

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO EM SAÚDE E AMBIENTE

MARCELO HENRIQUE BANDEIRA COSTA DE ALENCAR

**TRATAMENTO ALTERNATIVO DE DEJETOS HUMANOS NA COMUNIDADE
DE COQUILHO, ZONA RURAL DE SÃO LUÍS-MA**

São Luís
2009

MARCELO HENRIQUE BANDEIRA COSTA DE ALENCAR

**TRATAMENTO ALTERNATIVO DE DEJETOS HUMANOS NA
COMUNIDADE DE COQUILHO, ZONA RURAL DE SÃO LUÍS-MA.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Saúde e Ambiente, concentração em
Qualidade Ambiental para a obtenção do título
de Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Costa da Silva

São Luís
2009

Alencar, Marcelo Henrique Bandeira Costa de
Viabilidade técnica e social do tratamento alternativo de resíduos humanos como forma de promoção da saúde e da qualidade ambiental na comunidade de Coquilho, zona rural de São Luis-MA/ Marcelo H.B.Costa de Alencar. – São Luís, 2009.

105 f.

Impresso por computador (Fotocópia).

Orientador: Alessandro Costa da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, 2009.

1. Compostagem- Projeto 2. Compostagem- Estrutura 3. Banheiro seco 4. Saneamento básico 5. Resíduos humanos. I. Título

CDU 628.473.4 (812.1)

MARCELO HENRIQUE BANDEIRA COSTA DE ALENCAR

**TRATAMENTO ALTERNATIVO DE DEJETOS HUMANOS NA
COMUNIDADE DE COQUILHO, ZONA RURAL DE SÃO LUÍS-MA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Saúde e Ambiente, concentração em qualidade ambiental para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alessandro Costa da Silva (Orientador)
Doutor em Ciência do Solo e da Planta
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Dr. Paulo Roberto Saraiva Cavalcante
Doutor em Faculdade de Ciências
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dr^a Ediléa Dutra Pereira
Doutora em Geociências (Geociências e Meio-Ambiente)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Dagolberto Calazans Araujo Pereira
Doutor em Saúde Pública
Centro de Ensino Universitário do Maranhão

Dedico este trabalho a uma pessoa que conheci durante o Mestrado e desde então me fez perder muitas horas de sono, transformou meu casamento e me fez gastar com coisas que eu nem sabia que existiam, mas que agora, depois que plantei uma árvore e escrevi uma dissertação, percebi que um homem só pode ser feliz, completo e realizado quando tem um filho. Lucas, te amo.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe pela vida, pelo amor incondicional, pelo suporte em todas as fases da minha trajetória e pela importância dada à educação, fator determinante para os sucessos alcançados até o momento.

A minha esposa Andréa pelos quatorze anos de amor, companheirismo e compreensão intensamente vividos e pelos anos de felicidade que ainda estão por vir.

À minha sobrinha Valeska pelo carinho e compreensão durante o grande número de horas em que tive que me dedicar à redação do presente trabalho.

Ao prof. Paulo Cavalcante pela presteza em me aceitar como orientando, pela paciência diante de minhas prolongadas ausências, pela bondade em me encaminhar ao professor Alessandro e principalmente pela gentileza em, após tudo isso, contribuir de maneira tão importante e competente para a elaboração do presente trabalho.

Ao professor Alessandro Costa da Silva por ter aceito o desafio de me orientar a 90 dias do fim do prazo limite para conclusão do mestrado, pelo competente e sistemático acompanhamento e por ter acreditado em minha capacidade desde o início.

À professora Ediléa Pereira Dutra por ter sempre se prontificado em contribuir para elaboração desse e de outros trabalhos e pela aceitação em compor a banca de defesa da minha Dissertação.

Ao amigo Dagoberto por ter aceitado com presteza e boa vontade o convite para participar da apresentação do presente trabalho.

Ao professor Meubles Borges Junior por ter aceito compor minha banca de qualificação e pelas numerosas, relevantes e construtivas críticas apresentadas nessa etapa do trabalho.

Aos colegas do mestrado pelo bem estar vivenciado dentro e fora da sala de aula.

Aos amigos da seção de Engenharia do Ministério Público Estadual, em especial ao chefe, Eng. João de Jesus Nogueira de Macedo, pela compreensão e apoio diante das numerosas ausências resultantes das atividades do Mestrado e pelo prazeroso clima no ambiente de trabalho.

Aos companheiros de luta Antero, Raimundinho, Paulo e Moisés pela ajuda indispensável na confecção da placas e montagem do Bason.

Aos professores, funcionários e integrantes do Mestrado pelo suporte e pela importante oportunidade concedida.

Ao Presidente da Associação de Moradores de Coquilho, Sr. Aldebergue dos Santos Ferreira, pela presteza com que contribuiu para o levantamento de dados apresentados no presente trabalho.

À bibliotecária Araceli Xavier da Silva pela educação, gentileza e rapidez com que realizou a revisão da normalização do presente trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Geral	19
2.2	Específicos	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	Uso sustentável dos recursos naturais	19
3.1.1	Uso do solo	20
3.1.2	Recursos hídricos	21
3.1.3	Agricultura sustentável.....	22
3.2	Importância do saneamento	23
3.3	Esgotamento sanitário.....	27
3.4	História do banheiro seco	28
3.5	Caracterização e funcionamento de um banheiro seco.....	32
3.6	Tipos de banheiros secos.....	35
3.6.1	Sistema com recipientes móveis	35
3.6.2	Sistema carrossel.....	36
3.6.3	Sistema com duas câmaras	37
3.6.4	Sistema com câmara única bicompartimentada.....	38
3.7	Adoção da tecnologia do banheiro seco.....	39
3.7.1	Componentes/materiais constituintes.....	39
3.7.2	Área necessária para implantação	39
3.7.3	Número de domicílios atendidos	40
3.7.4	Complexidade construtiva	40

3.7.5	Operação e manutenção.....	40
3.7.6	Custo de implantação	41
3.7.7	Custo de operação	42
3.7.8	Produção de odores	42
3.7.9	Presença de vermes e insetos.....	42
3.7.10	Eficiência (remoção de DBO e Patógenos)	43
3.7.11	Grau de aceitação	44
3.7.12	Riscos à saúde	44
3.7.13	Geração de emprego e renda.....	45
3.7.14	Acesso à tecnologia.....	46
3.8	Experiências do banheiro seco no Brasil.....	46
3.9	Experiências do banheiro seco no Maranhão	47
3.9.1	Banheiro seco construído na comunidade do Maracanã em São Luís/MA.....	47
3.9.2	Oficina para construção de banheiro seco no sítio ecológico do Panakui (Comunidade de Coquilho) em São Luís/MA.....	51
4	MATERIAL E MÉTODOS	53
4.1	Caracterização da comunidade do Coquilho.	53
4.1.1	Informações gerais.	53
4.1.2	Situação geográfica	53
4.1.3	Saneamento ambiental da Comunidade de Coquilho.....	56
4.2	Mobilização na comunidade de Coquilho	58
4.3	Escolha do modelo de banheiro seco	61
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1.	Materiais e técnicas utilizadas na montagem do protótipo	62
5.2.	Construção do banheiro na comunidade de Coquilho.....	66

5.3. Custos decorrentes da construção do protótipo.....	70
5.4. Aplicabilidade técnica e social da tecnologia do banheiro seco na comunidade de Coquilho	74
6 CONCLUSÃO.....	84
7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	86
REFERÊNCIAS	87
ANEXOS.....	94

RESUMO

No Brasil a ausência ou deficiência de saneamento é uma das principais causas de degradação do meio ambiente e de proliferação de doenças sendo responsável por um índice não tão significativo de internações hospitalares implicando no aumento dos gastos públicos. A busca por tecnologias alternativas para tratamento de dejetos é uma necessidade para o desenvolvimento do país, que só será suprida quando se souber utilizar de forma eficaz e com equidade social, os recursos naturais disponíveis. Nesse sentido, a tecnologia do banheiro seco, um sistema sanitário de tratamento dos dejetos humanos que utiliza matéria orgânica seca na descarga ao invés de água, mostra-se como uma alternativa viável considerando seu baixo custo e o significativo histórico de experiências bem sucedidas no Brasil. Neste trabalho promoveu-se a construção de um protótipo de banheiro seco de câmara única bicompartimentada constituído de placas de plastocimento na Comunidade de Coquilho na zona rural de São Luís/MA. Ao longo da implantação do projeto realizaram-se mobilizações, seminários e oficinas que resultaram no incremento do conhecimento do funcionamento do banheiro seco de 2% para 90% dentro do grupo pesquisado. Após as oficinas realizadas na comunidade, a percepção por parte da população pesquisada que a adoção do referido banheiro resultaria na melhoria da saúde da comunidade aumentou de 20% para 60%. Com o decorrer do projeto percebeu-se que a experiência foi exitosa e que a técnica do banheiro seco, na forma de pré-moldado é viável e pode facilitar a replicação da experiência em outras comunidades rurais do Estado do Maranhão.

Palavras chave: Banheiro seco. Compostagem. Saneamento básico. Resíduos humanos.

ABSTRACT

In Brazil, the sanitation absence or deficiency is one of the most important causes of environmental degradation and spread diseases, accounting for a significant hospitalizations index and a public spending increase. The search for alternative technologies for waste treatment is necessary to the country's development, which only will be supplied when it uses the natural resources available with equity and effectively. In this sense, the dry toilet technology, a health system for the treatment of human waste using dry organic matter in the discharge instead of water, is shown as a viable alternative, considering its low cost and significant history of successful experiences in Brazil. This work has promoted the construction of a prototype dry bathroom single chamber bicompartimental composed of plastocimento plates in Coquilho Community, at São Luís rural area. Throughout the project implementation, it realized mobilizations, seminars and workshops that resulted in the knowledge increase of the functioning of the dry bathroom from 2% to 90% in the group studied. After the workshops within the community, the perception by the population studied about the adoption of that bathroom would improve the health of the community increased from 20% to 60%. In the course of the project it was observed that the experience was successful and that the dry toilet technique, in precast form, is feasible and may facilitate the replication of the experience in other communities in Maranhão State.

Keywords: Dry Bathroom. Composting. Basic sanitation. Humans waste..

LISTA DE SIGLAS

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CEMPRE – Compromisso Empresarial Para Reciclagem
- DRSAI – Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
- FBB – Fundação Banco do Brasil
- IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
- IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
- IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Sócio Econômicos e Cartográficos
- IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
- IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- NBR – Norma Brasileira Regulamentadora
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente
- SNIS – Sistema Nacional de Informação de Saneamento
- SUS – Sistema Único de Saúde
- UEMA – Universidade Estadual do Maranhão
- UFMA – Universidade Federal do Maranhão

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sanitário desenvolvido por Henry Moule – 1875 (WIKIMEDIA, 2009).....	30
Figura 2: Esquema simplificado do processo de compostagem.....	33
Figura 3: Modelo de banheiro seco com recipientes móveis (JENKIS, 2005)	35
Figura 4: Esquema de um banheiro seco tipo caroussel – (JENKINS, 2005)	36
Figura 5: Corte esquemático de sanitário com duas câmaras (SETE LOMBAS, 2009).....	37
Figura 6: Bason montado e não instalado. (LENGEN, 2008)	38
Figura 7a: Registro fotográfico do banheiro seco construído na comunidade de Maracanã em São Luís –MA.....	49
Figura 7b: Registro fotográfico do banheiro seco construído na comunidade de Maracanã em São Luís –MA.....	50
Figura 8: Localização da comunidade de Coquilho.....	54
Figura 9a: Registro das condições sanitárias da comunidade de Coquilho.....	57
Figura 9b: Registro das condições sanitárias da comunidade de Coquilho.....	58
Figura 10– Moradores da comunidade de Coquilho durante mobilização.....	59
Figura 11: Parte do grupo que participou do trabalho de divulgação na Comunidade de Coquilho.....	60
Figura 12: Corte esquemático de um Bason – medidas em metros (Adaptado de LENGEN, 2008).....	61
Figura 13: Placas que constituem o Bason – medidas em metros (Adaptado de LENGEN, 2008).....	62
Figura 14: Câmara Bason – esquema das placas (Adaptado de LENGEN, 2008).....	63
Figura 15: Manivela para ventilação do Bason – medidas em metros (Adaptado de LENGEN, 2008).....	64
Figura 16: Montagem dos gabaritos de madeira para placas de plastocimento (fotos do autor).....	65
Figura 17a: Etapas da confecção das placas de plastocimento.....	66
Figura 17b: Etapas da confecção das placas de plastocimento.....	67
Figura 18a : Montagem da câmara de compostagem.....	68
Figura 18b : Montagem da câmara de compostagem.....	69

Figura 19 : Planta Baixa do abrigo – medidas em metros	73
Figura 20: Corte do abrigo – medidas em metros.....	73
Figura 21a: Etapas de construção de um banheiro seco com duas câmaras em Siderópolis (SC) (SETE LOMBAS, 2009).....	99
Figura 21b: Etapas de construção de um banheiro seco com duas câmaras em Siderópolis (SC) (SETE LOMBAS, 2009).....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais doenças de veiculação hídrica	25
Tabela 2: Fabricantes de banheiros secos industrializados e seus respectivos países.....	31
Tabela 3: Quantidade de nutrientes contidos em excrementos e urina (pessoa/ano) considerando uma dieta ocidental.....	33
Tabela 4: Custos de implantação de diferentes tipos de sistema de tratamento de água residuárias.....	41
Tabela 5 : Concentração de alguns patógenos em reator piloto.....	43
Tabela 6: Quantidade aproximada (kg) de nutrientes para produzir 1 tonelada de algumas culturas.....	45
Tabela 7: Custos para confecção de gabaritos para construção das placas.....	70
Tabela 8: Custos para confecção de câmara de compostagem em plastocimento.....	71
Tabela 9: Custo para construção de abrigo tipo casinha.....	72
Tabela 10: Custos decorrentes do projeto em Beberipe/CE.....	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Faixa etária dos familiares dos pesquisados (Maio/09).....	74
Gráfico 2 : Escolaridade dos participantes (Maio/09).....	75
Gráfico 3 : Fonte predominante de água nas residências (Maio/09).....	75
Gráfico 4 : Opinião sobre qualidade da água (Maio/09).....	76
Gráfico 5 : Tipo de tratamento de água para beber (Maio/09).....	77
Gráfico 6 : Doenças em adultos (Maio/09).....	77
Gráfico 7 : Doenças em crianças (Maio/09).....	78
Gráfico 8: Conhecimento do funcionamento do banheiro seco. Comunidade de Coquilho /MA (Maio/09).....	79
Gráfico 9: Nível de aceitação da comunidade de Coquilho em utilizar um banheiro seco para economia de água e aproveitamento de resíduos (Maio/09).....	79
Gráfico 10: Percepção da adoção do banheiro seco na melhoria da saúde na Comunidade de Coquilho – São Luís/MA (Maio/09).....	80
Gráfico 11: Percepção da redução da poluição devido à adoção do banheiro seco. Comunidade de Coquilho- São Luís/MA (Maio/09).....	80
Gráfico 12: Conhecimento do funcionamento do banheiro seco. Comunidade de Coquilho/MA (Junho/09).....	81
Gráfico 13: Nível de aceitação da comunidade de Coquilho em utilizar um banheiro seco para economia de água e aproveitamento de resíduos (Junho/09).....	81
Gráfico 14: Percepção da adoção do banheiro seco na melhoria da saúde na Comunidade de Coquilho – São Luís/MA (Junho/09).....	82
Gráfico 15: Percepção da redução da poluição devido à adoção do banheiro seco. Comunidade de Coquilho- São Luís/MA (Junho/09).....	82

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas cerca de um bilhão de pessoas não consome água tratada e aproximadamente 1,7 bilhão não possui sistema de esgoto estando, portanto, vulneráveis à incidência de doenças (BORGES, 2003). Em países sub-desenvolvidos ou em desenvolvimento (ex. Brasil), o consumo de água contaminada e pisoteio em ambientes insalubres é considerada como uma das principais causas de morte infantil.

Conforme a Organização Mundial de Saúde aproximadamente 80% das doenças constatadas no Brasil estão relacionadas à falta de saneamento básico (MARTINETTI *et al*, 2007a). A busca por tecnologias alternativas exitosas e de baixo custo para tratamento de dejetos que se adequem a realidade brasileira, aproveitando os fatores e recursos disponíveis, é uma necessidade para o desenvolvimento do país, que só será suprida quando se souber utilizar de forma eficaz e com equidade social os recursos naturais disponíveis (SOUSA, 2009).

A grande maioria da população rural do Estado do Maranhão vive em condições precárias de habitação, higiene e saneamento básico. Cerca de 80 % da população não possui nenhum tipo de esgotamento sanitário ou vive apenas com fossas sépticas rudimentares (IMESC, 2007). Os “banheiros” destas comunidades rurais são na verdade pequenos espaços de 2 m², normalmente feitos com folhas e pecíolos de babaçu, sem nenhum acessório sanitário, apresentando em alguns momentos uma característica indígena (MARANHÃO, 2008).

No que tange à Ilha de São Luís pode-se destacar que, além de suas deficiências em termos de saneamento básico, o município apresenta baixa aptidão agrícola, decorrente da predominância de solos arenosos com baixa produtividade cuja fertilidade pode ser incrementada com a adição de matéria orgânica obtida através da compostagem de dejetos humanos que passam por processos aeróbicos, biológicos e físicos resultando em um composto rico em nutrientes (SILVA; FORTES, 2007).

Localizada na zona rural na porção sudeste da Ilha de São Luís, a comunidade de Coquilho agrega 611 famílias distribuídas ao longo de uma área de aproximadamente 472 ha. A comunidade apresenta déficit em termos de saneamento por não dispor de abastecimento d'água e esgotamento sanitário adequados, configurando-se como uma

localidade apropriada para o desenvolvimento de ações voltadas para o saneamento ambiental .

Na comunidade está localizado o sítio ecológico Panakui, onde será implantado o protótipo do banheiro seco, tendo em vista a frequente visitação de alunos universitários e entidades governamentais e não governamentais ligadas ao meio ambiente. A referida construção objetiva também utilizar a comunidade de Coquilho como área de referência para desenvolvimento de um projeto piloto a fim de posteriormente dar início às oficinas em outros municípios maranhenses que é a ação objeto do projeto “Implantação de tecnologias alternativas para tratamento de resíduos humanos em municípios na região do baixo Munim” aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico por meio do edital CT-Agro 027/09.

Com vistas a incrementar a qualidade de vida das populações rurais e periféricas, faz-se necessária, a curto e médio prazo, a implantação de medidas, tais como: i) acesso a tecnologias alternativas por meio das mobilizações, ii) redução da mortalidade infantil, por meio do saneamento básico, iii) melhoria na potabilidade da água de consumo pela adoção de medidas sanitárias de tratamento de dejetos humanos, iv) geração de renda por meio do reaproveitamento de dejetos humanos compostados em programas de agricultura familiar; v) melhoria da qualidade de vida por meio da socialização das informações vinculadas neste projeto.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Promover a viabilidade da tecnologia do banheiro seco como forma de melhoria da saúde e da qualidade ambiental na comunidade de Coquilho, zona rural de São Luís/MA

2.2 Específico

Fazer levantamento de experiências com banheiro seco no Brasil e no Maranhão;
Socializar informações e técnicas acerca da tecnologia de baixo custo do banheiro seco por meio de mobilização e sensibilização da Comunidade de Coquilho em São Luís/MA;

Adaptar a metodologia construtiva de um banheiro seco no sentido de facilitar sua replicação;

Desenvolver projeto piloto através da construção de um protótipo de banheiro seco constituído de placas de plastocimento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Uso sustentável dos recursos naturais

A Agenda 21, conjunto de medidas propostas pelos países participantes da conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), representou um avanço no sentido de reforçar a idéia segundo a qual desenvolvimento e meio ambiente constituem um binômio central e indissolúvel e, como tal, deve ser incorporado às políticas públicas e às práticas sociais de todos os países do planeta (BEZERRA; MUNHOZ, 2000).

No Brasil, muito em função da abundância de sua natureza, verifica-se comumente o uso abusivo dos recursos naturais, acarretando consequências deletérias ao

meio ambiente. Faz-se necessário que a sociedade brasileira incorpore a idéia que os recursos naturais apenas estarão disponíveis para esta geração e para as vindouras, se utilizados de modo racional e em consonância com os respectivos tempos de regeneração.

Com vistas a abordar o conhecimento necessário acerca dos recursos naturais objetivando a prática do desenvolvimento sustentável apresenta-se, a seguir, um diagnóstico sintético de alguns dos fatores que interagem no processo do uso desses recursos.

3.1.1 Uso do solo

Para suprir suas necessidades, o ser humano usa a terra, entendida como fase terrestre onde se situam os recursos naturais, de diversas maneiras: produção de alimentos, fibras, madeiras para finalidades urbanas e industriais; transportes rodoviários, ferroviários; extração de minérios e de matérias de construção; distribuição de energia e disposição dos resíduos (BEZERRA; MUNHOZ, 2000).

O manejo adequado dos solos deve ser alicerçado em três condições básicas para a superação de seus condicionantes e limitações, entre os quais: O desenvolvimento e adoção de tecnologias adequadas; O redirecionamento do expressivo volume de capital para a construção da fertilidade e para o manejo desses solos, bem como a gestão empresarial por parte dos detentores de terras agricultáveis.

A disposição inadequada de dejetos humanos no solo resulta na quebra do equilíbrio dinâmico caracterizado por interações contínuas entre seus componentes físicos, químicos e biológicos, implicando também em instabilidade e degradação com perda parcial ou total de sua capacidade produtiva. Tal recuperação é usualmente possível, gerando, entretanto, elevados custos para sua implementação.

3.1.2 Recursos hídricos

A água representa, ao lado da energia solar, um dos requisitos essenciais para a vida na Terra. De fato, a maior parte da massa dos organismos vivos é constituída de água e sua nutrição e suas excreções se dão sob a forma de soluções aquosas (SCHUBART, 1997).

A existência da vida na terra é condicionada à disponibilidade deste recurso natural, um recurso natural que propicia saúde, conforto e bem estar ao homem, por meio de seus numerosos usos, dentre os quais se destacam o abastecimento das populações, a irrigação, a produção de energia, a navegação e mesmo a veiculação e a depuração de esgotos e águas servidas (ABES, 2009).

A agenda 21 é um compromisso voluntário dos países que participaram da Conferência Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente promovida pelas Nações Unidas e realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

Em seu capítulo 18 que trata da proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos, ressalta-se a importância da aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos, identificando diversas atividades voltadas à prevenção e controle da poluição das águas.

Dentre essas atividades está a prevenção da poluição por meio de novas tecnologias de baixo custo que reduzam a contaminação na fonte de forma a garantir a eliminação ambientalmente segura de efluentes. Nesse contexto, a adoção de uma tecnologia de tratamento de resíduos humanos do banheiro seco atende a diversas recomendações expressas na Agenda 21.

