



ARTIGO CIENTÍFICO

Diagnóstico e proposições para adequações de saneamento em assentamento rural no Semiárido da Paraíba

Diagnosis and propositions for adjustments in sanitation in the rural settlement in the Paraíba Semiarid

Elisângela Maria da Silva^{1*}; Valmir Cristiano Marques de Arruda²; Roberto de Sousa Miranda³; Rosângela Gomes Tavares⁴; Márbara Vilar de Araújo Almeida⁵

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 e propor medidas para adequações do saneamento rural no Assentamento São João II, localizado no município de Pombal, Paraíba, propondo 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 destinação sustentável dos esgotos domésticos, manejo de resíduos sólidos e melhoria das condições de abastecimento de água, e na área de estudo. Verificou-se que o Assentamento São João II, assim como a maioria das comunidades rurais brasileiras, não apresenta serviços de saneamento rural. Para a melhoria da situação dos esgotos domésticos, foram indicadas alternativas de tratamento e destinação sustentável do efluente, a exemplo da fossa séptica biodigestora e do canteiro biosséptico, respectivamente. 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 ao abastecimento de água foram propostas medidas práticas voltadas ao tratamento e melhor aproveitamento da água em fontes existentes no assentamento. Todas as técnicas propostas são de fácil aplicação e podem ser aproveitadas diretamente pelas famílias do assentamento.

Palavras-chave: Comunidades rurais; Esgotos domésticos; Características socioeconômicas.

Abstract: In the face of neglect of the living conditions of asseated families and the lack of environmental sanitation in the Brazilian rural areas, this study aimed to diagnose and propose measures for adequacy of rural sanitation in the São João II settlement, located in the municipality of Pombal - Paraíba, as well as propose appropriate sanitation alternative in the social, economic and environmental aspects. For the diagnosis realization, questionnaires were applied, of the structured type, to one member of each family. It was done field visits and photodocumentation for the data lifting referring to the lack and necessity of rural sanitation. From the diagnosis of sanitation, alternatives were proposed sustainable disposal of domestic sewage, solid waste management and improvement of the conditions of water supply, and in the study area. From the results, it was found that the *São João II* Seating, as well as most rural Brazilian communities, has no rural sanitation services. For the improvement the situation of the domestic sewages, have been indicated alternatives of treatment and sustainable disposal of the effluent, as such as the biodigester septic tank and of the biosseptic bed, respectively. 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. With regard to the water supply of have been proposed practical measures aimed at treatment and better exploitation of water in existing water sources in the seating. All proposed techniques are easy application and can be used directly by settlement families.

Key words: Rural communities; Domestic sewage; Socioeconomic characteristics.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 17/05/2017; aprovado em 30/09/2017

¹Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental pela, Universidade Federal de Campina Grande; E-mail: elisa_maria18@hotmail.com

²Professor Adjunto II do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco; E-mail: sanitarista@hotmail.com

³Professor do Centro de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande; E-mail: robertosmiranda@yahoo.com.br

⁴Professora do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco; E-mail: r.tavares@dtr.ufpe.br

⁵Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande; E-mail: marbara_vilar@hotmail.com



INTRODUÇÃO

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).

No Brasil, o saneamento básico, constitui-se em um direito assegurado pela Constituição Federal e definido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Conforme essa lei, saneamento básico pode ser entendido como sendo um conjunto de medidas que visa preservar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorarem a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitando as atividades econômicas (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

O Brasil possui uma população total de 190.755.799 habitantes, sendo que, aproximadamente 84,36% e 15,65% do total nacional vivem na zona urbana e rural, respectivamente. Isso corresponde a uma população de 30,5 milhões de brasileiros que habitam na área rural sem acesso aos serviços de saneamento básico (IBGE, 2010).

As regiões Norte e Nordeste do Brasil são as menos atendidas com saneamento, principalmente na zona rural. De acordo com dados do SNIS 2015, na região Norte do país apenas 16,42% do esgoto é tratado, e o índice de atendimento total é de 8,66%. A pior situação entre todas as regiões. Já no que se refere a região Nordeste, apenas 32,11% do esgoto é tratado.

Fazendo-se um comparativo entre a população urbana e a população no meio rural, no país, existem grandes diferenças entre os índices de atendimento em serviços de saneamento.

Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios PNAD/2014, apenas 34,5% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. No restante dos domicílios rurais (65,5%), a população faz uso de água captada em chafarizes e poços protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente inadequadas para consumo humano.

