

**II-298 - AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DAS FEZES HUMANAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE BANHEIRO SECO SEGREGADOR****Maria Elisa Magri<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA). Doutoranda em Engenharia Ambiental PPGEA/UFSC. Bolsista CNPq.

**Joceli Gorrezen Zaguini Francisco**

Formada em ciências contábeis pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALE). Técnica Ambiental pelo Centro Educacional Professor Padre Quirino (POSITEC). Bolsista DTI-III – CNPq – UFSC.

**Raquel Cardoso de Souza**

Formada em Farmácia Bioquímica pela UFSC. Mestranda em Engenharia Ambiental PPGEA/UFSC. Bolsista CNPq.

**Luiz Sérgio Philippi**

Engenheiro Civil pela UFSC. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saneamento Ambiental pela Université de Montpellier I (França). Coordenador do GESAD. Professor Voluntário do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Universitário, Trindade - UFSC. Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental – Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado – GESAD. Florianópolis – SC. CEP: 88040-970 Brasil - Tel: + 55 (48) 3721.7696 e-mail: mariamagri@ens.ufsc.br

**RESUMO**

As tecnologias de saneamento ecológico, incluindo o reúso de águas cinzas, fezes e urina ou águas negras, vêm sendo utilizadas com sucesso em países como Vietnã, China, México, El Salvador, Guatemala, Etiópia, Zimbábue, Suécia, Índia. No entanto, esta nova abordagem de saneamento tem sido ainda muito pouco explorada no Brasil. O projeto de pesquisa no qual o trabalho apresentado aqui está inserido possui como objetivo principal a avaliação de tecnologias de saneamento ecológico baseadas na sustentabilidade das ações de saneamento básico no país, principalmente em escala descentralizada. Especificamente, o trabalho apresentado neste artigo objetivou a avaliação do processo de desidratação das fezes humanas para implementação em banheiros secos com segregação de fezes e urina. O trabalho foi conduzido em duas fases. A primeira delas foi a construção de um banheiro seco segregador que serve de base para a condução de todos os experimentos com as fezes e urina humanas que estão sendo realizados na pesquisa. A segunda fase foi realizada para a condução de um experimento de desidratação de fezes, realizado anteriormente ao início de operação do banheiro seco. O ensaio foi conduzido, então, para determinação do melhor aditivo para desidratar as fezes humanas, e em qual proporção. Foi realizado um experimento fatorial com delineamento totalmente casualizado, no qual foram testados em duplicata três aditivos em três proporções diferentes com relação ao peso úmido de material fecal (25, 50 e 75% de aditivo), com e sem a adição de papel higiênico. Assim, foram avaliados dezoito tratamentos conduzidos em duplicata, todos realizados com 800g de fezes humanas. Os aditivos testados foram: cinzas, conchas de ostras trituradas e folhas secas. Nos tratamentos com papel higiênico foram utilizados 10 gramas do mesmo em cada. O melhor aditivo no que se refere à elevação de pH foram as cinzas e no que se refere à remoção da umidade foram as conchas de ostras, ambos no percentual de 75%. Buscando-se unir o potencial destes dois aditivos, decidiu-se por avaliar no banheiro seco em operação um aditivo com 50% de conchas de ostras e 50% de cinzas, adicionado às fezes na proporção de 75% em termos de peso úmido com relação ao peso úmido das fezes. E em se tratando de tecnologia para o tratamento das fezes humanas pôde-se verificar que a desidratação é um processo relativamente simples, e que pode produzir um material de bom aspecto e potencialmente seguro para o reúso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento ecológico, banheiro seco, segregação, desidratação, fezes humanas.

## INTRODUÇÃO

O saneamento individual com as soluções de remoção dos dejetos humanos das habitações sem uso de água é hoje fortemente defendido nas propostas de saneamento ecológico. Nos sistemas de saneamento convencionais gastam-se elevadíssimos volumes de água potável e energia apenas para transportar dejetos humanos, o que cria em muitas situações sistemas insustentáveis do ponto de vista ecológico e econômico.

