

SISTEMA DE SANEAMENTO DOMÉSTICO: EFICÁCIA DO USO DE FOSSA VERDE PARA O TRATAMENTO UNIFAMILIAR DE ESGOTO

Soralena Cunha da Silva*; Valerie Sarpedonti*

* *Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto de Tecnologia/UFPA.*

** *Doutorado em Ciências Biológicas, Líder do Grupo de Estudos em Educação Inclusiva e Ambiental, Instituto de Ciências Biológicas/UFPA.*

*Autor para correspondência e-mail: soralayne@outlook.com

PALAVRAS-CHAVE

Esgoto Sanitário
Fossa Negra
Fossa Verde

KEYWORDS

Domestic Wastewater
Cesspits
Green Septic System

RESUMO: A universalização dos serviços de saneamento no Brasil torna-se um desafio para os administradores públicos, sobretudo em municípios de pequeno porte, devido à pouca disponibilidade de recursos financeiros. No município de Tomé-açu/PA, a maioria da população rural, em 2010, destinava seu esgoto sanitário de forma inadequada, como uso de fossas negras ou a céu aberto. Diante deste cenário, foi aplicado um questionário em uma comunidade rural deste município, visando caracterizar a situação do saneamento. Os resultados serviram de base para a viabilidade e implantação de um sistema fossa verde para tratar esgoto sanitário doméstico em duas residências. Os resultados demonstraram que os domicílios não possuem sistema de distribuição e tratamento de água. Toda água utilizada pelos moradores é proveniente de poços ou nascentes. Não existe coleta pública ou particular dos resíduos sólidos gerados, a alternativa utilizada é a queima. As condições de lançamento de efluentes são precárias, pois não possuem sistema de captação e tratamento de efluentes. O esgoto doméstico gerado nas pias e lavanderias é disposto a céu aberto. A fossa negra ainda é utilizada pela grande maioria dos municípios. Tais condições, aliadas à ausência de ações de educação ambiental na comunidade, afetam a saúde principalmente das crianças. A implementação da fossa verde trouxe uma nova perspectiva para as famílias beneficiadas, pois é um sistema de baixo custo, fácil operação e manutenção e pode substituir o uso de fossas rudimentares. As análises das frutas oriundas das fossas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

DIAGNOSIS OF THE SANITATION SYSTEM AND GREEN SEPTIC SYSTEM EFFICIENCY FOR DOMESTIC SEWAGE TREATMENT IN A RURAL COMMUNITY OF TOMÉ-AÇÚ MUNICIPALITY (STATE OF PARÁ/BRAZIL)

ABSTRACT: The universalization of basic sanitation services in Brazil is a challenge for public management, especially in small municipalities, due to the low availability of financial resources. In Tomé-açu municipality's rural area, the sanitary sewage has an inappropriate destination, such as cesspits or in the open. Given this scenario, this project began with an application of questionnaires in a rural community in the municipality, in order to characterize local sanitation and health conditions. The results were used as basis for the feasibility and implementation of a green septic system to treat domestic sewage in two residences. The questionnaires' results pointed that the households were not supplied by a public water system and all the water used by the residents comes from springs or wells. There is no public or private solid waste collection in the study area, leading to burning, as an appealing alternative. The lack of public sewage system lead to a precarious condition of domestic effluent discharge. The sewage generated in the sinks and laundries are launched in the open. The cesspits are still widely used as a solution in most of municipalities; these unhealthy conditions combined with the absence of environmental education in the community, affect mainly the children's health. Due to being low-cost system, having easy operation and maintenance, the implementation of the green septic system brings a new perspective to the beneficiary families, replacing the use of cesspits. The analyzes of the fruits grown from the green septic system were within the standards established by the legislation and do not offer any risk for human health, leading into its safe consumption.

