

# TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DO ESGOTO SANITÁRIO SEM CONSUMO DE ÁGUA

**Marta Joffily de Alencar** <sup>(1)</sup>

Mc. Arquitetura Ambiental

**Eneas Salati**

PhD Engenharia Agrônômica

**Carmen Lúcia Roquette Pinto**

Mc. Engenharia Geoquímica

**Eduardo Dias Wermelinger**

PhD Entomologia ENSP/Fiocruz

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Sambaiban°254/701 CEP 22450-140 Rio de Janeiro Brasil

Tel. 55 21 99955795 Fax. 55 21 22741796 e-mail: [marta@mjaarquitectura.com.br](mailto:marta@mjaarquitectura.com.br)

## RESUMO

O crescimento desordenado e acelerado das metrópoles de hoje, especialmente nos países em desenvolvimento, requerem um processo mais eficiente no tratamento da questão do Esgoto Sanitário. A este panorama devemos acrescentar a consciência da escassez de água potável no planeta, que só tende a aumentar.

Este estudo diz respeito a uma nova tecnologia para o tratamento do esgoto sanitário em grandes centros urbanos e regiões metropolitanas e a preservação do ecossistema e bacias hidrográficas.

Um equipamento sanitário foi desenvolvido com este propósito. O tratamento *in loco* se dá no vaso sanitário, sem a utilização de água, construção de instalações internas ou externas de tubulações ou estações de tratamento.

O material orgânico ( dejetos humanos) é reduzido por desidratação com tecnologia de microondas. O volume do resíduo é reduzido em 84 % da parte sólida e praticamente 100% da parte líquida, com um resultado de 99,26% se comparado ao processo convencional. E a economia de água é de 41,5 litros por pessoa por dia.

Este artigo discute a vantagem econômica deste processo quando comparado com o sistema convencional. Dados mostram uma economia de 86% em instalações e de 75% em custos operacionais.

As vantagens, limitações e desafios desta tecnologia são discutidos neste trabalho que demonstra a possibilidade de implantação do processo de maneira pontual e disseminada, que simplifica sua utilização em áreas urbanas ou rurais.

A reutilização do resíduo como fertilizante ou bicomcombustível garante a sustentabilidade do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Básico, Urbanismo e Preservação do Meio Ambiente.

## Introdução

A consciência em relação à importância da água para o planeta e aos problemas de abastecimento neste final de milênio, e seu agravamento, projetado para este século nos leva a uma constatação dramática e nos obrigam a uma ação emergencial. Todas as pesquisas apontam para o colapso do sistema de água urbano e rural. O "boom" do urânio, a histeria do petróleo e a corrida pelo ouro, parecem ser eclipsados pela busca frenética atual deste recurso indispensável que é a água. (BEYRE, 1975).

Nos grandes centros urbanos, o crescimento desordenado das aglomerações humanas cria dificuldades para atender a crescentes demandas de água e de tratamento de esgoto sanitário. Nos países emergentes, a ausência de medidas práticas de saneamento e educação faz com que grande parte da população lance o esgoto diretamente no solo, dando origem a valas insalubres e fétidas, as denominadas "valas negras", principal causa da disseminação de doenças e de grave desequilíbrio ecológico.

Os métodos convencionais de recolhimento e tratamento de esgoto demandam enorme quantidade de água, grandes áreas públicas, produtos químicos e tempo de instalação e manutenção, além do desperdício de água limpa, própria para consumo humano. As descargas convencionais operam com fluxo de água de no mínimo 12 a 20 litros por acionamento, apenas para transportar efluentes.

Propõe-se aqui o desenvolvimento de uma tecnologia completamente nova, sem consumo de água, realizando-se, *in loco*, a desidratação do esgoto primário - como exporemos a seguir.

Essa nova tecnologia, além de tratar os dejetos humanos, transformando-o em matéria orgânica neutra, reduz substancialmente seu volume. O resíduo estará pronto para posterior reutilização como adubo ou combustível. Este procedimento fecha o círculo de sustentabilidade, pois quando se acrescenta valor ao despejo, está se viabilizando, economicamente, seu recolhimento e manejo.

