



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL - UACTA
CAMPUS DE POMBAL – PB

ELISÂNGELA MARIA DA SILVA

**SANEAMENTO RURAL NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: ESTUDO DE
CASO NO ASSENTAMENTO SÃO JOÃO II**

POMBAL (PB), 2012

ELISÂNGELA MARIA DA SILVA

**SANEAMENTO RURAL NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: ESTUDO DE
CASO NO ASSENTAMENTO SÃO JOÃO II**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental como
requisito para a integralização dos
créditos do curso de graduação em
Engenharia Ambiental.

VALMIR CRISTIANO MARQUES DE ARRUDA, Dr.
Orientador

ROBERTO DE SOUSA MIRANDA, Dr.
Coorientador

POMBAL (PB), 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CÂMPUS POMBAL/CCTA/UFCG

S586s Silva, Elisângela Maria da.
Saneamento rural no semiárido paraibano: estudo de caso
no assentamento São João II/ Elisângela Maria da Silva. –
Pombal - PB, 2012.

67 f.

Orientador: Prof.ºDr. Valmir Cristiano Marques de Arruda
Coorientador: Prof.ºDr. Roberto de Sousa Miranda

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) –
UFCG/UACTA.

1. Saneamento rural. 2. Resíduos sólidos. 3. Comunidades
rurais. I Arruda, Valmir Cristiano Marques de. II. Miranda,
Roberto de Sousa. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU – 628.1(1-22)(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL - UACTA
CAMPUS DE POMBAL – PB

**SANEAMENTO RURAL NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: ESTUDO DE CASO NO
ASSENTAMENTO SÃO JOÃO II**

Defendida por:
Elisângela Maria da Silva

Aprovado em: 16 de maio de 2012

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Valmir Cristiano Marques de Arruda - UFCG
(Orientador)



Prof. Dr. Roberto de Sousa Miranda - UFCG
(Coorientador)



Prof^ª. Dra. Érica Cristine Medeiros Nobre Machado - UFCG
(Examinadora interna)



Prof^ª. Msc. Rosângela Gomes Tavares - UFRPE
(Examinadora externa)

POMBAL (PB), 2012

A minha querida mãe que sempre me incentivou e nunca deixou de acreditar em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, em primeiro lugar, pela proteção em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida e por não desistirem em nenhuma dificuldade.

A José Cleidimário, pelos ensinamentos, incentivo e paciência durante a minha formação acadêmica.

Aos meus irmãos, Edicleison e Edson que estiveram ao meu lado durante toda esta caminhada.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Valmir Cristiano Marques de Arruda e Prof. Dr. Roberto de Sousa Miranda por ter aceitado me orientar.

À minha amiga Tatiane Caroline Carneiro, pelo grande apoio durante todos os momentos.

Aos colegas da turma 2007.2 de Engenharia Ambiental, pela companhia em todos esses anos.

Aos professores da UACTA pelos conhecimentos compartilhados.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, que financiou o projeto do qual inspirou este trabalho.

Aos alunos bolsistas do projeto “Estímulo à inovação produtiva, ao manejo sustentável de recursos naturais e à cooperação em assentamentos rurais do Sertão paraibano”, por terem contribuído na construção deste trabalho.

À Associação de moradores do Assentamento São João II, pela ajuda, receptividade, participação e contribuição neste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localização do Assentamento São João II. | 10 |
| Figura 2. “Açude Grande”..... | 14 |
| Figura 3. Tanque de alvenaria..... | 14 |
| Figura 4. Fontes de contaminação de corpos de água: (a) Criação de animais de forma extensiva; (b) uso de agrotóxicos na agricultura. | 15 |
| Figura 5. Formas de transporte de água: (a) Utilização de animais para transporte de água; (b) Bombeamento de água às margens do Rio Piranhas..... | 18 |
| Figura 6. Disposição inadequada dos resíduos sólidos. | 20 |
| Figura.7. Esquema ilustrativo indicando as formas de destinação dos esgotos domésticos no assentamento..... | 21 |
| Figura 8. Sistemas de captação e armazenamento de água de chuva em cisterna. | 23 |
| Figura.9. Alternativa complementar para coleta e armazenamento de água das chuvas..... | 26 |
| Figura.10. Disposição espacial de todos os componentes do sistema simplificado de tratamento de águas superficiais..... | 29 |
| Figura 11. Esquema ilustrativo de um sistema dosador de cloro por gotejamento. | 31 |
| Figura 12. Vista frontal de um canteiro biosséptico..... | 37 |
| Figura 13. Ilustração da “pirâmide” construída dentro da vala para o tratamento dos esgotos domésticos: (a) Vista frontal-diagonal; (b) vista superior-diagonal. | 38 |
| Figura.14. Componentes da fossa séptica biodigestora: (a) vista geral dos componentes montados; (b) vista interna do sistema. | 40 |
| Figura 15. Esquema da fossa biodigestora: (a) montagem do sistema completo; (b) caixa projetada para remoção da matéria orgânica. | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Resumo do dimensionamento de uma cisterna. | 24 |
| Tabela 2. Natureza e quantidade de resíduos sólidos encontrados no Assentamento São João II. | 33 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Destinação dos resíduos sólidos em áreas rurais. | 7 |
| Quadro 2. Distribuição percentual de moradores e tipo de esgotamento sanitário. | 9 |
| Quadro.3. Aspectos observados em relação ao abastecimento de água no Assentamento São João II. | 17 |
| Quadro 4. Formas de destinação dos resíduos sólidos no Assentamento São João II. | 19 |
| Quadro.5. Formas de desinfecção das águas das cisternas propostas para o Assentamento São João II. | 27 |
| Quadro.6. Produtos a base de cloro recomendados para o tratamento diário da água, para a obtenção de cloro livre de 0,4 mg/L. | 31 |
| Quadro 7. Classificação dos resíduos sólidos do Assentamento São João II. | 33 |
| Quadro 8. Código de cores para os diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. | 34 |

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ASA – Articulação no Semiárido Brasileiro
AMVAP – Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paranaíba
CAGEPA – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
CISAN – Conselho Intermunicipal de Saneamentos Ambiental
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPT – Centro de Produções Técnicas
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e o Abastecimento
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovila do Cerrado
OMS – Organização Mundial de Saúde
PET – Politereftalato de etileno
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas Rurais
PVC – Policloreto de Vinila
PCPR – Programa de Combate à Pobreza Rural
RSD – Resíduos Sólidos domésticos
SODIS – Solar Water Disinfection
UFMG – Universidade Federal de Campina Grande

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 3.1 Saneamento no meio rural..... | 4 |
| 3.1.1 Água para abastecimento | 4 |
| 3.1.2 Resíduos sólidos | 5 |
| 3.1.3 Esgotos domésticos | 7 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 10 |
| 4.1 Área de estudo | 10 |
| 4.2 Diagnóstico do saneamento rural | 11 |
| 4.3 Proposta para implantação de saneamento rural | 11 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 13 |
| 5.1 Diagnóstico da área de estudo | 13 |
| 5.1.1 Diagnóstico socioeconômico..... | 13 |
| 5.1.2 Acesso à água | 13 |
| 5.1.2.1 Água para abastecimento/consumo humano | 16 |
| 5.1.3 Aspectos relacionados aos resíduos sólidos..... | 18 |
| 5.1.4 Aspectos relacionados aos esgotos domésticos..... | 20 |
| 5.2 Propostas de Saneamento Rural para o assentamento São João II | 21 |
| 5.2.1 Alternativas para o abastecimento de água | 22 |
| 5.2.1.1 Aproveitamento das águas de chuvas em cisternas..... | 22 |
| 5.2.1.1.1 Dimensionamento de uma cisterna..... | 24 |
| 5.2.1.1.2 Técnicas de tratamento das águas das cisternas | 26 |
| 5.2.1.2 Captação de água superficial | 28 |
| 5.2.1.2.1 Sistema simplificado de tratamento de água..... | 29 |
| 5.2.2 Alternativas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos | 32 |
| 5.2.2.1 Estimativa da produção de resíduos sólidos | 32 |
| 5.2.2.2 Coleta seletiva | 34 |
| 5.2.2.3 Reciclagem..... | 34 |
| 5.2.2.4 Compostagem | 35 |
| 5.2.3 Alternativas para o tratamento dos esgotos domésticos | 36 |
| 5.2.3.1 Soluções a baixo custo..... | 37 |
| 5.2.3.1.1 Canteiros Bio- Sépticos..... | 37 |
| 5.2.3.1.2 Fossa séptica biodigestora..... | 39 |
| 5.2.3.2 Formas de minimizar os impactos negativos dos esgotos | 42 |
| 5.3 Dificuldades de implantação do saneamento rural | 42 |
| 5.4 Projetos existentes na área de estudo..... | 43 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 45 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| APÊNDICES..... | 51 |

RESUMO

Diante do descaso das condições de vida das famílias assentadas e da falta de saneamento ambiental nas áreas rurais brasileiras, este trabalho teve por objetivo diagnosticar o saneamento rural no Assentamento São João II, localizado no município de Pombal - PB, bem como propor alternativas de saneamento adequadas nos aspectos social, econômico e ambiental. Para a realização do diagnóstico, foram aplicados questionários, do tipo estruturado, a um membro de cada família. Fez-se ainda visitas de campo e fotodocumentação para o levantamento de dados referentes à falta e à necessidade de saneamento rural. A partir do diagnóstico de saneamento, foram propostas alternativas de melhoria das condições de abastecimento de água, manejo de resíduos sólidos e destinação sustentável dos esgotos domésticos na área de estudo. A partir dos resultados, verificou-se que a o Assentamento São João II, assim como a maioria das comunidades rurais brasileiras, não apresenta serviços de saneamento rural. Para a melhoria do abastecimento de água foram propostas medidas práticas voltadas ao tratamento e melhor aproveitamento da água em fontes existentes no assentamento. Em relação aos resíduos sólidos, propôs-se a adoção de práticas de coleta seletiva, reciclagem e compostagem, de acordo com as características de cada classe de resíduos. No que se refere aos esgotos domésticos, foram indicadas alternativas de tratamento, reúso e destinação sustentável do efluente, a exemplo da fossa séptica biodigestora, do reúso agrícola do efluente tratado e do canteiro bio-séptico, respectivamente.

Palavras-chave: Saneamento rural; Resíduos sólidos; Comunidades rurais.

ABSTRACT

Faced with the indifference of the living conditions of families settled, and the lack of environmental sanitation in rural areas of Brazil, this study aimed to diagnose the rural sanitation in São João II Settlement, located in the municipality of Pombal - PB, Brazil, and propose appropriate alternative of sanitation in the social, economic and environmental aspects. For the diagnosis, questionnaires were applied to one member of each family. It were carried out still field visits and photo documentation for the data obtaining regarding the lack and necessity of rural sanitation. From the diagnosis of sanitation, alternatives were proposed to improve the conditions of water supply, solid waste management and sustainable disposal of domestic sewage in the study area. From the results, it was found that the *São João II* Settlement, like most rural communities in Brazil, has no rural sanitation services. For the improvement of water supply have been proposed practical measures aimed at treatment and better use of existing water sources in the settlement. In relation to solid waste, it was proposed the adoption of practices from selective collection, recycling and composting, according to the characteristics of each class of waste. In the case of the domestic sewages have been indicated alternatives of treatment, reuse and sustainable disposal of the effluent, such as the bio-septic digester, agricultural reuse of the treated effluent and bio-septic bed, respectively.

Keywords: Rural sanitation, solid waste, rural communities.

1 INTRODUÇÃO

Até a década de 1970, o saneamento era entendido pelas práticas que permitiam sanar os problemas de água e esgotos. Presumia-se com isto que os problemas de saúde humana já estavam resolvidos. Então, percebe-se hoje que, aquelas ações por si só, não foram suficientes para proporcionar saúde e qualidade de vida para uma comunidade, daí surge à necessidade do controle de outros fatores que englobam as atividades de saneamento ambiental e que atuem como instrumento equilibrador das condições dos rejeitos produzidos por ela, de modo que cheguem ao meio natural sem destruí-lo (DALTRO FILHO & SANTOS, 2001).

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, conhecida como a “Lei de Saneamento Básico”, em seu artigo 3º define saneamento básico como “um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”.

No Brasil, o termo rural é habitualmente utilizado em contraposição a urbano, associado à baixa densidade populacional, onde se realizam atividades econômicas diversas (PERES, 2009). A situação rural abrange a população e os domínios recenseados em toda a área situada fora dos limites urbanos, inclusive aglomerados rurais de extensão urbana, os povoados e os núcleos (IBGE, 2010).

Dados do último censo demográfico, realizado no Brasil em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), atestam que o país possui uma população total de 190.755.799 habitantes, sendo que, aproximadamente 84,36% da população brasileira vivem na zona urbana e 15,64% residem em áreas rurais, o que corresponde a uma população de 30 milhões de brasileiros que moram na área rural que em sua grande maioria, vivem sem acesso aos serviços de saneamento, como: água tratada, destino adequado dos esgotos domésticos e resíduos sólidos sem controle de vetores e com dificuldades no manejo da água pluvial.

O saneamento rural é essencial por possibilitar melhoria na qualidade de vida das populações além da preservação dos recursos naturais, a exemplo da água e do solo. Segundo o IBGE (2010), a prioridade de atendimento do saneamento no Brasil ainda é o saneamento urbano, ficando em segundo plano o saneamento em áreas rurais do país. De acordo com o IBGE houve um avanço significativo no atendimento por coleta de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) em áreas rurais no Brasil. Em

1992 apenas 6,7% do total de RSD rurais eram coletados já em 2009 esse percentual passa para 31,6% do total (IBGE, 2009).

