

Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia

Ecological toilet for riverside communities: decentralized sanitation for communities in the Amazon floodplain

RESUMO

Na Amazônia, a contaminação biológica das águas é um problema grave, com implicações ambientais e na saúde pública, e está associada à precariedade do planejamento governamental, principalmente quanto aos investimentos em infraestrutura de saneamento básico, incipientes em áreas rurais e nas cidades. No meio rural, as grandes distâncias entre as residências inviabilizam a adoção de sistemas centralizados de coleta e tratamento de esgoto. Diante disso, o banheiro seco ecológico surge como alternativa de saneamento descentralizado. Contudo, os modelos desenvolvidos e implantados em outras regiões do país não se adequam às características das áreas ribeirinhas da Amazônia, sujeitas a alagamentos periódicos associados ao ciclo sazonal de chuvas e ao fluxo diário das marés. Neste artigo, discute-se a relevância do problema e apresenta-se uma proposta de adaptação do banheiro seco ecológico às áreas sujeitas a alagamento. As potencialidades do banheiro ecológico ribeirinho (BER) como tecnologia social de saneamento descentralizado são discutidas com base no monitoramento de parâmetros, como odor e presença de insetos, e na avaliação de aspectos subjetivos e comportamentais, tais como o bem-estar e a consciência ambiental. Essas avaliações foram realizadas a partir da instalação de uma unidade (protótipo) na Ilha das Onças, região insular de Belém, estado do Pará. Ainda, o artigo apresenta uma descrição detalhada do projeto de construção, os materiais utilizados e o custo do protótipo do BER. As informações são suficientes para a replicação dessa tecnologia social e podem ser úteis também para estimular novas adaptações e aperfeiçoamentos.

Palavras-chave: Banheiro ecológico ribeirinho. Amazônia. Tecnologia social.

ABSTRACT

The biological contamination of the water is a serious problem in the Amazon rainforest, which has environmental and public health

Vania Neu

Doutora em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo; professora adjunta da Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará (bioneu@yahoo.com.br).

Marcos Antônio Souza dos Santos

Mestrado em Economia pela Universidade da Amazônia, Amazonas; professor assistente II da Universidade Rural da Amazônia, Pará (marcos.santos@ufra.edu.br).

Leandro Frederico Ferraz Meyer

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais; professor associado da Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará (leandro.meyer@ufra.edu.br).

implications. Thus, this problem is a consequence of the precarious government planning of basic sanitation infrastructure in rural communities and cities. The distances between the residencies in the rural areas make difficult the adoption of centralized systems of collection and sewage treatment. In this context, the dry ecological toilet is an alternative option for decentralized sanitation. However, the prototype developed and implanted in other regions of the country is not appropriate to the characteristics of the Amazon riverside areas, which has periodic flooding, associated to rainy season cycle and the daily tidal flux. In this paper, we discuss the relevancy of the problem and present a proposal to adapt the ecological dry toilet to these areas. The potentialities of the riverside ecological toilet (BER), as a social technology of decentralized sanitation, are discussed based on monitoring of parameters – such as odor and the presence of insects – and of evaluation of subjective and behavioral aspects such as welfare, environmental conscience. These evaluations started with the installation of a prototype at Ilha das Onças, State of Pará, Brazil. We also observe a detailed description of the construction project, including the materials that were used and the cost of the prototype of the riverside ecological toilet. The information are sufficient for replication of this social technology and be useful to encourage new adaptations and improvements.

Keywords: Riverside ecological toilet. Amazon. Social technology.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a situação privilegiada quanto à disponibilidade absoluta de recursos hídricos convive com problemas crônicos de escassez de água, como ocorre no nordeste e, mais recentemente, também na região sudeste do país. Considerando somente a vazão oriunda de nascentes no interior do território nacional, os rios brasileiros provêm cerca de 12% dos recursos hídricos mundiais (BRASIL, 2007). Se forem consideradas as vazões oriundas também em território estrangeiro e que ingressam no país, esse valor chega a 18% da disponibilidade hídrica mundial (BRASIL, 2007; MARENGO, 2008). Grande parte dessa água concentra-se na Amazônia, região habitada por 13,4% da população brasileira e que detém 74% dos recursos hídricos superficiais do Brasil (BRASIL; 2007; MARENGO, 2008; IBGE,

2015). Por mais que a água seja um recurso abundante na região Amazônica, apenas uma pequena fração é potável e está disponível para consumo.