## **Objetivo**

### **Preservação dos Recursos Hídricos**

No Brasil, a Lei nº 11.445 /2007 - tem a preocupação em preservar os recursos naturais e manter um meio ambiente saudável para todos, melhorando, em conseqüência, a qualidade de vida, tem ensejado pesquisadores e técnicos a desenvolverem processos ecológicos nas mais diversas áreas de atuação. A área de Saúde Pública constitui, nesse sentido, uma das mais visadas e importantes. Informações a respeito de saneamento divulgadas por órgãos como o IPEA (2002) consideram bastante crítica a situação do país. No Brasil são produzidos, diariamente, 10 bilhões de litros de esgoto, dos quais somente 10% recebem algum tipo de tratamento, e apenas 5% têm destino final adequado.

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD, 2001), cerca de 3,9 milhões (10%) dos 39,4 milhões de domicílios urbanos ainda não são atendidos por rede de abastecimento de água, e cerca de 46% dos domicílios urbanos não contam com acesso a sistemas de coleta de esgoto. Apenas 3,4% do esgoto sanitário coletado nos domicílios brasileiros recebe tratamento, do qual apenas uma parcela tem destinação final adequada em termos ambientais.

### **Porque utilizar água limpa e tratada para o despejo do esgoto sanitário doméstico?**

O adensamento urbano verificado nos últimos anos - e sua tendência para o futuro próximo - nos impõe uma solução urgente. Se em 1975 a população em centros urbanos era de 37% da população mundial, em 2005 esse percentual passa para 50% e, em 2025, será de 61% dos estimados 6 bilhões de habitantes do globo terrestre. Na América Latina, os percentuais são, respectivamente, 61% em 1975, 76% em 2000 e estão previstos 84% em 2020. No Brasil, a previsão é de 88% para 2020. (PNUD 1996)

As companhias brasileiras de captação, transporte, tratamento e destino final do esgoto sanitário estão permanentemente buscando superar o déficit de saneamento, sem conseguirem atingir o objetivo. A questão do abastecimento de água registra, para um crescimento populacional de 137% entre 1970 e 1996 - num total de 123 milhões de domicílios - um aumento de 60% para 91%. Mas o maior déficit do setor se concentra no tratamento de esgotos sanitários, segundo a PNAD/96: dos 48% do esgoto coletado em rede pública, apenas 32% são tratados, o que representa apenas 16% do esgoto produzido. E isso sem falar no destino final desse esgoto tratado, onde apenas 5% têm destinação adequada.

Os investimentos necessários para suprir os déficits em saneamento e habitação, considerando-se os últimos 20 anos de negligência com o setor, seriam da ordem de 42 bilhões (0,38% do PIB), em prazo distendido.

O problema da destinação inadequada do esgoto se manifesta igualmente em habitações de todas as classes sociais. É usada a água tratada e onerosamente distribuída na rede pública, para o despejo dos dejetos humanos e a veiculação do esgoto sanitário doméstico.

### **Erradicar Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil – DRSAl**

Das doenças relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado, as diarreias representaram a principal causadora de internações hospitalares (IHs) no Brasil. No período de 1996 a 2003: em média, 90%. Em 2003, houve redução relativa da internação por diarreias (87,3%). Em números absolutos, ocorreram em 1996 cerca de 662 mil IHs por diarreia e, em 2003, cerca de 558 mil. A segunda causa de internação é a dengue, com pouco mais de 53 mil IHs, ou seja, menos de 10% das diarreias. Em termos de gastos, apesar de participar com 5,5% do total de internações, as despesas com DRSAl representam menos da metade desse percentual (2,4%). A explicação se deve ao fato de que esta enfermidade tem procedimentos de baixo custo (Costa, A. M. et al, 2007).

No entanto, os Índices de Mortalidade por Doença Diarréica continuam alarmantes.

## Método

### Inovação - Tecnologias Sociais

A solução está no campo da Engenharia de Saúde Pública.

O que apresentamos aqui é uma tecnologia social, porque contém, em sua concepção, os princípios fundamentais de sustentabilidade. A metodologia é inédita para o Tratamento dos Dejetos Humanos, já que não se utiliza água, e o material orgânico é tratado por desidratação da matéria orgânica *in loco* (também chamada “vaso seco, nome pelo qual será também referida).

Em um primeiro aspecto, a invenção trata de um novo aparelho sanitário que não utiliza água para arrastar os dejetos, para ser empregado em locais de grande demanda de tratamento sanitário e com dificuldade de ampliação das redes convencionais existentes. O novo aparelho sanitário permite que os dejetos humanos sejam tratados *in loco*, por meio de desidratação da matéria orgânica. Por não utilizar água dispensa qualquer conexão a instalação hidráulica, seja rede de abastecimento de água, seja rede de esgoto.