Segundo Bezerra e Munhoz (2000) dentre os problemas mais graves na área de recursos hídricos no país destacam-se: i) dados e informações insuficientes ou não acessíveis para se promover uma adequada avaliação dos recursos hídricos; ii) manejo inadequado do solo na agricultura; iii) decisões tomadas sem recorrer sistematicamente a métodos quantitativos de avaliação; iv) escassez natural de água, ou causada pelo uso intensivo do recurso hídrico; v) disseminação de uma cultura de abundância dos recursos hídricos; e vi) ocorrência de enchentes periódicas nos grandes centros urbanos brasileiros.

3.1.3 Agricultura sustentável

A idéia de agricultura sustentável indica o desejo social de práticas que, simultaneamente, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar. Em termos gerais, sustentabilidade na agricultura implica na adoção de um sistema produtivo de alimentos e fibras que garanta: a) a manutenção, a longo prazo, dos recursos naturais e da produtividade agrícola; b) o mínimo de impactos adversos ao ambiente; c) retornos adequados aos produtores; d) otimização da produção com um mínimo de insumos externos; e) satisfação das necessidades humanas de alimentos e renda; e) atendimento às demandas sociais das famílias e das comunidades rurais.

É importante salientar que são raras as soluções multiplicáveis que podem ser seguidas em larga escala por um grande número de agricultores em diferentes ecossistemas.

Dentre essas soluções pode-se destacar o uso de insumos obtidos por meio de práticas biológicas, mais especificamente o uso de material orgânico compostado, sendo essa uma prática particularmente adequada ao Brasil pois pode ser implementada com baixo custo, segurança sanitária e excelentes resultados agronômicos (BEZERRA; VEIGA, 2000).

A reciclagem agrícola dos bio-sólidos, realizada dentro de critérios seguros, contribui para fechar o ciclo ecológico dos nutrientes retirados do solo pela agricultura, melhorar a resistência à erosão das terras agricultáveis e para a implantação de métodos sustentáveis de produção agrícola. Dentre as alternativas de tratamento de dejetos orgânicos para esta finalidade, a compostagem é uma tecnologia privilegiada por permitir o processamento integrado de vários resíduos, bem como a produção de um insumo de alta qualidade agronômica, sanitariamente seguro e de boa aceitação no mercado (FERNANDES, 1998).

3.2 Importância do saneamento

Saneamento é o conjunto de medidas que visam a preservação ou alterações das condições do meio ambiente, com a finalidade de prevenir a doença e promover a saúde (BRASIL, 2006).

Dentre as soluções de saneamento, o esgotamento sanitário constitui uma das mais importantes medidas preventivas de enfermidades, uma vez que os organismos patogênicos causadores da maior parte dos transtornos relacionados com a água e as más condições de higiene se encontram nas fezes ou urinas das pessoas infectadas. Em consequência, a eliminação adequada das excretas, de maneira a impedir o contato de forma direta ou indireta com o homem, reduz consideravelmente a possibilidade de transmissão dessas enfermidades (BRASIL, 2009).

A lei Federal 11.445/2007, também denominada Lei do Saneamento, define que os serviços públicos nesta área serão prestados, dentre diversos princípios fundamentais, com a realização do esgotamento sanitário de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

As principais doenças de veiculação hídrica, considerando-se a água como veículo passivo para o organismo causador da infecção, agente etiológico, forma de contágio, sintomas e período de incubação são apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01: Principais doenças de veiculação hídrica

Doença	Agente etiológico	Forma de contágio	Sintomas	Período de incubação
Amebíase ou Disenteria	alimentos contaminados por cistos amebianos	Ingestão de água ou alimentos contaminados por cistos amebianos	Disenteria aguda e fulminante, febre, calafrios e diarreia sanguinolenta ou mucóide, até um mal-estar abdominal leve e diarreia sanguinolenta ou mucóide alternando com períodos de estremecimento ou remissão. Frequentemente assintomática, podendo estar associada à diarreia crônica, esteatorréia, cólicas abdominais, fadiga e perda de peso. O primeiro sinal da infestação frequente é a presença de vermes vivos nas fezes ou ressurcidos. Sinais pulmonares incluem a síndrome de Coeffer, caracterizada por respiração irregular, espasmos de tosse, febre e pronunciada eosinofilia no sangue. A alta densidade de parasita pode causar distúrbios digestivos e nutricionais, dor abdominal, vômitos, inquietação e perturbação do sono. Complicações graves, não raro fatais, incluem obstrução intestinal e migração de vermes adultos para o fígado, pâncreas, apêndice, cavidade peritoneal e trado respiratório superior.	Entre 2 a 4 semanas
Ascariíase ou lombriga	Nematóide <i>Ascaris lumbricoides</i>	Ingestão de água ou alimentos contaminados por ovos		Entre 4 a 8 dias
Cólera	Bactéria <i>Vibrio cholerae</i>	Ingestão de água contaminada	Diarreia aquosa abundante, vômitos ocasionais, rápida desidratação, acidose, câmbriasmusculares e colapso respiratório, podendo levar o paciente à morte num período de 4 a 48 horas, se não tratado.	De horas a 5 dias, na maioria dos casos varia entre 2 a 3 dias
Disenteria bacilar	Bactéria do gênero <i>Shigella</i> , constituída por quatro espécies: <i>S. dysenteriae</i> , <i>S. flexneri</i> , <i>S. boydii</i> e <i>S. sonnei</i>	Ingestão de água, leite e alimentos contaminados	Infecção bacteriana aguda, principalmente no intestino grosso, caracterizada por febre, náuseas e algumas vezes seguida de vômitos, cólicas e tenesmo (sensação dolorosa na bexiga ou na região anal). Nos casos graves as fezes apresentam sangue, muco e pus.	Varia de 12 a 48 horas

Adaptado de Brasil (2009)

Tabela 01: Principais doenças de veiculação hídrica

(cont.)

Doença	Agente etiológico	Forma de contágio	Sintomas	Período de incubação
Esquistossomose	Asquelminto Schistosomamansoni	Ingestão de água contaminada e através da pele	Febre, dor de cabeça, calafrios, sudorese, fraqueza, falta de apetite, dor muscular, tosse e diarreia, esse os sintomas da esquistossomias e, ou aumentam devido às inflamações causadas pela presença do verme e de seus ovos. Se não for tratada, a doença pode evoluir para sua forma crônica, onde a diarreia fica cada vez mais constante alternando-se com prisão de ventre e as fezes podem aparecer com sangue. O doente sente tonturas, coceira no ânus, palpitações, impotência, emagrecimento e o fígado endurece e aumenta ainda mais. Nesse estágio, a aparência do enfermo torna-se característica: fraco, mas com uma enorme barriga, o que dá a doença seu nome popular de barriga d'água.	Em 24 horas é possível encontrar larvas nos pulmões, porém somente após o 40º dia podem ser encontrados ovos de S. mansoni nas fezes
Febre paratifóide	Bactérias Salmonella paratyphi, S. schottmuelleri e S. hirshjedi	Ingestão de água e alimentos contaminados	Infecção bacteriana que se caracteriza por febre contínua, eventual aparecimento de manchas róseas no tronco e diarreia. Sua letalidade é mais baixa do que a febre tifóide.	Até 4 semanas.
Febre tifóide	Bactéria Salmonella typhi	Ingestão de água e alimentos contaminados	Infecção bacteriana que se caracteriza por febre contínua, mal-estar, manchas rosadas no tronco, tosse seca, prisão de ventre mais frequente que diarreia e comprometimento dos tecidos linfóides.	Em média, 2 semanas
Hepatite A	Vírus da Hepatite A, hepatovirus RNA, família Picornaviridae	Ingestão de água e alimentos contaminados, contato fecal-oral	Início geralmente súbito com febre, mal-estar geral, falta de apetite, náuseas, sintomas abdominais seguidos de icterícia.	De 15 a 45 dias, em média, 30 dias

Adaptado de Brasil (2009)

Além das enfermidades com fonte na água, listadas na Tabela 01, as doenças relacionadas a este recurso natural também podem ser classificadas em decorrência da falta de higiene, pois dependem da educação da população e da disponibilidade de água segura. Nesse grupo podem-se reunir: Escabiose; Pediculose (piolho); Tracoma; Conjuntivite bacteriana; aguda; Salmonelose; Tricuríase; Enterobíase; Ancilostomíase; Ascaridíase. Devem-se destacar também as doenças transmitidas por vetores que se relacionam com a água, como: Malária; Dengue; Febre amarela; Filariose (PHILIPPI JR, 2005).

A falta de medidas como proteção dos mananciais e fontes de água e a ausência de um sistema adequado de esgotamento sanitário resulta no incremento da poluição orgânica e bacteriológica, tendo como uma das principais causas o alto número de coliformes fecais originários diretamente da poluição doméstica, o transporte e posterior deposição em solos marginais de ovos de parasitas humanos eliminados com as fezes, tais como ancilostomos (*Ancilostoma duodenale*; ancilostomose), lombrigas (*Ascaris lumbricoides*; ascaríase) e tênia (*Echinococcus granulosus*; hidatidose), além do aumento na reprodução de insetos dípteros, responsáveis pela transmissão de doenças de contaminação via mucosas ou corrente sanguínea, tais como os mosquitos dos gêneros *Aedes* sp. (febre amarela), *Culex* sp. (filariose), *Phlebotomus* sp. (leishmaniose) e o *Anopheles* sp. (malária). Apesar de algumas destas doenças terem sido erradicadas há muitos anos, basta um portador trazer o agente causador até a região para novamente aparecerem casos e potencializar uma epidemia em vista das ótimas condições para o desenvolvimento dos vetores (BRASIL, 2009).

No Brasil, a ausência ou deficiência de saneamento é uma das principais causas de degradação do meio ambiente e de proliferação de doenças. Martinetti *et al.* (2007a) informam que, segundo um estudo apresentado em 1998 pelo Ministério das Cidades, a inadequação dos serviços e ações de saneamento é responsável por 65 % das internações hospitalares de crianças abaixo de 10 anos. Este percentual é comumente extrapolado para o total de internações no País¹, tendo Barcellos (2005) questionado este senso comum, classificando-o como “Lenda Urbana”. Segundo Costa (2007), a proporção de internação no SUS em decorrência de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) é cerca de 5,5%, implicando em gastos totais da ordem de R\$ 136 milhões, pelo poder público para o ano de 2003. Estes números não indicam, entretanto, que não há necessidade de investimentos no setor. O saneamento, além do objetivo de afastar o risco de doenças, é um

¹ A busca na Internet, no site de procura Google, pelos fragmentos de frase “falta de saneamento” e “% das internações”, em maio de 2009, fez surgir cerca de 3.800 vínculos, muitos dos quais ratificando este número.

fator primordial para o conforto, o bem estar e proteção ambiental do meio onde se encontra a população.

Dos municípios brasileiros que integram o Sistema Nacional de Informação de Saneamento (SNIS), 80,9% dispõem de abastecimento d'água, enquanto 42,0 % apresentam esgotamento sanitário. Somente 32 % dos esgotos gerados passam por tratamento (BRASIL, 2007), destacando-se os Estados da Região Centro-Oeste onde o atendimento para tratamento de esgotos é de 41,8% seguido pela região Sudeste que apresenta 33,8% dos municípios atendidos. A região como o menor índice de atendimento é a Região Norte com apenas 9,6 % dos domicílios atendidos por sistema de tratamento dos esgotos gerados.

3.3 Esgotamento sanitário

Segundo Martinetti *et al.* (2007a), a evolução dos sistemas de coleta de esgoto no Brasil levou a uma situação que privilegia o afastamento do efluente das residências sem preocupação com sua destinação e análise dos impactos que causam como a poluição dos corpos hídricos havendo necessidade da construção de grandes estações de tratamento de esgoto, construção de redes coletoras cada vez mais extensas que causam danos e prejuízos ao meio ambiente e no uso do solo.

É importante salientar a distribuição desigual no atendimento das populações urbanas e rurais. Em “Primeiras análises – saneamento básico/habitação” (IPEA, 2007) verifica-se que no Brasil a área urbana é atendida por rede coletora em 57,39% dos casos e por fossa séptica em 23,57%, estando o restante dos moradores em domicílios particulares permanentes atendidos por soluções não adequadas como: fossa rudimentar, valas, corpos hídricos ou outro tipo. Somente 1,62 % não dispõem de quaisquer soluções de esgotamento.

Na zona rural, apenas 5,3% da população é atendida por rede coletora, enquanto 18,4% dos moradores utilizam fossa séptica, 21,99% do total não dispõe de quaisquer soluções de esgotamento sanitário, 54,31% dos habitantes remanescentes são atendidos por soluções inadequadas de saneamento.

O relatório “Visão geral da prestação de serviços de água e esgoto” referente à 2007, informa que os prestadores de serviços participantes do SNIS, investiram R\$ 2.184,6 milhões somente no incremento do número de ligações à rede de esgotamento. Este mesmo estudo apresenta a informação que, em valores do ano de 2007, se faz necessário um investimento da

ordem de R\$ 268,8 bilhões para se alcançar a universalização dos serviços de água e esgotos, fazendo-se também a reposição da infraestrutura existente de forma a assegurar atendimento contínuo e de qualidade (BRASIL, 2007).

Considerando os custos envolvidos na ampliação do sistema, verifica-se a necessidade de buscar uma infraestrutura de tratamento de efluentes alternativa que possa representar opção ao sistema tradicional adotado como solução na maioria dos casos (fossa negras na zona rural e estações de tratamento de esgoto centrais na zona urbana), sendo de fácil construção e manutenção aliadas a preocupação com a qualidade ambiental, com o bem estar do ser humano e com o uso racional dos recursos naturais, baseados nos princípios e conceitos da sustentabilidade (MARTINETTI *et al.*, 2007a).

A transferência de tecnologia e a socialização da informação é, sem dúvida, a mais adequada ferramenta para a melhoria da qualidade de vida e geração de renda de comunidades carentes. O acesso a habitação decente, com mínimas condições de higiene e saneamento básico, ainda é um dos principais constituintes dos direitos universais da humanidade, juntamente com o direito a alimentação adequada e água potável de qualidade (LERDA; SABATINI, 2006).

A implantação de soluções de saneamento, notadamente de esgotamento sanitário, além de evitar a poluição dos recursos naturais, especialmente dos recursos hídricos, traz também benefícios para a saúde da população atendida pois as águas contaminadas por dejetos humanos são uma das principais formas de transmissão de doenças.

A ampliação e universalização dos serviços de abastecimento e esgotamento, em virtude de seus elevados custos, demandam o estudo e a adoção de soluções de saneamento alternativas que sejam tecnicamente viáveis e de baixo custo com a finalidade de beneficiarem, em um curto intervalo de tempo, uma maior parcela da população que carece desses serviços.

3.4 História do banheiro seco

Até meados do século XVIII as pessoas urinavam e defecavam nas ruas. Segundo o manual “*A ética galante*”, de Johan Barth, as pessoas deviam se comportar da seguinte maneira: “Ao passar por uma pessoa que está se aliviando na rua, seja de urina ou de outras

sujeiras, você deve se comportar como se não a visse, de forma que, naquele momento, é indelicado cumprimentá-la” (BUENO, 2007).

Esse panorama passou a mudar com a invenção do vaso sanitário por John Harrington, em 1597, para uso exclusivo da rainha Elizabeth I, sendo mais tarde aprimorado, em 1775, por Alexander Cummings. Em 1884, George Jennings criou o “vaso pedestal”, com descarga conectada ao encanamento. O vaso sanitário se popularizou e a descarga passou a levar os dejetos mais rapidamente para os mananciais de água (BUENO, 2007), resultando em um significativo retrocesso em termos de qualidade ambiental pois a mistura dos dejetos com água implica no incremento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos corpos hídricos que recebem o despejo desses efluentes.

No Brasil, a população começou a se desenvolver na cidade do Rio de Janeiro a partir de 1565. Seus moradores tinham o costume de lançar na rua todos os despejos e detritos domésticos, transformando-a em uma imensa cloaca, com um mau cheiro insuportável e ondas de insetos. Os esgotos das casas eram acondicionados em barricas de madeira e transportados por escravos, apelidados pelo povo de “Tigres”. Estes dejetos eram lançados no lugar mais próximo sem nenhuma espécie de tratamento ou cuidados (TEIXEIRA, 2008).

Em 1857 o Imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 1929 que estabelecia um contrato básico de esgotamento sanitário na cidade do Rio de Janeiro. Somente em 1863 as obras são iniciadas e em 1871 é detectado o funcionamento precário da rede, em face da extrema falta d’água, segundo relatório da Companhia City – empresa contratada para construir a rede de esgoto. Em 1947 termina o contrato com a companhia, cujos serviços mostravam-se deficientes e não se modernizavam, porque a empresa, em face da sua situação financeira, via-se obrigada a sacrificar as condições técnicas. Em consequência, a Inspeção de Águas e Esgotos do Ministério da Educação e Saúde não mais autorizou novas concessões e passou a contratar diretamente as obras de expansão da rede (TEIXEIRA, 2008).

Historicamente, a utilização de material fecal compostado como adubo para agricultura é uma prática consolidada ao longo de séculos, principalmente nos países orientais como China, Korea e Japão. Jenkis (2005) afirma que na China, a prática de compostagem com resíduos da colheita permitiu a produção agrícola suprir a necessidade de altas densidades populacionais sem perda da fertilidade do solo por mais de 4000 anos.

Henry Moule (1801-1880), Padre de Fordington em Dorset-Inglaterra (OXFORD, 2009), produziu, em 1861, uma cartilha de 20 páginas intitulada “Riqueza e saúde nacional ao invés de doença, amolação, gasto e resíduo sólido causado pelas fossas abertas e drenagem de água”.

O material escrito foi um relato dos resultados obtidos através de suas experiências desenvolvidas a partir do verão de 1859, que se iniciaram com mistura de material fecal com terra e sua posterior utilização para fins agrícolas. Em 1873, Henry Moule construiu um sistema de tratamento constituído de um recipiente sanitário (Figura 1) ligado a um balde sob o assento e a um funil por onde se despejava terra fina seca ou cinzas na quantidade necessária para cobrir seu conteúdo (DEL PORTO; STEINFELD, 2000).



Figura 1: Sanitário desenvolvido por Henry Moule – 1875 (WIKIMEDIA ,2009)

Na década de 1930, Rikard Lindstrom, um professor de arte sueco, desenvolveu um banheiro seco cuja tecnologia passou a difundir na região onde morava. O produto de seu trabalho é o “Clivus Multrum”, um banheiro seco pré-fabricado que não utiliza água, nem eletricidade ou produtos químicos. O nome vem do Clivus, que em Latin significa *inclinado* e o multrum, que em sueco significa câmara de compostagem (WINBLAD, 1998).

Sua invenção foi registrada posteriormente nos Estados Unidos aonde se iniciou a produção industrial usando-se fibra-de-vidro em sua fabricação. É adotado em parques nacionais, casas-de-campo e em regiões de difícil acesso (LENGEN, 2008).

Nos Estados Unidos e na Europa (sobretudo na Escandinávia) e em alguns países “desenvolvidos” privilegia-se, por conta do maior poder aquisitivo da população, soluções pré-fabricadas mais ou menos sofisticadas (WINBLAD,1998) que, devido a seu elevado custo, não se enquadram como soluções alternativas para comunidades rurais. Na Tabela 2 são apresentados alguns fabricantes com seus respectivos países.

Tabela 2: Fabricantes de banheiros secos industrializados e seus respectivos países.

FABRICANTE	PAÍSES
Advanced Composting Systems	Estados Unidos
Biolet	Estados Unidos
Biosun	Estados Unidos
Estados Unidos	United States, Austrália, Suécia e Noruega
EcoEthic	Canadá
Ecoflo Water Management	Austrália
Austrália	África do Sul
Envirolet	Canadá
EcoTech Carousel	Estados Unidos
MullToa	Suécia
Nature-loo	Austrália
Nature's Head	Estados Unidos
Phoenix	Estados Unidos
Sun-Mar	Canada
Sunfrost	Estados Unidos
Separett	Suécia
SIRDO	Mexico

Fonte: Finland , 2009

Nos anos setenta, um arquiteto latino americano, Álvaro Ortega, desenvolveu uma versão artesanal em alvenaria para autoconstrução e de baixo custo. Esta versão foi adotada, com sucesso, pelo governo mexicano em um programa nacional de saneamento a partir de 1984 (LENGEN, 2008).

No Brasil, a tecnologia do banheiro seco é difundida pelo Instituto Tibá de Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura, organização fundada por Johan van Lengen – autor do livro “*Manual do Arquiteto Descalço*”, pelo Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC) e um grande número de organizações que desenvolvem projetos dos quais se apresentam alguns exemplos no Anexo A.

3.5 Caracterização e funcionamento de um banheiro seco

Banheiro Seco é um sistema sanitário de tratamento a seco dos dejetos humanos, inclusive dos resíduos orgânicos domésticos que utiliza matéria orgânica seca na descarga ao invés de água (LENGEN, 2008). É uma alternativa sanitária que apresenta, sob o assento, uma ou várias câmaras de compostagem que recebem os dejetos humanos (fezes e urina) e material orgânico como folhas secas, papel higiênico, serragem ou grama cortada.

Os banheiros secos podem apresentar diferentes configurações, podendo ser dotados de recipientes móveis, dispor de vários compartimentos, apresentar câmara dupla (MARTINETTI *et al.*, 2007a) ou utilizar câmara única bicompartimentada.

Independente do modelo adotado, todo banheiro seco funciona através de um processo biológico em que a matéria orgânica depositada passa por um processo de compostagem onde micro-organismos aeróbicos transformam os dejetos em matéria orgânica estabilizada própria para ser usada como adubo. Este sistema é convencionalmente empregado na fabricação de composto em agricultura (LENGEN, 2008).

A compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (FERNANDES, 1998).

A partir de resíduos orgânicos com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos), o processo de compostagem transforma, através da ação de micro-organismos aeróbicos, a matéria orgânica em insumo agrícola, de odor agradável, de fácil manipulação e livre de microrganismos patogênicos (FERNANDES, 1998).

Os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas de transformação sob a ação de diversos grupos de microrganismos (IPT/CEMPRE, 2000), resultando num processo cujo esquema simplificado é apresentado na Figura 2. Cabe ressaltar que alguns usuários deste banheiro (BORGES JR., 2009) verificaram a liberação de amônia (NH₃) provavelmente devido à incorporação de urina (rica em uréia) misturada com material fecal.