De acordo com dados do IBGE, houve um avanço significativo, por exemplo, no atendimento por coleta de Resíduos Sólidos Domésticos (RSD) na zona rural. Em 1992, apenas 6,7% do total de RSD rurais eram coletados já em 2009, esse percentual passa para 31,6% do total. 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, esse serviço abrange apenas 17,8% da população, evidenciando que a prioridade de atendimento do saneamento no Brasil ainda é o saneamento urbano, ficando em segundo plano o saneamento em áreas rurais (IBGE, 2010).

No município de Pombal, conforme Araújo et al. (2016), o atendimento de água por rede geral de abastecimento na área rural é inexistente ou insuficiente; isso

pôde ser comprovado por meio de informações obtidas junto a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). No que se refere à cobertura desse mesmo serviço na área urbana, o índice de atendimento à população é de 100%.

Assim, por meio deste estudo, pretende-se que os dados obtidos forneçam subsídios para estabelecimento de programas sociais que visem à melhoria da qualidade de vida da comunidade pesquisada, pela gestão pública. Como também, instrumento de consulta, frente a poucos dados disponíveis pelas instituições públicas sobre as condições de vida das famílias residentes em assentamentos rurais.

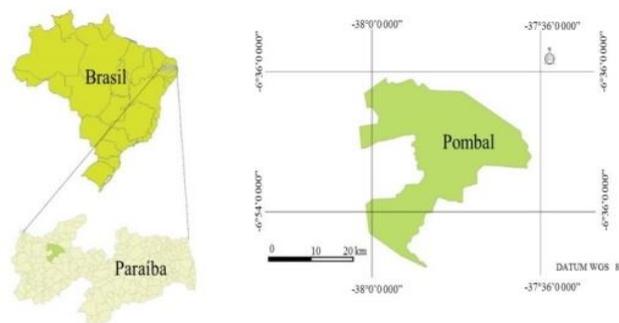
Diante disso, o objetivo desse estudo foi diagnosticar e propor medidas para adequações do saneamento rural no Assentamento São João II, localizado no município de Pombal, Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Assentamento rural São João II localizado no município de Pombal-PB (Figura 1), inserido na Zona Fisiográfica do baixo Sertão do Piranhas, na mesorregião do sertão paraibano (SILVA et al., 2011).

Figura 1. Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Adaptado de Araújo et al., (2016).

O Assentamento São João II é um projeto financiado pelo Programa Nacional de Crédito Fundiário, possui uma área de aproximadamente 266 hectares. A associação é composta por 10 famílias, distribuída em 15 lotes com área de 17,0 ha, somando um total de 46 habitantes que vivem basicamente da agricultura de subsistência (SILVA, 2009).

Diagnóstico do saneamento no Assentamento São João II

Foi realizado diagnóstico do saneamento rural no assentamento a partir de visitas de campo, fotodocumentação e aplicação de questionários 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. Além dessas questões, foram levantados dados socioeconômicos das famílias assentadas. Os questionários foram aplicados a 100% das famílias do Assentamento São João II, o que correspondeu a 10 famílias assentadas, sendo que em função da dificuldade de conversar com todos os membros da residência, foi entrevistado apenas um membro de cada casa.

Além dos dados primários, foram obtidos também dados secundários provenientes das seguintes fontes principais:

Censo Demográfico do IBGE de 2010, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2014), 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.

Proposta para implantação de saneamento rural

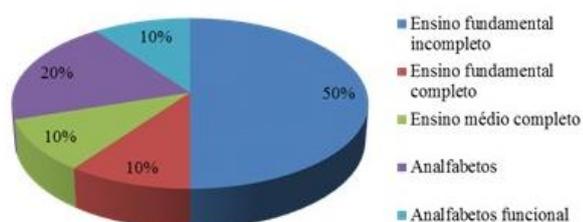
Para a elaboração da proposta de implantação do saneamento rural no Assentamento São João II, tomou-se como base dispositivos e experiências já realizadas em outras localidades rurais. Para isto, foram utilizados como suporte: o manual de Saneamento Rural do Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental e Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paranaíba (CISAN/AMVAP); o manual do Centro de Produções Técnicas (CPT) de Viana et al. (2009); Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que serviram 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 Biosséticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico socioeconômico

Na Figura 2 mostra-se o nível de escolaridade das famílias do assentamento rural.