Em um segundo aspecto, a inovação se refere ao processo de tratamento dispensado aos dejetos humanos quando se utiliza o aparelho sanitário da invenção. O material recolhido será submetido a um processo de desidratação dentro do próprio aparelho, de modo a reduzir este material a uma pequena quantidade de pó estéril. Tal resíduo poderá, então, ser reutilizado na agricultura, como fertilizante, ou na produção de biocombustível.

### Descrição detalhada da invenção

Conforme pode ser observado na Figura 1, o aparelho sanitário objeto da presente invenção apresenta externamente o aspecto de um vaso sanitário comum. Esta semelhança é intencional, para facilitar a aceitação e a identificação cultural dos futuros usuários. Contudo, seu método de funcionamento é completamente diferente do processo tradicional, começando pelo fato de o vaso sanitário da presente invenção não utilizar água. Isto significa que o aparelho sanitário não necessita estar conectado à rede hidráulica ou à rede de esgoto. Ao invés de se despejar os dejetos na água, este material orgânico será desidratado *in loco* por meio de radiação por microondas.

O aparelho é formado por três partes principais, a saber: uma parte superior (A), uma parte intermediária (B) e uma parte inferior (C).

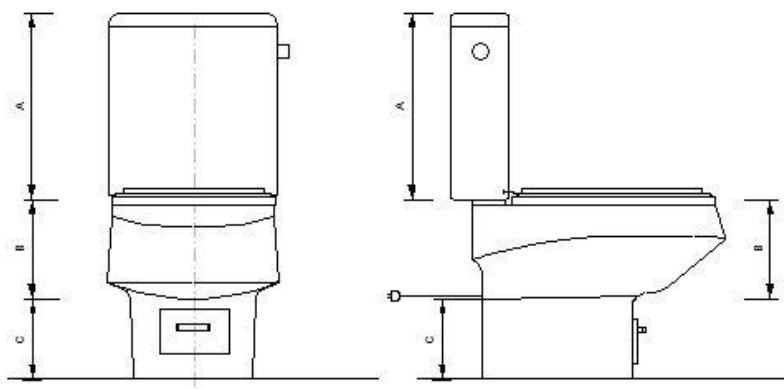


Figura 1 - Vista Frontal e Vista Lateral

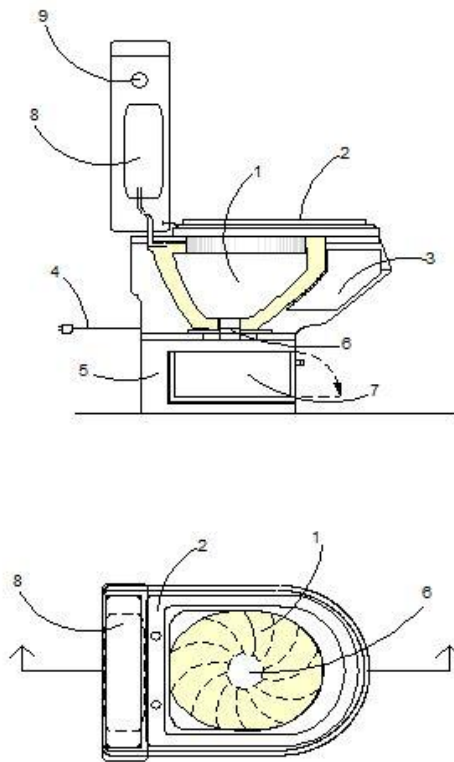
Na parte intermediária (B) estão localizadas uma câmara de desidratação (1) provida com uma tampa (2), que se comunica com uma fonte de microondas (3) e elementos para conexão com uma fonte de energia elétrica, por exemplo, um fio com tomada (4) comum conectado à fonte de energia elétrica (110V ou 220V) para alimentar o sistema. Na parte inferior (C), encontra-se um primeiro reservatório (5) no qual o material desidratado e reduzido a pó será recolhido, sendo que entre a câmara de desidratação (1) e este primeiro reservatório (5) localiza-se um diafragma (6) que permanece fechado enquanto o aparelho está sendo usado, mas que se abre, após a operação, para deixar passar os resíduos para o referido primeiro reservatório (5). Este reservatório (5) poderá conter em seu interior um dispositivo adequado para armazenamento e posterior recolhimento do material desidratado, como por exemplo uma gaveta (7) removível ou basculante (tulha). A parte superior (A) forma um recipiente provido com uma tampa, e, em seu interior localiza-se um segundo reservatório (8), em forma de bujão removível provido de válvulas de controle, para recolhimento dos gases gerados pela desidratação dos dejetos humanos (fezes, urina, vômito, entre outros), naturalmente depositados pelo usuário na câmara (1). Externamente, encontra-se localizada uma botoeira regulável (9), onde o usuário poderá acionar um painel simplificado de funções.