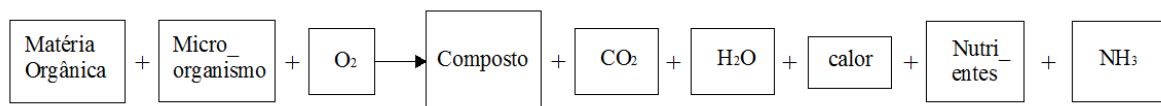


Figura 2: Esquema simplificado do processo de compostagem (Adaptado de FERNANDES, 1998).

O composto gerado em um banheiro seco apresenta grande quantidade de nitrogênio, carbono e potássio que são os principais nutrientes contidos nos fertilizantes aplicados na agricultura. Segundo Huuhtanen e Laukkanen (2006), a quantidade de nutrientes existente na urina e no excremento produzidos por uma pessoa em um ano resulta no mesmo montante de nutrientes necessário para cultivar os grãos demandados para alimentar uma pessoa por igual intervalo de tempo conforme pode ser verificado na Tabela 3 (MARTINS, 2007).

Tabela 3: Quantidade de nutrientes contidos em excrementos e urina (pessoa / ano) considerando uma dieta ocidental

Nutrientes mais importantes na agricultura	Urina (500 l)	Excremento Sólido (50 Kg)	Total	Total de nutrientes necessários para produzir 250 kg de grãos
Nitrogênio (N)	5,6 Kg	0,09 Kg	5,7 Kg	5,6 Kg
Fósforo (P)	0,4 Kg	0,19 Kg	0,6 Kg	0,7 Kg
Potássio (K)	1,0 Kg	0,17 Kg	1,2 Kg	1,2 Kg
Total	7 Kg	0,45 Kg	7,5 Kg	7,5 Kg

Fonte: Huuhtanen; Laukkanen (2006), adaptado por Martins, 2007

Em termos de banheiros secos, alguns modelos demandam, através da existência de dispositivos distintos de coleta, a separação entre urina e fezes. Tal medida decorre da demasiada quantidade de nitrogênio existente na urina, o que dificulta o processo de compostagem por adicionar uma quantidade extra de líquido à mistura, além de potencializar o odor naturalmente verificado nas fezes humanas (JENKINS, 2005). No protótipo do banheiro seco adotado no presente trabalho, a urina será depositada juntamente com as fezes no interior da câmara de compostagem.

Uma alternativa para a não segregação entre fezes e urina no interior da câmara de compostagem é a adição de mais materiais carbônicos como folhas secas, papel higiênico, serragem ou grama cortada. Esta mistura absorve a quantidade extra de líquido da urina, reduzindo consideravelmente o odor. Este processo contribui também para o desenvolvimento

de compostagem termofílica (45°C a 85°C – faixa de temperatura favorável ao desenvolvimento de microorganismos aeróbicos) pois favorece o balanço entre os elementos Carbono e Nitrogênio (JENKINS, 2005).

Por se tratar de um processo de compostagem aeróbica, faz-se necessária a constante aeração do dispositivo para a nutrição dos micro-organismos e bactérias. Para isto o banheiro seco deve dispor de sistema de aeração que se constitui de uma rede de ventilação que se encarrega da exaustão dos gases (através de tubulação que funciona como uma chaminé - evitando-se odores desagradáveis) e da umidade liberados pelo processo de compostagem (LENGEN, 2008).

A geometria e dimensões das câmaras de compostagem favorecem a elevação da temperatura interna para cerca de 70^o C, condição consideravelmente imprópria para a sobrevivência de organismos patogênicos, resultando em sua eliminação por ação dos micro-organismos aeróbicos envolvidos no processo de decomposição.

A utilização da tecnologia do banheiro seco é uma solução indicada para locais (zonas rurais ou em periferias urbanas) onde não há disponibilidade de água ou de tratamento sanitário de esgoto, pois os dejetos são tratados a seco no local, a um custo significativamente menor, prescindindo de elementos de um sistema convencional de esgotos como tanques sépticos, filtros anaeróbicos, sumidouro (em regiões desprovidas de coleta pública), redes coletoras e estações de tratamento.

A hermeticidade da(s) câmara(s) de compostagem do banheiro seco interrompe a disseminação de organismos patogênicos de veiculação hídrica, acarretando na eliminação da contaminação do solo, lençóis d'água, rios, lagos e oceanos. Além dos custos reduzidos decorrentes de sua implantação, segundo Teixeira (2008) os sanitários convencionais gastam em média 13 litros de água a cada descarga, podendo chegar a 30 litros se estiver desregulada. A adoção da solução do banheiro seco resulta na redução de cerca de 50% do consumo doméstico de água, convencionalmente utilizada nas descargas líquidas (JENKIS, 2005).

Cabe lembrar que os resíduos orgânicos de origem doméstica representam, em média, mais da metade do resíduo sólido produzido no Brasil. A adoção do sistema de tratamento a seco dos resíduos domésticos implica na diminuição do custo de coleta pública de resíduos sólidos em função da diminuição da demanda (IPT,2000).

3.6 Tipos de banheiros secos

3.6.1 Sistema com recipientes móveis

Consiste da utilização de recipientes móveis que permanecem estacionados sob o assento sanitário. São os receptáculos que podem ser de plásticos ou metálicos (tonéis metálicos) em função da disponibilidade (Figura 3).



Figura 3: Modelo de banheiro seco com recipientes móveis (JENKIS, 2005)

O sistema de aeração, assim como toda a estrutura do banheiro, deve permanecer fixo deslocando-se unicamente os recipientes quando se fizer necessário a alternância entre eles. Esta alternativa apresenta como vantagem a mobilidade na retirada do recipiente com sua capacidade alcançada e o fácil transporte deste material para o local onde será utilizado.

Configura-se como uma opção prática que, contudo, demanda uma construção com um desnível maior entre a área onde permanece fixado o vaso e o local de onde ficam estacionados os recipientes, o que normalmente implica em um maior custo em sua construção.

Outro inconveniente é a presença de mau cheiro em função da ascensão do ar favorecida pela perpendicularidade verificada entre o assento sanitário e o recipiente de coleta.

3.6.2 Sistema carrossel

O sistema tipo Carrossel caracteriza-se como um sistema que possui vários compartimentos que, depois de utilizados, são girados para posicionar outro compartimento sob o sanitário (Figura 4).

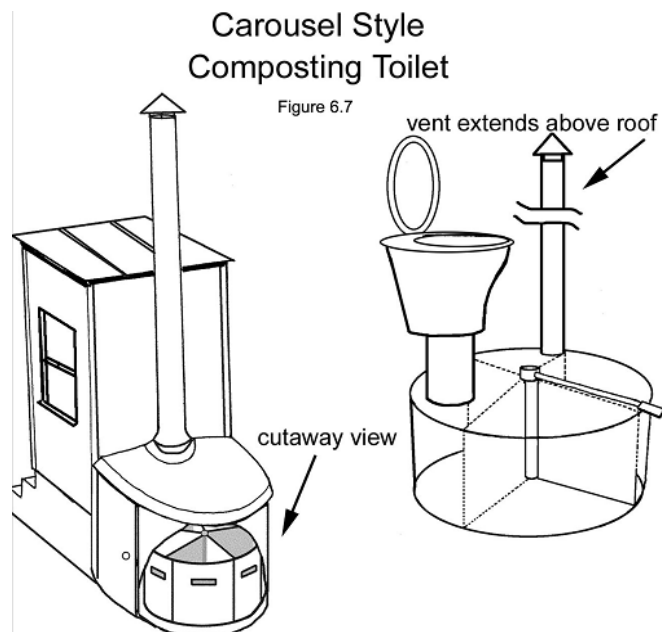


Figura 4: Esquema de um banheiro seco tipo carrossel (JENKINS, 2005).

Esta opção apresenta como vantagem a praticidade na mudança do recipiente que recebe o resíduo humano, sem que seja necessária a construção de diferentes câmaras ou a substituição dos recipientes. Sua adoção implica também na utilização de menores áreas, pois o sistema tipo carrossel implica na otimização do espaço utilizado. Pode apresentar, à semelhança do sistema com recipientes móveis, problemas com odores em função do alinhamento vertical entre o sanitário e a câmara de compostagem.

Suas características demandam, entretanto, a utilização de elementos metálicos pré-fabricados (carrossel) que requerem a disponibilidade de pessoal habilitado para realização desta manufatura ou o transporte destes componentes até o local de sua instalação. Mostra-se como uma alternativa de maior custo, dificultando sua aplicação em comunidades de menor poder aquisitivo.

3.6.3 Sistema com duas câmaras

Este sistema apresenta duas câmaras de compostagem dispostas uma ao lado da outra. A construção é executada acima do nível do solo com dois níveis interligados através de rampa por onde deslizam os resíduos humanos até se acumularem na porção inferior de cada uma das câmaras, utilizadas alternadamente em períodos mínimos de um ano (Figura 5).

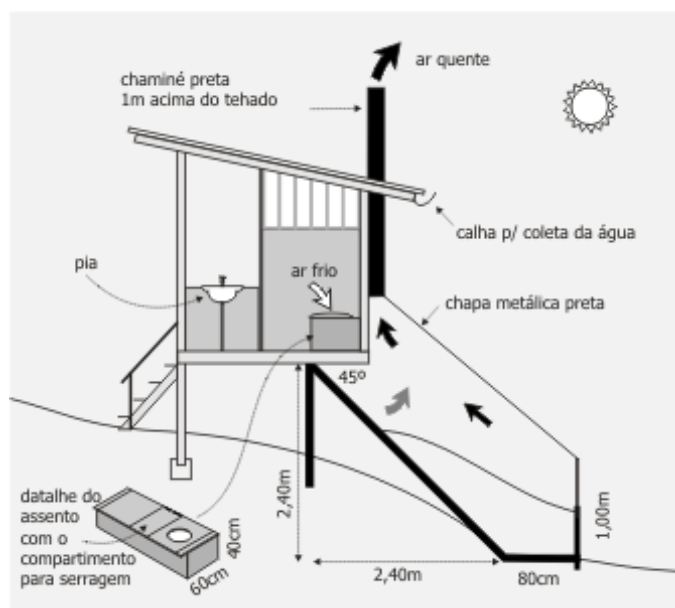


Figura 5: Corte esquemático de sanitário com duas câmaras (SETE LOMBAS, 2009)

Pode ser executado em terrenos planos ou em declive e apresenta como vantagens: a operação simplificada, pois o resíduo acumulado em uma câmara só é utilizado após o decorrer do período mínimo de um ano; a facilidade na execução que não demanda mão de obra especializada; a possibilidade da utilização de materiais alternativos em sua construção e a participação de membros da comunidade a ser beneficiada em sua construção, o que favorece a redução do custo de implantação.

3.6.4 Sistema com câmara única bicompartimentada

O sistema é basicamente constituído de uma câmara única bicompartimentada (Figura 6). Sua estrutura pode ser constituída de diferentes matérias desde fibra de vidro, alvenaria e concreto armado ou mesmo de membranas, constituídas de argamassa de cimento e areia misturados em volume na proporção de 1:2, intermediadas por um pedaço de plástico (placas de plastocimento).



Figura 6: Bason montado e não instalado. (LENGEN, 2008)

Apresenta como vantagens a pequena demanda por área, facilidade na execução no caso de utilização de materiais convencionais (alvenaria, concreto) ou alternativos (plastocimento), baixo custo e ampla possibilidade de participação da comunidade a ser beneficiada por sua implantação.

Caracteriza-se como uma alternativa que pode ser instalada ao longo da construção de uma residência nova, junto a uma residência pré-existente ou em uma unidade isolada constituída de um cubículo em alvenaria com cobertura de telhas ou laje.

Configura-se como uma alternativa implementada e utilizada em várias comunidades em diferentes regiões do País, apresentando-se como alternativa mais viável economicamente, o que favorece sua construção em um número maior de domicílios.

3.7 Adoção da tecnologia do banheiro seco

Com o objetivo de disponibilizar informações que contemplem diferentes aspectos relacionados à adoção, implantação e utilização do banheiro seco, apresenta-se, a seguir, um conjunto de variáveis balizadoras na tomada de decisão acerca da adoção da referida tecnologia.

3.7.1 Componentes/materiais constituintes

Os insumos empregados na construção de banheiro seco podem variar em função do tipo de solução empregada e da disponibilidade de material do local onde será implantado. Normalmente, o tipo de banheiro seco é definido objetivando a adequação às condições do meio onde será implantado. De um modo geral é comum a todas as soluções de banheiro seco o emprego de material convencional como cimento (ou cal em função da disponibilidade), areia, tijolo, ferro (estruturação das peças de concreto ou vergalhão utilizado na aeração do composto), tubo plástico, madeira e telhas utilizadas na cobertura cubículo onde fica o assento. Os materiais empregados podem ser mais alternativos com o emprego de tijolos de adobe (tijolos de terra crua, água e fibras vegetais, moldado e seco ao sol), folhas de palmeiras na cobertura e tela plástica na confecção das placas que irão compor a câmara de compostagem. O pré-requisito para um sistema bem sucedido é que o reservatório de compostagem seja impermeabilizado.

3.7.2 Área necessária para implantação

O emprego de banheiro seco implica normalmente em redução na área necessária para sua implantação tendo em vista a não necessidade da construção de sistema de tratamento convencional com tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro. A construção junto a uma residência pré-existente resulta no acréscimo de uma área construída de cerca de 2,0m², não muito diferente daquela necessária no caso da construção de um banheiro convencional.

3.7.3 Número de domicílios atendidos

A solução do banheiro seco é uma alternativa essencialmente individual, favorecendo a implantação em etapas de acordo com a disponibilidade de recursos financeiros. Quando a opção é por sistemas convencionais de esgotamento sanitário e não se dispõe de rede coletora no local, adota-se sistema individual de tratamento normalmente constituído de tanque séptico e sumidouro que também pode ser implantado em etapas implicando, entretanto, em um maior custo por unidade. A existência de rede coletora gera a necessidade de investimentos em sistemas elevatórios e em expensivas estações de tratamento.

3.7.4 Complexidade construtiva

Um ponto comum a todos os tipos de banheiro seco é a simplicidade na sua construção. Os diferentes modelos de sanitário compostável fazem, em geral, uso de tecnologias construtivas convencionais amplamente difundidas e utilizadas. As soluções tecnológicas que fazem uso de materiais alternativos tipo plastocimento, tijolos de adobe, cobertura de palha, etc, embora não sejam atualmente de uso corrente, podem, ao final de rápidas oficinas, terem suas técnicas incorporadas e, a partir daí, amplamente empregadas e facilmente replicadas.

3.7.5 Operação e manutenção

A operação do banheiro seco é marcada pela simplicidade. Além do uso diário, tem-se unicamente o trabalho de retirar a matéria estabilizada (material compostado) ao final de um intervalo de tempo que varia em função do número de usuários, das condições de compostagem (temperatura média, umidade, aeração, etc) e das dimensões da(s) câmara(s). A manutenção não difere do trabalho de conservação inerente a outras construções, sendo característico do tipo de tecnologia construtiva adotada.

3.7.6 Custo de implantação

O custo de implantação varia sobremaneira em função do método construtivo empregado na construção do banheiro seco. Verifica-se que mesmo com variação existente entre os diferentes tipos de banheiro seco, tende-se a gastar mais no emprego de soluções de via hídrica pois estas necessitam da construção, além da dependência sanitária, de outras unidades de tratamento como tanques sépticos, filtros anaeróbicos, sumidouros, valas de infiltração, filtro de areia, etc. A existência de rede coletora de esgotos transfere parte dos custos para o poder público e, por consequência, para toda a população, pois demanda a implantação/ manutenção de onerosos sistemas de elevação, tratamento e destino final dos dejetos sanitários.

Wagner (2008) apresenta os custos per capita de implantação de três alternativas de tratamento de águas residuárias (Tabela 4). No comparativo com a alternativa do banheiro seco, cujo custo de R\$ 150,50 por pessoa (como discriminado no item 4.3), verifica-se que o modelo adotado como protótipo no presente estudo apresenta valor 50,90% menor valor que a solução individual estudada.

Tabela 4: Custos de implantação de diferentes tipos de sistema de tratamento de água residuárias.

Tipo de sistema de tratamento	Descrição do sistema	Custo per capita (R\$)
Convencional	O esgoto é tratado em lagoas artificiais (taludes de terra), onde as algas promovem a aeração e as bactérias, a transformação da matéria orgânica.	95,63
Condominial	Constituído de lagoas de estabilização de menores dimensões que tratariam o esgoto gerado por uma parcela da população.	157,48
Individual	Sistema costumeiramente denominado <i>wetland</i> construída, compõe-se de fossa séptica, filtro anaeróbico e leito alagado.	295,62

Fonte: Adaptado de Wagner, 2008.

Segundo informações levantadas junto ao setor de Engenharia na Fundação Nacional de Saúde em São Luís/MA, o custo de uma melhoria sanitária constituída de abrigo, caixa de inspeção, tanque séptico e sumidouro (incluindo-se o lucro do construtor) é de R\$ 3.191,83.

3.7.7 Custo de operação

O custo operacional do sistema de banheiro seco é pouco significativo uma vez que o mesmo não faz uso de eletricidade, não demanda a utilização de reagentes químicos e não requer o emprego de mão de obra especializada. As despesas com operação restringem-se, basicamente, ao custo de manutenção do abrigo - no caso do sanitário localizar-se fora da residência e pintura periódica da tubulação de exaustão.

3.7.8 Produção de odores

A construção do banheiro seco dentro das especificações favorece a formação de uma bolsa de ar quente na parte mais alta da câmara de compostagem encostada na parede de trás do sanitário. Este ar quente irá sair pela chaminé, minimizando a presença de odores para o usuário do sanitário.

No processo aeróbico não ocorre redução dos elementos carbono e fósforo, não havendo, portanto, formação de metano (CH_4) e gás sulfídrico (H_2S), dois dos principais gases responsáveis pela presença de odor desagradável

3.7.9 Presença de vermes e insetos

A presença de vermes e insetos é minimizada pela colocação de tela plástica na forma de malha fina de proteção na porção posterior da câmara de compostagem e junto à saída da tubulação de exaustão. Deve-se manter a tampa do assento sanitário sempre fechada quando fora de uso.

3.7.10 Eficiência (remoção de DBO e Patógenos)

Martinetti *et al* (2007a) afirmam que a eficiência na redução da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em banheiro seco sem separação de líquidos é da ordem de 95 %. Os sanitários secos com módulos com separação de líquidos (coletor de urina) apresentam resultados entre 90 e 98%. O sistema convencional, composto por tanque séptico e sumidouro, apresenta eficiência entre 30% e 50%.

O principal mecanismo de eliminação de patógenos do processo de compostagem tem por base a relação dos parâmetros temperatura/tempo de exposição. A própria atividade microbiológica durante a compostagem determina uma elevação natural da temperatura do meio que é também um dos indicadores de que a massa em compostagem está bem equilibrada de acordo com os limites fixados pelos principais parâmetros físico-químicos que regulam o processo: aeração suficiente, umidade na faixa de 55%-65%, relação C/N entre 20 e 30 e granulometria que permita a circulação do ar na massa em processo de transformação (ANDREOLI, 2001).

A Universidade de Londrina, no âmbito do programa PROSAB 2, desenvolveu um reator biológico piloto com 200 litros de capacidade onde foram verificadas as concentrações de alguns patógenos na fase termófila da compostagem (Tabela 5).

Tabela 5: Concentração de alguns patógenos em reator piloto.

Dia	Coliformes fecais	Total de mesófilos	Enterococcus faecalis	Outros microrganismos encontrados
0	5×10^7	$4,8 \times 10^5$	$> 1,6 \times 10^7$	<i>Klebsiella sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i> , <i>Citrobacter ss.</i>
3	Negativo	$5,5 \times 10^7$	7×10^8	<i>Klebsiella sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i>
5	Negativo	$2,1 \times 10^8$	1×10^7	<i>Klebsiella sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i>
7	Negativo	$1,4 \times 10^8$	1×10^7	Negativo

Fonte: Andreoli, 2001.

3.7.11 Grau de aceitação

Embora a operação do banheiro seco seja bem simples, a aceitação deste processo configura-se normalmente como o maior empecilho para a difusão da tecnologia de compostagem seca. Em ambientes urbanos enfrenta-se, principalmente, uma barreira cultural tendo em vista o uso corrente de sistemas hídricos e a pouca ou nenhuma familiaridade que a população em geral tem com o banheiro seco. Mesmo a população migrante de áreas rurais apresenta certa resistência pela adoção da compostagem seca por acreditar que esta sistemática significa uma “regressão” a um período anterior a sua chegada à cidade, embora muitas vezes esta parcela da população viva em condições sanitárias precárias.

Os moradores de comunidades rurais e de áreas periféricas das cidades tendem a absorver melhor o uso desta tecnologia por estar mais ligada ao seu cotidiano e por possibilitar o emprego do material compostado na agricultura - normalmente de subsistência.

No trabalho que antecede a implantação da tecnologia do banheiro seco nas comunidades, deve-se enfatizar que retrocesso é utilizar os corpos hídricos como destino das fezes, tanto por meio das descargas diretas quanto por lançamento de efluentes não tratados eficazmente nos rios. É importante destacar que a água é um recurso nobre que deve ser preservado, uma vez que, tanto sua quantidade, quanto sua qualidade são fatores de importância vital para o bem estar da população e a proteção dos recursos ambientais.

3.7.12 Riscos à saúde

Os efluentes líquidos não tratados ou depurados de maneira ineficaz são responsáveis pela contaminação de boa parte do manancial superficial e até subterrâneo de que fazem uso as comunidades humanas. O banheiro seco, por não utilizar água e ter seu resíduo termofilicamente tratado e empregado diretamente na agricultura não apresenta riscos à saúde.

O tratamento e disposição inadequados dos dejetos humanos representam grave risco de contaminação por microorganismos patogênicos dos recursos hídricos subterrâneos,

sobretudo dos aquíferos livres e freáticos, acarretando riscos à saúde da população que faz uso dessa fonte de abastecimento. A vulnerabilidade desses mananciais é potencializada quando a geologia da região é caracterizada pela presença de rochas ou sedimentos porosos permeáveis que facilitam a percolação do efluente contaminado.

3.7.13 Geração de emprego e renda

Dependendo da solução adotada, o tratamento convencional de resíduos sanitários pode demandar o emprego de mão de obra especializada, restringindo o pessoal envolvido em sua implantação. A compostagem seca apresenta, em função da simplicidade das técnicas empregadas, a vantagem de utilizar mão de obra local, podendo gerar emprego e renda na comunidade.

A utilização do composto (material compostado por ação dos microrganismos aeróbicos no interior do banheiro seco) para fins agrícolas também para oferece uma oportunidade adicional de trabalho para os integrantes da comunidade.

Garantida a eliminação de organismos patogênicos, o material compostado pode ser utilizado nas principais culturas agrícolas, devendo-se verificar o atendimento das exigências nutricionais de crescimento das culturas que, em alguns casos, podem ser bastante elevadas (Tabela 6).