Em comunidades rurais, a falta de planejamento possibilita que práticas inadequadas de destinação final de resíduos sólidos e efluentes líquidos sejam cada dia mais comum, tais como o lançamento de resíduos sólidos em corpos hídricos e no solo. Estes fatores contribuem para a contaminação do solo e da água que servem para a manutenção da comunidade e que, na maior parte do ano, são limitados e escassos na região semiárida, o que aumenta ainda mais os impactos socioambientais do local (SILVA et al., 2011).

O município de Pombal – PB, ainda não dispõe de todos os serviços de saneamento ambiental, como reflexo disso, a zona rural do município também não é atendido com estes serviços. No Assentamento São João II, pode-se verificar que este não é atendido com nenhum dos serviços de saneamento básico como, por exemplo: sistema de abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e de esgotos domésticos, assim como, drenagem das águas pluviais.

Diante disto, torna-se importante diagnosticar o saneamento rural no Assentamento São João II, localizado no município de Pombal - PB, bem como propor alternativas de saneamento que sejam adequadas nos aspectos social, econômico e ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Diagnosticar o saneamento rural no Assentamento São João II, localizado no município de Pombal - PB, bem como propor alternativas de saneamento que sejam adequadas nos aspectos social, econômico e ambiental.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico junto aos assentados sobre as formas de abastecimento de água, disposição de esgotos domésticos e dos resíduos sólidos;
- Apresentar formas seguras para tratar e disponibilizar água de abastecimento para a população local;
- Indicar formas adequadas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos;
- Sugerir alternativas sustentáveis para o tratamento e destinação dos esgotos domésticos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Saneamento no meio rural

O saneamento ambiental é um conjunto de ações socioeconômicas que objetiva alcançar salubridade ambiental por meio dos serviços de abastecimento de água de qualidade, coleta e disposição de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção e disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de vetores e doenças que oferecem riscos às populações e demais serviços especializados, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural. A ausência destes serviços implicará em problemas para a saúde pública e do ambiente (NUVOLARI, 2003; BRASIL, 2011).

Segundo dados do IBGE (2010), as regiões Norte e Nordeste do Brasil são as menos atendidas com saneamento, principalmente na zona rural. Fazendo-se um comparativo entre a população urbana e a população no meio rural, no Brasil, existem grandes diferenças entre os índices de atendimento em serviços de saneamento. Em relação ao abastecimento por rede geral de distribuição de água, pode-se dizer que, em áreas urbanas, 89,1% da população é atendida por este serviço, enquanto que, na área rural, tal serviço abrange apenas 17,8% da população.

3.1.1 Água para abastecimento

A região semiárida do Nordeste brasileiro está localizada no “Polígono das Secas”, apresentando precipitação pluviométrica que varia de 200 a 800 mm anuais. Esta região é caracterizada por apresentar eventos hidrológicos extremos como, por exemplo, chuvas intensas e grandes estiagens. Estes eventos periódicos tornam vulneráveis os sistemas hídricos, com fortes impactos negativos sobre as famílias, constituindo um entrave no desenvolvimento socioeconômico de comunidades rurais (SILVA, et al., 2006).

A população da região semiárida do Brasil é de 21 milhões de habitantes, correspondendo a 11% do total da população brasileira. Sendo, aproximadamente, 9,2 milhões de pessoas residentes na zona rural, correspondendo a 43,8% da população do total do semiárido. O abastecimento de água, na zona rural, é realizado em sua maioria, de forma irregular, fazendo-se uso de águas superficiais,

fontes susceptíveis à contaminação, sem nenhum tipo de tratamento (AMARAL et al., 2003; BRASIL, 2011).

Para Amaral et al. (2003), propostas de melhorias da qualidade de água para consumo se tornam muito mais complicadas de serem realizadas no meio rural, pois envolvem diversas instituições públicas e repasse de verbas para o local. Por isso, esses moradores não possuem sistema de saneamento básico, facilitando assim, a contaminação da água por esgotos domésticos.

De acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2009), apenas 32,8% dos domicílios nas áreas rurais possuem redes de abastecimento de água, o restante da população, correspondente a 67,2% do total capta água de fontes que sejam disponíveis como, por exemplo, cisternas, chafarizes, poços, açudes e rios sem nenhum tratamento prévio ou de outras fontes alternativas que são em geral impróprias ao consumo humano.

3.1.2 Resíduos sólidos

Os resíduos sólidos podem ser definidos como matérias resultantes das atividades naturais e, principalmente das atividades do homem em sociedade. Os fatores que regem sua origem e produção são dois, basicamente: o aumento populacional e a intensidade da industrialização (LIMA, 2004). A NBR 10.004/2004 classifica-os quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Esta mesma norma define resíduos sólidos como: resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividade da comunidade, de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

A origem é o principal elemento para a caracterização dos resíduos sólidos. No caso de comunidades rurais, existem ainda os resíduos de origem agrícola, podendo ser descritos como os resíduos advindos da produção vegetal e animal, que representam uma quantidade significativa de resíduos. Os resíduos sólidos rurais assemelham-se aos resíduos sólidos urbanos e correspondem aos resíduos das atividades da agricultura e da pecuária, como, embalagens de adubos, de defensivos agrícolas e de ração, restos de plantações e esterco animal, restos de alimentos, construção civil, vidros, latas, papéis, papelões, plásticos, pilhas e baterias, lâmpadas, entre outros, que podem trazer prejuízos ao meio ambiente. Os

resíduos provenientes de pesticidas são considerados como tóxico e merecem cuidados especiais (DAROLT, 2002; TENÓRIO & ESPINOSA, 2009).

Os resíduos sólidos rurais mesmo sendo bastante diversificados são cada vez mais semelhantes aos resíduos sólidos urbanos. Antigamente, os resíduos sólidos domésticos (RSD) rurais constituíam-se essencialmente por restos orgânicos. Porém, esta situação é bastante diferente na atualidade, em que se verifica um aumento no volume de plásticos, pneus, lâmpadas, aparelhos eletroeletrônicos, pilhas, etc., sendo facilmente identificados nas áreas rurais, por na maioria das vezes estarem dispostos a céu aberto (SCHENIDER et al., 2006).

Os resíduos sólidos constituem uma das grandes preocupações ambientais do mundo moderno (JESUS, 2009). Esta preocupação não fica restrita apenas aos centros urbanos, mas também em comunidades rurais, onde há grande preocupação em relação à questão dos resíduos sólidos, que não são contempladas com coleta e tratamento dos resíduos. Esta preocupação cresce em áreas de assentamentos rurais, onde se percebe uma modificação na forma de ocupação e uso dos solos, em que algumas atividades são desenvolvidas de forma coletiva e outras individuais. Além disso, tem-se o aumento da população residente, concentrada ou não em agrovilas, que gera grandes quantitativos de resíduos oriundos de suas atividades domésticas (SILVA et al, 2011).

No contexto brasileiro, a coleta de resíduos sólidos no meio rural é insuficiente, atingindo apenas 31,6% dos domicílios brasileiros. Já no meio urbano, mais de 98% dos domicílios são atendidos pela coleta de resíduos. A deficiência no gerenciamento dos RSD rurais reflete-se nas práticas de destinação final dos resíduos, em que aproximadamente 70% dos domicílios rurais queimam, enterram ou jogam os resíduos em terrenos baldios, rios, açudes, etc. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada no Brasil em 2009, com relação à coleta de lixo nas áreas urbanas e rurais, a região que se apresenta em situação mais crítica é a região Nordeste. No Quadro 1 mostra-se a destinação dos RSD na área rural.

Quadro 1. Destinação dos resíduos sólidos em áreas rurais.

| % dos domicílios rurais e tipos de destinação dos RSD em 2009. | | | | | |
|--|----------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| Região | Coletado | Queimado ou enterrado na propriedade | Jogado a céu aberto | Jogado em rio ou mar | Outro destino |
| Brasil | 31,6 | 59,0 | 8,5 | 0,3 | 0,4 |
| Nordeste | 19,2 | 65,5 | 15,0 | 0,2 | 0,1 |
| Paraíba | 9,8 | 86,8 | 3,4 | - | 0,2 |

Fonte: Adaptado de IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio 1992/2009.

Em 1992, no Brasil, do total de resíduos gerados na zona rural, 42,6% eram enterrados ou queimados na propriedade. Esse percentual aumentou para 59,0% no ano de 2009. Já a quantidade de resíduos lançados a céu aberto diminuiu de 41,4% para 8,5% (PNAD, 2009).

Na grande maioria das regiões brasileiras o serviço de coleta dos RSD rurais é bastante deficiente. As unidades federativas, segundo o IBGE (2010), que mais se destacam são: São Paulo (82,9%), Rio de Janeiro (80,5%), Distrito Federal (78,2%), Santa Catarina (55,2%), Rio Grande do Sul (54,5%) e Rio Grande do Norte (53,5%). Já os estados com menor cobertura de coleta de RSD rural por domicílio são: Mato Grosso (10,2%), Paraíba (9,8%), Maranhão (6,8%), Tocantins (6,6%) e Piauí (5,8%).

Estas disparidades ocorrem principalmente em virtude de questões políticas existente no país que segundo Palamanos (2000, 213 p.):

(...) a inexistência de uma política nacional que imponha diretrizes aos Estados e Municípios pode ser apontada como uma das causas da situação caótica em que se encontram muitos municípios brasileiros, pois a falta de uma política de âmbito nacional deixa a maioria deles em situação de abandono, pois, apesar de serem autônomos, não possuem a mínima estrutura econômica e técnica para a solução do problema.

3.1.3 Esgotos domésticos

O esgoto doméstico constitui-se na atualidade uma das grandes preocupações das áreas rurais. De acordo com o Programa das Nações Unidas para

o Desenvolvimento - PNUD (2010), a cobertura de serviços de saneamento adequado nas áreas rurais do Brasil atinge aproximadamente 25% dos moradores, número similar à zona rural de muitos países africanos e asiáticos, tais como: Sudão (24%), Nepal (24%), Nigéria (25%), Afeganistão (25%) e Timor Leste (32%).

Os esgotos sanitários são consequência da utilização da água para abastecimento e quando estes não são destinados de forma adequada, lançados a céu aberto, provocam a disseminação de focos de doenças e acabam poluindo e contaminando o solo, as águas superficiais e subterrâneas. Segundo Sperling et al. (1995), o esgoto doméstico contém aproximadamente 99,9% de água e apenas 0,1% de sólidos, e constitui a fração que inclui orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos e os microrganismos. Suas características são em função dos usos ao qual a água foi submetida, podendo variar com o clima, situação social, econômica e os hábitos da população.

Dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e o Abastecimento, indicam que a agricultura de base familiar reúne 14 milhões de pessoas, mais de 60% do total de agricultores, e detém 75% dos estabelecimentos agrícolas no Brasil. Nessas propriedades é muito comum o uso de fossas rudimentares tais como: fossa “negra”, poço, buraco, etc., que podem contaminar águas subterrâneas. Assim, há a possibilidade de exposição dessa população, às doenças veiculadas pela urina, fezes e água, como hepatite, cólera, salmonelose e outras.

Em relação à disponibilidade de atendimento aos serviços de saneamento rural, no Brasil, existe diferença em sua abrangência. No Quadro 2 apresenta-se a distribuição percentual de moradores em domicílios particulares permanentes por tipo de esgotamento sanitário e situação de domicílio no ano de 2009, para o Brasil e a região Nordeste.

Quadro 2. Distribuição percentual de moradores e tipo de esgotamento sanitário.

| Tipo de esgotamento sanitário | Brasil | | Nordeste | |
|-------------------------------|--------|-------|----------|-------|
| | Urbano | Rural | Urbano | Rural |
| Rede coletora | 58,5 | 5,4 | 39,5 | 2,0 |
| Fossa séptica | 20,2 | 19,5 | 24,4 | 14,0 |
| Fossa rudimentar | 16,5 | 48,3 | 29,7 | 45,7 |
| Vala | 1,1 | 4,6 | 1,8 | 6,0 |
| Direto para o rio ou mar | 1,9 | 2,7 | 1,5 | 1,0 |
| Outro destino | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 |
| Não tinham | 1,1 | 19,0 | 2,8 | 31,0 |

Fonte: Adaptado de IBGE, PNAD, 2009.