O principal componente da fonte de microondas (3) é uma válvula especial chamada "*megatron*", que produz a radiação de microondas em 2.450 MHz, a uma potência de 900 watts, comumente utilizada para aquecer alimentos, e que será utilizada para fazer a desidratação do material orgânico.

O material orgânico, em geral, tem em sua composição cerca de 80% de líquido, e a urina, praticamente 100%. A desidratação é feita por meio de radiação de microondas. A radiação aumenta a vibração das moléculas de água, que se aquecem de dentro para fora e evaporam, restando apenas uma pequena quantidade de pó desidratado. O sistema é acionado pela botoeira regulável (9) e o processo de desidratação deve durar de 1 a 5 minutos. Os resíduos – pó estéril e gases - recuperados nos reservatórios (5, 8) estão prontos para serem reutilizados como adubo ou biocombustível. A possibilidade de reutilização desses resíduos torna este tipo de tratamento altamente promissor, pois agrega valor ao que seria rejeitado.

De forma resumida, o processo para a utilização do aparelho compreende, basicamente, as seguintes etapas:

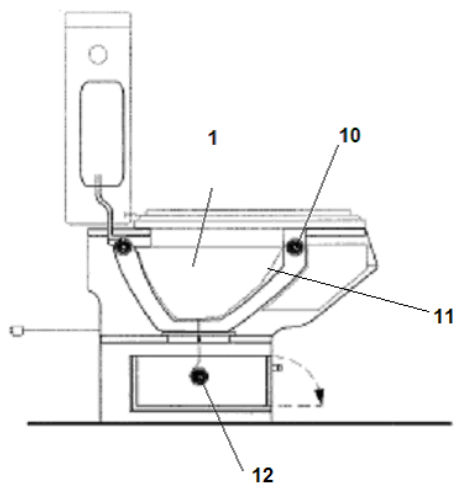
- Conectar a tomada (4) comum à fonte de energia elétrica para alimentar o sistema;
- Depositar os dejetos naturalmente na câmara de desidratação (1) do aparelho, sendo que o diafragma (6) localizado entre a câmara de desidratação e o primeiro reservatório (5) neste momento deve estar fechado;
- Fechar a tampa (2) da câmara de desidratação (1) para permitir que o aparelho possa ser acionado;
- Programar a função por meio de uma botoeira regulável (9) localizada na parte superior (A) do aparelho;
- Iniciar o processo de desidratação do material, recolhendo simultaneamente - no segundo reservatório (8), instalado na parte superior (A) do aparelho - os gases gerados durante o tratamento.
- Ao fim da desidratação, o diafragma (6) se abre para deixar passar o resíduo para o recipiente de armazenamento (7) instalado no interior do primeiro reservatório (5), localizado na parte inferior (C) do aparelho.



**Figura 2 - Corte Longitudinal e Planta Baixa**

A necessidade de coleta dos resíduos (material desidratado) e da substituição do bужão de armazenamento dos gases varia de acordo com a frequência de utilização do aparelho. Para uma família de cinco pessoas, estima-se uma troca a cada mês.

Um aprimoramento adicional, alternativo, mas não obrigatório, do vaso seco, a invenção, é apresentado na Figura 3. Consiste em revestir a câmara de desidratação do aparelho com um filme (10) de material descartável (especialmente desenvolvido para este fim), o qual se desenrola a partir das bordas para o interior da câmara (1) de desidratação como uma camisa (11), passa pelo diafragma (6) e pode ser recolhido por meio de uma bobina (12), instalada no interior do primeiro reservatório (5) do aparelho.