Várias pesquisas vêm sendo conduzidas em vários países dentro dos conceitos trazidos pelo saneamento ecológico visando à conservação da água, a reciclagem de nutrientes, o aumento da produção de alimentos e a manutenção da saúde pública. Na Suécia, a separação de urina tem sido considerada uma forma promissora de aumentar a reciclagem de nutrientes das águas residuárias. Vêm sendo realizados vários testes em escala real com a separação de urina no país, no ano de 1999 cerca de três mil vasos segregadores de fezes e urina estavam instalados (BERNDTSSON, 2006).

As tecnologias de saneamento ecológico, incluindo o reúso de águas cinzas, fezes e urina ou águas negras, vêm sendo utilizadas também com sucesso em países como Vietnã, China, México, El Salvador, Guatemala, Etiópia, Zimbábue, Suécia, Índia (YEN-PHI et al., 2010; ESREY et al., 1998; ESREY et. al., 2001; BERNDTSSON, 2006).

No entanto, esta nova abordagem de saneamento tem sido ainda muito pouco explorada no Brasil. Dentro destas perspectivas, a pesquisa na qual o trabalho aqui apresentado está inserido possui como objetivo principal a avaliação de tecnologias de saneamento ecológico baseadas na sustentabilidade das ações de saneamento básico no país, principalmente em escala descentralizada. Especificamente, o trabalho apresentado neste artigo objetivou a avaliação do processo de desidratação das fezes humanas para implementação em banheiros secos com segregação de fezes e urina.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em duas fases. A primeira delas foi a construção de um banheiro seco segregador, que serve de base para a condução de todos os experimentos com as fezes e urina que estão sendo realizados na pesquisa. A segunda fase foi realizada para a condução de um experimento de desidratação de fezes humanas, realizado anteriormente ao início de operação do banheiro seco.

### Localização e implementação do banheiro seco segregador

Foi implantado um banheiro seco com segregação de fezes e urina no Centro de Treinamento (CETRE) da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), em Florianópolis. O CETRE foi selecionado por realizar treinamentos diversos com agricultores de todo o estado, possuindo então, um elevado movimento de pessoas que poderão entrar em contato com a tecnologia e fazer a utilização voluntária do banheiro.

A segregação das fezes e urina no banheiro seco implantado é realizada por meio de um vaso sanitário segregador e mictórios masculino e feminino.

Nenhuma unidade do banheiro seco funciona com a utilização de descargas sanitárias convencionais, e as fezes são tratadas com a finalidade de desidratação e higienização. No vaso sanitário segregador, após a defecação, coloca-se uma porção de aditivo de desidratação no compartimento das fezes, e após urinar, apenas borrifam-se água no compartimento da urina. Nos mictórios também somente borrifam-se água após o uso. O banheiro possui uma coluna de ventilação natural no compartimento de recepção das fezes (bombona de 100L), e colunas de ventilação nos compartimentos de recepção de urina. Cada urina também possui seu próprio compartimento (bombonas de 60L), ou seja, um para urina masculina, um para feminina, e um para urina coletada no vaso sanitário segregador. Todo material coletado está utilizado nas pesquisas.

As Figuras 01, 02 e 03 apresentam as unidades implantadas.



**Figura 01: Banheiro seco segregador implantado.**



**Figura 02: Vaso sanitário segregador.**



**Figura 03: Mictórios masculino e feminino.**

### **Experimento de desidratação das fezes humanas**

O banheiro seco implantado possui a desidratação como tecnologia para o tratamento das fezes humanas. No entanto, antes do início da operação do banheiro foi conduzido um experimento para a determinação do aditivo a ser utilizado, e em qual quantidade.

O experimento foi dividido em duas etapas. A primeira referiu-se à coleta de material para a quantificação de fezes excretadas pelas pessoas, por defecação. Para tanto foram feitas campanhas para coleta de amostras de fezes de voluntários.