Tabela 6: Quantidade aproximada (kg) de nutrientes para produzir 1 tonelada de algumas culturas.

Cultura	N	P	K	Ca	Mg
Milho	48	9	40	6	8
Cana	1,5	0,2	1,5	1,1	0,5
Mandioca	6	0,6	4	3	1
Tomateiro	2	0,5	5	0,8	0,2
Abacaxizeiro	4	0,4	6	3	1,4
Pastagem	13	3	18	5	2,5

Fonte: Busato *et al.* 2009.

3.7.14 Acesso à tecnologia

Por empregar técnicas construtivas amplamente difundidas ou tecnologias alternativas de fácil assimilação, não demandando material de difícil aquisição ou equipamentos e maquinários sofisticados, a solução do banheiro seco apresenta a vantagem de ser uma tecnologia acessível e de fácil difusão, ampliando o acesso a essa tecnologia.

3.8 Experiências do banheiro seco no Brasil

Existem numerosos casos de implantação de banheiros secos no Brasil. Apresenta-se a seguir o resumo de algumas experiências exitosas com a finalidade de demonstrar não somente a viabilidade desta prática, mas também ilustrar a diversidade dos locais onde a mesma foi implantada.

Na Prainha do Canto Verde em Beberipe/CE implantou-se um projeto com a tecnologia do banheiro seco, também denominada Bason, desenvolvida pelo arquiteto Johan on Lengen. Ao longo do diagnóstico verificou-se que a comunidade não dispunha de tratamento adequado da água e esgoto. O lençol freático e o solo estavam contaminados devido à proximidade verificada entre os poços artesianos e a descarga dos efluentes sanitários.

Através do processo de autoconstrução ou mutirão, efetivou-se a construção de oito unidades de BASON (banheiros secos), todos por iniciativa e financiamento dos próprios usuários, tendo como resultado: Redução pela metade do consumo de água nas unidades beneficiadas pela implantação dos BASON's; Conscientização das famílias em relação ao uso dos recursos naturais – sobretudo a água – e sobre os hábitos de saúde e higiene; sensível diminuição da contaminação das águas e do solo, percebida principalmente pelo fim dos casos de doenças relacionadas à água e ao esgoto e percepção do aumento da qualidade de vida pelos usuários.

Em Pirenópolis/GO, o Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado opera em sua sede cinco sanitários compostáveis que atendem a toda equipe que mora no Instituto, além dos visitantes que frequentam o Ecocentro.

O projeto produz cerca de 5 m³ de húmus a cada seis meses e apresenta como resultados: A compostagem dos dejetos humanos e outros materiais orgânicos; fertilização ou reconstrução do solo para agricultura, jardinagem, produção de mudas etc; redução do consumo de água; redução dos riscos de proliferação de patologias pela contaminação da água e do solo.

A fundação Daniel Dazcal promove por meio do projeto Permacultura na Amazônia a implantação de sanitários secos em diversas localidades, dentre as quais pode-se citar: Comunidade Natária (Itacoatiara/AM); município de Boa Vista do Ramos (AM)-sistema com tambor de 200 L, Unidade Demonstrativa de Permacultura Amazônica (Manaus/AM)- Sistema composto de câmara dupla operando desde o segundo semestre de 2003.

O projeto Ambiental Gaia Village (GAIA, 2009) localizado na propriedade da família Werlang e de sua empresa G.A. Werlang junto às praias do Ouvidor, da Barra e da Lagoa da Garopaba, município de Garopaba, sul do estado de Santa Catarina instalou e opera banheiros secos nas unidades sede, os Espaços Gaia e Ouvidor e também no posto de salva vidas da praia do Ouvidor- todos os modelos foram implantados em construções em dois pavimentos.

No município de Siderópolis – SC, o sítio Sete Lombas (SETE LOMBAS, 2009) opera um banheiro seco de duas câmaras construído com materiais convencionais de construção: tijolos cerâmicos, concreto armado, laje pré-moldada de concreto, chapisco. Utilizou-se madeira para construção do abrigo, disposto na porção superior da estrutura erguida em um terreno em declive.

Os relatos completos são apresentados ao final do presente trabalho no anexo A.

3.9 Experiências do banheiro seco no Maranhão

3.9.1 Banheiro seco construído na comunidade do Maracanã em São Luís/MA

Em 24 de fevereiro de 2007 foi inaugurado, junto ao Campo de Futebol “Sabinão”, na comunidade do Maracanã, zona rural de São Luís o primeiro banheiro seco desenvolvido pela ONG Fábula em parceria com a organização não governamental Amavida. O projeto teve como objetivo a formação de multiplicadores com conhecimento prático sobre a construção do banheiro seco e noções básicas de educação ambiental.

No entender dos idealizadores do empreendimento, a utilização do banheiro seco em comunidades rurais contribui para um saneamento ambiental barato, higiênico e não poluente. A intenção era também fazer uso na comunidade de seu produto final – o composto, um

excelente fertilizante agrícola, ideal para cultivo de lavouras orgânicas (sem utilização de defensivos químicos agrícolas), resultando em uma atividade mais produtiva e sem utilização de produtos poluentes. Parte do composto produzido, na expectativa dos organizadores, poderia gerar renda à comunidade através da comercialização deste insumo a outros produtores agrícolas da zona rural do município de São Luís.

Em termos construtivos, o sanitário implantado é constituído de um cubículo de alvenaria de tijolos maciços com cobertura de telhas de fibrocimento sobre ripas de madeira. A construção é elevada, sendo seu piso o capeamento argamassado de uma laje pré-moldada de concreto tipo valterrana. As vigotas da laje estão apoiadas sobre duas peças de madeira horizontais com dimensões de 7,5 x 7,5cm (3"x3") que transmitem o peso para quatro peças de madeiras de seção 7,5 x 12cm (3"x6"), engastadas em blocos de concreto ciclópico enterrados no solo.

A porta do banheiro seco é de madeira do tipo comumente utilizado em obras provisórias em função de seu baixo custo. Utilizaram-se garrafas plásticas tipo pet fixadas à alvenaria a fim de se obter iluminação natural no interior do cubículo.

O banheiro apresenta área de 2,81 m² (1,54m de largura por 1,83 metros de comprimento) e alturas internas de 2,10 m na entrada e 1,80 m na sua porção posterior (declividade de telhado igual a 16,39 %). O piso do banheiro está 1,10 m acima do terreno natural. A escada de acesso ao banheiro foi construída em madeira.

Dentro do cubículo, um assento plástico para sanitário oculta a abertura da câmara de compostagem construída na porção posterior do banheiro. À semelhança das paredes do banheiro, a referida câmara é constituída de tijolos maciços cerâmicos. Em sua porção superior foi fixada uma chapa metálica pintada de preto e na base inferior, no trecho inclinado (rampa), um estrato de madeira revestido com sacos de nylon e argamassa de cimento e areia. O banheiro foi projetado de forma a permitir a construção posterior de uma segunda câmara de compostagem. Na época da implantação do banheiro demandou-se o valor de R\$ 1.319,00 para sua construção.

No encontro da câmara de compostagem com o banheiro foi instalado um tubo de PVC a fim de garantir a exaustão dos gases provenientes da atividade das bactérias aeróbicas que estabilizam a matéria orgânica depositada. A tubulação estende-se acima do nível do telhado sendo coroada com três conexões tipo tê de PVC a fim de evitar a entrada de água de chuva.

Na porção inferior da câmara de compostagem está instalada uma torneira de plástico por onde se retira o excesso de líquido que por ventura se verificar dentro da câmara no

intuito de favorecer o processo de compostagem. A referida solução mostrou-se inadequada por destinar efluente não tratado diretamente ao solo.

A saída da câmara de compostagem dispõe de uma tampa de madeira com fechamento tipo guilhotina por onde se tem acesso ao material em compostagem. Observa-se que a portinhola não apresenta vedação apropriada para impedir a entrada de insetos cuja presença foi verificada no dia da visita à comunidade (Figuras 7a e 7b).



A



B



C



D

Figura 7a: Registro fotográfico do banheiro seco construído na comunidade de Maracanã em São Luís –MA: A- Vista diagonal direita do banheiro seco; B- Vista interna do banheiro seco com garrafas pet utilizadas na iluminação natural do ambiente; C- Vista saída da tubulação de exaustão; D- Vista inferior da laje de piso do banheiro seco.



Figura 7b: Registro fotográfico do banheiro seco construído na comunidade de Maracanã em São Luís: A- Vista externa da câmara de compostagem; B- Portinhola de madeira tipo guilhotina na saída da câmara compostagem. C- Vista interna câmara de compostagem. Presença de insetos; D- Vista interna superior da câmara de compostagem. Presença de insetos.

No mês de maio de 2009, dois anos após a implantação do projeto, efetuou-se uma vistoria no banheiro seco do Maracanã. Com base em observações realizadas no local, constatou-se que os objetivos pretendidos na época de sua construção não foram alcançados. A implantação do projeto não implicou na reprodução da experiência em outras comunidades ou no próprio Maracanã. Nem mesmo as duas ONGs envolvidas no empreendimento não repetiram a construção em outras áreas.

A própria experiência do banheiro seco implantado na comunidade do Maracanã não se mostrou exitosa, pois o mesmo não vem sendo utilizado de maneira contínua e regular devido a não aceitação por parte da comunidade e pelo fato de ter sido construído dentro de uma área particular, ao lado de um campo de futebol, distante de outras residências.

Além da questão cultural citada no item 2.7.11, um fator adicional para a não aceitação por parte da comunidade foi a maneira como o banheiro foi construído sem se tomar os

cuidados devidos para vedação total da portinhola da câmara de compostagem e da tubulação de exaustão, possibilitando a entrada de insetos, fator que certamente não contribuiu para adoção pela comunidade do uso do banheiro seco. Acredita-se que esta experiência seja a única no Maranhão no que se refere a projetos de alternativas tecnológicas visando saneamento ambiental (FÁBULA, 2009).

3.9.2 Oficina para construção de banheiro seco no sítio ecológico do Panakui (Comunidade de Coquilho) em São Luís/MA.

Em fevereiro de 2009 realizou-se, na comunidade de Coquilho, mais especificamente no sítio ecológico do Panakuí, uma oficina ministrada pelo holandês Johan Van Lengen (autor do Livro Manual do Arquiteto Descalço) e seu filho, o também arquiteto Peter Van Lengen do Instituto Tibá de Bioarquitetura de Nova Friburgo (RJ).

O curso, com duração de 8h, teve como objetivo a construção de um protótipo demonstrativo de um banheiro seco denominado Bason desenvolvido pelo arquiteto holandês a partir da evolução das experiências feitas em diversos países com sanitários de compostagem.

A tecnologia implementada foi a mesma adotada pelo protótipo a ser construído na comunidade de Coquilho, a saber: caixa semidividida em duas câmaras, uma que recebe os dejetos humanos e restos orgânicos domésticos e outra onde estes sofrem o processo biológico de decomposição aeróbica. A referida câmara foi construída com placas de plastocimento com um centímetro de espessura.

A oficina reuniu mais de 30 participantes que, segundo orientações dos facilitadores, dividiram-se em grupos e procederam na confecção das nove placas de plastocimento de dimensões padronizadas que juntas compõem a câmara do Bason. A clientela do curso foi preferencialmente formada por estudantes universitários (Curso de Agronomia, Mestrados de Agroecologia da UEMA) e de Saúde e Ambiente da UFMA, professores, técnicos do IBAMA e da SEMA, além de 2 membros da Associação de Moradores da Comunidade de Coquilho.

Devido ao grande número de pessoas e a pouca familiaridade que a maioria apresentava em relação à tecnologia do Bason, as placas confeccionadas apresentaram diferentes falhas de ordem construtiva como: deficiência ou excesso na relação água cimento;

dimensões fora das especificações; peças desmoldadas antes do período mínimo de 10min e placas com argamassa destacada.

A câmara constituída a partir destas placas além da dificuldade de montagem apresentou, em um curto intervalo de tempo, fissuração em função da perda acentuada de água durante processo de hidratação do cimento, fenômeno denominado cura, o que culminou com a completa ruína do Bason.

Analisando-se o ocorrido, verificou-se que o insucesso da experiência deveu-se a uma série de fatores:a) não houve um trabalho prévio de diagnóstico na comunidade de Coquilho no sentido de verificar a situação ambiental da localidade e nem o contato com lideranças da localidade;b) não se promoveu um trabalho preliminar de mobilização e sensibilização com os possíveis futuros beneficiários, o que certamente geraria um maior comprometimento por parte dos participantes da oficina para confecção das placas que constituíram o Bason;c) a não realização de trabalho de divulgação antes da oficina também contribuiu para falta de um envolvimento mais efetivo de seus participantes;d) o reduzido número de membros da comunidade que integraram a oficina realizada diminuiu a identificação e conseqüentemente o grau de empenho dos participantes no preparo das placas de plastocimento;e) o grande número de participantes, o que dificultou o acompanhamento sistemático por parte dos facilitadores, resultando na confecção de placas fora da especificação e no comprometimento futuro de todo o conjunto; f) não observância do tempo de cura mínimo (uma semana) para as placas de plastocimento comprometendo a resistência e a durabilidade de todo o conjunto. Ressalte-se que os organizadores do evento foram alertados pelos facilitadores da possibilidade do insucesso do procedimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da comunidade do Coquilho.

4.1.1 Informações gerais.

A comunidade de Coquilho é predominantemente constituída por ex-moradores e descendentes dos ocupantes da área hoje ocupada pela ALUMAR. Os habitantes foram indenizados e remanejados para uma área de 4.719.856,73 m² (+/- 471,99 ha).

A área é habitada atualmente por cerca de 611 famílias (aproximadamente 2.444 pessoas) que se agrupam em três núcleos denominados Coquilhos 1, 2 e 3, respectivamente. A concentração denominada Coquilho 1 é mais urbanizada sendo denominada pelos moradores de “centrinho”- reunindo aproximadamente 350 famílias. As áreas identificadas como Coquilho 2 e 3 apresentam suas populações distribuídas de maneira mais dispersa e têm como atividade principal a agricultura.

4.1.2 Situação geográfica

A área ocupada pela comunidade de Coquilho está inserida dentro dos limites do Município de São Luís/MA estando localizada na porção sudeste da ilha do Maranhão que engloba os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar. A comunidade está distante cerca de 20 km do centro urbano da capital e 4,7 Km do Campus da Universidade Estadual do Maranhão. Em termos de confrontação a localidade limita-se com as seguintes comunidades: ao Norte: Andiroba; ao Sul: Mato Grosso e Porto do Panacuí; ao Leste: Tagipuru; a Oeste: Cajipari e Conceição.

Segundo a carta de solos da microrregião da aglomeração urbana de São Luís elaborada pelo Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro (MARANHÃO, 1998), os solos da região podem ser caracterizados como areia quartzosa distrofica latossolica (AQ1) e Podzólico vermelho amarelo concrecionado (PVcf), solos que apresentam alta

permeabilidade o que favorece a contaminação do lençol freático sobretudo do aquífero livre predominantemente utilizado pela população através de consumo de água proveniente de poços escavados tipo cacimbão. A localização da Comunidade pode ser verificada na Figura 8.

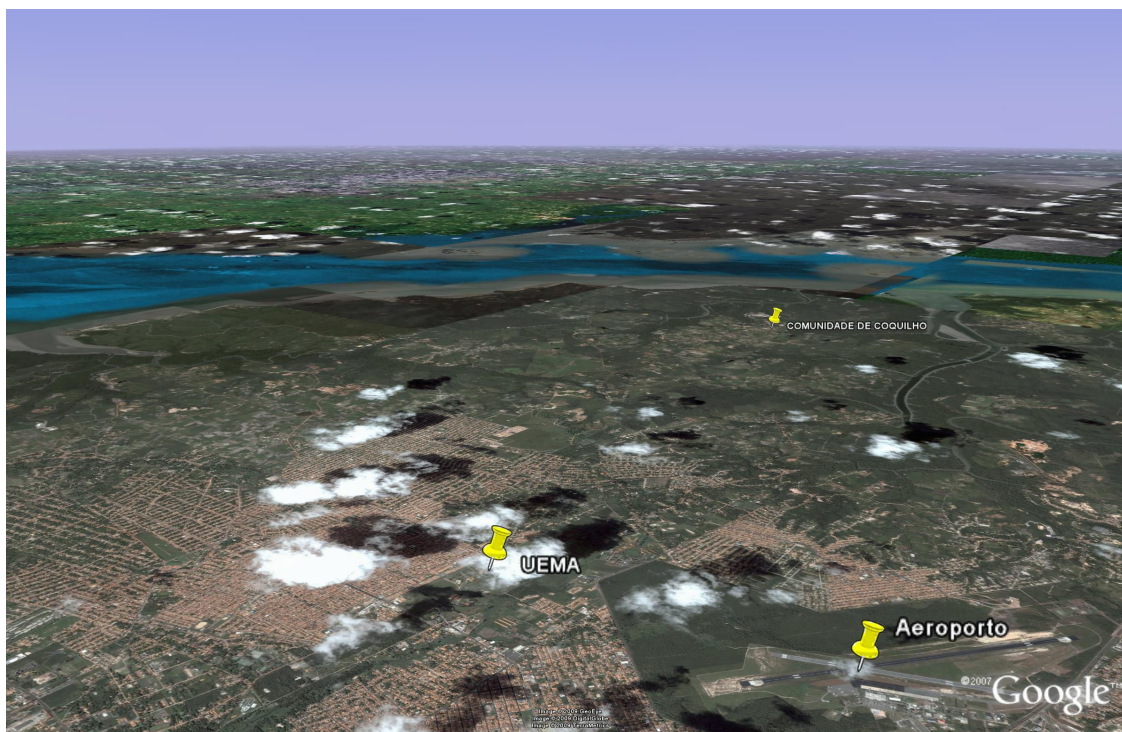


Figura 8: Localização da comunidade de Coquilho, São Luís (MA).Fonte:Google Earth, imagem capturada em julho de 2009.

A comunidade está inserida na bacia hidrográfica do Tibiri sendo sua hidrogeologia caracterizada pela presença dos aquíferos Barreiras – livre e Itapecuru, semiconfinado, descritos por Rodrigues *et al*, 1994:

O aquífero Barreiras constitui um sistema aquífero livre, descontínuo, heterogêneo e de boa poro-permeabilidade. Acha-se influenciado pelas feições topográficas do terreno, sendo suas águas comumente drenadas para locais mais baixos, onde o lençol subterrâneo aflora, dando origens a fontes ou surgências, que em alguns casos correspondem às nascentes de pequenos córregos ou aumentam o caudal de rios. Representa uma unidade geohídrica bastante promissora à captação de água subterrânea. Trata-se de um aquífero de potencial hidrogeológico médio a alto, podendo comumente produzir vazões de até 100 m³/h, sendo sua profundidade média de exploração 60-80 metros.

O Itapecuru é o aquífero mais explorado do Maranhão, sobretudo em São Luís e São José de Ribamar, que captam suas águas subterrâneas com poços de profundidades que

variam , em média, entre 30 e 100 m e vazões de 5 a 12 m³/h, chegando, excepcionalmente, a atingir mais de 40 m³/h, podendo ser classificado como de potencial fraco a médio, chegando, em muitos casos, a ser desprezado para explorar-se aquíferos mais profundos ao pretender-se obter melhores vazões. A recarga desse aquífero é realizada, principalmente, através de infiltração direta das precipitações pluviométricas e pelos rios que o drenam. Apesar da grande área de ocorrência, essa alimentação é, em parte, prejudicada pelo desenvolvimento de horizontes plínticos, que constituem verdadeiras barreiras hidrogeológicas, fazendo com que o movimento descendente das águas infiltradas seja inibido. O intenso desmatamento das áreas superficiais contribui também para um menor tempo de permanência das águas precipitadas pela atmosfera no solo, acelerando os processos erosivos e provocando um maior escoamento superficial.

Considerando a vulnerabilidade do aquífero livre Barreiras, dada a permeabilidade do solo e a disposição inadequada dos efluentes sanitários das residências, (item 3.2.3), verifica-se a necessidade da adoção de soluções adequadas de esgotamento com finalidade de promover a saúde da população e proteger os recursos naturais da região.

4.1.3 Saneamento ambiental da Comunidade de Coquilho

Em termos de saneamento, a situação da comunidade de Coquilho pode ser classificada como precária. O abastecimento canalizado de água é restrito à concentração denominada “Coquilho 1”, onde um poço tubular atende cerca de 170 famílias. O restante da população do Coquilho 1 e a totalidade das localidades dos Coquilhos 2 e 3 fazem uso de poços escavados tipo cacimbão. Na ocorrência de problemas no sistema de bombeamento do poço, a população local recorre uma fonte localizada em um ponto baixo a jusante da área urbanizada.

O esgotamento sanitário da área é caracterizado pela predominância do uso de fossas negras, poços escavados com pequena profundidade (cerca de 1,00 m) no chão sem qualquer tipo de tratamento, protegidas por abrigos improvisados construídos em barro, palha ou mesmo troncos de madeira com fechamento de pano ou sacos plásticos. Sobre poços são dispostos plataformas de madeira ou mesmo troncos de madeira típicos de vegetação de mangue. Ao longo das oficinas realizadas no local receberam-se relatos da ocorrência de acidentes em que usuários, normalmente indivíduos idosos, precipitaram-se involuntariamente dentro dos poços em decorrência do rompimento dos suportes sobre esses dispostos.

As fossas negras na localidade são dispostas na porção posterior dos lotes. Após o alcance de sua capacidade máxima as mesmas são abandonadas e entulhadas com resíduo sólido doméstico, efetuando-se a construção de novo poço sob outro abrigo. Dependendo das condições em que tais abrigos foram construídos e do rigor do inverno, pode-se implantar de uma a três novas fossas negras em cada domicílio por ano. Algumas das residências já não dispõem de área livre para construção de pontos de despejo. É prática corrente o uso pelos moradores de mais de uma residência de um único abrigo sanitário.

Um número reduzido de domicílios utiliza um dispositivo sanitário denominado pelos moradores de fossa, que recebe as águas negras ou efluentes provenientes das bacias sanitárias. O referido dispositivo funciona efetivamente como sumidouro que na definição da NBR 7229/93 (ABNT, 1993) é um poço seco escavado no chão e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo, o que só potencializa a poluição das águas subterrâneas da região. As Figuras 9a e 9b ilustram diferentes aspectos das condições sanitárias da comunidade de Coquilho.



