

SANITÁRIO SOLAR: A TRANSDISCIPLINARIDADE COMO FERRAMENTA DE PROJETO, DESIGN E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Luiz Antonio Vasques Hellmeister¹, Maria do Carmo Jampaulo Plácido Palhaci², Victor Hellmeister³, Talitha Plácido Palhaci⁴

Abstract — *The appropriate use of computer aided technologies, allied to the concepts and design guidelines, grounded in biology, stimulated the development of a solar toilet, able to convert human waste into compost, rich in nutrients for use in gardens, farms and small farms. This transdisciplinary approach is presented as a necessary tool to be used in academia, integrating and developing activities previously disconnected. The solar toilet also called green bathroom, combines the most modern concepts and technologies of computer-aided design, design, selection of materials and microbiological control, reaching biologically correct and safe composting of waste, ensuring the viability of the project terms of cost, deployment, use and environmental safety, such as supporting sustainable development. It is also planned to install a pilot project in a small community with the aim of assessing its implementation and use as a complementary activity and university extension.*

Index Terms — *solar toilet, CAD, design, waste, sustainability.*

INTRODUÇÃO

O mundo está mudando, a pressão sobre os recursos naturais aumenta e seu esgotamento está cada vez mais próximo, surgem diversos movimentos em busca de uma nova filosofia de vida, conscientização ecológica e sustentabilidade, como as chamadas gerações verdes.

Hoje em dia até banheiros se tornam mais sofisticados e inteligentes. As bacias com fluxo duplo para economizar água não são novos. Apesar de bacias com lavatórios integrados ainda não estarem disponíveis em qualquer lugar, no ano de 2008 existia apenas um modelo que estava disponível na Austrália, e disponível na América do Norte em 2009.

A bacia integrada com lavatório não é feito apenas para o conforto, mas para maior economia de água também. Após a lavagem, a água fria é dirigida através da torneira para lavar as mãos e drena para o reservatório a ser utilizado para a próxima descarga. Na FIGURA 1 pode ser observado o banheiro denominado de “Profile” ou Perfil, que é como a

casa de banho foi chamado por Caroma [1], possui tecnologia para economia de água, sendo premiado com o sistema Smartflush, ou seja fluxo inteligente, sendo ainda indicado como um dos banheiros mais modernos do mundo.



FIGURA 1

BACIA SANITÁRIA ACOPLADA COM LAVATÓRIO [1]

A aplicação da Tecnologia torna-se cada vez mais sofisticada, dia após dia e modifica até mesmo o banheiro. No Japão com a *WC Hi-Tech* ou alta tecnologia de banheiros, torna-se cada vez mais popular, e apresenta características ímpares que permitem lavar e secar as partes baixas, abrir e fechar tampas sem tocá-los, verificar sua pressão arterial, regular a temperatura e iluminação do assento, tocar sua música em formato MP3. Com todas essas características estes banheiros ficam um pouco mais caros, mas são as contribuições do século 21 e, provavelmente, muito em breve estarão a disposição para serem desfrutados com todas essas novas tecnologias. Podem ser observadas nas FIGURAS 2 e 3 alguns destes sanitários com alta tecnologia.



Assento iluminado [2],



Fechamento automático [3]

FIGURA 2

ASSENTO ILUMINADO E FECHAMENTO AUTOMÁTICO.

¹ Professor Assistente Doutor, Departamento de Artes e Representação Gráfica, DARG, UNESP, Bauru, SP; hellmeister@faac.unesp.br

² Professora Assistente Doutora, Departamento de Artes e Representação Gráfica, DARG, UNESP, Bauru, SP; palhaci@faac.unesp.br

³ Designer, M.Sc; hellmodesign@hotmail.com

⁴ Bióloga, M.Sc, Tah_palhaci@yahoo.com.br



FIGURA 3

BACIA COM BIDÊ ACOPLADO E CONTROLADO ELETRONICAMENTE. [4]

Com design limpo e contemporâneo, o banheiro “*Fountainhead*”[5], que pode ser observado na FIGURA 4, combina funcionalidade e conforto superiores, reforçada com a inclusão de um de assento aquecido com iluminação integrada. Com apenas um leve toque, o usuário pode acionar o assento automático sua abertura ou fechamento do assento. Além disso, a descarga será automaticamente liberada quando a tampa do sanitário é fechada.



FIGURA 4

BACIA AUTOMÁTICA COM DESIGN LIMPO E MODERNO.