Na campanha de coleta para quantificação das fezes foram distribuídos frascos de 1L de volume com abertura grande, aonde os voluntários depositaram todo o material fecal de uma defecação. Nestes frascos as pessoas identificaram seu sexo, idade, peso corpóreo e data.

As amostras foram coletadas pelo período total de 20 dias. Diariamente, todas as amostras entregues pelos voluntários eram pesadas e congeladas à temperatura de -5°C. Ao todo foram coletadas 73 amostras, 42 de mulheres e 31 de homens. Todas as pessoas participantes eram adultas.

Paralelamente a este período, foram também coletadas as amostras de fezes restantes das análises parasitológicas realizadas por um laboratório médico de análises clínicas da cidade de Florianópolis. Estas amostras eram também coletadas diariamente e congeladas em seguida. Esta coleta de material fecal no laboratório foi realizada para que a quantidade final de fezes fosse significativa e suficiente para a realização do experimento.

Após o período da campanha de coleta, todas as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente. Todo o material fecal foi homogeneizado manualmente e no mesmo dia foi montado o experimento.

O experimento foi conduzido, então, para determinação do melhor aditivo para desidratar as fezes humanas, e em qual proporção. Foi realizado um experimento fatorial com delineamento totalmente casualizado, no qual foram testados em duplicata três aditivos em três proporções diferentes com relação ao peso úmido de material fecal (25, 50 e 75% de aditivo), com e sem a adição de papel higiênico. Assim, foram dezoito tratamentos conduzidos em duplicata, todos realizados com 800g de fezes humanas. Os aditivos testados foram: cinzas, conchas de ostras trituradas e folhas secas. Nos tratamentos com papel higiênico foram utilizados 10 gramas do mesmo em cada.

No total foram avaliados 18 tratamentos, sendo que a sua realização em duplicata culminou em um ensaio conduzido com 36 caixas de isopor de 3,6L cada, aonde foram depositadas as misturas. Este aparato foi montado em um local fechado, mas ressalta-se que as condições climáticas do mesmo não foram controladas. No entanto, o ensaio foi montado com delineamento totalmente casualizado e em todas as amostragens

realizadas as caixas eram trocadas de lugar aleatoriamente, o que, estatisticamente, diminui o erro entre os tratamentos causado por diferentes interferências das condições ambientais do local.

No processo de desidratação os aditivos são adicionados às fezes com o objetivo de remover a umidade e promover a elevação do pH buscando assim sua higienização, tendo em vista que estas condições são desfavoráveis à sobrevivência de organismos patogênicos.

Para a avaliação do experimento foram realizadas análises físico-químicas de todos os tratamentos durante o período total de 420 dias, de novembro de 2009 a janeiro de 2011. Os parâmetros avaliados foram: potencial hidrogeniônico, percentual de umidade e percentual de sólidos. A inativação de organismos patogênicos e indicadores não é apresentada neste trabalho, no entanto, estão sendo conduzidos experimentos avaliando a inativação de *Áscaris summ*, *Salmonella*, *Enterococcus*, e Bacteriófagos MS2, Phix e 28B.

Nos primeiros dez dias de ensaio o pH foi medido a cada dois dias, na sequência a medição foi realizada mais duas vezes com intervalo de quinze dias, sendo então finalizado o monitoramento com uma frequência menor de amostragem, uma a cada 90 dias aproximadamente, até completarem-se 420 dias de ensaio.

Os sólidos e a umidade das amostras nos tratamentos foram analisados no primeiro dia, após quinze dias, sendo realizada a amostragem na sequência juntamente com as medições de pH (a cada 90 dias).

As metodologias utilizadas nas análises seguiram as recomendações do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, APHA 1998.

A Tabela 01 apresenta um resumo dos 18 tratamentos avaliados, e suas principais características.