Figura 2. Nível de escolaridade das famílias do assentamento São João II no município de Pombal, Paraíba



Verifica-se que, no assentamento rural, metade dos moradores não concluíram o ensino fundamental, e apenas 10% possuem o ensino fundamental completo, 10% concluíram o ensino médio completo e, 20% são analfabetos e 10% são analfabetos funcional. De acordo com Prudente Junior et al. (2016), existe uma relação direta entre o grau de escolaridade e os níveis de conhecimento sobre as questões ambientais e de saneamento básico.

Em relação a base de subsistência das famílias assentadas se dá basicamente por meio da agropecuária e de programas sociais do Governo Federal (Bolsa Família) constituindo-se uma parcela de 67% das famílias.

De acordo com a pesquisa, apenas 6 residências do assentamento possuem banheiro. Do total das residências que possuem banheiro, apenas 4 são com fossas. As quatro famílias que não possuem banheiro em casa, eliminam os esgotos a céu aberto potencializando os riscos de contaminação da água, do solo, bem como o comprometimento da saúde das famílias que ficam expostas à

doenças de veiculação hídrica, como hepatite, cólera, salmonelose e outras. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), para cada dólar investido em água e saneamento, são economizados 4,3 dólares em custos de saúde no mundo.

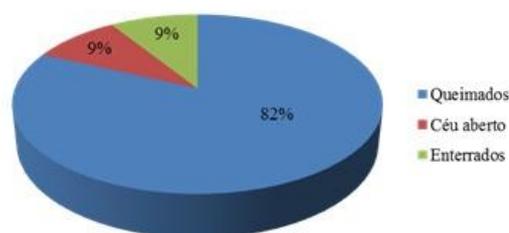
Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, mais de 50% dos leitos hospitalares no mundo são ocupados por pessoas com doenças relacionadas à água contaminada (UNEP, 2010).

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.

A ausência de planejamento nas comunidades rurais brasileiras permite que práticas inadequadas de destinação final de resíduos sólidos, tais como: lançamento dos resíduos em corpos hídricos, disposição direta sobre o solo e a queima, tornem-se cada dia mais comum. Isso se dá em função dos altos custos com a coleta de lixo. Situação semelhante pode ser verificada em um estudo desenvolvido por Silva et al. (2014) no assentamento rural Amparo, no Rio Grande do Sul, onde verificou-se que cerca de 90% dos resíduos sólidos gerados na comunidade são queimados, por tanto, não tem uma destinação final ambientalmente adequada.

Observou-se que práticas inadequadas são comuns na comunidade rural do assentamento São João II devido à inexistência de saneamento no local. Na Figura 3 verifica-se as formas mais comuns de destinação final dos resíduos sólidos gerados no assentamento.

Figura 3. Destinação final dos resíduos sólidos por famílias do assentamento São João II no município de Pombal, Paraíba.



No diagnóstico verificou-se que, 82% das famílias queimam os resíduos como alternativa de tratamento e destinação final e 9% jogam a céu aberto e 9% enterram os resíduos.

Segundo dados do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba, 86,8% dos RSD gerados na zona rural do estado são queimados ou enterrados, quando a média do Nordeste era de 65,5% e a do Brasil de 59,0% (ARAÚJO, 2015).

A queima dos resíduos, como plásticos, madeiras, papéis e outros materiais podem liberar substâncias inflamáveis prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. De acordo com Braga et al. (2002), com a queima, os materiais que contêm cloro, como plásticos do tipo Policloreto de polivinila (PVC) podem provocar a formação de compostos altamente tóxicos.

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.

Assim como a maioria das comunidades rurais brasileiras, o assentamento São João II não possui sistema de abastecimento de água por rede geral de distribuição. Nesse caso, as famílias assentadas utilizam outras formas de abastecimento, tais como um rio, 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 CAGEPA, transportada da zona urbana de Pombal (PB) pelas famílias assentadas, nesse caso apenas para beber.

As águas das cisternas são utilizadas pelas famílias somente 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 (PIMC) executado pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA).

Para as famílias que utilizam como fonte de abastecimento de água o “açude grande”, o transporte se dá por meio da utilização de carroças de tração animal, como mostra-se na Figura 4A. Para as famílias que captam água do rio para o consumo, o transporte acontece de duas formas: por meio da utilização de força animal e pelo sistema motor-bomba (Figura 4B). Quando esse transporte é realizado por tubulação, além de ser mais fácil o transporte, há também a redução dos riscos de contaminação da água. No diagnóstico verificou-se que apenas cinco famílias possuem motor-bomba, correspondendo a 50% do total.

Figura 4. Formas de transporte de água: (A) Utilização de animais; (B) Bombeamento de água às margens do Rio Piranhas por famílias do assentamento São João II no município de Pombal, Paraíba.



