



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PÓS-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

CHRISTINE FARIAS COELHO

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E DESEMPENHO DO SISTEMA FOSSA VERDE
NO ASSENTAMENTO 25 DE MAIO, MADALENA (CE)

FORTALEZA

2013

CHRISTINE FARIAS COELHO

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E DESEMPENHO DO SISTEMA FOSSA VERDE
NO ASSENTAMENTO 25 DE MAIO, MADALENA (CE).**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção ambiental e gestão dos recursos naturais.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Araújo

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- C615i Coelho, Christine Farias.
Impactos socioambientais e desempenho do sistema fossa verde no assentamento 25 de maio, Madalena (CE) / Christine Farias Coelho. – 2013.
112 f. : il. color., enc.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró- Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente , Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Orientação: Prof. PhD. José Carlos de Araújo.
1. Saneamento rural. 2. Água-reuso. 3. Biorremediação. I. Título.

CDD 363.7

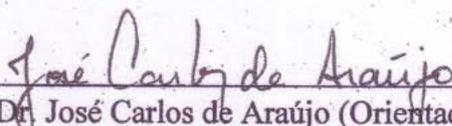
CHRISTINE FARIAS COELHO

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E DESEMPENHO DA FOSSA VERDE NO
ASSENTAMENTO 25 DE MAIO, MADALENA (CE)

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção ambiental e gestão dos recursos naturais.

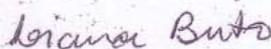
Aprovada em 18 / 02 / 2013.

BANCA EXAMINADORA



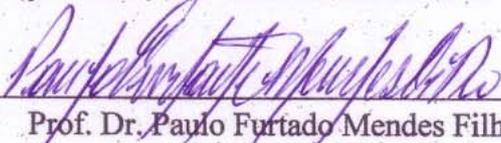
Prof. Dr. José Carlos de Araújo (Orientador)

Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - UFC



Profa. Dra. Liana Brito de Araújo

Depto. Serviço Social, Universidade Estadual do Ceará - UECE



Prof. Dr. Paulo Furtado Mendes Filho

Depto. Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles

Depto. Geografia, Universidade Federal do Ceará - UFC

“Desenvolvimento é principalmente uma via de acesso a formas sociais mais aptas para estimular a criatividade humana e para responder às aspirações de uma coletividade.”

(Celso Furtado, 1984)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por sua infinita bondade.

À minha família, minha fortaleza na Terra, pais, irmão e irmãs, pelo apoio e compreensão pelas minhas ausências.

A minha avó Ceci, inspiração de força e dedicação. A meus tios e tias, e em especial aos padrinhos que ganhei em Fortaleza: Demóstenes e Silvana.

Ao prof. Dr. José Carlos de Araújo, pelo privilégio da sua orientação, pela confiança, paciência e amizade demonstrada ao longo desse período. À prof. Dra. Liana Brito pelas ricas discussões e valiosas contribuições.

Ao prof. Dr. Paulo Mendes e aos seus alunos do Grupo de Apoio Relacionados aos Microorganismos do Solo – GERMS, pela parceria com as análises dos substratos fossa. Agradeço especialmente à Aldenia Mendes, pela solidariedade nessa etapa. À prof. Dra. Evania Figueiredo e à equipe do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFC pela contribuição com as análises dos frutos.

Aos professores a quem também posso chamar de amigos, Elisabeth Araújo e Clóvis Cavalcanti, que acompanharam meu percurso desde a graduação e me incentivam à carreira acadêmica. Aos docentes do PRODEMA, em especial a Cacau, Jeovah Meireles, Marta Celina e Levi Sampaio.

A Paulo Belo, a Marcelo Távora e aos hidrosedianos, sobretudo aos que contribuíram diretamente na realização desta pesquisa dissertativa: Laldiane Pinheiro, Mário Wiegand, Cicero Almeida, Leonardo Schramm, José Wellington, Everton Pinheiro, Thiago Xavier, Marcos Meireles, Pedro Medeiros, George Mamede, Cristian Epifânio, Alexandre Gomes e Deborah Mithya. Gratidão pelo exercício da coletividade.

Aos amigos do mestrado, pela oportunidade de compartilhar dos desafios da interdisciplinaridade. À Marcella Escobar, Virgínia Müller, Roberto Maia, Lilian Lima, Pricila Aragão, Beatriz Colares, Armando Reis, Eduardo Oliveira, Henrique Ziegler, Andréa Camurça e Renata Paz. Gratidão pelas reflexões compartilhadas e troca ímpar de experiência.

Às famílias do Assentamento 25 de Maio, sem as quais esse trabalho não teria sentido. A todos os colaboradores do Projeto Fossa Verde, em particular aos bolsistas: Maria Auderice, Cleidson e Rosilene. À Direção da Escola do Campo João Sem Terra, pela cessão de espaço para desenvolvimento de parte do experimento.

Ao engenheiro Hélio Aires, supervisor do Laboratório de Hidrometria da CAGECE e à FUNCEME pela disponibilidade dos dados meteorológicos necessários a pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado e ao CNPq pelo financiamento do Projeto Fossa Verde.

RESUMO

A contaminação dos ecossistemas aquáticos através do lançamento de resíduos sólidos e líquidos constitui um dos impactos ambientais mais observados no semiárido nordestino, implicando em prejuízos aos usos múltiplos da água e na saúde coletiva. Portanto, o reuso planejado de água assume papel fundamental na gestão sustentável dos recursos hídricos. O presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho e as repercussões socioambientais do Módulo Fossa Verde (MFV, ou canteiro biosséptico) implantado no Assentamento 25 de Maio (A25M, Madalena, Ceará). Essa tecnologia social corresponde a um modelo alternativo de tratamento de efluente domiciliar que considera o reuso da água em quintais produtivos, a proteção dos recursos naturais e contribui para o saneamento rural. A pesquisa adota como estudo de caso 58 fossas verdes construídas de modo participativo em residências e equipamentos sociais no A25M. O nível de satisfação e apropriação da tecnologia foi obtido por meio da técnica combinada de entrevista e observação participante realizadas no período de Set./2011 a Set./2012. Os canteiros foram monitorados na mesma ocasião das entrevistas e foram considerados os seguintes critérios avaliativos: grau de utilização, cultivo e diversidade de planta, posicionamento das mudas, porte e quantidade das mudas, ocorrência de extravasamento, refluxo, entupimento, odor e realização da manutenção. Em relação ao nível de satisfação, percebe-se que o contentamento dos beneficiários com o MFV é mais visível nos casos em que as bananeiras frutificaram e nas situações de desempenho satisfatório do sistema. A escassez hídrica interferiu no desempenho de alguns canteiros em decorrência do menor aporte de efluente provindo do consumo de água doméstico. E de modo geral, a utilização dos quintais produtivos associados ao saneamento ecológico fortalece a agricultura familiar e valoriza a cultura local, além disso, promove a saúde ambiental. A avaliação da qualidade do substrato foi baseada em parâmetros microbiológicos (C-BMS, RBS e qCO_2) e químicos (pH, P, MO, CE) analisados em amostras de canteiros biossépticos sob diferenciados sistemas gerenciamentos. Os resultados apontaram que os sistemas com maiores índices de atividade metabólica são aqueles onde se observam os melhores cenários de desenvolvimento vegetal. O desenvolvimento satisfatório das culturas, inclusive com fornecimento de frutos (mamão, banana, pimentão, tomate) pode estar associado ao cultivo múltiplo de espécies no canteiro, sugerindo um arranjo de culturas que melhor se adeque aos níveis fósforo, nitrogênio e, sobretudo, teor de salinidade, encontrados nos substratos coletados. Amostras representativas de tomate (*Solanum esculentum*), pimenta (*Capsicum chinense*), banana (*Musa* sp.) e folha de malvarisco (*Plectranthus amboinicus* L.) foram

submetidas à análise de qualidade sanitária e os resultados indicaram que os mesmos são plenamente aptos para o consumo. Os parâmetros de dimensionamento do sistema foram calculados através do balanço de massa hídrica e incluem a estimativa do consumo *per capita* de água, contribuição de esgoto e coeficiente de retorno (r) em duas situações distintas: casa interligada à rede de abastecimento de água e casa desprovida de água encanada. Para estimativa do uso consuntivo do MFV foi utilizado um canteiro controle com cultivo de banana (*Musa spp.*), em que a taxa de evapotranspiração da cultura (Etc), verificada pelos métodos Tanque Classe A e Penman-Monteith, apresentou $5,1\text{mm.dia}^{-1}$ para o consumo hídrico. O dimensionamento satisfatório para o aproveitamento mais eficiente da água provinda do esgoto doméstico é de 30 m^2 para casas com água canalizada e de 2m^2 para casas desprovidas de abastecimento de água em rede. Enfatiza-se a perspectiva de formulação de políticas públicas de saneamento rural para projetos de reforma agrária com vistas à habitação saudável e à promoção da saúde coletiva.

Palavras-chave: reúso, biorremediação vegetal, tecnologia social, saneamento rural, coeficiente de retorno.

ABSTRACT

The contamination of aquatic ecosystems through discharge of waste is one of the environmental impacts more often observed in the Brazilian Northeast semiarid environment, resulting in losses of the multiple uses of water and of collective health. The planned water reuse assumes a fundamental role in the sustainable management of water resources. This study aims to evaluate the performance and environmental impacts of the green sewage modules technology (GSM) implanted in „25 de Maio“ land reform Settlement, (Madalena, Ceará). This social technology corresponds to an alternative model of treatment of household wastewater that considers water reuse in productive backyards, protection of natural resources and contributes to rural sanitation. The research adopted the case study of 58 GSM that were constructed using a participative approach. The level of satisfaction and ownership of technology was achieved through the combined technique of participant observation and interviews conducted from September 2011 to September 2012. The GSM were monitored at the same time the interviews were carried out and the following assessment criteria: degree of use, cultivation and plant diversity, placement of seedlings, seedling size and quantity, occurrence of overflow, reflux, obstruction, odour and conducting maintenance. Regarding the level of satisfaction, it is noted that contentment with GSM is most visible where the banana trees produce fruits and at situations of satisfactory performance of the system. Water scarcity affected the performance of some GSM due to the lower contribution of effluent coming from domestic water consumption. Overall the use of productive backyards associated with ecological sanitation strengthens family farms and appreciates the local culture also promotes environmental health. The assessment quality of GSM substrate was based on microbiological (SMB-C, SBR and qCO_2) and chemical (pH, P, OM, EC) parameters analyzed in samples from five beds chosen under different managements systems. The results showed that systems with higher metabolic activity are those where we observe the best scenarios for crops development. The satisfactory development of crops, including production of fruits (papaya, banana, peppers and tomatoes) may be associated with the cultivation of multiple species on beds, suggesting an array of crops that best fits the levels phosphorus, nitrogen, and especially content salinity, found in substrates collected. Representative samples of tomato (*Solanum esculentum*), pepper (*Capsicum chinense*), banana (*Musa* sp.) and malvarisco leaves (*Plectranthus amboinicus* L.) were subjected to analysis of sanitary quality, and the results indicated that they are fully able to consumption. The GSM design parameters were calculated using the mass balance of water that include estimate of *per capita*

consumption of water, sewage contribution and coefficient of return (r) in two different situations: household with piped water and house devoid of piped water. In order to estimate the consumptive use of GSM, it was used a control bed cultivated with banana (*Musa* spp.), in which the rate of crop evapotranspiration (Etc), verified by the methods Class A pan and Penman-Monteith, showed a water consumption $5,1 \text{ mm.day}^{-1}$. The satisfactory design of GSM for the use most efficient of water effluent from domestic sewage is 30 m^2 for households with piped water and 2 m^2 for households devoid of piped water. It emphasizes the perspective of public policy formulation sanitation for rural land reform projects with a view to healthy housing and the promotion of health.

Keywords: reuse water, vegetal bioremediation, social technology, rural sanitation, coefficient of return.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Assentamento 25 de Maio / São Joaquim, com as comunidades integrantes.	19
Figura 3 - MFV em pleno funcionamento no A25M (Set. 2010).....	36
Figura 2 - Desenho esquemático da estrutura da Fossa Verde.	36
Figura 4 - (a) Testes com tanque de evapotranspiração, área experimental em Roma; (b) Implantação de um canteiro bioasséptico formado com pneus usados (MANDAI, 2006).	38
Figura 5 - Localização dos canteiros bioassépticos selecionados para análise de substrato. Jun.2012.	46
Figura 6 - Observação participante relacionada às formas de uso e consumo de água em R2; (a) uso da água na cozinha; (b) lavagem de roupa. Mar. 2012.....	49
Figura 7 - Desenho esquemático com medidor volumétrico acoplado ao modelo de fossa séptica EMBRAPA	50
Figura 8 - Etapas de montagem da fossa modelo EMBRAPA, com hidrômetro acoplado (f) para medição do efluente. (Set. 2011).....	51
Figura 9 - Canteiro controle em fase de preenchimento, com cano de PVC interligado à pirâmide de tijolos, para irrigação controlada. Dez. 2011.	52
Figura 10 - Instalação dos equipamentos Pluviômetro Ville de Paris (a) e Tanque Classe A (b). Escola João dos Santos de Oliveira, Comunidade Quieto, A25M. Out. 2011.....	54
Figura 11 - (a) MFV em situação de abandono (Escola Comunidade São Joaquim. Mar./2012); (b) MFV subutilizado (Escola Comunidade Agreste. Mar./2012).	61
Figura 12 - MFV sem manutenção (a) sem cultivo e com presença de lixo. Mar../2012; (b) mesmo MFV com ocorrência de extravasamento. Set./2012.....	62
Figura 13 - (a) MFV com bananeiras protegidas com sacos plásticos contra predação por formigas. Dez./2011. (b) MFV com muda posicionada em local inadequado e com perfilho. Jun./2011.	62
Figura 14 - Histogramas com a frequência de notas atribuídas aos canteiros bioassépticos em monitoramento trimestral.	65
Figura 15 - Representação em mapas temáticos da avaliação dos canteiros bioassépticos monitorados.	66
Figura 16 - Indicadores microbiológicos da qualidade do substrato do MFV.	67

Figura 17 - Formas de uso da água em R1; (a) coleta da água em balde para (b) utilização na lavagem dos pratos na pia sem torneira; (c) rega das plantas cultivadas na área lateral da casa; e (d) coleta da água para banho.	73
Figura 18 - Captação da água para consumo doméstico em R2; (a) coleta de água da cisterna (out./2011); (b) coleta de água do barreiro (mar./2012).....	76
Figura 19 - Relação da lâmina de água irrigada (reposição) em função do tempo de preenchimento.	82
Figura 20 - da Etc (UC normalizado pela média) e uso consuntivo total do sistema.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Área
A25M	Assentamento 25 de Maio
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADELCO	Associação para Desenvolvimento Local Co-produzido
ARS	Água Residuária de Suinocultura
ARSF	Água Residuária da Suinocultura após Filtragem
ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	American Public Health Association
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
C-BMS	Carbono da Biomassa Microbiana do Substrato
CE	Condutividade Elétrica
CEes	Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Etc	Evapotranspiração da cultura
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Eto	Evapotranspiração potencial de referência
ETEZR	Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GTDN	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
HCL	Ácido Clorídrico
HIDROSED	Grupo de Pesquisa Hidrossedimentológica do Semiárido
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEC	Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado
Kc	Coefficiente da cultura
LAPESS	Laboratório de Pesquisa e Estudos em Serviço Social
L.dia ⁻¹	Litro por dia

L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹	Litro por habitante por dia
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
MFV	Módulo Fossa Verde
mm.dia ⁻¹	Milímetro por dia
MO	Matéria Orgânica
MS	Mato Grosso do Sul
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
N	Nitrogênio
NaOH	Hidróxido de Sódio
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NMP.g ⁻¹	Número Mais Provável por grama
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas
PM	Penman-Monteith
PR	Paraná
PVC	Policloreto de vinil
Q	Vazão da mangueira
q	Consumo <i>per capita</i> de água
qCO ₂	Quociente metabólico ou respiratório
r	Coefficiente de retorno água-esgoto
R1	Residência 1
R2	Residência 2
RBS	Respirometria Basal do Substrato
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RS	Rio Grande do Sul
SAAE	Serviço de Abastecimento de Água
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SINS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TCA	Tanque Classe A
TA	Tecnologia Apropriada
TS	Tecnologia Social
T	Tempo
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFC.g ⁻¹	Unidades Formadoras de Colônia por grama
V	Volume

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	18
1.2 O Assentamento 25 de Maio	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 A convivência com o semiárido	22
2.2 Saneamento Rural.....	26
2.3 Reuso da água.....	30
2.4 Tecnologia Social e Desenvolvimento Comunitário	33
2.5 O sistema Fossa Verde.....	36
3. MATERIAL & MÉTODOS	42
3.1 Percepção do nível de satisfação e apropriação comunitária	42
3.2 Avaliação do desempenho das fossas verdes	42
3.2.1 Monitoramento dos módulos FV	42
3.2.2. Análise microbiológica e química do substrato Fossa Verde.....	45
3.2.3. Avaliação da qualidade sanitária dos vegetais cultivados no MFV	47
3.3 Balanço de massa hídrica do MFV e proposta de dimensionamento	48
3.3.1. Estimativa do consumo de água doméstico	48
3.3.2. Estimativa da contribuição de esgoto doméstico	49
3.3.3. Cálculo do Coeficiente de retorno (r).....	52
3.3.4. Estimativa do uso consuntivo do MFV	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 Nível de satisfação e apropriação comunitária.....	55
4.2 Desempenho do sistema Fossa Verde.....	61
4.2.1 Monitoramento dos módulos fossa verde.....	61
4.2.2 Análise microbiológica e química do substrato Fossa Verde.....	67
4.2.3 Qualidade sanitária dos vegetais cultivados no MFV	70

4.3 Balanço de massa hídrica do MFV e proposta de dimensionamento	72
4.3.1 Consumo de água nas residências rurais	72
4.3.2 Contribuição de esgoto	79
4.3.3 Coeficiente de retorno esgoto/água	80
4.3.4 Uso consuntivo do sistema Fossa Verde	81
4.3.5 Dimensionamento do sistema Fossa Verde	84
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA PROFISSIONAL DA UFC	102
ANEXO B – LAUDO DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS VEGETAIS...	103
ANEXO C – DADOS ET₀ TANQUE CLASSE A E PLUVIOMETRIA	107
APÊNDICE A – ENTREVISTA OS BENEFICIÁRIOS DO MFV	112
APÊNDICE B – ENTREVISTA FOCAL COM OS PEDREIROS.....	113

INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental tem por objetivo a promoção da saúde e a melhoria da qualidade de vida da população aliada à preservação ambiental. Contudo, na categoria esgotamento sanitário, o Brasil está longe de atingir as metas estabelecidas pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (CISAM / AMVAP, 2006), por ser precária, ou até inexistente em algumas regiões, especialmente em comunidades rurais. O lançamento de esgotos brutos, ou não convenientemente tratados, em corpos d'água e no solo pode trazer sérias consequências à saúde humana, tais como: proliferação de doenças infecciosas de veiculação hídrica, aumento na mortalidade infantil e redução na expectativa de vida da população, além das alterações ecológicas dos ecossistemas aquáticos, tornando-os impróprios para o consumo.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas morrem no mundo anualmente em virtude de doenças transmitidas pela água, como cólera e diarreia (*apud* BRAGA *et al.*, 2005; TUNDISI, 2003). Tais moléstias são facilmente evitáveis e as ações de controle abrangem o atendimento público com água potável, com soluções de esgotamento sanitário, além de práticas sanitárias adequadas. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2010), as maiores taxas de morbi-mortalidade por enfermidades diarréicas estão associadas à população de baixa renda e ocorrem nas localidades onde se registram também os menores índices de ações de saneamento.

A ampliação da cobertura dos serviços de água e esgoto constitui objetivo legítimo das políticas públicas porque tem impactos importantes sobre a saúde coletiva, o ambiente e a cidadania, o que torna as ações de saneamento um elemento chave na proposta para o desenvolvimento social. Entretanto, a universalização do acesso ao saneamento básico requer investimentos e enfrenta desafios relacionados principalmente às questões institucionais do setor (GALVÃO JÚNIOR, 2009). A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA destaca ainda que a expansão dos benefícios de saneamento para os habitantes de áreas isoladas pressupõe, além de desafios no campo político e gerencial, a superação de entraves tecnológicos (BRASIL, 2006).

Frente ao deficit sanitário, as soluções alternativas de saneamento assumem grande relevância e apresentam vantagens sobre os sistemas convencionais por conjugar baixos custos. Assim, considerando a realidade sociocultural e as características do ambiente físico e natural, o projeto "Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar em comunidades rurais do semiárido: Água limpa, Saúde e Terra fértil" (2009-2012) propôs um modelo participativo de

saneamento rural. Dentre as sugestões ecologicamente sustentáveis para enfrentar a problemática da destinação adequada dos dejetos domiciliares em áreas rurais, o Módulo Fossa Verde (MFV) apresentou-se como a proposta mais emblemática desse projeto.

O referido projeto aplicou a metodologia da pesquisa-intervenção e sua área de estudo contemplou o Assentamento 25 de Maio, Madalena, CE (A25M). O “Fossa Verde” – título simplificado para enfatizar a proposta central – contou com o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e foi desenvolvido em parceria entre as instituições Universidade Federal do Ceará (UFC)¹ e Universidade Estadual do Ceará (UECE)². Contou também com o apoio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Ressalta-se que a pesquisa-intervenção teve aprovação junto ao Conselho de Ética Profissional da UFC (ver Anexo A).

O presente trabalho parte do pressuposto de que o sistema fossa verde surge como uma alternativa factível ao semiárido nordestino, válida por mitigar a problemática precariedade do esgotamento sanitário e das suas consequências negativas, favorecendo a promoção da qualidade de vida do campesino a partir da busca de sinergias com o ecossistema. Estima-se que essa solução não convencional esteja contribuindo para o desenvolvimento social, pois prevê o reuso do efluente na formação de quintais produtivos e na composição paisagística, atenuando assim as descargas poluidoras nos solos e corpos hídricos.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar as repercussões socioambientais e o desempenho da tecnologia social fossa verde, tomando como caso os módulos implantados no A25M. Os objetivos específicos desta pesquisa contemplam:

- a) Investigar o nível de satisfação e apropriação da tecnologia pelos assentados do A25M, bem como caracterizar as formas de manuseio dos canteiros biossépticos por parte das famílias beneficiárias;
- b) avaliar a eficiência estrutural do MFV e propor um parâmetro para o dimensionamento desse sistema;

¹ Mais especificamente pelo Grupo de Pesquisa Hidrossedimentológica do Semiárido – HIDROSED, coordenado pelo Prof. Dr. José Carlos de Araújo, responsável pela vertente tecnológica e coordenador geral do projeto em questão; e pelo Deptº de Saúde Comunitária, representado pela Profa. Dra. Raquel Maria Rigotto, responsável pelos estudos epidemiológicos desenvolvidos no âmbito do projeto.

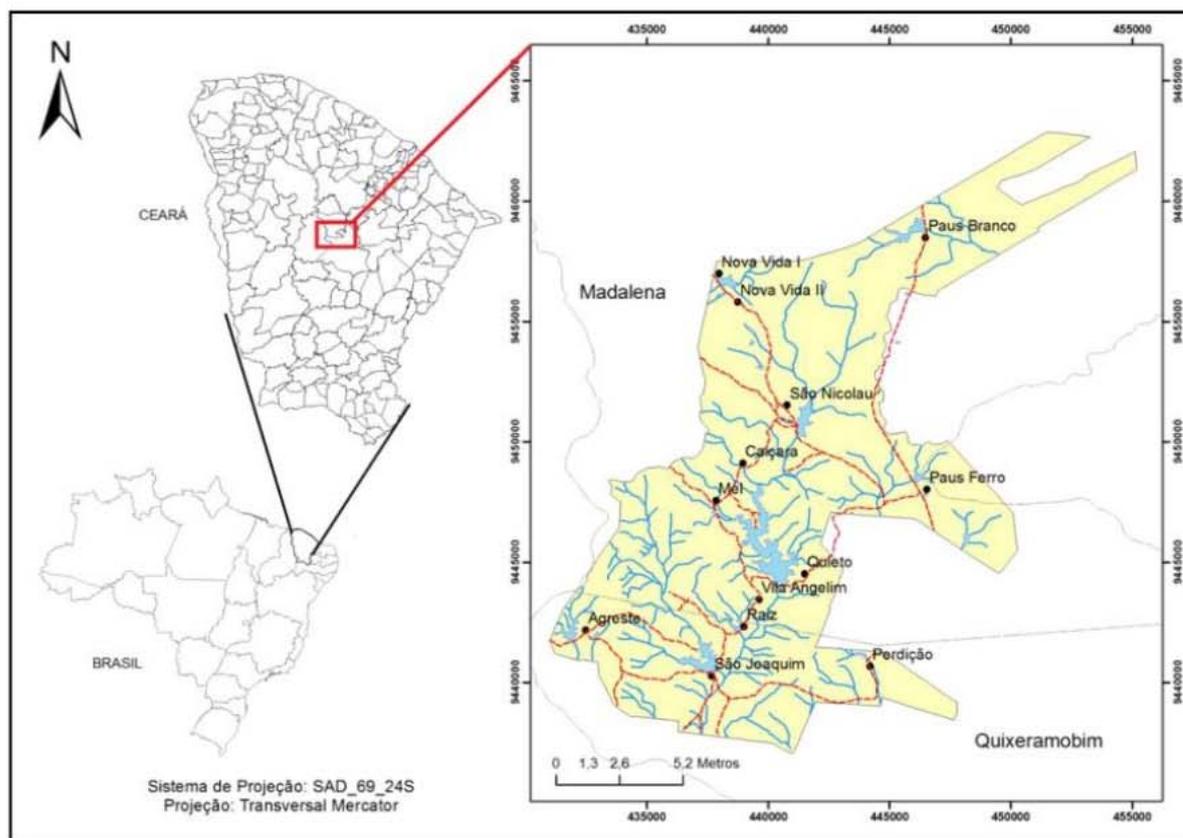
² Representada pela equipe do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Serviço Social - LAPESS, sob a coordenação da Profa. Dra. Liana Brito de Araújo, responsável pela vertente social do projeto.

- c) Analisar a qualidade sanitária dos alimentos de origem vegetal cultivados no MFV;
- d) Caracterizar o substrato³ fossa verde sob os aspectos químicos e microbiológicos.

1.2 O Assentamento 25 de Maio

A área de estudo compreende o Assentamento 25 de Maio (Figura 1) situado entre os municípios de Madalena (onde tem a maior parte do seu território), Boa Viagem e Quixeramobim, microrregião dos Sertões de Quixeramobim, Sertão Central do Estado do Ceará, distante a 210 km de Fortaleza e tem como principal acesso a BR-020. O assentamento ocupa uma área de 22.992 hectares e contempla 586 famílias, organizadas em 13 comunidades. A localidade dispõe de onze pequenos açudes (capacidades entre 60 mil e 5 milhões de m³) e um açude de médio porte (18 milhões de m³) e situa-se na sub-bacia do rio Banabuiú, pertencente à bacia do rio Jaguaribe.

Figura 1 - Localização do Assentamento 25 de Maio / São Joaquim, com as comunidades integrantes.



Fonte: PINHEIRO (2011), Arquivos HIDROSED.

³ No âmbito dessa pesquisa, chama-se de "substrato" o material terroso rico em detritos orgânicos, presente na camada superficial do canteiro biossético.

A região apresenta clima do tipo Tropical Quente Semiárido, com variações de temperatura entre 23 a 28°C, precipitação pluviométrica média de 600 mm/ano (IPECE, 2009) e evaporação potencial de 2200 mm/ano (ARAÚJO, GÜNTNER, BRONSTERT, 2006). A respeito das condições pedológicas, o solo (sobre embasamento cristalino) é raso, com baixa permeabilidade e fertilidade limitada (*e.g.* BEZERRA, 2002, 2004; GAISER *et al.* 2003; ANDRADE, MEIRELES, PALÁCIO, 2010; MEDEIROS *et al.* 2011).

O Assentamento 25 de Maio possui 16 Associações de Moradores e um Conselho Comunitário, ou seja, algumas comunidades possuem mais de uma associação. Esse fato aponta uma realidade complexa, com diversidade de relações sociais e de formas de participação (ARAÚJO, ALMEIDA, FREITAS, 2011). Criado em 1989 pelo INCRA, o referido assentamento representa um marco na luta pelo acesso a terra, no qual se inserem as ações do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST (HOLANDA, 2006). As terras, antes denominadas “Fazendas Reunidas S o Joaquim”, passaram a ser chamadas “25 de Maio” (data de aniversário da ocupação na área). Por esse motivo, o referido assentamento possui cadastramento no INCRA com os dois nomes. Para tornar a leitura deste trabalho mais didática, optou-se pela referência A25M.

O perfil dos assentados do A25M⁴ compreende uma faixa etária diversificada, com presença de muitos jovens e famílias com número médio de seis pessoas por unidade habitacional. Quanto ao nível de escolaridade, o índice de analfabetos é em torno de 13% e, dentre os adultos, 39% se declaram apenas alfabetizados, o que denota que há uma maior deficiência em relação aos níveis médio e superior. Ainda assim, o referido assentamento é o que mais tem avançado no sentido de superar a defasagem histórica observada na educação do campo (SIMPLICIO, 2011). Em relação à obtenção de renda, quase a totalidade dos assentados são beneficiários de programas governamentais (bolsa-escola, bolsa-safra). A principal atividade econômica na região é voltada para a agricultura, com produção caracterizada pela pecuária e pelas culturas de subsistência, sobretudo com o cultivo em sequeiro de feijão e milho (CEARÁ, 2005).

A localidade apresenta boa infraestrutura hídrica de armazenamento de água e os açudes da região cumprem função social de subsistência dos assentados, pois suprem demandas locais, como uso doméstico, dessedentação de animais e humana, pesca, recreação e irrigação em pequena escala. Em relação ao consumo direto, as cisternas de placas

⁴ Dados obtidos através de entrevistas aplicadas no período de out./2009 a set./2010, no universo amostral de 384 questionários. Arquivos Projeto Fossa Verde (MCT/CT-Hidro/CT-Saúde/CNPq).

representam a principal fonte de abastecimento, servindo de reservatório de água de chuva nos períodos úmidos e, eventualmente, armazenam água proveniente de açudes nos períodos de estiagem, distribuída por carros-pipa (*e. g.* ALEXANDRE, 2012; PINHEIRO, 2011).

O acesso à água é diferenciado entre as comunidades do A25M. Das 13 agrovilas, apenas cinco (Paus Branco, Quietos, Raiz, Vila Angelim e São Joaquim) possuem sistema de abastecimento de água por rede de distribuição. Nas demais localidades da região, as famílias retiram água diretamente dos açudes (o transporte é realizado com o auxílio de animais) ou obtêm água proveniente de poços. No tocante ao esgotamento sanitário, o diagnóstico realizado no local aponta que o destino das águas cinzas (efluente de chuveiro e pias) em 99% dos casos é o quintal. As águas negras (efluente do sanitário) em 2% dos domicílios são direcionadas para fossas sépticas, em 70% dos casos tem como destino final a fossa rudimentar⁵ e os 28% restantes lançam o esgoto do vaso sanitário no quintal, acarretando sérios problemas de saúde pública (PINHEIRO, 2011).