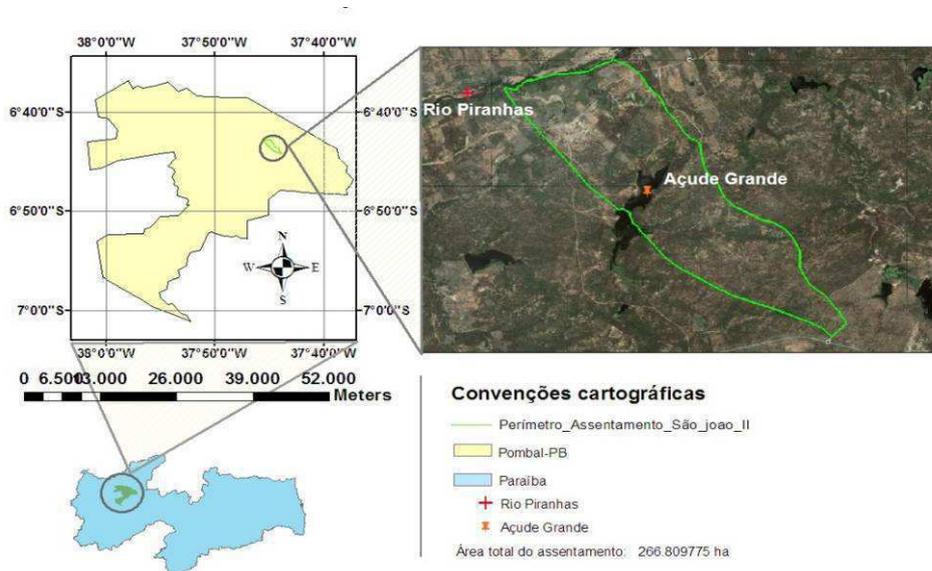
De acordo com o IBGE, na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio em 2009, a prioridade no atendimento do saneamento no Brasil ainda é o saneamento urbano, ficando em segundo plano o saneamento em áreas rurais do país. Nota-se uma grande diferença, de acordo com o Quadro 2, em relação à cobertura dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil onde cerca de 60% da população urbana possui sistema de coleta de esgoto doméstico sendo que na zona rural este valor é de 5,4%.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Assentamento rural São João II localizado no município de Pombal – PB, inserido na Zona Fisiográfica do baixo Sertão do Piranhas, na mesorregião do sertão paraibano (Silva et al., 2011). O Assentamento situa-se às margem do Rio Piranhas, como mostra-se na Figura 1.

Figura 1. Localização do Assentamento São João II.



Fonte: Pesquisa de campo, 2012.

O assentamento São João II é um projeto financiado pelo Programa Nacional de Crédito Fundiário e ocupa uma área de pouco mais de 266 hectares, possui dois acessos: um pela BR 230, a cerca de 9,0 km do perímetro urbano do município de Pombal - PB; e o outro pela BR 427, sentido Pombal - PB para Paulista - PB, totalizando 12,0 km do município de Pombal - PB. A associação é composta por 10 famílias, distribuída em 15 lotes, somando um total de 46 habitantes, ocupando uma área individual de 17,0 ha. O processo de aquisição do assentamento foi implementado no dia 22 de dezembro de 2001 (SILVA, 2009).

A economia do assentamento é baseada na agricultura de subsistência com plantio de milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e mandioca (*Manihot esculento*).

Os assentados produzem banana (*Musa spp.*) irrigada que é comercializada na forma *in natura*, além de algumas frutíferas como: acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), goiaba (*Psidium Guayaba*), manga (*Mangifera indica*), caju (*Anacardium occidentale*) e coco (*Cocos nucifera*) que são beneficiados na agroindústria de polpa de frutas, que foi conveniada pelo Programa de Combate à Pobreza Rural (PCPR) do Projeto Cooperar do Governo Estadual.

4.2 Diagnóstico do saneamento rural

Para a realização deste trabalho, fez-se inicialmente o diagnóstico do saneamento rural no assentamento estudado a partir de visitas de campo, fotodocumentação e aplicação de questionários (Apêndice) compostos por questões objetivas que abordassem os principais aspectos referentes ao saneamento rural, tais como: disposição final dos resíduos sólidos gerados nos domicílios; formas de abastecimento e consumo de água e disposição dos esgotos sanitários. Os questionários foram aplicados a 100% das famílias do Assentamento São João II, sendo que, foi entrevistado apenas uma pessoa de cada residência.

Além dos dados primários, foram obtidos também dados secundários provenientes das seguintes fontes principais: Censo Demográfico 2010 (IBGE), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008) e dados fornecidos pelo Agente Comunitário de Saúde do referido assentamento rural.

A partir dos dados primários e secundários obtidos, fez-se uma análise detalhada das condições de saneamento no referido assentamento, na qual foi possível identificar os principais problemas sociais e ambientais resultantes da falta de conhecimento e prática de saneamento.

4.3 Proposta para implantação de saneamento rural

Para a elaboração da proposta de implantação de saneamento rural no Assentamento São João II, adotou-se com base dispositivos e experiências já realizadas em outras localidades rurais. Para isto, foram utilizados como base: o manual de Saneamento Rural do Conselho Intermunicipal de Saneamentos Ambiental e Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paranaíba (CISAN/AMVAP, 2006); o manual do Centro de Produções Técnicas (CPT, 2009);

Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006) que serviu de apoio para a proposta das fossas biodigestoras; e dados do Instituto de Permacultura e Ecovila do Cerrado (IPEC, 2009) para a proposta de implantação dos Canteiros Biosépticos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Diagnóstico da área de estudo

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos do diagnóstico realizado no Assentamento São João II, no que se refere ao diagnóstico socioeconômico, acesso e abastecimento de água, aos aspectos relacionados aos resíduos sólidos e aos aspectos relacionados aos esgotos domésticos.

5.1.1 Diagnóstico socioeconômico

O Diagnóstico socioeconômico foi realizado a partir das respostas de um membro de cada família do assentamento, podendo ser chefe da família ou a sua esposa, dependendo de quem estivesse em casa no momento da visita.

A partir dos dados levantados por meio da aplicação dos questionários aos assentados do Assentamento São João II, verifica-se que, quanto ao grau de escolaridade dos assentados, 50% dos entrevistados possuem o ensino fundamental incompleto, 10% possuem o ensino fundamental completo, 10% possuem o ensino médio completo, 20% são analfabetos e 10% são analfabeto funcional. A base de subsistência das famílias assentadas é basicamente a, agropecuária e programas sociais do Governo Federal (Bolsa Família) constituindo-se na maior parcela de 67% do total de 100% das famílias entrevistadas.

5.1.2 Acesso à água

O assentamento está situado às margens do Rio Piranhas e dispõe de um reservatório hídrico (açude) (Figura 2), de uso coletivo, duas cisternas de placas pré-moldadas de concreto e quatro tanques de alvenaria (Figura 3) com capacidade individual para 100.000 litros de água. Estes tanques têm ao lado uma “casa de bomba” equipada com sistema “motor-bomba” que é utilizado para o recalque da água do rio Piranhas para estes tanques facilitando o acesso de água para as famílias, que utilizam a água principalmente para fins de irrigação.

Figura 2. “Açude Grande”.



Fonte: pesquisa de campo.

Figura 3. Tanque de alvenaria.



Fonte: pesquisa de campo.

Um dos maiores problemas que os corpos de água apresentam é a não execução de práticas de contenção de erosão de solos no entorno destes, o que contribui para que os rios e açudes passem por processos de assoreamento. Segundo Rodrigues et al., (2010), no assentamento São João II, apenas 11% dos produtores sabem realizar o manejo adequado do solo.

O sistema de criação animal acarreta também um problema em relação à qualidade das águas, uma vez que esta prática no assentamento é caracterizada pela pecuária extensiva, contribuindo para a contaminação de corpos de águas superficiais e subterrâneas, devido ao contato direto dos dejetos animais com estes corpos hídricos, por meio de escoamento superficial e lixiviação, e ainda devido ao uso direto da água de dessedentação animal na mesma fonte usada para consumo humano. A pecuária no assentamento São João II constitui-se de pequenos rebanhos, destacando-se os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos. Na Figura 4a mostram-se os animais soltos às margens do rio Piranhas.

Além do sistema de criação animal, outra prática bastante comum no assentamento é o uso de fertilizantes sintéticos, para correção da fertilidade do solo, e de agrotóxicos (Figura 4b), para o controle de pragas que atacam as culturas agrícolas cultivadas no assentamento.

Figura 4. Fontes de contaminação de corpos de água: (a) Criação de animais de forma extensiva; (b) uso de agrotóxicos na agricultura.



Fonte: pesquisa de campo.

Fonte: pesquisa de campo.

Em relação ao uso de agrotóxicos, dos 100% dos assentados entrevistados, 91% afirmaram fazer uso de algum tipo de defensivo agrícola, tais como, ACTARA @25WG Insecticide e o Confidor Classic, no controle de pragas e doenças das culturas agrícolas. Estes defensivos são nocivos por ser potencialmente cancerígenos e multanogênicos causando grande preocupação quanto ao seu uso em locais onde há grande proximidade com corpos de águas, como é o caso do assentamento estudado, onde as culturas são plantadas às margens do rio, tornando este corpo d'água susceptível à contaminação química, como foi observado na Figura 4b, na qual se mostra um assentado pulverizando suas plantações que ficam nas proximidades do rio Piranhas.

Práticas associativistas e cooperativistas podem ser realizadas no assentamento rural no sentido de colaborar para que este cenário de degradação seja modificado. Estas práticas representam um papel importante no fortalecimento do assentamento rural, uma vez que propiciam atividades econômicas de forma racional que visam resultados comuns. Adicionalmente, as práticas associativistas contribuem e possibilitam o alcance de interesses comuns, além de promoverem o desenvolvimento social em áreas rurais. Tais práticas colaboram para o desenvolvimento e equilíbrio social (RODRIGUES, 2012).

5.1.2.1 Água para abastecimento/consumo humano

Assim como a maioria das comunidades rurais brasileiras o assentamento São João II não possui sistema de abastecimento de água. As fontes de abastecimento de água para o consumo dos assentados são: o Rio Piranhas, um açude (denominado pelos moradores de “açude grande”), as cisternas de placas, que armazenam o volume de água proveniente da precipitação pluviométrica, e a água de abastecimento da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), transportada da zona urbana por duas famílias de assentados.

No Quadro 3 mostram-se as fontes de abastecimento e alguns aspectos relacionados ao consumo de água das famílias do Assentamento São João II.

De acordo com a Quadro 3, verifica-se que 20% dos assentados utilizam águas das cisternas para os usos direto como, beber e cozinhar. Estas cisternas foram construídas no Assentamento São João II pelo Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) executado pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA). Segundo Santos & Silva (2009), este programa é formado por seis componentes principais: mobilização, controle social, captação, comunicação, fortalecimento institucional da sociedade civil e a construção de cisternas.

Verifica-se que 20% dos assentados utilizam como fonte de consumo de água o “açude grande”. Para a realização do transporte da água para as casas, as famílias utilizam carroças de tração animal, como indicado na Figura 5a. Para as famílias que utilizam água de consumo do rio, o transporte acontece de duas formas: por meio da utilização de força animal (Figura 5a), para aqueles que não têm acesso ao sistema motor-bomba; e, para os demais assentados, o transporte de água é feito por tal sistema (Figura 5b), o que possibilita maior facilidade e menores riscos de contaminação da água. Apenas cinco das famílias possuem motor-bomba, correspondendo a 50% do total.

Quadro 3. Aspectos observados em relação ao abastecimento de água no Assentamento São João II.

| | | |
|---------------------------|---|---|
| <p>Rio Piranhas</p> | <p>A água do rio é utilizada para lavagem de roupas, pisos, dessedentação animal, irrigação e, em alguns casos, para o consumo humano direto. Apenas três famílias utilizam a água do rio para o consumo direto, correspondendo a 30% do total.</p> |  |
| <p>Cisterna de placas</p> | <p>Para os usos diretos como, beber e cozinhar, apenas duas famílias do assentamento possuem cisternas de captação e armazenamento de água das chuvas, o que corresponde a um total de 20% das famílias.</p> |  |
| <p>Açude</p> | <p>Verificou-se que 20% dos assentados utilizam como fonte de consumo de água o “açude grande”.</p> |  |
| <p>CAGEPA</p> | <p>Um total de três famílias utilizam outras fontes para o consumo, como por exemplo, os que transportam água do sistema de distribuição de água do município de Pombal - PB, correspondendo a 30% das famílias assentadas.</p> |  |

Fonte: pesquisa de campo.

Para as famílias que utilizam água da CAGEPA, o transporte da água ocorre por conta da própria família, onde elas se deslocam até o município de Pombal - PB e coletam água do sistema de distribuição de água do município em garrafas de plásticos, como indicado no Quadro 3.

Na Figura 5 mostra-se a utilização do sistema motor-bomba e de animais para o transporte de água para as casas e abastecimento dos assentados, bem como a localização do sistema de bombeamento que também é utilizado para irrigação.

Figura 5. Formas de transporte de água: (a) Utilização de animais para transporte de água; (b) Bombeamento de água às margens do Rio Piranhas.

(a)



Fonte: pesquisa de campo.

(b)



Fonte: pesquisa de campo.

5.1.3 Aspectos relacionados aos resíduos sólidos

A ausência de planejamento nas comunidades rurais brasileiras permite que práticas inadequadas de destinação final de resíduos sólidos, tais como: lançamento de resíduos em corpos hídricos, disposição direta sobre o solo, queima não controlada, etc., tornem-se cada dia mais comuns, ocasionando impactos de ordem social, econômica e ambiental. Durante a execução deste trabalho, observou-se que estas práticas inadequadas são comuns no Assentamento São João II devido à inexistência de saneamento rural nesta comunidade.

No Quadro 4 mostram-se as formas mais comuns de destinação final dos resíduos sólidos gerados no Assentamento São João II.

Quadro 4. Formas de destinação dos resíduos sólidos no Assentamento São João II.

| | | |
|-------------------------|---|--|
| Queima | 81,82% das famílias queimam os resíduos gerados em casa como alternativa de tratamento e/ou destinação final. |  |
| Enterra | 9,09% enterram os resíduos. |  |
| Lançamento a céu aberto | 9,09% jogam a céu aberto os resíduos sólidos. |  |

Fonte: pesquisa de campo.

