Exemplos de agentes etiológicos, doença e sintomas associados aos mesmos estão na tabela 3.

Agente Patogênico	Doenças - sintomas
Bactérias <i>Aeromonas</i> spp. <i>Campylobacter jejuni/coli</i> <i>Escherichia coli</i> (EIEC, EPEC, ETEC, EHEC) <i>Pleisiomonas shigelloides</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Salmonella typhi/paratyphi</i> <i>Salmonella</i> spp. <i>Shigella</i> spp. <i>Vibrio cholerae</i>	Gastroenterites Campilobacteriose - diarréia, calafrios, dores abdominais, febre, náuseas, artrites, síndrome de Guillain-Barré Gastroenterites Gastroenterites Vários; bacteriemia, infecções epiteliais, otite, meningite Febre tifóide e febre paratífóide - dor de cabeça, febre, mal estar general, anorexia, taquicardia Salmonelose - diarréia, febre, cólicas abdominais Shigelose – disenteria, enteria (diarréia sanguinolenta), vômitos, câimbras, febre, síndrome de Reiter Cólera - diarréia aquosa, grave e mortal se não recebe tratamento
Vírus Adenovirus Coxsackievirus Echovirus Enterovirus tipos 68-71 Hepatitis A Hepatitis E Poliovirus Rotavirus	Vários; doenças respiratórias Vários; doenças respiratórias; gastroenterites; meningite viral Meningite asséptica; encefalite; a princípio assintomático Meningites; encefalites; paralisia Hepatitis - febre, mal estar general, anorexia, náuseas, dores abdominais Hepatitis E Poliomielite - a princípio assintomática, febre, náuseas, vômitos, dor de cabeça, paralisia Gastroenterites
Protozoários <i>Cryptosporidium parvum</i>	Criptosporidiose - diarréia aquosa, câimbras abdominais e dor

<i>Cyclospora cayetanensis</i>	A princípio assintomático; diarreia; dor abdominal
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebíase - A princípio assintomático, disenteria, mal estar abdominal, febre, calafrios
<i>Giardia intestinalis</i>	Giardiase - diarreia, câimbras abdominais, mal estar, perda de peso
Helmintos	
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Em geral, pouco ou nenhum sintoma; sibilâncias, tosse, febre, enterites; eosinofilia pulmonar
<i>Taenia solium/saginata</i>	Imperceptível a vaga dor no trato digestivo, pele seca e diarreia
<i>Trichuris trichiura</i>	Comichão, erupções, anemia, tosse, deficiência de proteínas
Anquilostomas	

Tabela 3: Agentes patogênicos e respectivas doenças e sintomas relacionados (FONTE: Adaptação de WHO, 2006).

Segundo CASTIÑEIRAS e MARTINS (2003), alguns helmintos podem levar à desestruturação epitelial do intestino, interferindo na absorção de nutrientes, tornando-se um fator coadjuvante na perda de peso e retardo de crescimento (desnutrição).

Os helmintos podem ser divididos em bio-helmintos (necessitam de um ou mais hospedeiros além do homem) e geo-helmintos (ciclo evolutivo necessita em parte do solo – fonte de infecção – e prescindindo também de outro hospedeiro além do homem (CASTIÑEIRAS e MARTINS, 2003). Nos países em desenvolvimento, os geo-helmintos são os de maior relevância em questão de infecções. Os ovos de (principalmente) *Ascaris* e *Taenia* são considerados indicadores de qualidade de higiene de um solo ou composto devido à elevada resistência e latência dos mesmos no ambiente (WHO, 1989 e 2006).

Na urina, a maior parte dos agentes patogênicos contidos se dá pelo contato com as fezes (contaminação fecal cruzada). Em indivíduos saudáveis, a urina é estéril. Alguns agentes patogênicos que podem estar presentes na urina, por sua baixa incidência, não chegam a constituir um problema significativo em saúde pública em climas temperados;

Schistosoma haematobion é uma exceção para locais de clima tropical, mas com baixo risco de transmissão devido ao seu ciclo de vida (WHO, 2006).

4.5.3. Compostagem das fezes

O fator determinante para o aproveitamento agrícola do composto é a quantidade de N contido no mesmo. Contudo, é necessário cuidar para que não se obtenha taxas muito elevadas deste elemento, visto que o nitrato - decorrente da mineralização do N - possui alta mobilidade no solo deslocando-se facilmente para baixo da região radicular das plantas, podendo atingir águas subterrâneas. Conforme o Ministério da Saúde, a água se torna imprópria ao consumo humano com concentrações de nitrato acima de 10 mg/l (ANDREOLI *et al.*, 1999).

As fezes trazem à mistura agentes patogênicos de grande teor infeccioso sendo, portanto, necessário uma observação e controle mais rigorosos (em relação à compostagem de resíduos de alimentos) acerca dos critérios determinantes ao bom funcionamento da compostagem, a fim de atingir os objetivos sanitários.

Materiais comumente utilizados para realizar a mistura ideal no composto variam entre papel higiênico, folhas secas, serragem, cinzas, restos de alimentos e fezes de animais. Outros fatores importantes ao processo de biodegradação são: aeração; umidade; nutrientes presentes (principalmente a relação C/N); temperatura, que é resultado da atividade biológica, fundamental na eliminação de patógenos; e níveis muito baixos ou muito altos de pH, que também inibem a atividade microbiana (ESREY, 1999; FERNANDES e SILVA, 1999).

Iniciado o processo de compostagem, proliferam-se complexas populações de diversos grupos de microorganismos, como bactérias e fungos, que vão surgindo conforme as características do meio. Há um crescimento maior dos microorganismos mesófilos. Elevando gradativamente a temperatura, são superados pela população de microorganismos termófilos, altamente ativos, elevando rapidamente a temperatura do composto, consumindo rapidamente a matéria orgânica e eliminando os microorganismos patogênicos. Posteriormente a temperatura diminui conforme o substrato orgânico é transformado, instalando-se novamente organismos mesófilos. Inicia-se o processo de diminuição de temperatura e aumento da humidificação - ou maturação

do composto (FERNANDES e SILVA, 1999). Sendo assim, JENKINS (2005) entre outros divide a compostagem em quatro estágios: 1) fase mesofílica; 2) fase termofílica; 3) fase de resfriamento; e 4) maturação. Para um dos grupos pioneiros em estudos científicos sobre o processo de compostagem, o Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade da Califórnia (1953), um composto é considerado maturado e assim, pronto para o uso, quando não produz mais calor nem gera condições de aerobiose, tendo baixa relação C/N e portanto, pobre C, sem causar qualquer efeito negativo ao ser aplicado no solo (FERNANDES e SILVA, 1999).

A **aeração** é um fator fundamental para a existência dos microorganismos aeróbios na compostagem, assim como para a oxidação de moléculas orgânicas presentes na massa. As bactérias combinam C e O para produzir energia e dióxido de carbono, e quando este chega a um nível de 10%, organismos anaeróbios excedem em quantidade frente os aeróbios, reduzindo a biodegradação e aumentando o mau cheiro. Portanto, é necessário suprir a quantidade de oxigênio necessária através de uma aeração adequada, promovendo desta maneira uma destruição dos organismos patogênicos através do aquecimento proporcionado pelo crescimento aeróbio microbiano, num processo sem odores. O consumo de oxigênio é maior no começo do processo, sendo gradualmente diminuído com a maturação do composto. A aeração é, portanto, fundamental e, em especial no início da compostagem, influenciando na velocidade de oxidação da matéria orgânica, assim como para a eliminação de odores (FERNANDES e SILVA, 1999; STRAUSS, 2003).

Em teoria, “a degradação dos sólidos voláteis biodegradáveis do material a ser compostado pode ser estimada pela reação química de uma molécula biodegradável:



Analogamente, podem ser montadas equações para a oxidação da amônia, celulose e outras moléculas orgânicas. Na prática, o fenômeno é mais complexo visto que a maioria da amônia produzida pode ser volatilizada, o que não criará demanda adicional de oxigênio” (FERNANDES e SILVA, 1999, pg. 54). Lembrando que a demanda de ar é variável ao longo do processo de compostagem.

A **temperatura** é fator indicativo de equilíbrio biológico na compostagem, que reflete a eficiência do processo e é de fácil monitoramento. Um valor de 40-60 °C nos primeiros dias indica que a compostagem tem grande possibilidade de ser bem sucedida. Acima de 65 °C a atividade microbiológica cai, comprometendo o processo; e ao passar deste valor, muitas populações aptas morrerão (IDEM).

A **umidade** serve como um meio de transporte de nutrientes e de calor para os microorganismos. Porém precisa ser manejada para que fique entre 45 a 65% do peso total do material a ser compostado. Quando em excesso, contribui ou para o crescimento de microorganismos anaeróbios e eliminação dos microorganismos benéficos ao processo de compostagem, ambas situações indesejadas (STRAUSS, 2003).