No Japão já existe um sistema de bacia sanitária “*waterless*”, ou seja, que não utiliza água, que incinera os dejetos, mas no entanto não é adequado para uso como adubo ou composto, devendo ser eliminados de casa como lixo, ou como faria com qualquer outro resíduo de cinzas (FIGURA5).

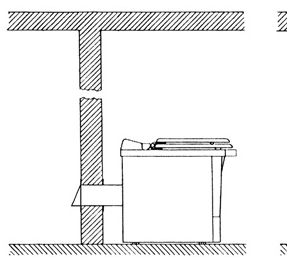


FIGURA 5

BACIA INCINERADORA [6]

A bacia incineradora “*INCINOLET*”, que pode ter seu esquema de funcionamento observado na FIGURA 6, usa aquecimento elétrico para reduzir os resíduos humanos (urina, sólidos, papel) a uma pequena quantidade de cinza limpa, que periodicamente é despejado no lixo. A bacia continua limpa porque os resíduos nunca tocam a superfície

da bacia. Um refil ou forro de papel, é posicionado no vaso antes de usar, o qual recebe os dejetos, sendo descarregado pelo pedal para a câmara na parte inferior, onde então ambos forro e resíduos são incinerados. Você pode usar INCINOLET a qualquer momento, mesmo enquanto ele estiver no ciclo de incineração.

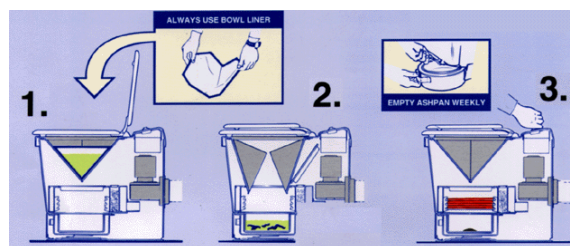


FIGURA 6

COMO FUNCIONA A BACIA INCINERADORA, 1: POSICIONE O REFIL DE PAPEL E UTILIZE O SANITÁRIO, 2: DÊ A DESCARGA ATRAVÉS DO PEDAL E 3: APERTE O BOTÃO “START”.

Os modelos *FlushSmart VF* [7], ou seja Fluxo Inteligente realmente oferecem conforto e estilo (2 modelos disponíveis), juntamente com inúmeros benefícios ambientais. Sistemas de descarga com apenas 0,2 litros de água e convertendo os resíduos para compostagem (FIGURA 7).



FIGURA 7

ESQUEMA DO SANITÁRIO FLUSHSMART ELÉTRICO PARA COMPOSTAGEM. [7]

FUNDAMENTOS

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, EPA - United States Environmental Protection Agency [8], originalmente comercializado na Suécia, o sistema de sanitários com compostagem tem tecnologia estabelecida a mais de 30 anos. Como eles exigem pouca ou nenhuma água, a compostagem pode fornecer uma solução para saneamento e problemas ambientais em áreas rurais e áreas suburbanas tanto em países desenvolvidos como em países subdesenvolvidos.

Um sistema sanitário de compostagem é um sistema sem transporte de água que é bem adequada para (mas não está limitado a) áreas remotas onde a água é escassa, ou em áreas com baixa percolação, lençol freático alto, o solo raso, reduzindo significativamente a utilização e a poluição da

água uso e permitindo a reciclagem valiosa de nutrientes, na forma de adubo e fertilizantes.

Um sistema sanitário de compostagem (ou compostagem biológica) pode conter excrementos, papel higiênico e, por vezes, restos de comida. Ao contrário de um sistema séptico, um sistema de WC de compostagem depende de condições não saturadas, onde bactérias aeróbicas quebram e decompõem os resíduos, sendo de tamanho adequado e mantido corretamente, um sistema de compostagem de resíduos reduz o seu volume original em torno de 10 a 30% do volume original. O material resultante da decomposição pode ser adicionado ao solo, podendo ser chamado de "humus", podendo ainda ser enterrado ou removido de acordo com as regulamentações estaduais e locais.

Vantagens e desvantagens da utilização do sistema sanitário de compostagem são enumeradas a seguir.