Figura 9a: Registro das condições sanitárias da comunidade de Coquilho. A- Abrigo de fossa com fechamento sacos plásticos e cobertura de telhas de amianto; B- Abrigo de fossa com fechamento de restos de telhas; C- Estrato de madeira sobre fossa negra; D- Troncos de madeira sobre fossa negra. Risco de acidentes; E- Fossa negra esgotada e entulhada disposta no fundo de um lote residencial; F- Ligação domicílio-“fossa”. O tubo de menor dimensão dá vazão às águas cinza;



A



B

Figura 9b: Registro das condições sanitárias da comunidade de Coquilho. A- Via sem pavimentação. Material carregado por ação das chuvas; B- Fonte de água utilizada como alternativa na falha do sistema de abastecimento.

Os resíduos sólidos produzidos pela comunidade, predominantemente de origem orgânica, são despejados a céu aberto, normalmente no fundo dos lotes. Não se registrou a coleta de resíduos sólidos por parte do poder público.

A drenagem urbana é deficitária em função do número reduzido de vias pavimentadas. O material do leito das vias não revestidas é carregado pela ação das águas de chuvas acumulando-se em pontos baixos e junto à formação de mangue localizado nas imediações.

Segundo informações do Presidente da Associação de Moradores, Sr. Aldebergue dos Santos Ferreira, a comunidade dispõe de um posto de saúde que recebe duas visitas semanais de uma enfermeira da Prefeitura. O referido posto atende 7 comunidades dentre as quais: Coquilho (1, 2 e 3); Mato Grosso; Caracueira; Tagipuru; Alto da Vitória; Vila Conceição e Cajupari. Verifica-se a ocorrência das seguintes doenças: distúrbios respiratórios, verminose, calazar e malária. Registre-se o grande número de vetores potencializados pela situação precária do saneamento ambiental.

4.2 Mobilização na comunidade de Coquilho

Objetivando favorecer a viabilidade da implantação da tecnologia do banheiro seco para fins da promoção de saúde e da qualidade ambiental na localidade de Coquilho, deu-se início aos trabalhos de mobilização da comunidade por meio do convite via associação de

moradores com a finalidade de informar sobre a importância de destinar adequadamente os resíduos fecais através da promoção de oficinas participativas com as comunidades.

Em abril de 2009, objetivando-se difundir a tecnologia alternativa de saneamento na comunidade de Coquilho, deu-se início a um processo de diagnóstico e reconhecimento com visita à comunidade e caracterização de sua situação ambiental por meio de uma ação do projeto “Implantação de Tecnologia alternativas para tratamento de resíduos humanos em municípios na região do baixo Munim” aprovado pelo CNPq. A ação teve a pretensão de utilizar a comunidade de Coquilho como área de referência para posteriormente iniciar as oficinas nos município do baixo Munim, particularmente aqueles que apresentam menor IDH.

Após a realização das visitas de campo na comunidade foi selecionado um grupo de moradores a ser capacitado quanto ao uso da alternativa de banheiro seco. Foram selecionados 10 multiplicadores que participaram das etapas posteriores do trabalho. O número de moradores capacitados deve-se ao caráter experimental da utilização dessa tecnologia.

Acredita-se que a eficiência do método de saneamento proposto poderá ser alcançada ao se capacitar e orientar um grupo limitado de moradores das localidades. Esses, por sua vez, irão multiplicar suas experiências com a tecnologia, repassando-a a outros moradores. Com auxílio do trabalho dos multiplicadores, objetivou-se viabilizar a tecnologia de banheiro seco para um adequado saneamento ambiental da comunidade.

Em meados de maio, promoveu-se a mobilização e sensibilização da comunidade através da realização de oficina participativa com 65 pessoas por meio da aplicação de cinquenta questionários com integrantes da comunidade (Figura 10) com o objetivo de caracterizar a população sob diversos aspectos agrupados em quatro diferentes categorias: geral; abastecimento d’água; aspectos sanitários e esgotamento sanitário.



Figura 10: Moradores da comunidade de Coquilho durante mobilização

Ainda no mês de maio desenvolveu-se um trabalho de divulgação (Figura 11) junto aos multiplicadores selecionados com uso de recursos áudio visuais (datashow e vídeos) em que foram apresentados com mais detalhes os aspectos técnicos relacionados à finalidade, construção e operação do banheiro seco. Apresentou-se também o modelo do protótipo a ser construído em caráter experimental na comunidade. Foram contempladas questões construtivas e operacionais a fim de preparar a equipe para a posterior construção do banheiro.



Figura 11: Parte do grupo que participou do trabalho de divulgação na Comunidade de Coquilho.

Objetivando a padronização do processo construtivo das placas de plastocimento que constituem a câmara de compostagem do modelo de banheiro seco adotado, minimizando o risco de falhas na montagem e o posterior comprometimento de sua funcionalidade, idealizou-se um sistema com sete gabaritos confeccionados em madeira que favorecem a montagem das referidas placas pelo público a ser beneficiado na comunidade ou em outras localidades do interior do Estado do Maranhão.

Após a montagem do protótipo, promoveu-se um seminário na comunidade de Coquilho objetivando-se a divulgação dos resultados alcançados. Na ocasião, aplicaram-se novamente as questões relativas ao grupo de esgotamento sanitário a fim de se verificar a evolução na percepção dos membros da comunidade no que se refere ao conhecimento e da disposição de utilização da tecnologia do banheiro seco.

4.3 Escolha do modelo de banheiro seco

Dentre as diversas alternativas da literatura (apresentadas no item 2.5), procurou-se, neste trabalho, adotar a opção diferenciada de um modelo de banheiro seco que se mostrasse mais viável. Para este modelo tomou-se como referência os seguintes parâmetros: eficácia; custo; simplicidade na execução e possibilidade de participação da comunidade.

O fator custo foi utilizado visando a adoção da alternativa que demandasse o menor desembolso financeiro, objetivando, sobretudo, possibilitar a implantação do banheiro seco no maior número possível de domicílios. A simplicidade na execução é um fator de relevância por não demandar mão de obra especializada, equipamento, materiais ou técnicas sofisticadas que, além de encarecer o custo final, diminuem consideravelmente a possibilidade da participação da comunidade.

O parâmetro sobre a possibilidade de engajamento dos moradores da comunidade considera a importância do envolvimento de integrantes do grupo social a ser beneficiado o que, além de implicar em um menor custo na confecção dos banheiros secos, resulta em um maior comprometimento por parte de todos os participantes, contribuindo para o sucesso da implantação desta solução de saneamento sanitário.

Considerando todos os aspectos enumerados acima, optou-se pela alternativa do banheiro seco de câmara bicompartimentada confeccionada em placa de plastocimento por implicar em menor custo, ser a opção de execução mais simples e possibilitar a participação da(s) comunidade(s) a ser (em) beneficiada(s) (Figura 12).

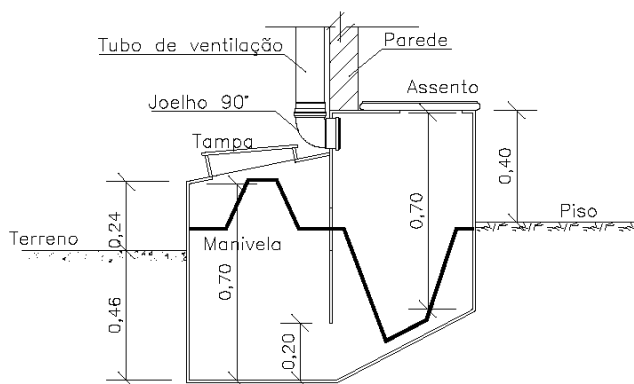


Figura 12: Corte esquemático de um Bason – medidas em metros (adaptado de LENGEN, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Materiais e técnicas utilizadas na montagem do protótipo

Os materiais e técnicas utilizadas na construção do protótipo utilizado neste trabalho seguem as especificações apresentadas por Lengen (2008) com adaptações.

Preparou-se argamassa de cimento e areia na proporção 1:2 em volume e com auxílio de gabaritos de madeira, moldaram-se placas de dimensões padronizadas (Figura 13) compostas por duas membranas com $\frac{1}{2}$ cm de espessura, recheadas com tela plástica em forma de malha que tem a função de combater os esforços de tração a que as placas estarão sujeitas ao longo de sua utilização.

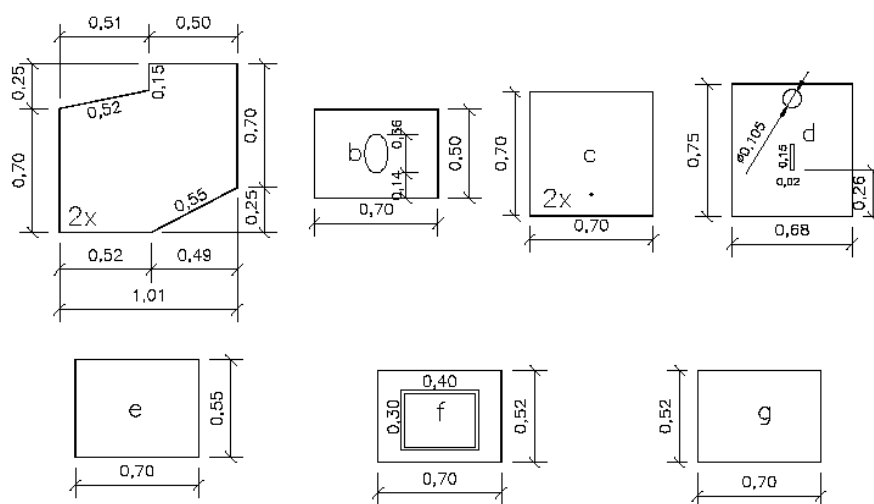


Figura 13: Placas que constituem o Bason – medidas em metros (Adaptado de LENGEN, 2008)

A tela plástica apresentava uma sobra de 3 cm em cada lateral formando abas para fora das tiras. Foram colocados arames dobrados em forma de "U" nos cantos a fim de facilitar a junção das placas.

A montagem do Bason a partir do esquema apresentado na Figura 14 foi efetuada a partir da junção das placas com amarração dos arames das quinas. Depois, dobraram-se as abas do plástico e aplicou-se massa nas juntas, deixando uma nervura. A câmara montada só foi deslocada após o prazo de uma semana, período necessário para a cura das juntas de cimento.

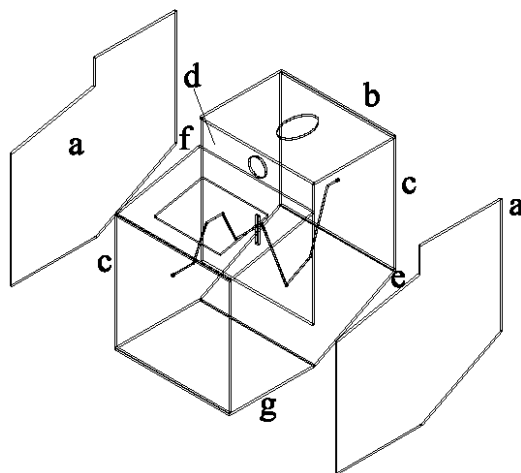


Figura 14: Câmara Bason – esquema das placas (Adaptado de LENGEN, 2008). Legenda: a- placas laterais; b- placa superior para assento; c- placas frontal e posterior; d- placa intermediária; e- placa inferior inclinada; f- placa superior com abertura; g- placa inferior.

Um tubo de diâmetro de 100 mm foi fixado à câmara com sua extremidade superior coberta com chapéu de placa metálica. A abertura superior foi vedada com tela tipo mosquiteiro a fim de evitar proteção contra chuva e insetos. A superfície do tubo exposta ao sol foi pintada da cor preta objetivando o incremento da temperatura e o consequente favorecimento da exaustão dos gases produzidos no interior da câmara.

Foi instalada uma tampa construída em madeira, vedada com tela tipo mosquiteiro e pintada com tinta óleo junto à entrada da subcâmara voltada para área externa por onde se dá a ventilação do sistema e a retirada periódica do material compostado.

Uma manivela (Figura 15) constituída de vergalhão de aço de diâmetro de 10 mm com cerca de 2,0 m de comprimento foi confeccionada e instalada como mecanismo de aeração do interior da câmara, criando espaços no meio da massa do composto, realimentando a atividade dos microorganismos responsáveis pela compostagem da matéria orgânica a ser depositada em seu interior.

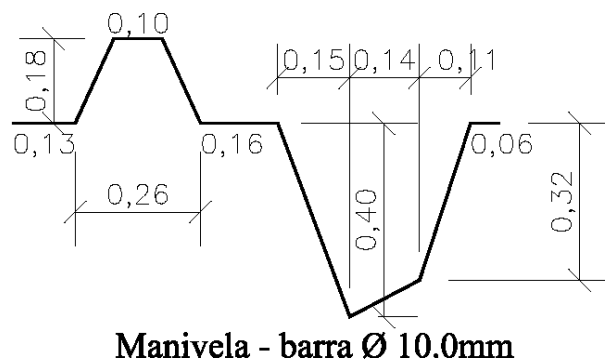


Figura 15: Manivela para ventilação do Bason – medidas em metros (Adaptado de LENGEN, 2008)

O protótipo construído ainda não está em operação. A fim de facilitar o início de sua utilização, recomenda-se a colocação no fundo do Bason de uma camada de 30 cm de folhas secas ou serragem. Esta operação deverá ocorrer antes da selagem das tampas do recipiente.

Outra recomendação importante é a disposição da câmara de compostagem no que se refere à insolação. O tubo de PVC para exaustão de gases além de pintado com tinta esmalte sintético da cor preta deve estar voltado para sol a fim de aquecer o ar em seu interior. O ar aquecido fica mais leve e sobe provocando uma corrente através do bason. Assim se faz a exaustão.

No processo construtivo do protótipo desenvolveu-se um sistema com sete gabaritos confeccionados em madeira utilizados na moldagem das placas que compõem a câmara de compostagem. A concepção e adoção destes dispositivos teve como objetivo:

- a) Facilitar a confecção das placas de plastocimento, agilizando sua construção;
- b) Padronizar as dimensões das placas garantindo precisão na montagem do Bason;
- c) Incrementar a velocidade de construção da câmara de compostagem;
- d) Minimizar a possibilidade de ocorrência de falhas na confecção e posterior montagem das placas

Na Figura 16 verifica-se o processo de montagem dos referidos moldes, efetuado em marcenaria localizada na capital do Estado do Maranhão. Destaca-se que algumas das peças, após verificação de suas medidas, precisaram passar por ajuste a fim de apresentar as exatas medidas especificadas. Tal acontecimento ressalta a necessidade de padronização na confecção das placas tendo em vista o risco de falhas em sua confecção e montagem.

**A****B****C****D****E****F**

Figura 16: Montagem dos gabaritos de madeira para placas de plastocimento. A- Corte das peças de madeira; B-Peças cortadas antes da montagem; C- Montagem de um gabarito; D e E- Verificação de medidas; F- Gabaritos montados.

5.2. Construção do banheiro na comunidade de Coquilho

A construção da câmara de compostagem (Bason) teve início com a preparação das 7 placas que irão constituir-lá. Para tanto, fez-se uso dos moldes em madeira cuja confecção foi demonstrada no item anterior. As Figuras 17a e 17b demonstram as etapas desenvolvidas para construção das placas.

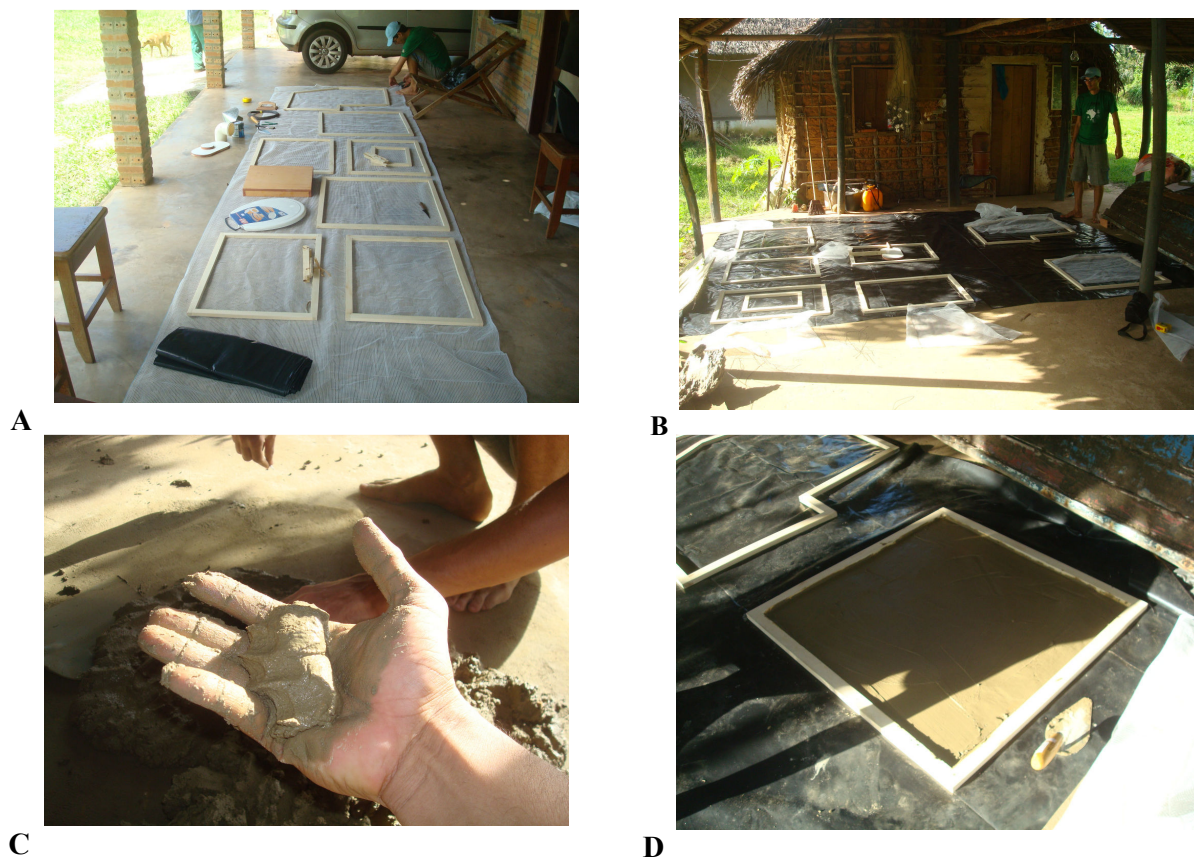


Figura 17a: Etapas da confecção das placas de plastocimento. A- Corte da tela mosquiteira nas dimensões dos moldes; B- Disposição dos moldes sobre superfície impermeabilizada com plástico; C- Verificação da consistência da massa; D- Primeira membrana na parte interna do molde;

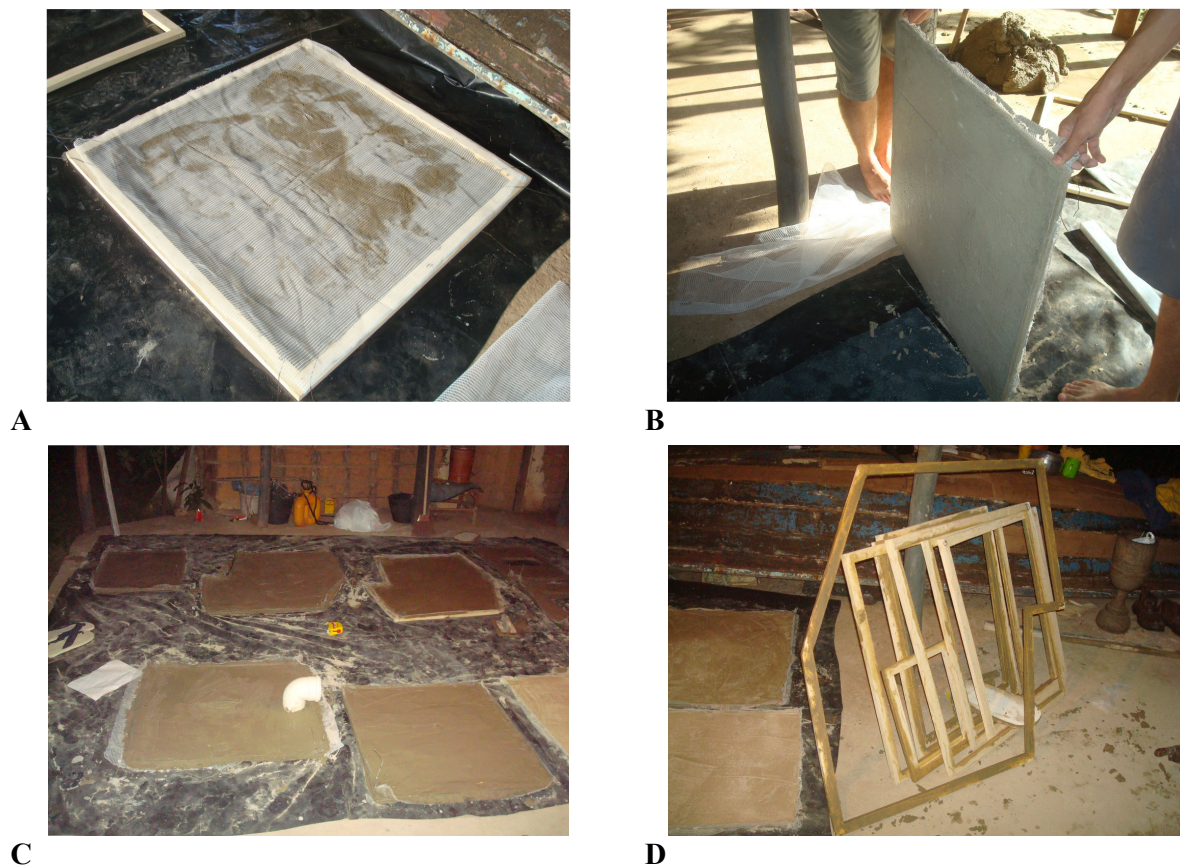


Figura 17b: A- Colocação de tela no molde com argamassa; B- Placa pronta; C- Placas argamassadas e desmoldadas; D- Moldes após utilização.

A montagem de Bason só pôde ser efetivada após uma semana da confecção das placas de plastocimento devido a necessidade de cura da argamassa, entendendo o procedimento de cura como um conjunto de medidas que têm por objetivo evitar a evaporação da água utilizada na mistura da argamassa e que deverá reagir com o cimento, hidratando-o, a fim de se alcançar a resistência necessária para o manuseio das placas de plastocimento, evitando sua ruptura e o conseqüente comprometimento de sua utilização. As Figuras 18a e 18b demonstram as etapas de montagem da câmara de compostagem (Bason).



Figura 18a: Montagem da câmara de compostagem. A- Placas curadas antes da utilização; B- Início da montagem das placas; C- Montagem das placas com colocação da manivela para aeração; D- Câmara parcialmente montada ; E- Bason com placas de plastocimento encaixadas; F- Início de argamassamento das placas;



A



B

Figura 18b: Montagem da câmara de compostagem. A- Vista interna do Bason com manivela; B- Bason concluído com acessórios.