Embora a discussão acerca da questão agrária não seja o objetivo dessa dissertação, cabe aqui uma breve exposição de alguns elementos relacionados ao tema. Em geral, a criação de assentamentos rurais possibilita a organização social de agricultores, todavia, a conquista da terra não significa que seus ocupantes disponham da necessária infraestrutura (saúde, educação, saneamento, transporte, etc.), e assim, várias demandas dependentes de políticas públicas são geradas (*e.g.* ARAÚJO L., 2006; BERGAMASCO e NORDER, 1996; HEREDIA *et al.*, 2005; LIMA *et al.*, 2011). Nessa linha, Alencar (2006) enfatiza que a construção do assentamento é um processo contínuo e os assentados se apropriam do espaço à medida que buscam condições socioeconômicas mais favoráveis ao desenvolvimento local. Nesse contexto, o cotidiano das famílias do A25M inclui a superação de um conjunto de carências materiais e dificuldades de ordem produtiva (como por exemplo, a assistência técnica insuficiente), ou seja, a luta pela posse da terra vem sendo ampliada com vistas à materialização de outras garantias sociais.

⁵ Fossa rudimentar – caracterizada como um sistema individual de “solu o” local de dejetos. Corresponde a uma escavação onde o esgoto é lançado, usualmente envolve infiltração no solo, contaminando-o, e comprometendo a qualidade da água subterrânea (VON SPERLING, 2005). Nomenclaturas similares: sumidouro, fossa negra, poço absorvente.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A convivência com o semiárido

O Ministério da Integração Nacional considera que 980.089,26 km² correspondem à dimensão territorial do semiárido brasileiro, cobrindo 11% do território nacional abrangendo a quase totalidade do Nordeste (exceto o Maranhão) e a porção norte de Minas Gerais (BRASIL, 2005). A região é caracterizada por um regime de chuva irregular, marcado por períodos extensos de estiagem, reduzida disponibilidade hídrica dos rios e elevadas taxas de evaporação potencial (*e.g.* ARAÚJO, GÜNTNER, BRONSTERT, 2006; ARAÚJO, 2011). A formação vegetal típica do sertão é o bioma caatinga, constituído de espécies lenhosas e herbáceas, majoritariamente caducifólias (ANDRADE *et al.* 2010; MEDEIROS *et al.* 2011).

O semiárido brasileiro é considerado uma região tradicional de êxodo rural em decorrência das secas, das baixas vantagens competitivas em termos econômicos e da estrutura fundiária concentrada. A esse respeito, é interessante resgatar as considerações de Celso Furtado (1920 – 2004) sobre a questão nordestina. Esse autor relacionava o desenvolvimento regional com a formação das estruturas subdesenvolvidas, fundamentada no processo histórico de colonização e no regime escravista. Furtado reconhecia que a política de industrialização corrente nas décadas de 60 e 70 aumentava a dinâmica da economia nacional, ao passo que para o Nordeste tal política era praticamente nula e não proporcionava melhorias perceptíveis nas condições de vida da grande massa da população rural brasileira. Além disso, esse autor denunciava o latifúndio como forma de organização da empresa agrícola, atendendo a uma economia voltada à produção de excedentes para exportação e não para o mercado interno (FURTADO, 1984, 1989, 2009).

Ao mesmo tempo em que criticou as políticas em curso, Celso Furtado propôs o desafio político de alterar estruturas no país com particular preocupação para o Nordeste. Modificar a estrutura agrária seria o principal eixo capaz de direcionar o autêntico desenvolvimento para a região nordestina, pois, segundo Furtado, o fenômeno social das secas não configurava a causa do problema no setor, e sim era uma consequência da estrutura socioeconômica e política alocada na região. Ele enfatizava a necessidade do “desmantelamento da estrutura” e a concomitante transformação da economia e da sociedade a fim de que o camponês não fosse apenas força de trabalho, mas passasse à condição de ator político ativo (*e. g.* FURTADO, 1984).

Além das complexas relações entre agentes no território nordestino, permeadas pelas articulações inter e intraterritorial no processo de desenvolvimento, observa-se que o modelo

adotado na exploração dos recursos naturais tem fracassado por dissociarem as questões socioeconômicas dos aspectos ambientais inerentes à região. Somada aos aspectos históricos, políticos e econômicos, a intervenção antrópica deu-se principalmente pelo uso direto da caatinga, das práticas agropecuárias inadequadas e do sobrepastejo dos animais (*e. g.* HOLANDA, 2003; ANDRADE, MEIRELES, PALÁCIO, 2010). Conseqüentemente tem-se áreas mais suscetíveis ao processo de desertificação, deixando a população mais vulnerável aos impactos da estiagem.

A transformação socioeconômica (conforme sugere Celso Furtado) e a transformação da natureza em detrimento da antropização implicam a revisão dos conceitos de conformação socioespacial. Santos (2006) oferece a concepção de que o espaço geográfico não é algo para ser apenas pressuposto, como um receptáculo das ações sociais, mas é sobretudo um produto global de estruturas e práticas sociais dialeticamente articuladas. Portanto, a convivência com o semiárido pode ser compreendida como espaço rural mediado pela organização social, e assim, a configuração do território é dada a partir da relação singular entre a sociedade e a natureza na ressignificação do lugar. Em Santos (2005) o uso da terra é apontado como exemplo da construção do espaço através do tempo e em função do valor de uso resultando em formas específicas de paisagem.

O geógrafo crítico Milton Santos (1926 – 2001) também referenciava a produção do espaço à “desnaturalização” do próprio espaço ou à “negação da natureza” em detrimento da instrumentalização e obras dos homens, como as cidades, estradas, plantações, portos, fábricas, etc. (SANTOS, 2005, 2006). Não obstante a posição crítica em relação à lógica capitalista e ao processo de globalização como modelo predatório, esse autor apresentava uma visão otimista sobre o futuro da interação entre ciência, tecnologia e natureza, enfatizando uma relação mais justa dentro da própria sociedade (SANTOS, 2004).

Paulo Freire (1921 – 1997) foi outro notável intelectual do século XX. Tendo influenciado o movimento da Pedagogia Crítica e da Educação Popular, o educador partilhava do otimismo de Milton Santos e de Celso Furtado nos ideais progressistas e na projeção de uma ruptura na passividade nas relações verticais⁶. Freire contestava os conformismos dos indivíduos diante de situações consideradas como imutáveis (*e.g.* FREIRE, 1977, 1992, 2011). Para esse autor, os fatos deveriam ser encarados como possibilidades para “reorientação” e não como fatalismo. No que se refere à convivência com o semiárido, pode-

⁶ As verticalidades são os vetores da integração hierárquica regulada, necessárias a todo espaço de produção globalizada (ver Horizontalidades e verticalidades, SANTOS, 2005).

se considerar que esse ensinamento vem ao encontro da cultura que se perpetuava de que viver no sertão era sinônimo de sofrimento.

Conforme assinala Andrade *et al.* (2010), justamente por conta dessa cultura construída ao longo dos anos em que o semiárido era visto como um ambiente inóspito, falava-se em sobrevivência ao invés de viver condignamente nessa região. Todavia, as relações de dependência e permanência com a natureza levaram o campesino a adotar práticas que lhe possibilitassem ajustar-se às condições de estresse hídrico local (*e.g.* LIMA, SILVA, SAMPAIO, 2011). Uma mudança de paradigma para a questão do desenvolvimento regional é então percebida nas últimas décadas, quando se abandona a dimensão do “combate à seca” e adota-se a abordagem da “convivência com o semiárido” (*e.g.* ARAÚJO, 2006; MALVEZZI, 2007; SILVA; 2007). A Articulação do Semiárido Brasileiro - ASA⁷ teve papel crucial na superação do tradicional modelo de enfrentamento à seca, colocando em seu lugar uma perspectiva de desenvolvimento baseada na cidadania, no respeito à pluralidade de seus povos e na convivência com as condições edafoclimáticas locais.

Como afirma Silva (2007), a análise sociológica do Nordeste fundamentada nas causas histórico-estruturais desmistificou as ações de combate à seca que reproduziam as estruturas locais de dominação. Evidencia-se como exemplo a política da açudagem. Esta motivou a construção de um grande número de infraestrutura hidráulica, sobretudo de pequenos e médios reservatórios, os chamados açudes. Esses reservatórios servem para armazenamento de água no período chuvoso para disponibilizá-la nos períodos de estiagem e compreendem uma estratégia importante de enfrentamento aos riscos ligados à variabilidade temporal e espacial da pluviometria (ARAÚJO, 2006, 2011; ARAÚJO, MALVEIRA, 2010; CIRILO *et al.*, 2003; ALEXANDRE, 2012).

Com efeito, a construção de barragens para armazenamento de água teve impactos significativos no semiárido. No entanto, a solução hidráulica foi alvo de questionamentos pelo Grupo de Trabalho de Desenvolvimento para o Nordeste – GTDN, coordenado por Celso Furtado (BRASIL, 1967). O relatório elaborado em 1959 negava a política que vinha sendo conduzida pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, alegando que essa beneficiava apenas a oligarquia e, portanto, não atenuava as consequências sociais da seca. Araújo (2011) atribui a má distribuição da água ao planejamento do referido órgão que funcionava em regime de cooperação. Os proprietários de terra cediam uma área de sua

⁷ Criada em 1999, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) agrega mais de 600 organizações da sociedade civil de diversos segmentos na articulação de projetos sustentáveis para o semiárido (ANA, 2012; FERREIRA, 2009; MALVEZZI, 2007; SILVA, 2007).

propriedade para a construção do açude (com recursos do Governo Federal), constituindo para o DNOCS o uso mais racional da verba, pois não seria necessário pagar a indenização das terras inundadas. Visto que se trata de um bem público, a água deveria ser de acesso tanto aos proprietários quanto aos moradores circunvizinhos, porém, na maioria dos casos, os fazendeiros consideravam-se os „donos“ da gua acumulada em suas terras, privando o pequeno produtor de utilizá-la.

Nesse contexto, a população passa a demandar a construção de novos reservatórios às autoridades locais, onde o acesso seja público. Assim, o pequeno e médio açude favorecem a democratização do acesso à água para as comunidades rurais, sendo a fonte hídrica mais garantida e acessada pelos usuários (ARAÚJO, 2006, 2011; MALVEZZI, 2007). Nessa linha, Silans (2002) contabiliza mais de 70.000 açudes distribuídos em todo o sertão, excetuando os reservatórios classificados como estratégicos⁸. E ainda que não seja a única solução para o sertanejo, o açude torna-se parte integrante da cultura de convivência com as secas e constitui um exemplo legível da adaptação do homem às peculiaridades hidroambientais típicas da região. Entretanto, é necessário considerar o manejo adequado dessas fontes hídricas, buscando formas de otimizar o uso da água e de maximizar os benefícios de seu aproveitamento.

Nota-se que os conflitos relacionados aos usos dos açudes não se extinguiram com a construção de novos reservatórios para acesso público, eles apenas experimentam outro cenário em que a problemática principal concerne à gestão dos usos múltiplos da água (ARAÚJO, 2011). Nesse sentido, a garantia da oferta hídrica em quantidade e qualidade requer o estabelecimento de sistemas integrados de gerenciamento dos recursos hídricos (ALEXANDRE, 2012; ARAÚJO *et al.* 2005; SOBRAL, 2011; VIEIRA, FILHO, 2006).

Não se trata apenas do conflito em torno de recursos hídricos, mas é a concepção de desenvolvimento regional que está em questão na sociedade. Em suma, a convivência sustentável com o semiárido contempla um conjunto de ações sinérgicas, capaz de promover a qualidade de vida das populações locais, pressupondo o uso racional dos recursos naturais a partir de processos participativos baseados no resgate cultural e na escolha de alternativas apropriadas à realidade do ambiente.

⁸ Açudes de médio a grande porte ou com função de abastecimento a sedes municipais e que são monitorados pelas Agências de Gestão (ALEXANDRE, 2012).

2.2 Saneamento Rural

Sabe-se que no Brasil, o setor de saneamento básico vem sendo negligenciado, sobretudo no que se refere ao esgotamento e tratamento de esgotos. Dados recentes publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), apontam que no Ceará, acessos adequados aos serviços públicos apresentam-se aquém da média nacional e as disparidades entre as áreas rurais e urbanas revelam desigualdades ainda preocupantes. Embora esse Estado encontre-se em situação favorável em relação à energia elétrica (cuja cobertura atingiu em 2009, 96% da área rural) há uma defasagem considerável em relação ao saneamento rural. Os serviços de água encanada em 2009 eram de apenas 54%. Em relação à destinação de esgoto, os serviços são ainda mais preocupantes: apenas 7% dos domicílios rurais possuíam soluções adequadas. Visto que mais de 22% da população cearense reside nas áreas rurais, faz-se imperativo o avanço da universalização dos serviços públicos, especialmente no tocante ao saneamento.

Consoante ao esgotamento sanitário, nas áreas mais precárias, a forma usual de destino final do efluente domiciliar se dá por meio do lançamento direto no solo ou em corpos hídricos, causando a infiltração e contaminação no solo, além de resultar no processo de eutrofização antrópica dos lagos. Esse fenômeno corresponde ao desequilíbrio ambiental em meio aquático decorrente do excesso de nutrientes (principalmente fósforo e nitrogênio), contribuindo para um aumento na taxa de produtividade no ecossistema e diminuição do nível de oxigênio dissolvido devido ao acúmulo de matéria orgânica não degradada, ocasionando a mortandade de peixes e de outros organismos (*e.g.* ESTEVES, MEIRELLES-PEREIRA, 2011; BRAGA *et al.*, 2005; TUNDISI, MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Tal deterioração resulta em impactos socioeconômicos e, em alguns casos, em alterações permanentes e irreversíveis nos corpos d'água. Ressalta-se que corpos d'água eutrofizados estão, em princípio, impossibilitados de abastecer populações, mesmo após tratamento, pois induzem à produção de trihalometano (carcinogênicos, ver VIANA *et al.*, 2009).

Andrade, Meireles e Palácio (2010) destacam que muitos reservatórios de importância no Estado do Ceará, como Orós, Pacajus, Acarape do Meio e Gavião, apresentam indícios de comprometimento da qualidade hídrica em função da eutrofização. Boletim divulgado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) corrobora essa informação: dos 83 açudes monitorados, 56% estão classificados como eutróficos ou hipereutróficos (CEARÁ, 2012). Feitosa (2011) estudou os indicadores da qualidade da água dos açudes Paus Branco e Mel (representativos do A25M) e os resultados também apontaram

níveis tróficos avançados, possivelmente resultante da entrada artificial dos nutrientes provindos, entre outras fontes, de águas residuárias. Outra causa importante da contaminação da água nas zonas rurais é a presença irrestrita dos animais (bovinos, suínos) na bacia hidráulica dos reservatórios (ALEXANDRE, 2012; ARAÚJO, 2011; FEITOSA, 2011; PINHEIRO, 2011).

Quanto ao manejo dos resíduos sólidos, nas áreas rurais não existe serviço público de coleta e as famílias são as responsáveis pelo destino final do lixo produzido, sendo a queima e/ou disposição ao ar livre a prática mais comum (*e.g.* ALCANTARA, 2010; BARBOSA, 2005; PINHEIRO, 2011). Além de comprometer a qualidade paisagística, esse quadro favorece a proliferação de roedores e insetos, vetores de diversas doenças. Pinheiro (2011) ressalta ainda que a ação do vento e dos animais criados soltos atua na dinâmica de dispersão do lixo, principalmente plástico, chegando às margens dos corpos hídricos. Esses fatores refletem diretamente na saúde ambiental.

Para Hosoi (2011), o Nordeste brasileiro vem ganhando notabilidade através da implementação de programas de saneamento rural, como por exemplo, o SISAR⁹, (Sistema Integrado de Saneamento Rural). Através de uma parceria entre o Governo do Ceará e a sociedade civil, o SISAR atende 615 comunidades isoladas, implantando sistemas de abastecimento de água e a sua gestão autossustentável. Sob o ponto de vista da gestão social, essa proposta diferenciada pode ser considerada exitosa (ANA, 2012). Entretanto, a atuação desse programa tem se mostrado ineficaz em alguns casos. Pinheiro (2011) relata que dentre as 13 comunidades do A25M, apenas Paus Branco recebeu do SISAR a estrutura para tratamento de água preliminar com compartimentos para filtração e cloração, mas essa instalação feita em 2006 nunca entrou em funcionamento. Esse fato demonstra que o programa não tem a amplitude necessária diante das carências da população difusa. O Pacto das Águas, documento elaborado pela Assembléia Legislativa do Estado do Ceará, reconhece a insuficiência no setor de abastecimento de água e constata a situação de insegurança hídrica, caracterizada em termos de quantidade e qualidade de água (CEARÁ, 2008).

É válido mencionar que Saneamento Ambiental não se restringe apenas a sistemas de abastecimento de água, mas envolve um conjunto mais amplo. Além do fornecimento de água potável, a FUNASA destaca os seguintes componentes: coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, drenagem pluvial e controle de vetores (BRASIL, 2006;

⁹ Corresponde a uma ONG formada pelas associações comunitárias que representam as populações atendidas; funciona sob a gerência da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Fonte: <http://www.sisarceara.org/> (Acesso em Setembro de 2012).

CISAM / AMVAP, 2006). Visto que os diversos ramos da infraestrutura de saneamento exercem impactos recíprocos (de caráter epidemiológico e ambiental), é necessária uma abordagem sistêmica para alcançar metas em termos de salubridade ambiental. Todavia, as políticas públicas para os setores rurais não têm sido elaboradas de forma integrada, havendo ainda um longo caminho a ser percorrido em busca de arranjos ideais para o saneamento de comunidades isoladas.

Em se tratando de assentamentos precários¹⁰, Nascimento (2012) cita que o item saneamento básico não constitui aspecto isolado, mas é parte de um arcabouço de carências sociais. Contudo, as ações de saneamento são de especial interesse devido à sua importância objetiva e emergencial no resgate social. Esse mesmo autor menciona que áreas isoladas demandam um enfoque estratégico e diferenciado dos serviços públicos convencionalmente destinados a áreas urbanas. A diferença entre as estruturas organizacionais, o distinto padrão topográfico e a localização das casas nas zonas rurais não admitem a dinâmica convencional de implantação de obras públicas. Portanto, projetos de engenharia sanitária devem contemplar a realidade físico-social em que será aplicada. Von Sperling (2005) enfatiza que não existe uma solução global no setor de infraestrutura sanitária e a escolha da tecnologia deve ser tomada com independência de pressões externas, pois estas poderiam direcionar a solução para uma alternativa menos adequada à realidade específica. Nessa linha, Heller (2006) considera que a “boa engenharia” não é a mais econômica ou a mais “moderna”, mas sim aquela capaz de enxergar mais de um caminho para a solução de um problema.

A busca de soluções viáveis para os sistemas de água e esgoto requer a identificação da demanda de água da população a ser atendida, ou das vazões a serem coletadas e tratadas, no caso do esgoto. Esse conhecimento é fundamental para o dimensionamento das instalações de saneamento e para o controle operacional. Entende-se por consumo *per capita*, a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer aos consumos domésticos, comerciais, públicos e industriais.

Conforme Libânio *et. al.* (2006), o consumo *per capita* de água pode variar de acordo com o nível socioeconômico da população, hábitos culturais, clima e, sobretudo, com a disponibilidade e acesso à água. Apesar da ampla faixa de variação, os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SINS apontam que o consumo *per capita* médio para as cidades brasileiras é de 149,5 L.hab⁻¹.dia⁻¹ (BRASIL, 2011). Para a população

¹⁰ Assentamentos precários são áreas que apresentam um conjunto de problemas sociais, como a inexistência ou ineficiência dos serviços públicos (saneamento, saúde, educação) e, conseqüentemente, configuram situações de vulnerabilidade (NASCIMENTO, 2012).

desprovida de ligações domiciliares esse valor é geralmente reduzido, em torno de 30 a 50 L.hab⁻¹.dia⁻¹ (ANA, 2012; BRASIL, 2006).

O volume de esgoto produzido em uma comunidade é proporcional ao volume consumido de água e varia em função dos costumes dos habitantes. A relação entre a contribuição de esgoto e o consumo de água é denominada coeficiente de retorno (r) e, por convenção, adota-se como parâmetro o volume de esgoto equivalente a 80% do volume de água produzido para determinada comunidade (ABNT, 1993; BENETTI, BIDONE, 1993; BRASIL, 2006). Von Sperling (2005) assinala que valores típicos do coeficiente podem variar de 40 a 100%, sendo $r = 0,8$ o valor estimado para centros urbanos. Esse dado é parcialmente conhecido para áreas urbanas, porém não há relatos que comprovem os valores de coeficiente de retorno para ambientes rurais.

Consoante ao meio rural do semiárido nordestino, à medida que se supera o entrave histórico da escassez relativa de água (principalmente com a construção de açudes e de cisternas de placas), observa-se que a oferta adequada depende não apenas de quantidade, mas também da qualidade da água. É nesse sentido que se fortalece a busca sistemática por soluções para conservação das fontes hídricas em níveis maiores de ecoeficiência. Para Könöla *et al.* (2008) e OECD (2009 *apud* ANDREOLI *et al.* 2012), as invenções relacionadas à aplicação prática visando a melhoria do desempenho ambiental são chamadasecoinovações. Martinez e Rodrigues (1999) definem ecotecnologia como técnicas que valorizam os recursos naturais locais, assegurando a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o contexto cultural e as forças produtivas disponíveis. Para Soares, Bernardes e Cordeiro Neto (2002), projetos de saneamento devem extrapolar sua concepção sanitária clássica, assumindo uma abordagem ambiental com vistas à promoção da saúde e à conservação do meio físico e biótico. Nesse caso, os benefícios nem sempre resultam diretamente das ações de saneamento, mas decorrem da nova relação ambiental e dos hábitos de comportamento e higiene que se estabelecem. As tecnologias ecológicas (ou ecoinovadoras) podem ser inclusas dentre as opções para estruturas sanitárias no meio rural.

2.3 Reuso da água

Em 2011 a população mundial alcançou a marca histórica de sete bilhões de pessoas e a previsão da Organização das Nações Unidas (ONU) é de que até o ano de 2050 seremos mais de nove bilhões (PRADO, 2012). Considerando o modelo atual de produção e consumo, esse número suscita uma série de discussões em torno da capacidade de o planeta suprir seus habitantes com os recursos naturais, especialmente a água que é um elemento vital. As demandas hídricas para os usos múltiplos constituem motivo de conflitos em várias regiões do mundo (BRAGA *et al.* 2005; BRASIL, 2007a; FURTADO & KONING, 2008; REBOUÇAS, BRAGA & TUNDISI, 2006; TUNDISI, 2003). No semiárido brasileiro não tem sido diferente e, conforme citado anteriormente, o Ceará apresenta casos reconhecidos de conflitos em torno dos recursos hídricos (ALEXANDRE, 2012; ARAÚJO, 2011; FEITOSA, 2011; PINHEIRO, 2011; TÁVORA, 2010).

O cenário de escassez e distribuição irregular de água sugere desafios na busca por soluções tecnológicas e arranjos socioeconômicos no sentido de otimizar o seu uso (*e.g.* MOTA, 2000, 2002; SILANS, 2002). Indubitavelmente, o principal mecanismo para a utilização eficiente dos recursos hídricos se dá por meio do reuso, ou seja, do aproveitamento de águas previamente utilizadas para suprir outras necessidades (MANCUSO, 2003; ORON *et al.* 1999; TOZE, 2006). Para Hespanhol (2003), uma política de reuso adequadamente elaborada e implementada pode contribuir para o desenvolvimento social, pois o efluente outrora lançado *in natura* em corpos receptores é então reaproveitado para usos benéficos específicos, favorecendo a proteção dos recursos naturais e à promoção da saúde pública. Essa prática ambientalmente adequada apresenta-se como um importante elemento para o planejamento e gestão sustentável de bacias hidrográficas (ANA, 2012; ARAÚJO, 2011; SOBRAL, 2011).

O reuso de águas residuárias tem sido cada vez mais empregado como fonte hídrica alternativa, tanto na indústria quanto na agricultura e piscicultura. No caso da agricultura, essa prática tem particular contribuição para a economia de fertilizantes inorgânicos, pois os efluentes contêm nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas e melhoram o condicionamento do solo (BRASIL, 2007a). Segundo Furtado e Koning (2008), a utilização de dejetos humanos para fertirrigação¹¹ é muito antiga em países do sudeste asiático, principalmente na China. Na Europa, os primeiros registros desse método remontam a meados do século XIV na Alemanha e Escócia.

¹¹ Técnica de aplicação simultânea de fertilizantes e água através da irrigação (BORGES, SOUZA, 2004).

A questão sobre o reuso da água nos diversos setores de consumo recebeu maior atenção a partir da década de 1980 através do Conselho Econômico e Social das Nações Unidas. A Agenda 21 - documento elaborado como resultado da Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) - recomenda medidas para ampliar os sistemas nacionais de reuso de água com o objetivo de satisfazer a demanda de uso menos restritivo, como descargas sanitárias e irrigação de culturas (BRASIL, 2001; REIS, FADIGAS, CARVALHO, 2005).

Qualitativamente, os esgotos domésticos são constituídos por 99,9% de água e 0,1% de impurezas físicas, químicas e biológicas. A fração física do esgoto corresponde às partículas em suspensão no meio líquido; no percentual que corresponde à natureza química, enquadram-se as substâncias orgânicas (proteínas, gorduras, hidratos e fenóis) e inorgânicas (fósforo, potássio, nitrogênio, entre outros); nas de natureza biológica, situam-se bactérias, vírus, leveduras, vermes e protozoários (BENETTI, BIDONE, 1993; VON SPERLING, 2005). Ainda que seja uma pequena porção, as impurezas biológicas constituem a fração mais preocupante na reutilização de esgotos.

Diante da problemática realidade do semiárido brasileiro, o reuso planejado de água residuária na agricultura apresenta-se como uma fonte alternativa de recurso hídrico, matéria orgânica e nutriente, e a sua aplicação é de especial interesse para a modalidade da agricultura familiar. Contudo, para que a reutilização de água de esgoto se concretize como prática usual é fundamental a regulamentação técnica adequada, incluindo critérios agronômicos e ambientais, além do acompanhamento técnico-sanitário para evitar os riscos à saúde pública (e. g. ASANO, 2002; ERTHAL *et al.* 2010; MANCUSO, 2003; TOZE, 2006).

Para Erthal *et al.* (2010), o reuso de efluentes na agricultura baseia-se na capacidade depuradora do sistema solo-planta que utiliza de mecanismos físicos, químicos e biológicos de remoção dos poluentes contidos nas águas residuárias. Sob o ponto de vista agronômico, vários estudos com fertirrigação de diversas culturas (algodão, milho, girassol, mamona, etc.) e com efluentes de diferentes sistemas de tratamento apresentaram resultados satisfatórios (FEITOSA *et al.* 2009; MOTA, 2000; NOVAES *et al.* 2002; ORON, 1999; SOUZA, ASTONI, 2010; SOUZA *et al.* 2010).

Mota (2000) e Erthal *et al.* (2010) alertam que o uso do efluente na irrigação deva ser acompanhado de monitoramento da condutividade elétrica a fim de detectar sua possível salinização, pois águas residuárias normalmente apresentam elevados teores de sais. Observa-se que o excesso de sais na água de irrigação pode afetar o desenvolvimento das culturas.

Novaes *et al.* (2002) assinalam que dentre os macronutrientes, o nitrogênio é o mais instável no solo, considerado como o principal limitante da produção agrícola. Esse nutriente, absorvido pelas plantas na forma de nitrato e amônio, regula a velocidade de decomposição e a atividade microbiana.

Mendonça e Matos (2005) consideram que o crescimento de microrganismos no solo depende da interação de diversos fatores, que incluem a disponibilidade de substratos orgânicos; fatores ambientais (temperatura, umidade e aeração); pH; e disponibilidade de elementos minerais (nitrogênio, cálcio, fósforo, etc.). Destarte, para o manejo apropriado da fertirrigação com esgoto doméstico é pertinente avaliar os parâmetros relacionados ao bom desenvolvimento das espécies cultivadas.

A qualidade de um substrato fertirrigado pode ser avaliada através de indicadores físicos, químicos e biológicos, ou seja, atributos que refletem o status ambiental. O critério para o uso de um parâmetro como indicador do solo é a sua capacidade de interferir nos processos ecológicos. Neste sentido, os microrganismos do solo podem ser utilizados como indicadores da qualidade edáfica devido às suas características, como a abundância, atividade bioquímica e metabólica e proporcionam respostas mais rápidas a mudanças no ambiente (*e.g.* ARAÚJO, MONTEIRO, 2007). Moreira e Siqueira (2002) detalham que os microrganismos decompõem a matéria orgânica e atuam no controle biológico de patógenos do solo. Mendes Filho (2004) defende o potencial do manejo microbiano para recuperação de áreas degradadas.

A combinação das medidas da biomassa microbiana do carbono e respiração basal fornecem a quantidade de CO₂ produzida por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico, o qCO_2 (*e. g.* MOREIRA, SIQUEIRA, 2002). O uso do qCO_2 como uma medida de indicador de mudanças na qualidade do solo está baseado na teoria sobre a respiração da comunidade (ver ODUM, 1988). O qCO_2 indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (ARAÚJO, MONTEIRO, 2007; MOREIRA, SIQUEIRA, 2002). Embora os microrganismos apresentem alto potencial de uso na avaliação do solo, recomenda-se a utilização de mais de um componente para descrever os aspectos qualitativos de um solo ou substrato, pois, conforme ressalta Stenberg (1999), existe relação entre todos os atributos do solo.

2.4 Tecnologia Social e Desenvolvimento Comunitário

A adesão da palavra “social” à “tecnologia” sugere a aproximação da população para o centro do processo de desenvolvimento tecnológico, fortalecendo assim, a democracia e a cidadania. Tecnologia Social (TS) busca recompor o código de valores que orienta a pesquisa e o desenvolvimento de inovação, agindo em função dos interesses da sociedade num sentido amplo e inclusivo (ITS, 2007). Mais do que a capacidade de implementar soluções para determinados problemas, as tecnologias sociais são técnicas transformadoras desenvolvidas na interação com a população, que representam alternativas para transformação social. Nessa perspectiva, as experiências inovadoras podem ser valorizadas tanto pela sua dimensão de processos de construção de novos paradigmas e novos atores sociais, quanto por resultados que tais experiências proporcionam em termos de bem-estar social (BAVA, 2004).