A elevação do **pH** na mistura acelera a desinfecção do composto. Varia entre 5,5 a 6,0 no início da compostagem (devido a produção de ácidos orgânicos) se utilizadas misturas com pH perto da neutralidade; e durante a fase termófila, com a hidrólise das proteínas e liberação da amônia, o pH torna-se alcalino, entre 7,5 a 9,0 (FERNANDES e SILVA, 1999). Como utilizado em lodo de esgotos, a calagem (adição de cal virgem utilizada na construção civil) pode elevar a temperatura com o aumento de pH proporcionado, que pode chegar até 12,0, valor onde os microorganismos patogênicos são totalmente eliminados, inclusive os ovos de helmintos. É importante fazer testes com a cal antes de utilizá-la, para verificar a sua qualidade (colocar 100 a 150g em ½ litro de água: se ferver, a cal tem boa qualidade). Utilizam-se doses entre 30 e 50% do peso seco de cal virgem, e é recomendado um período de armazenamento de 60 dias para o valor de 50% (ANDREOLI *et al.*, 1999).

A relação entre os **nutrientes mais importantes** para o balanceamento da compostagem precisa ser verificada, sendo eles C e N (carbono e nitrogênio). A atividade microbiana consome N na degradação e re-síntese de matéria orgânica (ciclagem de N), transformando as formas nítricas e amoniacais em diversas formas orgânicas que liberarão lentamente N para o solo; e consome o carbono do material orgânico misturado às fezes. Para produzir um composto com bom estado nutricional é necessário que a mistura apresente uma relação C:N entre 20:1 e 30:1 (ou seja, 20 a 30 unidades de C para uma unidade de N). Esta relação varia pouco entre os autores, mas tal faixa é a que se encaixa na maioria deles. (ANDREOLI *et al.*, 1999; DEL

PORTO e STEINFELD, 1998; MASSOUD *et al.*, 2009; STRAUSS, 2003).

O contato com a amônia produzida pelo N, segundo ANDREOLI *et al.* (1999), também é fator de desinfecção. Após produção de um composto estabilizado, através de um experimento de análise da biodegradabilidade do nitrogênio fecal, HOTTA e FUNAMIZU (2007) encontraram três tipos de N: amônia no composto; amônia capturada do gás sulfúrico e nitrogênio biologicamente inerte. Da massa total de N do composto, 66% do nitrogênio fecal virou amônia, e 34% permaneceu como inerte.

A exposição aos raios solares também promove a higienização, apesar de sua efetividade ainda ser objeto de pesquisa. São utilizadas também outras fontes de radiação (artificiais), que promovem uma grande eficiência de desinfecção dos patógenos, mas com um elevado custo (HOTTA e FUNAMIZU, 2007).

4.4.4. Armazenamento de Urina

Para utilização da urina como fertilizante é necessário seu armazenamento, juntamente com o aumento ou redução de temperatura e a produção de amoníaco (NH₃), inativem os microorganismos entéricos presentes. O armazenamento precisa ser fechado para não haver contato com pessoas ou animais e impedir a volatilização do amoníaco (SCHÖNNING e STENSTRÖM, 2004; BENETTO *et al.*, 2008).

4.4.5. Nutrientes nas Fezes e na Urina

A urina é a responsável pela maior parte dos nutrientes presentes nas excretas humanas. E cerca de 80% do nitrogênio contido nos esgotos provém da urina, apesar de representar apenas 0,7% do volume dos mesmos. O nitrogênio é um grande problema por provocar a eutrofização de corpos d'água, necessitando um elevado dispêndio de energia para sua remoção ou tratamento (GONÇALVES, 2009).

Segundo ESREY (1999), a urina encontra-se na forma ideal para ser absorvida pelas plantas: o nitrogênio em forma de uréia; o fósforo como superfosfato, e o potássio em forma de íon, em proporções também apropriadas – e a concentração de metais pesados é muito mais

baixa do que a encontrada na maioria dos fertilizantes industrializados. O nitrogênio no solo é fundamental para o desenvolvimento das plantas, possibilitando o acesso das mesmas aos demais nutrientes presentes no solo tais como fósforo e potássio. O fósforo dá mais resistência a climas secos, acelera a maturidade das plantas, ajuda na formação de frutas e sementes e estimula o crescimento de legumes e a formação de nódulos. Potássio dá resistência à seca e a invernos rigorosos. Ou seja, o reuso dos nutrientes provindos das fezes e urina humanas é o necessário para uma produção alimentar sustentável (JÖNSSON, 1997; ESREY, 1999 e 2001).

E a proporção de nutrientes das excretas é a adequada para a produção agrícola alimentar do ser humano, como mostrado no exemplo a seguir. Na produção de 230 kg de cereais é preciso 7,5 de NPK, e esse valor se iguala ao conteúdo destes elementos contidos na urina (90%) e fezes (ver tabela 4), considerando que um adulto produz 500 l de urina e 50 l de fezes por ano (ESREY, 1999; GONÇALVES (2009).

NUTRIENTE	URINA (500 L/ANO)	FEZES (50 L/ANO)	TOTAL	REQUERIDO PARA 230 KG DE CEREAIS
Nitrogênio	5,6	0,09	5,7	5,6
Fósforo	0,4	0,19	0,6	0,7
Potássio	1,0	1,2	1,2	1,2
Total N+P+K	7,0 kg (94%)	0,45 kg (6%)	7,5 kg (100%)	7,5 kg

Tabela 4: Quantidade de nutrientes tendo como fonte as excretas e quantidade de nutrientes requerido para produção de 230 kg de cereais. (FONTE: DRANGERT, 1998 *in*: GONÇALVES, 2009).

Os fertilizantes agrícolas nitrogenados são produzidos sintetizando amônia a partir do nitrogênio molecular atmosférico (presente na forma gasosa), demandando uma quantidade elevada de energia, aproximadamente 13,3 kWh.kg por kg de nitrogênio. Com este valor podemos prever que se economizaria 74,5 kWh.ano de energia por pessoa (13,3 kWh.kg x 5,6 kg de N produzido supondo-se por pessoa a produção de 500 l/ano de urina anuais) (GONÇALVES, 2009).

Não somente a agricultura tradicional (rural) se beneficia com a produção de adubos orgânicos através da recuperação dos nutrientes das

excretas com a segregação da urina e compostagem das fezes. Com o crescimento do índice de urbanização das cidades, a agricultura urbana também pode ser promovida, assim como o uso em jardins, parques e espaços verdes e também na aquicultura e hidroponia. E, onde há um ser humano, há também os nutrientes suficientes para a produção do seu próprio alimento através de suas excretas (ESREY, 1999; GONÇALVES, 2009).

De acordo com DAGNINO *et al.* (2004), pode-se considerar uma tecnologia social todo e qualquer esforço para que mesmo fragmentos fragilizados da sociedade - tais como comunidades carentes, pequenas ou rurais -, sejam capazes de reproduzir uma tecnologia que venha a solucionar determinada necessidade. E, desta forma, empoderar a comunidade para o desenvolvimento de suas próprias soluções, podendo inclusive obter ganhos financeiros com isso. Sendo assim, pode-se considerar que, com técnicas e metodologias desenvolvidas conjuntamente com a comunidade, obtendo o produto produzido por ela, pode-se caminhar na busca por soluções de transformação social. O EcoSan como um todo caminha nesse sentido, tendo o banheiro seco, pela sua simplicidade e baixo custo, seu maior representante nesse sentido.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho consiste em:

- um levantamento de literatura pertinente, em forma de revisão bibliográfica;
- um diagnóstico de uso e manejo do sanitário compostável existente no Instituto Çarakura, em Ratonés;
- a verificação da eficiência de higienização (ou funcionamento) deste sanitário compostável, analisando a remoção de ovos de helmintos em amostras de composto fecal coletadas após sete meses de compostagem;
- a elaboração de uma proposta para melhorias no funcionamento e manejo do sanitário compostável, caso necessário;
- a criação de uma cartilha explicativa para uso e incentivo ao uso deste aparelho para os visitantes do local estudado, sede de um instituto ambiental.

5.1. Diagnóstico de uso e manejo

5.1.1. Localidade –

O sítio onde se encontra o sanitário compostável estudado localiza-se ao norte da capital de Santa Catarina, no Distrito de Ratonés, Servidão Caminho da Costa, nº 333, à latitude de 27°31'35"S e longitude 48°27'57"O.

5.1.2. Diagnóstico -

Para a execução de um diagnóstico do uso e manejo, foram levantadas informações sobre as características físicas (dados estruturais e construtivos) e observação do uso e manejo do sanitário, durante o segundo semestre de 2009 (de agosto a dezembro).

5.2. Verificação da eficiência de higienização do sanitário

Conforme literatura o parâmetro “presença de ovos de helmintos”, quantificada pelo número de ovos por grama, é indicador do estado de eficiência da higienização do composto fecal produzido pelo sanitário compostável, devido à resistência desses organismos às condições ambientais. De acordo com o guia da OMS para uso de águas cinzas e excretas, o valor limite é de 1 ovo/g. (ESREY *et al.*, 2001; KONÉ *et al.*, 2007; SCHÖNNING e STENSTRÖM, 2004; OMS, 2006).

O composto verificado, após passar por quatro meses exposto ao sol dentro da bombona, encontrava-se há sete meses em processo de co-compostagem, totalizando um período de onze meses.