A contaminação dos corpos hídricos avança com o crescimento econômico e populacional (BARROS; AMIN, 2007). A agricultura e a indústria são responsáveis por uma alta carga de poluentes e contaminantes (NIEMEYER, 2012). A falta de esgotamento sanitário adequado, tanto no meio rural quanto no urbano, é outra importante fonte de contaminação hídrica. O saneamento básico interfere diretamente no equilíbrio dos ecossistemas e é essencial para o controle e a redução de doenças, afetando diretamente a qualidade de vida das populações (IBGE, 2010).

No meio rural brasileiro, 15% dos domicílios não possuem banheiro nem sanitário (IBGE, 2010). Na Amazônia esse percentual é de 19% e no estado do Pará de 10%. Nessas áreas, o esgotamento sanitário é precário e o saneamento mais adequado seria a instalação de fossas sépticas. Porém, no Pará, apenas 8% dos domicílios rurais possuem fossa séptica (IBGE, 2010). A maior parcela da população ainda usa fossas rudimentares, valas e, nas áreas ribeirinhas, o próprio rio como esgoto.

Diante desse contexto, este artigo propõe e descreve a experiência de implantação de uma tecnologia social de saneamento descentralizado, denominada “Banheiro Ecológico Ribeirinho” (BER), em áreas de várzea da Amazônia. O protótipo do BER está instalado na comunidade do Furo Grande, na Ilha das Onças, região insular de Belém, estado do Pará.

O artigo está organizado em oito seções, incluindo esta introdução. Na seção seguinte, apresenta-se o perfil socioeconômico da comunidade do Furo Grande. A terceira e quarta seções expõem as interfaces entre saneamento e saúde em áreas sujeitas a alagamento. Na quinta, sexta e sétima seções descrevem-se os procedimentos, os materiais necessários e os custos de instalação do BER. A última seção submete nossas reflexões sobre os resultados obtidos até o momento e os possíveis desdobramentos da adoção dessa tecnologia social.

Perfil socioeconômico da comunidade

A unidade experimental do BER foi implantada junto à Casa do Artesão, beneficiando diretamente duas famílias residentes ao lado da Casa, bem como os membros da Associação dos Meliponicultores e Produtores de Açaí e Artesanato do Furo Grande (AMPAFUG), que agrega um total de 15 famílias e tem naquele espaço um local para encontros e reuniões. Essas famílias são de baixa renda; 67% possuem rendimento mensal inferior a dois salários mínimos e dependem dos recursos naturais (extrativismo vegetal, caça e pesca) e de programas de transferência de renda do Governo Federal para sua sobrevivência e reprodução social.

A coleta e a comercialização do açaí nativo (*Euterpe oleracea*) é a principal atividade econômica dessas famílias. O açaí é comercializado, principalmente, na cidade de Belém, mas também é vendido em outros municípios da região metropolitana e do interior do Pará. A pesca artesanal (peixes e camarões) é outra fonte importante de alimento e complementação da renda.

A maior parte das famílias reside na Ilha das Onças há, aproximadamente, duas décadas, sendo que 31% moram há mais de quarenta anos no mesmo local. A idade média dos chefes de família é de 43 anos e 41% possuem mais de 45 anos de idade. O número médio de pessoas por residência é seis, composto pelo casal e quatro filhos. O nível de escolaridade é baixo, 15% dos chefes de família apenas assinam o nome, 41% não concluíram as séries iniciais do ensino fundamental e 22% concluíram o ensino médio. Escolas de ensino fundamental e médio nas proximidades da comunidade oferecem a educação formal para crianças e adolescentes.

As residências são rústicas, com paredes e piso de madeira, cobertas com telhas de barro ou amianto. Em 63% das residências a energia elétrica é gerada por motores a diesel e as demais residências não possuem acesso à energia elétrica. As condições de saneamento básico são precárias. Em 89% das residências o banheiro é localizado fora da casa e os dejetos constituem fonte direta de contaminação da água do rio e dos poços, principais fontes de água para consumo, higiene e preparo dos alimentos. As tentativas de contornar esse problema envolvem a aquisição de água mineral (46% das famílias compram