**Figura 3 - Corte Transversal com Revestimento**

## Resultados e Discussão

### Sustentabilidade do Processo

Os aspectos mais importantes da sustentabilidade do processo estão embasados no cumprimento das seguintes premissas:

- Atender à necessidade de uma solução para o tratamento do esgoto sanitário doméstico sem a utilização de água;
- Evitar a proliferação de patogenicias oriundas de vetores de contaminação;
- Utilizar o espaço mínimo racional, minimizando e concentrando todo o processo de tratamento dos dejetos humanos;
- Propor, como solução, a deposição final dos dejetos humanos, com reaproveitamento para adubo ou combustível;
- Defender o meio ambiente, através da preservação dos corpos hídricos.

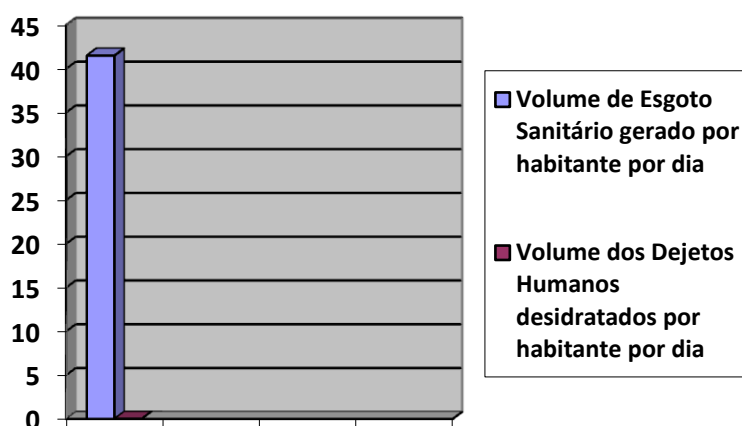
Tais premissas serão alcançadas na medida em que seja possível a fabricação, em escala industrial, do vaso seco, e sua devida implantação se torne uma realidade em prol do bem-estar da população.

Cálculo da redução do volume:

O volume do material (dejetos humanos) produzido por uma pessoa é em média 500 litros de urina e 50 litros de fezes por hab./ano. Num total de 550 litros por hab./ano. (Fonte: OMS – 1954) O material contém cerca de 80% de água em sua composição. No processo de desidratação in loco poderia ser reduzido: a urina em aproximadamente 100% e a parte sólida em cerca de 84%. Resultando em cerca de 10 litros por hab./ano ou 0,027 litros por hab./dia. Enquanto que o volume de esgoto sanitário a ser tratado no sistema convencional, gerado por esta mesma pessoa, utilizando água limpa e cara acrescentada no momento da descarga, é em média da ordem de 15.000 litros por ano. 41,5 litros por hab./dia.

A redução do volume do material pelo processo proposto é de 99.26% em relação ao material final do processo convencional:

41,5 litros para 0,027 litro por hab./dia.



## Economicidade da utilização da Inovação

Dados do Ministério da Cidade (Brasil, 2004) do governo brasileiro mostram que serão necessários investimentos da ordem de R\$ 178 bilhões de reais para universalizar os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário convencionais, até o ano de 2020.

Comparemos com o que se tem, hoje, nos sistemas convencionais. Há que se considerar a economia com tubulações internas e externas da rede de esgoto e o custo do tratamento e manutenção das estações de tratamento. Acrescente-se aqui, a reversão do quadro de proliferação de Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado (DRSAI), que, além do custo social como a alta taxa da mortalidade infantil, poderia diminuir os gastos com internações nas Instituições Hospitalares do SUS.

Neste sentido, a discussão da utilização da tecnologia do tratamento dos dejetos humanos in loco e sem utilização de água - vaso seco - como uma perspectiva viável para solucionar o déficit de tratamento para esgoto sanitário nos grandes centros urbanos, brasileiros e internacionais, é baseada na economicidade de sua implantação.

Comparemos inicialmente os custos de instalação para os dois sistemas. No Quadro 2, abaixo temos os custos por unidade instalada de um sistema convencional de tratamento de esgoto:

**Quadro 1 - Custo de instalação do Sistema Convencional:**

Descrição dos Itens	Unidade	Custo/Unidade (R\$)	Quantidade	Custo Parcial (R\$)	Custo Total (R\$)
1. VASO SANITARIO SIFONADO LOUÇA BRANCA PADRAO POPULAR, COM CONJUNTO PARA FIXAÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	peça	R\$ 130,32	1	R\$ 130,32	
2. REDE INTERNA DE INSTALAÇÃO HIDRÁULICA - 0179 FORNEC. E ASSENTAMENTO DE TUBOS P/INSTALACAO DOMICILIAR					
2.1 - FORN/ASSENTAM. TUBO PVC BRANCO ESGOTO DN 50 INCLUSIVE CONEXOES					
2.2.1 TUBO PVC ESGOTO PREDIAL DN 50MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO. CUSTO TOTAL POR M R\$ 19,54 -	metro	R\$ 19,54	5	R\$ 97,70	
2.2.2 TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 75MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	metro	R\$ 47,54	5	R\$ 237,70	
3. REDE COLETORA DE ESGOTO SANITARIO EM TUBO CERAMICO VIDRADO DN=300 mm COM PROFUNDIDADE ATE 1,00M EM ZONA NAO PAVIMENTADA VALA EM TALUDE OU PARCIALMENTE ESCORADA.	Km	R\$ 105.506,48	Média =10 m	R\$ 1.055,06	
4. ETE - ESTACAO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONSTITUIDA DE 04 MODULOS DE REATOR ANAEROBIO, CONSTRUIDA EM CONCRETO ARMADO. MODULO CONSTITUIDO DE UMA CAMARA COM REATOR, E UMA SEGUNDA COM FILTRO ANAEROBICO DE FLUXO ASCENDENTE. COMPRIMENTO 21,90M, LARGURA 19,00M - Capacidade: 480 m3/dia	unidades atendidas	R\$ 158,71	1	R\$ 158,71	
<b>Custo Total de Instalação</b>					<b>R\$ 1.679,49</b>

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES - SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil da Caixa Economica Federal e SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Ministério das Cidades.



Um custo total de R\$ 1.679,49 (hum mil e seiscentos e setenta e nove reais e quarenta e nove centavos) para cada unidade instalada pelo Sistema Convencional, enquanto o custo do processo proposto Desidratação da Matéria Orgânica in loco é igual ao investimento inicial no aparelho, no valor estimado em torno de R\$ 250,00 (Custo baseado no preço de mercado de um aparelho micro-ondas de qualidade média: Marca Consul - modelo CMS 25 - código 905127 - Potencia 880 W- 1,3 kWh).

Isto significa que a utilização de vasos secos pode representar uma economia estimada em pelo menos, 6.71 vezes o valor do investimento necessário para os projetos de esgotamento convencional.

Outro aspecto de sua economicidade é o fator tempo demandado. Como o sistema de que trata a inovação não depende de obras e desapropriações, poderia ser implantado, imediatamente, em AEIS - Área Especial de Interesse Social. Sua implementação dependeria apenas da fabricação da inovação em escala, e de orientações de educação ambiental para que os usuários se adaptassem ao novo aparelho.

Comparemos agora o custo de Operação entre os dois Sistemas, que tem sido a argumentação mais constante contra o vaso seco, já que é verdade que este consome energia, provavelmente elétrica.

Mesmo considerando-se uma margem de erro por não se ter o protótipo completamente desenvolvido, o custo anual do consumo projetado para a inovação é de R\$ 268,80 (duzentos e sessenta e oito reais e oitenta centavos),

Cálculo do consumo mensal em energia elétrica para uma família de 5 pessoas:

Tempo estimado de utilização de um forno microondas comum 20 minutos. Para a finalidade de desidratação consideramos 6 (seis) vezes este tempo. Potência do Equipamento W x Número de horas utilizadas x Número de dias de uso mês, dividido por 1000 =  $800 \times 2 \times 30 / 1000 = 48$  kWh por mês x tarifa local 0,46681\* = \* com impostos. Custo mensal de energia elétrica R\$ 22,40. Fonte : Sistema de Informações de Posses de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo - Eletrobrás Procel.

Enquanto no Sistema convencional, utilizando-se valores da tabela SNIS para FN003 - RECEITA OPERACIONAL DIRETA R\$/ANO - MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO: R\$ 949.010.418,00, PARA UMA POPULAÇÃO DE 4.280.349 HAB = R\$ 221,71/hab./ano. Considerando-se uma média de 5 usuários por unidade instalada, temos  $5 \times 221,71 = R\$ 1.108,56$  por unidade instalada/ano.

Comparando os valores acima, para os custos operacionais dos dois sistemas, verifica-se que, com a tecnologia proposta, o gasto anual de operação por unidade instalada é 75% do MENOR QUE O valor do sistema convencional.