Será utilizado o Método de Gordon e Whitlock, que determina o número de ovos de nematóides contidos em um grama de fezes, para o cálculo da carga parasitária do composto fecal, através do apoio dado pelo Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia da UFSC. Foram analisadas 4 amostras, sendo 2 coletadas na superfície da composteira e 2 coletadas a 20 cm da superfície, sendo que a composteira possui cerca de 35-40 cm de profundidade. Estas análises foram possíveis graças ao apoio do professor Carlos José de Carvalho Pinto.

5.2.1. Método de Gordon e Whitlock –

Esta técnica, como já citado, possibilita a contagem do número de ovos de nematóides presentes em um grama de fezes, para o cálculo de sua carga parasitária. Utiliza-se uma câmara contadora especial, a câmara de McMaster, onde os ovos flutuam livres de sujeira, tornando fácil sua contagem e rápido o processo.

Sua metodologia consiste em pesar 2 gramas de fezes – no caso, de composto fecal- e passar as mesmas por um coador em um recipiente que contenha 60 ml de $ZnSO_4$ ou solução saturada de sal ou açúcar. Em seguida retira-se o coador e com uma pipeta transfere-se uma amostra da mistura para um das câmaras de McMaster. O procedimento é repetido e outra câmara é preenchida. Após 30 segundos conta-se o número total de ovos na lâmina inteira, de ambos os lados. O número total de ovos nas 2 câmaras é multiplicado por 100, obtendo-se o número de ovos por grama (OPG).

O volume abaixo da área marcada de cada câmara é 0.15 ml (a área marcada tem 1 cm X 1 cm e a câmara tem 0.15 ml de fundo). Logo, o volume examinado é 0.3 ml. Este valor é 1/200 partes de 60 ml. Se for utilizado 2 gramas de fezes, o valor é multiplicado por 100 (se utilizadas 4 gramas, multiplicar por 50), tendo como resultado final o " número de ovos por grama de fezes ".

5.3. Elaboração de proposta para melhorias

Revedo a estrutura, o uso e o manejo do sanitário compostável através do diagnóstico anteriormente realizado, elaborou-se uma proposta visando melhorias no seu funcionamento, em prática já iniciada em alguns de seus aspectos. Porém, pelo fato de que até o final deste trabalho não haveria tempo suficiente ou financiamento para a realização de todas as modificações estruturais (e, conseqüentemente, no manejo) sugeridas, surgiu a idéia de encaminhar a proposta aos associados do Instituto, em reunião oficial do mesmo. Desta maneira, essas propostas de modificações poderiam tornar-se parte integrante de algum projeto a ser levantado pelo instituto (que é uma OSCIP), com vistas a alcançar financiamento para a materialização das melhorias sugeridas. O projeto viria a ser então, na parte relacionada ao

saneamento, orientado por pesquisadores da UFSC e engenheiros sanitaristas e ambientais.

Os aspectos físicos analisados para propor melhorias no funcionamento do sanitário compostagem consistiram em:

- Aparelho sanitário segregador: funcionalidade e situação;
- Aparelho contentor do material segregado (bombonas): funcionalidade e situação;
- Composteira: localização, estrutura e incidência de luz solar;
- Estruturas construtivas gerais.

E os aspectos analisados relacionados ao manejo e uso do sistema foram:

- Material utilizado para depositar por cima das fezes após o uso;
- Manutenção do aparelho segregador: eficiência da segregação e limpeza;
- Tempo de armazenamento do composto na bombona;
- Manutenção dos parâmetros necessários a uma compostagem adequada;
- Volume aproximado de composto fecal produzido ao ano;
- Utilização do composto fecal produzido;
- Abordagem utilizada.

A abordagem utilizada para incentivo ao uso e para explicar o funcionamento do sanitário ao usuário (ou visitantes) foi considerada um parâmetro fundamental para o bom funcionamento do sanitário, visto que o usuário é responsável pela quantidade de material jogado junto às fezes. Sendo assim, um item foi separado somente para sua análise (5.5), resultando na criação de uma cartilha.

5.4. Criação de cartilha explicativa para incentivo ao uso

A criação de uma cartilha para incentivar o uso e explicar o funcionamento do sanitário compostável irá complementar a abordagem utilizada atualmente e permitir que o visitante tenha, ao retornar, um material que ele pode tanto divulgar aos seus conhecidos e familiares, quanto se aprofundar ainda mais no tema, acessando fontes que serão sugeridas. Utilizando em teoria uma abordagem descontraída e informativa, com texto explicativo sobre o contexto desta forma de saneamento, seu funcionamento e manejo, citando exemplos e fontes de

pesquisa (algumas referências bibliográficas e *sites*) como sugestão para os interessados em conhecer ou se aprofundar mais no tema.

O *design* e finalização artística serão feitos com a ajuda do aplicativo *Corel Draw* versão 13. A versão final da cartilha está em anexo. Após a aprovação deste trabalho, será confeccionada uma versão infantil da cartilha.

6. RESULTADOS

Através da revisão de literatura realizada, pôde-se comparar o manejo conforme sugerido pelas bibliografias especializadas, e escolher um parâmetro para verificar a eficiência de higienização *atual* (pontual) do sanitário compostável, assim como subsidiar as informações contidas na proposta levantada e na cartilha.

6.1. Diagnóstico Uso e Manejo

6.1.1. Caracterização Física do Sanitário -

O sanitário compostável foco deste estudo localiza-se em uma área de encosta de morro, com plena recuperação e preservação da mata atlântica, num ambiente úmido de planície. Foi construído no ano de 2007 através de ações coletivas, como mutirões entre amigos e trotes ecológicos realizados no local pelo Núcleo de Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (NEAmb). Na sua construção foram implantadas técnicas de bioconstrução e Permacultura, utilizando madeira e bambu (FIGURAS 2 e 3).



Figura 2: Mutirão entre amigos.



Figura 3: Mutirão entre amigos, realizado entre JAN e ABR de 2007.

A estrutura do sanitário está acoplada ao lado de um mictório ecológico - com telhado ‘verde’ ou ‘plantado’ (FIGURA 4) -, onde o proprietário coleta separadamente a urina, deixando-a armazenada em um tanque para ser posteriormente diluída e utilizada como fertilizante nos pomares.

Elevado a uma altura média de 1,67 metros do chão, entra-se no sanitário através de uma rampa de madeira (FIGURA 5). Sem porta, com a entrada coberta apenas por uma cortina, possui paredes de bambu sem janelas, mas com duas aberturas grandes, permanentemente abertas. O chão e as vigas são construídos em madeira. O sanitário está orientado de tal forma que a bombona em uso fique voltada ao quadrante norte, para absorver maior quantidade de luz solar (FIGURA 6). O tubo de ventilação, está a 1,20 metros acima do telhado, conectado diretamente na tampa da bombona, o que está de acordo com literatura (FIGURA 7).

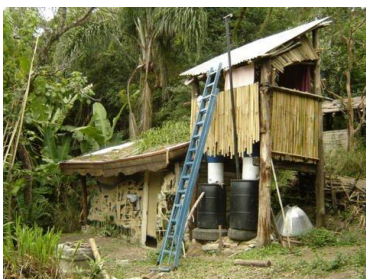


Figura 4: Mictório ecológico e sanitário compostável acoplados – e uma escada apoiada.



Figura 5: Rampa de entrada e cortina.

Há espaço para dois assentos, mas atualmente somente um está em uso (FIGURA 8), conectado a uma bombona com volume de 200 litros na coloração preta, para melhor absorção de calor pela irradiação solar para promover o aumento de temperatura da compostagem. Esta bombona (bombona “em uso”) recebe as fezes frescas, através de um tubo de 0,40 metros de diâmetro (400 mm) e não está em contato com a umidade do chão, por apoiar-se sobre pneus enchidos com areia.



Figura 6: Vista seção norte com bombonas em uso.



Figura 7: Tubo de ventilação acoplado na bombona.



Figura 8: Acento em uso.

A bombona já preenchida de fezes, papel higiênico e folhas secas é fechada e, em seguida, exposta ao sol, para que se iniciasse o processo de compostagem das fezes (bombona “ao sol”) – o que não ocorre. Até o início de fevereiro de 2010, o sítio adquiriu através do proprietário mais uma bombona de 180 litros (tendo três ao total) e uma de 120 litros na coloração azulada, trazida pela doutoranda co-orientadora deste trabalho.

O composto de fezes é disposto diretamente no solo numa composteira, em um espaço reservado longe do sanitário e da casa, porém perto do abrigo dos animais. Compostos já produzidos anteriormente a esta pesquisa foram utilizados na confecção de saquinhos com mudas de árvores nativas, que se encontram no viveiro.



Figura 9: Morador fazendo manejo da composteira.

6.1.2. Classificação -

O sanitário compostável estudado pode ser classificado, conforme literatura, como um sanitário compostável do tipo vietnamita, por ter espaço para dois recipientes, apesar de somente um deles estar

em uso atualmente. A compostagem é feita no mesmo, que é à prova d'água (a bombona), o que favorece a atividade anaeróbia de baixa temperatura de compostagem.