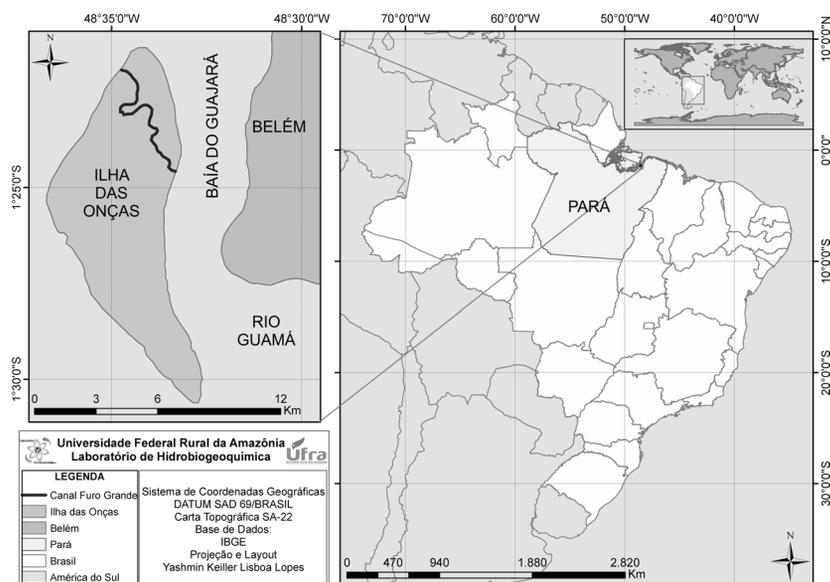
água mineral em Belém) e o tratamento com hipoclorito de sódio. O lixo doméstico é queimado ou enterrado no quintal, porém, é perceptível a contaminação dos corpos d'água com parte expressiva do lixo jogado no rio, contribuindo para a degradação ambiental.

A atenção básica à saúde ocorre por meio de um posto localizado nas proximidades da comunidade. Entretanto, há grande insatisfação com a qualidade dos serviços, pois a presença de médicos é esporádica e faltam medicamentos. A presença dos agentes comunitários de saúde é um aspecto positivo (78% das famílias informaram receber visitas regulares), porém insuficiente. Nos casos de doença, 42% das famílias procuram os hospitais públicos em Belém e 29% recorrem às plantas medicinais e aos remédios caseiros.

Saneamento e saúde em comunidades ribeirinhas

Em comunidades rurais ribeirinhas, a distribuição dispersa das populações inviabiliza a implantação de sistemas centralizados de coleta e tratamento de esgoto. Além disso, os ribeirinhos têm suas casas construídas às margens do rio, que são regiões topograficamente mais baixas. Na região insular de Belém (Figura 1), a alta pluviosidade associada ao regime das meso-marés semidiurnas são responsáveis por alagamentos sazonais, principalmente nas marés equinociais (GREGÓRIO; MENDES, 2009).

Figura 1 – Localização do Furo Grande, Ilhas das Onças, região insular de Belém, estado do Pará.



Fonte: Lopes (2014).

Nessas condições, as comunidades ribeirinhas estão sujeitas a uma série de doenças de veiculação hídrica, pois mantêm contato direto com as águas contaminadas que margeiam suas casas. A precariedade do saneamento básico integra uma cadeia de problemas ambientais, nutricionais, sociais, econômicos e culturais (VANDERLEI; SILVA; BRAGA, 2003). Em muitos casos, os ribeirinhos desconhecem as consequências decorrentes da contaminação das águas, bem como as múltiplas fontes de contaminação, sejam elas oriundas de terceiros ou ligadas aos próprios hábitos dos ribeirinhos (LOPES, 2014). Na Ilha das Onças e em grande parte das áreas de várzea Amazônica, a população ribeirinha utiliza banheiros construídos às margens ou sobre os rios (Figura 2).

Figura 2 – Animais domésticos circulando próximo ao banheiro.



Fonte: Erika da Silva Alves (2014) .

Nesse sistema, fezes e urina são lançadas diretamente no rio ou sobre o solo, atingindo as águas superficiais conforme são carreadas pelas águas da chuva ou pela elevação do nível das águas devido à influência do ciclo das marés. Sem tratamento, os efluentes lançados sobre o solo chegam ao rio, contribuindo para a contaminação dos recursos hídricos, proliferações de vetores e doenças.