## **Conclusão**

### **Considerações finais**

Um dos aspectos mais favoráveis da solução proposta por esta inovação no tratamento de desidratação dos dejetos é a possibilidade de implantação pontual e disseminada do processo. Por suas características simplificadas, que requerem apenas uma fonte de energia elétrica de baixa potência, o sistema pode ser utilizado tanto na área rural como na urbana, em maior ou menor escala de uso, sem que, com isso, se alterem os resultados ou se onere o seu custo.

O segundo aspecto é sem dúvida a sustentabilidade e a utilização dos resíduos. A comunidade agrícola enfrenta grandes dificuldades quanto ao uso de fertilizantes, por serem poluidores, trazerem risco de contaminação do produto e serem de difícil absorção pela natureza, além de seu custo econômico. A possibilidade de se dar utilização aos dejetos humanos soluciona, portanto, dois dos problemas inerentes à eliminação dos resíduos.

## Referências Bibliográficas

- ALENCAR FILHO, Francisco Mendes de ; ABREU, P. D. L. M. . Metodologia Alternativa para Avaliação de Desempenho de Companhias de Saneamento Básico: Aplicação da Análise Fatorial. Planejamento e Políticas Públicas (IPEA) **JCR**, Brasília, v. 28, 2006.
- ASAE. On-site Wastewater Treatment, Proceedings of the Fifth National Symposium on Small Community Sewage Systems. Chicago, Illinois: ASAE, *vol.5*, 1987.
- Onsite Wastewater Treatment, Proceedings of the Symposium on Small Community Sewage Systems.** Disponível em [www.asabe.org/pubs/PubCat02/waste.html](http://www.asabe.org/pubs/PubCat02/waste.html) - acesso em 5/10/2009.
- BEYRE, H. Jr.. **American Geographical Society.** Focus, New York, 1975.
- BAYER, E.; KUTUBUDDIN, M.. **Ol aus Mull und Schlamm.** Berlim: der Wissenschaft, 9, 1981, p. 68-77.
- BEZERRA, Maria do Carmo Lima; VEIGA, José Eli da (Orgs.) **Agricultura sustentável: subsídios à elaboração da agenda 21 brasileira.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000. 190p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Caderno de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das Cidades, 2004. v.5.
- CARVALHO, B. de Araújo. **Ecologia aplicada ao saneamento ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 1980.
- COSTA, A. Monteiro et al.. **Internação hospitalar no SUS por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil: ainda um problema de saúde pública.** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, ABES, 2007.
- DATASUS. **IDB-2007 Indicadores e Dados Básicos do Brasil.** Ministério da Saúde, Brasília: SIHSUS, 2007. Disponível em <[www.datasus.gov.br/catalogo/sihsus.htm](http://www.datasus.gov.br/catalogo/sihsus.htm)> - acesso em 5/10/2009.
- KOCH, Pierre . L'alimentation en eau des agglomérations. 2.ed. Paris: Dunod, 1969.
- KUTUBUDDIN, Mahmood. **Ol und Kohle aus Shalamm und Mull.** Tubingen: Institut fur Organische Chemie, Universitatsverlag ULM GmbH, 1990, p. 235-240.
- LIMA, A. Figueiredo. **Problemas de Engenharia Sanitária.** Recife: UFPE, 1980.
- PNAD. Pnad - 2007 Primeiras Análises - Saneamento Básico e Habitação,** v. 5. Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas - Comunicados da Presidência n. 13. Brasília: IBGE, 2007. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) - acesso em 5/10/2009.
- ROQUETTE PINTO, Carmen Lucia; OSTROWSKI, C. **Utilização de plantas aquáticas para controle da poluição e aproveitamento industrial de biomassa.** Rio de Janeiro: Informativo do INT, 1981, v. 14, pp. 16-20 e 27).
- USAID. Projeto USAID de esgoto para a cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: MEC, 1985.
- VIANA, M. ROCHA. Disposição de lodos de esgotos anaerobicamente digeridos sobre os solos agrícolas. São Paulo: EESC, 1987.
- SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** Diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília: IPEA, 2002.
- SOARES, SÉRGIO R. A., BERNARDES, R. S., CORDEIRO NETTO, O. M.. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Departamento de Saúde Ambiental. Brasília: **Cad. Saúde Pública** v.18, n.6. Disponível em [www.scielosp.org](http://www.scielosp.org) - acesso em 5/10/2009.