Nas classificações de DEL PORTO e STEINFELD (2000), pode ser classificado quanto à construção como tipo não-fabricado, construído pelo próprio proprietário. Quanto ao número de câmaras, sanitário compostável de câmara múltipla. Quanto ao processo de compostagem, como Sistema Passivo. Quanto à segregação de urina, poderia também ser considerado um sanitário segregador, mas o aparelho não contém uma peça segregadora por ter um mictório logo ao lado. Conta, portanto, somente com a capacidade muscular do aparelho do sistema urinário do usuário, ao pedir que utilize o mictório antes de ir ao banheiro seco, o que não é suficiente nem confiável.

Quanto ao local de armazenamento das fezes, poderia ser classificado como sanitário de armazenamento distanciado, pois depois de preenchida, a bombona é retirada e deixada ao sol. Após deixada ao sol, o conteúdo é despejado numa composteira. Portanto, o sanitário seria um sanitário de co-compostagem por realizar compostagem em dois níveis: anaeróbia dentro da bombona e anaeróbia na composteira, pois é adicionado terra, areia e fezes de outros animais; e com segregação de urina se esse objetivo fosse alcançado, mas não o é. Para promover a compostagem é preciso favorecer a aeração na composteira, o que devido às baixas temperaturas medidas (entre 23 – 25 °C) e compactação visualmente notada, não ocorre. Dentro da bombona foram medidas também temperaturas entre 23 – 25 °C, com presença de líquido em excesso assim como o excesso de folhas secas, sem que a massa adquira a aparência de composto.

6.1.3. Uso e Manejo –

A propriedade em estudo, sede do Instituto Çarakura, possui três moradores fixos, e mais cerca de dois “moradores temporários”, que são aqueles que permanecem no sítio durante apenas certo período, mas mensalmente. No local realizam-se diversas atividades para promoção da sustentabilidade, destacando-se a prática de educação ambiental com diferentes abordagens conforme idade do público, aportando também eventos relacionados ao tema, cursos, oficinas, reuniões do instituto, entre outros. Sendo assim, o local recebe muitos visitantes

semanalmente, destacando-se a visitação por crianças de escolas públicas e particulares do município.

Sempre que há uma visita, curso ou um evento, explica-se aos visitantes a utilização e o funcionamento do sanitário compostável, assim como do mictório, ressaltando-se a importância da separação de fezes e urina. A abordagem dada, para incentivar o uso, refere-se sempre a utilização do sanitário como “contribuição”, dando um valor lingüístico positivo para distanciar uma possível fecofobia.

Haja visto que a atividade fisiológica da defecação para seres humanos saudáveis é normalmente diária, na estimativa do uso anual do sanitário somou-se a quantidade de pessoas a cada dia, ou seja, contando a quantidade de pessoas presentes a cada dia, mesmo sendo o mesmo indivíduo. Por exemplo, em um curso de três dias, contando com dez participantes, há dez pessoas diariamente utilizando o sanitário, somando então um uso (durante os três dias) equivalente a trinta pessoas, naquele mês. Com base no número de pessoas/dia realiza-se a somatória mensal e assim a anual, valores que se encontram na tabela 4. E, com base no valor anual, uma média aritmética mensal.

Logo, se a cada visitante utilizasse uma vez o sanitário compostável a cada visita, o mesmo seria utilizado cerca de 2080 vezes por ano. Supondo-se um valor de 130g de fezes produzidas em geral pelo ser humano por dia, obtêm-se um volume total de 270.400g de fezes a serem reaproveitadas anualmente (270 kg de fezes saneadas), ou 22.534g por mês (22,5 kg).

Mês	Número de visitantes
Janeiro	30
Fevereiro	60
Março	80
Abril	68
Maiο	233
Junho	291
Julho	155
Agosto	235
Setembro	140
Outubro	409
Novembro	179
Dezembro	40

TOTAL: 2080

Tabela 4: Valores mensais de pessoas no sítio e valor anual.

O manejo das bombonas é realizado pelos moradores fixos. No momento em que as fezes ocupam todo o volume da bombona em uso, a mesma é retirada e fechada de modo a permitir a entrada de ar, sendo em seguida exposta ao sol, para iniciar o processo inicial de compostagem. A segunda que permanecia fechada e exposta ao sol é esvaziada para ser posta em uso, tendo todo o seu conteúdo depositado em uma composteira onde são adicionadas mais folhas secas, areia, fezes de vaca e de cabra, num processo chamado de co-compostagem, na tentativa de concluir o processo de inativação dos patógenos. E após enchida a bombona em uso, a mesma é fechada e exposta ao sol para a pré-produção do composto, alternando-se assim as duas bombonas: enchendo uma e esvaziando a outra. Atualmente tem-se mais bombonas expostas ao sol, permitindo assim um maior tempo para o armazenamento.

Quanto ao despejo do material, a bombona é levada para um local mais elevado, com o uso de muita força física e sem proteção nas mãos pelo morador, sozinho ou com ajuda de outros. (FIGURA 10).



Figura 10: Morador fixo despejando conteúdo da bombona.

Para cobrir as fezes frescas, é colocada uma caixa com folhas secas ao lado do acento, com um recipiente menor para ser utilizado como medida. Pede-se aos usuários para jogarem apenas uma medida com folhas frescas em cima das fezes e do papel higiênico utilizado, a cada defecação. O vaso sanitário também é mantido limpo por moradores fixos. É deixado também, ao lado do papel higiênico, um

frasco de álcool em gel para higienização das mãos pelos usuários. Os mictórios são lavados apenas com uso de pouca água.

Os aspectos físicos do sanitário estão na sua maioria de acordo com o indicado em literatura, porém, percebeu-se a necessidade de modificação no fechamento da bombona de modo a não entrar água da chuva. Visualmente foi constatado excesso de água e urina. Inicialmente, o material utilizado para o fechamento da bombona exposta ao sol consistia em uma lona preta amarrada. Análises preliminares realizadas no semestre anterior pela autora com o apoio do Departamento de Parasitologia, Imunologia e Microbiologia da UFSC, para a disciplina TCC 1, da 9º fase do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, mostraram a ineficiência do processo de compostagem dentro da *bombona exposta ao sol*, onde foi constatado excesso de água e urina. Utilizando-se do Método de Hoffman, Pons & Janer, Método de Willis e o Método de Faust (REY, 1992), os resultados trouxeram grande presença de ovos de helmintos, porém não quantificada. Com isso, percebeu-se a necessidade de modificação no fechamento da bombona exposta ao sol de modo a não entrar água da chuva. A partir de junho do ano de 2009 começou a ser utilizada uma tampa que permanece apenas apoiada na abertura da bombona, sendo do tamanho de seu diâmetro.

O tubo de ventilação está a 1,20 metros acima do telhado, conectado diretamente na tampa da bombona, não causando mau odores. O banheiro seco encontra-se elevado em relação ao chão, com o local de armazenamento das fezes acima do solo, para evitar contato direto com lençol freático, em acordo com a literatura.

O manejo do sanitário é realizado pelos moradores fixos. Constata-se que o tempo de esvaziamento da bombona exposta ao sol variava conforme a bombona em uso ficava cheia, não seguindo exatamente uma cronologia, também devido à falta de bombona frente ao crescente uso dos sanitários pelos visitantes. Ao final deste trabalho foram adquiridas mais duas bombonas, permitindo assim, um tempo de armazenamento ao sol mínimo de 6 meses.

Percebe-se que há certa dificuldade no transporte da bombona até o local de despejo, o que não torna o processo prático ou fácil.

Na limpeza do banheiro onde se encontra o acento (FIGURA 2) são utilizados panos úmidos e álcool em gel. Muitas vezes é necessária a remoção de fezes que ficam grudadas ao tubo conector da bombona com o acento, com vara de bambu para não haver contato manual. O material

utilizado para misturar com as fezes são folhas secas. É deixada a caixa com folhas secas sempre que possível cheia, ao lado do papel higiênico e um frasco de álcool em gel para higienização das mãos pelos usuários. Foi constatada uma utilização superior à indicada de folhas secas, o que é prejudicial ao processo de compostagem por aumentar o nível de C:N, assim como a presença de muita urina dentro da bombona, sugerindo uma dificuldade da maior parte das pessoas em defecar e urinar, separadamente.

Os mictórios são lavados apenas com água. Desta forma não é adicionado produtos químicos de limpeza às excretas, o que impediria seu processo de compostagem e reutilização. Foi diagnosticado também que os usuários, talvez por fecofobia, utilizam as folhas secas numa quantidade muito superior à recomendada, sendo necessário enfatizar a utilização da proporção correta indicada.

6.2. Verificação da eficiência de higienização

Através da revisão de literatura realizada, pode-se escolher um parâmetro para verificar a eficiência de higienização *atual* (pontual) do sanitário compostável: número de ovos por grama (OPG) de material fecal. Utilizando o Método de Gordon e Whitlock, o valor encontrado para o número de ovos por grama (OPG) de composto fecal foi de 50 ovos/g, o que é um valor muito alto. Desta forma, o composto não está suficientemente higienizado por superar o valor limite de 1 ovo/g, de acordo com o Guia para Uso Seguro de Águas Cinzas e Excretas da OMS (2006).



Figura 11: Imagem do início do experimento.



Figura 12: Amostras diluídas e câmaras de McMaster.



Figura 13: Inoculação das câmaras de McMaster.