Uma das práticas mais observadas no assentamento é a queima dos resíduos, como plásticos, madeiras, papéis e outros materiais inflamáveis. Isso ocorre, nesta comunidade, porque o lixo não é selecionado e é jogado de forma inadequada, prejudicando o solo e a água, além de causar outros transtornos aos moradores.

Com a queima, os materiais que contêm cloro, como plásticos do tipo Policloreto de Vinila (PVC) podem provocar a formação de compostos altamente tóxicos e cancerígenos (BRAGA et al., 2002).

Apesar das famílias queimarem e enterrarem os resíduos sólidos como alternativa de tratamento e/ou destinação final, durante as visitas de campo observou-se ainda a presença de resíduos sólidos a céu aberto e nas proximidades das residências, como mostrado na Figura 6.

Figura 6. Disposição inadequada dos resíduos sólidos.



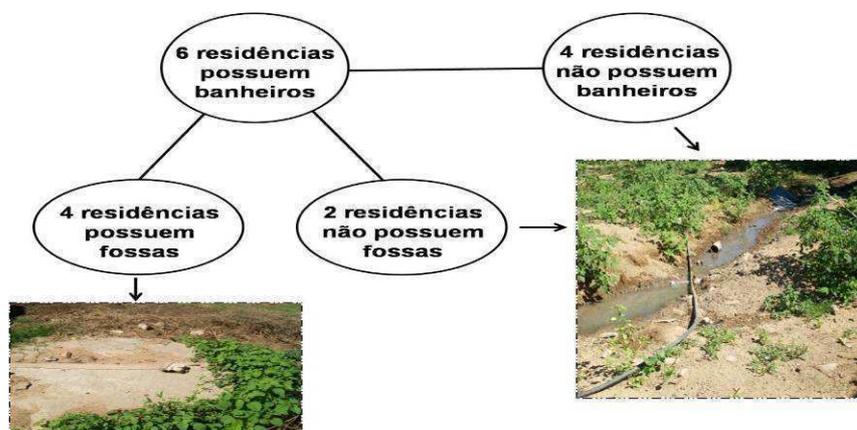
Fonte: pesquisa de campo.

Esta problemática pode ser minimizada a partir de programas voltados à conscientização das famílias e que destaquem às vulnerabilidades impostas pela falta de tratamento e destino adequado dos resíduos sólidos gerados nas áreas do assentamento rural, potencializando-se os riscos de contaminação e/ou poluição dos recursos hídricos e proporcionando graves problemas para o meio ambiente, para a produtividade e para a saúde das famílias. Tais programas podem ser implementados pelos órgãos e instituições responsáveis pelo Assentamento São João II, a partir dos resultados obtidos neste trabalho, que servirão de subsídio para implantação de programas e políticas públicas neste assentamento.

5.1.4 Aspectos relacionados aos esgotos domésticos

A situação dos esgotos sanitários no Assentamento São João II também não difere das demais áreas rurais existentes no Brasil. A comunidade deste assentamento não dispõe de rede geral coletora de esgoto doméstico, o que resulta na destinação inadequada dos efluentes, seja por lançamento a céu aberto ou em fossas "negras". Na Figura 7 apresenta-se a forma de destinação final dos esgotos domésticos no Assentamento São João II.

Figura 7. Esquema ilustrativo indicando as formas de destinação dos esgotos domésticos no assentamento.



Fonte: pesquisa de campo.

De acordo com a pesquisa de campo, 6 residências possuem banheiro e 4 não possuem. Do total das residências que possuem banheiro, apenas 4 são banheiros com fossas e 2 são banheiros sem fossas. As quatro famílias que não possuem banheiro em casa eliminam os esgotos a céu aberto, o que aumenta o risco de contaminação do solo, da água além de expor os moradores do assentamento a doenças de vinculação hídrica.

As residências que possuem instalações sanitárias utilizam fossas como destino final dos esgotos domésticos, sendo que os tipos de fossas identificadas no assentamento estudado são fossas rudimentares do tipo fossa “negra”, construídas em alvenaria de tijolo, sem impermeabilização e nenhuma proteção contra poluição e/ou contaminação do solo e das águas subterrâneas. Portanto, há a possibilidade de contaminação desses fatores ambientais, solo e água, e conseqüentemente de exposição da população local á doenças de veiculação hídrica como hepatite, cólera, salmonelose e outras.

5.2 Propostas de Saneamento Rural para o assentamento São João II

As populações, em geral, são geradoras de grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos. Na zona rural, diferem-se apenas o tamanho da população e o volume de resíduos gerados. Quando esses resíduos são mal conduzidos em áreas urbanas ou em áreas rurais causam diversos problemas sociais, ambientais e de saúde pública.

Diante dos problemas relacionados ao saneamento ambiental na comunidade rural, serão propostas, de acordo com as limitações físicas, socioeconômicas e ambientais do Assentamento São João II, meios alternativos com vistas à melhor adequação do sistema de abastecimento de água, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos e dos esgotos, produzidos neste assentamento rural.

Para se obter êxito na implementação de qualquer programa de saneamento é necessário, inicialmente, um processo educativo que venha a incentivar a aceitação da população, fazendo esta ser parte integrante das ações voltadas ao saneamento.

5.2.1 Alternativas para o abastecimento de água

5.2.1.1 Aproveitamento das águas de chuvas em cisternas

A coleta e armazenamento de água de chuva é uma técnica conhecida em muitos lugares no Mundo, principalmente nas regiões áridas e semiáridas. No Brasil, esta técnica vem recebendo maior atenção nos últimos 25 anos (GNDLINGER, 2000).

Existem diversos tipos de cisternas, sendo o tipo “colonial” o mais utilizado. Neste modelo, as cisternas podem ser classificadas em superficial ou enterrada.

Como citado anteriormente, no Assentamento São João II, duas das dez famílias possuem cisternas em suas residências que foram implantadas pelo P1MC. A partir disto propõe-se as demais famílias o aproveitamento das águas de chuvas em cisternas.

As cisternas são alternativas simples, de fácil manutenção e de baixo custo, e são utilizadas em áreas rurais do semiárido brasileiro visando reduzir as vulnerabilidades climáticas que o semiárido está submetido, estando entre as medidas alternativas que têm sido desenvolvidas na tentativa de mitigar os efeitos das secas prolongadas.

A ASA estima que o custo médio unitário de uma cisterna de placas na zona rural, do modelo ASA/P1MC é estimado em R\$ 850,00 incluindo escavação, aquisição e transporte dos materiais e a construção. O custo final unitário incluindo a capacitação das famílias, educação ambiental, pesquisa tecnológica, monitoramento e avaliação é de R\$ 1.200 (SANTOS & SILVA, 2009).

Na Figura 8 apresenta-se uma cisterna e todos os componentes necessários para a captação e armazenamento da água de chuva.

Figura 8. Sistemas de captação e armazenamento de água de chuva em cisterna.



Fonte: pesquisa de campo.

As cisternas são reservatórios construídos com a finalidade de armazenar água das chuvas captada da superfície dos telhados e de outras superfícies, que posteriormente são conduzidas por tubulações para as cisternas, onde ficam armazenadas (VIANA et al., 2009).

As águas das cisternas rurais no Brasil são utilizadas apenas para os usos domésticos como, por exemplo, beber e cozinhar e, na maioria das vezes, essas águas não recebem nenhum tratamento prévio, daí a importância da segurança sanitária dessas águas para evitar a ocorrência de eventuais contaminações (ANDRADE NETO, 2004).

No caso do assentamento São João II, para a desinfecção das águas das cisternas, as famílias utilizam o hipoclorito de sódio fornecido pelo Agente Comunitário de Saúde do assentamento.

A partir dos dados levantados neste estudo, pôde-se observar que, no Assentamento São João II, apenas duas famílias possuem cisternas para o armazenamento de água das chuvas, correspondendo a 20% do total. Sendo assim, o número de famílias que não possui cisterna é bem maior, ou seja, oito das dez famílias ainda não possuem cisternas para a captação e armazenamento de água das chuvas, o que corresponde a 80% do total.

5.2.1.1.1 Dimensionamento de uma cisterna

Calcula-se a capacidade de uma cisterna em função da demanda de água, da precipitação pluviométrica, da área de captação e do regime de chuvas da região. Para a obtenção da capacidade da cisterna, desconsidera-se o volume de água necessário para o abastecimento do período de chuva, já que neste período não necessitará armazenar água na cisterna. Para isto, é necessário saber a média anual de precipitação da região, dada em mm (VIANA et al., 2009).

A área da superfície de captação deve ser calculada para coletar o volume de água necessário ao enchimento da cisterna. Para tanto, deve-se considerar que as primeiras águas são destinadas à limpeza dos telhados e, portanto, deverão ser descartadas. Deve-se considerar também que parte da água da chuva irá se perder por respingos nas superfícies dos telhados e calhas. Diante disso, inclui-se no cálculo uma relação entre a chuva caída e a chuva recolhida, estimada em 0,70 (VIANA et al.,2009).

Na Tabela 1 mostra-se um resumo do dimensionamento de uma cisterna de placas de concreto para captação e armazenamento de água de chuva proposta para a área de estudo.

Tabela 1. Resumo do dimensionamento de uma cisterna.

| Determinações | Unidade | Expressão | Valores |
|---|---------|--|---------|
| Volume anual ao consumo (V_a) | m^3 | $V_a = N \times L_d \times D$ | 36,5 |
| Área de recolhimento (A). | m^2 | $A = V_a / (0,7 \times P)$ | 74,5 |
| Volume anual a ser recolhido (V). | m^3 | $V = P \times A \times F$ | 36,5 |
| Coefficiente que expressa à relação entre a água recolhida e a precipitada (F). | 0,7 | Estimado | 0,7 |
| Precipitação anual (P). | mm | - | 700 |
| Volume da cisterna (V_c) | m^3 | $V_c = V_a \times n^\circ$ de meses sem chuva/12 | 24,34 |

Onde: P = precipitação anual (mm); L_d = litros/pessoa/dia; D= dias de consumo ao ano (365); N= n° de moradores em uma residência.

Fonte: Adaptado de Viana et al., (2009).

De acordo com Jalfim (2001), o consumo de água em áreas rurais no semiárido brasileiro é de 6,0 L por pessoa/dia, levando em consideração apenas as necessidades prioritárias de beber e cozinhar. Porém, se levar em consideração que a higiene pessoal é também uma necessidade prioritária, esse valor de consumo seria de 20,0 L de água por dia, que segundo Santos & Silva (2009) este valor inferior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que estabelece o mínimo de 50 L/hab/dia de água potável.

Para a comunidade em estudo, foi realizada a seguinte análise:

a) a superfície de captação é de 74,5 m² que é a relação entre a chuva caída e a recolhida é de 0,70;

b) em situações normais de chuvas de 700 mm anual seria capaz de captar e armazenar 36,5 m³ de água por ano (700 mm de Precipitação x 74,5 da área de recolhimento x 0,70 coeficiente F).

c) Considerando-se, por exemplo, que o consumo médio diário de água por pessoa é de 20,0 L, para as regiões que oferecem restrições quanto ao fornecimento de água, então se calcula que, para uma família com 05 pessoas, o consumo em um ano seria de 36,5 m³ de água (20,0 L de água/dia x 5 pessoas x 365 dias do ano) equivalente ao volume captado e armazenado em situações normais de chuvas (700 mm/ano).

d) Então, considerando o volume anual a ser recolhido e o volume demandado por as famílias, o volume de armazenagem é de 24,5 m³ de água na cisterna, como mostra-se a Tabela 5.

Este volume de armazenamento é superior ao modelo proposto pelo Programa de Formação e Mobilização Rural para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais- P1MC que possui como modelo tecnológico de 16 m³ de água permite o consumo diário de 13 litros por pessoa e, segundo a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), devem ser utilizados exclusivamente para beber, cozinhar, lavar as mãos e utensílios domésticos de uso imediato. Se o período de estiagem se estender por 6 a 8 meses o dimensionamento da cisterna seria insuficiente.

Diante disto, as famílias assentadas que possuem cisternas em suas residências buscam alternativas complementar para coletar e armazenar águas das chuvas tais como, armazenamento em “caixas” entre outros (Figura 9).

Figura 9. Alternativa complementar para coleta e armazenamento de água das chuvas.



Fonte: pesquisa de campo.

5.2.1.1.2 Técnicas de tratamento das águas das cisternas

Existem várias técnicas de baixo custo e de fácil aplicação no tratamento das águas armazenadas nas cisternas. O tratamento da água consiste em melhorar suas características físicas, químicas e biológicas, para evitar sua contaminação e adequá-la aos padrões de potabilidade para consumo humano. Para isso, podem-se adotar medidas práticas que visam criar barreiras físicas aos possíveis contaminantes, neste caso, a contaminação pode ocorrer por meio da área de captação, do transporte e do manejo da água para a cisterna e até pela aplicação inadequada de tratamentos da água da cisterna.

Silva (2007) cita que para reduzir os riscos de contaminação recomenda-se o uso de telas nas saídas das tubulações para impedir a entrada de insetos. O desvio das águas das primeiras águas da chuva é outra medida preventiva a ser adotada com objetivo de diminuir as chances de contaminação microbiológica e físico-química da água.

Para o tratamento das águas das cisternas do Assentamento São João II podem ser adotadas medidas simples, fáceis de implantar e de baixo custo, por exemplo: a) uso de cloro; b) fervura; c) sistema SODIS (Solar Water Disinfection).