Uma referência importante foi o que se chamou de Tecnologia Apropriada (TA), cujo berço seria reconhecido na Índia do final do século XIX. Dagnino, Brandão e Novaes (2004) destacam a figura de Mahatma Gandhi e seu interesse em popularizar a roca de fiar manual (charkha) que seria o primeiro equipamento tecnologicamente apropriado, como forma de lutar contra a injustiça social e o sistema de castas que perpetuava na Índia. Gandhi tinha uma proposta clara de emancipação política, social, cultural e econômica, compreendendo o papel central da tecnologia (ITS, 2007).

Dentre os atributos de uma TS, Rodrigues e Barbieri (2008) pontuam: 1) baixo capital investido por unidade produzida; 2) simplicidade organizacional e de fácil replicação; 3) alto grau de adaptabilidade ao ambiente sociocultural; 4) valorização das práticas comunitárias; 5) autonomia local e controle social; 6) economia no uso de recursos naturais; e 7) gestão a partir de recursos locais. Segundo Lima, Silva e Sampaio (2011), as tecnologias sociais constituem técnicas baseadas em modelos tradicionais, modernos ou mistos, e podem ser utilizadas em estratégias de capacidade, dimensões e fins diversos. Ainda conforme esses autores, a demanda dos beneficiários de TS é feita em pequena escala e não converge para as razões capitalistas mercantis. Neste sentido, Rodrigues e Barbieri (2008) asseguram que, ao contrário das tecnologias convencionais, a apropriação dos conhecimentos, o uso e replicação de TS são voltados à população e aos atores sociais envolvidos e rejeita a possibilidade de apropriação privada dos conhecimentos por meio de direitos de propriedade industrial, como patentes de invenção e marcas.

Dagnino (2010) enfatiza que o processo de desenvolvimento de uma TS prevê como critério principal a “adequação sociotécnica”, pois não existe uma técnica de validade

universal. Esse autor reforça que a TS é em si mesma um processo de construção social e, portanto, é um processo político (e não apenas um produto) que deve ser operacionalizado nas condições dadas pelo ambiente específico onde será utilizado. Fonseca (2009) considera a TS como objeto de ajuste ao contexto local, podendo ser adaptada, recriada ou reinventada dentro de ações que tenham por referência valores que vão além do resultado puramente econômico. Para Bava (2004), a abordagem sociotécnica evidencia a estratégia de como os sujeitos do território se envolvem no enfrentamento de desafios.

Rodrigues e Barbieri (2008) defendem que a tecnologia social tem como elemento central a emancipação dos atores envolvidos e muitas das iniciativas são pautadas pelos princípios da solidariedade, pelas práticas de cooperação e, portanto, favorecem a consolidação de uma cidadania corresponsável pelos interesses coletivos. Nesse sentido, as tecnologias sociais passam a ser valorizadas não tanto pelo seu grau de sofisticação técnica, mas por sua eficácia na inclusão social e na melhoria das condições de vida, componentes do processo de desenvolvimento social (ITS, 2007).

A concepção da tecnologia social aponta para outro modelo de desenvolvimento, oposto ao padrão hegemônico que promove a concentração do capital e da renda, o aumento da desigualdade, da exclusão social e da degradação ambiental. Dessa forma, TS contribui ao desenvolvimento como processo endógeno de transformação social e da satisfação das necessidades básicas (FONSECA, 2009; DAGNINO, 2010). Percebe-se então que a disseminação de TS envolve um meio técnico – científico – informacional diferenciado do processo globalizante criticado por Milton Santos (SANTOS, 2005, 2006), mas concorda com a globalização não hegemônica, de baixo para cima e vem ao encontro das perspectivas mais solidárias, no sentido da “construção de um mundo mais humano” (SANTOS, 2004).

Acerca das possibilidades do desenvolvimento local, Milton Santos apresenta como um dos elementos, o reconhecimento das particularidades de cada território, dos grupos sociais que aí vivem e trabalham e que, reconhecendo a pluralidade de interesses e os conflitos presentes, apontem para novas construções do que se entende por interesse comum, por interesse público (SANTOS, 2004, 2005). Para Souza (2008), o desenvolvimento social é um processo dinâmico e inclui a consolidação de tomadas de decisões, a implementação e o controle das ações programadas pela população, etapas que implicam a participação popular.

Para Demo (1986), a participação é em essência autopromoção, existe enquanto conquista processual e tem como pressuposto a organização social. Com efeito, a participação se expressa de modo sistematizado através da conscientização, organização e capacitação

continua da população ante a sua realidade social concreta (SOUZA, 2008). Via principal para a democracia, o processo educativo de participação é aspecto comum ao desenvolvimento comunitário e ao sucesso das tecnologias sociais, e ambas podem ser complementares.

Em se tratando de áreas de reforma agrária, Heredia *et al.* (2005) sublinha que as demandas sociais se potencializam a partir da capacidade organizativa dos assentados. Entretanto, deve-se considerar a prática social anterior deles, suas visões de mundo e a multiplicidade de suas propostas de reforma agrária. Paulo Freire afirma que é natural que os camponeses, por vezes, apresentem uma atitude apática em relação aos que pretendem dialogar com eles. A explicação tem raízes de ordem histórico-cultural, pois em geral, a experiência desse grupo é marcada por uma estrutura latifundiária e, portanto, vertical, antidialógica, alheia ao processo participativo (FREIRE, 1977, 1979). Esse autor tem o assentamento rural como uma unidade reformada, um espaço pedagógico no qual se criam condições para uma transformação sociocultural.

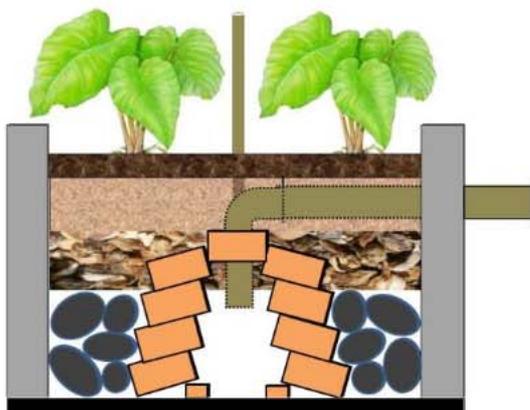
O desenvolvimento de tecnologias sociais é então propício às áreas de reforma agrária e podem gerar uma nova cultura tecnológica, baseada em processos participativos para a elaboração de políticas públicas. Na prática, a questão ambiental é determinante na formulação de TS. Obedecendo à lógica de convivência com o semiárido brasileiro, cerca de quarenta tecnologias sociais vêm sendo testadas e implementadas promovendo a permanência do homem no campo (MALVEZZI, 2007). A cisterna de placa destaca-se como uma técnica que surgiu para atender às necessidades primárias da população rural difusa e tornou-se uma política pública, através do Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC (ARAÚJO *et al.* 2005; CIRILO *et al.* 2003; LIMA, SILVA, SAMPAIO, 2011; MALVEZZI, 2007; SILANS, 2002).

Outros exemplos de tecnologias sociais disseminadas no semiárido: cisterna de enxurrada, barragens de contenção de sedimentos, barragens subterrâneas, “mandalas”, irrigação da salvação. Para Malvezzi (2007), essas soluções sustentam uma cultura da previdência em vez da providência, consistem em uma mudança subjetiva que perpassa uma educação contextualizada e permitem que a população rural difusa possa viver condignamente. Observa-se que as técnicas no semiárido são mais voltadas para a conservação da água. De modo inclusivo, as comunidades podem planejar as suas ações para sistemas simplificados de reuso da água.

2.5 O sistema Fossa Verde

A tecnologia Fossa Verde consiste na construção de uma vala de alvenaria impermeabilizada, com dimensões variáveis, apresentando uma estrutura interna em forma de câmara onde os furos dos tijolos ficam inclinados em um ângulo de aproximadamente 30°. O esgoto é direcionado para dentro da câmara e em seguida passa a escoar para a parte externa dessa estrutura, preenchida por camadas de materiais porosos que servem como filtro, tais como entulho, casca de coco e material terroso, onde são cultivadas as plantas (Figura 2). Esse processo enquadra-se na categoria de biorremediação¹² vegetal e surge como uma alternativa de tratamento de efluente domiciliar, onde a água e os compostos nutricionais provindos do esgoto são reaproveitados pelas plantas. A digestão anaeróbica, associada ao canteiro séptico, consome a matéria orgânica proveniente do dejetos domiciliar em conjunto com a ação de microrganismos aeróbicos na zona de raízes das plantas, ao passo que a água é evapotranspirada (GABIALTI, 2009; LEGAN, 2007; MANDAI, 2006; PINHEIRO, 2011; PAMPLONA, VENTURINI, 2004). A principal vantagem desse sistema alternativo é a destinação adequada do efluente doméstico, que muitas vezes é depositado a céu aberto, proliferando insetos e disseminando vetores patogênicos.

Figura 2 - Desenho esquemático da estrutura da Fossa Verde.



Fonte: Arquivo HIDROSED

Figura 3 - MFV em pleno funcionamento no A25M (Set. 2010).



¹² Processo no qual organismos vivos (plantas e/ou microorganismos) são utilizados na remoção ou remediação de poluentes no ambiente (GAYLARDE, BELINASSO, MANFIO; 2005).

Os canteiros biossépticos construídos no A25M constituem um projeto-piloto para o semiárido brasileiro. Entretanto, a fossa verde não é novidade no Ceará. Conforme Soares (2009), essa técnica de esgotamento sanitário foi implantada em comunidades pesqueiras no município de Icapuí em 2008, por intermédio do Projeto “De Olho na gua”¹³, contemplando 200 famílias. No mesmo período o povo Tapeba também adotou a tecnologia fossa verde e mais de 300 canteiros biossépticos foram construídos no território indígena situado em Caucaia, através do projeto “Tribo dasguas”¹⁴. Ambos os projetos contam com o patrocínio do Programa Petrobrás Ambiental.

O sistema fossa verde passa o conceito de Saneamento Ecológico, pois contempla processos naturais de degradação microbiana da matéria orgânica, mineralização de nutrientes, absorção e evapotranspiração pelas plantas. Corresponde, portanto, a uma abordagem baseada no ecossistema e valoriza a reciclagem de água e nutrientes presentes nas excretas humanas (ESREY, 1998). Além do mais, o canteiro biosséptico considera a proteção dos recursos hídricos através do não lançamento do esgoto – tratados ou não – nos cursos de água (GABIALTI, 2009; PINHEIRO, 2011).

Ressalta-se também que o MFV está inserido dentro dos princípios da Permacultura (ou Cultura Permanente), pois prioriza a integração homem-natureza, a reutilização de materiais e a retirada do sustento da Terra ao mesmo tempo de alimentá-la. O termo “Permacultura” foi originalmente proposto por Bill Mollison e David Holmgren na década de 1970 e a sua concepção remete ao resultado de um manejo sustentável e ético da terra (HOLMGREN, 2004; MOLLISON, 1991). Associado à sabedoria popular tradicional, a permacultura adota os princípios da Ecologia, e a sua abordagem sistêmica pode orientar novas trajetórias, pois geram respostas dinâmicas, criativas e eficientes para a sustentabilidade planetária (GRANJEIRO, 2011).

A ideia original do canteiro biosséptico é atribuída ao permacultor estadunidense Tom Watson (GABIALTI, 2009; PAMPLONA; VENTURI, 2004). Sistema semelhante é adotado por núcleos de práticas permaculturais no Brasil, como o Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado - IPEC¹⁵. Também chamados de Bacias ou Tanques de Evapotranspiração, tem-se registros desses canteiros nos Estados Unidos, Espanha, Roma e Grécia (LARSSON, 2003).

¹³ Realização da Fundação Brasil Cidadão. Fonte: <http://www.deolhonaagua.org.br> (acesso em Set.2010).

¹⁴ Realização da Associação para Desenvolvimento Local Co-produzido – ADELCO. Fonte: <http://www.tribodasaguas.org.br/> (acesso em Dez. 2102).

¹⁵ ECOCENTRO IPEC é uma ONG que oportuniza experiências educativas e busca soluções sustentáveis para mitigar problemas na sociedade. Fonte: <http://www.ecocentro.org/> (acesso em Set.2010).

Uma variação desse sistema é apresentada por Mandai (2006) e Gabialti (2009), onde o esgoto é destinado para dentro de um „tubo“ formado por pneus, substituindo a pirâmide de tijolos no canteiro (Figura 4b)

Figura 4 - (a) Testes com tanque de evapotranspiração, área experimental em Roma; (b) Implantação de um canteiro bioosséptico formado com pneus usados (MANDAI, 2006).



Fonte: Larsson (2003).



Fonte: Mandai (2006).

Além dos canteiros bioossépticos, os centros permaculturais disseminam outros modelos baseados no saneamento ecológico, como a Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETEZR), o círculo de bananeiras e o banheiro seco.

Assim como a fossa verde, a ETEZR emprega a lógica do biofiltro associado às plantas (COOPER, 2009; KAICK, 2002; CRISPIM, PAROLIN, MALYSZ; 2012). Também denominada de *wetland* artificial, banhado construído ou sistema de fluxo horizontal, a ETEZR tem seu funcionamento baseado na atividade das macrófitas aquáticas, principalmente as emersas, como a taboa (*Typhía domingensis*) e flutuantes, como alface-da-água (*Pistia* sp.). Apesar da reconhecida capacidade de depuração do esgoto, esse tipo de “ETE-Verde” apresenta os problemas com proliferação de mosquitos devido à presença de sólidos suspensos e mau cheiro relacionado ao tempo de residência do esgoto no local (ESTEVEES, MEIRELLES-PEREIRA, 2011).

Como o próprio nome sugere, as *wetlands* artificiais são pensadas para áreas úmidas e por esse motivo não serão tratadas com detalhes nesta pesquisa. Contudo, por se tratar de um sistema alternativo de tratamento de esgoto, a experiência de replicação da ETEZR pode fornecer elementos interessantes para comparação com as fossas verdes implantadas no A25M. Segundo Cooper (2009), as primeiras *wetlands* artificiais datam dos anos 1980 na Alemanha, Dinamarca e Áustria, e a cooperação entre designers, construtores, acadêmicos e agências públicas influenciou a aceitação pública e a melhoria dos banhados construídos em

países no Reino Unido. No tocante à avaliação de desempenho desse modelo, a ocorrência de entupimento recorrente e a necessidade de substituição do cascalho no preenchimento do sistema foram observadas tanto em estudos europeus, quanto em ETZR em funcionamento no Sul do Brasil (COOPER, 2009; CRISPIM, PAROLIN, MALYSZ; 2012; KAICK, 2002).

Assim como o MFV, os círculos de bananeira e as fossas biodigestoras pressupõem a produção de vegetais a partir fertirrigação com água residuária. O círculo de bananeiras trata em despejar o efluente composto por águas cinza em uma vala circular com britas ao fundo, coberta por gravetos e restos vegetais, rodeada por bananeiras (LEGAN, 2007; MARTINETTI, TEIXEIRA, SHIMBO, 2009). Nos sistemas biodigestores tem-se a decomposição anaeróbica da matéria orgânica oriunda de dejetos exclusivamente de vasos sanitários na transformação de biogás e efluente estabilizado (NOVAES *et al.* 2002; VAN LENGEN, 2008). Assim, os modelos de tratamento representados pelo círculo de bananeira e pela fossa biodigestora tem potencial para atender parcialmente ao esgotamento sanitário de uma unidade domiciliar e precisam de opções complementares para o destino do volume total do efluente.

Martinetti, Teixeira, Shimbo (2010) apontam outras desvantagens relacionadas ao círculo de bananeiras e ao sistema biodigestor: o primeiro modelo apresenta mau odor e a presença de insetos; o segundo inclui a aplicação periódica de esterco bovino na sua manutenção e a sua operação requer que o usuário transporte o produto final para o local de aplicação de reuso, significando a possibilidade do contato com material.

Os sistemas secos (banheiro seco, bason) não utilizam a água como agente transportador dos excrementos. Os dejetos ficam acondicionados em compartimentos inferiores ao vaso sanitário e sofrem influências da temperatura, umidade, material orgânico e microorganismos. A “descarga” do sistema realizada jogando material terroso, restos de vegetais e/ou pó de serra, para auxiliar no processo de compostagem. Após o período de um ano, o lodo estabilizado pode ser retirado do compartimento e utilizado como condicionante de solo (CISAM/AMVAP, 2006; MARTINETTI, TEIXEIRA, SHIMBO, 2009; VAN LENGEN, 2008). Devido ao tempo exigido para a fermentação biológica do material fecal, recomenda-se a construção de pelo menos duas unidades para o uso alternativo: quando uma unidade estiver completa e ainda não for o tempo de retirar o composto, usa-se a outra unidade (CISAM/AMVAP, 2006).

Aparentemente o banheiro seco constitui uma opção de saneamento factível para áreas com restrição hídrica. Porém, a disseminação dessa técnica encontra limitação em um dos

questos principais: a aceitação pública. A esse fato, estudo de caso desenvolvido por Martinetti, Teixeira, Shimbo (2009) diagnosticou que a população tem receio em manipular o material compostado. Ademais, as fossas secas podem produzir odor desagradável e proliferar moscas (CISAM/AMVAP, 2006).

A fossa séptica convencional é uma alternativa de disposição e tratamento de esgoto sanitário aceitável quando a sua construção e operação atendem às regulamentações normativas. Esse sistema descentralizado é conhecido há mais de um século e consiste em uma câmara que retém o esgoto sanitário por determinado período de tempo; nela ocorrem os processos de sedimentação das partículas sólidas, digestão e armazenamento do lodo digerido (ABNT, 1993, 1997; BRASIL, 2006; CISAM/AMVAP, 2006). Ainda que relativamente simples, o processo construtivo do tanque séptico requer conhecimento técnico e a população de baixa renda nem sempre dispõe de recurso financeiro para compra de material e pagamento da mão-de-obra especializada. Nesse caso, a comunidade adota soluções mais acessíveis e muitas vezes inadequadas, como por exemplo, as fossas rudimentares (sumidouros).

O uso da fossa rudimentar é mais crítico quando as condições pedológicas não são satisfatórias para absorção do efluente, como ocorre usualmente no semiárido brasileiro. Por estar situado sobre o embasamento cristalino, o potencial de infiltração do solo é baixo, fazendo com que os sumidouros preencham mais rapidamente, sendo necessário esgotá-los com maior frequência ou construir outro com volume maior, tornando-se mais oneroso e com tempo curto de funcionamento (PINHEIRO, 2011). Ressalta-se ainda que esse tipo de “solu o” sanitária é inadequado, pois acarreta problemas de ordem ambiental e epidemiológica.

Referente aos aspectos técnicos, a universalização dos sistemas de saneamento não significa o uso exclusivo de tecnologias convencionais e pode contemplar alternativas simplificadas (GALVÃO JÚNIOR, 2009). O Art. 48 da Lei n. 11.445 de 2007 preconiza as diretrizes do saneamento básico nacional, admite e incentiva a implantação de soluções alternativas para esgotamento sanitário em áreas isoladas (BRASIL, 2007b). Nesse sentido, Pádua (2006) complementa que os sistemas alternativos na área da engenharia sanitária não devem ser entendidos como soluções improvisadas, mas devem ser considerados como técnicas que compõem um leque de opções do projetista. Galvão Júnior (2009) destaca que é preciso identificar os impactos causados pelas tecnologias não convencionais de saneamento.

No âmbito do projeto desenvolvido no A25M, foram construídos 67 módulos fossa verde nas escalas padrão ($2 \times 1,5 \times 1\text{m}^3$) e grande ($3 \times 2 \times 1\text{m}^3$), baseadas no modelo dos

sistemas desenvolvidos em Icapuí (projeto “De Olho na gua”, mencionado anteriormente). A medida padrão foi prevista para uma casa familiar média, com até seis pessoas; e a escala grande foi adotada para os sistemas com maior demanda de efluente domiciliar, como as escolas e postos de saúde. Todavia, o dimensionamento sugerido para a construção dos canteiros no A25M não se apresentou adequado em todas as situações, conforme avaliação preliminar conduzida por PINHEIRO, 2011 e WIEGAND *et al.* 2011.

Como se trata de um projeto baseado na metodologia de pesquisa-ação, à medida que os problemas surgiam, buscavam-se soluções para adequar ao funcionamento aceitável do sistema fossa verde (COELHO, PINHEIRO, ARAÚJO, 2011; COELHO *et al.* 2012), atendendo assim aos pressupostos de uma TS¹⁶. Apesar de ser um produto ainda em fase de ajuste às condições locais, o MFV apresenta especial potencialidade para formulação de política pública de saneamento rural (ELLERY *et al.* 2010). Portanto, faz-se pertinente a revisão dos critérios técnicos de dimensionamento do canteiro biossético, para uma replicação mais segura da tecnologia.

Lima *et al.* (2011) evidenciam que as políticas públicas voltadas para a sustentabilidade dos assentamentos de reforma agrária devem ser criadas de forma que não estimulem uma dependência completa do Estado. A disseminação do MFV satisfaz a esse critério avaliativo, pois visa à autogestão comunitária. Outro aspecto relevante para a elaboração de uma política pública diz respeito à identificação cultural dos beneficiários para com o projeto. Conforme Demo (1986), a população somente reconhece como seu aquele projeto que, mesmo advindo de fora, é capaz de revestir-se de traços culturais do grupo. Conforme ressaltam Wiegand *et al.* (2011), o MFV demonstra potencial para irrigação de micro-áreas auxiliando na formação de quintais produtivos, e portanto, se encaixa na história de vida dos camponeses e condiz com a sua realidade sociocultural.

De forma geral, o Projeto desenvolvido no A25M se apropriou da técnica de esgotamento sanitário reconhecida pela Permacultura no esforço de adequá-la ao semiárido nordestino. Assim, o MFV pode ser considerado como uma TS que vem sendo amadurecida a partir do encontro entre o conhecimento acadêmico e o saber popular de uma comunidade desprovida do serviço público de saneamento. Reunir elementos para a regulamentação técnica a fim de subsidiar a criação de uma política de reuso constitui a próxima etapa para melhoria de infraestrutura sanitária no meio rural.

¹⁶ Vide tópico 2.4 (Tecnologia Social e Desenvolvimento Comunitário).

3. MATERIAL & MÉTODOS

3.1 Percepção do nível de satisfação e apropriação comunitária

O nível de satisfação e apropriação da tecnologia pelos beneficiários do MFV foi obtido através de pesquisa qualitativa, utilizando a técnica combinada de aplicação de entrevistas e observação participante (MARCONI E LAKATOS, 2010; MINAYO, 2011). Amplamente empregada nas Ciências Sociais, o enfoque qualitativo tem como objetivo promover a elucidação das atitudes, valores e motivações em relação aos comportamentos das pessoas em contextos sociais específicos (GASKELL, 2002). Ressalta-se que a pesquisa também adotou a metodologia participativa e dialógica (FREIRE, 1977, 1979, 2011; SCHMITZ, MOTA, 2010) utilizada ao longo das atividades do Projeto Fossa Verde.

As visitas foram realizadas no período setembro de 2011 a setembro de 2012, a cada trimestre, totalizando cinco campanhas e contemplando 58 unidades beneficiárias com o MFV. Quanto à aplicação das entrevistas, optou-se pela tipologia aberta e semi-estruturada (Apêndice A) e, intercaladas às perguntas, procurou-se ter conversas livres para a obtenção de outras informações que enriquecesse ainda mais a pesquisa. Cabe destacar que foram realizadas visitas prévias a fim de adequar as perguntas ao objeto de estudo. Durante a campanha de junho de 2012 foi realizada entrevista focal¹⁷ (ver roteiro no Apêndice B) com dois pedreiros do A25M que prestaram serviço na época da construção das fossas e são considerados atores-chave.

3.2 Avaliação do desempenho das fossas verdes

3.2.1 Monitoramento dos módulos FV

O monitoramento dos canteiros biossépticos foi realizado na mesma ocasião das entrevistas mencionadas acima. O roteiro para entrevista contempla tanto os tópicos referentes ao manejo por parte do beneficiário, como também inclui as observações relativas aos parâmetros técnicos do sistema. A avaliação do desempenho se deu a partir de um conjunto de critérios que convergem para um quadro de referência do que poderia ser chamada de situação “ideal” ou modelo exemplar do MFV. Dessa forma, aplicou-se a abordagem quali-quantitativa obtida a partir de dados primários (entrevistas e observação *in loco*) e/ou com base na literatura especializada para elaboração de notas com variação de 0 a 50 para cada MFV

¹⁷ Técnica na qual se reúne um grupo de pessoas com vista a debater um assunto. Nessa categoria de entrevista há um roteiro de tópicos relativos ao problema em questão e o entrevistador pode acrescentar perguntas na tentativa de aprofundar as reflexões (MARCONI, LAKATOS, 2010; MINAYO, 2011).

monitorado, sendo 0 atribuído a pior situação e a nota 50 ao melhor cenário. Os critérios de avaliação observados durante o monitoramento dos MFV seguem discriminados abaixo:

Grau de utilização: Considera-se como melhor situação os módulos que recebem a água residuária total produzida na unidade domiciliar, atendendo a função adequada de um sistema de esgotamento sanitário;

Cultivos de plantas: Para o ideal funcionamento do MFV considera-se necessário o cultivo de plantas, pois além da evaporação da água presente no solo, o processo simultâneo de transpiração pelas plantas (evapotranspiração) é essencial para o consumo líquido do esgoto;

Diversidade de cultivos: Observa-se que os canteiros com cultivos consorciados apresentam melhores cenários de desenvolvimento vegetal. É reconhecido que o uso mais eficiente dos recursos disponíveis (terra, água, nutriente) e a redução dos danos causados por insetos e espécies daninhas somam vantagens aos cultivos múltiplos em relação aos monocultivos (*e.g.* ALTIERI, 2009; GLIESSMAN, 2001; OLIVEIRA, ESCOBAR, 2010; MOTA *et al.*, 2012);

Posicionamento das mudas: As mudas devem ser colocadas nos espaços laterais do canteiro e não na parte central onde se encontra a pirâmide de tijolos para evitar que as raízes danifiquem essa estrutura; esse critério é de especial relevância no caso do cultivo de bananeira, pois apesar do sistema radicular superficial e fasciculado, cerca de 80% da raiz da bananeira localiza-se a 50 cm de profundidade do solo (BORGES, SOUZA, 2004);

Porte e/ou quantidade de mudas no canteiro: Água em excesso pode sufocar as raízes da planta pela falta de oxigênio, resultando na sua podridão ou inibindo o desenvolvimento da planta (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006). No caso da bananeira, o excesso de água deixa a planta mais suscetível ao mal de Singatoka¹⁸; portanto, recomenda-se o cultivo de pelo menos quatro mudas de médio porte para viabilizar o processo de evapotranspiração; considera-se que extravasamento e/ou refluxo pode ser evitado dependendo da quantidade e do porte das mudas no MFV;

Extravasamento: corresponde à presença de água residuária na área superficial do MFV ou no seu entorno; a situação ideal é que não ocorra nenhum episódio de extravasamento;

¹⁸ Doença fúngica (BORGES, SOUZA, 2004).

Refluxo de esgoto: corresponde ao retorno do efluente ao aparelho sanitário, pia ou chuveiro; a situação ideal é que não ocorra nenhum evento;

Entupimento: corresponde ao entupimento observado na encanação de pia, chuveiro ou na descarga do vaso privado que esteja em conexão ao MFV;

Odor: o ideal é que não ocorra mau odor, nem nas proximidades do MFV e nem no banheiro;

Manutenção: adota-se como modelo exemplar aquele com proteção adequada do canteiro (por exemplo, cerca para evitar a depredação de animais) e a ausência de lixo; no caso da bananeira, observa-se o desbaste¹⁹ das mudas, devendo permanecer no canteiro apenas a planta-mãe e um de seus perfilhos.

Para composição da nota, atribuiu-se pesos para as variáveis de acordo com o grau de importância para o desempenho satisfatório do sistema, mediante três categorias possíveis: 1 – pouco importante; 2 – importante; 3 – de fundamental importância.

Tabela 1. Critérios com pesos e legenda de notas atribuídas a cada MFV monitorado.

CRITÉRIOS	PESO	NOTA 0	NOTA 1	NOTA 2
Grau de utilização	3	Não conectada / abandonada	Subutilizada	Satisfatório
Cultivo de planta	3	Ausência	Não se aplica	Presença
Diversidade de cultivo	1	0 – 1 espécie	2 espécies	> 2 espécies
Posicionamento das mudas	2	Inadequado / ausência de cultivo	Rizoma da bananeira em local inadequado	Adequado
Porte e quantidade de mudas no canteiro	3	Não se aplica	Inadequado	Adequado
Extravasamento	3	Não se aplica	Ocorrência	Não ocorrência
Refluxo	3	Não se aplica	Ocorrência	Não ocorrência
Entupimento	3	Não se aplica	Ocorrência	Não ocorrência
Odor	1	Não se aplica	Ocorrência	Não ocorrência
Manutenção	3	Inexiste	Insuficiente	Satisfatória

¹⁹ Desbaste corresponde à operação por meio da qual se elimina o excesso de rebentos (rizomas) da planta com a finalidade evitar os danos fisiológicos à planta-mãe, como a competição por água, nutrientes e espaço vital (BORGES, SOUZA, 2004).