**Tabela 01: Principais características dos 18 tratamentos avaliados para seleção do melhor aditivo de desidratação das fezes humanas.**

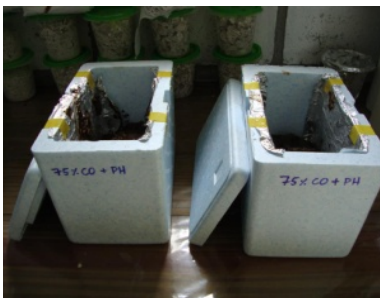
Tratamentos	Principais características
Tratamento 1	25% CO
Tratamento 2	50% CO
Tratamento 3	75% CO
Tratamento 4	25% CO + PH
Tratamento 5	50% CO + PH
Tratamento 6	75% CO + PH
Tratamento 7	25% CZ
Tratamento 8	50% CZ
Tratamento 9	75% CZ
Tratamento 10	25% CZ + PH
Tratamento 11	50% CZ + PH
Tratamento 12	75% CZ + PH
Tratamento 13	25% FS
Tratamento 14	50% FS
Tratamento 15	75% FS
Tratamento 16	25% FS + PH
Tratamento 17	50% FS + PH
Tratamento 18	75% FS + PH

Legenda: CO – conchas de ostras; CZ – cinzas; FS – folhas secas; PH – papel higiênico.

As Figuras 04, 05 e 06 apresentam a montagem do ensaio.



**Figura 04: Experimento com os 18 tratamentos em duplicada.**



**Figura 05: Montagem do experimento - mistura das fezes com as proporções de aditivos.**



**Figura 06: Exemplo de mistura pronta - tratamento 6 - 75% conchas de ostras + papel higiênico.**

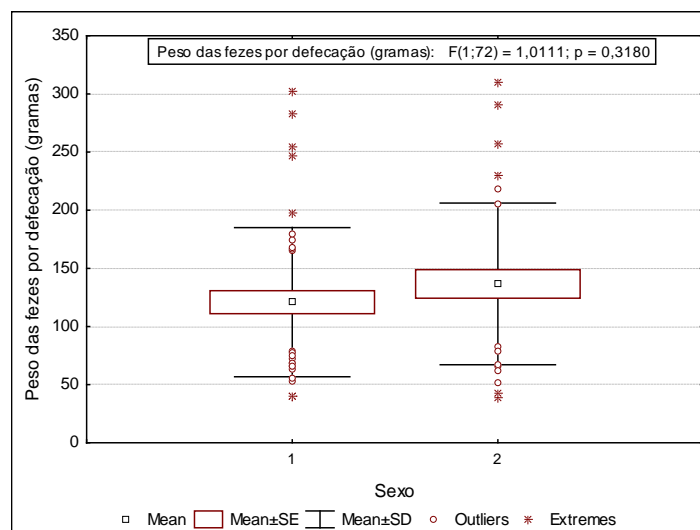
Foi aplicada estatística descritiva para avaliação dos dados coletados, além de análise de variância entre os tratamentos – ANOVA (*one way*) com nível de significância de 5% ( $\alpha = 0.05$ ). Foi realizada também análise de regressão linear para determinação das equações de correlação entre a quantidade de aditivo adicionada e o aumento no pH. O software utilizado foi o Statistica® 7.0.

O melhor tratamento em termos de elevação e manutenção do pH elevado e redução da umidade foi selecionado para continuidade das pesquisas, sendo utilizado no banheiro seco em estudo e em avaliações mais aprofundadas de desidratação e higienização.

## RESULTADOS

Com relação aos resultados de quantificação das fezes humanas, a média produzida por defecação foi de  $128 \pm 67$  gramas. Foram 73 voluntários, sendo 42 mulheres e 31 homens. Não foram encontradas correlações positivas entre idade, peso corpóreo e quantidade de fezes produzidas, no entanto, a análise estatística de variância apontou como diferentes a quantidade de fezes produzidas por defecação entre homens e mulheres adultos ( $p = 0,3180$ ). As mulheres defecaram em média 121 gramas e os homens 136 gramas.

A Figura 07 apresenta um gráfico *Box plot* do peso de fezes produzidas por defecação pelos homens e mulheres.