Esse sistema é, também, uma fonte de contaminação para os animais domésticos, que circulam livremente embaixo dos banheiros em busca de alimento (Figura 2). Em muitos casos, as fezes humanas servem de alimento para suínos e aves criados no quintal das casas para o consumo de subsistência. Grande parte dos agentes patogênicos tem, no trato intestinal humano, as condições ótimas para o seu crescimento e reprodução. Assim, instalações sanitárias deficientes para o adequado destino dos dejetos aumentam a transmissão de doenças infecciosas e parasitárias (DEMENIGHI, 2012). Em particular, a falta ou a inadequação de instalações sanitárias básicas gera um ciclo de contaminação fecal/oral que é responsável por sintomas e doenças como diarreia, febre tifoide, cólera, salmonelose, shigelose, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase.

A diarreia é o principal sintoma causado por uma série de bactérias, vírus e parasitas, que podem ser transmitidos pela água contaminada (NIEMEYER, 2012). Ela é responsável por mais de 20% das mortes de crianças menores de cinco anos (NIEMEYER, 2012). No estado do Pará, a diarreia é uma das principais causas de morbimortalidade, acometendo especialmente crianças com menos de um ano de idade (DIAS et al., 2010).

Na comunidade do Furo Grande, os dados sobre a frequência de doenças diarreicas, levantados em 2014, indicam que para 61,3% das pessoas, esta é uma enfermidade frequente, e para 23%, a frequência é moderada. Recorrentemente, o número de casos de diarreia aumenta logo após picos de intensa pluviosidade (DIAS et al., 2010). Há indícios de que a elevação do índice de contaminação bacteriológica pode estar associada ao escoamento das águas da chuva, que carregam excrementos humanos e animais, principalmente em localidades sem abastecimento de água e com uma população de baixo poder aquisitivo (DIAS et al., 2010).

É importante salientar que tanto o solo quanto a água tem uma capacidade de autodepuração da matéria orgânica, no entanto, quando esta capacidade se esgota, surgem os problemas sanitários, ambientais e estéticos (DUARTE, 2005). Outro problema frequentemente observado na comunidade é a ocorrência de doenças de pele. Os dados da pesquisa indicaram que 54% das pessoas foram acometidas de doenças de pele em 2014. Esse dado pode ser mais um reflexo da contaminação das águas do rio e dos igarapés que cortam a Ilha, já que essas águas são comumente utilizadas para a higiene pessoal e para a recreação.

Buscando soluções adaptadas às áreas sujeitas a alagamento

Gradualmente, a população rural busca soluções sanitárias e muda os hábitos de higiene pessoal. Muitos residentes em áreas rurais têm optado pelo banheiro com água, integrado à residência e associado a uma fossa comum.

Na comunidade do Furo Grande, a fossa comum não pode ser caracterizada como séptica, pois não é impermeável. Também não é uma fossa negra, pois é equipada com uma caixa de concreto para onde

os dejetos são conduzidos. A caixa de concreto possui uma abertura na parte inferior em contato com o solo, o que deveria permitir a infiltração de dejetos diluídos. A Ilha sofre inundações periódicas, tornando inadequado o uso da fossa comum e dos banheiros secos utilizados em áreas de terra firme. Com lençol freático muito próximo da superfície, os solos apresentam pouca drenagem, chegando à total saturação hídrica em determinados períodos do ano. Nessas condições, a adoção da fossa comum leva tanto à contaminação subterrânea, devido à proximidade do lençol freático, quanto à poluição das águas superficiais, devido aos extravasamentos da água do sistema e também pela incorporação da água subterrânea à água superficial (SPERLING, 2014).

O banheiro comum pode ser adotado, com cautela, em regiões com baixa densidade populacional, com características edáficas de boa drenagem e lençol freático mais profundo (SPERLING, 2014). Ainda assim, resta a questão do uso ineficiente da água, cuja importância cresce continuamente e simultaneamente ao da escassez.

A fim de contornar esses problemas, buscou-se desenvolver o protótipo de banheiro ecológico ribeirinho (BER) como uma tecnologia social de saneamento básico descentralizado, promissor e adaptado às condições das áreas sujeitas a inundações. O desenvolvimento e o teste do protótipo estão associados a uma série de outras ações desenvolvidas pelo projeto “Promovendo a sociobiodiversidade: restauração ambiental com geração de renda em comunidades ribeirinhas na Amazônia oriental”, com o objetivo de apoiar a sustentabilidade do desenvolvimento da comunidade do Furo Grande e servir de modelo para outras comunidades em condições semelhantes.

A tecnologia do BER pode ser facilmente replicada para outras comunidades ribeirinhas amazônicas, a fim de proporcionar uma melhoria da qualidade de vida. Nas próximas seções, apresentam-se os detalhes do projeto (protótipo), atualmente em teste na Ilha das Onças, incluindo materiais utilizados e custo de construção.