O Quadro 5 ilustra as formas que podem ser utilizadas na desinfecção das águas das cisternas e que podem ser aplicadas no assentamento rural estudado.

Quadro 5. Formas de desinfecção das águas das cisternas propostas para o Assentamento São João II.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Aplicação de produtos à base de cloro</p> | <p><i>Hipoclorito de sódio a 10%:</i> recomenda-se aplicar 20,0 mL ou duas colheres de sopa para cada 1000 L de água, com tempo de retenção acima de 30 minutos.</p> |  |
| <p>Sistema SODIS</p> | <p>Esta técnica é bastante utilizada há várias décadas em países subdesenvolvidos e consiste em deixar a água não tratada em garrafas PET (polietileno tereftalato) exposta ao sol. Geralmente, adota-se o tempo de seis horas, com o objetivo de melhorar a qualidade microbiológica da água (MORETTO & VIDAL, 2009).</p> |  <p>Fonte: http://www.eluniversal.com</p> |
| <p>Filtração</p> | <p>Consiste no tratamento da água por meio de membranas do tipo “copo cerâmico com carvão ativado” inseridas em filtros de barro ou plástico e que podem ser facilmente adquiridos pelas famílias de assentados. A água tratada deve ser usada preferencialmente para consumo direto ou cocção dos alimentos.</p> |  |
| <p>Fervura</p> | <p>A fervura é outra técnica simples que pode ser usada facilmente pelas famílias para tratar a água para consumo direto e cocção de alimentos. Para eliminação de organismos patógenos, a fervura deve ocorrer até à temperatura de ebulição da água ($\cong 100,0\text{ }^{\circ}\text{C}$).</p> |  |

A desinfecção das águas das cisternas com o uso de produtos à base de cloro poderá ser realizada manualmente, colocando estes produtos dentro do reservatório em doses corretas que variam de acordo com o volume de água a ser tratado e o tipo de produto. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que uma concentração de 0,50 mg/L de cloro residual na água, após um tempo de contato de 30 minutos, garante uma desinfecção satisfatória.

O SODIS é também uma alternativa para a desinfecção das águas das cisternas. Esta técnica baseia-se no efeito térmico da radiação solar. Trabalhos já realizados por outros pesquisadores mostram que esta técnica de desinfecção de água é eficiente na remoção de *Escherichia coli*, assim como de outros microrganismos patogênicos (MORETTO & VIDAL, 2009).

Segundo Meierhofer & Wegilin (2002), o SODIS utiliza a energia solar para a destruição dos microrganismos patogênicos causadores da contaminação da água. Estes microrganismos são vulneráveis a dois efeitos da luz solar: radiação no espectro da luz UV-A (comprimento de onda 400nm) e calor (aumento da temperatura da água). Portanto, a combinação destes dois efeitos implica num aumento da mortalidade dos microrganismos quando comparados à exposição a um único efeito.

Para o bom desempenho deste método (SODIS) alguns pontos devem ser levados em consideração, como, por exemplo, a quantidade de incidência solar e a cor da garrafa de Politereftalato de etileno (PET) a ser utilizada, sendo indicadas cores com alta transmitância, alta absorbância e/ou baixa reflectância dos raios solares. Recomenda-se que a exposição da água aos raios solares aconteça em dias ensolarados ou com poucas nuvens. A cor adequado para a garrafa deve ser transparente e com parte lateral pintada de preto fosco no sentido longitudinal, o que facilita a absorção de calor. A parte pintada deverá ficar voltada para baixo para permitir a transmitância dos raios solares na parte superior e a absorção de calor na parte inferior, de onde o calor será transferido para a água armazenada.

5.2.1.2 Captação de água superficial

Como já mencionado anteriormente, a área de estudo dispõe de duas fontes de água superficial, o Rio Piranhas e o “Açude grande”, que se constituem como fontes de abastecimento das famílias assentadas. O Rio Piranhas é perene,

portanto, possui água disponível durante o ano inteiro. Este rio sofre contaminação externa com frequência, necessitando que seja realizado um tratamento prévio das suas águas antes de serem consumidas pelos moradores.

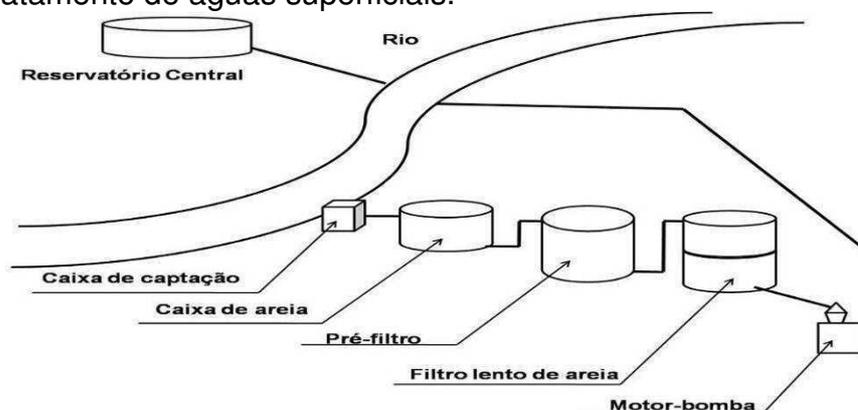
Em relação à implantação de um sistema de distribuição de água de forma individual, o custo de implantação se tornaria inviável, pois as casas no assentamento são extremamente dispersas, distantes e pouco adensadas tornando muito onerosa a implantação de rede de distribuição de água de forma individual.

Diante desta situação, pode-se apresentar como solução a criação de um sistema coletivo em ponto estratégico na comunidade que possa disponibilizar a água em chafarizes de uso coletivo.

5.2.1.2.1 Sistema simplificado de tratamento de água

O sistema simplificado de tratamento de águas superficiais pode ser adotado tanto para propriedades quanto para comunidades rurais, devendo ser construído em um local, de preferência, onde haja um declive natural do terreno, para que o transporte de água em cada componente seja feito por gravidade. Este sistema é composto por: a) caixa de captação; b) caixa de areia; c) pré-filtro; d) filtro lento de areia; e) sistema de bombeamento; e f) reservatório central. Estes componentes estão indicados na Figura 10. (VIANA et al., 2009).

Figura 10. Disposição espacial de todos os componentes do sistema simplificado de tratamento de águas superficiais.



Fonte: Adaptado de VIANA et al., (2009).

A seguir, apresenta-se uma descrição de cada componente do sistema simplificado de tratamento de água descrito por Viana et al., (2009).

a) caixa de captação: essa caixa é construída em alvenaria revestida de cimento e areia, sendo impermeabilizada internamente. O objetivo da construção desta caixa é permitir a entrada de água necessária ao tratamento.

b) caixa de areia: tem a função de remover parte dos materiais em suspensão existentes na água, como, por exemplo, areia e matéria orgânica de menores dimensões. Pode ser construída em alvenaria ou utilizando manilhas de concreto. Na parte interna da caixa deverá existir uma ou duas subdivisões para diminuir a velocidade da água e facilitar a deposição do material suspenso.

c) pré-filtro: construído em alvenaria ou manilhas de concreto pré-moldado e possui grande importância na clarificação preliminar da água. No interior do pré-filtro é utilizado como meio filtrante uma camada de brita zero na qual a água entra na parte superior e sai pela parte inferior do pré-filtro, proporcionando a remoção e oxidação de grande parte da matéria orgânica em suspensão, existente na água.

d) filtro lento de areia: a filtração tem por objetivo a retirada da matéria orgânica finamente dividida, reduzir ou eliminar a passagem de microrganismos da água, permitindo a clarificação da água, e dessa forma permitindo que o cloro aplicado, mesmo em dose baixa (0,20-0,40 mg/L de cloro livre) seja capaz de tornar a água potável.

O filtro lento constitui-se de uma estrutura parecida com a do pré-filtro, podendo ser feito de alvenaria ou de manilhas de concreto pré-moldadas. Após ser revestido com cimento, devem ser colocadas camadas de areia (que atenda aos parâmetros tamanho efetivo e coeficiente de uniformidade) e brita de cima para baixo. Para a camada de brita 1 (um), a altura desta camada deverá ser de 10 cm; camada de brita número 0 (zero), 30 cm de altura; camada de areia limpa, de 60 a 100 cm de altura; e camada de água de 100 a 150 cm de altura.

e) Reservatório central: a água, após tratada, é bombeada para o reservatório central por meio de bombas hidráulicas, de acionamento elétrico, a diesel, álcool, gasolina ou gás natural, ou de acionamento hidráulico.

f) Dosador de cloro: é constituído por uma caixa alimentadora e outra dosadora que podem ser instaladas no reservatório central. A água recebe o tratamento complementar na caixa d'água central por meio da cloração. No Quadro 6 estão descritas as dosagens recomendadas, para cada 1000 L de água tratada, e os produtos indicados para fazer desinfecção diária da água.

Quadro 6. Produtos a base de cloro recomendados para o tratamento diário da água, para a obtenção de cloro livre de 0,4 mg/L.

| Produto | Doses para tratar 1.000 L de água (0,4 mg/L de cloro livre (*)) |
|-----------------------------|---|
| Hipoclorito de sódio a 10% | 40 mL |
| Água sanitária a 5% | 80 MI |
| Hipoclorito de cálcio a 30% | 1,2 g |
| Cal clorada a 25% | 1,6 g |

Fonte: VIANA et al., (2009).

(*) Os cálculos deverão ser ajustados, se o produto apresentar títulos comerciais acima ou abaixo da média indicada.

Como observado no Quadro 6 são vários os produtos à base de cloro que podem ser utilizados na desinfecção das águas de abastecimento.

De acordo com Viana et al. (2009), a solução de hipoclorito de sódio é colocada na caixa alimentadora, que está ligada com a caixa dosadora, por meio de um tubo de PVC rígido de 3/4 de polegadas. No interior da caixa dosadora, existe uma bóia plástica, responsável por manter constante o nível da solução de hipoclorito de sódio, possibilitando uma pressão suficiente para o gotejamento. Próximo ao fundo da caixa existe uma torneira plástica, responsável pelo gotejamento da solução de cloro na água a ser tratada dentro do reservatório. Na Figura 11 está ilustrado o sistema dosador de cloro.

Figura 11. Esquema ilustrativo de um sistema dosador de cloro por gotejamento.



Fonte: Adaptado de VIANA et al. (2009).

Deve-se tomar certo cuidado quanto ao nível de solução de hipoclorito de sódio dentro da caixa dosadora para que o gotejamento seja o mais uniforme possível. O número de gotas deve ser regulado calculando-se a quantidade de cloro necessária para o volume de água armazenada, em um determinado período de tempo. Divide-se essa quantidade de cloro pelo tempo considerado para se

determinar a quantidade de gotas por minuto. Sabendo-se que 1,0 mL da solução de hipoclorito de sódio a 10% contém 10 mg, então, basta-se determinar o número de gotas referente ao gasto de 1,0 mL de hipoclorito de sódio (VIANA et al., 2009).

5.2.2 Alternativas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos

No assentamento estudado pôde-se verificar que as famílias não executam práticas controladas de tratamento e destinação final adequados dos resíduos sólidos gerados em casa. Com base nisto, propõe-se para as famílias a redução da produção de resíduos, por meio do melhor aproveitamento dos produtos consumidos, assim como, a adoção de técnicas de reciclagem e a compostagem, proporcionando melhorias na qualidade de vida dessas famílias assentadas.

A reciclagem e a compostagem são alternativas de tratamento que visam à economia dos recursos naturais, além de amortizar o acúmulo de resíduos sólidos em aterros sanitários ou lixão.

Estas técnicas podem ser ensinadas aos moradores por meio de cursos de capacitação e com auxílio de subsídios para compra de materiais e insumos necessários as suas execuções, que podem ser promovidos e ofertados pelos órgãos e instituições responsáveis pelo referido assentamento ou por meio de projetos de universidades ou centros de pesquisa locais.

5.2.2.1 Estimativa da produção de resíduos sólidos

Considerando a produção de resíduos sólidos domésticos (RSD) de 0,10 kg/pessoa/dia, adotado por Martins et al.,(2009) em estudos em comunidades rurais no Paraná para estimar a produção diária de resíduos sólidos gerados no Assentamento São João II. Sabe-se que a população do assentamento é de 46 habitantes.

Portanto, diariamente são gerados 4,6 kg/dia, tem-se um total de 1,68 toneladas (t) de RDS por ano neste assentamento.

Levando em consideração a composição gravimétrica dos RSD rurais , que é de no mínimo: 50% orgânico, 30% recicláveis e outros (resíduos não recicláveis) com 20%, conforme descreve Brito et al., (2000), pode-se estimar a produção de resíduos produzidos no assentamento. Na Tabela 2 citam-se os tipos e a produção

anual de resíduos sólidos no Assentamento São João II, de acordo com a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, adotada por Brito et al., (2000).

Tabela 2. Natureza e quantidade de resíduos sólidos encontrados no Assentamento São João II.

| Natureza dos RS | (%) | Total em t/ano |
|-----------------------------|-----|----------------|
| Orgânicos | 50 | 0,84 |
| Inorgânicos recicláveis | 30 | 0,5 |
| Inorgânicos não recicláveis | 20 | 0,34 |

No Quadro 7 é apresentada a classificação dos resíduos sólidos, de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004, encontrados no Assentamento São João II.

Quadro 7. Classificação dos resíduos sólidos do Assentamento São João II.