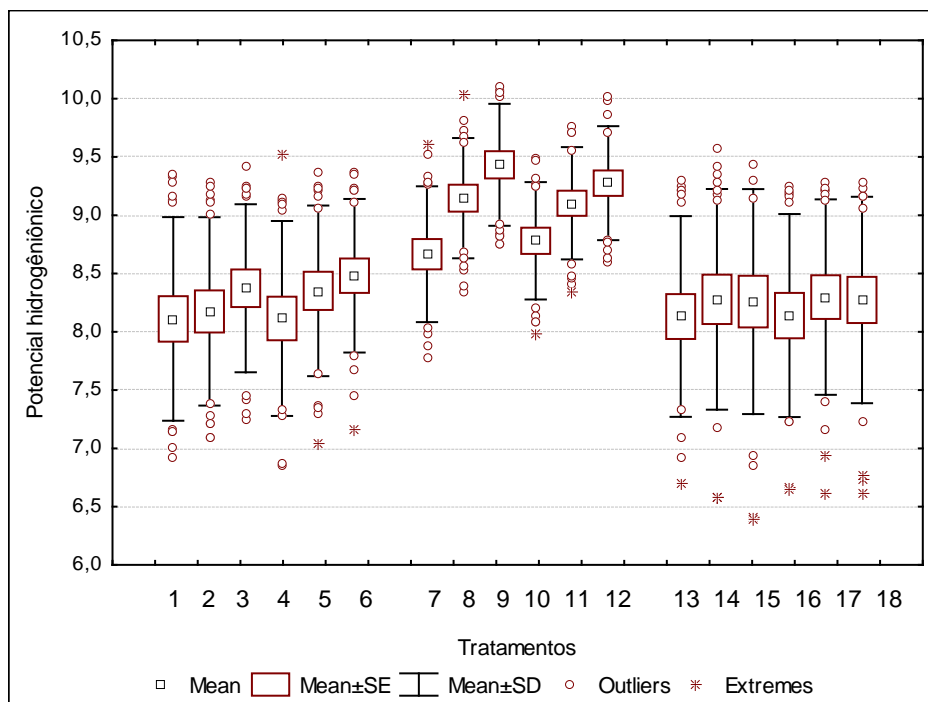


**Figura 07: Gráfico *Box plot* com a distribuição do peso das fezes produzidas por defecação por mulheres (1) e homens (2).**

O dado médio de peso das fezes por defecação foi utilizado para o cálculo da quantidade de aditivo que deve ser adicionada no banheiro seco em funcionamento, após a avaliação destes últimos. Em termos práticos foi disponibilizado um frasco que comporta exatamente a quantidade de aditivo a ser adicionada.



A Figura 08 apresenta um gráfico *Box plot* com o perfil de variação do potencial hidrogeniônico nos dezoito tratamentos avaliados, por meio da média, erro padrão e desvio padrão, dados discrepantes e extremos.



**Figura 08: Gráfico *Box plot* com o perfil de variação do potencial hidrogeniônico em nos dezoito tratamentos avaliados.**

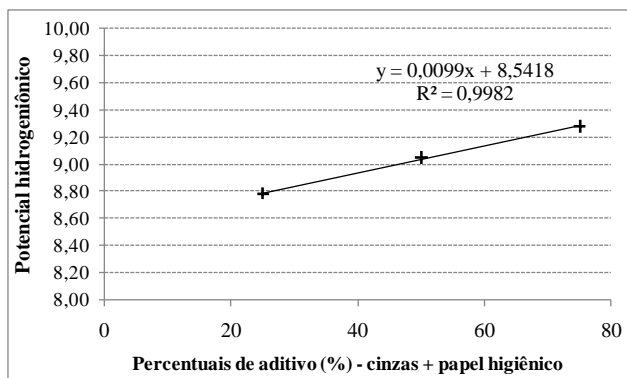
Os melhores tratamentos em termos de elevação e estabilidade do potencial hidrogeniônico foram 7,8,9,10,11 e 12, todos utilizando as cinzas como aditivo. Dentre os tratamentos com a adição de cinzas, os que utilizaram o percentual de 75% foram os mais eficientes chegando a atingir valores de pH acima de 10. Observa-se que o valor inicial do pH das fezes utilizadas na montagem do experimento (sem aditivo) era de 6,8.