Protótipo do banheiro ecológico ribeirinho

A base da concepção do BER é a necessidade de isolar os dejetos humanos em recipiente impermeável, bem como assegurar que

não haja extravasamentos do conteúdo para as águas da inundação pelas marés. Alinhado à abordagem conservacionista, o BER é uma tecnologia social de sanitização ecológica (Eco-San, *Ecological Sanitation*), na qual os excrementos humanos deixam de ser fontes de contaminação e passam a ser tratados como recursos econômicos e fonte de nutrientes a serem devolvidos ao solo, após passar por processos de sanitização via compostagem (DEMENIGHI, 2012).

No protótipo em teste na Ilha das Onças, o recipiente isolante é uma bombona plástica com capacidade de armazenamento de 200 litros. A bombona é instalada acima do solo, sobre uma estrutura de madeira, e fixada por hastes de modo que o movimento das águas não cause o tombamento e o extravasamento dos dejetos (Figura 3).

Figura 3 – Bombona plástica utilizada para o acondicionamento de dejetos.



Fonte: Erika da Silva Alves (2014).

A elevação da bombona em relação ao solo tem como objetivo facilitar a sua remoção, na época da substituição, e conferir maior estabilidade à estrutura, reduzindo os riscos de tombamento devido ao movimento das águas das marés.

O BER é um banheiro seco. Portanto, não utiliza água para diluição

dos dejetos, conservando esse importante recurso, cada vez mais escasso, mesmo nas condições amazônicas. Integrado à tecnologia das cisternas, o BER é equipado com uma torneira para higienização das mãos. Da cisterna sai uma tubulação que chega até o banheiro, levando água até a torneira. A presença da torneira, e eventualmente de uma pia, é um elemento importante da tecnologia do BER, pois estimula o hábito de lavar as mãos após o uso do banheiro. Na mesma linha, o BER é equipado com tampa de vaso sanitário e agradavelmente decorado com peças do artesanato produzido pela própria comunidade.

Todos esses elementos, que alteram drasticamente o ambiente interno da antiga “casinha”, estão destinados a fortalecer os valores associados à higiene pessoal e à autoestima da comunidade, assim como as transformações nas relações da comunidade com o ambiente natural. Ao mesmo tempo, essas modificações foram concebidas de modo a manter o máximo de similaridade com o *design* das “casinhas” (banheiros rurais tradicionais), respeitando os aspectos culturais da comunidade, como prega a filosofia do saneamento ecológico.

Montagem e utilização do banheiro ecológico ribeirinho

A montagem do BER é simples e de fácil replicação. A estrutura é de madeira, similar à construção das residências e dos banheiros locais. O assoalho encontra-se a 1,20m acima da superfície do solo, semelhante à construção das palafitas (casas tradicionais para locais sazonalmente alagados na Amazônia). As dimensões do banheiro são 1,5m de comprimento por 2m de largura e 2m de altura (Figura 4).

Figura 4 – Estrutura em madeira do Banheiro Ecológico Ribeirinho.



Fonte: Vania Neu (2014).

Na parte interna, existe um degrau que se eleva a 50cm do assoalho, com uma perfuração na parte central onde se encaixa o acento. A bombona ou tambor plástico impermeável que recebe os dejetos é instalado abaixo do assoalho, ajustado à perfuração central e fixado por hastes de madeira a fim de evitar o seu tombamento ou deslocamento pelo movimento das águas. Esse tambor fica apoiado sobre uma base de madeira para facilitar a sua retirada quando necessário.

O dimensionamento da altura de toda a estrutura, em relação ao solo, deve garantir que a linha d'água, durante o pico da inundação, nunca ultrapasse a parte superior do tambor, mesmo nas marés mais altas (lançantes), de modo que não haja entrada de água no sistema. A cada uso do banheiro, adiciona-se serragem de madeira, que substitui o uso da água, inibe o odor e auxilia no processo de decomposição.

Quando o tambor atingir aproximadamente 80% de sua capacidade fazem-se necessárias sua remoção e substituição. O tambor retirado deve ser levado para local onde será monitorado o processo de decomposição e compostagem. Por meio desta última, são destruídos os organismos patogênicos associados à fração fecal. No processo de compostagem é importante que o tambor não seja totalmente vedado, com a instalação de um “suspiro” na tampa para a saída de gases e a

aeração para que o processo da decomposição ocorra.