6.3. Proposta de modificações

Através do levantamento de dados trazido pelo diagnóstico, encaminha-se uma série de recomendações como proposta para o melhoramento do funcionamento do sanitário em estudo. Segue os pontos mais importantes para os aspectos físicos, em suma:

- Aparelho sanitário não é segregador e, portanto, a compostagem está comprometida frente a não-segregação adequada das excretas, sendo necessária a construção de mecanismo separador de urina, já que muitos não conseguem separar o ato de defecar com o de urinar. Sugere-se a construção de um vaso separador de urina, que pode ser feita de maneira rápida e barata, em demonstração realizada por MORGAN (2007), que se encontra em anexo, com os passos para uma construção manual de vaso sanitário segregador de urina (ANEXO 1);

- Aparelho contendor do material segregado (bombonas): as bombonas, por necessitarem de transporte manual, possuem um volume muito elevado para sua manutenção por uma ou duas pessoas. Seria

interessante reduzir o seu volume e aumentar o número de bombonas. Porém, seriam utilizadas apenas para armazenamento e transporte da massa de fezes para a composteira, como já citado. Uma opção é a construção de uma rampa de armazenamento, com um sistema de recolhimento das excretas por baixo (sistema de armazenamento local);

- Composteira: sua localização está em uma área inclinada e em meio a passagem e pastagem de animais, ambos os fatores que ajudam na disseminação dos agentes patogênicos. É imprescindível o isolamento da composteira com a presença de animais livres, que estão em contato com as pessoas, em especial as crianças e em relação ao solo para evitar a lixiviação de patógenos. Sugere-se a construção de uma nova composteira em ambiente mais afastado e com maior incidência de luz solar, estruturando-a em leiras com isolamento do chão, através de lonas e cercada.

E os aspectos relacionados ao manejo e uso:

- Material utilizado para depositar por cima das fezes após o uso: aparentemente, a grande quantidade de folhas secas aumenta muito o teor de C do composto, desequilibrando a relação C/N ideal. É necessário frisar ao usuário a importância de jogar a quantidade de material estipulada, com o risco de comprometer o processo de compostagem. Na literatura cita-se o uso da cal para aumentar o pH e cinzas. A proporção, misturada às folhas secas, ainda é foco de pesquisa. Sugere-se então que se utilize em quantidade inferior e que seja escolhido um dos materiais de mais fácil acesso e aquisição ao proprietário.

- Tempo de armazenamento do composto na bombona: percebe-se que é mais efetivo utilizar a bombona apenas para conter a massa de fezes para dispô-la, em seguida, na composteira.

- Manutenção dos parâmetros necessários a uma compostagem adequada: a aeração precisa ser realizada, impedindo a compactação do composto com a mistura e revolvimento da composteira sendo semanalmente realizada, diminuindo a frequência com o passar dos meses.

- Utilização do composto fecal produzido: é importante para a propriedade utilizar o composto, visto que não há produção de adubo orgânico provindo dos resíduos alimentares, pois estes são dados aos animais. O mesmo já é utilizado nas mudas do viveiro, sendo necessário, porém, com o uso de luvas na sua manipulação para evitar contaminações, visto os resultados de higienização obtidos.

- Abordagem utilizada: segue a proposta de distribuição de cartilha explicativa de incentivo ao uso. Aos visitantes é importante dar as informações verbalmente também, mantendo a forma como vem sido realizada, apenas refrisando mais enfaticamente a contenção do uso exagerado de folhas secas.

6.4. Cartilha

A cartilha será impressa após a aprovação deste trabalho pela banca examinadora, com o apoio do Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb) do Centro Tecnológico, UFSC (ANEXO 2). Será em seguida entregue ao Instituto Çarakura para sua distribuição aos visitantes.

7. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

Na verificação da eficiência de higienização do sanitário compostável foco do estudo deste trabalho, a análise foi pontual, apenas, para que pudesse se atestar a viabilidade *atual* da compostagem da forma como vindo sendo, portanto, *atualmente* desenvolvida. Uma análise do andamento e desenvolvimento de todo o processo de inativação dos agentes patogênicos necessitaria da realização de um acompanhamento semanal de todos os parâmetros referentes à compostagem da matéria fecal, em uma análise estatística dos dados, o que não era objeto específico deste trabalho. Contudo, atestando a eficiência de saneamento *atual* (pontual) do sanitário, pôde-se constatar a necessidade de mudanças em sua estrutura e manejo, conforme experiências e informações obtidas em literatura.

A constatação da presença de ovos de helmintos apenas nas amostras do interior da composteira não procede com a lógica do processo de compostagem, onde o interior da composteira é o local onde se atinge uma maior temperatura e conseqüente inativação dos agentes patogênicos. Ou seja, deveria conter menor número de ovos de helmintos no seu interior do que na superfície. No resultado obtido ocorre o oposto: superfície sem conter ovos e interior com 50 OPG.

Pelo fato de ter ocorrido períodos de chuva ao longo dos meses em que o composto estava passando por co-compostagem, supõe-se que os ovos da superfície lixiviaram para o interior da composteira, transportados pela água da chuva. Se esta hipótese procede, não é possível identificar se não havia a presença ovos no interior da leira

anteriormente ao período de chuvas, ou seja, se já estava ocorrendo o processo de inativação dos mesmos no seu interior. Contudo, a liberdade de transporte dos ovos através da água que continuamente escorre através da composteira é preocupante, pois assim como atravessa o composto bastante compactado do sanitário estudado, pode também se encaminhar e atravessar o solo, e deste correr para algum corpo d'água próximo, lençol freático ou aquífero.

Uma recomendação bastante pertinente, além das propostas levantadas como resultado do diagnóstico, é a utilização do saneamento ecológico em unidades de conservação ou áreas com grande potencial para a criação das UC's, por ser compatível com os ciclos naturais e não produzir resíduos, e sim recursos. É a forma de saneamento mais adequada, portanto, especialmente desses locais, integrando especialmente as comunidades do entorno na gestão e manejo dos mesmos.

O composto fecal ou de restos de alimentos também pode ser utilizado como biorremediação para recuperação de áreas degradadas e contaminadas, por reduzirem a eroditividade do solo, e realizarem uma degradação microbiológica de uma série de contaminantes químicos (petróleo, elementos radioativos como césio, TNT, entre outros) e metais pesados, a doses mínimas ou a sua total eliminação. Segundo pesquisas realizadas pela USEPAO composto é considerado uma tecnologia de remediação ambiental.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância de escolher o sanitário foco deste estudo de caso, além da relevância científica, encontra-se no fato de que o objetivo do Instituto onde se localiza é difundir tecnologias sociais em saneamento ecológico e agroecologia, através da Educação Ambiental, com projetos, vivências e visitas por escolas e diferentes instituições. É, portanto, um local de grande sensibilização e disseminação de ferramentas na busca por sociedades sustentáveis. É importante que se possa fazer um vínculo entre universidade e instituto para que pesquisas continuem sendo realizadas no local, que tem muita propensão para ser um laboratório de estudo e pesquisa em saneamento ecológico.

9. CONCLUSÕES

Os resultados trazidos por este trabalho levam a concluir que:

- torna-se necessário a aquisição de um número maior de bombonas, para transporte da massa fecal rumo à composteira;

- a grande presença de ovos de helmintos na composteira indica a provável presença de demais organismos patogênicos no composto, sendo invariavelmente necessário o isolamento da mesma em relação ao solo e aos animais - que entram em contato direto com os moradores, crianças e demais visitantes. O isolamento em relação ao chão pode ser feito com o uso de lonas, e em relação aos animais, com o uso de cercas em madeira ou bambu – abundante na propriedade;

- uma sistematização do manejo do sanitário precisa ser tomada e seguida, preferencialmente baseando-se nas propostas de modificação sugeridas, guiadas por literatura especializada no tema, especialmente pelo Guia do Uso de Excretas e Águas Cinzas, elaborado pela Organização Mundial de Saúde (2006);

Sendo que a literatura específica provém majoritariamente de países estrangeiros, percebe-se a importância dada a esta tecnologia, também por instituições internacionais ligadas à preservação da água. É preciso que o saneamento descentralizado ecológico seja mais pesquisado e utilizado na nação brasileira, devido às condições físicas ideais para o funcionamento de sanitário compostáveis (país de clima tropical), assim como para as condições sociais, onde há um grande número de habitantes de zonas rurais, principalmente, com ausência de saneamento.

Sanitários compostáveis utilizados, portanto, em vários países nos mais diferentes modelos, são uma tecnologia que, se manejada de forma correta, permite um saneamento efetivo dos esgotos excretais, protegendo os corpos hídricos ao mesmo tempo em que transforma as excretas em recursos para o enriquecimento dos solos, aumentando a produtividade alimentar e a renda familiar. Encaixa-se no conceito de tecnologia social, onde mesmo fragmentos fragilizados da sociedade, tais como comunidades carentes, sejam capazes de reproduzir uma tecnologia que venha a solucionar determinada necessidade. E, desta forma, empoderar a comunidade para o desenvolvimento de suas próprias soluções, podendo inclusive obter ganhos financeiros com isso. Encontra-se, portanto, em conformidade com a Política Nacional de Saneamento Básico brasileira (Lei nº 11.445/07), como já citado, por

atender aos princípios de **universalização** do acesso, a **participação** da sociedade através do controle social e gestão associada, e a **descentralização** dos serviços pela adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais (BRASIL, 2007). O Saneamento Ecológico como um todo caminha nesse sentido, tendo o banheiro seco, pela sua simplicidade e baixo custo, seu maior representante.