Vantagens:

- Não requerem água para a lavagem e, portanto, reduz o consumo doméstico de água.
- Reduzem a quantidade e a força das águas residuais a serem eliminados no local.
- São especialmente adequados para as novas construções em locais remotos onde sistemas convencionais não são viáveis ou inacessíveis.
- Tem baixo consumo de energia.
- Eliminam a necessidade de transporte de resíduos para tratamento.
- A compostagem de resíduos humanos com sua utilização em torno das raízes das árvores e plantas não comestíveis mantém o ciclo produtivo dos resíduos orgânicos no meio ambiente, podendo ser utilizados como adubo e fertilizantes caso haja controle biológico dos resíduos.
- Pode aceitar resíduos de cozinha, reduzindo assim a produção do lixo.
- Permite que o proprietário do imóvel instale um sistema sustentável com menor impacto ambiental, minimizando os custos e interferência nas paisagens.
- Evita que os agentes patógenos entrem em contato, com o solo, águas superficiais e subterrâneas, retendo nutrientes.

Desvantagens:

- Exige mais responsabilidade e compromisso por parte dos usuários e proprietários de sistemas convencionais de esgoto.
- Remover o produto final é uma operação delicada e desagradável, principalmente se o sistema não está instalado corretamente ou mantido.
- Devem ser utilizados em conjunto com sistema de *graywater* ou águas servidas de pias, lavatórios, máquinas de lavar e lavagem em geral.
- Podem ter capacidade limitada para aceitar as cargas de pico.
- Manutenção inadequada dificulta a limpeza e pode levar a riscos para a saúde e problemas de odor.
- Tratamento inadequado do produto final pode ter possíveis consequências para a saúde como uma alteração do solo.

- Pode haver questões estéticas, porque o excrementos em alguns sistemas podem ficar à vista.
- Muito resíduo líquido (chorume) na câmara de compostagem pode perturbar o processo, se não é drenado e devidamente gerido.
- Requer uma fonte de energia.
- Se incorretamente instalados ou mantidos o sistema pode produzir odores e não transformar totalmente o resíduo em composto.

O uso de banheiros secos [9] conduzem ao saneamento seguro e sustentável, esses sistemas [10] promovem a reciclagem de excrementos humanos, que pode ser devolvido ao solo como adubo após a redução de patógenos, sendo que esta pode ocorrer por desidratação ou biodegradação.

Sistemas de saneamento [11] seco não exigem nem água nem sistema de esgotos para a sua utilização, e substituem a bacia tradicional com duas vantagens: não polui o meio ambiente e os resíduos biosólidos são higienizados, e ainda têm o potencial de melhorar a saúde pública através da redução de doenças causadas por transmissão fecal-oral de patógenos.

Pode ser observado na FIGURA 8 o diagrama de um SIRDO - Sistema Integral de Reciclagem de Dejetos Orgânicos [12], na forma de abóbada única, mostrando a pilha de formação, que é puxada para baixo depois de três meses para produzir a pilha de compostagem. A pilha de compostagem está localizado em uma área secundária de processamento de compostagem, onde continua sem a adição de novos resíduos e sob a incidência direta do sol, através de um painel solar.

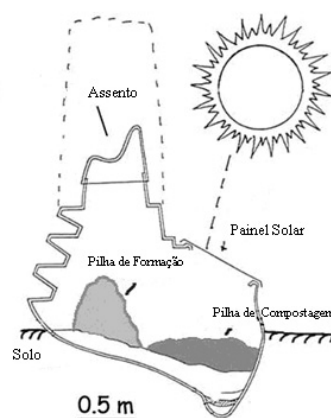


FIGURA 8

SIRDO – SISTEMA INTEGRAL DE RECICLAGEM DE DEJETOS ORGÂNICOS [12]

A unidade de compostagem deve ser construída para separar a fração sólida da fração líquida e produzir húmus, um material estável, com menos de

200 NMP / g (Número Mais Provável por grama) de coliformes fecais.

Uma vez que o lixiviado foi drenado ou a umidade foi evaporada para fora da unidade, sendo assim os sólidos insaturados decompostos por organismos aeróbicos, utilizando oxigênio molecular, sendo que agentes de volume podem ser adicionados para oferecer espaços para aeração e colonização microbiana.

A câmara dos banheiros de compostagem deve ser aquecida eletricamente ou por painel solar para fornecer e manter requisitos de temperatura ótima para o processo.

Existem vários fatores que afetam a taxa de compostagem. A seguir são apresentadas e discutidas os fatores predominantes:

Microorganismos: A microbiologia é dominada pela presença de uma população mista de bactérias e fungos. A presença desses microorganismos é diretamente relacionada com as condições ambientais em que o composto material se encontra.