A partir da nota (equação 1), os canteiros biosséticos monitorados foram agrupados de acordo com a situação: de péssima a ruim (pontuação 0-20), de regular a boa (pontuação 21-40) e ótima situação (pontuação 41-50).

$$= (\ . \) \quad (1)$$

Onde:

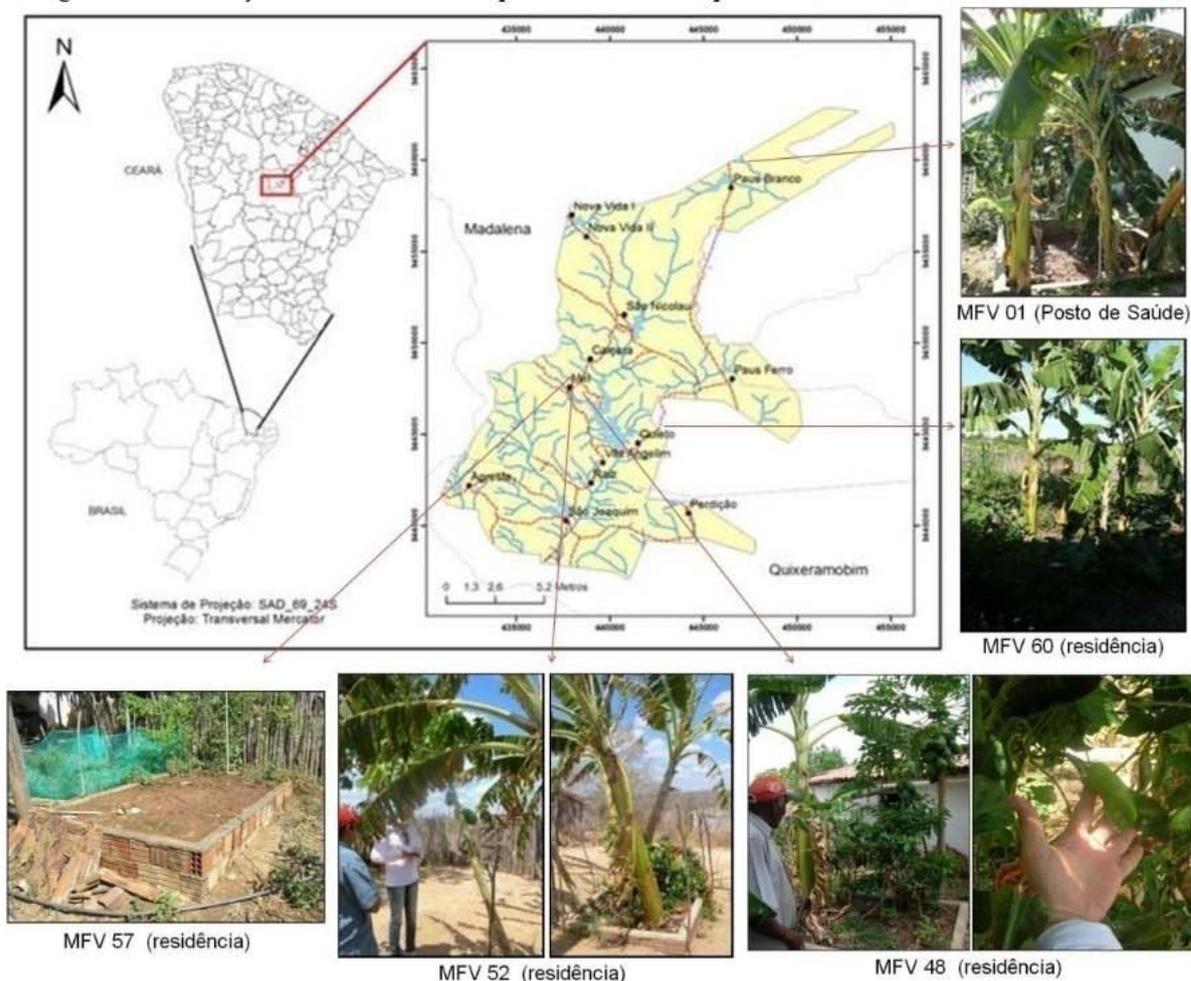
Ci = critério;

Pi = peso.

3.2.2. Análise microbiológica e química do substrato Fossa Verde

As amostras do substrato foram coletadas em junho de 2012, em triplicata e obtidas de cinco MFV a uma profundidade de 20 cm. Os canteiros escolhidos (Figura 5) estavam sob diferenciados sistemas de gerenciamento: MFV 60 com cultivo de banana e tomate-cereja em bom estágio de desenvolvimento; MFV 57 em que a muda de bananeira não se desenvolve; MFV 52 apresentando bom desenvolvimento dos cultivos de mamão, banana e papoula; MFV 48 com cultivo de pimentão, pimenta-de-cheiro, banana e tomate em bom estágio de desenvolvimento; e MFV 01 com desenvolvimento razoável de bananeiras. Os módulos recebem efluente doméstico em fluxo intermitente, exceto o MFV 01 que recebe esgoto do Posto de Saúde em fluxo constante.

Figura 5 - Localização dos canteiros biossépticos selecionados para análise de substrato. Jun.2012.



Fone: Arquivos HIDROSED.

A avaliação da qualidade do substrato da fossa verde foi baseada nos indicadores microbiológicos carbono da biomassa microbiana do substrato (C-BMS), respiração basal do substrato (RBS) e quociente metabólico (qCO_2). O C-BMS foi determinado pelo método indireto de irradiação - extração com titulação com sulfato ferroso amoniacal; a RBS foi obtida pelo método da respirometria (produção C- CO_2), após 10 dias de incubação, quando as amostras de solo foram mantidas com 70% da capacidade de campo. A incubação foi realizada colocando-se cada amostra em vidros contendo béqueres com 20 ml de hidróxido de sódio (NaOH) que capturou o C produzido pela respiração. Posteriormente, procedeu-se à titulação do excesso de hidróxido de sódio com ácido clorídrico (HCl). O cálculo do qCO_2 foi obtido pela razão C-BMS / RBS. As análises foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia do Solo da Universidade Federal e o procedimento metodológico foi baseado em Matos e Mendonça (2005).

Dentre as propriedades químicas, as amostras foram submetidas à análise de pH, Nitrogênio (N), Fósforo Assimilável (P), Matéria Orgânica (MO) e Condutividade Elétrica (CE). Os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de Água e Solo UFC - FUNCEME, seguindo as orientações recomendadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

3.2.3. Avaliação da qualidade sanitária dos vegetais cultivados no MFV

Amostras representativas de tomate-cereja, pimenta-de-cheiro, banana e folha de malvarisco foram coletadas no período de fevereiro de 2012, em quatro canteiros biossépticos de unidades residenciais do A25M (Tabela 2) e transportadas em caixa térmica contendo gelo, até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFC²⁰, onde os ensaios microbiológicos foram realizados. As espécies amostradas foram escolhidas com o auxílio de algumas famílias beneficiárias do MFV.

Tabela 2. Amostras de vegetais cultivados no MFV submetidos à análise microbiológica

Amostras	Identificação	Localidade
Tomate (<i>Solanum esculentum</i>)	MFV 060	Comunidade Quieto
Banana (<i>Musa</i> sp.)	MFV 012	Comunidade Vila Angelim
Malvarisco (<i>Plectranthus amboinicus</i> L.)	MFV 049	Comunidade Mel
Pimenta (<i>Capsicum chinense</i>)	MFV 048	Comunidade Mel

Os testes de qualidade sanitária dos vegetais compreenderam a contagem de coliformes a 45°C (fecais) e a investigação de *Salmonella* sp. em 25g de cada amostra. O procedimento de coleta, preparo e análise das amostras foram realizados conforme especificações descritas pela American Public Health Association (APHA, 2001). Os valores de referência foram baseados nos padrões microbiológicos sanitários para alimentos estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 12, de 02 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

²⁰ O referido laboratório possui certificação nacional emitida pelo PEP/SENAI (Programa de Ensaio de Proficiência/ Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial).

3.3 Balanço de massa hídrica do MFV e proposta de dimensionamento

A determinação do parâmetro de dimensionamento do MFV fundamenta-se na relação dos fluxos médios de água que entram e que saem do sistema, definidos no volume sistêmico, durante um intervalo de tempo. Segundo Naghettini (2006), as equações aplicadas aos estudos de bacias hidrográficas podem ser modificadas para representar o balanço hídrico de um reservatório, trecho de um rio, ou mesmo de uma superfície impermeável, desde que os termos pertinentes sejam considerados (precipitação, evaporação, transpiração e infiltração). Dessa forma, a proposta desta pesquisa dissertativa para o dimensionamento da área do MFV foi elaborada considerando o consumo de água *per capita* de água, o número de habitantes por domicílio, o coeficiente de retorno e a evapotranspiração da cultura do sistema, conforme expressa a equação 2. O método para determinação dos valores usados em cada termo utilizado nessa fórmula encontra-se detalhado nas próximas sessões.

$$= (\cdot \cdot) \quad (2)$$

Em que:

A= Área superficial do tanque (m²);

q = Consumo *per capita* de água (m³.hab⁻¹.dia⁻¹);

N = Número de habitantes do domicílio (hab);

r = Coeficiente de retorno (-);

Etc = Evapotranspiração da cultura (m.dia⁻¹)

3.3.1. Estimativa do consumo de água doméstico

Visto que o consumo per capita de água varia principalmente conforme a disponibilidade e acesso à água, a demanda doméstica foi estimada em duas situações distintas: para residências que possuem sistema de abastecimento de água por rede de distribuição e para domicílios desprovidos desse serviço e, portanto, utilizam a água através de baldes. Neste estudo de caso foram selecionadas duas residências, R1 situada na comunidade Quietos (com água encanada) e R2 em Paus Ferro (comunidade sem rede de distribuição de água). Ambas as casas apresentavam número aproximado de moradores e os membros da família concordaram em participar dessa etapa da pesquisa que inclui a estimativa da produção de esgoto, conforme descrito adiante.

O consumo de água em R1 foi medido através da diferença entre duas leituras consecutivas do hidrômetro da própria residência e acompanhado pelas informações das faturas emitidas mensalmente pelo Serviço de Abastecimento de Água – SAAE. Na busca por uma maior consistência nas informações relacionadas ao consumo médio *per capita*, optou-se pela repetição desse mesmo procedimento nas outras casas beneficiárias do MFV localizadas no Quietão. Essa etapa ocorreu no período de setembro de 2011 a julho de 2012, abrangendo o período de medição de esgoto. A estimativa do volume hídrico em R2 (Figura 6) foi obtida por meio de uma abordagem etnográfica com base na observação participante²¹ (ANGROSINO, 2009; MARCONI, LAKATOS, 2010; MINAYO, 2011), ao passo que esse mesmo procedimento metodológico foi utilizado em R1 apenas de forma complementar.

Figura 6 - Observação participante relacionada às formas de uso e consumo de água em R2; (a) uso da água na cozinha; (b) lavagem de roupa. Mar. 2012.



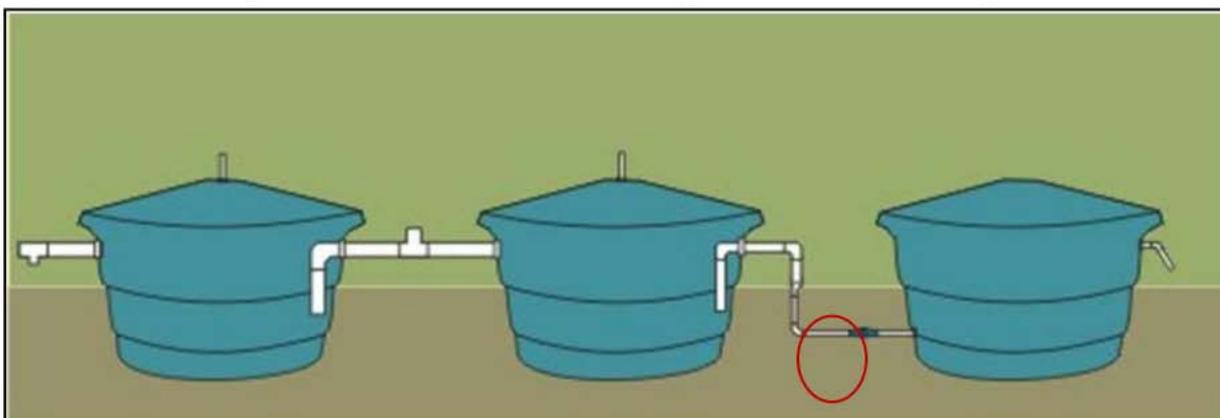
Fonte: Arquivos Hidrosed.

²¹ Etnografia corresponde à análise descritiva de um grupo humano e inclui seus comportamentos socioculturais. Essa técnica pode registrar fenômenos nem sempre obtidos por meio de perguntas e/ou analisados em documentos (ANGROSINO, 2009; MARCONI, LAKATOS, 2010; MINAYO, 2011).

3.3.2. Estimativa da contribuição de esgoto doméstico

Embora o volume de esgoto produzido não seja aplicado diretamente no cálculo do dimensionamento do MFV, esse dado é necessário para a determinação do coeficiente de retorno (r) esgoto/água. Para tanto, utilizou-se o modelo de tratamento de águas negras padronizado pela EMBRAPA (NOVAES *et al.* 2002). Esse desenho que possui três reservatórios recebeu um hidrômetro (hidraulicamente submerso), acoplado ao cano que interliga o último reservatório do sistema (Figura 7) possibilitando mensurar a emissão contínua de esgoto domiciliar. Observa-se que esse experimento recebeu todo o efluente produzido na casa (e não apenas águas negras), além disso, não foi adicionado esterco bovino no primeiro tanque. Esse procedimento difere das recomendações para o funcionamento do sistema biodigestor divulgadas pela EMBRAPA, porém atende satisfatoriamente aos objetivos dessa pesquisa.

Figura 7 - Desenho esquemático com medidor volumétrico acoplado ao modelo de fossa séptica EMBRAPA .



Fonte: Arquivos HIDROSED.

As fossas sépticas adaptadas da EMBRAPA foram instaladas nas casas R1 e R2 citadas anteriormente. Ambas eram desprovidas de qualquer sistema de esgotamento sanitário e apresentaram declividade do terreno compatível para a implantação do sistema. Essa etapa da pesquisa teve duração de cinco meses e ocorreu entre setembro de 2011 a fevereiro de 2012. Vale destacar que a casa R2 não possuía aparelho sanitário e a instalação foi feita na ocasião da montagem da fossa (Figura 8), de forma que as duas casas obtiveram as mesmas possibilidades para emissão da água negra. Assim, a estimativa da contribuição de esgoto foi determinada através da diferença entre leituras regulares e consecutivas dos hidrômetros medidores (com vazão máxima de $3\text{m}^3/\text{h} \times \frac{3}{4}''$)²² instalados nos sistemas sépticos em R1 e R2.

²² Os medidores volumétricos utilizados nesta pesquisa foram cedidos pelo Laboratório de Hidrometria da CAGECE e possuem o laudo de verificação em conformidade com a Portaria INMETRO N. 246.

Figura 8 - Etapas de montagem da fossa modelo EMBRAPA, com hidrômetro acoplado (f) para medição do efluente. (Set. 2011).



Fotos: Christine Farias; Arquivos HIDROSED.

3.3.3. Cálculo do Coeficiente de retorno (r)

O coeficiente de retorno (r) foi calculado para R1 e R2 com base na relação entre a produção de esgoto e o consumo *per capita* de água, durante um intervalo de tempo, conforme apresentado na equação 3.

$$= \frac{\text{çã} \quad (\text{ h }^{-1} \cdot \text{ }^{-1})}{\text{á} \quad (\text{ h }^{-1} \cdot \text{ }^{-1})} \quad (3)$$

3.3.4. Estimativa do uso consuntivo do MFV

Denomina-se uso consuntivo da água a sua retirada da fonte diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente. No sistema fossa verde, o uso consuntivo se dá principalmente pela demanda hídrica das espécies vegetais cultivadas. Dessa forma, a evapotranspiração da cultura (Etc) do MFV foi estimada em um canteiro controle (2 x 1,5 x 1,0 m³) construído na área anexa à Escola João dos Santos de Oliveira (comunidade Quieto, A25M). A escolha do local foi motivada principalmente para o aproveitamento do sistema para fins didáticos e, posteriormente, para destinação dos dejetos de uma pocilga que a direção da escola pretende implantar. A entrada de água por irrigação controlada nesse canteiro ocorre por meio sub-superficial, através de um cano PVC, de forma similar ao MFV (Figura 9). A diferença consiste no produto recebido: enquanto a fossa verde recebe efluente, o canteiro controle é alimentado com água bruta. Esse delineamento experimental teve por propósito inicial a comparação entre a qualidade sanitária dos vegetais comestíveis cultivados no canteiro controle e dos alimentos produzidos nos canteiros biossépticos. Porém essa etapa não ocorreu como previsto inicialmente.

Figura 9 - Canteiro controle em fase de preenchimento, com cano de PVC interligado à pirâmide de tijolos, para irrigação controlada. Dez. 2011.



. Foto: Christine Farias; Arquivos HIDROSED.

O canteiro controle foi implantado em outubro de 2011, mas em detrimento de uma sequência de problemas técnicos (como por exemplo, a falta de bomba para levar a água até o canteiro), o seu preenchimento ocorreu durante 20 dias consecutivos em novembro de 2012. Vale destacar que em uma das tentativas de iniciar o experimento, percebeu-se a ocorrência de infiltração nas paredes laterais. Portanto, para a retomada da atividade, o canteiro foi esvaziado, revestido com mais uma camada de cimento e preenchido novamente, de acordo com o desenho do MFV, onde foram cultivadas quatro mudas de bananeira (*Musa* spp.). As regas foram realizadas com o auxílio de uma mangueira, ocorreram sempre no mesmo horário (às 07h30min) e o tempo total do preenchimento do sistema foi cronometrado até que a área mais superficial do canteiro aparecesse úmida. A vazão da mangueira foi obtida através da relação volume *versus* tempo de preenchimento (equação 4), utilizando-se um recipiente com capacidade volumétrica conhecida (garrafa pet).

$$= - \quad (4)$$

Onde:

Q = Vazão da mangueira (L/s);

V = Capacidade do recipiente (L);

T = Tempo (s).

Por sua vez, a lâmina de água necessária para o preenchimento do canteiro-controle foi mensurada pelo desdobramento da equação acima e corresponde ao produto da vazão da mangueira pelo tempo necessário para o preenchimento na fossa. A determinação da Etc é comumente utilizada para um planejamento racional de irrigação (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006; SILVA, BEZERRA, 2009; SOUZA, ANDRADE, 2010). Com base nesses estudos, a evapotranspiração da bananeira foi obtida para o mesmo período do experimento, por meio da seguinte expressão:

$$= \quad (5)$$

Onde:

Etc = Evapotranspiração da cultura (mm.dia⁻¹);

Eto = Evapotranspiração potencial de referência (mm.dia⁻¹);

Kc = coeficiente da cultura (-).

A evapotranspiração potencial de referência (ET_o) foi calculada pelos métodos do tanque Classe A (TCA)²³ e Penman-Monteith (PM). A taxa de evapotranspiração no tanque Classe A foi medida com um micrômetro de gancho, assentado sobre o poço tranquilizador. Além desse equipamento, também foi instalado na Escola de Campo João dos Santos de Oliveira (Quieto, A25M) um pluviômetro *Ville de Paris* para obtenções de dados *in situ* (Figura 10a). As leituras dos instrumentos citados ocorreram no período de Nov./2011 a Nov./2012, sempre no mesmo horário (às 07h30min).

Figura 10 - Instalação dos equipamentos Pluviômetro Ville de Paris (a) e Tanque Classe A (b). Escola João dos Santos de Oliveira, Comunidade Quieto, A25M. Out. 2011.



Foto: Christine Farias; Arquivos HIDROSED.

A estimativa de E_{to} obtida pelo método empírico PM foi fundamentada em Allen *et al.* (1998) utilizando-se dados meteorológicos da estação Pedra Branca, a mais próxima da área de interesse. Esses dados (precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento) foram cedidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Para o coeficiente de cultura (K_c) foi considerado o estágio fenológico da bananeira e o valor utilizado foi de 0,9 que corresponde ao K_c da banana no período de desenvolvimento vegetativo, conforme determinado por Silva e Bezerra (2009).

²³ Trata-se de um evaporímetro circular, de aço inoxidável ou galvanizado, com 1,21 m de diâmetro e 0,25m de altura (SOUZA, ANDRADE, 2010; BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Nível de satisfação e apropriação comunitária

A discussão sobre o envolvimento dos assentados com a tecnologia fossa verde perpassa a forma como o projeto chegou ao conhecimento da comunidade, e por sua vez, a interação entre a comunidade e os colaboradores do projeto (pesquisadores, estudantes, etc.). A participação dos gestores do projeto em reuniões do Conselho comunitário do A25M foi o ponto de partida para apresentação da proposta do modelo participativo de saneamento. As fossas implantadas em Icapuí (Projeto De Olho na Água) foram visitadas por um grupo de representantes do A25M e houve uma troca de experiência profissional entre um pedreiro que trabalhou na construção dos canteiros biosséticos em Icapuí e seis pedreiros do A25M. A escolha de três moradores locais para compor a equipe de bolsistas do projeto, bem como a seleção dos locais para instalação das fossas, deu-se de modo participativo com os assentados²⁴. Todas essas etapas são consideradas importantes para valorização cultural e influenciaram no processo de apropriação comunitária do sistema fossa verde.

Ao longo dos 40 meses de desenvolvimento da pesquisa-intervenção, foram realizadas reuniões periódicas com as comunidades a fim de envolvê-las em todas as fases do processo participativo. Os resultados dos estudos da qualidade de água dos açudes e das cisternas (pesquisas dissertativas, ver FEITOSA 2011; PINHEIRO, 2011), desenvolvidos no A25M em paralelo à construção dos canteiros foram apresentados nesses encontros. Além de fortalecer a democracia e a cidadania, tais ações constituem um processo estratégico para a sensibilização dos participantes no tocante à preservação dos recursos naturais e a sua relação com o bem estar da população, facilitando a obtenção dos resultados, objetivos do projeto intervencionista.

Os canteiros biosséticos implantados tiveram manejo diferenciado de acordo com o tratamento dispensado pelos beneficiários do projeto. A referência que se tinha para cultivo no MFV era a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e a bananeira (*Musa* spp.), devido às suas necessidades hídricas elevadas e as famílias foram aconselhadas a não cultivar hortaliças e espécies de ramas rastejantes, conforme recomendação da NBR 13969 (ABNT, 1997). As observações *in loco* obtidas apontaram que, além da banana, as principais espécies cultivadas foram mamão (*Carica papaya* L.), pimentão (*Capsicum annum* L.), tomate (*Solanum esculentum*), breço (*Amaranthus viridis* L.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), milho (*Zea mays* L.) e/ou plantas ornamentais, como a papoula. Notou-se também o cultivo

²⁴ Relatório do Projeto Fossa Verde. Não publicado.

de espécies tidas como fitoterápicas, como mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), capim santo (*Cymbopogon citratus*), malvarisco (*Plectranthus amboinicus* L.) e dipirona²⁵ (*Symphytum officinale* L.), plantas utilizadas na preparação de chás e lambedores.

A utilização dos canteiros biossépticos para cultivos consorciados e com espécies distintas das sugeridas inicialmente demonstram a aceitação pública positiva da tecnologia fossa verde. Para Roque, Rocha e Loiola (2010), as comunidades rurais estão intimamente ligadas aos usos de plantas medicinais, por estas serem, na maioria das vezes, o único recurso disponível para o tratamento de doenças na região. Avaliações a respeito das condições de infraestrutura dos assentamentos rurais apontam que a assistência primária de saúde, via de regra, é prestada nos assentamentos por agentes de saúde e, mesmo quando há instalações médicas, nem sempre há profissionais para prestar o atendimento e a população precisa recorrer aos postos médicos e hospitais municipais (HEREDIA *et al.* 2005; IPLANCE, 1998; LIMA *et al.* 2011). Esse fato explica a apropriação do MFV para o plantio de espécies medicinais para os assentados do A25M.

O conhecimento tradicional sobre o uso de plantas para fins terapêuticos tem demonstrado validade em vários casos, mas nem todas as práticas e receitas populares são eficazes, ao contrário, algumas podem ser danosas à saúde (ALBUQUERQUE, ANDRADE, 1998). Esses autores citam como exemplo a mastruz, espécie vegetal utilizada para combater verminose, mas dependendo da forma de uso, pode afetar o sistema nervoso. Nesse sentido, a troca de saberes (academia e comunidade tradicional) pode ser considerada enriquecedora, portanto, sugere-se o aprofundamento desse tema relacionado aos cultivos no MFV, através de uma abordagem etnobotânica.

De acordo com a metodologia utilizada, tanto o entrevistador quanto o entrevistado estão, de maneira diferente, envolvidos na produção do conhecimento. Fundamentado nessas considerações, aproveitou-se da ocasião de monitoramento para reforçar as orientações necessárias sobre o manuseio adequado do MFV, por exemplo, a recomendação para o posicionamento correto das mudas no local, a retirada dos rizomas no caso das bananeiras e medidas de boas práticas de manejo para evitar a contaminação cruzada dos vegetais cultivados nos canteiros.

A efetiva utilização da tecnologia Fossa Verde requer a participação e mobilização da população local. De maneira geral, as famílias do A25M, que inicialmente demonstraram

²⁵ Segundo depoimento dos assentados, o nome da planta se deve às propriedades analgésicas e antitérmicas similares ao medicamento denominado genericamente de dipirona.

desconfiança em relação ao projeto, passaram a aceitar e se interessar pela nova tecnologia. Esse fato é razoável se considerarmos que leva um tempo para que um novo projeto seja reconhecido em uma comunidade. A cisterna de placa é um exemplo de que a apropriação comunitária é um processo cadenciado, pois mesmo com os efeitos positivos que essa tecnologia social representa para o sertanejo, o P1MC sofreu sérios desafios no início da sua implantação na década de 1990. Entretanto, considera-se que essa política alcançou aceitação pública e foi ampliada para “Uma Terra e Duasguas (P1+2)” (FERREIRA, 2009).

O depoimento de uma militante do MST evidencia a explicação dada anteriormente por Freire (1977, 1979) de que as formas de participação e apropriação de um projeto / produto pelos assentados estão atreladas ao processo histórico-cultural. No entanto, ressalta-se que o assentamento constitui uma unidade de reprodução social e, portanto, se configura como um espaço pedagógico para se trabalhar alguns aspectos relacionados às resistências culturais.

Leva algum tempo para o assentado se apropriar do seu espaço porque ele não está acostumado com aquilo, em ter, em possuir (...). Isso se percebe, por exemplo, com a plantação de frutíferas nos quintais. Eu conheço vários assentamentos e percebo que leva em média 20 anos para que eles cultivem frutíferas próximas da casa. E por que isso? Tem toda uma história por trás. Antes eles eram trabalhadores, viviam em regime de semi-escavidão e não podiam nada, suas casas tinham que ser menores do que a casa principal da fazenda, até as portas eram menores. Então hoje é tudo diferente, mas a cultura vivenciada anteriormente ainda é muito forte.

(militante do MST, assentada do A25M, Dez./2012).

Para Almeida (2011), o tempo de execução do projeto Fossa Verde²⁶ influenciou no processo participativo dos sujeitos, visto que a dinâmica cotidiana dos assentados tem sua própria temporalidade e por vezes tem outras prioridades. A referida autora comparou a participação entre os moradores das comunidades Paus Ferro e Paus Branco no envolvimento com o projeto e percebeu um conjunto de elementos que interferem nesse aspecto, como a contribuição direta de líderes comunitários, divergências políticas e condições materiais intrínsecas de cada localidade.

A seleção dos locais para instalação dos canteiros priorizou as casas mais próximas aos açudes que as abastece e equipamentos sociais (escolas, padaria comunitária e posto de saúde). No entanto, alguns domicílios contemplados com o MFV em Paus Branco não

²⁶ A autora se refere principalmente aos prazos estabelecidos junto ao CNPq, bem como ao planejamento dos gestores do projeto em questão.

possuíam infraestrutura sanitária (banheiro e/ou aparelho sanitário) e percebem-se as limitações da reforma agrária no sentido do atendimento das necessidades básicas de infraestrutura. No tocante à participação, esses moradores não podem ser avaliados da mesma maneira devido às suas carências materiais. Observa-se que em Jun./2012 foram entregues os vasos sanitários nessas casas, porém durante a visita realizada na campanha seguinte (Set./2012) os aparelhos ainda não haviam sido instalados e os moradores declararam não possuir recursos financeiros para compra de cimento.

Com efeito, as condições materiais conferem uma limitação para a efetiva participação popular. Contudo, esse não foi o principal motivo percebido na maioria dos casos. As informações obtidas através da entrevista com os pedreiros indicam que a contrapartida dos moradores foi deficitária, mas que, de maneira geral, houve uma mudança de comportamento em relação à apropriação do MFV no decorrer das atividades do projeto e após a divulgação da tecnologia em rede nacional²⁷.

A gente dizia como era e o pessoal não fazia (...). Teve fossa aí que ficou só com o estrume porque o pessoal não foi atrás da casca de coco. Aí agora é muito fácil dizer que a fossa não presta, mas é porque não fez do jeito certo. O combinando era a gente chegar no local e já ter o buraco, mas em algumas casas ainda teve que esperar para cavar e isso atrasou nosso serviço (...). Depois que o A25M passou na televisão, o pessoal falando que tá dando certo, agora todo mundo do assentamento quer. Lá no São Nicolau me perguntaram o preço, e se ainda vai ter mais fossa pelo projeto. Mas eu respondo que não sei, como de fato não sei! Se tiver [continuidade do projeto] vai ser bom porque a gente trabalha de novo.

(pedreiro x, morador de Paus Ferro, Jun./2012)

A camada de material vegetal fibroso tem função importante no processo construtivo do MFV. Pesquisa desenvolvida por Lo Monaco *et al.* (2009) avaliaram o desempenho da fibra de coco como material filtrante no tratamento de águas residuárias da suinocultura (ARS) e constataram o decréscimo na salinidade do efluente, o que é interessante sob o ponto de vista da fertirrigação. Os pedreiros declararam não lembrar qual foi esse MFV preenchido somente com estrume. A casca (ou busca) de coco não é comum a todas as comunidades e alguns locais tiveram dificuldades na sua coleta e transporte (PINHEIRO, 2011). Todavia, um dos beneficiários do MFV utilizou a mamona em substituição da casca de coco e esse sistema não apresentou distinção no funcionamento e desempenho tecnológico. Essa iniciativa

²⁷ Matéria exibida no Jornal Nacional no Dia Mundial da Água em 22/03/2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2012/03/agua-do-esgoto-e-tratada-e-reaproveitada-para-cultivar-alimentos.html>>. Último acesso em Jun./2012.

demonstra o potencial criativo que a abordagem sociotécnica proporciona, confirmando os pressupostos de uma tecnologia social.

Quando questionados a respeito da tecnologia, os pedreiros responderam que não conheciam a estrutura MFV antes do projeto e mencionaram que essa foi uma experiência adicional que trouxe benefício na renda. Eles também observaram a diferença das fossas construídas em Paus Ferro no primeiro momento de implantação e como elas estavam no período corrente (Jun./2012).

Se o pessoal diz por aqui que tem fossa séptica é mentira, porque não tem não. Eu to aqui há muito tempo e digo que não tem. Nunca me chamaram para fazer uma fossa. Que eu saiba só tem uma, e mesmo assim não tem revestimento de concreto em baixo. O pessoal faz só mesmo o sumidouro. Em comparação com o sumidouro, a fossa verde é mais cara porque precisa de mais material, ela é toda revestida, nas paredes laterais e em baixo, mas em compensação o esgoto não infiltra no solo e não contamina os açudes. Em comparação com a fossa séptica [modelo convencional], a fossa verde é mais barata. (...) As fossas [MFV] daqui da comunidade eram as melhores, nenhuma deu problema, reclamação, nada, e a maioria deu cacho de banana, só agora com esse tempo seco é que elas estão feias, com as folhas amareladas.

(pedreiro y, morador de Paus Ferro, Jun./2012)

A fala dos pedreiros demonstra uma vinculação mais significativa com as fossas verdes do que o depoimento de outros assentados e também evidencia a credibilidade na tecnologia e a sensibilização relacionada à proteção dos recursos hídricos. Em relação ao nível de satisfação, percebe-se que o contentamento dos beneficiários com o MFV é mais visível nos casos em que as bananeiras deram frutos e nas situações de desempenho satisfatório do sistema, conforme declara a moradora z.