O saneamento como tecnologia, apenas, nunca irá trazer modificações sustentáveis na redução dos riscos de contração de doenças. Os hábitos de higiene pessoal são fundamentais para a saúde; mas mais importante é a participação no processo de construção de soluções para o saneamento, como exercício de cidadania e governança.

Assim como ESREY (2001) já havia afirmado em relação às regiões metropolitanas do planeta, devido aos princípios e critérios adotados pelo saneamento ecológico, este parece ser a única solução - possível a ser implantada na prática em qualquer situação social se devidamente orientada -, que se encaixa realmente, portanto, no conceito de sustentabilidade, comprometida *desde a origem* com o futuro da sociedade.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, H. K. *et al.* ***Determination of thermal properties of composting bulking materials.*** *Bioresource Technology* n. 100, pg. 3974-3981. 2009.

ANDREOLI, C. *et al.* Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos. PROSAB, UEL. Rio de Janeiro, 1999.

BEHRMN, R. E. *Nelson Textbook of Pediatrics* (14^o ed). USA. 1992.

BENETTO, E. *et al.* *Life Cycle Assessment of Ecological Sanitation System for Small-scale wastewater treatment.* *Science of the Total Environment*, n. 407. 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

BRASIL. **Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999**, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**, que instituiu a Política Nacional de Saneamento Básico.

CLARKE, R.; KING, J. **Atlas da Água.** Publifolha. São Paulo -SP, 2005.

DAVISON, L. *et al.* ***Dealing with Nitrogen in subtropila Australia: Seven case studies in the diffusion of ecotechnological innovation.*** *Ecological Engineering* nº 28. Austrália. 2006.

DEL PORTO, D; STEINFELD, C. ***The Composting Toilet System Book***, versão 1.2 adaptada, CEPP (Center for Ecological Pollution Prevention). Massachusetts, EUA. 2000.

ESREY, S. A. [et al.]. ***Closing the Loop: Ecological Sanitation for Food Security***. *Water Resources* n^o 18, SIDA. México: 2001.

ESREY, S. A. ***Saneamiento Ecológico***. SIDA. Estocolmo, Suécia: 1999.

FILHO, A. M. ***Agricultura Orgânica sob a Perspectiva da Sustentabilidade – uma análise da região de Forianópolis***. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. UFSC, 2004.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. (orgs.). ***Manual Prático para a Compostagem de Biossólidos (PROSAB – Tema 4)***. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

GONÇALVES, R. F. (org.) ***Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água***. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HOTTA, S.; FUNAMIZU, N. ***Biodegradability of fecal nitrogen in composting process***. *Bioresource Technology* n.98. Japão, 2007.

JENKINS, J. ***The Humanure Handbook***. 3^o ed. USA. 2009.

JÖNSSON, U. et al. ***Assessment of Sanitation Systems and Reuse of Urine***, in: WINBLAD, U. et al. *Ecological Alternatives in Sanitation*, *Water Resources* n.9, Estocolmo, Suécia.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. ***Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries***. *Journal of Environmental Management* n^o 90, pg. 652-659, 2008.

MOLLISON, B.; SLAY, R. M. ***Introdução à Permacultura***. *Tagari Publications*. Austrália, 1991.

MÜLLER, A. M. et al. ***Agroecologia Aplicada: Práticas e Metodologias para uma Agricultura de Base Ecológica***. EMATER/RS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2000.

MORGAN, P. *Toilets That Make Compost: low-cost, sanitary toilets that produce valuable compost for crops in an African context*. *Stolckhome Enviromental Institute*, Estocolmo, Suíça. 2007.

NATAL, D.; TAÍPE-LAGOS, C. B.; ROSA, J. C. **Epidemiologia Aplicada à Educação Ambiental**, *in: Educação Ambiental e Sustentabilidade*. Manole (ed.), 2005.

NAWAB, B. *et al.* **Cultural preferences in designing ecological sanitation systems in North West Frontier Province, Pakistan**. *Journal of Environmental Psychology* n^o 26 (2006).

OMS (Organização Mundial de Saúde), *WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater, v.4: Excreta and Greywater use in Agriculture*. 2006.

OTTERPOHL, R. *Innovative Technologies for Decentralised Wastewater Management in Urban and Peri-Urban Areas*. *Keynote presentation at IWA Small2002*, Istambul, 2002.

PHILIPPI, L. S.; OLÍJNYK, D. P.; MAGRI, M. E. **Arranjos tecnológicos para o tratamento descentralizado de esgotos sanitários**. *In: Anais da Conferência Internacional em Saneamento Sustentável: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina*, 2007, Fortaleza. 8 p, 1 CD-ROM, 2007.

PHILIPPI Jr., A.; PELICIONE, M. C. F. **Bases Políticas, Conceituais, Filosóficas e Ideológicas da Educação Ambiental**, *in: Educação Ambiental e Sustentabilidade*. Manole (Ed.), 2005.

PINHEIRO, S. *et al.* *Agricultura Ecológica e a Máfia dos Agrotóxicos no Brasil*. Fundação Juquira Candiru, Rio de Janeiro, 1998.

ROCKSTRÖM, J. *A safe operating space for humanity*. *Nature*, n^o461. Estocolmo, Suécia. 2009.

SANTANA, L. K.; MARCELINO, R. T. **Gastroenterologia**. *in: Manual de Terapêutica*. ACM, Blumenau – SC. 2006.

SCHÖNNING, C., STENSTRÖM, T.A. *Lineamientos para el Uso Seguro de la Orina y de lãs Heces em Sistemas de Saneamiento Ecológico*. EcoSanRes 2004-1, Instituto Ambiental de Estocolmo, Estocolmo, Suécia, 2004.

SILVA, D. J. **Uma abordagem cognitiva do planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis,UFSC. 1998.

SOUZA, A. C. A., **Por uma Política de Saneamento Básico: a evolução do setor no Brasil**. UFRJ, Rio de Janeiro-RJ. 2007.

STRAUSS, M. *et al. Co-composting of Faecal Sludge and Municipal Organic Waste: a Literature and State-of-Knowledge Review*. SANDEC/EWAG – IWWI. Suíça. 2003

UNESCO. *Agua para Todos, Agua para la Vida- Informe de Las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hidricos en el mundo*. UNESCO-WWAP, Paris, França. 2003.

UNESCO. *The United Nations World Water Development Report 3: Water in a changing world*. Paris: UNESCO, Londres: Earthscan, 2009.

VENHUIZEN, D. *Smaller Scale, Bigger Concept*. North Carolina Water Resources Research Institute newsletter,USA, 2001.

USEPA (1997). *Innovatives Uses of Compost: Bioremediation and Pollution Prevention*. USEPA530-F-97-042. USA, in: JENKINS, J. *The Humanure Handbook*. 3^o ed. USA. 2009.

USEPA (1997). *Life Cycle Analysis and Susteinability Moving Beyond the Three R's – Reduce, Reuse and Recycle – to P2R2 – Preserve, Purify, Restore and Remediate*, in: JENKINS, J. *The Humanure Handbook*. 3^o ed. USA. 2009.

USEPA (1998). *An Analysis of Composting as an Environmental Remediation Technology*. USEPA530-B-98-001. USA, in: JENKINS, J. *The Humanure Handbook*. 3^o ed.USA. 2009.

TCHOBANOGLIOUS, G., CRITTES, R. *Small and Decentralized Wastewater Management Systems*, WCB McGrall-Hill, Davis, California, USA. 1998.

WINBLAD, U. [et al.]. *Ecological Sanitation: revised and enlarged edition*. SEI. Estocolmo, Suécia: 2004.

WINBLAD, U. [et al.]. *Ecological Alternatives in Sanitation*. Water Resources n.9, SIDA. Stocolmo, Suécia: 1997.

Internet:

Site TrataBrasil:

<http://www.tratabrasil.org.br> (acesso entre 29/01/10 e 20/02/10)

<http://tratabr.wordpress.com/2009/10/14/diarreia-mata-15-milhoes-de-criancas-por-ano/> (acesso em 17/02/2010)

Site Esgoto é Vida:

<http://www.esgotoevida.org.br/esgotoevida.php> (acesso em 20/02/2010)

<http://www.eumed.net/libros/2008c/447/CARACTERISTICAS%20DO%20SERVICO%20DE%20SANEAMENTO%20NO%20BRASIL.htm>
(acesso em: 02/02/2010)

<http://blig.ig.com.br/blogdojoaodarocha/2008/12/07/historico-do-saneamento-no-brasil/> (acesso em: 02/02/2010)

ANEXOS

ANEXO 1 - Sequência de construção de vaso segregador de urina caseiro (MORGAN, 2007).