Recebido em: 13/01/2021

Aprovação final em: 18/04/2021

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i3.1219>

INTRODUÇÃO

O saneamento básico é constituído de diversas ações que contribuem para a melhoria na qualidade de vida da população e manutenção do meio ambiente saudável. A Constituição Federal, através da Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007), estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico nos seus quatro componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Entre outros aspectos, se destaca na referida lei a universalização da prestação dos serviços com a ampliação progressiva do acesso para todos os domicílios do país, sendo que os serviços devem ser ofertados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente. A implantação dessas ações é de responsabilidade do município através da elaboração e aplicação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

No Brasil esse processo torna-se um desafio para os administradores públicos que, encontram até hoje dificuldades em cumprir a normativa, sobretudo em municípios de pequeno porte, devido à pouca disponibilidade de recursos financeiros, bem como em virtude da dificuldade de constituir uma equipe técnica especializada no assunto (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013). Essa realidade traz prejuízos diretos à saúde pública e ao meio ambiente, além de comprometer indiretamente a educação, o trabalho e de modo geral a economia do país. Segundo o Ministério da Saúde (DATASUS, 2013), mais de 340 mil internações por infecções gastrointestinais foram notificadas no ano de 2013, ocasionando gastos de R\$ 355,71 por pessoa internada no Sistema Único de Saúde (TRATA BRASIL, 2017). Neste mesmo ano, mais de 14 milhões de afastamentos por diarreia ou por vômito foram contabilizados. Haja vista que cada afastamento dura em média três dias, o custo com horas não trabalhadas em decorrência desses afastamentos atingiu, em 2015, o teto de R\$ 872 milhões.

O saneamento básico constitui um importante fator de influência no bem-estar da população e, portanto, é um elemento fundamental na análise das condições de vida das famílias. Segundo os Indicadores Municipais Sociais (IBGE, 2010), um domicílio com saneamento é considerado inadequado quando agrega as formas mais degradantes à saúde e ao meio ambiente simultaneamente, como: (1) o lixo não coletado (enterrado, queimado, jogado em terreno baldio, rio, lago ou mar, entre outros); (2) a ausência de esgotamento sanitário (esgoto escoado para fossa rudimentar, vala, rio, lago, mar ou outro) e (3) a falta de sistema de abastecimento de água potável (com acesso à água via poços ou nascentes, carro-pipa, armazenamento da água da chuva, rios e açudes, por exemplo).

De acordo com o IBGE, em 2010 apenas 38,2% dos domicílios do país possuíam saneamento adequado, apresentando fortes discrepâncias entre as regiões. Assim, o censo de 2010 indicou que no período considerado, apenas 22,4% dos domicílios da região norte apresentavam condições adequadas de saneamento, enquanto na região Sudeste esta proporção chegou a 82,3%. O Norte ocupa também o segundo lugar em deficiência de esgotamento sanitário por domicílios, com cerca de 8,8 milhões de pessoas sem rede de coleta de esgoto, sendo que 60% destas estariam concentradas no estado do Pará. Apenas 19% da população do estado contavam com o saneamento previsto pela legislação; essa parcela era bem menor para a zona rural, onde 70,2% da população estavam desprovidas de condições mínimas de saneamento.

O município de Tomé-açu (PA) é um exemplo desta realidade; o censo de 2010 indicou que 90,31% da população rural viviam em condições inadequadas de saneamento básico (IBGE, 2010); apenas 1270 domicílios rurais eram atendidos por sistema de abastecimento de água; o restante abastecia suas residências por meio de poços e nascentes. Parte considerável da população não possuíam instalações sanitárias. Foram registrados 5814 domicílios rurais que destinavam seu esgoto sanitário de forma inadequada, como uso de fossas rudimentares, valas ou em córregos (DATASUS, 2010). Em resposta a esse cenário, só no ano de 2015 foram registradas mais de 1700 crianças com menos de dois anos atendidas nos postos de saúde por apresentarem diarreia.