Fonte: Autores (2017)

Propostas de Saneamento

Diante dos problemas relacionados ao saneamento na comunidade rural São João II, foram propostas, de acordo com as limitações físicas, socioeconômicas e ambientais do assentamento, meios alternativos com vistas à melhor adequação do sistema de abastecimento de água, tratamento e disposição final dos RSD e dos esgotos domésticos.

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

Algumas alternativas simples e de baixo custo podem ser implantadas no Assentamento São João II visando solucionar ou minimizar os problemas dos esgotos

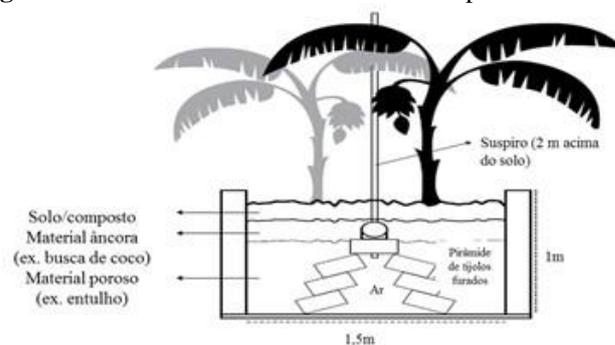
domésticos, que são dispostos de forma inadequada em fossas negras ou a “céu aberto”. Diante disso, torna-se fundamental a proposição e aplicação de técnicas viáveis para a comunidade deste assentamento rural que possibilite a redução dos impactos ambientais negativos causados pela disposição inadequada dos efluentes domésticos.

Canteiro Biosséptico

O Canteiro Biosséptico, também conhecido como fossa verde, é uma das alternativas para o tratamento a baixo custo e eficiente dos esgotos domésticos. Esta tecnologia já vem sendo aplicada em diversas comunidades rurais do país por ser bastante acessível às famílias. Este tipo de fossa substitui as fossas sépticas que removem apenas os sólidos e que não elimina os microrganismos patogênicos.

O sistema é uma associação da digestão anaeróbica em conjunto com os microrganismos aeróbicos, onde a matéria orgânica é digerida por fungos, insetos e pelas raízes das plantas, e a água é evapotranspirada, eliminando todo o material contaminado (IPEC, 2009). Na Figura 5 ilustra-se a estrutura de um canteiro biosséptico para o tratamento de esgotos domésticos.

Figura 5. Vista frontal de um canteiro Biosséptico

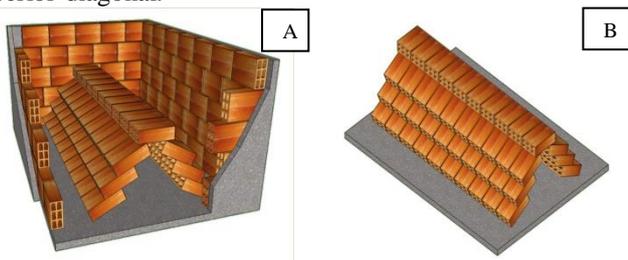


Fonte: IPEC (2009)

Conforme 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, este 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 6) com tijolos furados, de modo que um espaço seja criado para que o esgoto doméstico seja depositado.

Figura 6. Ilustração da “pirâmide” construída para o tratamento dos esgotos: (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 na área em estudo, como, por exemplo, restos de material de construção, “cacos” de cerâmica, entre outros. Acima do material poroso, coloca-se uma camada de 20,0 cm de material vegetal, que é fácil de se encontrar no assentamento. Entre os materiais de origem vegetal que podem ser encontrados no assentamento, tem-se: cascas de coco (*Cocos nucifera*), restos de culturas, palhas e serragem.

Após a colocação desse material, pode-se começar a fazer o plantio das espécies vegetais escolhidas, que terão por finalidade a evapotranspiração da água (esgoto). Para o caso do assentamento, pode ser sugerida o plantio da bananeira (*Musa spp.*), já que esta já é um espécie já cultivada na área do assentamento rural. 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 a escolha das espécies a 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.

O custo de implantação do canteiro bioesséptico de acordo com Oliveira Netto et al. (2015) é de cerca de R\$ 1.050,00 (mil e cinquenta reais), podendo variar em função de alguns fatores como: tamanho da estrutura, quantidade de usuários, mão de obra participativa, características intrínsecas do solo, distância da construção do sistema em relação ao domicílio, entre outros..