Aqui tava que era uma beleza [referindo-se ao MFV], meus filhos não esperavam nem amadurecer e já comiam as bananas, mas de um tempo pra cá não deu mais nada (...). Mas também tá é seco, né?! E a banana *chupa* muita água, então acho que é por isso, porque a gente não tem muita água e não tá indo nada [efluente doméstico pra fossa. As do Mel [comunidade com abastecimento de água em rede] estão bonitas, lá tem água, né?! Então essa é a explicação! Agora eu gostei muito [do MFV], antes não tinha nada [sistema de esgotamento] e os meninos só viviam doentes, eles brincam no quintal, né?! Mas faz tempo que tiveram problema de diarreia.

(moradora z, Jun./2012)

Com a implantação dos canteiros biossépticos, a comunidade passa a ter melhores condições de saúde ambiental e esse aspecto foi citado pela moradora z. Uma avaliação comparativa dos aspectos epidemiológicos das comunidades Quieto e Vila Angelim (próximas entre si, com população semelhante e abastecidas pelo mesmo manancial, o açude Quieto) indicou que o núcleo Quieto, no qual houve maior intervenção do projeto, apresentou nítida redução na prevalência de parasitoses (3,2%) em relação aos resultados da Vila Angelim (prevalência de 7,1%), com apenas um MFV construído, demonstrando efeito benéfico do sistema de esgotamento alternativo para a saúde comunitária²⁸.

Antes aqui em casa era sumidouro, mas sempre foi um problema porque enche muito rápido e a gente precisa fazer outro. Por último eu tive foi um susto grande, o jumento caiu dentro, eu tava sozinha em casa, chamei a vizinhança pra ajudar, foi um sufoco pra tirar ele (...). Já pensou se fosse uma criança? Com a fossa verde isso nunca vai acontecer, porque em cima ficam as plantas. (...) Já pedi ao meu marido pra arrumar a cerca, tô só esperando ele arrumar porque assim não adianta muito, eu planto e os animais destroem.

(moradora a, Jun./2012)

A declaração descrita acima evidencia a contribuição do MFV para uma habitação mais saudável. A utilização dos quintais produtivos associados ao saneamento ecológico fortalece a agricultura familiar e valoriza a cultura local. A mulher geralmente é quem cuida do quintal e escolhe as espécies a serem cultivadas. A manutenção, como a colocação de cerca e retirada dos rizomas da bananeira, é uma atividade realizada mais comumente pelos homens e nesse caso, as mulheres ficam com a atuação limitada para o cuidado com o MFV.

Em termos de cooperação universidade-comunidade, Silva *et al.* (2012) apontam a experiência exitosa com atividades vinculadas à Agroecologia, desenvolvida em Coqueiro do Alagamar (Pindoretama, CE) baseada na pedagogia ambiental e integração dos saberes (tradicional e científico) na busca pela autogestão comunitária. Com a mesma perspectiva, as ações construtivas das fossas verdes estabelecem uma nova relação ambiental e dos hábitos de higiene dentre as famílias beneficiárias.

²⁸ Relatório do Projeto Fossa Verde. Não publicado.

4.2 Desempenho do sistema Fossa Verde

4.2.1 Monitoramento dos módulos fossa verde

A avaliação do desempenho do sistema em si envolve aspectos da participação social e outros elementos considerados mais subjetivos, como as condições sociais e materiais dos assentados, conforme mencionado anteriormente. O grau de utilização dos canteiros biossépticos variou entre os beneficiários do sistema sanitário. Os casos de abandono dos MFV foram percebidos principalmente nos equipamentos sociais, o que denota uma mínima corresponsabilidade dos assentados pelos interesses coletivos. Os canteiros instalados nas escolas poderiam ser utilizados também para fins didáticos e de campanha de cunho sanitário-educativo. O MFV construído na Escola da comunidade Agreste é subutilizado (Figura 11b), pois o espaço tem sido aproveitado para o cultivo de hortaliças e não recebe efluente do sanitário. Sob o ponto de vista pedagógico, as crianças do ensino básico e fundamental são incentivadas à reflexão sobre alimentação saudável, com destaque à condição humana dependente da terra, mas o ideal é que a equipe pedagógica planeje as atividades de forma que o MFV seja utilizado também para fins sanitários.

Figura 11 - (a) MFV em situação de abandono (Escola Comunidade São Joaquim. Mar./2012); (b) MFV subutilizado (Escola Comunidade Agreste. Mar./2012).



Foto: Christine Farias.

De modo geral, os sistemas com grau de utilização mediano, sem plantas cultivadas e/ou com quantidades de mudas inadequadas (e que não atenderam às recomendações de manutenção) apresentaram extravasamento de efluente associado a mau odor (Figura 12) motivo pelo qual foram lhes atribuídos notas entre 0 e 20. Esse quadro não significa que o sistema não atendeu aos propósitos sanitários, e sim revela que o MFV não foi apropriado pelo beneficiário.

Figura 12 - MFV sem manutenção (a) sem cultivo e com presença de lixo. Mar./2012; (b) mesmo MFV com ocorrência de extravasamento. Set./2012.

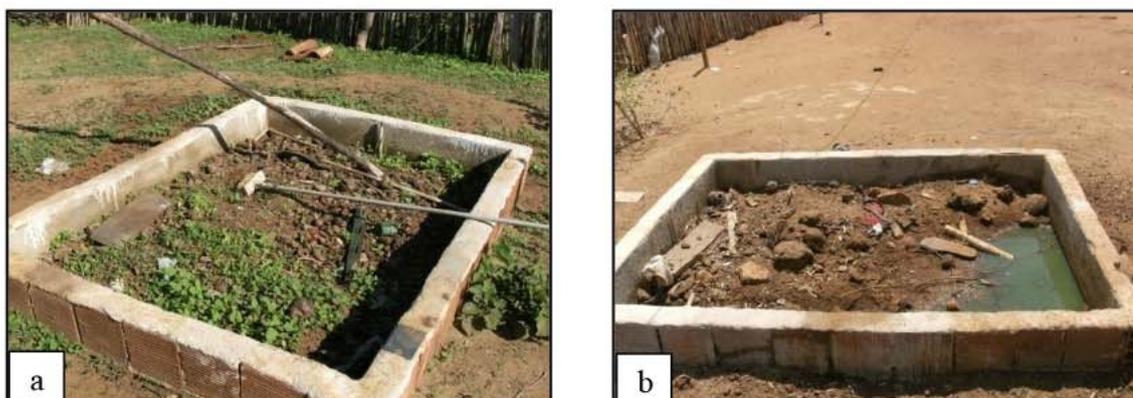
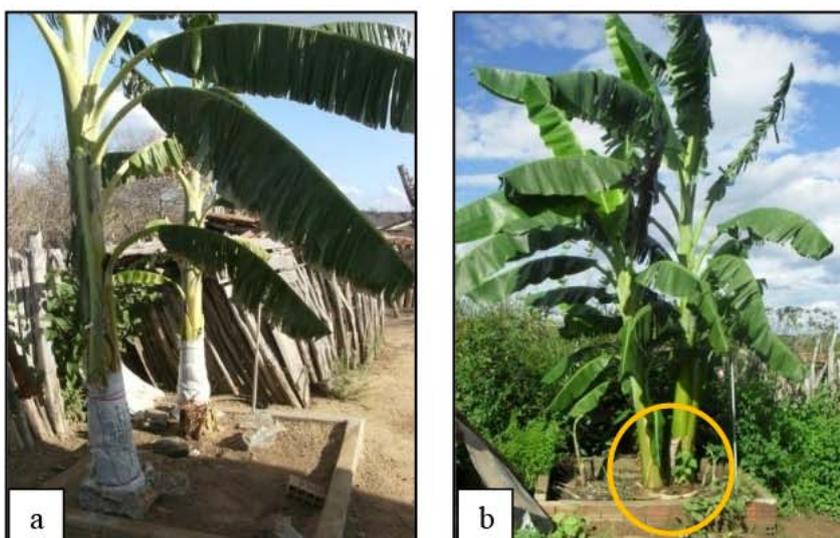


Foto: Christine Farias.

Dentre os canteiros classificados como “situação regular” est o aqueles que apresentaram apenas um tipo de cultivo. Nesses casos, as famílias relataram o ataque de formigas e revestiram parte do tronco da planta com sacos plásticos (Figura 13). No entanto, esse fato não ocorreu nos sistemas com plantio consorciado, pois o cultivo múltiplo de espécies evita possíveis danos causados por insetos.

Figura 13 - (a) MFV com bananeiras protegidas com sacos plásticos contra predação por formigas. Dez./2011. (b) MFV com muda posicionada em local inadequado e com perfilho. Jun./2011.



Fotos: Christine Farias.

Dos canteiros que apresentaram entupimento, 6% possuíam mudas posicionadas em local inadequado (parte central do MFV, onde fica a pirâmide de tijolos) e com vários perfilhos (Figura 13b) sugerindo a ocorrência de colmatação das camadas filtrantes, ou seja, o preenchimento dos poros do substrato, impedindo a passagem do líquido contido no efluente

para absorção pelas raízes das plantas e esse processo é comum em sistemas denominados ETE-Verde. Estudo desenvolvido em Tramandaí (RS) com banhados de fluxo superficial (ou ETZR) aponta a ocorrência de alagamentos devido à colmatação do substrato (Martins *et al.* 2005). De certo, o entupimento da estrutura é um dos desafios para a reutilização do esgoto. No entanto, um pequeno número de canteiros apresentou esse quadro, o que sugere que o manejo adequado (tipo de cultivo, desbaste da bananeira), pode evitar a ocorrência de impermeabilização das camadas filtrantes. A vazão intermitente do efluente e o modo construtivo²⁹ também podem influenciar nesse processo.

A manutenção do sistema é mínima e condizente com a realidade sociocultural dos assentados, mas quando não realizada pode interferir negativamente no desempenho do sistema. A reposição do material terroso e o desbaste da bananeira são assuntos controversos entre os assentados como pode ser percebido na fala do morador b.

A minha fossa sempre funcionou bem. As outras por aí é porque o pessoal usou estrume novo, eu não usei. Eu usei do *monturo* daqui do meu terreno mesmo, eu acho que é por isso, porque o daqui já tava com estrume curtido e já tava aqui há tempos. Agora o povo sabe disso [sobre o manejo do estrume], não faz certo porque não quer (...). Outra coisa que dizem é dos fios [da bananeira], eu não tiro. Não precisa não, e ela tá sempre assim, já deu cacho e tudo, nunca teve nada de entupimento.

Morador b, Comunidade Quieto, Mar./2012.

O estrume curtido corresponde à adubação orgânica preparada com esterco de animal. Segundo explicação dos próprios agricultores, esse material compostado precisa ficar exposto ao sol por determinado tempo para minimizar o teor de acidez. Essa explicação demonstra que o saber popular é rico e condiz com o processo de desidratação para reduzir a toxicidade de elementos mineiras e orgânicos descritos na literatura (*e.g.* BRASIL, 2007a). Sampaio e Lima (2007) estudaram uma comunidade rural situada no Sertão dos Inhamuns (CE) e perceberam que o saber-fazer dos camponeses locais baseia-se em conhecimentos acumulados e é orientado principalmente pelas necessidades encontradas. O composto citado deve ser adicionado em quantidades mínimas nos canteiros biosséticos e apenas no início da implantação para a colocação das primeiras mudas, pois o líquido do efluente compostado (substrato) contém os nutrientes necessários para o desenvolvimento vegetal. Quanto ao desbaste da bananeira, as observações *in loco* constataram a necessidade da retirada dos

²⁹ O sistema fica mais suscetível ao entupimento com o uso de muitas curvas na encanação.

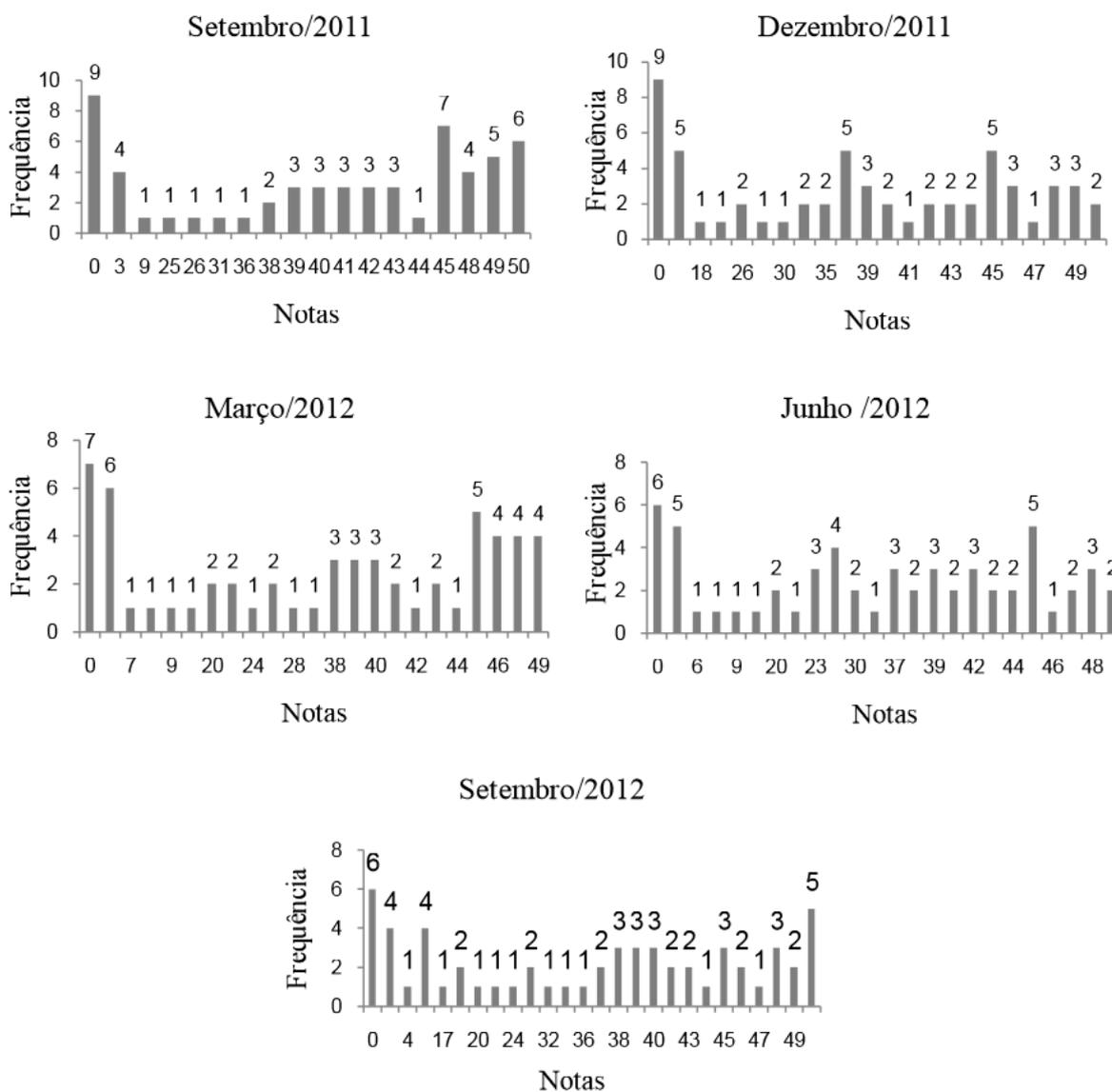
rizomas da bananeira cultivada no MFV e em um dos canteiros houve problema de cano estourado pela quantidade excessiva de mudas no mesmo espaço.

Ainda em relação à manutenção dos canteiros, a cerca de proteção em condições satisfatórias somou pontos aos sistemas classificados como “tima situa o” e representam o cuidado e apropriação da tecnologia por parte dos assentados. A etapa de monitoramento dos canteiros contemplou o ciclo de um ano, todavia não houve avaliação comparativa entre o período seco e chuvoso devido à ausência de chuvas. A esse respeito, uma das hipóteses é de que as plantas cultivadas no MFV (não somente em diversidade, mas em abundância relativa de espécie) atuem como uma cobertura vegetal evitando danos no funcionamento do sistema.

Histogramas e mapas temáticos foram estruturados com os dados obtidos em cada campanha de monitoramento. Observa-se a pouca variação entre a frequência das notas nos meses de monitoramento dos canteiros biossépticos (Figura 14) e a situação dos sistemas monitorados com as respectivas classificações (Figura 15). Constatou-se que no início do monitoramento o número de sistemas em condição “tima” era de 54% e nas visitas subsequentes esse percentual sofreu uma redução e foi na comunidade Paus Ferro (desprovida de água encanada) que os canteiros tiveram significativa alteração nas notas atribuídas durante as avaliações. O principal motivo dessa mudança de desempenho dos sistemas se deve principalmente ao fenômeno do período seco prolongado em 2012 (que continua causando efeitos severos em 2013) e tal motivo foi claramente percebido nas falas dos beneficiários do MFV, pois a menor disponibilidade hídrica gera uma demanda reprimida de efluente doméstico.

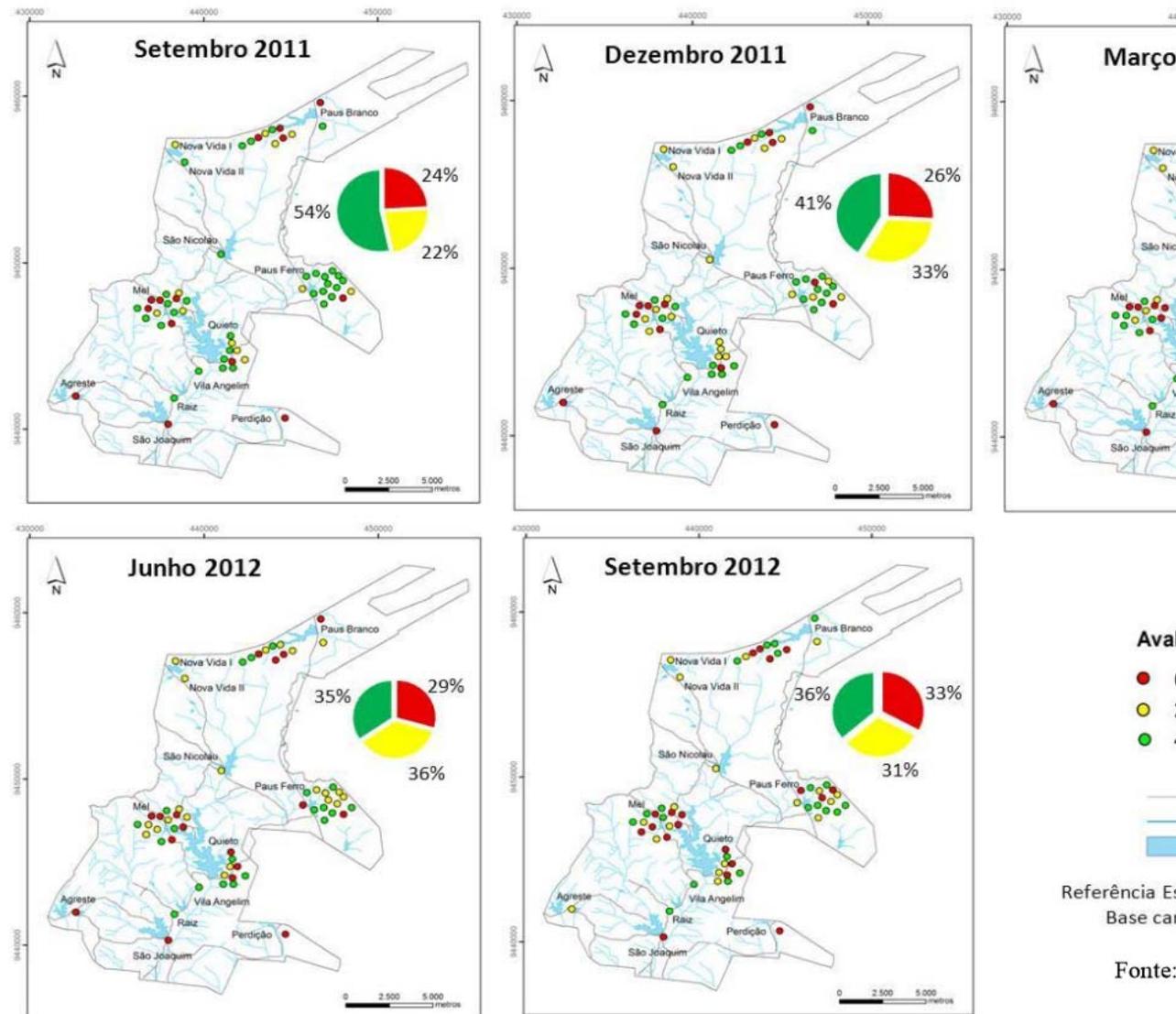
Visto se tratar de um projeto interinstitucional, acredita-se que o maior envolvimento dos representantes do INCRA e MST, fortaleceria o projeto intervencionista com vistas à consolidação dos resultados planejados. Com o suporte técnico e social mais efetivo durante todas as etapas do Projeto Fossa Verde - principalmente no quesito da manutenção, que por sua vez requer a participação dos assentados – as notas atribuídas seriam mais satisfatórias.

Figura 14 - Histogramas com a frequência de notas atribuídas aos canteiros biosséticos em monitoramento trimestral.



Fonte: Elaboração própria.

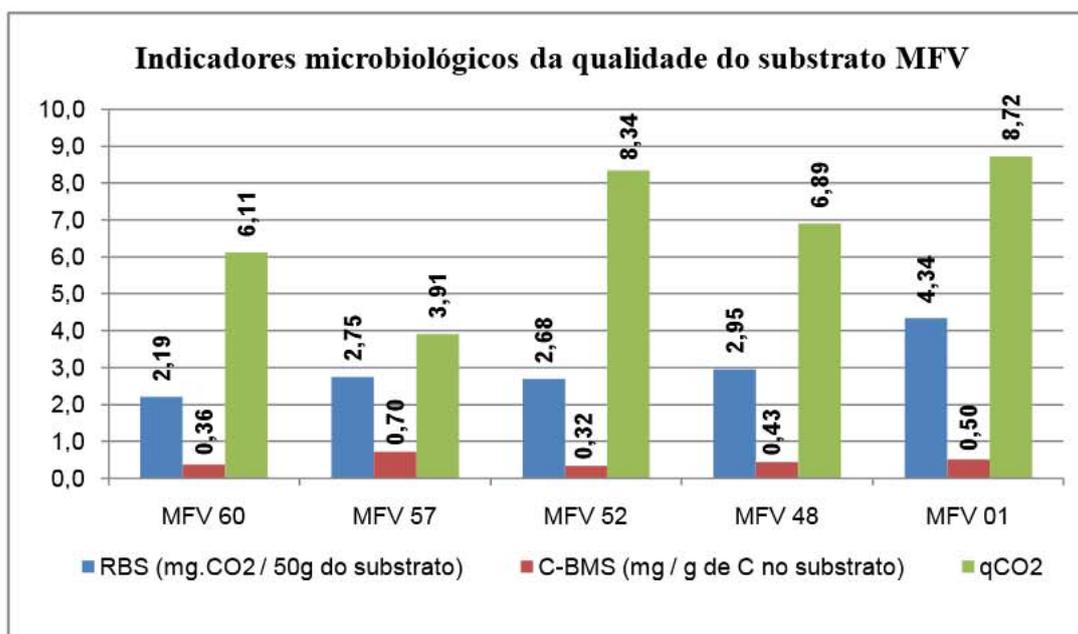
Figura 15 - Representação em mapas temáticos da avaliação dos canteiros biossépticos monitorados.



4.2.2 Análise microbiológica e química do substrato Fossa Verde

Níveis mais elevados da respiração basal implicam em maior atividade biológica e podem estar positivamente relacionados com o conteúdo de matéria orgânica e com o carbono da biomassa microbiana. Os resultados encontrados apontam que os sistemas com maiores índices de qCO_2 são aqueles onde se observam os melhores cenários de desenvolvimento vegetal e pode ser explicado pela eficiência da C-BMS em utilizar o carbono disponível para biossíntese. Quando comparado aos demais sistemas (Figura 16), o MFV 57 apresentou os valores mais baixos para qCO_2 . Nesse caso as plantas não desenvolveram e o resultado aponta para um quadro de maior estabilidade de perda de carbono.

Figura 16 - Indicadores microbiológicos da qualidade do substrato do MFV.



RBS = Respiração Basal do substrato; C-BMS = carbono da biomassa microbiana do substrato; qCO_2 = quociente metabólico.

Outro fator importante está relacionado ao teor de salinidade expresso pela condutividade elétrica. Sob alta taxa de evapotranspiração, os sais ficam concentrados no substrato, principalmente na zona radicular, diminuindo a disponibilidade de água e acelerando a sua escassez (ALMEIDA, 2010; AYRES, WESTCOT, 1991). Esse processo interfere no rendimento das culturas e possivelmente corresponde a outro motivo pelo qual MFV 57 não obteve desenvolvimento vegetal. Apesar de o MFV 01 apresentar valores de CE próximos aos verificados nas amostras de MFV 57, o fluxo contínuo de efluente (portanto, maior quantidade de água) pode estar favorecendo o

desenvolvimento vegetal no primeiro sistema, atuando na dissolução dos sais. Por outro lado, o MFV 01 apresenta os maiores níveis de Nitrogênio e Fósforo (Tabela 3), que pode estar atrelado ao tipo de esgoto produzido, já que esse sistema recebe efluente de um centro de saúde, com resíduos de medicamentos. Esse módulo merece especial atenção, uma vez que o excesso de N e P pode dificultar a assimilação de outros elementos e retardar o crescimento das plantas (AYRES, WESTCOT, 1991).

Tabela 3 - Valores médios das análises químicas dos módulos Fossa Verde.

Identificação	pH	N (g.Kg ⁻¹)	P Assimilável (g.Kg ⁻¹)	MO (g.Kg ⁻¹)	CE (dS.m ⁻¹)
MFV 60	7,42	1,59	0,152	54,44	2,43
MFV 57	7,97	1,59	1,129	53,96	7,14
MFV 52	8,04	1,68	0,145	55,36	2,9
MFV 48	7,28	3,64	0,123	64,69	4,11
MFV 01	7,11	4,85	1,710	64,79	7,55

N = Nitrogênio; P = Fósforo; MO = Matéria Orgânica; CE = Condutividade Elétrica.

Conforme Borges e Silva (2004), o nitrogênio é um dos nutrientes mais necessários para o desenvolvimento da bananeira, ao passo que o fósforo corresponde ao elemento com menor grau de absorção por essa cultura. De acordo com o resultado encontrado para o MFV 57, o teor de fósforo assimilável pela planta é o segundo mais elevado dentre as amostras analisadas. Esse fato pode representar um quadro de toxidez e explicar o crescimento vegetal limitado nesse canteiro.

A bananeira possui elevadas necessidades hídricas, pela estrutura da planta, com grande área foliar e peso da água correspondente a aproximadamente 88% do peso total da planta (BORGES, SILVA, 2004) e por esse motivo foi a espécie recomendada para o cultivo no MFV. Entretanto, a bananeira é considerada muito sensível à salinidade, necessitando de substratos com valor de CEes³⁰ inferior a 1 dS.m⁻¹ para alcançar bom desenvolvimento vegetal (ALMEIDA, 2010). Ainda conforme esse autor, o algodão (*Gossypium hirsutum*), o mamão (*carica papaya*), o pimentão (*Capiscum annum*), a cana-de açúcar (*Saccharum officinarum*) e o milho (*Zea mays*) constituem algumas das espécies mais tolerantes aos teores de salinidade no extrato de saturação quando comparados à banana.

³⁰ Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

No que se refere aos valores de pH, os resultados apresentaram valores próximos à neutralidade e as variações observadas entre as amostras são mínimas. O pH é também considerado uma consequência de diversos fatores, como as condições climáticas e o material de origem, e pode interferir na nutrição da planta e na atividade microbiana (HOLANDA, 2003). Nos sistemas MFV60, MFV52 e MFV48, o satisfatório desenvolvimento das culturas, inclusive com fornecimento de vegetais comestíveis (mamão, banana, pimentão, tomate), pode estar associado ao tipo de manejo, pois esses módulos possuem uma maior diversidade de espécies cultivadas.

O cultivo de culturas temporárias (como algodão, milho e cana-de-açúcar) ao invés de espécies permanentes (banana, mamão) constitui uma alternativa para minimizar a quantidade de nutrientes e sais presentes no substrato do MFV. Nesse caso, após a retirada de cada colheita, parte dos nutrientes seria também extraído da interface solo-planta e com isso haveria uma ruptura nos ciclos biogeoquímicos, sobretudo nos ciclos do nitrogênio e do fósforo. Outra opção é a substituição periódica desse substrato e a porção retirada pode ser aplicada como fertilizante para a produção agrícola e/ou como condicionante de solos em áreas degradadas.

Conforme recomendação da FUNASA, antes de ser aplicado na cultura, o produto final do esgoto (material lodoso) deve passar por tratamento de desidratação (compostagem, solarização ou calagem) para minimizar os efeitos bactericidas ou relacionados à toxicidade dos elementos minerais e orgânicos (BRASIL, 2007a). Barbosa *et al.* (2007) obteve resultados positivos ao avaliar o efeito do lodo de esgoto tratado com cal na produtividade do milho. Experimento desenvolvido por Costa *et al.* (2010), com aplicação de bio sólido³¹ proveniente de uma ETE em região capixaba (Sooretama- ES) apresentou eficiência equiparada à adubação orgânica convencional e química na promoção do desenvolvimento vegetativo da bananeira. Resultado similar foi encontrado para substratos à base de lodo de esgoto compostado aplicado em mudas florestais no Paraná (SCHEER, CARNEIRO, SANTOS, 2010). Dessa forma, ponderando o alto teor de matéria orgânica e de nutriente presente no substrato do MFV, sugere-se a retirada periódica de parte desse material compostado para utilização como fertilizante em outras culturas no A25M.

³¹ Lodo de esgoto estabilizado (BRASIL, 2007a).

4.2.3 Qualidade sanitária dos vegetais cultivados no MFV

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de vegetais cultivados nos canteiros biossépticos do A25M encontram-se na Tabela 4 (ver também Anexo B). As amostras avaliadas apresentaram valores inferiores a 10 Unidades Formadoras de Colônia por grama (UFC.g⁻¹) para o grupo de coliformes fecais e foi constatada a ausência de *Salmonella* sp., comprovando que as condições higiênico-sanitárias dos produtos atendem aos padrões da Resolução RDC N° 12 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), e portanto são satisfatórias para o consumo humano.

Tabela 4 – Análise microbiológica das amostras dos vegetais cultivados no MFV.