Os resultados do Censo Demográfico de 2010 referem ainda que a falta de acesso ao saneamento básico

está intimamente relacionada com a pobreza das famílias. No município em foco, 78,9% dos domicílios que possuíam saneamento inadequado sobreviviam com uma renda mensal que não ultrapassava meio salário mínimo. O baixo valor da renda domiciliar, somado às condições precárias de saneamento básico, levam estas famílias a viverem em um ambiente hostil, propício à emergência de doenças. Para reverter este cenário, medidas corretivas e preventivas devem ser prioridades das políticas públicas, com soluções emergenciais, a fim de suprir as necessidades básicas e atender os direitos do cidadão brasileiro conforme a Constituição Federal de 1988 como direito do cidadão brasileiro.

Soluções para tratar o esgoto sanitário doméstico com sistemas de baixo custo, ecoeficientes e sustentáveis, já foram apresentadas para famílias de zona rural com baixa renda e desprovidas de qualquer sistema de esgotamento sanitário (GALBIATI, 2009; OLIVEIRA NETTO, 2015; EMBRAPA, 2017). Desses, vale destacar o modelo denominado de fossa séptica biodigestora (EMBRAPA, 2017), que coleta e trata somente o esgoto da descarga sanitária. O sistema consiste no desvio da tubulação dos vasos sanitários para caixas de amianto, nas quais o esterco humano é transformado em adubo orgânico pelo processo de biodigestão. Para uma família de cinco pessoas, a sugestão é instalar de três a quatro caixas de fibra de vidro. O adubo orgânico gerado pela fossa séptica biodigestora deve ser aplicado somente no solo, em pomares e outras plantas onde o biofertilizante não entra em contato direto com alimentos ingeridos crus.

O tanque de evapotranspiração (TEvap), descrito por Galbiati (2009), é um sistema dimensionado para uma unidade familiar, constituído de um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com quatro espécies vegetais de crescimento rápido e alta demanda por água. No TEvap, a matéria orgânica presente no efluente doméstico sofre degradação por meio de microrganismos anaeróbios presentes no próprio esgoto, além de serem convertidas em substâncias inorgânicas, que passam pelo processo de absorção e evapotranspiração das plantas.

Oliveira Netto (2015) retrata uma crescente aceitação do sistema fossa verde na zona rural dos municípios alagoanos, por sua viabilidade. Esta tecnologia, segundo a autora, trata o esgoto sanitário doméstico por meio de microrganismos anaeróbios e desenvolvimento da biomassa no material suporte. Esta metodologia reutiliza alguns resíduos como material suporte, tal a casca de coco seca e reaproveita os nutrientes existentes no esgoto doméstico através do cultivo de plantas frutíferas sobre a superfície da fossa.

Para se tornar possível a aplicação dessa tecnologia em habitações rurais, faz-se necessário a realização de estudos que contemplem a caracterização do local de implantação (FAGUNDES, 2009). Dentre esses pode-se destacar: (1) identificar o número de moradores por residência, já que este interfere nas dimensões da fossa, (2) conhecer quais materiais são mais abundantes na região, afim de se obter maior aproveitamento dos recursos disponíveis, diminuindo os custos na construção e minimizar os impactos sobre o meio ambiente e (3) identificar quais os principais problemas enfrentados pela população em relação aos serviços de saneamento. De posse dessas informações é possível implantar o sistema fossa verde para tratamento unifamiliar do esgoto doméstico, sendo de baixo custo, de fácil operação e manutenção para famílias de baixa renda.

Desta forma, para se conhecer melhor a realidade da comunidade rural de Tomé-açu, visitas foram feitas à região para familiarização do local e, em seguida, foi realizado a aplicação de um questionário socioambiental junto aos moradores, com intuito de se obter um diagnóstico do sistema de saneamento. Em função dos dados obtidos o presente trabalho teve como principal objetivo averiguar quais materiais poderiam se adequar na construção da Fossa verde e verificar a eficácia destes através das análises microbiológicas dos frutos cultivados sobre a fossa.