Fossa séptica biodigestora

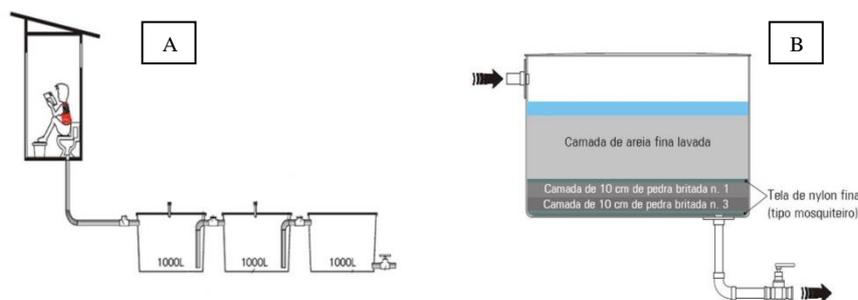
As fossas sépticas biodigestoras anaeróbica foram desenvolvidas pela EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, São Carlos/SP, para o tratamento biológico dos esgotos domésticos de pequenas comunidades (BERTONCINI, 2008). Podendo, este sistema, ser utilizado para o tratamento dos esgotos provenientes do vaso sanitário das residências do Assentamento São João II.

O sistema fossa séptica biodigestora trata somente o esgoto proveniente do vaso sanitário (águas negras), uma vez que, as águas cinza contêm restos de detergente e sabão que podem prejudicar o desenvolvimento dos microrganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (NOVAES, 2005; BERTONCINI, 2008).

Os componentes utilizados na instalação desse sistema podem ser encontrados facilmente no mercado. Sendo composto por três reservatórios 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 se deseje aproveitar o efluente para irrigação, pode-se ainda montar na terceira caixa um filtro de areia, que permite a saída de água sem excesso de matéria orgânica (EMBRAPA, 2014).

Na Figura 7 ilustra-se 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.

Figura 7. Esquema da fossa biodigestora: (A) montagem do sistema completo; (B) caixa projetada para remoção da matéria orgânica.



Fonte: EMBRAPA, (2006); 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 L de dejetos e água, resulta então no fim do dia em 50 L de esgotos e 1.500 L 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.

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. Além de possibilitar o reaproveitamento do efluente tratado, a utilização do lodo, 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.

O custo de instalação do sistema de tratamento das fossas sépticas biodigestoras é de cerca de R\$ 1.000,00, podendo esse valor variar de acordo com o comércio local. Esse investimento promove uma série de benefícios sociais, econômicos e ambientais para a população local e vizinha.

Alternativas para o tratamento dos resíduos sólidos domésticos

Antes de propor qualquer alternativa de tratamento dos resíduos sólidos domésticos (RSD) gerados na área de estudo, faz-se necessária a realização da estimativa de geração desses resíduos de acordo com a população local. Para isso, seguiu-se as recomendações de Monteiro et al. (2001) e do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba (PGIRS-PB) (ARAÚJO, 2015). O PGIRS-PB apresenta que a população rural, de municípios com menos de 20 mil

habitantes, tem um potencial de gerar, em média, 0,44 kg de RSD por pessoa dia. Levando em consideração que a população total do município de Pombal é superior a 20 mil habitantes (32.110 hab.), de acordo com o IBGE (2010), então, estima-se uma geração per capita de 0,50 kg/hab./dia, conforme Monteiro et al. (2001).

Nessa perspectiva, são gerados diariamente 23 kg de resíduos sólidos, ou seja, cerca de 8,4 toneladas (t) de RSD por ano neste assentamento.

Considerando que 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 gerados no assentamento. Na Tabela 1 apresenta-se a natureza e a produção anual de resíduos sólidos no assentamento, de acordo com a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, adotada por Brito et al. (2000).

Tabela 1. Natureza e quantidade de resíduos sólidos encontrados no assentamento.

Natureza dos RS	(%)	Total (t/ano)
Orgânicos	50	4,20
Inorgânicos recicláveis	30	2,52
Inorgânicos não recicláveis	20	1,68

No Quadro 1 mostra-se a classificação dos resíduos sólidos, de acordo com a norma da ABNT NBR 10.004/2004, encontrados no Assentamento São João II.

Quadro 1. Classificação dos resíduos sólidos de acordo com a norma.