Peter Morgan, em seu livro *Toilets That Make Compost*, ensina-nos a construir de uma maneira fácil e barata, um vaso segregador de urina, para um sanitário compostável. Os passos são todos ilustrados, para facilitar a visualização das etapas. As fotos por si só esclarecem as etapas, mas elas são descritas a seguir.

Na a construção do aparelho sanitário segregador de urina são necessários: um balde de plástico de 20 litros, um joelho de 20 mm, acento de plástico e cimento (FIGURA 14). Primeiramente é serrada a base do balde e depois, essa base é serrada ao meio (FIGURAS 15 e 16). Uma das metades será o objeto separador da urina. A ‘meia-base’ é acoplada ao balde na metade do mesmo, com um ângulo que facilite a urina escoar para baixo, sem empoçar. Faz-se pequenos buracos no balde (na altura onde será colocada a meia-base e na meia-base, conforme ilustração) para que depois seja atravessado um arame. Faz-se um furo acima da meia-base, mas bem na base da mesma, por onde será colocado o joelho (ou um tubo dobrado) (FIGURAS 18-21).

Em seguida é feito o acento, após colocar oito pedaços de arames torcidos por dentro do mesmo e em seguida aplicar cimento. Vira-se o balde de “cabeça para baixo”, e fixa-se ao cimento, numa proporção sugerida de 3:1 de areia para cimento. Coloca-se arame entre o balde e o acento para prender melhor (FIGURA 22-26). Após a cura do cimento, que pode ser de um dia para o outro, pode voltar o balde para cima (acento para cima) e cimentar o pedestal do vaso, deixando curar novamente de um dia para outro. No dia seguinte, cimenta-se a outra metade (FIGURAS 25-28). Coloca-se o balde em um molde de madeira de 60cm X 60cm (e 40cm de altura) colocada em cima de uma lona de plástico (ou um saco grosso de plástico) para fazer a base. Completa-se o molde com o mesmo cimento 3:1. É colocado arame na base para prender melhor, assim como um arame mais fino pode ser utilizado ao fazer o pedestal do vaso, deixando para recobri-los com uma última camada de cimento (FIGURAS 29-31).

Deixa-se curando por vários dias, cobrindo o vaso com um plástico para manter a umidade. O próximo passo é selar o espaço entre o balde e a meia-base acoplada em sua parede, com uma massa de cimento, silicone ou *Durepox*. Sela-se embaixo da meia-base e em cima, sem comprometer a abertura do joelho (FIGURAS 32 e 33). É colocado um tubo na conexão do joelho (tubo ou mangueira), que deve ser direcionado para o lado de trás do vaso (FIGURAS 34 e 35). Pode-se decorar o vaso com uma pintura (FIGURA 36), para sua finalização. O vaso pode ser conectado a um recipiente coletor ou armazenador de urina e está pronto a ser utilizado!



Figura 14: Materiais



Figura 17: Cortando a base na metade



Figura 15: Tirando a base do balde



Figura 18: Metade da base colocada no balde com uma angulação



Figura 16: Marcando ao meio a base de plástico



Figura 19: Prendendo a base com arame



Figura 20: Tubo dobrado encaixado no balde



Figura 21: Vista de cima da localização do tubo



Figura 24: Adição de cimento na parte de dentro do acento



Figura 22: Fazendo furos com arame quente no acento



Figura 25: Balde acoplado ao acento



Figura 23: Arame enlaçado na parte de dentro do acento



Figura 26: Arame dobrado colocado ao redor do balde



Figura 27: Concretando o balde até a metade



Figura 28: Concretando a outra metade do balde



Figura 31: Pedestal do vaso curando



Figura 29: Balde e acento virados para cima, em cima do molde da base para o vaso



Figura 32: Selando o separador de urina com a parede do balde



Figura 30: Arames colocados para reforço



Figura 33: Selando a parte de cima do separador



Figura 34: Tubo de saída da urina conectado



Figura 35: Tubo de saída é direcionado para parte de trás do vaso



Figura 36: Pintura do vaso



Figura 37: *Close* da base do vaso

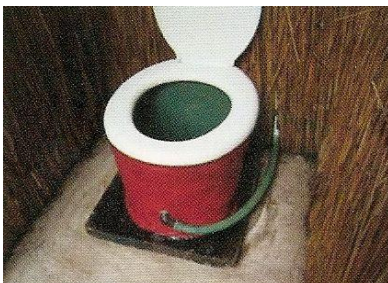


Figura 38: Vaso segregador de urina instalado

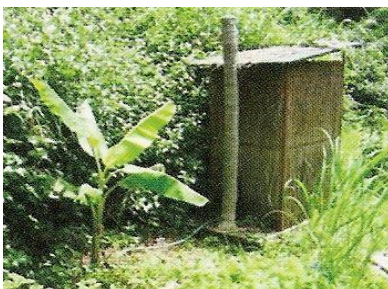


Figura 39: Visão exterior do sanitário segregador de urina

ANEXO 2 - Cartilha a ser entregue para a banca no dia da defesa.

A cartilha informativa para o uso e incentivo ao banheiro seco, como já citado, tem uma abordagem descontraída, direcionada para o público em geral, que será entregue ao Instituto Çarakura para distribuição aos visitantes. Possui um texto explicativo seguido de ilustrações, dando a possibilidade de interessados se aprofundarem, citando algumas fontes no final. A seguir segue a seqüência dos quadros, lembrando que o material foi feito com o aplicativo CorelDRAW X4.



Figura 40 – Capa da cartilha.

Esta cartilha é fruto do:

“Estudo de Caso: Diagnóstico do Uso e Manejo de Sanitário Compostável em Ratores, Florianópolis-SC”. Trabalho de Conclusão de Curso em Eng. Sanitária e Ambiental, Março 2010.

Autora: Joana Lentz Marques

Orientação: Luis Sérgio Philippi

Co-orientação: Maria Elisa Magri e Carlos José de Carvalho Pinto.

Produção da Cartilha:

CONCEPÇÃO, TEXTOS E ILUSTRAÇÕES:

Joana Lentz Marques (jolentz@gmail.com)

DIGITALIZAÇÃO E DIAGRAMAÇÃO:

Richard Eilers Smith (richardambiental@yahoo.com.br)

Tiragem inicial de 20 cópias

Florianópolis, SC – Março, 2010.

Figura 41 – Contra-capa da cartilha.

BANHEIRO SECO OU SANITÁRIO COMPOSTÁVEL

1

O que é isso??

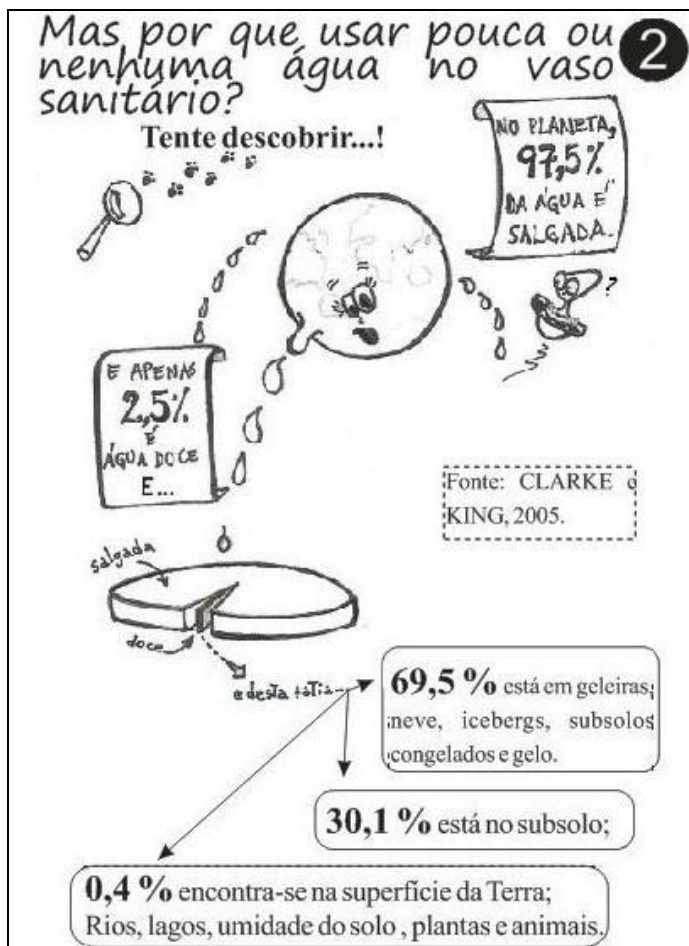


Bom...sanitário compostável e banheiro seco são dois nomes para a mesma coisa. Existem muitos modelos diferentes de banheiros secos! Mas, todos funcionam da mesma maneira:

Não utilizam descarga com água.

Usa, ao invés, pouca ou nenhuma água no descarte de nossas “excretas” (fezes e urina).

Quadro 1 – Explicação básica de sanitário, com ilustrações supondo os diferentes modelos existentes, desde semelhantes aos convencionais, até os mais rústicos.



Quadro 2 – Proporção de água salgada e doce no planeta, com as proporções de águas superficiais, submersas e congeladas.