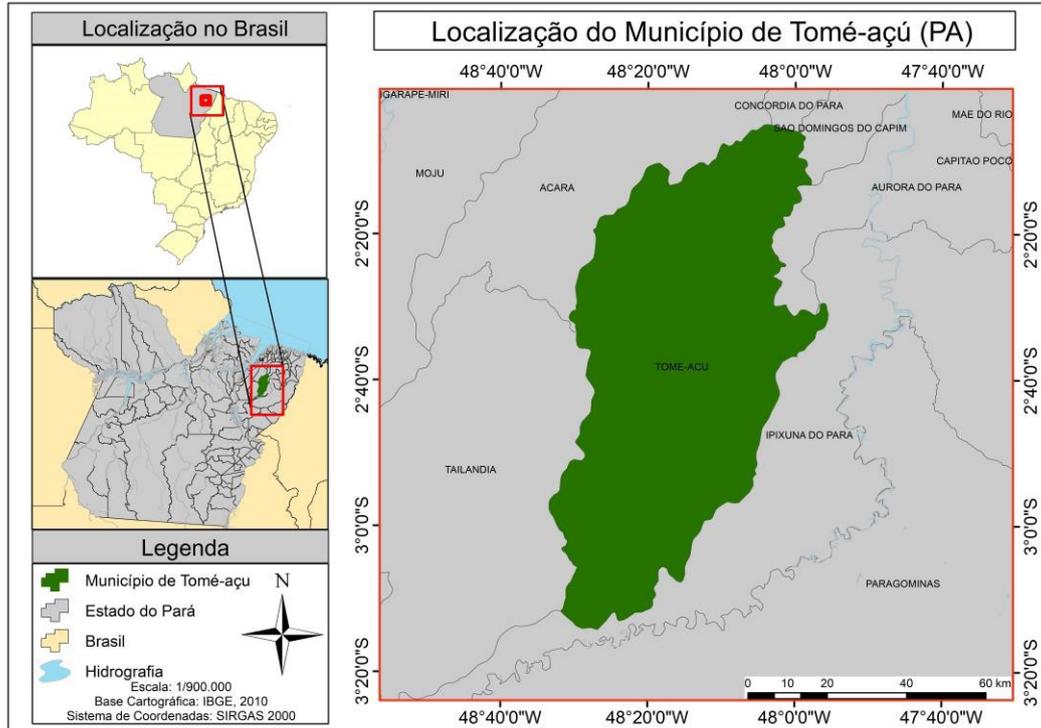
METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto foi realizado em uma comunidade rural no município de Tomé-Açu (PA), localizado a uma

distância de aproximadamente 200 km da capital paraense (Belém). Situa-se na mesorregião do Nordeste do estado (Figura 1), a uma latitude 02°25'08" sul e longitude 48°09'08" oeste, estando a uma altitude de 45 metros do nível do mar. De acordo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o município ocupa uma área territorial de 5.145,361 km² e apresenta uma população de 56.518 habitantes, dos quais 56% residem na zona urbana e 44% na zona rural.

Figura 1 - Mapa de localização geográfica do município de Tomé-açu.



Fonte: Autores, 2019.

O clima da região é do tipo Af2, classificação de Köppen, com temperaturas médias máxima e mínima de 34,4°C e 21,1°C, respectivamente, e pluviosidade anual em torno de 2.500 mm. Os latossolos amarelos de textura média e argilosa são dominantes (RODRIGUES, 2001) e considerados adequados para as atividades agrícolas que abrangem essencialmente o cultivo de cacau, cupuaçu, coco, pimenta-do-reino, maracujá, espécies florestais, culturas anuais e o açaí (FRAZÃO, 2005).

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é a palmeira de maior valor sócio-econômico-cultural para a população paraense (REIS, 2002). Seu fruto, de onde se extrai o “vinho do açaí”, constitui o principal alimento para muitas famílias. Entretanto, o resíduo gerado com o beneficiamento do fruto, na forma da casca e do caroço, é tido como lixo (COSTA, 2014), frequentemente desperdiçado nas feiras livres da cidade e amontoados em sacas pelas ruas da mesma.