Amostra analisada	Coliformes a 45°C (UFC. g ⁻¹)		Pesq. <i>Salmonella</i> sp. / 25g	
	Resultado	Referência*	Resultado	Referência*
Tomate (<i>Solanum esculentum</i>)	< 10	2 x 10 ³	Ausência	Ausência
Banana (<i>Musa</i> sp.)	< 10	2 x 10 ³	Ausência	Ausência
Malvarisco (<i>Plectranthus amboinicus</i> L.)	< 10	10 ²	Ausência	Ausência
Pimentão (<i>Capsicum chinense</i>)	< 10	10 ²	Ausência	Ausência

*Referência: Resolução RDC N° 12, de 02 de janeiro de 2001, Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

UFC = Unidades Formadoras de Colônia; MFV = Módulo Fossa Verde.

Souza e Astoni (2010) encontraram resultados semelhantes para a qualidade sanitária do tomateiro a partir da fertirrigação por gotejamento com água residuária da suinocultura após filtragem (ARSF). Feitosa *et al.* (2009) analisaram as características microbiológicas de melancia (*Citrullus lanatus*) produzida com reuso de água de esgoto doméstico tratado (proveniente de uma Estação de Tratamento de Esgoto – ETE) e os resultados apontaram número inferior a 3 NMP.g⁻¹ (Número Mais Provável por grama) para coliformes a 45°C e a ausência de *salmonella* sp nas amostras analisadas, tanto para os sistemas de irrigação pelo método de gotejamento quanto para a fertirrigação por sulco. Apesar de estarem adequados aos parâmetros microbiológicos, os vegetais analisados nas pesquisas mencionadas apresentaram alterações nas características físico-químicas e sensoriais dos frutos produzidos com água residuária. Os vegetais comestíveis cultivados nos canteiros biossépticos possivelmente apresentam condições similares, portanto, recomenda-se a determinação de parâmetros como pH, sólidos solúveis totais, acidez e testes sensoriais para as amostras produzidas no MFV.

Armon *et al.* (1994 *apud* SOUZA, ASTONI, 2010) verificaram o potencial de contaminação das culturas a partir de diferentes sistemas de irrigação. Conforme esses autores, o método de aspersão aumenta os efeitos contaminantes nas culturas devido ao maior contato entre o efluente e o vegetal, ao passo que a técnica de gotejamento

proporciona o menor índice de contaminação do produto vegetal. O sistema de irrigação pela técnica do MFV apresenta-se diferenciado desses modelos, o que não possibilita uma discussão comparativa. Todavia, considera-se a capacidade depuradora do sistema solo-planta associada aos mecanismos físicos, químicos e biológicos na biorremediação dos poluentes contidos nas águas residuárias. Além disso, nesse sistema não há contato direto entre o esgoto e os vegetais cultivados.

Pinheiro *et al.* (2005) analisaram a qualidade microbiológica de amostras de goiaba, manga, melão, mamão e abacaxi minimamente processados e comercializados em supermercados de Fortaleza (CE) e os resultados evidenciaram a presença de microrganismos patogênicos, a incidência de *Salmonella* sp. e a elevada população de bolores e leveduras na maioria das amostras testadas. Esse fato indica que o reuso de água de esgoto na agricultura não constitui o principal responsável pela contaminação dos vegetais e sugere que o contágio com microorganismos pode ocorrer nas etapas posteriores à produção no campo, como por exemplo, manuseio pós-colheita, transporte, estocagem e processamento.

Feitosa *et al.* (2009) destaca que a maioria dos alimentos, exceto os produtos esterilizados, contem bolores, leveduras, bactérias e outros microorganismos inócuos. Entretanto, tais agentes tornam-se potencialmente perigosos para o consumidor quando os princípios de higiene, limpeza e desinfecção são violados. A esse respeito, Hespanhol (2003) complementa que os fatores associados à educação sanitária e padrões de higiene pessoal fazem com que o risco real de doenças seja, geralmente, muito inferior ao risco potencial, caracterizado pela mera constatação da presença de organismos patogênicos nos alimentos.

No que se refere aos alimentos produzidos no MFV, apesar do reduzido número de amostras testadas, constata-se que os vegetais comestíveis são plenamente aptos para o consumo e que a segurança da qualidade microbiológica desses vegetais depende de cuidados com a manipulação dos vegetais e com as práticas higiênicas das famílias beneficiárias para evitar a ocorrência da contaminação cruzada no alimento.

4.3 Balanço de massa hídrica do MFV e proposta de dimensionamento

4.3.1 Consumo de água nas residências rurais

O consumo médio *per capita* obtido para R1 foi de 51,6 L.hab⁻¹.dia⁻¹ (Tabela 5). Visto que corresponde à unidade domiciliar com sistema de abastecimento de água em rede, esse valor apresenta-se aquém dos consumos médios estimados para outras casas da comunidade Quieto (consumo médio de 108 L.hab⁻¹.dia⁻¹), conforme pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 5 - Consumo doméstico de água em R1 entre Set./ 2011 a Jul./ 2012.

Mês de referência	Consumo (m ³)	Nº dias	Nº habitantes (média)	Consumo doméstico (L. hab ⁻¹ dia ⁻¹)
Set. 2011	7,63	30	7	36,3
Out. 2011	7,78	31	5	50,2
Nov. 2011	7,86	30	5	52,4
Dez. 2011	11,94	31	8	46,4
Jan. 2012	8,06	31	5,5	47,3
Fev. 2012	7,83	29	5,5	49,1
Mar. 2012	7,98	31	5	51,5
Abr. 2012	7	30	4	58,3
Mai. 2012	7,3	31	4	58,9
Jun. 2012	7,11	30	4	59,3
Jul. 2012	7	31	4	56,5

Tabela 6 - Consumo hídrico médio das casas beneficiárias do MFV (Quieto).

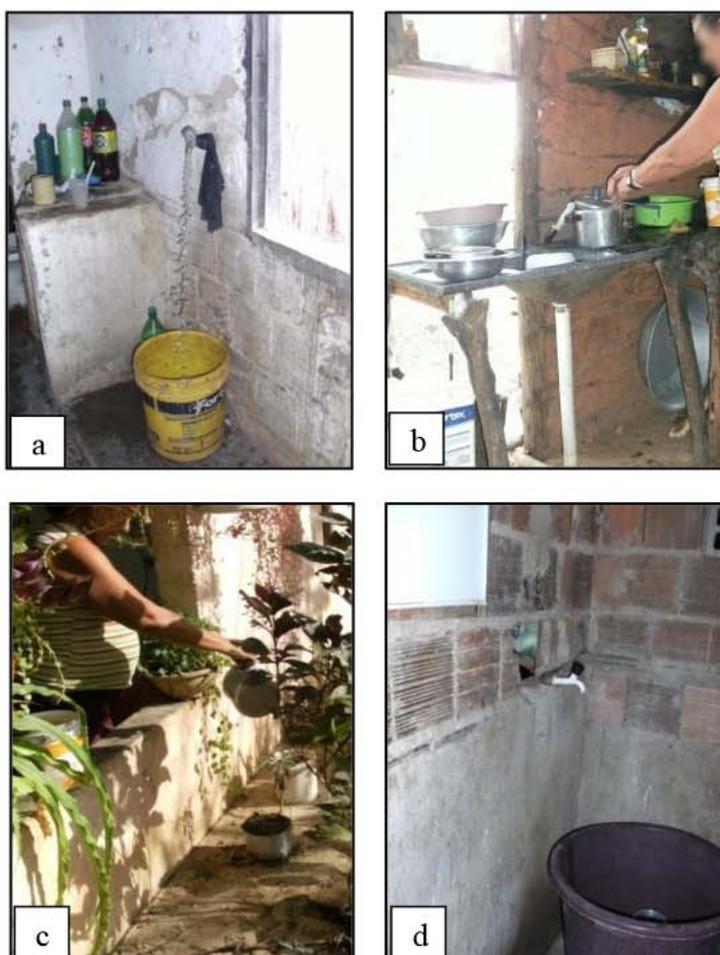
Casas do Quieto (com MFV)	Consumo (m ³)	Nº habitantes	Consumo doméstico (L. hab ⁻¹ dia ⁻¹)
Casa 1	37	6	205,56
Casa 2	20	7	95,24
Casa 3	17	5	113,33
Casa 4	15	5	100,0
Casa 5	9	3	100,0
Casa 6	15	6	83,33
Casa 7	10	5	66,67
Casa 8	11	3	122,22
Casa 9	10	4	83,33

Estudando a mesma área de interesse, Pinheiro (2011) estimou o consumo médio de água em 100 L.hab⁻¹.dia⁻¹, o que comprova o reduzido volume de água encontrado para R1. Entretanto, as informações obtidas por meio da observação participante indicam que o menor consumo hídrico nessa residência está relacionado às formas de

uso da água. Apesar de ter água disponível nas torneiras, os moradores de R1 utilizam a água através de baldes, o que diminui o consumo hídrico gerando uma demanda reprimida.

A água utilizada para ingestão humana é retirada da cisterna que, segundo a proprietária da residência, tem água reservada “mesmo em período seco e é somente para beber”. Observa-se que a localização das torneiras da casa é distante de onde a água é utilizada. A esse respeito, a moradora explica que preferiu a mudança do local da pia da cozinha e que a encanação não foi modificada, por esse motivo é preciso usar baldes. Nessa casa, a primeira tarefa diária é encher um recipiente com capacidade de 50 litros (Figura 17a) sendo essa a água utilizada para o preparo dos alimentos e lavagem de louça (Figura 17b). No dia seguinte, a água que sobra nessa vasilha é aproveitada para regar as plantas cultivadas no quintal lateral da casa (Figura 17c).

Figura 17 - Formas de uso da água em R1; (a) coleta da água em balde para (b) utilização na lavagem dos pratos na pia sem torneira; (c) rega das plantas cultivadas na área lateral da casa; e (d) coleta da água para banho.



Fotos: Christine Farias, Arquivos HIDROSED.

Tá vendo bem ali [apontando para um lado do quintal], tem um pé de limão e um pé de romã, antes era pra lá que a água ia [água servida da pia da cozinha], é porque agora tá indo pra esse tanque que vocês colocaram [fossa séptica com hidrômetro acoplado para medição do esgoto], mas assim que terminar esse negócio [o experimento] eu prefiro que volte a ser como antes, porque assim aproveita melhor a água. Tudo bem que o que sai lá no final do tanque vai regar outras plantas, mas eu gosto é dessas daqui de perto da minha cozinha (...).

(proprietária de R1. Jan./2012).

A declaração da proprietária de R1 evidencia que a prática de reutilização da água está mais ligado ao benefício para com o quintal do que com a compreensão acerca da importância do esgotamento sanitário. Catrib e Betty (2011) investigaram a percepção ambiental de populações ribeirinhas em Paracuru (CE) e observaram que a adoção do reuso da água dentre os moradores locais é motivada principalmente pelo acesso restrito ao recurso hídrico. Em R1 esse fato pode constituir um dos motivos para o reaproveitamento da água, porém não foi percebido como a principal justificativa dessa prática.

Os quintais produtivos têm grande importância para os assentados de área de reforma agrária, sobretudo para a valorização do trabalho das mulheres. A localização dos cultivos próximos ao lar, principalmente na área perto da cozinha, representa a otimização do tempo da mulher, de forma que ela concilie os afazeres domésticos e o cuidado com os filhos. Essa questão ficou demonstrada claramente através dos comentários proferidos pela proprietária de R1 sobre a preferência pela fossa verde³² “para ter mais pé de fruta perto da casa”.

A água utilizada para o banho e uso geral em R1 retirada de um “tambor” com capacidade de 80 litros, que fica no banheiro (Figura 17d). Quando tem sobra nesse recipiente, a água não é desprezada e sim aproveitada para uso no dia seguinte. O banheiro não possui pia, a escovação dental e demais higiene pessoal é feita com a água do “tambor”. Conforme relato da entrevistada, cada morador toma apenas um banho por dia e as crianças pouco utilizam o vaso sanitário (acoplado à caixa de descarga com capacidade de 6 litros), pois preferem “usar o mato”.

³² Após a conclusão do experimento com os medidores de esgoto, os moradores de R1 e R2 foram contemplados com o material para a construção do MFV.

R1 possui ampla área de quintal ao redor da casa e por várias vezes a proprietária fez referência à importância desse espaço. Diariamente ela irriga a área durante cerca de 10 minutos com o auxílio de uma mangueira (vazão média da mangueira estimada em 0,07 L/s, totalizando 42 L.dia⁻¹). Quanto à lavagem de roupa, a proprietária de R1 possui uma máquina lavadora e a utiliza quinzenalmente; a água produzida flui para o ralo do banheiro, o mesmo que é destinado ao fluxo da água do banho. Segundo a moradora, é nessa ocasião que ocorre a limpeza de uma parte da cozinha (compartimento separado do banheiro por uma cortina de tecido), pois ela aproveita a água servida da lavagem de roupa para limpeza do chão (piso de cimento).

Aqui em casa sou eu que lavo a roupa (...), aí eu junto tudo e geralmente lavo de 15 em 15 dias, junto roupa das crianças e dos meus dois filhos [adultos] que estão agora lá no outro assentamento (...), às vezes minha filha [que mora em outra casa, na mesma agrovila] traz roupa dela também (...). Eu puxo a máquina bem pra cá, num sabe [para o compartimento próximo ao banheiro] e depois a água escorre pelo ralo do banheiro, aí eu aproveito a água com sabão e passo a vassoura nessa parte, aproveito e limpo tudo aqui.

(proprietária de R1. Jun./2012).

Em R2 (casa desprovida de ligação da água, localizada em Paus Ferro), algumas práticas são semelhantes das que ocorrem em R1, como por exemplo, o aproveitamento da água servida na irrigação de plantas do quintal e o “uso do mato” para as necessidades fisiológicas. Todavia, o consumo médio encontrado para R2 foi de 33,3 L.hab⁻¹.dia⁻¹, representando um valor inferior ao calculado para R1, o que faz sentido devido o diferenciado acesso ao recurso hídrico em cada situação. O resultado verificado para R2 se aproxima dos valores encontrados para a população de Paus Ferros, estimados por Wiegand *et al.* (2011) e por Pinheiro (2011) em, respectivamente, 30 L.hab⁻¹.dia⁻¹ e 40 L.hab⁻¹.dia⁻¹.

Tabela 7 – Estimativa do consumo doméstico de água em R2

Mês de referência	Nº dias	Nº habitantes (média)	Consumo doméstico (L. hab ⁻¹ dia ⁻¹)
Out. 2011	31	10	37,5
Nov. 2011	30	8	30,45
Dez. 2011	31	7	36,7
Jan. 2012	31	6,5	33,75
Fev. 2012	29	6	31
Mar. 2012	31	4,5	30,55

Nota-se que essa etapa da pesquisa estava prevista para terminar em julho de 2012, porém foi interrompida em abril/2012 porque os moradores de R2 se mudaram para outra localidade, motivados pela escassez de água. Esse fato denota uma das consequências sociais da seca.

Ali não tinha mais condições não, tava muito difícil mesmo. Enquanto tinha água no açude lá perto [barreiro] dava pra se virar, mas agora secou foi tudo. Aí pra completar, o pai tá *mei* adoentado e tava era nervoso lá [na outra casa]. Aqui [na nova casa, de onde ela estava falando] é melhor porque fica perto do poço comunitário e a água é até boa (...). O meu cunhado que morava aqui arrumou um trabalho lá na Madalena e levou a família junto, aí foi bom que a gente veio pra cá.

(moradora de R2. Jun./2012).

Quanto às formas de uso, a água utilizada para consumo direto (ingestão, preparo dos alimentos e higiene bucal) em R2 é retirada da cisterna (Figura 18a) e os moradores declararam que “usam essa água com muito cuidado para que ela dure enquanto não aparece chuva”. Essa água, cujo consumo foi estimado em 80 L.dia⁻¹, fica reservada em um pote de barro na cozinha da casa. Uma das moradoras mencionou que o volume de água “muito porque tem dia que tem muita gente na casa e também porque as crianças bebem muita água”. Esse fato corrobora com as observações pontuadas por Pinheiro (2011) de que o tamanho das famílias, os hábitos de consumo e a intensidade de períodos de estio interferem na garantia hídrica das cisternas. A água utilizada para os demais usos domésticos em R2 é proveniente de um pequeno corpo hídrico situado a aproximadamente 30 metros da casa, a captação e transporte da água é realizado com o auxílio de tambores e animais (Figura 18b).

Figura 18 - Captação da água para consumo doméstico em R2; (a) coleta de água da cisterna (out./2011); (b) coleta de água do barreiro (mar./2012).



A água captada do açude pelos moradores de R2 é armazenada no terraço da casa em um tanque de PVC com capacidade de 1000 litros e serve para os demais usos domésticos. A lavagem dos pratos nessa casa gasta em média 80 L.dia⁻¹, e conforme observado *in loco*, a água servida é coletada em um balde (que sai do cano embaixo da pia) e utilizada para regar as plantas do quintal.

O volume usado no banho é de aproximadamente 200 L.dia⁻¹ e varia dentre os usuários. Por exemplo, as mulheres (duas) consomem mais água no banheiro do que os homens (dois) por conta da lavagem dos cabelos, já o banho das crianças (três) é coletivo e guiado por um adulto. Enquanto cada mulher precisa de um balde com 18 litros de água por banho, metade desse volume é utilizado para o banho das três crianças, ou seja, cada criança usa em média 3 litros de água por banho. Por vezes as crianças tomam banho no barreiro (mesmo local utilizado para a lavagem das roupas e para a dessedentação dos animais). Esse fato acontece sobretudo nos períodos mais críticos de calor e foi presenciado em uma das ocasiões da observação participante.

Como mencionado anteriormente, R2 não possuía aparelho sanitário e a instalação desse equipamento foi realizada em out./2011, porém os moradores admitiram a preferência pelo uso “do mato” para as necessidades fisiológicas. Estima-se que nessa casa, o volume de água destinado ao vaso sanitário seja inferior a 30 L.dia⁻¹.

Eu não gosto de usar a privada não, quem usa aqui em casa é mais a moradora x [menciona o nome da irmã mais nova]. Eu, a mãe e o pai não se acostuma não. Morei em Fortaleza uma época atrás e foi muito ruim (...). Aí pra usar a privada eu até uso, mas é pisando no assento, senão eu não consigo fazer é nada. Agora é bom ter a privada no banheiro porque às vezes a gente tem que andar muito para achar um lugar bom [mais reservado e/ou que não esteja descampado]. É bom também à noite, porque eu tenho medo de ir no mato à noite (...). Só não é muito bom porque aí gasta mais água, né?

(filha da proprietária de R2, moradora da casa anexa. Jun./2012).

A pesquisa baseada no método dialógico prevê a permuta de ideias e significações. Nesse sentido, durante a vivência com os moradores no A25M, buscou-se explorar as percepções dos envolvidos na pesquisa (entrevistadora e entrevistados) e essa prática social compôs uma via importante para discussão de questões sanitárias e até mesmo de segurança pessoal, como aconteceu com os moradores de R2 no tocante ao risco de acidente ao pisar no vaso sanitário.

Quanto ao local para eliminação de fezes e urina, o diagnóstico socioambiental elaborado pela equipe do Projeto Fossa Verde³³ revela que 58,1% da população do A25M utilizam o aparelho sanitário, ao passo que 32,3% das pessoas usam “somente o mato” e 7,8% usam “o mato” e a privada. O uso exclusivo do penico foi citado apenas por sete assentados e corresponde a 1,8% do universo amostral. Esse resultado indica que a preferência pelo “uso do mato” percebida nos casos estudados é um hábito comum dentre os moradores locais.

A questão sobre os hábitos e costumes dos assentados em áreas de reforma agrária requer a compreensão do contexto histórico no qual essa parcela da sociedade se insere. Para Barroso (2005), o processo cultural nos assentamentos rurais é reflexo dos elementos advindos do caráter seminômade das famílias rurais sem terra. A realidade dessas famílias era pautada pela ausência das condições básicas, sem infraestrutura sanitária e o “uso do mato” era a alternativa encontrada para as necessidades fisiológicas. Com a fixação na terra, essa população tende a conquistar novas condições de vida (BERGAMASCO, NORDER, 1996; ALENCAR, 2006; ARAÚJO, L. 2006; HEREDIA *et al.* 2005), porém muitos assentados ainda mantem hábitos incorporados pela realidade vivenciada anteriormente.

Conforme Thompson (1998), os costumes estão atrelados às realidades materiais e sociais da vida e do trabalho. Nesse sentido, o acesso restrito à água tem uma centralidade para a região semiárida e influencia o modo de vida da sua população, portanto, o “uso do mato” em R2 pode ser motivado pela escassez da água. Em ambos os casos estudados (R1 e R2), a resistência ao uso do vaso sanitário pode estar relacionada à lacuna de uma reflexão sobre a função e importância do sistema sanitário. Esse fato evidencia o valor da educação contextualizada no processo de reforma agrária, recriando novos valores e possibilitando reorientações.

³³ Arquivos do Projeto Fossa Verde. Não publicado.

4.3.2 Contribuição de esgoto

A produção de efluente verificada nesse estudo foi em média de 1,9 m³ para R1 e de 0,2 m³ para R2. Os valores obtidos nas leituras dos hidrômetros acoplados nos sistemas sépticos em R1 e R2, bem como a estimativa da contribuição do esgoto em cada situação, encontram-se descritos na Tabela 8. Os resultados confirmaram a inferência de que a produção de esgoto é proporcional à quantidade de água consumida por determinada população.

Tabela 8 – Contribuição de esgoto (em m³) em R1 e R2.

Mês de referência	R1		R2	
	Leitura hidrômetro (m ³)	Produção de esgoto (m ³)	Leitura hidrômetro (m ³)	Produção de esgoto (m ³)
Set./2011	0,830	-	-	-
Out./2011	2,950	2,120	-	-
Nov./2011	- ^(*)	-	0,832	-
Dez./2011	4,605	-	1,010	0,178
Jan./2012	6,621	1,656	1,233	0,233
Fev./2012	- ^(*)	-	- ^(*)	-

^(*)Leitura desprezada por motivo de entupimento no sistema.

Os sistemas biossépticos apresentaram mau odor, entupimento na encanação que interliga os medidores volumétricos e extravasamento de efluente pelas bordas do tanque de PVC nas duas situações (R1 e R2). O experimento foi interrompido por conta da ocorrência desses eventos. Dos dados obtidos para R1, o menor volume de esgoto produzido (jan./2012) pode ser explicado pela diminuição do uso do banheiro após o extravasamento no sistema, pois a proprietária dessa casa declarou que os moradores evitaram usar a privada “para n o entupir de novo”. R2 teve o sistema instalado em out./2011 e quando houve o episódio de entupimento (em fev./2012), os moradores desconectaram a água da pia da cozinha do sistema, retornando à prática usual de lançar a água servida da lavagem dos pratos nas plantas do quintal.

A alteração comportamental dos moradores de R1 e R2 relacionada ao padrão de emissão de efluente (como por exemplo, o desuso do vaso sanitário em R1) também conferiu aspecto favorável à suspensão do experimento em questão. Ressalta-se que essas famílias não acataram a proposta de manter o sistema séptico após a retirada do hidrômetro para utilizá-lo da maneira recomendada pela EMBRAPA e alegaram a preferência pelo MFV, pois “as pessoas que receberam a fossa verde dizem que n o fede e esse sistema fede [referindo-se ao modelo EMBRAPA]”.

4.3.3 Coeficiente de retorno esgoto/água

Adotando os valores encontrados nesta pesquisa, o coeficiente de retorno (r) equivale a 27,2% para a casa interligada à rede de distribuição de água (R1) e a aproximadamente de 3,5% para a casa desprovida de serviço de abastecimento de água em rede (R2). Para o cálculo de r da primeira situação, considerou-se os valores coletados em out./2011, em que o consumo médio de água foi de $50,2 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, com produção de esgoto estimada em $13,7 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Os dados de R1 coletados em jan./2012 não foram aplicados devido a sua pouca representatividade (conforme motivo citado no tópico anterior). Para R2, a contribuição de esgoto verificada em jan./2012 apresentou-se mais consistente do que o volume produzido em dez./2011 e a explicação se deve ao maior tempo de funcionamento do sistema nessa residência. Dessa forma, o cálculo do coeficiente de retorno para R2 foi determinado com base no consumo médio de $33,75 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, com contribuição de esgoto de $1,15 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

Os resultados verificados nesta pesquisa estão aquém do valor usualmente aplicado, em que $r = 0,8$ (ABNT, 1993; BENETTI, BIDONE, 1993; BRASIL, 2006) e a diferença significativa entre tais valores corresponde a um conjunto de fatores como a disponibilidade e acesso à água, hábitos culturais dos moradores e clima local. A esse respeito, é pertinente destacar que o consumo médio *per capita* de água verificado para R1 foi metade do volume estimado para outras casas com condições semelhantes de acesso à água. Portanto, o valor do coeficiente de retorno determinado para R1 pode não ser representativo para casas atendidas com rede de distribuição de água. Ademais, esta pesquisa foi desenvolvida no período de estiagem (em ano seco) e possivelmente r apresentaria variações entre períodos seco e úmido.

Horochoski, Wiecheteck e Vaz (2011) calcularam o coeficiente de retorno esgoto/água para a área urbana de Ponta Grossa (PR) e encontraram um valor inferior ao recomendado na literatura. No referido estudo, o $r = 0,6$ foi obtido através de dados de vazão de esgoto determinados por medidor eletromagnético acoplado à calha Parshall³⁴ em ETE e o consumo de água *per capita* foi fornecido pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. No entanto, esses autores adotaram uma série de suposições para determinação do valor de r , demonstrando a dificuldade para obtenção do coeficiente de retorno.

³⁴ Medidor de vazão na forma de um canal aberto (BERNARDO, SOARES, MANTOVANI, 2006).

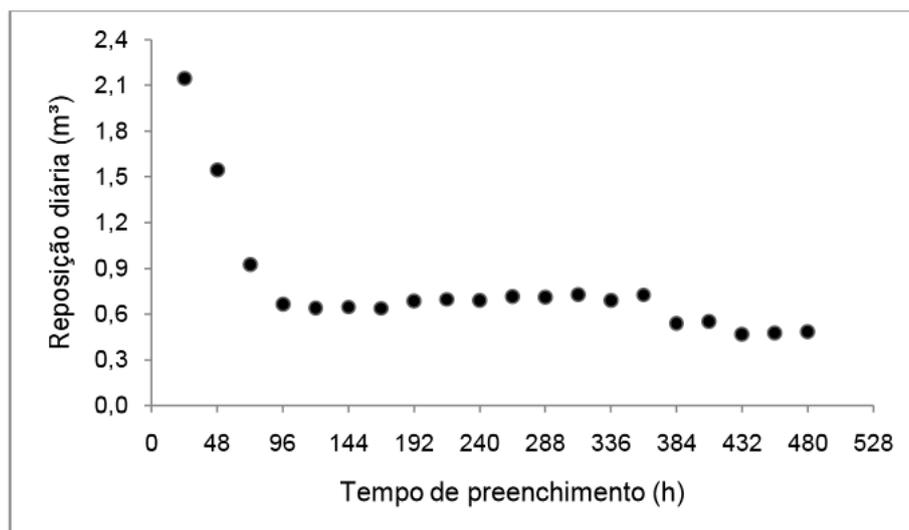
Souza *et al.* (2005) também descrevem limitações para a estimativa do coeficiente de retorno calculada para Campo Grande (MS). Esses autores utilizaram medidores de vazão de conduto livre instalados em pontos da rede coletora de esgoto, além de informações de consumo de água obtidas junto à concessionária responsável pelos serviços de saneamento da região. Devido às dificuldades operacionais com os equipamentos utilizados, a coleta de dados nessa pesquisa teve duração máxima de quinze dias e o resultado sugere valores de r intermediários entre 0,71 e 0,85.

Conforme observado por Souza *et al.* (2005) e por Horochoski, Wiecheteck e Vaz (2011), parte do volume de água das unidades consumidoras não chega até os sistemas coletores de esgoto devido a perdas por evaporação, infiltração ou escoamento superficial, dependendo da natureza do consumo. Nesse sentido, a irrigação das plantas com mangueira em R1, além de outros fatores como o número de banhos por pessoa por dia e a utilização do vaso sanitário em R1 e R2 influenciaram o valor de r para cada situação. Apesar do aproximado número de moradores entre R1 e R2, essas casas apresentaram uma quantidade significativa de transeuntes durante o período da pesquisa, como por exemplo, a presença dos filhos que residem nas circunvizinhanças e frequentam a casas dos pais nos horários das refeições. Entretanto, esse fato não mascara os resultados encontrados para o coeficiente de retorno, pois a convivência com os agregados confere uma característica comum a áreas de reforma agrária devido à conformação familiar (*e.g.* HEREDIA *et al.* 2005).

4.3.4 Uso consuntivo do sistema Fossa Verde

O resultado encontrado a partir do experimento com a fossa-controle aponta que o uso consuntivo é de $5,1 \text{ mm.dia}^{-1}$ para o cultivo de banana, considerando a média dos eventos entre os dias 15/11/2012 a 20/11/2012. Observa-se que o tempo de rega necessário para o preenchimento completo do módulo foi maior nos primeiros dias, havendo uma diminuição de água na reposição nos dias subsequentes (Figura 19). Percebe-se que há uma tendência para a estabilidade desse volume em função do tempo e, por esse motivo, optou-se pelos dados obtidos nos cinco últimos dias do experimento. O lento fluxo de água no preenchimento dos poros do material (inerte e poroso) que compõe a estrutura interna do MFV, além do calor excessivo nas paredes do módulo, explica a operação transiente no sistema até o seu 15º dia de funcionamento.

Figura 19 - Relação da lâmina de água irrigada (reposição) em função do tempo de preenchimento.



Fonte: Elaboração própria.

A taxa de evapotranspiração da cultura (Etc) calculada para os dias selecionados foi determinada com base na Eto PM (método padrão), em detrimento da Eto TCA, pois os dados desse último apresentaram oscilações elevadas (em torno de 30%), o que denota inconsistência. O TCA utilizado nesse estudo foi instalado em uma escola, portanto, local de fácil acesso a crianças e adolescentes, o que pode ter contribuído a falhas operacionais. Todavia, as leituras obtidas *in situ* referentes ao TCA e ao Pluviômetro encontram-se descritas no Anexo C.