Materiais necessários e custo de implantação do banheiro ecológico ribeirinho

O valor das despesas com material utilizado na implantação da unidade experimental do BER na Casa do Artesão foi de R\$1.291,50 (Tabela 1). As despesas com materiais estão calculadas com base nos preços que vigoravam no mercado de Belém, em 2014. Para propósitos de replicação, esses valores devem ser corrigidos (atualizados) e ajustados conforme os preços do mercado local.

Tabela 1 – Despesas com materiais necessários para implantação de uma unidade do BER.

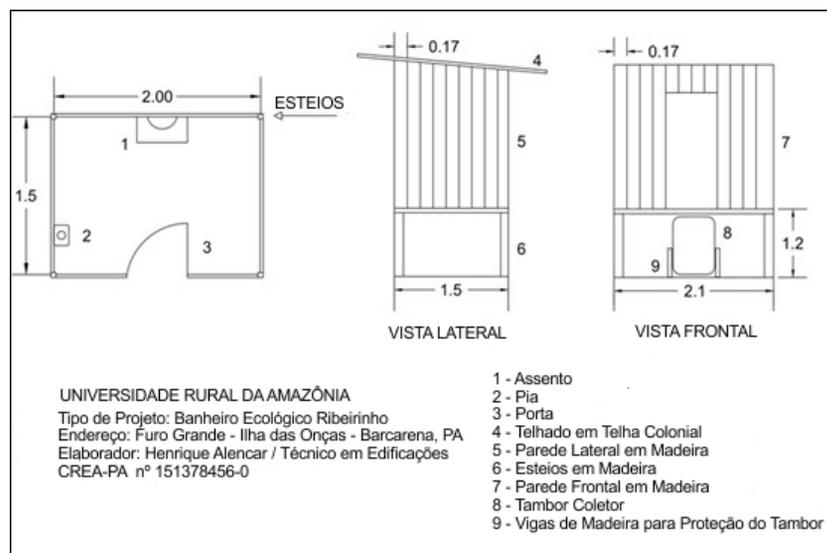
Material	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor (R\$)
Tábua para parede	4	Dz.	100,00	400,00
Tábua machiada para assoalho	0,5	Dz.	40,00	20,00
Esteio de Angelim	4	Unid.	30,00	120,00
Tábua (cupiúba) para o assento	2	Unid.	60,00	120,00
Pernamanca	0,5	Dz.	80,00	40,00
Telha Colonial	163	Unid.	0,40	65,00
Pregos 3 x 9	1	Kg	10,00	10,00
Pregos 2 x10	2	Kg	10,00	20,00
Lavatório em plástico	1	Unid.	40,00	40,00
Assento para sanitário	2	Unid.	30,00	60,00
Torneira	1	Unid.	10,00	10,00
Cano PVC 20 mm	3	m	10,00	30,00
Curva de PVC 20 mm	3	Unid.	0,83	2,500
Tambor Plástico	2	Unid.	120,00	240,00
Dobradiço pino em bola	2	Unid.	2,50	5,00
Fechadura para porta	1	Unid.	3,00	3,00

Custo dos materiais	1.291,50
Custo da mão de obra	480,00
Custo total	1.771,50

Fonte: Os autores (2014).

A Figura 5 mostra a planta com as especificações das medidas e vistas frontal e lateral do BER.

Figura 5 – Planta do Banheiro Ecológico Ribeirinho (BER).



Fonte: Adaptado de Henrique Alencar (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da funcionalidade e da aceitação do Banheiro Ecológico Ribeirinho (BER), instalado na Casa do Artesão, Ilha das Onças, ainda está em andamento. Os resultados preliminares, baseados no monitoramento de parâmetros objetivos, sugerem a eficácia do BER referente ao propósito de reduzir a contaminação biológica local.

Na área interna do BER, percebe-se ausência de fortes odores e de insetos, como moscas, comumente encontradas nas tradicionais “casinhas”. Com os dejetos isolados dentro do tambor impermeável,

eliminou-se o acesso dos animais domésticos (cães, suínos e aves) às fezes humanas, reduzindo a contaminação dos animais e a proliferação de zoonoses.