Quanto à natureza física	Secos	Latinhas de alumínio, papel, papelão, sacolas, garrafas e embalagens plásticas, restos de tecidos.
	Molhados	Restos de alimentos, etc.
Quanto à composição química	Orgânicos	Restos de alimentos, podas das plantas, etc.
	Inorgânicos	Latinhas de alumínio, sacos plásticos, garrafas e embalagens plásticas, restos de tecidos.
Quanto aos riscos potenciais de causar dano ao meio ambiente	Resíduo Classe I- Perigosos	Pilhas e baterias; lâmpadas fluorescentes; embalagens de agrotóxicos.
	Resíduo Classe II A - Não inertes	Resíduos com características dos resíduos domésticos.
	Resíduo Classe II B - 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.

Com base nos dados apresentados (Quadro 1) verifica-se que no assentamento são gerados resíduos de diversas naturezas, inclusive resíduos perigosos, os quais oferecem riscos de contaminação ao homem e ao meio ambiente quando manejados de forma inadequada.

A partir do diagnóstico realizado no assentamento pôde-se verificar que as famílias não executam práticas controladas de tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos gerados em seus domicílios. Com base nisto, foi proposto para as famílias à redução da produção de resíduos, por meio do melhor aproveitamento dos produtos consumidos, assim como, a adoção de técnicas de reaproveitamento, reciclagem e a compostagem, proporcionando melhorias na qualidade de vida dessas famílias.

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.

Coleta seletiva e reciclagem

A coleta seletiva desempenha papel fundamental na reciclagem dos resíduos sólidos, uma vez que, quando estes são misturados, o processo de tratamento torna-se mais oneroso, 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 (BRASIL, 2001) que estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a serem submetidos à coleta seletiva, conforme o Quadro 2.

Quadro 2. 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 passível de separação.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2001).

Seguindo-se todas as recomendações da coleta seletiva os resíduos podem ser reciclados de forma mais eficiente e com o custo mais baixo.

De acordo com a Lei Federal n. 12.305 de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a reciclagem é o: “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”.

Compostagem

Diferentemente da reciclagem, 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 do solo e dos recursos hídricos.

Os demais resíduos que não são passíveis de reaproveitamento, compostagem ou reciclagem devem ser depositados em locais previamente escolhidos, onde não ofereçam riscos ao meio ambiente e à saúde humana. 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 dos resíduos, depois de separados e acondicionados adequadamente 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 adequado, 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 (Tabela 1), 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, sendo assim, conclui-se que esta forma de disposição não é a mais indicada para o assentamento estudado.

Diante do exposto, a alternativa mais adequada 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 pela destinação final dos resíduos sólidos. Com isso, propõem-se a implantação, em locais estratégicos do assentamento rural, de pelo menos três contêineres com capacidade de 500 litros para que seja feito o acondicionamento externo dos RSD até o dia da realização da coleta.

Com base nisso, torna-se necessária uma conscientização sobre os problemas originados 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 do assentamento.

Alternativas para o tratamento da água de abastecimento

Aproveitamento das águas de chuvas em cisternas

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

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). 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 Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) estima que o custo médio unitário de uma cisterna de placas na zona rural, do modelo ASA/P1MC é estimado em torno de 270 dólares 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 382 dólares (SANTOS; SILVA, 2009).

Na Figura 8 observa-se uma cisterna, bem como os componentes necessários para a captação e armazenamento

da água de chuva. Em que: 1 - área de captação; 2 - sistema de coleta; 3 - transporte e; 4 - armazenamento.

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



Fonte: Autores (2017)

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).

Por meio dos dados levantados neste estudo, pôde-se observar que, das dez famílias assentadas, apenas duas possuem cisternas para o armazenamento de água das chuvas. A partir disso, propõe-se para as famílias assentadas a construção de cisternas visando melhorar as condições de vida local.

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 preenchimento 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 2 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.

Para a comunidade em estudo, foi realizada a seguinte análise, conforme metodologia adota por Viana et al., (2009) (Tabela 2):

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 (região na qual está inserida a área de estudo) 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 pelas famílias, o volume de armazenagem é de 24,5 m³ de água na cisterna, como mostra-se a Tabela 2.

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-PIMC, que possui como modelo tecnológico de armazenamento de 16 m³ de água permitindo assim um consumo diário de 13 litros por pessoa e que, segundo a 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 torna-se insuficiente.

Tabela 2. Resumo do dimensionamento de uma cisterna.

Determinações	Unidade	Expressão	Valor
Volume anual ao consumo (Va)	m ³	Va = N x Ld x D	36,5
Área de recolhimento (A)	m ²	A = Va / (0,7 x P)	74,5
Volume anual a ser recolhido (V).	m ³	V = P x A x 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 (Vc)	m ³	Vc = Va x nº de meses sem chuva/12	24,34

Em que: P = precipitação anual (mm); Ld = litros/pessoa/dia; D = dias de consumo ao ano (365); N = nº de moradores em uma residência.