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| Quanto à natureza física | Secos | Garrafas plásticas, latinhas de alumínio, papel, papelão, sacolas e embalagens plásticas, restos de tecidos. |
| | Molhados | Restos de alimentos, pó de café, cascas e bagaços de frutas verduras, legumes, etc. |
| Quanto à composição química | Orgânicos | Restos de alimentos, pó de café, cascas e bagaços de frutas verduras, legumes, ossos, podas das plantas, etc. |
| | Inorgânicos | Garrafas plásticas, latinhas de alumínio, embalagens sacolas e embalagens plásticas, restos de tecidos, etc. |
| Quanto aos riscos potenciais de causar dano ao meio ambiente | Resíduos Classe I- Perigosos | Pilhas e baterias; lâmpadas fluorescentes; embalagens de agrotóxicos. |
| | Resíduos Classe II- Não inertes | Resíduos com características dos resíduos domésticos. |
| | Resíduos Classe III - Inertes | Entulhos de obras de construção civil; vidros. |
| Quanto à origem | Doméstico | Restos de comidas, embalagens, papel higiênico, etc., |
| | Agrícola | Embalagens de agrotóxicos. |

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 10.004/ 2004.

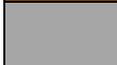
5.2.2.2 Coleta seletiva

A coleta seletiva desempenha um papel fundamental na reciclagem uma vez que os materiais misturados tornam mais onerosos o tratamento, além de torná-lo mais difícil. Os resíduos sólidos podem ser separados por cada família em resíduos orgânicos e inorgânicos. Este modelo de separação é o mais comum, podendo ainda ser separados de acordo com a resolução CONAMA nº 275/2001.

Os resíduos inorgânicos são garrafas plásticas, latinhas de alumínio, papel, papelão, embalagens, sacolas e embalagens plásticas, restos de tecidos, etc. (Quadro 7), que devem ser separados em recicláveis e não recicláveis. Já os resíduos orgânicos são os restos de alimentos, pó de café, cascas e bagaços de frutas verduras, legumes, ossos, podas das plantas, etc.

A Resolução CONAMA nº 275/2001 estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a serem submetidos à coleta seletiva, conforme o Quadro 8.

Quadro 8. Código de cores para os diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.

| Cor | Descrição do RS |
|---|---|
|  | Papel/papelão |
|  | Plástico |
|  | Vidro |
|  | Madeira |
|  | Resíduos perigosos |
|  | Resíduos ambulatoriais e de Serviços de saúde |
|  | Resíduos radioativos |
|  | Resíduos orgânicos |
|  | Resíduos gerais não recicláveis, misturados ou contaminados, não possível de separação. |

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA nº 275 /2001.

5.2.2.3 Reciclagem

Tratamento ou Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos, dentro de padrões e condições estabelecidas pelo órgão ambiental, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, tornando-os em novos produtos, na forma insumos, ou em rejeito. (Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010).

Com base nisto, torna-se necessária uma conscientização sobre os problemas causados pelos resíduos sólidos produzidos nas comunidades rurais, além da busca de alternativas para a disposição e tratamento do lixo que inevitavelmente não pode ser reaproveitado ou minimizado, visando, dessa forma, a sustentabilidade ambiental dos assentamentos.

Os demais resíduos que não são passíveis de compostagem ou reciclagem devem ser depositados em locais previamente escolhidos, onde não ofereçam riscos à saúde do meio ambiente. Entre as alternativas indicadas para a destinação destes resíduos, citam-se: a construção de trincheira, dimensionada de acordo com o volume de resíduos e implantada em locais adequados no tocante a aspectos como: topografia, tipo de solo, profundidade do lençol freático, proximidade de corpos d'água superficiais, etc. A coleta destes, depois de separados e armazenados pelos moradores, por parte da prefeitura municipal local para deposição em aterro sanitário; e em aterro controlado, caso não haja alternativas mais viáveis nos aspectos social, econômico e ambiental.

Entre as alternativas citadas anteriormente, a mais indicada para a área estudada poderia ser a construção da trincheira, já que o município de Pombal - PB não possui aterro sanitário, que seria o local de disposição mais indicado, e nem aterro controlado. Porém, considerando que: a quantidade de resíduos gerados no assentamento, que não podem ser reciclados e nem utilizados para compostagem, é pequena, sendo de aproximadamente 0,34 t por ano; a implantação e, principalmente, a fase de operação da trincheira exigem um conhecimento técnico aprofundado; e o custo econômico para o gerenciamento da trincheira é alto, principalmente por atender a poucas famílias, conclui-se que esta forma de disposição não é viável para o assentamento estudado. Sendo assim, o destino mais adequado para os referidos resíduos seria a coleta, pelo menos uma vez por semana, por parte da prefeitura do município de Pombal - PB, que seria a responsável para a destinação correta desses resíduos, já que este município não tem aterro sanitário.

5.2.2.4 Compostagem

A compostagem é um processo que visa o tratamento biológico dos resíduos orgânicos e apresenta-se como uma das alternativas de tratamento para as áreas

rurais, já que exige, em geral, pequeno investimento financeiro, além de ser de fácil aplicação em comunidades rurais, a exemplo do Assentamento São João II.

As famílias do assentamento podem obter a partir da compostagem a matéria orgânica que pode ser utilizada como adubo orgânico (biofertilizante) nas áreas de produção agrícola e de pastagem. Os materiais orgânicos que podem ser utilizados para a compostagem são: restos de culturas, esterco de animais (equino, suíno, bovino, caprino, ovino e aves) e restos de alimentos. Desta forma, além de produzir adubo natural, o produtor melhora o saneamento da propriedade, erradicando o mau cheiro, a proliferação de moscas e diminuindo a poluição dos recursos hídricos.

5.2.3 Alternativas para o tratamento dos esgotos domésticos

Algumas alternativas simples e de baixo custo podem ser implantadas no Assentamento São João II visando solucionar ou minimizar os problemas dos esgotos domésticos, que são dispostos de forma inadequada em fossas negras ou a céu aberto. Diante disso, torna-se fundamental a proposição e aplicação de técnicas viáveis para a comunidade deste assentamento rural que possibilite a redução dos impactos ambientais negativos causados pela disposição inadequada dos efluentes domésticos.

O manual de saneamento rural do CISAN/AMVAP (2006) descreve que se pode fazer uso de barreiras sanitárias que se constituem na disposição adequada dos esgotos impossibilitando que estes sejam lançados a céu aberto evitando inconvenientes, tais como: mau cheiro, poluição da água e do solo, assim como o contato destes com os alimentos e com o homem.

Estes esgotos depois de tratados podem ser utilizados para diversos fins, entre os quais se cita o uso agrícola, como fertilizante, de modo a não oferecer riscos para a saúde humana. Essas práticas garantem a melhoria na qualidade de vida da comunidade assentada proporcionando-lhes o desenvolvimento local (CISAN/AMVAP, 2006).

Com base nesse contexto, serão indicadas algumas alternativas para o tratamento dos esgotos domésticos do Assentamento São João II, que sejam viáveis nos aspectos social, econômico e ambiental.

5.2.3.1 Soluções a baixo custo

5.2.3.1.1 Canteiros Bio- Sépticos

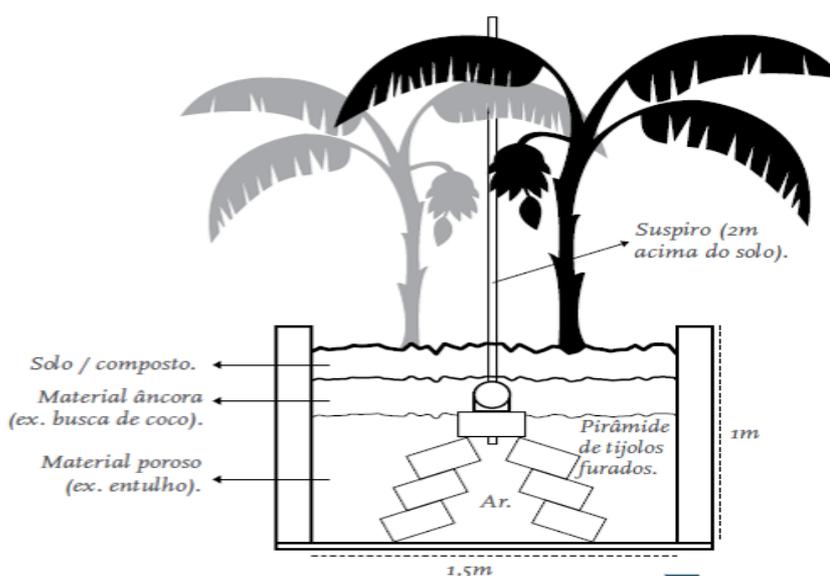
Uma das alternativas para o tratamento a baixo custo e eficiente dos esgotos domésticos no Assentamento São João II é o canteiro bio-séptico.

O canteiro bio-séptico é uma tecnologia acessível e pode atender desde uma pequena comunidade até a um centro urbano que possua um complexo industrial e condomínio. Esta técnica substitui as fossas sépticas que removem apenas os sólidos, não eliminando os microrganismos patogênicos. O canteiro é uma associação da digestão anaeróbica em conjunto com os microrganismos aeróbicos, onde a matéria orgânica é digerida por fungos, insetos e as raízes das plantas, e a água é evapotranspirada, eliminando todo o material contaminado (IPEC, 2009).

Este sistema de tratamento deve ser construído a um nível mais baixo da saída do esgoto para que se possa utilizar apenas a força da gravidade para o transporte do efluente. Porém, se o lençol freático estiver a menos de 2,0 m de profundidade, o canteiro deverá ser construído acima do nível do solo, necessitando que a estrutura hidráulica da casa seja modificada (IPEC, 2009).

A Figura 12 ilustra a estrutura de um canteiro biosséptico para o tratamento de esgotos domésticos.

Figura 12. Vista frontal de um canteiro biosséptico.

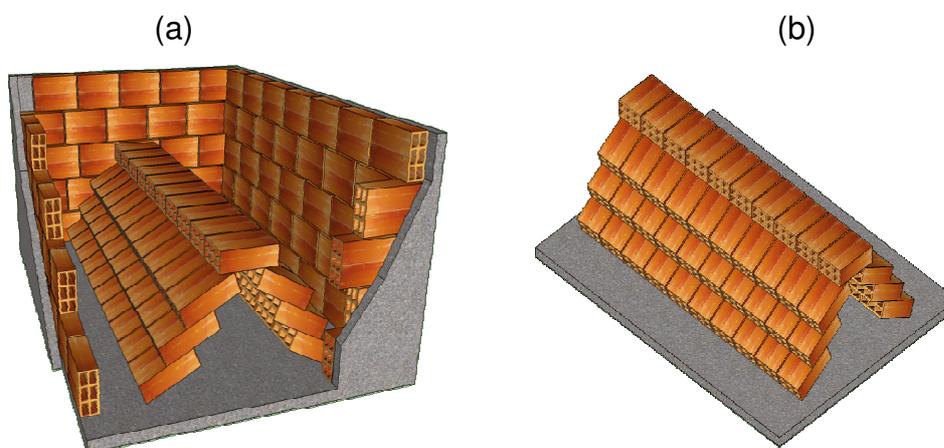


Fonte: IPEC (2009).

De acordo com o IPEC (2009), o volume de esgoto é estimado de acordo com o consumo de água na cozinha e nos banheiros. Sendo assim, devem ser considerados os hábitos de consumo da família, isto é, se houver desperdício de água, aumentando o volume de esgoto a ser tratado no sistema, ele deverá ser maior; se a família é econômica, um modelo pequeno é suficiente para atender a demanda.

Os procedimentos técnicos para a construção do canteiro calculado pelo IPEC (2009), para uma família com média de seis pessoas, são as seguintes: a vala deve possuir 1,0 m de profundidade por 1,5 m de largura e 2 m de comprimento, devendo ser impermeabilizada com alvenaria sobre um contrapiso de 5,0 cm. Dentro desta vala é construída uma câmara de ar, no formato de pirâmide (Figura 13) com tijolos furados, de modo que um espaço seja criado para que o esgoto seja depositado.

Figura 13. Ilustração da “pirâmide” construída dentro da vala para o tratamento dos esgotos domésticos: (a) Vista frontal-diagonal; (b) vista superior-diagonal.



Fonte: Adaptado de IPEC, 2009.

A “pirâmide” deve ser construída de tijolos em que os furos estejam desobstruídos e apontados para as laterais permitindo que os esgotos possam entrar em contato com as raízes das plantas. Dentro da pirâmide existe um espaço de ar permanente, o qual impede o “entupimento” do sistema pelo crescimento das raízes das plantas dentro do espaço de tratamento anaeróbico (IPEC, 2009).

Quando o esgoto entra na pirâmide de tijolos, começa-se o processo de digestão anaeróbica. Alcançando os furos dos tijolos, o esgoto entra em contato com o material poroso e com as raízes das plantas digerindo-se aerobicamente. A entrada dos esgotos pode ser construída ao lado ou no topo da pirâmide (IPEC, 2009).