Umidade: A umidade permite que os microorganismos hidrolizem o complexo orgânico composto em compostos mais simples, antes de serem metabolizados. A umidade deve ser mantida dentro da faixa de 40 a 70%, sendo considerado ótimo com cerca de 60%.

pH: Em sistemas para compostagem, o pH não é propriamente uma preocupação para o proprietário ou operador, embora o pH inicialmente deva cair enquanto os ácidos orgânicos são formados. Outros processos bioquímicos amortecem o produto final, trazendo-o para um nível neutro. Em geral, o pH ideal é entre 6,5 e 7,5.

A relação Carbono nitrogênio (C / N): Para a completa utilização do nitrogênio na urina, uma quantidade adequada de carbono (cerca de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio) é necessário. Entretanto, como a maioria da urina é drenada para o fundo do compostor e é removida, este é um problema menor do que o normalmente relatado na literatura.

Aeração: Manter um fluxo aeróbico no ambiente da câmara de compostagem é o fator mais importante para o crescimento dos microorganismos, reduzindo o conteúdo da umidade alta, e minimizando a perda de nitrogênio por volatilização de amônia. O arejamento pode ser melhorado através de mistura mecânica ou por adição de aparas de madeira ou serragem para a compostagem material.

Gestão: Tal como acontece com todos os sistemas de tratamento de águas residuais, a gestão é fundamental para a eficiência do sistema.

Os dois principais parâmetros no processo de compostagem que dão conta da destruição de patógenos são:

Antibiose: Agentes microbianos e outros organismos aeróbios de ordem superior se desenvolvem na pilha de compostagem durante o processo de decomposição, resultando na síntese de substâncias que são tóxicas para a maioria dos patógenos.

Tempo: Quando exposto a um ambiente desfavorável por um período prolongado de tempo, a maioria dos microorganismos patogênicos não sobrevivem. No entanto, cautela é essencial quando se utiliza o composto do produto final e líquidos residual em caso algum os patógenos sobrevivem.

A Tabela 1 apresenta os valores característicos da sobrevivência do patógeno, nas temperaturas entre 20 e 30°C em vários ambientes.

TABELA 1
VALORES CARACTERÍSTICOS DA SOBREVIVÊNCIA DE PATÓGENOS ENTRE 20 E 30°C, EM VÁRIOS AMBIENTES [12].

Patógenos	Água fresca e residual	Sobrevivência em dias**	
		Culturas	Solo
Bactéria			
<i>Coliformes</i>	<60 usualmente	<30 usualmente	<120
<i>Fecais*</i>	<30	<15	usualmente <50
<i>Salmonela</i>	<60 usualmente	<30 usualmente	<120
<i>(spp.)*</i>	<30	<15	usualmente <50
<i>Shigella*</i>	<30 usualmente	<10 usualmente	<120
	<10	<5	usualmente <50
<i>Vibrio</i>	<30 usualmente	<5 usualmente	<120
<i>cholerae**</i>	<10	<2	usualmente <50
Protozoário			
<i>E. histolytica</i>	<120	<10 usualmente	<20 usualmente
<i>cysts</i>	usualmente <15	<2	<10
Helminths			
<i>A. lumbricoides</i>	Muitos meses	<60 usualmente	Muitos meses
ovos		<30	
Vírus*			
<i>Enterovírus***</i>	<120	<60 usualmente	<100
	usualmente <50	<15	usualmente <20

* - Na água do mar, a sobrevivência do vírus é menor e sobrevivência bacteriana é muito menor do que em água doce.

** - Sobrevivência em ambientes aquosos é um assunto de incerteza atual.

*** - Inclui a poliomielite, o eco e os vírus coxsackie.

TRANSDIDISCIPLINARIDADE E PROJETO

A transdisciplinaridade [13] surge como possibilidade para o alargamento da compreensão do real, como renascimento do espírito e de uma nova consciência, instiga a tomar consciência da gravidade do momento e a colocar em conexão os conhecimentos e as capacidades de pensar para

transformar a si mesmo e o mundo em que vivemos , levando a termo uma nova praxis.

Na realidade, a transdisciplinaridade nasce da premente exigência de consagrar o diálogo entre diferentes campos de saber sem impor o domínio de uns sobre os outros, acercando-se de uma atitude e de uma postura que orientem a interação e a "reliance", ou seja a confiança entre os profissionais e seus conhecimentos. Para transpassar fronteiras precisamos de liberdade. Assim, podemos ir além e juntar coisas que de outra maneira não seriam juntadas, porque campos diferentes não se relacionam mas somos nós, seres humanos, que os relacionamos .