Fonte: Adaptado de Viana et al. (2009)

Diante disto, verificou-se que as famílias assentadas que possuem cisternas em suas residências buscam alternativas complementares para coletar e armazenar águas das chuvas tais como, armazenamento em “caixas” d’água de polietileno entre outros.

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), é inferior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (2010) em que são necessários entre 50 a 100 litros de água por pessoa, por dia, para assegurar a satisfação das necessidades mais básicas e a redução dos problemas de saúde.

A qualidade da água armazenada nas cisternas provenientes da precipitação pluviométrica depende de diversos fatores, tais como: qualidade do ar atmosférico, tipo de material utilizado para construção da área de captação e impurezas depositadas sobre esta superfície, bem como sobre os dutos de condução até as cisternas, além do manejo da

cisterna (ANDRADE NETO, 2004; GNADLINGER, 2007; MCBEAN et al., 2013).

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.

No caso do assentamento São João II, para a desinfecção das águas das cisternas, as famílias utilizam o hipoclorito de sódio (NaClO) fornecido pelo Agente Comunitário de Saúde do assentamento. Além disso, outras técnicas também podem ser adotadas medidas simples, fáceis de implantar e de baixo custo, por exemplo: a) fervura e; b) sistema SODIS (*Solar Water Disinfection*).

Captação de água superficial

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 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

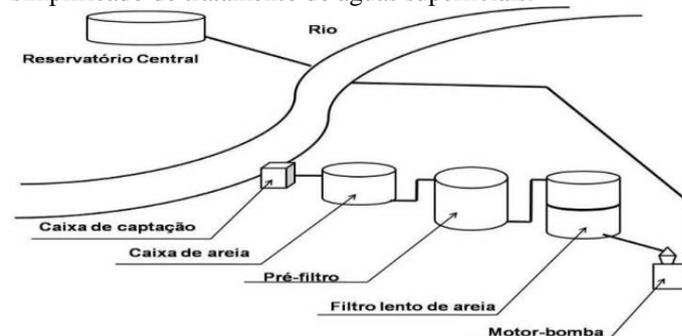
tornaria inviável, pois as casas no assentamento são extremamente dispersas, distantes e pouco adensadas tornando muito onerosa a implantação de rede de distribuição de água de forma individual.

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

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 9 (VIANA et al., 2009).

Figura 9. Disposição espacial dos componentes do sistema simplificado de tratamento de águas superficiais.



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

No Quadro 3 mostra-se uma descrição de cada componente do sistema simplificado de tratamento de água.

Quadro 3. Componentes do sistema simplificado de tratamento de água.

Componente	Descrição
caixa de captação	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.
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.
pré-filtro	construído em alvenaria ou manilhas de concreto pré-moldado, 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, proporcionando a remoção e oxidação de grande parte da matéria orgânica em suspensão, existente na água.
filtro lento de areia	a filtração tem por objetivo a remoção da matéria orgânica finamente dividida, reduzir ou eliminar a passagem de microrganismos da água, permitindo a clarificação, e dessa forma admitindo que o cloro aplicado, mesmo em dose baixa (0,20-0,40 mg/L de cloro livre) seja capaz de tornar a água potável.
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.
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.

Fonte: Viana et al., (2009).

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.

No Quadro 4 estão descritas as dosagens recomendadas, para cada 1000 L de água tratada, e os produtos indicados para fazer a desinfecção diária da água.

Quadro 4. Produtos à base de cloro recomendados para o tratamento diário da água.

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

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

Fonte: Viana et al. (2009).

Como observado no Quadro 3 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 NaClO é colocada na caixa alimentadora, que está ligada a caixa dosadora por meio de um tubo de PVC rígido de 3/4 de polegadas. No interior da caixa dosadora, existe uma boia 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.

Deve-se tomar cuidado quanto ao nível de solução de NaClO 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 NaClO a 10% contém 10 mg, então, basta determinar o número de gotas referente ao gasto de 1,0 mL de NaClO (VIANA et al., 2009).

CONCLUSÕES

Para melhorias das condições dos esgotos domésticos foram propostas alternativas que buscam solucionar ou mitigar os impactos ambientais negativos causados pela disposição inadequada desses e assim melhorar vários outros aspectos como, por exemplo, a redução do uso de fertilizantes sintéticos na agricultura e pastagens.

Para a problemática dos resíduos sólidos, 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.