Um material poroso deve ser colocado na parte externa da “pirâmide” para facilitar o desenvolvimento dos microrganismos decompositores do esgoto. Esse material poroso é facilmente encontrado no assentamento estudado, como, por exemplo, restos de material de construção, “cacos” de cerâmica, outros entulhos, etc. Acima do material poroso, coloca-se uma camada de 20,0 cm de material vegetal, que é bem mais fácil de se encontrar no assentamento que o material poroso. Entre os materiais de origem vegetal que podem ser encontrados no assentamento, tem-se: cascas de coco (*Cocos nucifera*), restos de culturas, palhas, serragem, etc. Após a colocação desse material, pode-se começar a fazer o plantio das espécies vegetais escolhidas para o plantio, que terão por finalidade a evapotranspiração da água. Para o caso do assentamento estudado, pode ser sugerida a bananeira (*Musa spp.*), já que esta já é cultivada no assentamento. Não é indicado o cultivo de tubérculos como mandioca ou batata doce, pois estes ficam diretamente em contato com o esgoto contaminado (IPEC, 2009).

Após as espécies escolhidas serem inseridas no canteiro, estas devem ser bem regadas, pois, mesmo que o sistema já esteja em pleno funcionamento, o líquido do esgoto demora algum tempo para chegar até as raízes das plantas.

5.2.3.1.2 Fossa séptica biodigestora

A EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, São Carlos/ SP, por meio de seus pesquisadores, desenvolveu um sistema de fossa séptica biodigestora anaeróbica para o tratamento biológico dos esgotos domésticos de pequenas comunidades. O sistema foi baseado em sistemas de biodigestores de 1919, em Bobain, Índia (BERTONCINI, 2008). Esta tecnologia foi vencedora, em 2003, do Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social.

Este sistema pode ser usado para o tratamento dos esgotos provenientes do vaso sanitário das residências do Assentamento São João II.

O sistema fossa séptica biodigestora trata somente o esgoto proveniente do vaso sanitário, uma vez que, as águas cinzas contêm restos de detergente e sabão que podem prejudicar o desenvolvimento dos microrganismos que irão decompor a matéria orgânica (NOVAES, 2005 *apud* BERTONCINI, 2008).

O custo de instalação das fossas sépticas biodigestoras varia de R\$ 800 a R\$ 1.200. Os componentes utilizados na instalação desse sistema podem ser encontrados facilmente no mercado. Na Figura 14 apresenta-se uma parte dos componentes desse sistema.

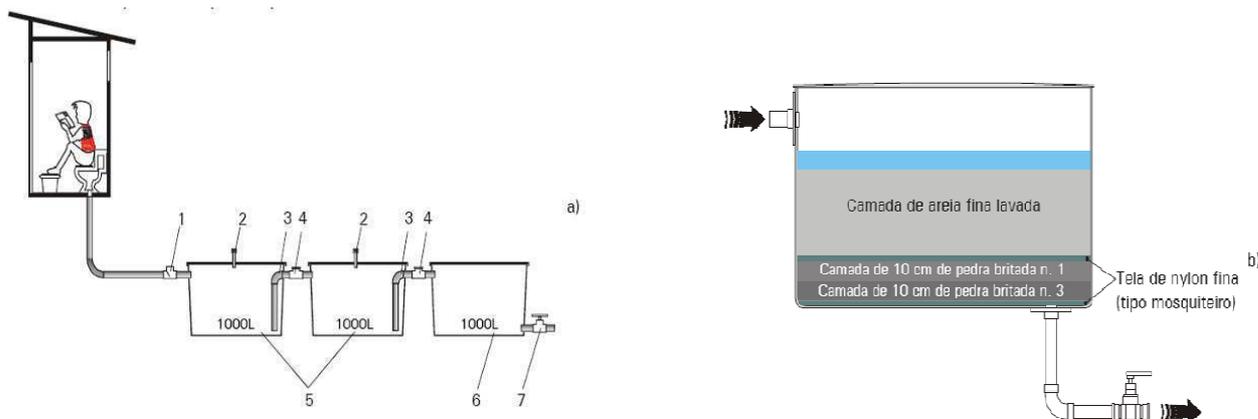
Figura 14. Componentes da fossa séptica biodigestora: (a) vista geral dos componentes montados; (b) vista interna do sistema.



A Figura 15 ilustra o sistema de fossa séptica biodigestora instalado para o tratamento dos esgotos do vaso sanitário, com destaque para a caixa de remoção de matéria orgânica.

Este sistema de tratamento é composto por três reservatórios (Figura 15) com volume de mil litros cada, conectados entre si por tubulações de PVC. Apenas o encanamento dos vasos sanitários é ligado ao sistema de reservatórios, que são enterrados no solo e vedados para impedir a entrada de ar. Na primeira caixa, o esterco fresco é colocado, uma vez por mês, para agilizar o processo de fermentação no ambiente anaeróbico e a posterior eliminação dos microrganismos fecais. Caso não se deseje aproveitar o efluente como adubo e utilizá-lo somente para irrigação, pode-se ainda montar na terceira caixa um filtro de areia, que permite a saída de água sem excesso de matéria orgânica.

Figura 15. Esquema da fossa biodigestora: (a) montagem do sistema completo; (b) caixa projetada para remoção da matéria orgânica.



Fonte: EMBRAPA , (2006) *apud* CISAN/AMVAP, (2006).

A instalação desse sistema de tratamento pode ser feita para tratar o esgoto de apenas uma família de cinco pessoas ou pode ser expandido para que possa tratar o esgoto de um número maior de residências. Levando em consideração que cada pessoa elimine 10,0 litros de dejetos e água, resulta então no fim do dia em 50 litros de esgotos e 1.500 litros por mês em cada residência. Indica-se que as famílias utilizem descargas mais econômicas, que visem o menor desperdício de água. Uma alternativa que atenda este critério é o uso de vaso sanitário com descarga acoplada, no qual se pode controlar o volume de água a ser utilizado. Para dar a partida da fossa utiliza-se esterco bovino por ele apresentar um número variado de microrganismos decompositores que digerem a matéria orgânica anaerobicamente (BERTONCINI, 2008).

Portanto, o efluente tratado neste sistema poderá ser utilizado tanto como adubo, quanto para irrigação no Assentamento São João II, já que as práticas de produção agrícola e pecuária são bastante utilizadas neste assentamento. Além de possibilitar o reaproveitamento do efluente tratado, a utilização deste na forma de adubo ou irrigação de culturas agrícolas e pastagem possibilitará uma economia na compra de fertilizantes sintéticos que têm potencial de causar contaminação do solo e da água, principalmente quando utilizados sem manejo adequado dessas práticas produtivas.

5.2.4 Formas de minimizar os impactos negativos dos esgotos

A reutilização dos esgotos domésticos de forma planejada torna-se uma alternativa de mitigação dos impactos ambientais adversos resultantes da disposição inadequada desses efluentes nas áreas do assentamento, como, por exemplo, contaminação e/ou poluição do solo e da água, odor desagradável e aumento do número de vetores como moscas e mosquitos causadores de doenças. Apesar de não existir tratamento e disposição adequada dos esgotos domésticos no assentamento, os casos de doenças nas famílias, relacionadas a este risco, são bem raros, registrando apenas casos de diarreia em uma das famílias, correspondendo a 9% do total de 100% das famílias, segundo dados fornecidos pelo Agente Comunitário de Saúde do assentamento.

O reúso pode acontecer em diferentes modalidades, tais como: de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não planejadas.

No caso do assentamento estudado, o reúso das águas cinzas (águas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários) é feito de forma não planejada, uma vez que não se adotam nenhuma técnica para a prática. No que se refere ao reaproveitamento das águas cinzas pelos assentados, apenas uma família afirmou reaproveitar as águas em casa para “agoar” (irrigar) plantas e lavar o terraço, o que representa 9,0 % do total de famílias. Outros, 91% das famílias não fazem nenhum tipo de reaproveitamento das águas cinzas geradas em casa.

5.3 Dificuldades de implantação do saneamento rural

A deficiência do saneamento em comunidades rurais do Brasil é bastante elevada. Atualmente, cerca de 90 e 60 % da população urbana brasileira é atendida com água potável e com redes coletoras de esgotos, respectivamente. O déficit, ainda existente, está localizado, nas periferias das cidades, no interior e na zona rural (BRASIL, 2006).

O saneamento rural é de difícil aplicação devido à dificuldade de implementar um sistema coletivo em virtude de aspectos técnicos a exemplo da distância entre os domicílios rurais, o que torna onerosa a implantação do sistema necessitando de um maior investimento financeiro. Outra dificuldade encontrada é na conscientização das famílias que vivem em áreas rurais, tornando-se necessário um processo de

educação sanitária e ambiental, bem como a motivação por meio da demonstração dos benefícios que saneamento proporciona às comunidades, nos aspectos sociais, econômico e ambientais.

A ausência de políticas públicas voltadas ao meio rural também contribui para a problemática do saneamento. Em virtude disso, muitas comunidades rurais ainda não têm rede de abastecimento de água e não possuem banheiro em suas residências.

Os problemas relacionados ao saneamento rural muitas vezes não ocorrem por questões técnicas e econômicas, pois, existem diversas opções de baixo custo e de fácil utilização. O problema é maior devido à dificuldade de aceitação das pessoas a essas novas formas de conduta.

Portanto, além de desenvolver sistemas que sejam eficientes e atendam aos critérios sociais, econômicos e ambientais, necessário se faz também a inserção de programas de conscientização da população rural no sentido de demonstrar as vantagens e benefícios que estes sistemas poderão trazer para a saúde dos moradores e qualidade dos demais fatores ambientais existentes no meio rural.

5.4 Projetos existentes na área de estudo

Os projetos de pesquisa e extensão inseridos do Assentamento São João II por iniciativas da Universidade Federal de Campina Grande-PB e tendo como órgão de fomento o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) visam à melhoria da qualidade de vida das famílias assentadas. Ações de projeto são executadas pelos alunos, professores e colaboradores, bem como a participação das famílias do Assentamento São João II.

Os projetos que estiveram diretamente ligados com o estudo no Assentamento São João II são:

- “Estímulo ao associativismo e a práticas sustentáveis de manejo de recursos naturais em assentamentos rurais do Sertão paraibano”, período de abril a dezembro de 2010, tratou das seguintes questões: Aplicar os instrumentos de gestão da política nacional de recursos hídricos visando melhorar a convivência com o ambiente semiárido e a mitigação dos efeitos da seca; contribuir para a educação ambiental e para construção de novos conceitos para o uso e gestão do ambiente.

Este projeto teve como resultados: incentivo de práticas de conservação e manejo do solo na produção agrícola, visando à sustentabilidade socioeconômica e ambiental; promoção da educação ambiental para a construção de novos conceitos de uso e gestão dos recursos naturais e as práticas de manejo da caatinga, evitando seu uso intensivo, incentivando a proteção dos sistemas hídricos.

- “Estímulo à inovação produtiva, ao manejo sustentável de recursos naturais e à cooperação em assentamentos rurais do Sertão paraibano”, ainda em vigência, trata as seguintes questões: Fomentar estratégias produtivas que visem o desenvolvimento sustentável dos assentamentos rurais a partir de ações inovadoras orientadas pelas dinâmicas socioambientais das famílias assentadas e pelo conhecimento local, para assim fortalecer as associações e permitir o desenvolvimento e consolidação socioeconômica das áreas reformadas.

Estes projetos tornaram-se fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois estes já procuram a promoção da melhor qualidade de vida das famílias assentadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no levantamento de dados referidos ao saneamento rural da área de estudo, verificou-se que as famílias do Assentamento Rural não possuem serviços de saneamento básico, como: sistema de distribuição de água tratada, coleta e tratamento de resíduos sólidos e de esgotos domésticos. Diante desta problemática, foram propostas alternativas que visam minimizar os impactos ambientais negativos que as famílias, e os demais componentes ambientais: solo, água, fauna, etc., sofrem frente à ausência destes serviços.

Para a proposta de solução, ou pelo menos melhoria, dos serviços de tratamento e abastecimento de água, foram indicadas técnicas simplificadas, econômicas e viáveis para o tratamento das águas superficiais, que fossem adequadas para as duas fontes existentes no assentamento: um açude e o rio. Entre as principais técnicas propostas, citam-se: filtração, fervura e a aplicação do sistema SODIS. Todas as técnicas propostas são de fácil aplicação e podem ser aplicadas diretamente pelas famílias do assentamento.

Em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos no assentamento, foram propostas alternativas de tratamento que proporcionasse um melhor aproveitamento dos resíduos gerados por meio da coleta seletiva e da reciclagem para os resíduos inorgânicos. Para os resíduos orgânicos foi proposto o uso da compostagem.

Alternativas simples e que podem ser implantadas foram propostas para o Assentamento São João II visando solucionar ou minimizar os impactos ambientais negativos causados pela disposição inadequada dos efluentes domésticos que são dispostos em fossas negras ou a céu aberto. Para isto, foi indicado o uso de canteiro biosséptico que é uma alternativa de tratamento a baixo custo e eficiente dos esgotos domésticos no Assentamento São João II.

Outra alternativa proposta foi o uso do sistema de fossa séptica biodigestora anaeróbica para o tratamento biológico dos esgotos domésticos do assentamento. O esgoto tratado neste sistema poderá ser utilizado tanto como adubo, quanto para irrigação, já que as práticas de produção agrícola e pecuária são bastante utilizadas neste assentamento, resultando em uma economia na utilização da compra de fertilizantes sintéticos que são potenciais causadores de poluição e contaminação do solo e da água.

É importante salientar que os resultados desse trabalho devem ser encaminhados às organizações e instituições que atuem ou que sejam responsáveis pela “gerência” do Assentamento São João II, para que possam avaliá-los e, a partir destes, elaborar políticas voltadas à melhoria das condições de vida das famílias assentadas.