Com base nessas premissas e em toda a contextualização da arte de projetar com tecnologia [14 e 15], que se baseia na modelagem computacional, conhecida como um processo utilizado na construção de objetos bi e tridimensionais, permitindo que o objeto possa ser construído a partir de primitivas bidimensionais e tridimensionais simples, como por exemplo: circunferências, polígonos, triângulos, e outras geometrias. O primeiro passo para a construção dos objetos é a concepção de sua estrutura, ou em outras palavras de sua malha. Em geral nos programas de simulação e modelagem, o modelo tridimensional é uma representação gráfica de qualquer objeto definido por pontos localizados nas coordenadas X, Y e Z. Desta forma é possível visualizar o objeto de qualquer ponto do espaço virtual.

O Sistema de sanitário solar, aliado à tecnologia de projeto assistidos por computador em interação com os mais avançados conceitos e controles biológicos, podem e devem ser alcançados, para aplicação em comunidades locais, a exemplo do sistema sanitário, com compostagem solar apresentada na FIGURA 9.



FIGURA 9
SANITÁRIO SOLAR: EXEMPLO DE APLICAÇÃO [16]

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transdisciplinaridade se apresenta como ferramenta necessária a ser utilizada na academia, integrando e desenvolvendo atividades antes desconexas, que possibilitam o desenvolvimento conjunto de um sanitário solar, também chamado de banheiro verde, aliando os mais modernos conceitos e tecnologias do projeto assistido por computador, do design, da seleção de materiais e do controle microbiológico, alcançando a compostagem segura e biologicamente correta dos resíduos, garantindo a viabilidade do projeto em termos de custo, implantação, uso e segurança ambiental, como apoio ao desenvolvimento sustentável.

Está prevista a instalação de um sanitário solar junto à comunidade em atendimento às premissas de extensão oferecidas pela academia com o objetivo mais amplo de conscientização ambiental e sustentabilidade.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.digsdigs.com/toilet-with-integrated-hand-basin/>
- [2] <http://www.sensowash.com/>
- [3] <http://www.pressalit.com/pressalit/en-GB/Inspiration/Toilet+seats+in+duroplast/AutoClose/>
- [4] <http://www.newlineitalia.com/NEWLINE/prodotti.html>
- [5] <http://www.us.kohler.com/onlinecatalog/category.jsp?category=13>
- [6] www.incinolet.com/incinoletmanualhi.pdf
- [7] www.compostingtoilet.org/
- [8] Water Efficiency Technology Fact Sheet - Composting Toilets EPA - United States Environmental Protection Agency Office of Water Washington, D.C. EPA 832-F-99-066 September 1999
- [9] Esrey S, Gough J, Rapaport D, Sawyer R, Simpson-Hebert M, Vargas J, Windlad U. Ecological sanitation. Stockholm, Sweden: Sida; 1998.
- [10] Jenkins J. The Humanure. 2nd ed. Grove City, Pa: Jenkins Publishing; 1999.
- [11] Harper P, Halestrap L. Lifting the lid. London, England: Biddles, Ltd.; 1999.
- [12] Redlinger T.; Graham J.; Corela-Barud V.; Avitia, "Survival of Fecal Coliforms in Dry-Composting Toilets", Applied Environ Microbiology 2001 September; 67(9): 4036-4040.
- [13] Rodrigues M.L. "Caminhos da Transdisciplinaridade - fugindo a injunções lineares" Revista Serviço Social e Sociedade, No.64, Ano XXI, São Paulo, Ed.Cortez, Nov/2000
- [14] Hellmeister L.A.V. "As transformações impostas e necessárias nas disciplinas de projeto com o advento da computação gráfica: Reflexos na arte de projetar, comunicar e produzir" SHEWC' 2010-Safety, Health and Enviromental World Congress, 2010.
- [15] Hellmeister L.A.V.; Marar J.F.; Sementille A.C. Freitas J.P. de O. "Difusão de tecnologia CAD e CNC como ferramenta básica de criação e produção em pequena escala, acessível à comunidade IGIP 2011- International Symposium on Engineering Education, 2011.
- [16] http://www.duntonfarms.com/projects/2006_toilet.htm