As conchas de ostras obtiveram o mesmo perfil de ascendência em função do aumento no percentual de aditivo observado nos tratamentos com cinza, no entanto, atingiram valores de pH mais baixos com o máximo em 9,5.

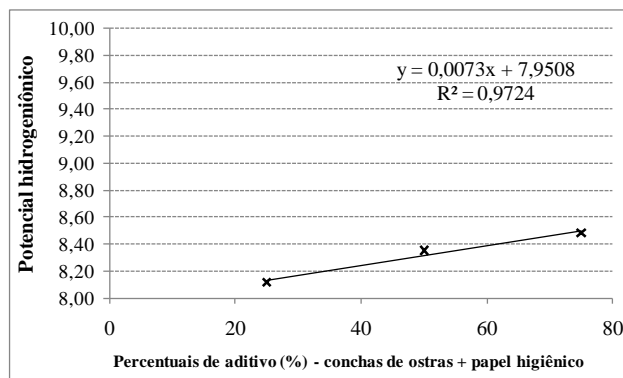
As folhas secas obtiveram a maior variação de pH ao longo do período avaliado, apresentando valores entre 6,5 e 9,5. A relação de elevação de pH com o aumento da quantidade do aditivo não foi linear como nos tratamentos com as cinzas e conchas de ostras.

As Figuras 09 e 10 apresentam as equações de regressão linear com os modelos de elevação de pH em função do percentual de aditivo utilizado (cinzas ou conchas de ostras), realizado a partir dos dados coletados no período total do experimento nos tratamentos com a adição de papel higiênico. Como foi observado anteriormente, a relação da elevação do pH com o aumento da quantidade de aditivo foi linear, com coeficientes de correlação confiáveis.

A partir destes dois modelos pode-se estimar a elevação do pH média a partir do percentual de aditivo utilizado, considerando este valor com relação ao peso úmido das fezes.



**Figura 09: Correlação entre o percentual de aditivo – cinzas + papel higiênico, e a elevação do pH.**



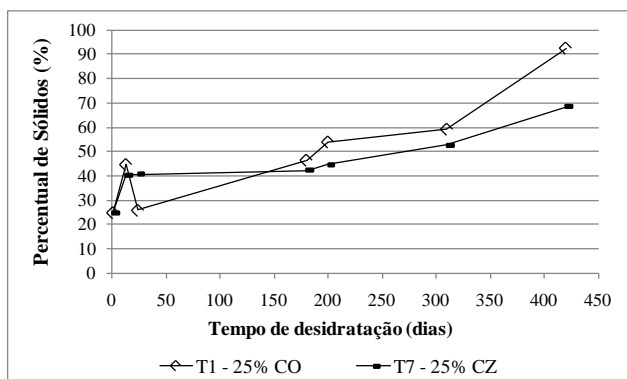
**Figura 10: Correlação entre o percentual de aditivo – conchas de ostras + papel higiênico, e a elevação do pH.**

Foi realizada análise de variância entre os mesmos tratamentos (em termos de tipo de aditivo e quantidade), mas com e sem a adição de papel higiênico, e não houve diferença estatística entre os mesmos, ou seja, a adição de papel higiênico não representou diferença entre os tratamentos com os três aditivos testados.

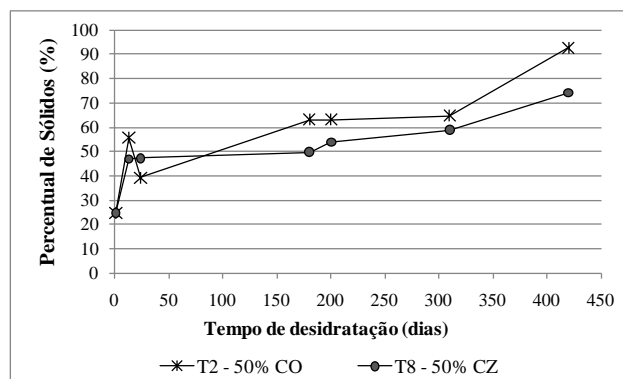
As Figuras 11, 12 e 13 apresentam gráficos com percentual de sólidos nas amostras dos tratamentos com conchas de ostras e cinzas ao longo do período de desidratação. Para apresentação e discussão dos resultados nas Figuras 11, 12 e 13 foram utilizados os dados dos tratamentos sem a adição de papel higiênico.