Quanto à aceitação, os resultados da pesquisa de percepção mostraram que os usuários valorizam as melhorias estéticas e percebem o BER como um banheiro de aspecto bem mais agradável. A possibilidade de utilização do BER pelos visitantes da Casa do Artesão também é percebida como uma melhoria que atinge a autoestima da comunidade. A utilização da torneira contribui para a introdução de hábitos mais saudáveis de higiene pessoal.

Essas percepções e mudanças comportamentais estão contribuindo para o entendimento da importância do saneamento básico e de suas relações com a preservação da saúde, a convivência social e a melhoria da qualidade ambiental no entorno. Hoje, a comunidade reconhece que os banheiros tradicionais não são capazes de dar destino adequado aos dejetos humanos e estão relacionados a graves problemas de saúde por contaminar a água e favorecer a proliferação de vetores, que transmitem uma série de doenças.

Embora o custo dos materiais ainda seja percebido por alguns como um fator limitante para a adoção da tecnologia, a percepção das vantagens e da simplicidade da solução está funcionando como importante estímulo e tem despertado nos moradores da comunidade o desejo de adotar o modelo do BER em suas residências. Esse estímulo e interesse deverão ser aumentados com o desenvolvimento das fases seguintes, como a conversão dos dejetos em fertilizantes, por meio da compostagem e a avaliação dos parâmetros de sanitização.

No que tange ao desenvolvimento da tecnologia do BER, está em estudo uma forma de separar a urina das fezes. Essa separação é uma prática que deveria ser adotada em todos os sistemas de saneamento, já que a urina é um ótimo fertilizante agrícola, rico em nitrogênio, fósforo e potássio. Ademais, a alta carga de nutrientes presentes na urina e lançada no ambiente pode gerar problemas como a eutrofização (SCHÖNNING; STENSTRÖM, 2004). Assim, ao invés de eutrofizar corpos hídricos, a urina poderá ser aproveitada para a irrigação de plantas, como no plantio de bananeiras por exemplo. Apesar de a urina poder apresentar patógenos, sua presença pode ser

considerada insignificante para o risco da transmissão ambiental de doenças (SCHÖNNING; STENSTRÖM, 2004).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Banco da Amazônia e do Banco Santander que financiaram as ações de ensino, pesquisa e extensão do projeto “Promovendo a sociobiodiversidade: restauração ambiental com geração de renda em comunidades ribeirinhas na Amazônia oriental” e viabilizaram o desenvolvimento do BER, que, em 2015, foi certificado como tecnologia social pela Fundação Banco do Brasil.

REFERÊNCIAS

BARROS, F.; AMIN, M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional**, Taubaté, v. 4, n. 1, p. 75-108, jan./abr. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (pnuma). **GEO Brasil: recursos hídricos: resumo executivo**. Brasília: MMA; ANA, 2007. 62p.

DEMENIGHI, A. **Parâmetros projetuais para a implantação de sanitários secos desidratadores com desvio de urina (SSDDU)**. 2012. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

DIAS, D. et al. Morbimortalidade por gastroenterites no Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ananindeua, v. 1, n. 1, p. 53-60, mar. 2010.

DUARTE, M. **Prevenção das parasitoses gastrintestinais de transmissão fecal-oral**. 2005. 153f. Dissertação (Mestrado em Biologia para o Ensino) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2005.

GREGÓRIO, A.; MENDES, A. Batimetria e sedimentologia da Baía do Guajará, Belém, Estado do Pará, Brasil. **Amazônia: ciência**

e desenvolvimento, Belém, v. 5, n. 9, p. 53-72, jul./dez. 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1378&z=cd&o=7>>. Acesso em: 2 ago. 2015.

LOPES, Y. **Análise físico-química e biológica das águas da baía do Guajará, rio Guamá e canal Furo Grande, PA**. 2014. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Energias Renováveis) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

MARENGO, J. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

NIEMEYER, M. **Água**. São Paulo: Publifolha, 2012. 191p.

SCHÖNNING, C.; STENSTRÖM, T. **Diretrizes para o uso seguro de urina e fezes nos sistemas de saneamento ecológico**. Estocolmo, Suécia: Instituto Sueco de Controle de Doenças Infecciosas (SMI), 2004. 41p.

SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2014. 472p.

VANDERLEI L. C. de M.; SILVA, G. A. P. da; BRAGA J. E. Fatores de risco para internamento por diarreia aguda em menores de dois anos: estudo de caso-controle. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 455-463, mar./abr. 2003.

Submetido em 11 de novembro de 2015.

Aprovado em 2 de janeiro de 2016.