O projeto foi executado em três etapas: (1) Aplicação de questionário socioambiental nas residências rurais; (2) implantação das ‘fossas verdes’ em duas residências e (3) análises microbiológicas das frutas cultivadas sobre as fossas.

APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SOCIOAMBIENTAL NAS RESIDÊNCIAS RURAIS

Um questionário socioambiental foi elaborado e aplicado em 61 residências rurais do município de Tomé-açu nos meses de março, abril e maio de 2017, com o objetivo de obter informações sobre: 1) a

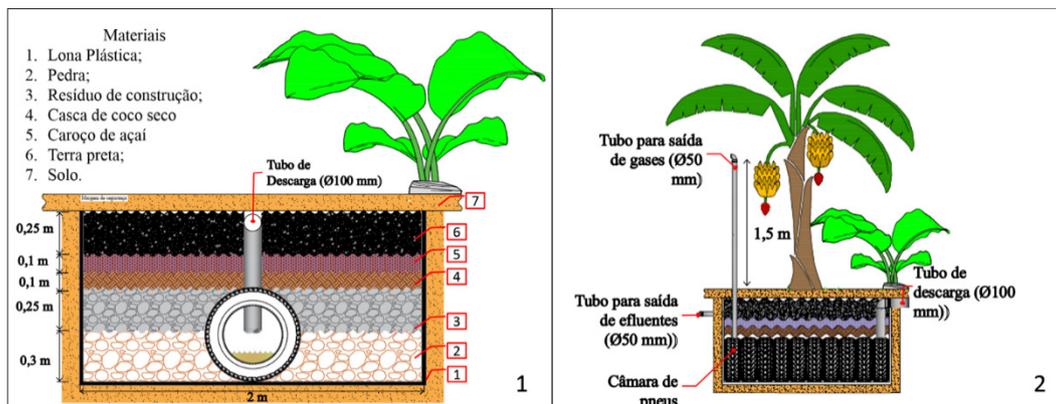
moradia das famílias (quantidade de moradores, ano de construção e descarte da descarga sanitária); 2) o abastecimento de água (tipo de captação, presença de fonte poluidora nas proximidades); 3) o uso da água na residência (fonte, tratamento antes do consumo, tipo de tratamento, compra da água); 4) a incidência de doenças de veiculação hídrica (ocorrência, público-alvo e incidências sociais); 5) o esgoto (destino das excretas humanas e das águas residuárias, presença de mosquitos); 6) o lixo (destino dos resíduos sólidos domésticos); 7) educação ambiental e poder público (participação em evento sobre saneamento e saúde, satisfação com a situação atual). As respostas foram analisadas através do cálculo de porcentagens pelo programa Excel do pacote Office 365 da Microsoft.

IMPLANTAÇÃO DAS FOSSAS ECOLÓGICAS

O sistema desenvolvido baseou-se no modelo Fossa verde proposto por Oliveira Netto (2015). No entanto, com intuito de adequar-se à realidade e aos recursos disponíveis, alguns materiais foram substituídos, como o ferro-cimento para impermeabilização da fossa pela lona plástica de dupla face; a câmara de tijolos por pneus velhos, a brita e o seixo por resíduos de construção civil e pedras e o caroço de açaí, foi adicionado a uma das camadas do material suporte. Duas famílias ambas voluntárias e com moradias desprovidas de esgotamento sanitário, foram escolhidas; a primeira contou com dois moradores e a segunda com quatro, assim permitindo verificar a eficiência de fossas de diferentes tamanhos. Todas as etapas de projeto e o caráter experimental de projeto foram explicados para os moradores.