Durante o processo de montagem do Bason verificou-se que a padronização das placas com a utilização de gabaritos facilitou a construção da câmara de compostagem por permitir o rápido encaixe das peças com tamanhos padronizados.

A utilização de materiais previamente confeccionados ou preparados incrementa a velocidade de execução do processo. Recomenda-se o corte preliminar das telas tipo mosquiteiro no tamanho apropriado para cada gabarito, a dobragem da barra de aço que constitui a manivela em loja especializada na comercialização de barras de aço, preparação em marcenaria da tampa de madeira da saída externa do Bason e a confecção de fechamento superior do tubo de exaustão (chapéu de chapa metálica) em empresa especializada em funilaria. Apresenta-se, ao final do presente trabalho (Anexo D), uma relação dos fornecedores em São Luís onde podem ser adquiridos e confeccionados alguns dos itens listados acima.

Os procedimentos para confecção das placas e montagem das câmaras de compostagem foram documentados em vídeo que deverá ser utilizado na multiplicação das técnicas desenvolvidas no projeto a ser realizado em localidades rurais situadas na região do Baixo Munim.

Não se efetuou a construção do abrigo para atender solicitação do proprietário do sítio Pinakui – Sr. Moisés Matias, que tinha como objetivo utilizar materiais alternativos na confecção do mesmo, não dispondo, entretanto, de tempo disponível para a referida construção na época da montagem da câmara de compostagem.

5.3. Custos decorrentes da construção do protótipo

Considerando a relevância do custo na opção por uma alternativa de tratamento de resíduos humanos, apresentam-se, neste capítulo, os custos decorrentes da construção do protótipo (Bason) discriminado no item 4.1.

Na elaboração das tabelas apresentadas a seguir não se levou em consideração os custos da mão de obra para a construção da câmara de banheiro seco e do abrigo por se considerar que a solução adotada privilegia o trabalho comunitário em regime de mutirão.

A Tabela 7 trata dos custos referentes à confecção dos gabaritos padronizados de madeira que foram utilizados na produção das placas de plastocimento, os quais constituem a estrutura da câmara bicompartimentada. Ressalte-se que o custo apresentado será diluído ao longo da utilização na confecção de numerosas unidades de bason's, o que implica no incremento de uma fração inversamente proporcional ao número de unidades de banheiros secos a serem construídas.

Tabela 7 - Custos para confecção dos moldes de madeira (gabaritos) para construção das placas

Material	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Peças de madeira (papauba)	m	23,50	2,60	61,10
Prego	Kg	0,25	8,50	2,55
Chapa de madeirit-6mm (1,10x2,20)	un.	1	36,00	36,00
Mão de obra- marceneiro	un	01	80,00	116,35
			Custo Total (R\$)	216,00

Fonte: Pesquisa de mercado – São Luís/MA (Maio/2009)

A Tabela 8 apresenta os custos dos materiais demandados para a construção da câmara de compostagem (Bason). O custo do abrigo irá variar em função da situação em que a câmara de compostagem irá ser implantada: em construção nova, junto a uma residência pré-existente ou em uma unidade isolada.

Tabela 8 – Custos para confecção de câmara de compostagem em plastocimento.

Material	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Cimento	saco	1	25,00	25,00
Areia	Lata	5	1,70	8,50
Tela plástica tipo mosquitoireiro- largura 1,5m	m	8	4,50	36,00
Arame recozido 18	kg	0,2	8,50	1,70
Tubo de PVC para Esgoto (DN 100)	un.	1	19,95	19,95
Joelho de PVC Esgoto (DN 100)	un.	1	4,75	4,75
Barra de aço – 10mm (3/8”)	m	2	3,50	7,00
Tampa de assento sanitário	un.	1	20,75	20,75
Chapa metálica com d=0,20m para confecção do chapéu do tubo de ventilação	un.	1	8,00	8,00
Lata de tinta esmalte sintético - cor preta	un.	1	12,00	12,00
			Custo Total (R\$)	143,65

Fonte: Pesquisa de mercado – São Luís/MA (Maio/2009)

Deve-se considerar também a tecnologia a ser utilizada na construção do abrigo. O valor vai variar em função do tipo de material a ser empregado como paredes de tijolos cerâmicos, de adobe ou placas de concreto, piso cimentado ou cerâmico, cobertura com telhas de amianto, telha cerâmica ou palha, etc. Apresenta-se na Tabela 9, para fins de referência, o custo de um abrigo que utiliza tecnologia convencional de construção: alvenaria revestida com chapisco; piso cimentado e telhas de amianto. Verifica-se que o custo total do banheiro seco² incluindo o abrigo é de R\$ 602,06 (Seiscentos e dois reais e seis centavos) ou 150,50 R\$/habitante considerando-se uma família de 4 pessoas.

² Considerando-se a utilização das formas por dez vezes, o que acresce o custo em R\$ 21,60 por unidade.

Tabela 9 – Custo para construção de abrigo tipo casinha

Material	Unidade	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Cimento	Saco	3	25,00	75,00
Areia	m ³	0,47	46,67	21,93
Pedra tipo rachão	m ³	0,85	58,33	49,58
Ferro 6,3mm	Kg	3,00	6,00	18,00
Ferro 4,2mm	Kg	2,5	5,50	13,75
Tijolo cerâmico 08 furos	un	275	0,24	66,00
Tábua para forma-0,15x3,00	un.	03	7,00	21,00
Porta de madeira- 0,60x1,80	un	01	40,00	40,00
Basculante pré-moldado 0,40x0,40	un	01	35,00	35,00
Telha ondulada de cimento amianto (1,10x1,83) incl. fixação (parafusos)	un	02	31,5	63,00
Peça de madeira 7,5x5 cm (3x2)	m	3,60	5,00	18,00
Ripa de madeira (8cm x 1cm)	m	10,00	1,55	15,55
			Total (R\$)	436,81

Fonte: Pesquisa de mercado – São Luís/MA (Maio/2009)

É importante destacar que os baixos valores verificados nas tabelas 6 a 8 confirmam a viabilidade técnica da implantação do banheiro seco na comunidade de Coquilho e em outras localidades rurais do Estado do Maranhão. O baixo custo possibilita o beneficiamento de um número maior de famílias em detrimento dos sistemas convencionais de esgotamento sanitário que representam maiores custos para o poder público, limitando, portanto, sua implementação. As figuras 19 e 20 apresentam a planta baixa e o esquema de corte do abrigo (tipo casinha), respectivamente.

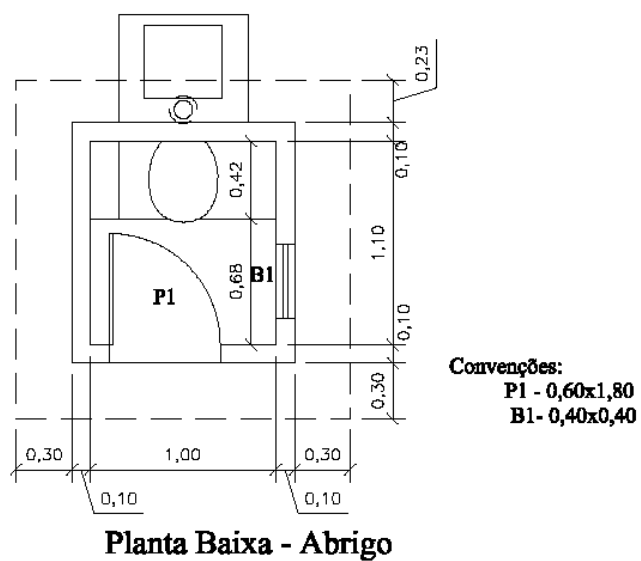


Figura 19: Planta Baixa do abrigo – medidas em metros

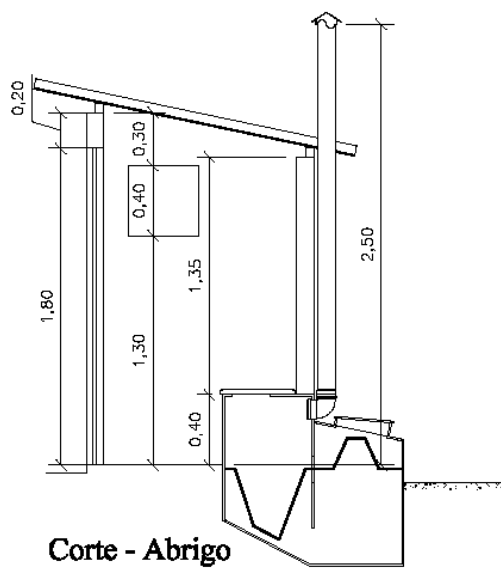


Figura 20: Corte do abrigo – medidas em metros

5.4. Aplicabilidade técnica e social da tecnologia do banheiro seco na comunidade de Coquilho

Analisando os dados coletados através de questionários aplicados verificou-se que a comunidade de Coquilho é composta de população jovem (55,14 % com menos de 18 anos). Este perfil juvenil requer processos de mobilização e capacitação diferenciados, necessitando de maiores ações de educação ambiental formal nas escolas. A faixa etária da comunidade de Coquilho é apresentada no Gráfico 1.

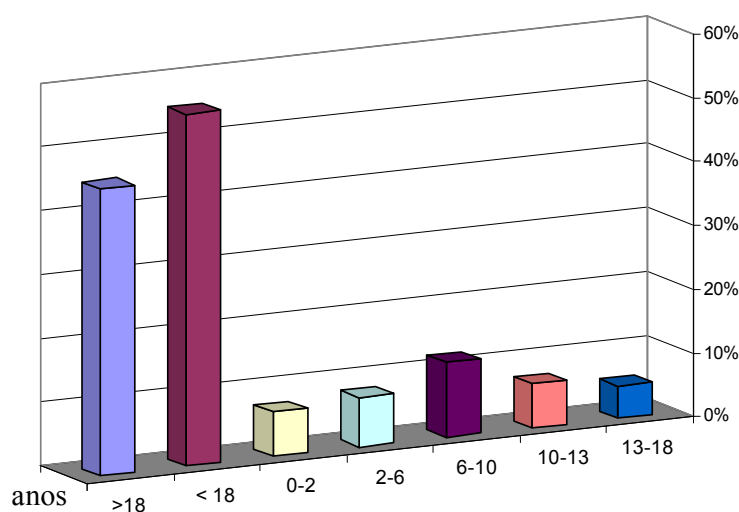


Gráfico 1: Faixa etária dos familiares dos pesquisados na Comunidade de Coquilho São Luís/MA (Maio/2009)

Quanto à escolaridade percebe-se que, para uma população jovem, ainda assim existem 16% sem escolaridade, o que não é esperado visto que é uma comunidade rural que está próxima de zona urbana.

Mesmo em zonas urbanas de municípios do interior verifica-se baixo grau de escolaridade da população. Em um estudo realizado no bairro Piteira em Conceição do Macabu/RJ, Domingos (2008 b) informa que 3,2% dos entrevistados afirmou possuir ensino superior e 19,4% ensino médio. A maior porcentagem, 32,3%, refere-se às pessoas que possuem ensino fundamental incompleto até a 4ª série; 19,4% possuem o ensino fundamental incompleto entre 5ª e 8ª série; 22,6% afirmam que nunca estudara. Analisando-se os resultados verifica-se que os mesmos guardam uma relativa proximidade com os valores encontrados na comunidade de Coquilho conforme se pode constatar no Gráfico 2

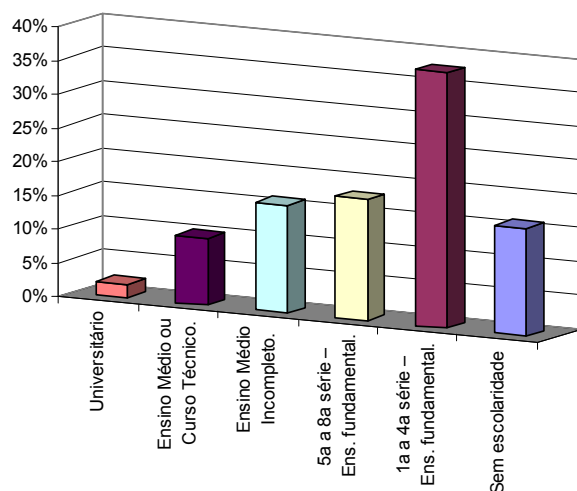


Gráfico 2: Escolaridade dos participantes Comunidade de Coquilho - São Luís/MA (Maio/2009)

No que concerne ao abastecimento d'água (Gráfico 3), verificou-se que a maioria da população (cerca de 66%) faz uso de água proveniente de poços escavados tipo cacimbão o que caracteriza situação de fragilidade, tendo em vista a ausência de esgotamento sanitário adequado na localidade e a permeabilidade do solo característico da região.

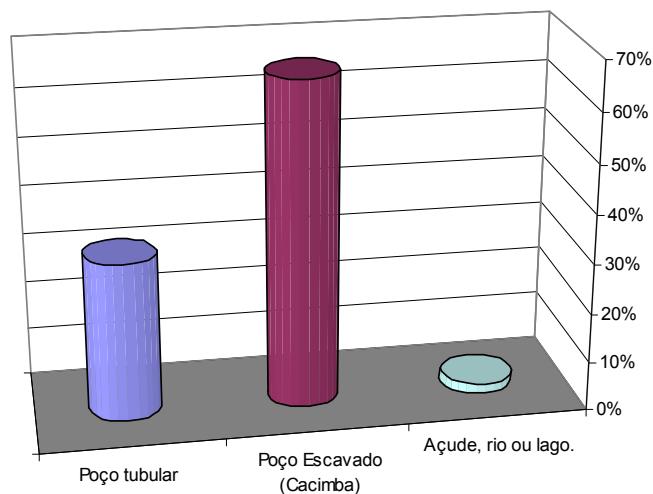


Gráfico 3: Fonte de água nas residências Comunidade de Coquilho-São Luís/MA (Maio/09)

A predominância do uso de cacimba é destacada por Silva (2006) em seu estudo sobre transmissão de malária na Ilha de São Luís, onde 78,8% da população da localidade de Guarapiranga, zona rural do município de São José de Ribamar, consomem água proveniente desse tipo de fonte. No mesmo trabalho relata-se que a população de 5 a 24 anos representa

45,9% da comunidade, constituindo as crianças com menos de 2 anos e os adultos com mais de 59 anos o total de 16,9% da população.

Ainda com relação às características do saneamento básico, constatou-se que a localidade de Coquilho não dispõe de rede coletora de efluentes sanitários, utilizando-se, em sua maioria, de solução de esgotamento individualizada imprópria e arcaica denominada cisterna (fossa negra).

Segundo informações coletadas na localidade, somente 50 das 611 famílias da comunidade dispõem de fossa séptica constituída de alvenaria de tijolos e concreto. Mesmo esta alternativa mostra-se deficitária, devido, primeiramente, à ineficiência do tratamento do conjunto fossa-sumidouro que, de acordo com a NBR 13.969/97 (ABNT, 1997), alcança cerca de 60% de eficiência, além das possíveis falhas na construção do sistema de tratamento, o que pode resultar na infiltração de efluente não tratado e posterior contaminação do lençol freático.

Na comunidade pesquisada 64 % da população classifica a água que consome como ruim ou péssima (Gráfico 4). A percepção da qualidade inadequada de água está comumente ligada à ausência de rede de abastecimento de água. Segundo Domingos (2008b) 74,6% da população do bairro Piteira, em Conceição do Macabu/RJ, recebe abastecimento de água da rede pública e 26,4% dos moradores recebe água proveniente de poço ou nascente. Embora o sistema consista de uma rede de distribuição alimentada por uma caixa d'água abastecida por nascente na localidade vizinha, denominada Socó, 74% acham que a qualidade da mesma é boa, 23% consideram esta relativamente turva e 3% não sabem caracterizá-la. Na comunidade de Coquilho, devido a pouca abrangência da rede de abastecimento, 64% da população considera a qualidade da água como ruim ou péssima.

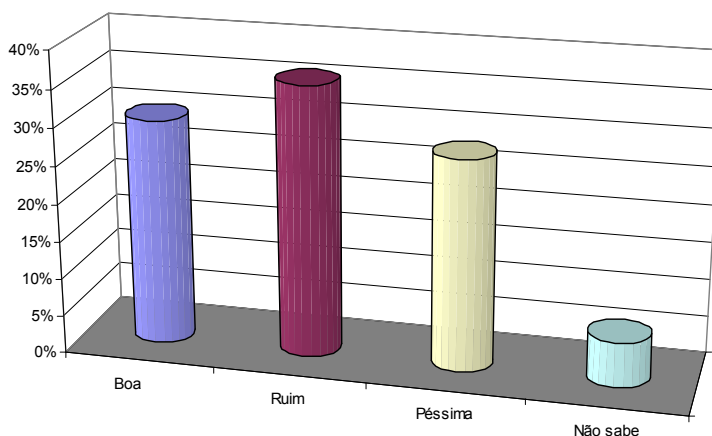


Gráfico 4: Opinião sobre qualidade da água-Comunidade de Coquilho-São Luís/MA(Maio/09)

O tratamento de água para consumo humano na comunidade se dá predominantemente através da filtração, onde 76 % dos participantes entrevistados fazem uso desta solução. Não se verificou a utilização de cloração ou fervura entre os pesquisados. Botto (2005), em trabalho desenvolvido na comunidade de Camurim em Itaíçaba/CE, constatou que 75% das famílias da localidade fazia uso de algum tratamento de água caseiro como filtração. No Gráfico 5 apresentam-se os principais tipos de tratamento de água para consumo na comunidade.

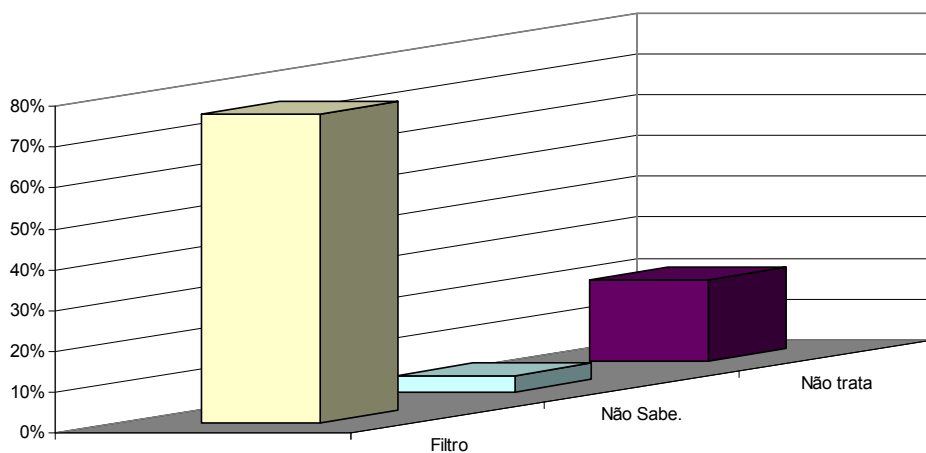


Gráfico 5: Tipo de tratamento de água de consumo humano na Comunidade de Coquilho São Luís/MA (Maio/09)

Sob o enfoque da saúde abordou-se a ocorrência de doenças em crianças e adultos. Nos adultos, conforme apresentado no Gráfico 6, 36% reclamam de doenças como dor de barriga e vermes. Embora o maior percentual apresentado corresponda a opção outras doenças, verifica-se a significativa presença de patologias de veiculação hídrica.

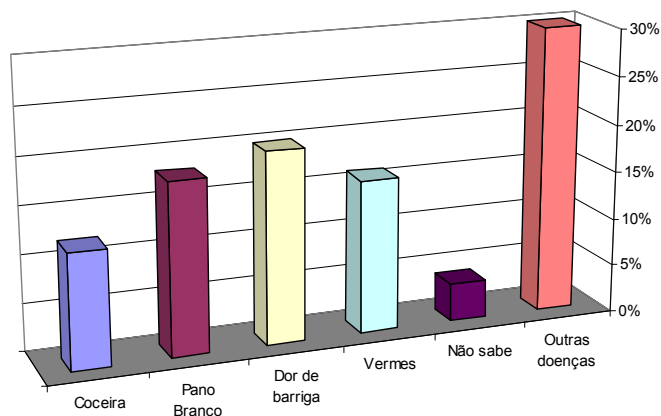


Gráfico 6: Incidência de doenças em adultos na Comunidade de Coquilho-São Luís/MA (Maio/09)

Constatou-se ainda a predominância (54%) entre as crianças pesquisadas de patologias como vermes e dor de barriga (Gráfico 7). Este resultado era esperado por conta da inadequação das soluções de saneamento verificadas na comunidade e da suscetibilidade das crianças à contaminação pela exposição, durante suas atividades lúdicas, a áreas poluídas.

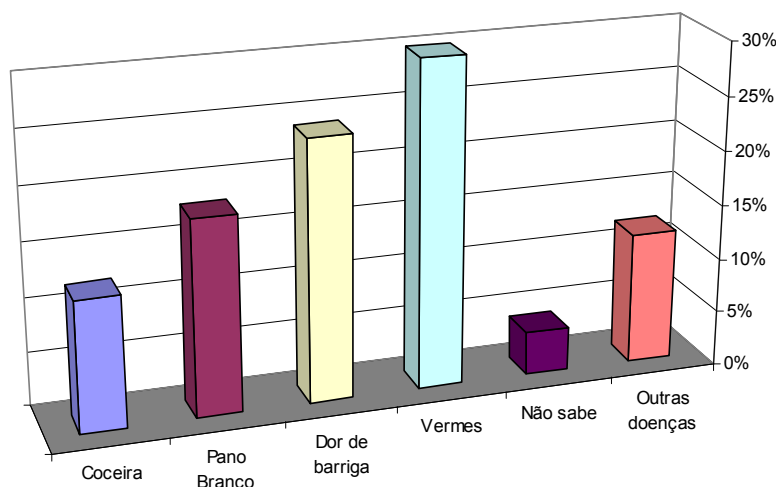


Gráfico 7: Incidência de doenças em crianças na Comunidade de Coquilho-São Luís/MA (Maio/09)

A maioria dos pesquisados (56%) associam a ocorrência destas doenças à água. Brasil (2007) indica que no País 4,5% das internações hospitalares por 1.000 mil habitantes é decorrente de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI³). Os problemas verificados estão frequentemente associados ao abastecimento de água deficiente, esgotamento sanitário inadequado, contaminação por resíduos sólidos ou condições precárias de moradia.

Somente 2% dos participantes da pesquisa informaram conhecer a tecnologia do banheiro seco - 92% não apresentavam qualquer conhecimento do assunto (Gráfico 8). Segundo Teixeira (2008) mesmo no ambiente acadêmico dos cursos de engenharia e arquitetura da Universidade Federal Fluminense ainda se verifica desconhecimento da tecnologia do banheiro seco. Enquanto 57% dos entrevistados apenas ouviram falar do banheiro seco, 90% nunca o utilizaram.

³ Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado-DRSAI, composto pelas diarreias decorrentes de protozoários; bactérias, vírus e helmintos; Febres entéricas; Hepatite A; Dengue; Febre Amarela, Leishmanioses; Filariose linfática; alária; Doença de Chagas; Esquistossomose; Leptospirose; Tracoma e Doenças de Pele (micoses)- Brasil (2003).

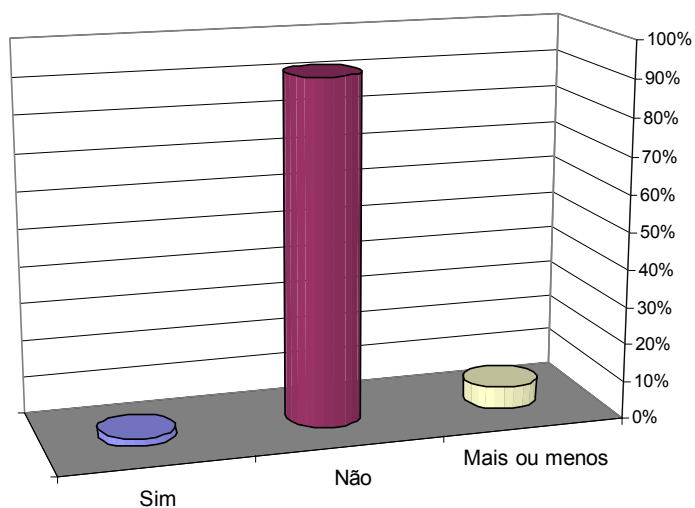


Gráfico 8: Conhecimento do funcionamento do banheiro seco na Comunidade de Coquilho São Luís/MA (Maio/09)

Observa-se pelo Gráfico 9 que apenas 12% dos entrevistados mostrou-se disposto a utilizar esta alternativa de tratamento de dejetos. No estudo de Teixeira (2008), quando questionados acerca da possibilidade de adquirir ou construir um imóvel com banheiro seco, 60% dos alunos de engenharia afirmou que precisaria de mais informações para opinar. Vale ressaltar que este público deveria apresentar maior familiaridade e aceitação desta tecnologia de tratamento sanitário por estudar o assunto ao longo de sua formação acadêmica.

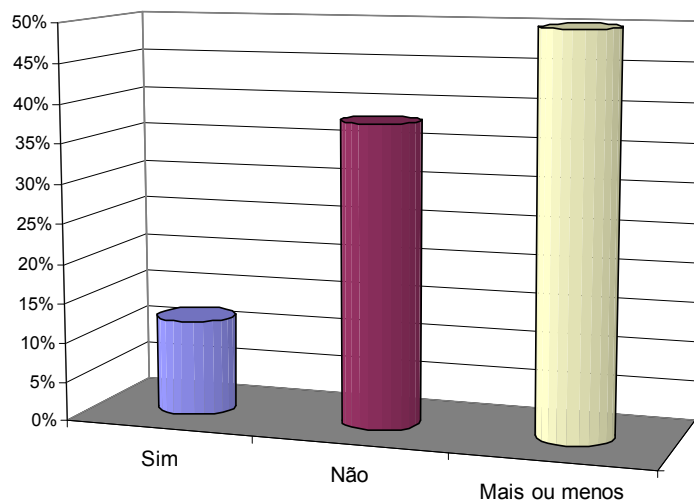


Gráfico 9: Nível de aceitação da comunidade de Coquilho em utilizar um banheiro seco para fins de economia de água e aproveitamento dos resíduos (Maio/09)

Na localidade de Coquilho 20% da população acreditava que a adoção do banheiro seco poderia melhorar a saúde da família e contribuir para a comunidade (Gráfico 10). Este

percentual demonstra certa percepção intuitiva, considerando o pouco conhecimento do tema por parte da comunidade e a noção de que qualquer tratamento é melhor que nenhum.

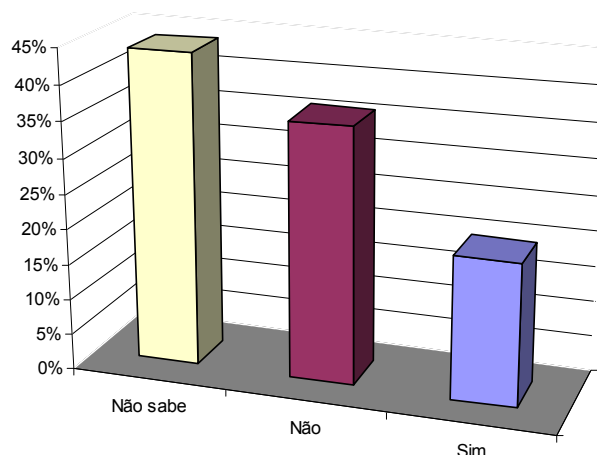


Gráfico 10: Percepção acerca da adoção do banheiro seco na melhoria da saúde da Comunidade de Coquilho- São Luís/MA (Mai/09)

Devido ao pouco conhecimento sobre a tecnologia do banheiro seco, menos de 30 % dos participantes (28%) da comunidade pesquisada acreditava que a adoção do banheiro seco poderia diminuir seus gastos com remédio, enquanto 74% dos moradores consultados não sabia ou não acreditava que a adoção do banheiro seco poderia tornar a região onde vivem menos poluída (Gráfico 11).

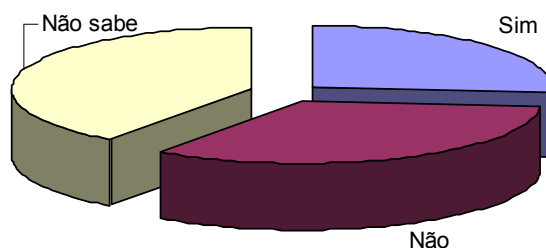


Gráfico 11: Percepção da redução da poluição devido à adoção do banheiro seco na Comunidade de Coquilho-São Luís/MA (Maio/09)

Com o trabalho de apresentação realizado através do seminário de divulgação dos resultados alcançados, verificou-se um incremento significativo no entendimento e na aceitação da tecnologia do Bason. A maioria dos entrevistados (90%) passou a entender o

funcionamento do banheiro seco (Gráfico 12), indicando a educação como uma das ferramentas mais poderosas na promoção da saúde e proteção ao ambiente.

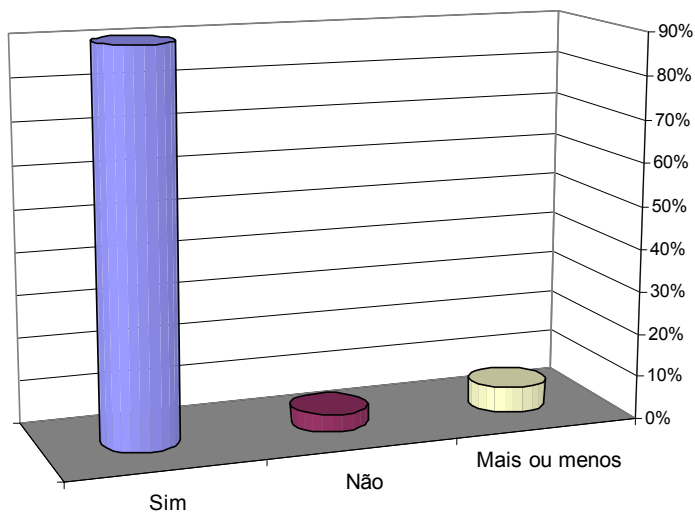


Gráfico 12 - Conhecimento do funcionamento do banheiro seco Comunidade de Coquilho São Luís/MA (Junho/09)

Com o processo de divulgação de resultados 72% dos participantes do seminário passou a se mostrar dispostos a utilizar o banheiro seco como forma de alcançar maior economia de água e o aproveitamento de resíduos (Gráfico 13), disposição decorrente do maior conhecimento alcançado acerca do assunto.

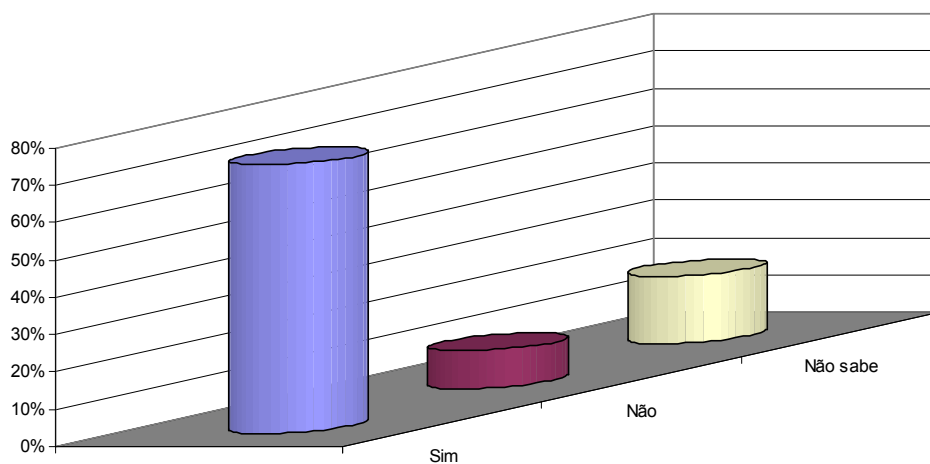


Gráfico 13 - Nível de aceitação da comunidade de Coquilho em utilizar um banheiro seco para economia de água e aproveitamento dos resíduos (Junho/09)

Mais da metade dos participantes da pesquisa (60%) na comunidade relataram ter passado a acreditar que a adoção do banheiro seco traria benefícios à saúde da família,

(Gráfico 14), enquanto 62% dos pesquisados passou a acreditar que diminuiriam seus gastos com remédios.

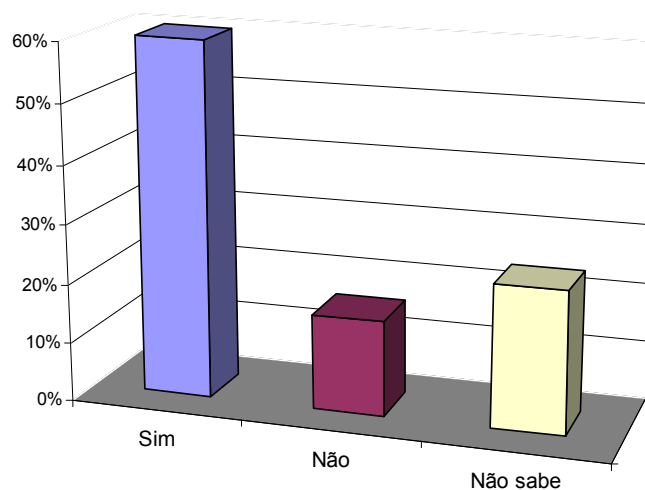


Gráfico 14: Percepção acerca da adoção do banheiro seco na melhoria da saúde da Comunidade de Coquilho- São Luís/MA (Junho/09)

Verificou-se uma redução significativa (em 42%) no número de moradores que não sabiam ou não acreditavam que a adoção do banheiro seco poderia tornar a região onde habitam menos poluída (Gráfico 15). Ao longo do processo de apresentação dos resultados verificou-se a satisfação da população com a perspectiva da melhoria do ambiente como forma de proporcionar um local mais saudável para as crianças da comunidade.

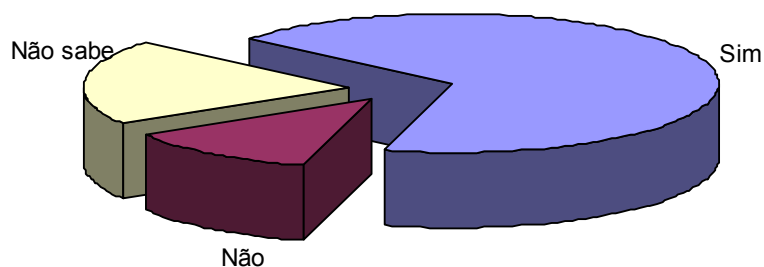


Gráfico 15 - Percepção da redução da poluição devido à adoção do banheiro seco de Coquilho- São Luís/MA (Junho/09)

Considerando os avanços alcançados em termos de divulgação da tecnologia do banheiro seco e a aceitação por parte da comunidade onde se verificaram taxas que variam de

60% a 90% entre os integrantes que participaram da pesquisa, constatou-se a significativa redução dos índices que apontavam a não disposição ou o desconhecimento relativo à adoção da referida tecnologia sob diversos aspectos.

Domingos (2008a) relata que a aceitação de sistemas de tratamento pelo público depende de alguns aspectos como: conhecimento da qualidade dos esgotos tratados e de como ele será utilizado; confiabilidade na capacidade de gestão local encarregada dos serviços e na adequabilidade dos sistemas de tratamentos propostos; certeza de que o sistema envolve riscos mínimos de saúde e de degradação ambiental.

Em implementação de processo participativo no Assentamento Rural Sepé Tiarau, Serra Azul-SP, para escolha do sistema de tratamento de efluentes sanitários residenciais, Martinetti *et al* (2007b) verificaram que é preciso a atuação da sociedade e de políticas públicas que incentivem a participação da comunidade na tomada de decisões. Os limites para essa implementação são devidos à cultura de não participação proveniente do histórico do Brasil, ao grau de escolaridade dos envolvidos no processo fato que influencia na compreensão, tempo disponível entre a tomada de decisão e prazo estabelecido para a atividade.

A construção do protótipo de um banheiro seco tipo Bason com auxílio de gabaritos padronizados na comunidade de Coquilho demonstrou que o processo construtivo desenvolvido facilitou a confecção das placas de plastocimento, garantindo precisão, rapidez e baixo risco de falhas na montagem da câmara de compostagem.

É importante destacar que os trabalhos realizados na Comunidade resultaram em uma maior aceitação da tecnologia do banheiro seco, sendo que 92% dos entrevistados afirmou ter passado a conhecer essa tecnologia, 72% demonstraram disposição em utilizá-la para economia de água, 60% afirmaram acreditar que a adoção do banheiro seco pode melhorar a saúde da família e 68% expressaram a crença que a adoção desse dispositivo pode tornar a região onde vivem menos poluída.

Tendo em vista o significativo incremento nos índices de conhecimento e aceitação alcançados por parte da população após a realização do seminário de apresentação dos resultados e a viabilidade do modelo constatada com a construção do protótipo do banheiro seco, verifica-se a aplicabilidade técnica e social dessa alternativa de tratamento de dejetos humanos na localidade de Coquilho.

6 CONCLUSÃO

Para se promover a saúde e garantir a qualidade ambiental de uma comunidade é vital a adoção de medidas adequadas de saneamento ambiental. Dentre essas medidas destaca-se a adoção de soluções de esgotamento de efluentes sanitários cujos elevados custos muitas vezes inviabilizam sua aplicação, principalmente em comunidades periféricas ou localizadas em áreas rurais.

No intuito de promover a saúde e a qualidade ambiental na Comunidade de Coquilho, zona rural de São Luís-MA, o presente trabalho verificou a viabilidade técnica e social de uma tecnologia alternativa de tratamento de dejetos humanos através da promoção de oficinas de mobilização, da aplicação de questionários, realização de seminários junto à comunidade e da construção do protótipo de um banheiro seco de baixo custo constituído de placas de plastocimento. Com base nos resultados alcançados, concluiu-se que:

- a) dentre os vários tipos de banheiros secos existentes, a opção do sistema com câmara única bicompartimentada, também denominada Bason, mostrou-se como a alternativa mais viável para aplicação em Coquilho por apresentar o menor custo, ter sido objeto de experiências bem sucedidas em diversas localidades do Brasil e até do Exterior, por ser de construção simples e favorecer a participação dos membros da comunidade em sua construção;
- b) a comunidade apresenta um perfil adequado para implantação de projetos de saneamento ambiental por apresentar baixo índice de atendimento em termos de abastecimento d'água e principalmente de esgotamento sanitário, vulnerabilidade do aquífero subterrâneo quanto a contaminação por efluentes sanitários e predominância da utilização de soluções inadequadas de destinação de resíduos humanos (fossa negra);
- c) a pesquisa realizada na comunidade no início dos trabalhos de campo identificaram um alto índice de desconhecimento da tecnologia do banheiro seco e dos benefícios decorrentes de sua utilização por parte da Comunidade;
- d) o desenvolvimento das oficinas e principalmente do seminário de apresentação dos resultados alcançados contribuíram de maneira significativa para o incremento

do grau de conhecimento do que é e de como funciona o banheiro seco, bem como da melhoria da saúde e da qualidade ambiental resultantes de sua adoção;

- e) a padronização do processo construtivo das placas de plastocimento que compõem a câmara de compostagem do modelo de banheiro seco adotado com gabaritos confeccionados em madeira, minimiza o risco de falhas na confecção e posterior montagem do Bason, agilizando sua construção e garantindo sua funcionalidade;
- f) durante a realização do seminário de apresentação dos resultados, diversos moradores da comunidade de Coquilho manifestaram interesse em participar da implantação das unidades de tratamento em suas residências, destacando, entretanto, não dispor de recursos financeiros necessários para construção do Bason. Faz-se necessária a participação do poder público ou de organismos de financiamento a fim de se viabilizar a difusão do projeto e o atendimento de um maior número de membros da comunidade;
- g) os custos apresentados para confecção do banheiro seco (R\$ 602,06) podem ser ainda menores caso se utilizem materiais alternativos para construção do abrigo (adobe, cobertura com folhas de palmeiras, utilização de madeira reaproveitada, etc) ou se aumente o número de reaproveitamentos dos gabaritos de madeira, diluindo seu custo ao longo da confecção de um número maior de unidades;
- h) a eficiência da remoção de patógenos do banheiro seco adotado infelizmente ainda não pôde ser confirmada devido a não realização de ensaios no material compostado, procedimento possível somente após seis meses de operação das primeiras unidades a serem implementadas.
- i) a experiência êxitosa realizada na comunidade de Coquilho também servirá para replicar em outras comunidades rurais por meio do projeto “Implantação de tecnologias alternativas para tratamento de resíduos humanos em municípios na região do baixo Munim” aprovado pelo CNPq por meio do edital CT-Agro 027/09;

7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

A partir da análise dos resultados alcançados tanto em relação às oficinas e seminários realizados quanto a confecção e montagem do banheiro seco, recomenda-se:

- a) multiplicar as técnicas e procedimentos descritos, difundindo as informações constantes no presente trabalho para outras comunidades rurais a fim de se incrementar o conhecimento sobre o banheiro seco e os benefícios decorrentes de seu uso;
- b) utilizar as informações apresentadas nessa dissertação na elaboração de projetos junto a órgãos governamentais e entidades financiadoras de programas voltados para a promoção da saúde e para a proteção do meio ambiente;
- c) promover a realização de seminários em Universidades e Centros Universitários e em eventos que contem com a participação de representantes do Poder Público, contribuindo para o maior conhecimento sobre o tema, objetivando a ampliação do debate sobre o assunto;
- d) disponibilizar, para cada comunidade em que se implante o projeto aprovado pelo CNPq (CT-Agro 027/09), um jogo de gabaritos de madeira com a finalidade de possibilitar a posterior reprodução das técnicas desenvolvidas no referido programa;
- e) fazer amplo uso dos vídeos que registraram o processo de confecção das placas e montagem da câmara de compostagem (Bason) durante a replicação em outras comunidades e se possível organizar na forma de cartilha ou revista em quadrinhos todas as etapas: mobilização, seminários e construção do Bason.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Site na Internet. Disponível em <http://www.abas.org.br/educacao.php#ind11>. Acesso em: 19/07/2009.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Sistemas simples de tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira**. Rio do Janeiro: ABES, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

ANDREOLI, Cleverson Vitório (Coord.). **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final**, Rio de Janeiro: Rima, ABES, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR-7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

BARCELLOS, Christovam. **A lenda urbana sobre interações devidas à falta de saneamento**. *Cad. Saúde Pública*, v.2, n.4,p. 996, jul-ago 2005.Editorial.

BEZERRA, Marina do Carmo de; MUNHOZ, Tania Maria Tonelli. **Gestão de recursos naturais: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira**. Brasília-DF: Consórcio TC/BR/ FUNATURA,2000.

BEZERRA, Marina do Carmo de; VEIGA, José Eli da. **Agricultura sustentável: subsídios à elaboração da Agenda 21 brasileira**. Brasília-DF: Consórcio TC/BR/ FUNATURA,2000.

BORGES JR.. Meubles. **Comunicação pessoal**, [s.l: s.n].2009.

BORGES, Luciana Zabrocki. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Paraná – Curitiba.

BOTTO, Márcio *et al.*. **Estudo da viabilidade técnica e social de tecnologias alternativas de saneamento em comunidades no Estado do Ceará**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL ,23, 2005, Fortaleza.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3^a ed. Brasília,DF, 2006. 408 p. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br>>. Acesso em: 23 mai. 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades.Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental **Visão geral da prestação de serviços de água e esgoto – 2007. Programa de modernização do setor de saneamento**. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em 17 mai. 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **PNAD 2006: Dados relativos a saneamento – Brasil e grandes regiões**.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências, 2007

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Curso de Bioconstrução**. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Perfil da saúde ambiental infantil no Brasil**. Brasília ,DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica**.Brasília,DF, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Vigilância em saúde ambiental: dados e indicadores selecionados**. Brasília,DF, 2007.

BUENO,Eduardo. **Passando a limpo: história da higiene pessoal no Brasil** – São Paulo: Gabarito de Marketing Editorial, 2007.

BUSATO, Jader Galba *et al.* **Guia para adubação orgânica- caderno técnico 14**. Programa Rio Rural.[s.n.], Rio de Janeiro: 2009.

COSTA, André Monteiro *et al.*. **Internação hospitalar no SUS por Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) no Brasil: Ainda um problema de saúde pública.** CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007, Minas Gerais.

DEL PORTO, D.; STEINFELD, C. **The composting toilet system book.** Massachusetts, USA: The Center of Ecological Pollution Prevention, 2000.

DOMINGOS, Élide Quitete *et al.*. **Avaliação de sistemas de tratamento de efluente doméstico no município de Conceição de Macabu-RJ.** SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13, 2008 a, Para.

DOMINGOS, Élide Q. **Gerenciamento de resíduos associado à gestão de recursos hídricos – levantamento de indicadores de saneamento ambiental para um bairro no Município Conceição de Macabu – RJ.** Campos dos Goytacazes/RJ. Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, 2008 b.

ECOCENTRO IPEC. Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. Site na Internet. Disponível em: http://www.ecocentro.org/menu.do?acaosaneamento_Sanitario. Acesso em: mai, 2009.

FÁBULA. Sitio de Organização Não Governamental na Internet. Disponível em <http://Fábula.tv/wp/>. Acesso em 21 mai. 2009.

FERNANDES, Fernando *et al.*. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Universidade Estadual de Londrina; PROSAB - programa de Pesquisa em saneamento Básico, 1998.