As folhas secas não apresentaram resultados que as indiquem como um bom aditivo de desidratação. Este aditivo foi testado por ser muito utilizado em banheiros secos em operação atualmente, apesar de seu desempenho inferior já ser esperado, por não se tratar de um material com característica absorviva e/ou alcalina. Pelo seu desempenho inferior, seus resultados em termos de remoção de umidade não são apresentados aqui. Recomenda-se a utilização deste aditivo em banheiros secos somente se o sistema de tratamento das fezes utilizado for a co-compostagem com resíduos orgânicos, e não a desidratação.

Niwagaba et al. 2009, encontraram resultados semelhantes na comparação do uso de cinza e serragem no tratamento das fezes. Os autores também recomendam o uso da cinza se o objetivo é desidratação.



**Figura 11: Percentual de sólidos nas fezes ao longo do período de desidratação – tratamentos 1 e 7.**



**Figura 12: Percentual de sólidos nas fezes ao longo do período de desidratação – tratamentos 2 e 8.**

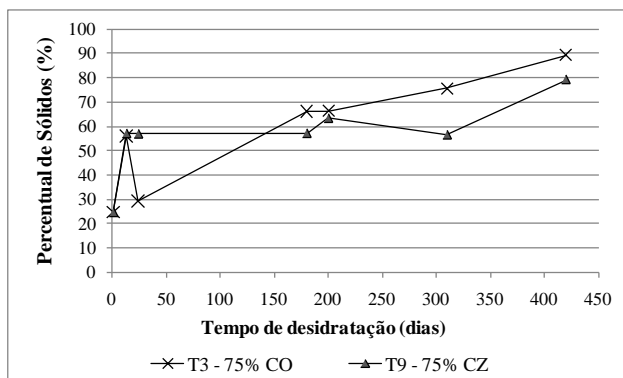


Figura 13: Percentual de sólidos nas fezes ao longo do período de desidratação – tratamentos 3 e 9.

Por meio da avaliação das Figuras 11, 12 e 13 pode-se observar que nos três percentuais de aditivos as conchas de ostras foram mais eficientes na remoção de umidade, ou elevação do percentual de sólidos, das fezes. As fezes iniciais utilizadas no experimento possuíam um percentual de sólidos de 24%, e ao final do período do estudo os tratamentos com conchas de ostras possuíam em torno de 90% de sólidos, sendo que quanto maior o percentual de aditivo mais rápida foi a desidratação. Os tratamentos com cinzas atingiram em média 75% de sólidos, e a relação direta do maior percentual com o menor tempo desidratação também foi observada.

Observa-se que este experimento de desidratação foi conduzido com todos os tratamentos fechados, não selados, e abertos periodicamente em operações em batelada para permitir a circulação de ar e a evaporação de umidade. Se a desidratação fosse avaliada com os tratamentos totalmente abertos e expostos ao sol, por exemplo, o processo seria otimizado em termos de tempo. O experimento não foi conduzido desta forma, pois se objetivou a avaliação do processo em uma situação crítica, e também se buscou resultados em um sistema parcialmente fechado para a coleta de dados nos quais estão sendo baseados estudos de desidratação em conjunto com a sanitização com amônia. Em função deste último processo o sistema combinado que está sendo estudado deve ser conduzido sem a circulação de ar para não promover a perda de amônia por volatilização. A sanitização das fezes somente com amônia, sem a combinação com a desidratação, vem sendo muito estudada em outros países, principalmente na Suécia (VINNERAS et al., 2009; NORDIN, 2009).