As dimensões das fossas foram definidas de acordo com Galbiat (2009) segundo o qual cada morador ocupa 2 m² da área da fossa. Portanto, as dimensões das fossas foram de um metro de profundidade com dois metros de largura e dois metros de comprimento, 1m x 2m x 2m para uma residência com dois moradores e 1m x 2m x 4m de dimensão, para a casa com quatro moradores. O Modelo de Fossa verde para uma residência com dois moradores foi realizado de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Modelo de construção da fossa verde executada na residência com dois moradores vista de frente (1) e vista lateral (2).



Fonte: Autores, 2019.

Todo o processo construtivo foi realizado em conjunto com as famílias beneficiadas. O período de construção de cada fossa foi de dois dias; o custo de construção foi estimado a R\$ 100,00 por unidade, um valor reduzido em comparação à fossa séptica convencional. A vala foi impermeabilizada com lona plástica de dupla face para evitar o contato do esgoto com o solo; de uma extremidade à outra foram colocados pneus usados enfileirados, formando uma câmara onde o esgoto bruto é depositado. A parte sólida do esgoto fica retida na câmara, enquanto que o líquido percolado dos pneus passa por camadas de materiais filtrantes que preenchem a vala. Este material possui granulometrias variadas organizadas de

forma decrescente, com o mais grosseiro no fundo. Assim do fundo até a altura dos pneus foram colocados resíduos de construção civil (entulhos) e pedras, em seguida uma camada da casca seca do coco, depois uma camada de caroço de açaí sem polpa e por fim, a terra preta.

Sobre a superfície da fossa foram plantadas vegetais com alta capacidade hídrica (COELHO, 2018); estas plantas, de folhas largas para facilitar a evapotranspiração das águas servidas, reaproveitam os nutrientes presentes no esgoto doméstico. O processo anaeróbico que ocorre na câmara de pneus, associado ao cultivo das plantas (canteiro biossético), decompõe a matéria orgânica proveniente do dejetos domiciliares em conjunto com a ação de microrganismos aeróbios na zona das raízes das plantas, ao passo que a água é evapotranspirada (OLIVEIRA NETTO, 2015; GABIALTI, 2009).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS FRUTAS CULTIVADAS SOBRE AS FOSSAS

Para verificar se o consumo dos frutos oriundos das bananeiras cultivadas sobre as fossas verdes poderia oferecer algum risco à saúde dos moradores, cachos das bananas (*Musa sp*) foram coletadas, embalados em papel filme de PVC e encaminhados para o Laboratório da Engenharia de Alimentos (UFPA). Foram realizadas análises da concentração de coliformes termotolerantes a 45°C e *Salmonella sp*, conforme padrões exigidos pela ANVISA (2001) na Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada por DOWNES; ITO (2001).

Duas coletas foram realizadas por fossa, sendo uma no primeiro ano e a outra no segundo ano. Cinco amostras foram analisadas por coleta, totalizando 20 análises por parâmetro testado. Todo o planejamento de coleta das amostras foi elaborado de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, que dispõe do plano de amostragem e procedimentos para inspeção de atributos (NBR 5426, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados recolhidos indicam que, no período da aplicação do questionário, 72% das residências possuíam entre 4 a 6 pessoas. Esse valor é acima da média de quatro pessoas por residência divulgada pelo IBGE em 2010 ou ainda dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra Domicílios (PNAD) no ano de 2015 que indicam que apenas 38,9% dos domicílios nortistas possuíam de 4 a 6 pessoas por domicílio. No que se refere às características das residências, apenas 23% dos domicílios possuíam banheiro. Os demais usavam essencialmente a fossa negra (64%); essas fossas rudimentares são constituídas basicamente de um buraco aberto, sem nenhum revestimento interno para evitar o contato do esgoto com o solo. Estes modelos, além de causarem contaminação do solo, podem atingir o lençol freático por meio da percolação das águas poluídas, e, assim causar diversas doenças (MORAES *et al.* 2013). Os 16% restante das moradias não possuíam infraestrutura, realizando suas necessidades a céu aberto. Esses dados corroboram com a Pesquisa Nacional por Amostra Domicílios realizada em 2015 através da qual foi identificado que 38,5% dos domicílios da região Norte não possuíam banheiro. Igualmente, Sousa (2016) documentou que 67% e 64% das residências das comunidades rurais de São José e de Cumaru, respectivamente, no município de Igarapé-açu (PA) faziam uso da fossa negra.