Portanto, a partir das alternativas propostas para o saneamento rural no Assentamento São João II, espera-se uma melhoria nos serviços de saneamento nesta comunidade rural, bem como, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade de vida das famílias e maior qualidade ambiental dos recursos naturais dessa área rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ANDRADE NETO, C. O. **Proteção sanitária das cisternas rurais**. In: Simpósio LUSO-BRASILEIRO De Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004, Natal, RN: Anais. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES/APESB/APRH.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 10.004-2004**; Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BERTONCINI, E. I. **Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola**. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, [São Paulo], 2008.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N. & JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª. Reimpressão. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 275** de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília-DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2001.

BRASIL. **Lei Federal Nº 11.445** - Estabelece Diretrizes básicas para o Saneamento, 05 de Janeiro, 2007.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305** - Estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, 02 de Agosto, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades/SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2006**. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRITO, K. G. Q; PEREIRA NETO, J.T; CEBALLOS, B. S. O. **Estimativa dos Ganhos Sócio-Econômicos Obtidos com a reciclagem e Compostagem de lixo de Coimbra – MG estudo do Caso**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27., 2000, Porto Alegre/ RS.

DALTRO FILHO, J. D; SANTOS, D. C. G. **Soluções Alternativas de Saneamento Ambiental para um Assentamento do INCRA em Sergipe**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa. Anais... 2001. Rio de Janeiro: ABES 2001. CD-ROM.

DAROLT, M. R. **Lixo Rural: Entraves, Estratégias e Oportunidades**. 2002, Ponta Grossa.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Projeto Fossa Biodigestora**. Disponível em: < URL

http://www.cnpdia.embrapa.br/noticia_11062007.html>. Acessado em 09 de maio/2012.

ESTUDIO PONE EM DUDA DESIFECCIÓN SOLA DE ÁGUA. Disponível em: <<http://www.eluniversal.com.mx/articulos/55181.html>>. Acessado em 10 de maio/2012.

GNADLINGER, J. **Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais.** Juazeiro – BA: IRPAA, 2000. 40p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico:** Dados Distritais. Secretaria de Planejamento da Presidência da República: 2010. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** : 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios:** 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DO CERRADO. **Canteiros Biosépticos.** Ecocentro IPEC 2009. Disponível em: <<http://www.ecocentro.org/>>. Acesso em: 30 abril. 2012.

JALFIM, F. T. **Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande-PB. Anais... Campina Grande-PB, 2001.

JESUS, T. **Educação Ambiental: Cidadania, gestão municipal e responsabilidade ambiental.** Editora: Universitária UFPB, 2009. cap. 11.

LIMA, M. Q. **Lixo: Tratamento e Biorremediação.** 3ª ed. cidade. Editora Hemus, 2004.

MANUAL DE SANEAMENTO RURAL. Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental - CISAN e Associação dos Municípios de Microrregião do Vale do Parnaíba - AMVAP. Uberlândia/MG, 2006.

MARTINS, L. F. V; ANDRADE, H. H. Borsato; PRATES, K. V. M. C. **Diagnóstico quali-quantitativo dos resíduos sólidos domiciliares gerados no Assentamento rural Luz, Luiziana/Paraná.** ISSN 1980-0002. SaBios: Revista de Saúde e Biologia, Campo Mourão, PR, v.4, n.2, p.14-20, jul./dez. 2009.

MEIERHOFER, R; WEGELIN, M. **Desinfecção Solar da Água: Guia de Aplicações do SODIS.** Dübendorf, 2002.

MORETTO, C; VIDAL, C. M. S. Uso do sistema SODIS para desinfecção de águas. In: **Semana de Engenharia Ambiental, 4, 2009, Irati, PR.**

NOVAES, A.P. **Fossa séptica biodigestora e clorado Embrapa. Qualidade de vida na agricultura familiar.** In: WORKSHOP: “Esgoto doméstico em propriedades rurais: uma alternativa de preservação ambiental e uso racional na agricultura” Estudo de Caso: 2005, Piracicaba, SP. CD-ROM.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** 1ª Ed. São Paulo/ SP Edgard Blucher:, 2003. 520 p.

PALAMANOS, K. G. **Aspectos sócio-jurídico-ambientais da poluição por resíduos sólidos urbanos: Um estudo de caso.** 2000. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis.

PERES, F. **Saúde, trabalho e ambiente no meio rural brasileiro.** Ciência e Saúde Coletiva, 2009; 14(6); p. 1995-2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v14n6/07.pdf> 2010>. Acessado em: 30 Abril. 2012.

RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO (RDH) de 2010. PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

RODRIGUES, A. B. **Associativismo e práticas ambientais sustentáveis em assentamentos rurais do Sertão paraibano.** 2012. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

RODRIGUES, A. B. MIRANDA, R. S; SOUTO, L. S; FEITOSA, P. H. C; SILVA, E. M; VASCONCELOS, U. A. A. **Estímulo ao associativismo e a práticas sustentáveis de manejo de recursos naturais em assentamentos rurais do Sertão.** 2010. Relatório de Projeto de extensão - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

SANTOS, M. J; SILVA, B. B. **Análise do Modelo Conceitual e Tecnológico do Programa Cisternas Rurais em Sergipe.** Revista Engenharia Ambiental – Ciência e Tecnologia. Espírito Santo do Pinhal-SP. v. 6, n. 2, p. 464-483, mai /ago 2009. ISSN: 1809-0664.

SILVA, M. M. P; OLIVEIRA, L. A; DINIZ, C. R; CEBALLOS, B. S. O. **Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba.** REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA ISSN 1519-5228. N. 1 ANO, 2006.

SILVA, C. V; PADUA, V. L; PADUA, G, M; BORBA, G. L. A; SILVA, L. A. **Avaliação dos sistemas de captação/armazenamento de água de chuva construídos em comunidade rurais do município de Araçuaí/MG, e os cuidados da população com a água armazenada.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24., 2007, Belo Horizonte, MG.

SILVA, M. P. N. S. **Assistência técnica e associativismo em assentamentos rurais do INCRA e do Crédito Fundiário.** 2009. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal.

SILVA, E. M; SILVA, R. B; FEITOSA, P. H. C. **Educação Ambiental como Ferramenta Fundamental para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Produzidos em Assentamentos Rurais no Sertão Paraibano.** In: II Congresso Nacional de Educação Ambiental e IV Encontro Nordestino de Biogeografia. 2011, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa. 2 CD-ROM.

SPERLING, M. V; COSTA, A. M. L. M; CASTRO, A. A. **Esgotos Sanitários.** In: Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para Municípios. V. 2., 1995. Belo Horizonte, MG.

SCHEINEIDER, V. E. FINOTTI, A. R. PANAROTTO, C. T. DALCIN, R. BERTOLINI, E. G. PERESIN, D. **Resíduos Sólidos no Meio Rural- Análise dos Sistemas de**

Gerenciamento Utilizados em 33 Municípios da Serra Gaúcha _RS/Brasil. IN: Congresso Internamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 30., 2006.

TENÓRIO, J. A. S; ESPIMISA, D. C. R: **Curso de Gestão Ambiental.** Capitulo V: Controle Ambiental de Resíduos. 4ª Edição. Baurueri, SP: Manole, 2009.

VIANA, F. C; LOPES, J. D. S; LIMA, F. Z. **Manual de Tratamento de água no meio rural.** Viçosa, CPT, 2009.

APÊNDICES

Apêndice 1

Questionário aplicado na comunidade rural do assentamento São João II.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL

QUESTIONÁRIO

1. Identificação

1.1 Nome do

produtor: _____

2. Dados socioeconômicos:

2.1 Número total de pessoas na família () Masculino _____ Feminino _____

Faixa etária: 0-7 ___ 8-14 ___ 15-18 ___ 19-25 ___ 26-35 ___ 36-45 ___ 46-45 ___ >65 ___

2.2 Escolaridade:

Ensino fundamental: completo _____ incompleto _____

Ensino médio: completo _____ incompleto _____

Ensino superior: completo _____ incompleto _____

Analfabeto _____ Analfabeto funcional _____

2.4 Total de pessoas economicamente ativa na família? () Masculino ___ Feminino ___

2.5 Escolaridade: até a 4ª série ___ até a 8ª série ___ ensino médio incompleto ___
ensino médio completo ___ analfabeto ___ superior incompleto ___ superior
completo ___ escolaridade do produtor _____

2.5 Qual a base de subsistência da família?

() Agricultura () Aposentadoria () Pecuária ()

Outros _____

2.7 Quem administra a família

? _____

2.8 Residências do produtor: casa rural () () cidade

3. Informações gerais sobre o assentamento:

3.1 Tem acesso a áreas coletivas do assentamento?

(). Não () Sim Qual? _____

3.2 Existe área com agricultura permanente no lote da família?

() Sim () Não

3.3 Com que frequência o técnico especializado em agropecuária presta assistência ao assentamento?

() Ocasionalmente () Regularmente () Não recebe assistência técnica?

3.4 Qual o órgão ou instituição presta assistência técnica no assentamento?

3.5 Com que freqüência você segue as orientações dadas pelos extencionistas?
() Sempre () Às vezes () Nunca

4. Dados de instituições:

4.1 Existe associação ou cooperativa no assentamento?
() Sim. Qual o nome? _____ () Não

4.2 Acha importante a associação dentro do assentamento?

() Sim () Não. Por

quê? _____

4.3 Você participa das atividades da associação ou cooperativa?

() Sim () Não (em caso negativo avançar para pergunta 5.1)

4.5 Qual a freqüência com que você vai às reuniões?

() Sempre () Às vezes () Nunca

4.6 Participa das atividades coletivas no assentamento?

() Sempre () Às vezes () Nunca

5. Variável de habitação

5.1 Tipo de tratamento da água de consumo (beber)

() nenhum () fervida () filtrada () hipoclorito de sódio

5.2. Possui banheiro em casa?

() sim () não

5.2.1 () sem fossa () Com fossa Tipo da fossa _____

5.3 Eliminação dos resíduos sólidos

() coleta enterra () queima () lança a céu aberto () enterra

5.4 Qual o destino das embalagens vazias de agrotóxicos?

() Vendidas () Largadas no campo () Reaproveitadas () Queimadas ou enterradas () Devolvidas ao comerciante () Outros destinos

5.6 Onde faz o tratamento do esterco dos animais do estabelecimento?

() Não faz tratamento () Composteira () Biodigestor () Esterqueira () Outro local

6. Variável de recursos hídricos:

6.1 Qual a fonte de água para o consumo humano?

() Rio () Poço () Açude () Cisterna ()

Outros _____

6.2 Durante os períodos de estiagem esta fonte de água seca?

() Sim () Não

6.3 Qual a fonte de água para agricultura?

() Rio () Poço () Açude () Cisterna ()

Outros _____

6.4 Durante os períodos de estiagem esta fonte de água seca?

Sim Não

6.5 Qual a fonte de água para a pecuária?

Rio Poço Açude Cisterna

Outros _____

6.6. Durante os períodos de estiagem esta fonte de água seca?

Sim Não

6.7 Qual a forma de abastecimento domiciliar?

Latas Animais Carro pipa Canalizada

6.8 Onde ocorre a eliminação das águas residuais?

Fossa Eliminação livre Outros _____

6.9 Há reaproveitamento das águas residuais? Se Sim, em quê?

Sim _____ Não

6.10 Existem ações educativas visando à economia da água?

Sim Não

6.11 Existem praticas de irrigação em sua propriedade?

Sim Não

Qual o tipo? Localizada Aspersão Gotejamento

Outros _____

6.12 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar:

Sim qual _____ Não

7. Variável de manejo do solo:

7.1 Qual o nível de importância das atividades agropecuárias para o assentamento?

Pequeno Médio Grande

7.2 Quais os principais produtos cultivados na sua propriedade?

Milho Algodão Feijão Outros

7.3 Utiliza força animal e /ou mecânica nos trabalhos do estabelecimento?

Animal Mecânica Não utiliza

7.4 Qual tipo de sistema de manejo em que você utiliza em sua propriedade?

Convencional Reduzido ou Mínimo Queimadas Rotação de Culturas

Plantio Direto

7.5 Utilizam agrotóxicos para o controle de pragas e/ou doenças em vegetais?

Sim Não

7.6 O Sr.(a) utiliza da vegetação para o uso domestico ou para uso comercial? Se sim, para que?

Faz sem replantio Não faz Faz com replantio

Finalidades _____

7.7 Existe áreas de pastagem em sua propriedade?

Sim Não

7.8 Existem áreas erodidas em sua propriedade?

Sim Não

7.9 Existem áreas que antes eram cultiváveis e hoje são improdutíveis? Se sim, a que se deve este fato?

() Sim _____ () Não

7.10 Exploração da terra: intensiva irracional () extensiva irracional ()
racional ()

7.11 Conflitos ambientais:

Não () Sim () quais(?) _____

8. Variável Máquinas e Verticalização

8.1 Possui máquinas agrícolas e/ou implementos:

() Nenhum () Alguns () Principais () Todos

8.2 Possuem equipamentos adequados para transformação de matéria prima:

() Sim () Não

9. Variável Administração Rural

9.1 Planejamento da produção: () Não faz () Faz empiricamente ()

Acompanhamento técnico

9.2 Ofertas contínuas dos produtos: () Sim () Não , por que:

() Não comercializa () Comercializa o excedente () Produz para
comercialização

7.10 O que o Sr(a) acredita ser um fator que impede o desenvolvimento do
assentamento?

Observações _____