3

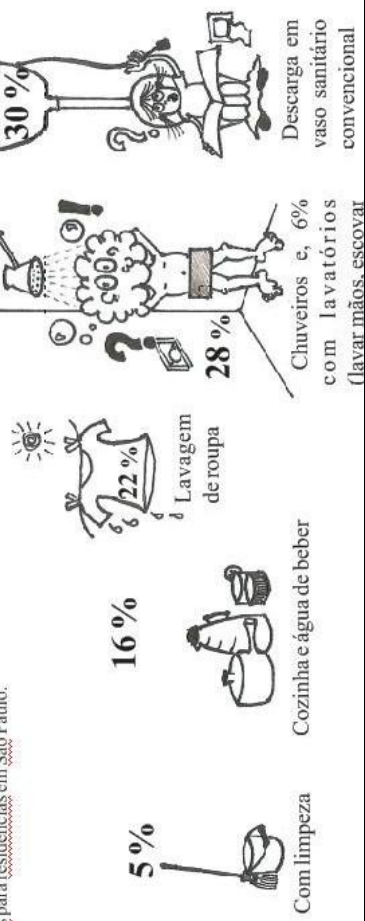
Se você ainda não descobriu, mais algumas pistas:

- A **agricultura**, com sua irrigação e toda água necessária para diluir fertilizantes e herbicidas, usa **70 %** do volume de água consumida no mundo;
- Fertilizantes e adubos químicos são perigosos para o ambiente e para a saúde do homem;
- Muitas terras estão degradadas e improdutivas pelo uso abusivo de agrotóxicos nas monoculturas e pelo encharcamento dos solos com sistemas de drenagem ineficientes.

E outras pistas...

O consumo doméstico fica em 2º lugar, gastando **23 %** do volume de água no mundo. Em casa, nosso uso* se distribui da seguinte maneira:

(* valores para residências em São Paulo.



Quadro 3 – Dados sobre o uso da água na agricultura e o uso doméstico, para a cidade de São Paulo.

4

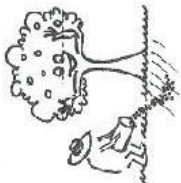
Se você ainda não descobriu, então mais informações!!

O BANHEIRO SECO produz, sem água, separando as fezes da urina:

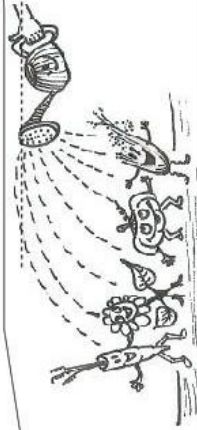
O Composto Fecal & o Fertilizante de Urina!

Bom... muitos não me acham bonito, mas:

- Não tenho mau cheiro;
- Sou condicionador de solos, enriquecendo-o com nutrientes;
- Recupero solos contaminados por substâncias tóxicas;
- Faço você economizar \$ por dispensar o adubo químico, preservando os solos e os rios, assim como sua saúde!
- Além disso, aumento a produtividade de sua horta e de seu pomar!



Eu sou a urina!!! Sou responsável pela maior parte dos nutrientes presentes nas excretas humanas. Esses nutrientes encontram-se na forma e nas proporções ideais para serem absorvidos pelas plantas!!



Quadro 4 – Apresentando o composto fecal e o fertilizante de urina e seus atributos básicos.

5 Bom...acho que agora você já sabe: porque usar pouca ou nenhuma água: com o **BANHEIRO SECO!** Certo?



MAS, não se esqueça dos microorganismos: patógenos (bichinhos prejudiciais à saúde); que podem estar no composto e na urina!



O QUE É PRECISO FAZER ??

É preciso cuidar para que tudo dê certo com: a **COMPOSTAGEM** e manter a urina: separada das fezes para evitar maior: contaminação!



Quadro 5 – Prevenção contra os patógenos.

6**IMPORTANTE:**

Saiba quais são os fatores fundamentais para o bom funcionamento do processo de COMPOSTAGEM:

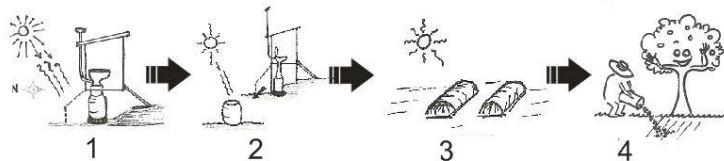
Mistura – Adicionar coisas ricas em carbono: folhas secas, palhada, serragem, cinzas, restos de alimentos, etc., na medida certa! É preciso mais carbono que nitrogênio numa proporção entre 20:1 e 30:1 de C:N.

Temperatura – Com a mistura bem feita, os microorganismos benéficos se alimentam de oxigênio (são seres aeróbios) e, com isso, a temperatura aumenta, acabando com os patógenos. O ideal é que chegue de 65 a 70 graus Celsius por cerca de algumas horas, ou que chegue de 35 a 50 graus Celsius por cerca de 2 semanas. O sanitário precisa estar voltado para o norte, favorecendo o aumento da temperatura do composto fresco.



Aeração – Sem oxigênio proliferam-se organismos que não precisam dele (anaeróbios), atrapalhando o processo e trazendo mau cheiro ao composto. É necessário revirar a leira de compostagem.

Umidade – Quando composto está na composteira, é necessário manter o composto úmido, pois os microorganismos benéficos (os que fazem bem!) precisam de água para matarem a sede e viverem bem!



Quadro 6 – Funcionamento da compostagem com principais parâmetros.

7 Agora que você já está sabendo as vantagens de utilizar um sanitário compostável, vamos falar um pouco sobre saneamento.

O banheiro seco é uma tecnologia do **SANEAMENTO ECOLÓGICO**, que não produz dejetos, mas sim recursos!

Assim, devolve à natureza nutrientes, com excretas saneadas, e a natureza provê a nós alimentos saudáveis e orgânicos, sem comprometer a saúde dos recursos hídricos e a nossa!!

No saneamento convencional, a água que poderia ser utilizada para beber, serve de transporte para as fezes, a urina, esgotos domésticos, muitas vezes misturados a lixo de hospitais, indústrias, etc.
Um desperdício de água e de energia, além de despejar os esgotos “tratados” de volta para o rio ou para o mar.



Quadro 7 – Falando de saneamento ecológico e citando desvantagens do saneamento convencional.

8 **Portanto, contribua com o banheiro seco e com o meio ambiente!!! Mas, não se esqueça:**

É preciso tomar os cuidados necessários para favorecer o processo de compostagem.
O composto fecal, se ainda permanecer contaminando, pode levar pessoas a se infectarem com os patógenos, contraindo uma série de doenças.
Se você não tiver certeza sobre o estado da “saúde” do seu composto, utilize luvas e calçados fechados para fazer o manejo da composteira, sendo ideal usá-lo apenas em sacos de mudas, pomares, vasos e hortas urbanas.
Ao usar o sanitário compostável, siga as instruções dadas. Jogue sempre a quantidade de material por cima das fezes que é recomendada. Pois o construtor geralmente já calculou o quanto é necessário.
Lave as mãos depois de “contribuir”, e fique com a sua consciência limpa!

ALGUNS EXEMPLOS DE SANITÁRIOS COMPOSTÁVEIS:



Quadro 8 – Usando a palavra “contribuição” para o uso, contra a fecofobia; cuidados fundamentais e exemplos de modelos.

9

CURIOSIDADES:

- Para produzir 1kg de arroz e 1kg de carne bovina, são necessários 1.900L e 15.000L de água, respectivamente.
- Para produzir cerca 230kg de cereais, é preciso 7,5kg de NPK (nitrogênio + fósforo + potássio). Este valor é o que as excretas de um adulto produz, com cerca de 500L/ano de urina e 50g/ano de fezes. Confira na tabela:

NUTRIENTE	URINA (500 L/ano)	FEZES (50 L/ano)	TOTAL	REQUERIDO PARA 230 KG DE CEREAIS
Nitrogênio	5,6	0,09	5,7	5,6
Fósforo	0,4	0,19	0,6	0,7
Potássio	1,0	1,2	1,2	1,2
Total NPK	7,0 kg (94%)	0,45 kg (6%)	7,5 kg (100%)	7,5 kg

Fontes: CLARKE e KING, 2005; GONÇALVES, 2009.

Quadro 9 – Curiosidades, com dados sobre o gasto de água com a produção de arroz e carne bovina e a proporção de nutrientes contida nas excretas, que pode ser utilizada para produção alimentar de forma ideal.

10 Ficou interessado em saber mais?

Você encontrará mais informações nas seguintes bibliografias:

CLARKE, R.; KING, J. *Atlas da Água*. Publifolha. São Paulo -SP, 2005.

ESREY, S. A. *Saneamiento Ecológico*. SIDA. Estocolmo, Suécia: 1999.

GONÇALVES, R. F. (org.) *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água*. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

Divulgue essa idéia!

As excretas não são o problema – e sim a solução !!!

“Pense nisso...”



Quadro 10 – Fontes e idéias finais de estímulo.

A banca sugeriu a confecção de um modelo infantil e a autora deste trabalho se dispôs a fazê-lo, após encerramento do mesmo. Será pedido apoio à Pró-Reitoria de Apoio ao Estudante e para a Editora da UFSC, para que se disponibilize a impressão de cerca de 500 tiragens.