A falta de tratamento do esgoto doméstico não se limita às águas negras, mas também ao lançamento de águas cinzas. Foi evidenciado que 92% das moradias entrevistadas lançavam esse efluente sobre o solo e 8% nos cursos d'água, sem nenhum tratamento prévio. A formação de poças d'água pode gerar mau cheiro em decorrência de produtos biodegradáveis, além de atrair vetores disseminadores de doenças (FUNASA, 2014). Este cenário foi apontado por 75% dos moradores que se queixaram da presença de mosquitos. Vale ressaltar que além do despejo de água não tratada, 74% dos moradores lançavam esse efluente à proximidade dos poços ou outras fontes de captação de água, podendo levar ao comprometimento da qualidade da água dessas fontes. Uma situação similar foi encontrada na Vila do Conde, em Barcarena (PA) (MEDEIROS, 2016).

Agregado à disposição inadequada do esgoto, está o problema dos resíduos sólidos gerados pelos domicílios. Embora a Lei N° 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, orienta que é de responsabilidade do poder público a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, não havia coleta na comunidade; o lixo era queimado pelas famílias nos quintais de suas casas. Essa prática também foi observada em outras comunidades quilombolas no Pará (DE MELO, 2016).

A irregularidade ou ausência dos serviços de saneamento, aliada a falta de conhecimento da população sobre seus direitos constitucionais, atingem diretamente a saúde coletiva e indiretamente o desenvolvimento socioeconômico. Para remediar a esta situação se faz necessário, além de ações corretivas nos atendimentos de água, esgoto e resíduos sólidos, a introdução da educação ambiental no cotidiano das comunidades. Este direito é previsto na Constituição Federal de 1988, em seu artigo 255, que atribui ao poder público o dever de difundir-la em suas diferentes esferas, levando em consideração a realidade de cada local. De acordo com Furlan (2015), é importante que se introduza a educação ambiental (EA) com o intuito de promover um desenvolvimento sustentável, formando uma sociedade cada vez mais comprometida com a necessidade de construção de novos valores e saberes.

Sabendo da necessidade dessa política pública, foi questionado aos moradores se em algum momento participaram de palestras, encontros ou diálogos envolvendo educação, saneamento e saúde na comunidade; 100% dos entrevistados relataram não ter participado de eventos com essa finalidade. No entanto, a maioria das famílias supõe que as recorrências dos problemas de saúde podem ser da má qualidade da água, especialmente nas crianças (86%). Vale ressaltar que 97% dos logradouros rurais possuem poços artesanais. O uso desse recurso inclui o consumo humano, dessedentação de animais até irrigação de hortas; esses poços são escavados geralmente pelos próprios moradores e com profundidades que variam de 9 a 15 m, considerados rasos, por atingirem somente os lençóis freáticos (PINTO, 2011) e assim suscetíveis a vários tipos de contaminação, como por fezes de animais, por produtos químicos utilizados na agricultura ou efluentes domésticos.

Questionados sobre medidas tomadas para melhorar a qualidade da água, apenas 16% disseram tratá-la antes do consumo, sem, no entanto, possuir conhecimento sobre a eficiência desse tratamento. Desses, a maioria compra pastilhas de cloro que são lançados nos poços. O uso de pastilhas de cloro para desinfetar a água é recomendado pela FUNASA (2014) para pequenas comunidades, com menos de 50 mil habitantes. Contudo é necessário que as pastilhas sejam colocadas em um clorador, instalado entre o poço e o reservatório, de forma que ao abastecer o reservatório, a água passa primeiro pelo dispositivo onde é desinfetada pelo cloro.