FINLAND, Global Dry Toilet Association of. Site na Internet. Disponível em: <http://www.drytoilet.org/>. Acesso em: 9 jun. 2009.

FOLHA DO AMANHA. Site de Jornal na Internet. Disponível em: <http://www.folhadoamanha.net/noticias/agroecologia.htm>. Acesso em: 14 mar. 2009.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, **Banco de Tecnologias Sócias.** Site na Internet. Disponível em: <http://www.tecnologiasocial.org.br/>. Acesso em: 07 jun. 2009.

FUNDAÇÃO DANIEL DAZCAL. Site na Internet. Disponível em: <http://www.fdd.org.br>. Acesso em: 08 jun. 2009.

GAIA. Projeto Ambiental Gaia Village. Site na Internet. Disponível em: <http://www.gaia.org.br/>. Acesso em: 09 jun. 2009.

HUUHTANEN, S ; LAUKKANEN, A . **A guide to sanitation and hygiene for those working in developing countries**. Tampere Polytechnic, Tampere, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros- 2008**. Site da Internet. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2008/default.shtm>. Acesso em: 22 mai. 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS. **Pnad 2007 – primeiras análises. saneamento básico/habitação**. Brasília, DF, 2008.

INSTITUTO DE PERMACULTURA DO CERRADO BRASILEIRO. Site na Internet. Disponível em: www.ecocentro.org. Acesso em: 05 jun. 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS: **Compromisso empresarial para a Reciclagem. Resíduo sólidomunicipal: manual de gerenciamento integrado**. 2^a ed., São Paulo, 2000.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – **Maranhão em dados 2005**. São Luís, 2007.

JENKINS, Joseph.C. **The humanure handbook: a guide to composting human manure**. Jenkins Publishing, Grove City, PA, USA, 2005.

LERDA, S.; SABATINI, F. **El problema de los residuos domiciliarios do Santiago y calidad del agua**. Departamento de Engenharia Industrial da Universidade do Chile, (Mestrado em Gestão e Políticas Públicas), Agosto, 2006. Série estudos de caso n. 8.

LENGEN, Johan van. **Manual do arquiteto descalço**. Rio de Janeiro: Empório do Livro, 2008.

MARTINETTI, Thaís Helena *et al.*. **Sistematização e comparação de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007a. Minas Gerais.

MARTINETTI, Thaís Helena *et al.* **Análise do processo participativo implementado no assentamento rural Sepé Tiaraju, Serra Azul-SP. para escolha do sistema de tratamento de efluentes sanitários residenciais.** CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2007b, São Carlos.

MARANHÃO, Governo do Estado. **Macrozoneamento do golfo maranhense: diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Coordenadoria de Programas Especiais. Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. São Luís, 1998.

_____. Secretaria de Meio Ambiente, **Relatório técnico sobre as ações de educação ambiental**, São Luís, 2008.

_____. Secretaria de Planejamento do Maranhão. **Mapas e municípios, descrições e populações.** Relatório Técnico. São Luís, 2000, 56p.

MARTINS, Gustavo C. M. **Proposta de um modelo para gestão ambiental, comunitária utilizando princípios da permacultura;** Estudo de caso ACEPSJ. Florianópolis-SC. (Monografia). Universidade do Vale do Itajaí, 2007.

MONTEIRO, Patricia C.; BRANDÃO, Cristina S.; SOUZA, Marco A. **Viabilidade do uso da radiação solar na desinfecção da água.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Brasília,DF, 2005.

NUVOLARI, Ariovaldo *et al.* **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** São Paulo. Edgard Blucher, 2003.

OXFORD, **Dictionary of National Biography.** G. C. Boase, ‘Moule, Henry (1801–1880)’, rev. W. H. Brock, first published Sept 2004, 530 words, with portrait illustration. Site da internet. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/ref:odnb/19426>. Acesso em: 23 mai. 2009.

PEREIRA, Ediléa Dutra *et al.* **Mapeamento geológico-geotécnico aplicado à proteção de reservas hídricas ludovicenses.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL, 6., 2007. Uberlândia-MG.

PHILIPPI JR., Arlindo. **Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental; 2)

PLANETA SUSTENTÁVEL. Site na Internet. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.uol.com.br/noticia/estante/estante_424255.shtml. Acesso em: 17 mai. 2009.

RODRIGUES, Telmo L. das Neves *et al* (Org). **Programa de Levantamentos Geológicos do Brasil**: São Luís, Folha SA-23-2-A. Cururupu. Folha SA-23-X.C. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 1994^a

SANTOS, Ademir. **Governos firmarão pacto para reduzir mortalidade infantil**. Jornal o Estado do Maranhão, São Luís, 25 mai. 2009.

SCHUBART, Herbert O. R. **O zoneamento ecológico-econômico e a gestão dos recursos hídricos. gestão de recursos hídricos e gestão do uso do solo- Parte 3**. Universidade Federal Fluminense, 1997.

SETE LOMBAS, Site na Internet. Disponível em: <http://www.setelombas.com.br/2006/04/20/sanitario-compostavel>. Acesso em: 03 mai. 2009.

SILVA, Antonio Rafael da *et al*. Aspectos da transmissão focal de malária na Ilha de São Luís, Maranhão. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 39(3):250-254, mai-jun, 2006

SILVA, Alessandro Costa. FORTES, Jorge Luiz Oliveira. **Diversidade Biológica**, uso e conservação dos recursos naturais do Maranhão, São Luís, 2007.

SOUZA, Francimara Costa de *et al*. **Avaliação da compostagem mesofílica e termofílica**. SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Vitória-ES.

SOUSA, Moisés Matias Ferreira de. Oficina de tecnologias alternativas. **Jornal Folha do Amanhã**, impresso. São Luís. Mar. 2009.

SOUSA, Moisés Matias Ferreira de. **Site ecológico**: um guia pra salvar a terra. São Luís: Ed. Estação, 2008.

TEIXEIRA, Miriam Barros *et al*. **Sanitário seco compostável, uma alternativa viável de Saneamento Ambiental**. CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Rio de Janeiro, 2008.

WAGNER, Andresa G. *et al.* Estações de tratamento de esgoto sanitário: análise econômica de alternativas para municípios litorâneos - estudo de caso – Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.8,n.1,p.33-108, 2008.

WIKIMEDIA. Site da Internet. Disponível em: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Henry_Moule%27s_earth_closet%2C_improved_version_c1875.JPG. Acesso em 21 mai. 2009.

WINBLAD, Uno (Ed.) (1998). **Ecological sanitation**. Swedish International Development Cooperation Agency. Stockholm, Sweden, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking water quality**. 2ª ed. Genebra, 1993, v.1.

ANEXOS

Anexo A: Relatos de experiências de banheiro seco no Brasil

Relato 1: Implantação do bason na prainha do Canto Verde – Beberipe/CE

Trabalho desenvolvido pela Cooperativa de Trabalho ESTRUTURAR, Organização do 3º Setor sediada no Rio de Janeiro em parceria com o Instituto TIBÁ - Tecnologia Intuitiva e Bio-Arquitetura. O projeto teve como foco a implantação da tecnologia do banheiro seco desenvolvido pelo arquiteto Johan Von Lengen na Prainha do Canto Verde em Beberipe/CE.

Na fase de diagnóstico do projeto constatou-se que os problemas eram os típicos de comunidades de baixa renda em todo o Brasil, que não são providas de saneamento básico (como o tratamento adequado da água e esgoto). O lençol freático – única fonte de água que tinham, e o solo estavam contaminados devido à proximidade verificada entre os poços artesianos, abertos de maneira improvisada, e a descarga dos efluentes sanitários. Muitas crianças adoeciam de males causados pela contaminação. A comunidade carecia de informações sobre como cuidar de sua saúde e higiene, assim como dos recursos ambientais. Também não havia recurso financeiro para aplicar em soluções convencionais para esses problemas, muito menos o atendimento por parte do poder público. As condições das instalações sanitárias nas moradias eram extremamente precárias, contribuindo negativamente para a saúde da população da comunidade.

Durante a implantação do projeto, realizou-se uma capacitação dos futuros construtores e realização de oficinas junto à comunidade com a distribuição de manuais de construção e manutenção do BASON e material com dicas de higiene, saúde e noções ambientais. Seguiu-se então um período de acompanhamento e assessoramento técnicos, realizado de maneira continuada pela equipe do Instituto Tibá.

Através do processo de autoconstrução ou mutirão, efetivou-se a construção de oito unidades de BASON (banheiros secos), todos por iniciativa e financiamento dos próprios usuários, o que evidencia a grande viabilidade econômica dessa tecnologia.

O projeto teve como resultados: Redução pela metade do consumo de água nas unidades beneficiadas pela implantação dos oito BASON's; Conscientização das famílias em relação ao uso dos recursos naturais – sobretudo a água – e sobre os hábitos de saúde e higiene; sensível diminuição da contaminação das águas e do solo, percebida principalmente pelo fim dos casos de doenças relacionadas à água e ao esgoto e percepção do aumento da qualidade de vida pelos usuários.

A implantação do projeto, incluindo-se diagnóstico, capacitação, construção de bason modelo e acompanhamento pelo período de um ano, resultou no custo total de R\$ 11.450,00, conforme discriminado na Tabela 10:

Tabela 10: Custos decorrentes do projeto em Beberipe/CE

DESCRIÇÃO	VALOR
Acompanhamento por um ano: (junho/04)	R\$ 3.200,00
BASON modelo: (junho/04) (este valor é sem revestimento)	R\$ 100,00
Capacitação de 10 pessoas por 5 dias: (junho/04).	R\$ 3.200,00
Diálogo e levantamento dentro da comunidade por grupo de 10 habitações (período previsto: 5 dias)	R\$ 2.950,00
Manutenção da tecnologia: o valor é muito pequeno, porque restringe-se a re-pintura dos tubo de aeração, basicamente.	R\$ 0,00
Transporte Aéreo do Rio de Janeiro a Fortaleza, ida e volta, de duas pessoas, por duas vezes mais traslados: (junho/04).	R\$ 2.000,00
Total:	R\$ 11.450,00

Fonte: Fundação Banco do Brasil, 2009

Segundo informações repassadas pelo Instituto Tibá que implantou diretamente o Bason, além de Beberipe/CE, nas localidades de Cananéia- São Paulo e no Parque Nacional Mamirauá – Manaus, foram realizadas ainda numerosas oficinas de divulgação da tecnologia desde o ano de 1987 no Brasil e em outros países (Tunísia, Portugal, Moçambique, Holanda, Alemanha, México, Honduras, Chile e Índia).

Relato 2: Húmus Sapiens – aproveitamento de dejetos para produção de húmus – Pirenópolis/GO

Projeto desenvolvido pelo Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado em sua sede em Pirenópolis/GO, através da operação de cinco sanitários compostáveis que atendem a toda equipe que mora no Instituto, além dos visitantes que frequentam o Ecocentro.

O projeto apresenta como resultados: A compostagem dos dejetos humanos e outros materiais orgânicos; fertilização ou reconstrução do solo para agricultura, jardinagem, produção de mudas etc; redução do consumo de água; redução dos riscos de proliferação de patologias pela contaminação da água e do solo.

Os sanitários produzem cerca de 5 m³ de húmus a cada seis meses. A utilização desse tipo de sanitário garante a economia de água necessária para enfrentar o período de estiagem típico do cerrado brasileiro. O adubo produzido nesses sistemas é utilizado para fertilização e reconstrução do solo.

A área onde está instalado o IPEC é muito mais fértil e produtiva hoje do que era originalmente. O húmus é utilizado em pomares, hortas, produção de mudas e sistemas agroflorestais. A adaptação cultural também tem mostrado resultados positivos: os visitantes, geralmente habituados aos banheiros tradicionais, não têm demonstrado resistência a esse modelo de sanitário. Os minhocários que recebem o produto compostado nos sanitários foram instalados em toda a comunidade do entorno. Atualmente, as famílias de pequenos produtores rurais que vivem na região onde está situado o Ecocentro IPEC, produzem seu próprio adubo orgânico com o qual melhoram suas hortas e a qualidade de sua alimentação. O IPEC ministrou um curso sobre permacultura no Haiti ao longo do qual construiu um sanitário compostável naquele país.

O custo de um sistema de produção de húmus sapiens a partir de dejetos que contempla o sanitário compostável e o minhocário depende dos materiais utilizados e do tipo de acabamento desejado. O custo médio fica em torno de R\$ 3 mil reais. São necessárias 3 pessoas para construir um sanitário e um minhocário em uma semana. É preciso apenas 1 pessoa para manter o sistema em operação.

Os sistemas de compostagem e produção de húmus desenvolvidos pelo IPEC têm sua eficiência comprovada pelo uso diário do próprio Instituto. Atualmente, todas as pessoas que visitam e moram no IPEC utilizam os sanitários compostáveis que geram o húmus utilizado nas hortas, pomares, sistemas agroflorestais e produção de mudas. Pela proximidade com as

famílias, o acompanhamento da utilização do sistema de compostagem por minhocários é feito de maneira informal. Os resultados podem ser observados pela melhoria e ampliação das hortas familiares. Em geral, os agricultores não têm nenhuma dificuldade em manejar o sistema pois os procedimentos são muito simples.

As técnicas envolvidas na produção de humus sapiens são transmitidas através de cursos ou consultoria. Os cursos são ministrados no próprio IPEC, ou podem ser solicitados no local (como foi o caso do Haiti). Os mesmos têm temas variados (alimentação, água, habitação, introdução à permacultura), sendo que todos eles contemplam as técnicas de produção do humus sapiens entre outras técnicas de permacultura. Os preços, a duração e a periodicidade dos cursos variam de acordo com o público, a demanda e a disponibilidade da equipe do IPEC. Os custos da consultoria variam de acordo com o escopo do projeto a ser elaborado e com o tipo de suporte demandado.

Relato 3: Outras experiências no Brasil

A fundação Daniel Dazcal, organização orientada para prática e difusão dos preceitos da Permacultura desenvolve, por meio do projeto Permacultura na Amazônia, ações voltadas a sustentabilidade ambiental, dentre as quais a implantação de sanitários secos em diversas localidades. Na Fundação Daniel Dazcal (2009) encontra-se a indicação de construção de sanitário compostável nas seguintes localidades: Comunidade Natária (Itacoatiara/AM); município de Boa Vista do Ramos (AM)-sistema com tambor de 200 L, Unidade Demonstrativa de Permacultura Amazônica (Manaus/AM)- Sistema composto de câmara dupla operando desde o segundo semestre de 2003.

O projeto Ambiental Gaia Village (GAIA, 2009) é um projeto de caráter privado com foco em sustentabilidade que se desenvolve na propriedade da família Werlang e de sua empresa G.A. Werlang - Gestão e Ambiente Ltda, localizada junto às praias do Ouvidor, da Barra e da Lagoa da Garopaba, município de Garopaba, sul do estado de Santa Catarina. O projeto visa propor, planejar, implementar e demonstrar soluções ambientalmente responsáveis em direção a um desenvolvimento sustentável. Dentre os diversos programas desenvolvidos destaca-se a instalação e operação de banheiros secos nas unidades sede, os Espaços Gaia e Ouvidor e também no posto de salva vidas da praia do Ouvidor- todos os modelos foram implantados em construções em dois pavimentos.

Localizado no município de Siderópolis - SC, na localidade de Rio Jordão Médio, o sítio Sete Lombas (SETE LOMBAS, 2009) é uma propriedade de 23 ha, dos quais cerca de 3 ha planejados para a sustentabilidade da família e cerca de 20 ha reservados para a fauna e a flora. Na referida propriedade opera um banheiro seco de duas câmaras construído com materiais convencionais de construção: tijolos cerâmicos, concreto armado, laje pré-moldada de concreto, chapisco. Utilizou-se madeira para construção do abrigo, disposto na porção superior da estrutura erguida em um terreno em declive. Destaque-se a previsão de compartimento para armazenamento de serragem a ser depositada logo após a utilização do banheiro. As Figuras 21a e 21b ilustram as etapas de construção do banheiro seco.



A



B



C



D

Figura 21a: Etapas de construção de um banheiro seco com duas câmaras em Siderópolis (SC). A- Elevação da alvenaria base para laje de piso do abrigo; B- Disposição de laje de piso do abrigo. C- Preparação de rampa de descida dos dejetos com laje pré-fabricada. D- Revestimento da rampa e elevação da alvenaria das câmaras de compostagem



A



B



C



D

Figura 21b: Etapas de construção de um banheiro seco com duas câmaras em Siderópolis (SC). A-Capeamento de laje de piso do abrigo e aplicação de chapisco na alvenaria.B- Construção de abrigo em madeira. G- Banheiro seco concluído.H- Vista local do futuro assento (direita) e espaço para compartimento para armazenamento de serragem (SETE LOMBAS, 2009).

Anexo B - Modelo de entrevista

1- Caracterização;

- 1.1- Nome: _____do(a) Chefe de Família.
- 1.2- Idade: _____anos.
- 1.3- Escolaridade: 1. () Sem Escolaridade.
2. () 1a a 4a série – Ens. fundamental.
3. () 5a a 8a série – Ens. fundamental.
4. () Ensino Médio Incompleto.
5. () Ensino Médio ou Curso Técnico.
6. () Universitário
- 1.4- Desde quando mora nesta localidade? _____ anos.
- 1.5- A sua casa é: 1.() Própria 2.() Alugada 3. ()Cedida 4. ()Outra Condição.
- 1.6- Quantidade de moradores na propriedade: _____
- 1.7- Quantos destes são adultos (> 18 anos)? _____
- 1.8- Quantos destes são crianças ou adolescentes (< 18 anos)? _____
- 1.9- Bebês de 0 a 2 anos: _____
- 1.10- Pré-escolar (crianças de 2 a 6 anos): _____
- 1.11- Escolar (crianças de 6 a 10 anos): _____
- 1.12- Adolescentes (10 a 15 anos): _____
- 1.13- Adultos (maiores de 18 anos): _____
- 1.14- Quantas pessoas trabalham na casa? _____
- 1.15- Qual a renda mensal média? _____

2- Abastecimento de Água:

2.1- Fonte de abastecimento predominante na casa:

1. () Poço tubular
2. () Poço Escavado (Cacimba)
3. () Cisterna.
4. () Açude, rio ou lago.
5. () Carro pipa .
6. () CAEMA.

2.2- O que você acha da água que bebe?

1. ()Boa 2. ()Ruim 3.() Péssima 4. () Não sabe

2.3- Costuma faltar água?

1. () Frequentemente (semanalmente)
2. () Esporadicamente (mensalmente)
3. () Raramente (poucas vezes ao ano)
4. () Sazonalmente (períodos de estiagem)
5. () Nunca
6. () Não sabe

2.4- Armazena água para períodos de escassez?

1. () Sim Onde: _____;
2. () Não.

2.5- Tipo de tratamento para beber:

1. ()Cloração
2. ()Fervura
3. ()Filtro
4. ()Não Sabe.
5. ()Não trata

3- Aspectos sanitários:

3.1- Qual o destino dado ao resíduo sólido doméstico?

- () Coleta pública () Terreno baldio () Enterramento () Queima

3.2- Quais as principais doenças que ocorrem na sua família:

3.2.1 - Adultos:

- () Coceira () Pano Branco () Dor de barriga () Vermes

Não sabe Outras doenças: _____

3.2.2 - Crianças:

Coceira Pano Branco Dor de barriga Vermes

Não sabe Outras doenças: _____

4.2 - Você associa estas doenças à água?

- Sim
- Não
- Não sabe

4- Esgotamento:

4.1- O esgoto do banheiro e da cozinha tem o mesmo destino?

- 1. Sim;
- 2. Não;
- 4. Não Sabe.

4.2 Para onde vai o esgoto do banheiro

- 1. Fossa séptica
- 2. Vala / rede de drenagem / córrego
- 4. Fossa negra
- 4. Rede de esgoto
- 5. Rio / lago
- 6. Jogado na rua / logradouro
- 7. Não sabe

4.3- Como está funcionando o esgoto da casa?

- 1. Bem;
- 2. Mal;
- 4. Mais ou menos;
- 4. Não sabe.

4.4- Se mal ou mais ou menos, por que?

- 1. Falta de manutenção
- 2. Utilização errada
- 5. Construção mal executada
- 6. Não sabe
- 7. Outra

4.5 - Está satisfeito(a) com o esgoto?

- 1. Sim;
- 2. Não;
- 4. Não Sabe.

4.6 – Estaria disposto a experimentar novas formas de destinação dos resíduos (fezes) e águas servidas do banheiro.

1. () Sim;
2. () Não;
4. () Não Sabe.

4.7 – Você sabe o que é e como funciona um banheiro seco?

1. () Sim;
2. () Não;
3. () Mais ou menos.

4.8 – Estaria disposto a utilizar um banheiro seco para economia da água e aproveitamento dos resíduos?

1. () Sim;
2. () Não;
4. () Não Sabe.

4.9 – Estaria disposto a participar de oficinas com tecnologias como essas?

1. () Sim;
2. () Não;
4. () Não Sabe.

4.10 – Estaria disposto a se tornar um multiplicador dessas técnicas dentro de sua comunidade?

1. () Sim;
2. () Não;
3. () Não Sabe.

4.11 – Você acredita que a adoção do banheiro seco pode melhorar a saúde da família e contribuir para comunidade de Coquilho?

1. () Sim;
2. () Não;
3. () Não Sabe.

4.12 – Você acredita que a adoção do banheiro seco pode tornar a região onde você vive menos poluída?

1. () Sim;
2. () Não;
3. () Não Sabe.

4.13 – Você acredita que a adoção do banheiro seco pode melhorar a saúde da família e diminuir seus gastos com remédios?

1. () Sim;
2. () Não;
3. () Não Sabe.

Anexo C - Endereço dos fornecedores de elementos específicos a serem utilizados na confecção do Bason.

ELEMENTO	FORNECEDOR/ ENDEREÇO
Gabaritos de madeira em tamanho padronizado	Marcenaria do Sr. Aguinaldo Ribeiro Diniz. Rua onze, n. 14- Em frente ao colégio Roseana Sarney - São Francisco. Telefone: 8172 8971, 3235 3809.
Chapéu de zinco para cobertura do cano de exaustão do Bason	Funilaria KVA Serviços – Rua da Manga, n- 250A, Centro. Telefone: 221 6960. Contato: André.
Tela mosquiteira	Comercial Agroveterinária –R. Jacinto Maia, 333 (esquina com Rua da Manga) - Centro. Telefone: 3231 5899.
Plástico preto 200 micra	Plástico Maranhão – Av. Magalhães de Almeida em frente ao Bradesco, Centro. Tel – 3232 2002.
Vergalhão de aço dobrado	Aço Maranhão - Av Guajajaras, n. 2, qd 152, Tirirical. Telefone: 3216 1400.