A Figura 14 apresenta o material produzido a partir do experimento de desidratação com a utilização do aditivo cinzas na proporção de 75% com relação ao peso úmido das fezes, com a adição de papel higiênico – tratamento 12.



Figura 14: Material produzido no experimento de desidratação das fezes humanas – tratamento 12.

Schönning e Stenström no *Guia de reúso seguro de fezes e urina em sistemas de saneamento ecológico*, 2004, reportam que os três parâmetros mais importantes na inativação de patógenos nos sistemas de desidratação são pH, umidade e temperatura. Normalmente valores de pH acima de 9 combinados com baixa umidade (menos de 20%) são fatores que combinados podem atuar na eliminação de ovos de helmintos, bactérias e bacteriófagos. Dependendo da variação destes parâmetros juntamente com a temperatura, os tempos de inativação são também variáveis, reportados na literatura entre 180 e 700 dias.

Nesta pesquisa o melhor aditivo no que se refere à elevação de pH foram as cinzas e no que se refere à remoção da umidade, foram as conchas de ostras, ambos no percentual de 75%. Buscando-se unir o potencial destes dois



aditivos, decidiu-se por avaliar no banheiro seco em operação um aditivo com 50% de conchas de ostras e 50% de cinzas, adicionado às fezes na proporção de 75% em termos de peso úmido com relação ao peso úmido das fezes.

## CONCLUSÕES

Os banheiros secos com segregação apresentam grande potencial de aplicação direta em várias situações, como áreas rurais, por exemplo. Em demais situações como áreas com maior densidade populacional e edificações verticais existe o problema da logística envolvida, no entanto, até mesmo nestas situações os estudos são muito promissores. E em se tratando de tecnologia para o tratamento das fezes humanas, pôde-se verificar que a desidratação é um processo relativamente simples, e que pode produzir um material de bom aspecto e potencialmente seguro para o reuso.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelas bolsas de pesquisa e financiamento do projeto (Fundos Setoriais CT-AGRO e CT-HIDRO), à Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, pela concessão do local para implantação do banheiro seco e dos experimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater (1998). 19. ed. Washington: APHA.
2. BERNDTSSON, JUSTYNA CZEMIEL. Experiences from the implementation of a urine separation system: Goals, planning, reality. *Building and Environment*, v.4, 2006. p. 427–437.
3. ESREY, S. A.; ANDERSSON, I.; hillers, a.; sawyer, r. Closing the loop: ecological sanitation for food security. Sida - Swedish International Development Cooperation Agency, México, 2001.
4. ESREY, S. A.; GOUGH, J.; RAPAPORT, D.; SAWYER, R.; HÉBERT, M.S.; VARGAS, J. Ecological sanitation. Sida - Swedish International Development Cooperation Agency, Stockholm, 1998.
5. NIWAGABA, C.; KULABAKO, R.N.; MUGALA, P.; JÖNSSON, H. Comparing microbial die-off in separately collected faeces with ash and sawdust additives. *Waste Management* v. 29, 2009. p. 2214-2219.
6. NORDIN, A.; NYBERG, K.; VINNERÅS, B. Inactivation of *Ascaris* eggs in source-separated urine and faeces by ammonia at ambient temperatures. *Applied and Environmental Microbiology* v.75:3, 2009. p. 662-667.
7. SCHÖNNING, C.; STENSTRÖM, T.A. Guidelines on the Safe Use of Urine and Faeces in Ecological Sanitation Systems. EcoSanRes Programme and Stockholm Environment Institute, Estocolmo, Suécia. 2004. 40p.
8. VINNERÅS, B.; HEDENKVIST, M.; NORDIN, A.; WILHELMSON, A. Peepoo bag: self-sanitising single use biodegradable toilet. *Water Science & Technology*, v.59, 2009. p. 1743-1749.
9. YEN-PHI, V.T.; RECHENBURG, A.; VINNERAS, B.; CLEMENS, J.; KISTEMANN, T. Pathogens in septage in Vietnam. *Science of the Total Environment*, v. 408, 2010. p. 2050-2053.