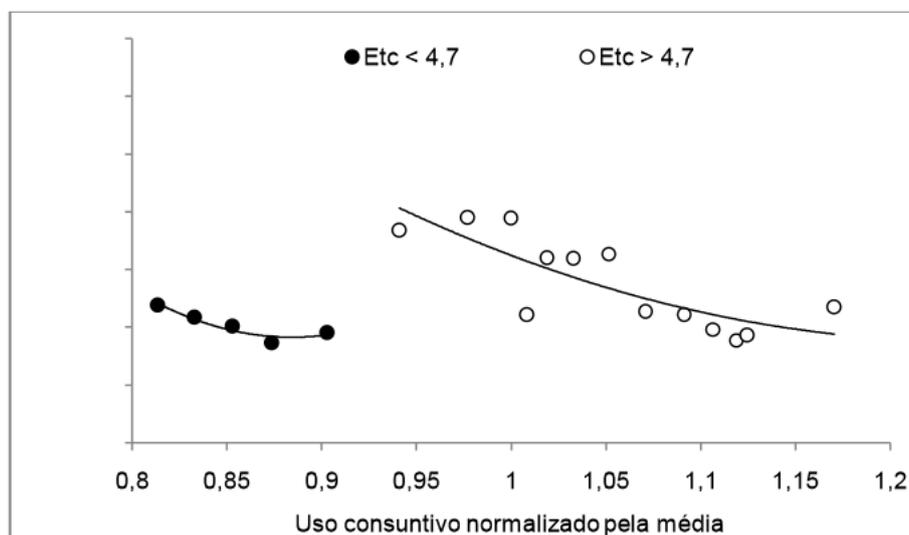
A Etc da banana calculada para o canteiro-controle apresentou valor aproximado à taxa estimada por Silva e Bezerra (2009) em experimento desenvolvido em Pentecoste (CE) que foi de 5,8 mm.dia⁻¹ para a cultivar Pacovan e de 4,8 mm.dia⁻¹ para a Prata Anã. Já a pesquisa conduzida por Freitas, Ramos e Costa (2008) aponta valores para a Etc máxima diária da banana (*Musa spp.*) variando entre 6,6 e 7,6 mm.dia⁻¹, verificada em 51% da bacia do Rio São Francisco. Nas condições edafoclimáticas de Petrolina (PE), a Etc da banana (Pacovan) é em média 4 mm.dia⁻¹ (BORGES, SOUZA, 2004). Dessa forma, a ETC da banana cultivada na fossa controle está dentro do intervalo encontrado por outros autores, e a maior proximidade com o valor encontrado por Silva e Bezerra (2009) pode estar atrelada à área de estudo, ambas situam-se no Ceará.

De modo geral, as culturas de mamão e pimentão são algumas espécies que apresentam consumo médio inferior ao da bananeira. Montenegro, Bezerra e Lima (2004) determinaram a Etc do mamoeiro em aproximadamente 3,5 mm.dia⁻¹ para a litoral cearense. Albuquerque *et al.* (2012) verificaram valor inferior a 2 mm.dia⁻¹ para a

Etc do pimentão fertirrigado em Recife (PE). Por outro lado, o algodoeiro consome elevadas quantidades de água quando comparado às culturas mencionadas acima. Segundo estudo desenvolvido por Bezerra *et al.* (2012), o ciclo do algodoeiro na região semiárida da Bahia consome em média 6 mm.dia^{-1} . Nesse sentido, sob o aspecto da Etc, a bananeira e o algodoeiro apresentam-se mais interessantes para cultivo no MFV.

A média móvel da relação entre a Etc e o volume perdido (vol. retido no canteiro e uso consuntivo da cultura), com base nos dados obtidos no período integral do experimento, apresentou-se como o melhor tratamento para compensar os efeitos relacionados ao regime transiente do sistema. Conforme indicado no gráfico (Figura 20), os pontos com $\text{Etc} < 4,7 \text{ mm.dia}^{-1}$ e $\text{Etc} > 4,7 \text{ mm.dia}^{-1}$ são representados por símbolos distintos e a equação de regressão é dada para cada grupo. Observa-se o melhor ajuste para os pontos onde a Etc é inferior a $4,7 \text{ mm.dia}^{-1}$, ao passo que as taxas de Etc acima de $4,7 \text{ mm.dia}^{-1}$ apresentaram maiores variações e em ambos os grupos nota-se a correlação negativa entre o consumo hídrico da bananeira e o volume de água total no canteiro.

Figura 20 - da Etc (UC normalizado pela média) e uso consuntivo total do sistema.



Fonte: Elaboração própria.

Estima-se que uma parte não desprezível do uso consuntivo esteja no tecido vegetal, pois a bananeira possui necessidade hídrica elevada, sobretudo na fase inicial de desenvolvimento. Outro aspecto importante diz respeito ao produto utilizado no experimento, pois a irrigação com água ao invés do esgoto pode ter influenciado no

volume retido no canteiro, proporcionando valores sobreestimados³⁵. As partículas sólidas presentes no efluente preenchem os vazios no canteiro, comprometendo o volume disponível para o recebimento de mais esgoto. Ademais, a própria composição físico-química do esgoto (proteínas, fenóis, gorduras) favorece a colmatação ou impermeabilização do substrato.

Avaliando a colmatação do solo em Passo Fundo (RS), Korf *et al.* (2010) constataram a redução da permeabilidade em seis vezes com a percolação da água, e em 46 vezes com aplicação de esgoto. As condições edafoclimáticas, o volume de água residuária e a sua interação com o material do MFV podem interferir no processo de colmatação do substrato. Portanto, para uma maior elucidação desse quesito recomenda-se a investigação dos parâmetros físicos, em diferentes níveis de profundidade do MFV.

4.3.5 Dimensionamento do sistema Fossa Verde

Aplicando os dados obtidos em R1 e R2 e admitindo o consumo hídrico de 5,1 mm.dia⁻¹ das bananeiras cultivadas no canteiro controle, o dimensionamento do MFV é de 13,41m² e 1,47m², respectivamente para condições semelhantes às descritas para R1 e R2. Conforme mencionado anteriormente, R1 apresentou um consumo de água *per capita* 50% inferior ao volume encontrado para outras residências do A25M que possuem padrão similar de acesso e disponibilidade hídrica. Assim, o dimensionamento proposto para um canteiro biosséptico em casas interligadas à rede de distribuição é de 30 m² (5,0 x 6,0 x 1,0 m³), considerando o consumo médio de 100 L.hab⁻¹.dia⁻¹, família com cinco pessoas e coeficiente de retorno igual a 0,3. Nesse caso, o valor atribuído a *r* é proporcional ao volume de água consumido e é relativamente próximo ao verificado para R1, pois os assentados de áreas rurais possuem hábitos e costumes condizentes com as práticas relacionadas à emissão de efluente doméstico descritas para R1.

Um canteiro biosséptico com área de 2m² (2,0 x 1,0 x 1,0 m³) atende satisfatoriamente à demanda de efluente de casas desprovidas de água encanada. A área com aproximadamente 0,50 m² adicional à medição calculada para R2 representa uma “folga” no dimensionamento e considera variações do consumo de água *per capita* entre

³⁵ Refere-se à possibilidade de sobreestimativa apenas para o volume de água retido no canteiro controle, não para outros resultados encontrados. Ressalta-se que esse experimento atendeu ao objetivo proposto de estimar a Etc da cultura da banana, dado essencial para aplicação no dimensionamento do MFV (sessão seguinte).

30 e 40 L.hab⁻¹.dia⁻¹ (PINHEIRO, 2011 e WIEGAND *et al.* 2011). Independente da situação (casa com ou sem água canalizada) destaca-se a importância das espécies vegetais cultivadas no MFV (consumo hídrico da cultura), pois conforme enfatizado anteriormente, a ausência de plantas inviabiliza o desempenho satisfatório do MFV.

Pinheiro (2011) propôs na sua pesquisa de dissertação o dimensionamento do MFV de 67 m² para casas interligadas à rede de distribuição de água e de 27 m² para domicílios desprovidos de água canalizada. Esse estudo utilizou o consumo médio de água de 100 L.hab⁻¹.dia⁻¹ e 40 L.hab⁻¹.dia⁻¹, de acordo com a situação de abastecimento de água na residência; número médio de cinco habitantes por unidade domiciliar, coeficiente de retorno de 0,8 e taxa de evapotranspiração de 6 mm.dia⁻¹. Portanto, os termos aplicados nesta pesquisa apresenta dimensões mais adequadas, considerando o coeficiente de retorno coerente com cada situação analisada e uso consuntivo da cultura da banana (*Musa* sp.), espécie mais utilizada nos canteiros biossépticos em funcionamento no A25M e em outros locais.

Publicações na área da Permacultura recomendam uma área de 2m² por pessoa, (e. g. PAMPLONA, VENTURINI, 2004). Legan (2007) propõe a construção de dois tanques em paralelo (1,0 x 1,0 x 4,0 m³ cada), para uma família de cinco pessoas e são utilizados de forma alternada, de modo a evitar o extravasamento do efluente quando excesso de carga. Todavia, o método aplicado para tais determinações não são detalhados. Aplicando uma série de estimativas, Galbiati (2009) sugere 12 a 16 m² para o dimensionamento de tanques de evapotranspiração implantados em área periurbana de Campo Grande (MS), considerando uma casa com família média (de 4 a 5 pessoas). As medidas propostas por Gabiati (2009), Legan (2007) e Pamplona e Venturini (2004) são recomendadas para canteiros com aporte de efluentes provindos apenas do sanitário.

Gabiati (2009) e Pinheiro (2011) indicam a implantação de um sumidouro acoplado ao sistema para evitar o extravasamento em caso de sobrecarga de efluentes. Essa medida pode ser adotada como uma forma de precaução. No entanto, acredita-se que o dimensionamento de 30 m² para casas com água encanada e de 2m² para casas desprovidas de abastecimento de água em rede, seja satisfatório para o aproveitamento mais eficiente da água provinda do esgoto doméstico. O comprimento e largura do canteiro podem ser variáveis de acordo com a disponibilidade do terreno. Em consonância com Pinheiro (2011), a profundidade de 1,0 m apresenta-se razoável em virtude da presença de afloramentos rochosos e pequena espessura do solo,

característicos da formação geológica³⁶. A altura de 1,0 m é factível também para o uso consuntivo pela planta, pois a maior profundidade do canteiro pode interferir na disponibilidade de água para absorção pelas raízes das plantas.

O dimensionamento encontrado nesta pesquisa indica o motivo pelo qual as medições dos canteiros construídos no A25M de 3m² (tamanho padrão) e de 6m² (tamanho grande) não se apresentaram adequadas em alguns casos. Especialmente para as casas abastecidas com água encanada, em que ocorreram episódios de extravasamento, a área aplicada foi cinco vezes menor do que o dimensionamento supostamente mais adequado.

³⁶ A área de ocorrência do embasamento cristalino é de 750.000 km² no Nordeste brasileiro e abrange aproximadamente 600.000 km² do Polígono das Secas (MEDEIROS *et al.* 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação dos beneficiários não se deu de forma abrangente e demanda um período longo para que todos os sujeitos obtenham graus semelhantes de envolvimento e apropriação da tecnologia ora apresentada e o motivo tem relação ao contexto social no qual os assentados se inserem. Todavia, a avaliação dos canteiros sugere que a participação social seja fator determinante para o funcionamento satisfatório do MFV, visto que o manuseio e manutenção são necessários. Por sua vez, outros aspectos interferem nas formas de participação, como as condições sociais e materiais e as dicotomias de interesse coletivo – individual. O nível de satisfação mostrou-se mais evidente nos casos em que as bananeiras frutificaram e onde os canteiros tiveram classificação de boa à ótima situação de funcionamento.

A qualidade sanitária dos vegetais cultivados no MFV é um dos fatores de desconfiança em relação à tecnologia em questão. Contudo, a análise microbiológica dos vegetais comestíveis (e até mesmo da folha de malvarisco que é processada em fervura e consumida em forma de chá) comprova que os produtos cultivados são plenamente aptos ao consumo humano. Recomenda-se o aprofundamento do estudo a partir das características físico-químicas e sensoriais desses vegetais.

Os indicadores microbiológicos e químicos aplicados ao substrato do MFV sugerem que as amostras apresentaram, respectivamente, considerável atividade metabólica e potencial fértil para o desenvolvimento vegetal a partir da água residuária. Todavia, atenta-se ao uso de cultivos específicos, por exemplo, espécies mais tolerantes aos níveis de salinidade (tomate, mamão, pimentão), além da investigação dos arranjos ideais de culturas (cultivo consorciado) para a melhor utilização do quintal produtivo conectado ao MFV. Apesar do caráter exploratório e restrito em termos de universo amostral, as informações obtidas através da caracterização do substrato do MFV provem subsídios adicionais a respeito do desempenho do sistema.

O balanço entre a disponibilidade e demanda de recursos hídricos foi de especial importância para o dimensionamento do sistema que outrora foi utilizado com parâmetros subdimensionados em residências com abastecimento de água. Para domicílios desprovidos de água canalizada, as medidas utilizadas não diferem muito do dimensionamento proposto neste trabalho. Entretanto, a construção de canteiros com áreas de 30m² e 2m², respectivamente para casa com e sem água canalizada, podem ser mais eficiente para o reuso dos elementos contidos no esgoto. Os testes com o sistema

da EMBRAPA não obtiveram desempenho duradouro, mas ainda assim os objetivos propostos foram alcançados. Não se pode afirmar que essa técnica de fossas montadas com tanque de PVC seja inválida, pois é preciso considerar as adaptações necessárias sugeridas pela EMBRAPA. As formas de uso da água e a contribuição de esgoto *per capita* obtidos neste trabalho foram relevantes para fundamentar os valores encontrados para o coeficiente de retorno e os dados podem ser extrapolados para outras áreas com aspectos semelhantes ao verificado para as famílias do A25M. É válido mencionar que o coeficiente de retorno 80% é consenso entre os especialistas que atuam na área de Engenharia Sanitária, no entanto, esse dado de suma importância para definição do dimensionamento de sistemas sanitários, não é comprovado para áreas rurais e os valores apresentados nesta pesquisa dissertativa podem ser considerados inéditos.

O conjunto de técnicas aplicadas no campo das Engenharias combinado às metodologias mais voltadas aos estudos das sociedades humanas (entrevista qualitativa, observação participante) mostrou-se viável para analisar a tecnologia social representada pela Fossa Verde. Esta vem sendo replicada com poucas informações sobre critérios de dimensionamento, agrônômico, e de qualidade sanitária relacionada aos vegetais produzidos. Dessa forma, esta pesquisa fornece importantes elementos para a regulamentação técnica do sistema alternativo de esgotamento sanitário. Enfatiza-se a perspectiva de formulação de políticas públicas de saneamento rural para projetos de reforma agrária com vistas à habitação saudável e promoção da saúde coletiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Set / 1993.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e sépticos.** Set / 1997.

ALBUQUERQUE, F. S. *et al.* Necessidade hídrica e coeficiente de cultivo do pimentão fertirrigado. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. , p. 481 - 493, out. – dez. 2012.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Fitoterapia: uma alternativa para quem? **Cadernos de Extensão da UFPE.** Recife, v. 1, n.1, p. 41-50, 1998.

ALCANTARA, P. F. **Gestão de resíduos sólidos em áreas rurais de Nova Friburgo (RJ, Brasil): do consumo ao manejo.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente), Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca – ENSP, Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 2005. 187p.

ALENCAR, F. A. G. **Segredos íntimos: a gestão nos assentamentos de reforma agrária.** Fortaleza: EUFC, 2000. 126p.

ALEXANDRE, D. M. B. **Gestão de pequenos sistemas hídricos no semiárido nordestino.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012. 153p.

ALLEN, R. G. *et al.* **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, C. A. **O processo de participação das comunidades Paus Ferro e Paus Branco do Assentamento 25 de Maio/São Joaquim no Projeto Fossa Verde.** Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2011.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação.** Cruz das almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 234p. Disponível em < http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/livro/livro_qualidade_agua.pdf > Acesso em Nov/ 2012.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 5 Ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **A questão da água no Nordeste.** Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, ANA – Brasília, DF: CGEE, 2012. 436p.

ANDRADE, A. P. *et al.* A caatinga como suporte forrageiro: desafios para a exploração sustentável. *In:* ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Orgs). **Semiárido e o manejo dos recursos naturais – uma proposta de uso adequado do capital natural.** Fortaleza – CE: UFC. 2010, p. 81-105.

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; PALÁCIO, H. A. Q. O semiárido cearense e suas águas. *In*: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Orgs). **Semiárido e o manejo dos recursos naturais – uma proposta de uso adequado do capital natural**. Fortaleza – CE: UFC. 2010, p. 56-78.

ANDREOLI, C. V. *et al.* A interdisciplinaridade como estratégia para a Ecoinovação no saneamento. *In*: PHILLIPI JÚNIOR, A. GALVÃO JÚNIOR, A. C. (Orgs.). **Gestão do saneamento básico – Abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Barueri, SP: Ed. Manole (Coleção Ambiental), 2012, p. 197-240.

ANGROSINO, Michael. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009. 138p. (Coleção Pesquisa qualitativa / coordenada por Uwe Flick / Trad. José Fonseca).

APHA – American Publish Health Association. **Compedium of methods for the microbiological examination of foods**. 4^a ed. Washington DC, 2001. p.515-516.

ARAÚJO, J. C. As barragens de contenção de sedimentos para conservação de solo e água no semiárido. *In*: KÜSTER, A.; MARTI, J. F.; MELCHERS, I. (Orgs.). **Tecnologias apropriadas para terras secas - Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semiáridas no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ. 2006. p. 157-166.

ARAÚJO, J. C. Gestão das águas de pequenos açudes na região semiárida. *In*: MEDEIROS S. S. *et al.* **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, p. 334-351.

ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Loss of reservoir volume by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological Sciences Journal**, v. 51, n. 1, 2006. p. 157-170.

ARAÚJO, J. C. *et al.* Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 36, n. 2, Abr./Jun. 2005.

ARAÚJO, J. C.; MALVIEIRA, V. T. C. Pequenas barragens de terra. *In*: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Orgs). **Semiárido e o manejo dos recursos naturais – uma proposta de uso adequado do capital natural**. Fortaleza – CE: UFC. 2010, p. 154-179.

ARAÚJO, L. B. C., ALMEIDA, C. A. S., FREITAS, L. F. Participação social e saneamento rural: o caso da bacia semiárida de Madalena, Brasil. *In*: **Anais de La II Convención Internacional de Geografía, Medio ambiente y Ordenamiento Territorial**, Havana: Universidad de La Habana, 2011. v. único. p. 34 - 42.

ARAÚJO, L. B. C. **Sociabilidade no assentamento rural de Santana, Ceará: Terra e trabalho na construção do ser social**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

ARMON, R.; DOSORETZ, C. G.; AZOV, Y.; SHELEF, G. Residual Contamination of Crops Irrigated with Effluent of Different Qualities: A field Study. **Water Science and Technology**, v.30, n.9, 1994, p.239- 248.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A Qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPb, 1991, 218p.

BARBOSA, G. M. C. *et al.* Efeito residual do lodo de esgoto na produtividade do milho safrinha. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 31, 2007, 601-605.

BARBOSA, G. L. M. **Gerenciamento de resíduo sólido: Assentamento Sumaré II, Sumaré, SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2005, 135p.

BARROSO, O. **A arte e a cultura na construção da reforma agrária**. Fortaleza: INCRA, 2005, 80p.

BAVA, S. C. 2004. Tecnologia social e desenvolvimento local. *In*: LASSANCE *et al.* (Orgs.). **Tecnologia social – uma estratégia para o desenvolvimento**. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/Teconologiasocial.pdf>, acesso em maio/2011.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. *In*: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. Porto Alegre-RS: ABRH: EDUSP, 1993, p. 849-875.

BERGAMASCO, S. M.; NORDER, L. A. C. **O que são assentamentos?** São Paulo: Brasiliense, 1996 (Coleção Primeiros Passos), 301p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Relação solo – água – planta – atmosfera. *In*: _____. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa - MG: Ed. UFV, 2006, p. 45-98.

BEZERRA, M. V. C. *et al.* Evapotranspiração e coeficiente de cultura do algodoeiro irrigado a partir de imagens de sensores orbitais. **Rev. Cienc. Agron.**, v. 43, n. 1, p. 64-71, jan-mar, 2012.

BEZERRA, N. F. Água no semiárido nordestino – experiências e desafios. *In*: **Água e desenvolvimento sustentável no semiárido**. Fortaleza – CE: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, 2002, p. 35-51.

BEZERRA, N. F. **Fragmentando o território – bases para o desenvolvimento do semiárido do Ceará**. Fortaleza – CE: Fundação Konrad Adenauer. 2004. 190p.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (Eds.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.

BRAGA, B. *et al.* O Meio Aquático. *In*: _____. **Introdução à Engenharia Ambiental – O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo - SP: Pearson Prentice Hall. 2005. cap. 8, p. 73-124.

BRASIL. **Agenda 21 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992, Rio de Janeiro)**. 3 ed. Brasília: Senado Federal, Secretaria de Edições Técnicas, 2001. 598p.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no solo para melhorar e incrementar a agricultura do semiárido nordestino**. Brasília-DF: Funasa, 2007a. 120p.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 4 ed. rev. Brasília-DF: Funasa, 2006. 408p.

_____. Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN). **Uma política para o desenvolvimento econômico do Nordeste**. 2 ed. Recife: SUDENE, 1967.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semiárido brasileiro**, Brasília – DF: MI, 2005. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/desenvolvimentoregional/publicacoes/delimitacao.asp> > Acesso em Nov/ 2008.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC Nº12 de 02 de Janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília: ANVISA. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em 11/01/2012.

_____. Presidência da Republica. Casa Civil. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007b**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em 28/03/11.

_____. Secretaria de Saneamento Ambiental (Org.). **Esgotamento Sanitário: Operação e Manutenção de Sistemas Simplificados de Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte – MG: Recesa, 2008.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2009**. Brasília: Ministérios das Cidades. SNSA, 2011. 616p.

CATRIB, A. M. F.; BETTY, C. B. Noções de populares e gestores sobre meio ambiente e saúde nas Áreas de Proteção Ambiental: a educação a serviço da promoção da saúde. *In*: MATOS, K. S. A. L. (Org.). **Educação Ambiental e Sustentabilidade III**. Fortaleza: Ed. UFC, 2011, p. 195- 212.

CEARÁ. Assembléia Legislativa do Estado. **Cenário Atual dos recursos hídricos do Ceará**. Conselho de Altos estudos e Assuntos Estratégicos, Assembléia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coord.). – Fortaleza: INESP, 2008. 174p. (Coleção Pacto das Águas).

_____. Associação de Cooperação Agrícola do Estado do Ceará (ACACE). **Plano de recuperação do projeto de assentamento São Joaquim**. Madalena-CE, 2005.

_____. Portal Hidrológico do Ceará. **Sistema de Qualidade das Águas: Estado Trófico**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME / Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH. Disponível em <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/qualidade/eutrofizacao>. Acesso em 05/11/2012.

CIRILO, J. A. *et al.* Soluções para o suprimento de água de comunidades rurais difusas no semiárido brasileiro: Avaliação de barragens subterrâneas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 4, out/dez 2003, p. 5-24.

CISAM / AMVAP. Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental / Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Parnaíba. **Manual de Saneamento Rural**. Nov/2006. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/SaneamentoAmbiental/SemestreAtual/ManualdeSaneamentoRural.pdf> >. Acesso em: 28/09/2010.

COELHO, C. F. *et al.* Tecnologia Fossa Verde como estratégia de saneamento rural no semiárido. *In: 50º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER*, 2012, Vitória - ES. **Anais...** ISBN 9788598571089. Disponível em < <http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=ser.2> >.

COOPER, P. What can we learn from old wetlands? Lessons that have been learned and some that may have been forgotten over the past 20 years. **Desalination**, n. 246, 2009, p.11–26.

COSTA, A. F. S. *et al.* Avaliação do desenvolvimento vegetativo de bananeira sob efeito de diferentes doses de lodo de esgoto tratado. *In: Simpósio Italo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 2010, Maceió - AL. **Anais...** 2010.

CRISPIM, J. Q.; PAROLIN, M.; MALYSZ, S. T. **Estações de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes (ETE) e recuperação de nascentes na Casa Familiar Rural do Município de Iretama – PR**. Campo Mourão : Ed. da Fecilcam, 2012. 41p.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. C.; NOVAES, H. T. **Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social**. *In: LASSANCE et al. (Orgs.). Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento*. Fundação Banco do Brasil – Rio de Janeiro: 2004.

DAGNINO, R. **Tecnologia Social - Ferramenta para construir outra sociedade**. 2 ed. Campinas, SP : Komedi, 2010. 306p.

DEMO, P. **Participação é conquista: noções de política social participativa**. Fortaleza: Ed. UFC, 1986. 137p.

ELLERY, A. E. L. *et al.* Produção do conhecimento de forma participativa: uma estratégia para além da transferência do conhecimento. **Interface** (Botucatu. Impresso), v. Suplem, p. 1-2, 2010.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

ERTHAL, V. J. T. *et al.* Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertirrigadas com água residuária de bovinicultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 458-466, 2010.

ESTEVEES, F. A.; MEIRELLES-PEREIRA, F. Eutrofização artificial. In: ESTEVEES, F. A. (Coord.). **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência 2011. p. 625-655.

ESREY, S. A.; *et al.* **Ecological Sanitation**. Swedish International Development Cooperation Agency – SIDA, Stockholm, 1998. Disponível em <http://www.ecosanres.org/pdf_files/Ecological_Sanitation.pdf > Acesso em 30/03/2012.

FEITOSA, T. *et al.* Qualidade de frutos de melancia produzidos com reuso de água de esgoto doméstico tratado, **Rev. Tecnol. Fortaleza**, v. 30, n. 1, p. 53-60, jun/ 2009.

FEITOSA, L. S. **Aspectos limnológicos da pequena açudagem no semiárido: Estudo de caso dos açudes do Assentamento 25 de Maio, Madalena – CE**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011. 206p.

FONSECA, R. Tecnologia e democracia. In: OTTERLLO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. Brasília-DF: RTS, 2009. p. 145-153.

FERREIRA, I. A. R. **Água e política no sertão: Desafios ao Programa Um Milhão de Cisternas**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2009. 141p.

FREITAS, W. S.; RAMOS, M. M.; COSTA, S. L. Demanda de irrigação da cultura da banana na bacia do Rio São Francisco, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.12, n.4, p.343–349, 2008.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. Coleção educação e comunicação, v. 1, 79p.

_____. **Extensão ou comunicação?** 14 reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977. 93p.

_____. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, SP: Paz e Terra, 2011. 143p.

_____. **Pedagogia da esperança: Um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992. 127p.

FUNDAÇÃO BRASIL CIDADÃO. Projeto “De Olho na água” Guia de Referência. Editora Fundação Brasil Cidadão, 2009. Disponível em: <<http://www.deolhonaagua.org.br/site/home.php> > Acesso em 20/09/2010.

FURTADO, C. **Desenvolvimento e Subdesenvolvimento**. 5 ed. Rio de Janeiro: Contraponto: Centro Internacional Celso Furtado, 2009. 234p.

- _____. **Formação econômica do Brasil**. 23 ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1989. 248p.
- _____. O Nordeste: Reflexões sobre uma política alternativa de desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 4, n. 3, p.5-14, jul/set. 1984.
- FURTADO, D. A.; KONING, A. **Gestão integrada de recursos hídricos**. Campina Grande, PB: Gráfica Agenda, 2008. 115p.
- GAISER, T. *et al.* (Org.). **Global change and regional impacts**. Berlin; Heidelberg; New York; Hong Kong; London, Milan; Paris; Tokyo: Springer-Verlag, 2003. 428p.
- GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2009, 52p.
- GALVÃO JÚNIOR A. C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Rev Panam Salud Pública**. 2009; 25(6): 548–56.
- GAYLARD, C. C.; BELLINASSO, M. D. L.; MANFIO, G. P. Biorremediação – Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n. 34, jan/ jun 2005.
- GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: GASKELL, G. & BAUER, M. W. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som – um manual prático**. 3ª Edição. Petrópolis, RJ – Vozes, 2002. cap. 3, pp. 64-89.
- GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653p.
- GRANJEIRO, L. H. F. **A permacultura contribuindo para a ética ambientalista da humanidade**. In: MATOS, K. S. A. L. (org.). Educação Ambiental e Sustentabilidade III. Fortaleza, CE: Edições UFC, pp. 150-164, 2011.
- HELLER, L. Concepções de instalações para o abastecimento de água. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte-MG: Editora UFMG, 2006, p.65-106.
- HEREDIA, B. *et al.* An analysis of the regional impacts of land reform in Brazil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 1, Selected Edition 2005.
- HESPAÑHOL, I. Saúde pública e reuso agrícola de esgotos e biossólidos. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Eds.); PHILIPPI JÚNIOR, A. (Org.). **Reuso de água**. Barueri, SP: Manole, pp. 97-123, 2003.
- HOLANDA, F. J. M. **Uso e manejo dos recursos naturais no semiárido**. Fortaleza: Agripec, 2003, 114p.
- HOLANDA, F. U. X. **Mudancismo e Conservadorismo no Ceará: O Desenvolvimento Rural na Era Jereissati (1986-2002)**. Fortaleza. Fundação Konrad Adenauer, 2006. 140p.

HOLMGREN, D. **Essence of Permaculture**. 2004. Disponível em <<http://www.holmgren.com.au/>>. Acesso em fev 2012.

HOROCHOSKI, L.; WIECHETECK, G. K.; VAZ, M. S. M. G. Avaliação do coeficiente de retorno de esgoto na bacia hidrográfica do Arroio Gertrudes – Ponta Grossa (PR). **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 3, n. 1, 59-68, abr. 2011.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida. **Revista DAE**, n. p. 4-12, set. 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Análise dos impactos na saúde decorrentes de agravos relacionados ao esgotamento sanitário inadequado nos municípios brasileiros**. 2010. Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/drsai/estudo_completo.pdf> Acesso em 04/10/ 2012.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Situação Social nos Estados**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/120201_relatorio_situacaosocial_ce.pdf> Acesso em: 05/02/2012.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado. 2009. **Anuário estatístico do Ceará 2009**. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2009/index.htm>>. Acesso em 23/06/2010.

IPLANCE. **Dinâmica das áreas de assentamento de reforma agrária no Ceará**. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPLANCE: 1998. 136p.

ITS (Instituto de Tecnologia Social). **Conhecimento e Cidadania- Tecnologia Social**. Fev/ 2007. Disponível em <http://itsbrasil.org.br/sites/itsbrasil.org.br/files/Digite_o_texto/Caderno_Serie_Conhecimento_e_Cidadania_-_Tecnologia_social_-_1.pdf> Acesso em 11/09/2011.

KAICK, T. S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes: Uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Centro Federal Tecnológico do Paraná. Curitiba – PR, 2002. 128p.

LARSSON, S. **Short-rotation willow biomass plantations irrigated and fertilised with wastewaters**. European Commission. DG VI, Agriculture. Svalöv, Sweden, 2003. Disponível em <http://www2.gtz.de/Dokumente/oe44/ecosan/en-willow-biomass-plantations-irrigated-wastewaters-2003.pdf> Acesso em fev 2012.

LEGAN, L. **Soluções sustentáveis – Uso da água na Permacultura**. Pirenópolis, GO: Ecocentro IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado, 2007. 64p.

LIBANIO, M.; NETO, M. L. F.; PRINCE, A. A.; VON SPERLING, M.; HELLER, L. Consumo de água. *In*: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte-MG: Editora UFMG, 2006, p. 107-151.

LIMA, A. E. F.; SILVA, D. R.; SAMPAIO, J. L. F. As tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no semiárido cearense. **Conexão Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, p. 9-21, nov. 2011.

LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S. CASIMIRO FILHO, F. JALES, J. V. Políticas públicas e desenvolvimento sustentável: a realidade dos assentamentos de reforma agrária no Ceará. **Revista de Políticas Públicas** (UFMA), v. 15, p. 85-97, jan/ jun. 2011.

LO MONACO, P. A. V. *et al.* Desempenho de filtros construídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura. **Rev. Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v. 17, n. 6, p. 473-480, nov./ dez. 2009.

MANDAI, P. **Modelo descritivo da implantação do sistema de tratamento de águas negras por evapotranspiração**. Associação Novo Encanto de Desenvolvimento Ecológico - ANEDE. Monitoria Canário Verde, Brasília. Relatório técnico. 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia qualitativa e quantitativa. *In*: _____. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010, p. 269-288.

MARTINETTI, T. H.; B. A. N. TEIXEIRA; SHIMBO, I. Comparação entre fossa séptica biodigestora e círculo de bananeira para tratamento de efluentes sanitários residenciais de acordo com as múltiplas dimensões da sustentabilidade. *In*: SILVA, J. J. R.; SATTLER, M. A. (Eds.). **Sustentabilidade do ambiente, o que você tem com isso?** Recife: ANTAC, 2010, p. 345- 356.

MARTINETTI, T. H.; B. A. N. TEIXEIRA; SHIMBO, I. Pesquisa-ação participativa para execução de sistema de tratamento local de efluentes sanitários residenciais sustentável: o caso do assentamento rural Sepé-Tiaraju. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 3, p. 43-55, jul./set. 2009.

MARTINEZ, O. N.; RODRIGUEZ, P. S. **Tecnología Apropriada para la agricultura**. Santiago: Ministerio de Educacion, 1999. 70p.

MARTINS, A. C. *et al.* Avaliação da ETE Tramandaí operando como banhado de fluxo superficial. *In*: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande-MS. **Anais...** 2005.

MEDEIROS, S. S. *et al.* (Orgs.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

MENDES FILHO, P. F. **Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada através da revegetação e do manejo microbiano**. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. Piracicaba – SP, 2004. 105p.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 107p.

- MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social – teoria, método e criatividade**. 30 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011, 108p.
- MOLLISON, Bill. **Introdução à Permacultura**. Austrália: Tagari Publications. 1991. 204p.
- MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L.; LIMA, R. N. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.464-472, maio/ago 2004.
- MOTA *et al.* Práticas agroecológicas para um manejo sustentável no semiárido cearense. *In*: SILVA, E. V.; GORAYEB, A.; PEREIRA, L. C. C. (Orgs.). **Planejamento socioambiental em comunidades tradicionais no semiárido nordestino e na Amazônia oriental**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2012, p. 77- 89.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 625p.
- MOTA, S. Água: Controle do desperdício e reuso. *In*: **Água e desenvolvimento sustentável no semiárido**. Fortaleza – CE: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, 2002, p. 53-68.
- MOTA, S. (Org.). **Reuso de águas – A experiência da Universidade Federal do Ceará**. Fortaleza - CE: Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, 2000. 276p.
- NAGHETTINI, M. Mananciais superficiais: aspectos quantitativos. *In*: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006, p. 223-274.
- NASCIMENTO, G. A. Gestão do saneamento básico em assentamentos precários. *In*: PHILIPPI JR, A.; GALVÃO JR, A. C. **Gestão do saneamento básico: abastecimento de água e esgoto sanitário**. Barueri, SP: Manole, 2012. (Coleção Ambiental), p.878-915.
- NOVAES, A. P. *et al.* Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. **Comunicado Técnico EMBRAPA**, São Carlos, n.46, p.1-5, maio 2002.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Trad. Christopher Tribe. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434p.
- OLIVEIRA, T. S.; M. E. O. ESCOBAR. Sistemas de cultivos múltiplo e o semiárido. *In*: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Orgs.). **Semiárido e o manejo dos recursos naturais – uma proposta de uso adequado do capital natural**. Fortaleza – CE: UFC. 2010, p. 180-196.
- ORON, G. et al. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. **Agricultural Water Management**, v. 38, p. 223-243, 1999.
- PÁDUA, V. L. Soluções alternativas desprovidas de rede. *In*: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte-MG: Editora UFMG, 2006, p.303-328.

PAMPLONA, S. & VENTURI, M. **Esgoto à flor da terra**. Permacultura Brasil. Soluções ecológicas. Ano VI, v 16, 2004.

PINHEIRO, N. M. S. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza (CE). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 153-156, 2005.

PINHEIRO, L. S. **Proposta de índice de priorização de áreas para saneamento rural: Estudo de caso Assentamento 25 de Maio, Ceará**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011. 109p.

PINHEIRO, L. S., COELHO, C. F., ARAÚJO, J. C. Proposta de modelo de saneamento rural para a região semiárida. In: **Anais de La II Convención Internacional de Geografía, Medio ambiente y Ordenamiento Territorial**, Havana: Universidad de La Habana, 2011, p. 1466-1477.

PRADO, A. Será possível garantir comida e água para todos? **SANEAR**, n. 17, p. 6-13, 2012. Março/2012.

REIS, B. L.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. A energia no contexto global da infra-estrutura. In: _____. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005, p. 96-179.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 6, p. 1069-1094, Nov./Dez. 2008.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó – RN. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.1, p.31-42, 2010.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil – Capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 37-62.

SAMPAIO, J. L. F.; LIMA, A. E. F. O saber camponês: a apropriação dos recursos no Sertão dos Inhamuns - CE. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 06, n. 11, 2007.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: Técnica e tempo, razão e emoção**. 4 ed. São Paulo: EdUSP, 2006. 383p.

_____. **Da totalidade ao lugar**. São Paulo: EdUSP, 2005. 176p.

_____. **Por uma outra globalização. Do pensamento único à consciência universal**. 11 ed. Rio de Janeiro, RJ: Record, 2004. 174p.

SARAIVA, E. M. R. P1MC: A sociedade civil executando uma política pública. In: KÜSTER, A.; MARTI, J. F.; MELCHERS, I. (Orgs.). **Tecnologias apropriadas para**

terras secas - Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semiáridas no Nordeste brasileiro. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006. p. 123-137.

SCHEER, M.B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K. G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 38, n. 88, p. 637-644, 2010.

SILANS, A. P. Alternativas científicas e tecnológicas para o abastecimento de água no semiárido. In: HOFMEISTER, W (Ed.). **Água e desenvolvimento sustentável no Semiárido**, Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002, p. 133-160.

SILVA, E. N.; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da bananeira no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 203-210, abr-jun, 2009.

SILVA, E. D. *et al.* Agroecologia e educação ambiental: saberes para o desenvolvimento comunitário. In: GORAYEB, A.; SILVA, E. V. (Orgs.). **Agroecologia e educação ambiental aplicadas ao desenvolvimento comunitário**. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 9-19, 2012.

SILVA, R. M. A. Entre o combate à seca e a a a convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, nº 3, jul-set. 2007.

SIMPLICIO, A. V. O. **Egressos do curso Pedagogia da Terra e suas práticas educativas: um estudo de caso no Assentamento 25 de Maio, Madalena, Ceará.** Dissertação (Mestrado em Educação e Ecologia Humana), Universidade de Brasília - UnB. Brasília – DF, 2011, 157p.

SCHMITZ, H.; MOTA, D. M. Métodos participativos para interação entre agricultores familiares, extensionistas e pesquisadores. In: SCHMITZ, H (Org.). **Agricultura familiar – Extensão rural e pesquisa participativa**. São Paulo: Annablume, 2010, p. 43-65.

SOARES, A. L. J. Tecnologias de baixo impacto - A práxis da sustentabilidade. In: CARBOGIM, J. B. P. (Org.). **Projeto de Olho na Água: Estratégia para a sustentabilidade**. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, pp. 48-53, 2009.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO-NETTO, O. M. Relationship between water supply, sanitation, public health, and environment: elements for the formulation of a sanitary infrastructure planning model. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, 2002.

SOBRAL, M. C. M. Estratégia de gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 7, n.2, p. 76-82, Nov. 2011.

SOUZA, R. S. *et al.* Avaliação do coeficiente de retorno esgoto/água numa rede de esgoto sanitário. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande-MS. **Anais...** 2005. v. 1. p. 1-8.

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. A. Manejo da irrigação. In: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Orgs). **Semiárido e o manejo dos recursos**

- naturais – uma proposta de uso adequado do capital natural.** Fortaleza – CE: UFC. 2010, p. 239-260.
- SOUZA, J. A. R.; ASTONI, D. M. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento preliminar da água residuária da suinocultura. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 152-165, out. /dez. 2010.
- SOUZA, M. L. **Desenvolvimento de comunidade e participação.** 9 ed. São Paulo: Cortez, 2008. 231p.
- SOUZA, N. C. *et al.* Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.5, p.478–484, 2010.
- STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. **Acta Agriculturae Scandinavia**, Estocolmo, v. 49, p. 1-24, 1999.
- TÁVORA, M. A. **Impacto socioambiental de percolado e esgoto nos recursos hídricos: O caso da lagoa do Borzeguim, Itapipoca - CE.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2010. 115p.
- THOMPSON, E. P. **Costumes em comum: estudos sobre a cultura popular tradicional.** São Paulo: CIA das Letras, 1998, 493p.
- TOZE, S. Reuse of effluente water – benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v. 80, 2006, p. 147-159.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.** São Carlos, SP: RiMa, 2003. 248p.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos nos ecossistemas aquáticos. In: _____. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Cáp. 18, p. 505-541.
- VAN LENGEN, J. **Manual do arquiteto descalço.** São Paulo: Ed. Empório do Livro. 736p.
- VIANA, R. B. *et al.* Risk assessment of trihalomethanes from tap water in Fortaleza, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 151, p. 317-325, 2009.
- VIEIRA, V. P. P. B.; FLHO, J. G. C. G. Água doce no Semiárido. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil – Capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006, p. 481-505.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª edição. Belo Horizonte – MG: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452p.
- WIEGAND, M. C. *et al.* **Irrigação de micro-áreas com reuso de esgoto domiciliar utilizando tecnologia Fossa Verde em região semiárida.** In: II Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Regiões Áridas e Semiáridas, 2011, Cruz das Almas-BA. Anais... 2011. v. 1. p. 149-152. 1 CD-ROM.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA PROFISSIONAL DA UFC

Universidade Federal do Ceará
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 103/10

Fortaleza, 28 de maio de 2010

Protocolo COMEPE nº 69/ 10

Pesquisador responsável: José Carlos de Araújo

Deptº./Serviço: Departamento de Engenharia Agrícola/ UFC

Título do Projeto: “Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar em comunidades rurais do semi-árido: Água limpa, saúde e terra fértil”

Levamos ao conhecimento de V.S^a. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o protocolo e o TCLE do projeto supracitado na reunião do dia 27 de maio de 2010.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório final do referido projeto.

Atenciosamente,

Dra. Mirian Parente Monteiro
Coordenadora Adjunta do Comitê
de Ética em Pesquisa
COMEPE/UFC

ANEXO B – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS VEGETAIS

	Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias Departamento de Tecnologia de Alimentos LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS	
---	---	---

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTA

Laud: 01/2012

SOLICITANTE:	JOSE CARLOS DE ARAUJO
ENDEREÇO:	Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Bl. 804, Fortaleza-CE CEP 60.455-900
AMOSTRA ANALISADA:	TOMATE-CEREJA A25M060- COMUNIDADE QUIETO
DATA DA COLETA:	29/01/2012
LOCAL DA COLETA:	Fossa Verde Agrovila do Assentamento 25 de Maio/ São Joaquim, Madalena - CE
METODOLOGIA UTILIZADA:	AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, 2001.

RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTA

ANÁLISES	TOMATE-CEREJA A25M060	* Resolução – RDC N°12, de 2 de Janeiro de 2001 Ministério da Saúde, BRASIL (2001).
COLIFORMES A 45 °C (UFC/g)	< 10	$2,0 \times 10^2$
PESQUISA DE <i>Salmonella</i> sp. /25g	AUSÊNCIA	AUSENCIA

CONCLUSÃO: A amostra indicativa analisada está DE ACORDO COM OS PADRÕES LEGAIS VIGENTES*.

Fortaleza, 13 de Março de 2012.


 Prof.ª Estrela Aldina T. Figueiredo
 Doc. em Microbiologia de Alimentos
 DTA - CCA - UFC

Av. Mister Hull, 2977, Alagadiço, Campus Universitário do Pici
 FONE-FAX (85) 3366 97 44, e-mail: lma@ufc.br
 ESTE LABORATÓRIO TEM APROVAÇÃO NACIONAL EM TESTE DE PROFICIÊNCIA EMITIDO PELO PEP-SENAI-CTAL

	Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias Departamento de Tecnologia de Alimentos LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS	
---	--	---

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTA

Laudo: 02/2012

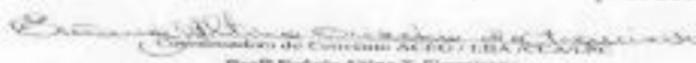
SOLICITANTE:	JOSÉ CARLOS DE ARAÚJO
ENDEREÇO:	Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Bl. 804, Fortaleza-CE CEP 60.455-900
AMOSTRA ANALISADA:	BANANA A25M012 COMUNIDADE VILA ANGELIM
DATA DA COLETA:	29/01/2012
LOCAL DA COLETA:	Fossa Verde Agrovila do Assentamento 25 de Maio/ São Joaquim, Madalena - CE
METODOLOGIA UTILIZADA:	AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, 2001.

RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTA

ANÁLISES	BANANA A25M012	*.Resolução - RDC N°12, de 2 de Janeiro de 2001_ Ministério da Saúde, BRASIL (2001):
COLIFORMES A 45 °C (UFC/g)	< 10	2,0 x 10 ⁶
PESQUISA DE <i>Salmonella</i> sp. /25g	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

CONCLUSÃO: A amostra indicativa analisada está DE ACORDO COM OS PADRÕES LEGAIS VIGENTES*.

Fortaleza, 13 de Março de 2012.


 Coordenadora do Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFCE
 Prof.ª Evânia Alina T. Figueiredo
 Diretora de Laboratório de Microbiologia
 DTA/CCA/UFCE

Av. Mister Huê, 2977_ Alagadiça_ Campus Universitária do Pici
 FONE-FAX (85) 3366 97 44_ e-mail: lma@ufc.br
 ESTE LABORATÓRIO TEM APROVAÇÃO NACIONAL EM TESTE DE PROFICIÊNCIA EMITIDO PELO PEP-SENAI-CYAL

	Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias Departamento de Tecnologia de Alimentos LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS	
---	--	---

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS

Laud: 03/2012

SOLICITANTE:	JOSÉ CARLOS DE ARAÚJO
ENDEREÇO:	Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Bl. 804, Fortaleza-CE CEP 60.455-900
AMOSTRA ANALISADA:	PIMENTA-DE-CHEIRO A25M048 COMUNIDADE MEL
DATA DA COLETA:	29/01/2012
LOCAL DA COLETA:	Fossa Verde Agrovila do Assentamento 25 de Maio/ São Jonquim, Madalena - CE
METODOLOGIA UTILIZADA:	AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, 2001.

RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS

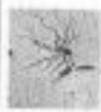
ANÁLISES	PIMENTA-DE-CHEIRO A25M048	*.Resolução - RDC N ^o 12, de 2 de Janeiro de 2001 Ministério da Saúde, BRASIL (2001).
COLIFORMES A 45°C (UFC/ml)	< 10	10 ²
PESQUISA DE <i>Salmonella</i> sp. /25g	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

CONCLUSÃO: A amostra indicativa analisada está DE ACORDO COM OS PADRÕES LEGAIS VIGENTES*.

Fortaleza, 13 de Março de 2012.


 Prof. Evânia Adina T. Piquetinho
 Diretora do Laboratório de Microbiologia de Alimentos
 DTA / CCA / UFC

Av. Mister Huil, 2977, Alagadiço, Campus Universitário do Pici
 FONE-FAX (85) 3366 97 44, e-mail: lma@ufc.br
 ESTE LABORATÓRIO TEM APROVAÇÃO NACIONAL EM TESTE DE PROFICIÊNCIA EMITIDO PELO PEP-SENAI-CTAL

	Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias Departamento de Tecnologia de Alimentos LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS	
---	--	---

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS

Laud: 04/2012

SOLICITANTE:	JOSÉ CARLOS DE ARAÚJO
ENDEREÇO:	Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Bl. 804, Fortaleza-CE CEP 60.455-900
AMOSTRA ANALISADA:	MALVARISCO A25M049 -COMUNIDADE MEL
DATA DA COLETA:	29/01/2012
LOCAL DA COLETA:	Fossa Verde Agrovila do Assentamento 25 de Maio/ São Joaquim, Madalena - CE
METODOLOGIA UTILIZADA:	AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, 2001.

RESULTADOS DA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS

ANÁLISES	MALVARISCO A25M049	*Resolução - RDC N°12, de 2 de Janeiro de 2001 Ministério da Saúde, BRASIL (2001).
COLIFORMES A 45 °C (UFC/g)	< 10	10 ²
PESQUISA DE <i>Salmonella</i> sp. /25g	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

CONCLUSÃO: A amostra indicativa analisada está DE ACORDO COM OS PADRÕES LEGAIS VIGENTES*.

Fortaleza, 13 de Março de 2012.


 Ana AP de Sá, Analista T. 1.º Nível
 800, 00000-000 Fortaleza - CE, Brasil
 85321.5000 / 85321.5000

Av. Mister Hill, 2977, Alagadiça, Campus Universitário do Pici
 FONE-FAX (85) 3366 97 44, e-mail: lma@ufc.br
 ESTE LABORATÓRIO TEM APROVAÇÃO NACIONAL EM TESTE DE PROFICIÊNCIA EMITIDO PELO PEP-SENAI-CTAL

ANEXO C – DADOS ET₀ TANQUE “CLASSE A” E PLUVIOMETRIA

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)	Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)	Data
01/11/2011	9.5	0.0	05/12/2011	9.589	0.0	08/01/2012
02/11/2011	8.446	14.0	06/12/2011	8.726	0.0	09/01/2012
03/11/2011	7.863	0.0	07/12/2011	-	-	10/01/2012
04/11/2011	8.47	0.0	08/12/2011	7.116	0.0	11/01/2012
05/11/2011	7.76	3.2	09/12/2011	4.728	0.0	12/01/2012
06/11/2011	7.513	0.0	10/12/2011	4.172	0.0	13/01/2012
07/11/2011	6.932	0.0	11/12/2011	3.31	0.0	14/01/2012
08/11/2011	6.316	0.0	12/12/2011	2.42	0.0	15/01/2012
09/11/2011	5.632	0.0	13/12/2011	2.12 / 9.305	0.0	16/01/2012
10/11/2011	4.984	0.0	14/12/2011	8.629	0.0	17/01/2012
11/11/2011	3.754	0.0	15/12/2011	7.221	0.0	18/01/2012
12/11/2011	3.48 / 7.864	0.0	16/12/2011	6.38	0.0	19/01/2012
13/11/2011	7.956	0.0	17/12/2011	5.496	0.0	20/01/2012
14/11/2011	7.34	0.0	18/12/2011	4.697	0.0	21/01/2012
15/11/2011	6.378	0.0	19/12/2011	3.781	0.0	22/01/2012
16/11/2011	-	-	20/12/2011	3.37	0.0	23/01/2012
17/11/2011	5.408	0.0	21/12/2011	3.241	0.0	24/01/2012
18/11/2011	3.997	0.0	22/12/2011	-	-	25/01/2012
19/11/2011	3.26	0.0	23/12/2011	-	-	26/01/2012
20/11/2011	2.292/10.459	0.0	24/12/2011	-	-	27/01/2012
21/11/2011	9.924	0.0	25/12/2011	-	-	28/01/2012
22/11/2011	9.628	0.0	26/12/2011	2.586 / 9.33	0.0	29/01/2012
23/11/2011	8.808	0.0	27/12/2011	8.638	0.0	30/01/2012
24/11/2011	8.77	0.0	28/12/2011	7.876	0.0	31/01/2012
25/11/2011	6.91	0.0	29/12/2011	7.113	0.0	01/02/2012
26/11/2011	6.72	0.0	30/12/2011	6.353	0.0	02/02/2012
27/11/2011	5.525	0.0	31/12/2011	5.564	0.0	03/02/2012
28/11/2011	5.4	0.0	01/01/2012	4.533	0.0	04/02/2012
29/11/2011	4.371	0.0	02/01/2012	3.833	0.0	05/02/2012
30/11/2011	3.968	0.0	03/01/2012	3.08	0.0	06/02/2012
01/12/2012	3.72	0.0	04/01/2012	2.382 / 9.71	0.0	07/02/2012
02/12/2011	2.488	0.0	05/01/2012	8.95	0.0	08/02/2012
03/12/2011	1.710 / 9.698	0.0	06/01/2012	8.11	0.0	09/02/2012
04/12/2011	-	-	07/01/2012	-	-	10/02/2012

(continuação)

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)
11/02/2012	5.190	0.9
12/02/2012	4.530	0.0
13/02/2012	-	-
14/02/2012	-	-
15/02/2012	-	-
16/02/2012	5.720	38.6
17/02/2012	6.870	0.0
18/02/2012	6.818	11.0
19/02/2012	6.799	0.5
20/02/2012	7.124	0.0
21/02/2012	6.751	0.0
22/02/2012	6.236	0.0
23/02/2012	5.506	0.0
24/02/2012	4.814	7.8
25/02/2012	5.563	3.6
26/02/2012	5.375	0.0
27/02/2012	-	9.5
28/02/2012	5.168	0.0
29/02/2012	4.842	0.0
01/03/2012	4.206	0.0
02/03/2012	3.291	0.0
03/03/2012	2.782	8.8
04/03/2012	3.136	0.0
05/03/2012	2.669 / 9.754	0.0
06/03/2012	10.108	36.7
07/03/2012	-	-
08/03/2012	8.953	-
09/03/2012	8.246	0.0
10/03/2012	7.674	0.0
11/03/2012	7.264	3.4
12/03/2012	7.086	0.0
13/03/2012	6.596	0.0
14/03/2012	5.642	0.0
15/03/2012	7.31	19.0

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)	Data
16/03/2012	7.31	9.0	19/04/2012
17/03/2012	6.754	0.0	20/04/2012
18/03/2012	-	-	21/04/2012
19/03/2012	5.253	0.0	22/04/2012
20/03/2012	5.54	2.7	23/04/2012
21/03/2012	-	-	24/04/2012
22/03/2012	3.601	0.0	25/04/2012
23/03/2012	2.903 / 9.873	0.0	26/04/2012
24/03/2012	-	-	27/04/2012
25/03/2012	-	-	28/04/2012
26/03/2012	-	-	29/04/2012
27/03/2012	7.942	0.0	30/04/2012
28/03/2012	7.872	5.4	01/05/2012
29/03/2012	7.542	0.0	02/05/2012
30/03/2012	7.037	0.0	03/05/2012
31/03/2012	6.538	0.0	04/05/2012
01/04/2012	5.558	0.0	05/05/2012
02/04/2012	5.226	0.0	06/05/2012
03/04/2012	4.631	0.0	07/05/2012
04/04/2012	4.023	0.0	08/05/2012
05/04/2012	3.625	5.6	09/05/2012
06/04/2012	-	-	10/05/2012
07/04/2012	3.009	0.0	11/05/2012
08/04/2012	-	-	12/05/2012
09/04/2012	2.076/10.604	0.0	13/05/2012
10/04/2012	10.191	0.0	14/05/2012
11/04/2012	9.174	0.0	15/05/2012
12/04/2012	8.614	0.0	16/05/2012
13/04/2012	8.166	0.0	17/05/2012
14/04/2012	7.742	0.0	18/05/2012
15/04/2012	7.265	0.0	19/05/2012
16/04/2012	5.736	0.0	20/05/2012
17/04/2012	6.324	0.0	21/05/2012
18/04/2012	-	-	22/05/2012

(continuação)

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)
23/05/2012	8.362	5.7
24/05/2012	8.053	0,0
25/05/2012	-	-
26/05/2012	6.618	0.0
27/05/2012	-	-
28/05/2012	-	-
29/05/2012	-	-
30/05/2012	-	-
31/05/2012	3.601	0.0
01/06/2012	2.828/10.645	-
02/06/2012	-	-
03/06/2012	8.661	0.0
04/06/2012	7.085	0.0
05/06/2012	7.534	0.0
06/06/2012	-	-
07/06/2012	5.806	0.0
08/06/2012	-	-
09/06/2012	-	-
10/06/2012	-	-
11/06/2012	-	-
12/06/2012	2.796	0.0
13/06/2012	2.074/10.402	0.0
14/06/2012	9.679	0.0
15/06/2012	9.006	0.0
16/06/2012	8.222	0.0
17/06/2012	6.716	0.0
18/06/2012	4.102	0.0
19/06/2012	-	-
20/06/2012	10.898	0.0
21/06/2012	-	-
22/06/2012	9.704	0.0
23/06/2012	-	-
24/06/2012	8.953	0.0
25/06/2012	-	-

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)	Data
26/06/2012	-	-	30/07/2012
27/06/2012	-	-	31/07/2012
28/06/2012	6.167	0.0	01/08/2012
29/06/2012	6.475	5.8	02/08/2012
30/06/2012	-	-	03/08/2012
01/07/2012	-	-	04/08/2012
02/07/2012	4.202	0.0	05/08/2012
03/07/2012	3.588	0.0	06/08/2012
04/07/2012	3.355	2.8	07/08/2012
05/07/2012	2.507	0.0	08/08/2012
06/07/2012	-	-	09/08/2012
07/07/2012	-	-	10/08/2012
08/07/2012	-	-	11/08/2012
09/07/2012	-	-	12/08/2012
10/07/2012	1.226/10.398	0.0	13/08/2012
11/07/2012	9.308	0.0	14/08/2012
12/07/2012	8.611	0.0	15/08/2012
13/07/2012	7.891	0.0	16/08/2012
14/07/2012	7.406	0.0	17/08/2012
15/07/2012	-	-	18/08/2012
16/07/2012	5.887	0.0	19/08/2012
17/07/2012	5.396	0.0	20/08/2012
18/07/2012	4.692	0.0	21/08/2012
19/07/2012	-	-	22/08/2012
20/07/2012	-	-	23/08/2012
21/07/2012	2.514	0.0	24/08/2012
22/07/2012	1.752/10.295	0.0	25/08/2012
23/07/2012	9.078	0.0	26/08/2012
24/07/2012	-	-	27/08/2012
25/07/2012	7.282	0.0	28/08/2012
26/07/2012	-	-	29/08/2012
27/07/2012	5.305	0.0	30/08/2012
28/07/2012	-	-	31/08/2012
29/07/2012	-	-	01/09/2012

(continuação)

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)
02/09/2012	-	-
03/09/2012	6.028	0.0
04/09/2012	5.812	0.0
05/09/2012	-	-
06/09/2012	3.338	0.0
07/09/2012	2.552	0.0
08/09/2012	2.278/10.272	0.0
09/09/2012	-	-
10/09/2012	8.692	0.0
11/09/2012	7.868	0.0
12/09/2012	7.076	0.0
13/09/2012	-	-
14/09/2012	5.367	0.0
15/09/2012	-	-
16/09/2012	-	-
17/09/2012	2.528	0.0
18/09/2012	1.768/10.589	0.0
19/09/2012	9.606	0.0
20/09/2012	8.504	0.0
21/09/2012	-	-
22/09/2012	-	-
23/09/2012	-	-
24/09/2012	4.726	0.0
25/09/2012	3.246	0.0
26/09/2012	2.042	0.0
27/09/2012	0.822 / 9.706	0.0
28/09/2012	8.674	0.0
29/09/2012	-	-
30/09/2012	-	-
01/10/2012	6.172	0.0
02/10/2012	5.286	0.0
03/10/2012	4.366	0.0
04/10/2012	3.748	0.0
05/10/2012	2.653	0.0

Data	Eto TCA (mm.dia ⁻¹)	Leitura Pluviômetro (mm)	Data
06/10/2012	1.502/10.534	0.0	09/11/20
07/10/2012	9.373	0.0	10/11/20
08/10/2012	8.422	0.0	11/11/20
09/10/2012	7.256	0.0	12/11/20
10/10/2012	6.338	0.0	13/11/20
11/10/2012	5.246	0.0	14/11/20
12/10/2012	4.728	0.0	15/11/20
13/10/2012	3.158	0.0	16/11/20
14/10/2012	2.845	0.0	17/11/20
15/10/2012	-	-	18/11/20
16/10/2012	-	-	19/11/20
17/10/2012	-	-	20/11/20
18/10/2012	0.256/10.342	0.0	21/11/20
19/10/2012	9.374	0.0	22/11/20
20/10/2012	8.212	0.0	23/11/20
21/10/2012	7.468	0.0	24/11/20
22/10/2012	6.601	0.0	25/11/20
23/10/2012	5.604	0.0	26/11/20
24/10/2012	4.772	0.0	27/11/20
25/10/2012	3.825	0.0	28/11/20
26/10/2012	2.982	0.0	29/11/20
27/10/2012	1.896/ 9.808	0.0	30/11/20
28/10/2012	8.622	0.0	
29/10/2012	7.238	-	
30/10/2012	6.584	0.0	
31/10/2012	5.466	0.0	
01/11/2012	4.302	0.0	
02/11/2012	-	0.0	
03/11/2012	3.252	0.0	
04/11/2012	2.433	0.0	
05/11/2012	1.864	0.0	
06/11/2012	-	0.0	
07/11/2012	0.558/10.527	0.0	
08/11/2012	9.094	-	

APÊNDICE A – ENTREVISTA APLICADA AOS BENEFICIÁRIOS DO MFV

Data: _____

Comunidade: _____

Identificação

Nome do informante: _____

MFV: _____

O MFV encontra-se em utilização? De que forma? Houve alguma alteração (desligamento de água cinza / negra)?

Há cultivo no MFV? Quais as espécies?

As mudas foram colocadas no local recomendado?

Porte das plantas e quantidades de mudas de acordo com a demanda de esgoto? (relacionar ao nº de pessoas na casa).

O sistema apresentou extravasamento, refluxo de esgoto ou entupimento?

Percebeu a ocorrência de odor no MFV, na área de entorno ou no banheiro?

O local do MFV tem proteção contra predadores? Presença de lixo no local?

Retirada dos rizomas (bananeiras)?

OBS. -----

APÊNDICE B – ENTREVISTA FOCAL COM OS PEDREIROS

Antes do projeto Fossa Verde aqui no A25M o senhor já tinha conhecimento do MFV?

O que vocês acham dessa tecnologia? É diferente das fossas que a comunidade já fazia?

Vocês são chamados para fazer muitas fossas sépticas aqui no A25M?

O que o senhor achou de trabalhar no projeto? Foi fácil?

Você teve algum benefício com esse trabalho?

E depois do projeto, alguém da comunidade chamou o senhor para construir algum MFV?