Foram propostas técnicas simplificadas, econômicas e viáveis para o tratamento das águas superficiais, que fossem adequadas as condições do assentamento. Todas as técnicas propostas são de fácil aplicação e podem ser aproveitadas diretamente pelas famílias do assentamento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. A. (org.). Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba. João Pessoa: A União, 2015. 232 p.

ANDRADE NETO, C. O. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 11, 2004, Natal, RN: Anais... Natal: SBEA, 2004.

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

ARAÚJO, S. C.; SILVA FILHO, J. A.; SILVA, G. M S.; ANDRADE SOBRINHO, L. G.; NOGUEIRA, V. F. B. Especialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Pombal – PB. v.11, n. 3, p. 122-130, 2016.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. Tecnologia & Inovação Agropecuária, São Paulo – SP. 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 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, Anais... Porto Alegre. 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Projeto Fossa Biodigestora. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/instrumentacao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004077/como-montar-e-usar-a>

- fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-do-produtor>. Acessado em: 11 de nov. de 2017.
- GNADLINGER, J. Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais. Juazeiro – BA: IRPAA, 2000. 40p.
- GNADLINGER, J. Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no semiárido brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 5, 2007, Minas Gerais. Anais... Minas Gerais: ABCMAC, 2007.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico: Dados Distritais. Secretaria de Planejamento da Presidência da República: 2010. Rio de Janeiro, 2010.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.
- IPEC, INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DO CERRADO. Canteiros Biosépticos. Ecocentro IPEC, 2009. Disponível em: < <http://www.ecocentro.org/>>. Acessado em: 10 de mar. 2017.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. Situação Saneamento no Brasil. 2012. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- 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. Anais... Campina Grande-PB, 2001.
- MANUAL DE SANEAMENTO RURAL. Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental - CISAN e Associação dos Municípios de Microrregião do Vale do Paraíba - AMVAP. Uberlândia/MG, 2006.
- MONTEIRO, F. H. P. FIGUEIREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F. MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA, T. P. F.; MANSUR, G. L. . Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. ZVEIBIL, V. Z. (coord. técnica), Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- MCBEAN, E. A., RAJIB, M. A., RAHMAN, MD. M.. Improved Sustainability of Water Supply Options in Areas with Arsenic-Impacted Groundwater. Water, v.5, n.4, p.1941-1951, 2013.
- 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. Piracicaba - SP. 2005, CD-ROM.
- NUVOLARI, A. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 1ª ed. São Paulo/SP: Edgard Blucher., 2003. 520 p.
- OLIVEIRA NETTO, A. P.; GUERRA, L. R. M.; SILVA, M.R.P.; SILVA, R.F. Biorremediação vegetal do esgoto domiciliar: o caso da fossa verde em comunidades rurais do alto sertão alagoano. Produção e Desenvolvimento. Rio de Janeiro – RJ. v.1, n.3, p.103-113, 2015.
- Organização Mundial de Saúde (OMS). (O) Direito à Água. 2010. Fact sheet n. 35. 2010. Disponível em: <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2017.
- PRUDENTE JUNIOR, A. C; PINHEIRO, J. H. P. A.; CARVALHO, S. L. Relação entre o grau de escolaridade de produtores rurais e a destinação de resíduos sólidos e líquidos em propriedades agrícolas da microrregião de Bauru – SP. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 13, 2016, Poços de Caldas, MG, 2016.
- SANTOS, M. J; SILVA, B. B. Análise do Modelo Conceitual e Tecnológico do Programa Cisternas Rurais em Sergipe. Engenharia Ambiental – Ciência e Tecnologia. Espírito Santo do Pinhal-SP. v. 6, n. 2, p. 464-483, 2009.
- 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. 2009.
- 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: Congresso Nacional de Educação Ambiental, 2, e Encontro Nordestino de Biogeografia, 4, 2011, João Pessoa. Anais... João Pessoa. 2011. p.781.
- SILVA, H. C. H.; PADUA, J. B.; CAMILO, L. N.; DORNELES. A qualidade do saneamento ambiental no assentamento rural amparo no município de Dourados-MS. Uberlândia. Sociedade e Natureza, v.26, n.3, p. 535-545, 2014.
- SNIS, SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2014. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2014.
- UNEP (United Nations Environment Program). Clearing the Waters: a focus on water quality solutions. UNEP, March, 2010.
- VIANA, F. C; LOPES, J. D. S; LIMA, F. Z. Manual de Tratamento de água no meio rural. Viçosa, CPT, 2009. 100p.