Os dados registrados e resumidos na Figura 3, refletem a situação de precariedade vivenciada pela comunidade que se deve à falta de investimentos do poder público, a baixa renda das famílias e a necessidade de uma educação voltada para questões ambientais, higiene e saúde. Do total entrevistado, 93% dos moradores se mostraram insatisfeitos com a situação atual.

Embora o cenário vivido pela comunidade seja inviável para uma boa qualidade de vida, denotou-se uma grande vontade das famílias de melhorarem suas realidades. Sendo assim, foi considerado como melhor opção para tratar o esgoto sanitário doméstico unifamiliar, o sistema. Fossa verde para substituir o uso da fossa negra e a disposição a céu aberto das águas negras. Durante o período de construção da fossa realizada em conjunto com os moradores foi explicado a eles de forma simples o funcionamento de acordo material utilizado (Figura 4).

A operação e manutenção da fossa são simples e condizentes com a realidade das populações rurais. O desenvolvimento das plantas foi acompanhado desde sua implantação em junho de 2017 até junho de 2019 durante visitas regulares ao local para verificar a ausência de odores, presença de possíveis efluentes na superfície e registrar comentários ou queixas dos moradores.

As fossas construídas com dimensões de 2m² por pessoa confirme recomendado por Pamplona e

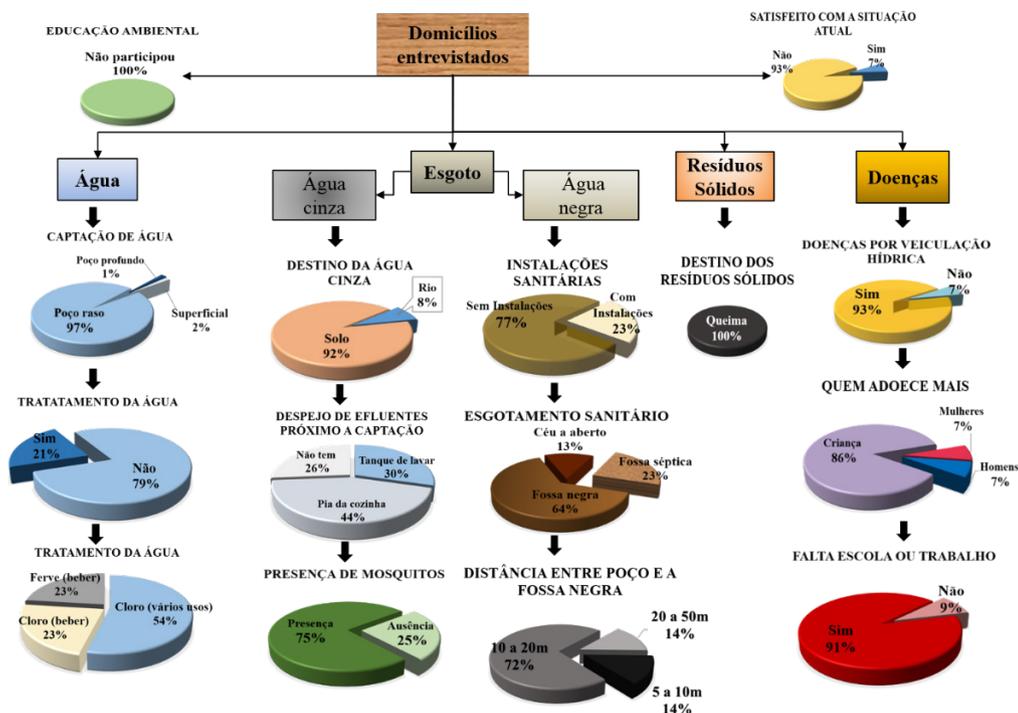
Venturi (2004), tem vida útil de no mínimo cinco anos e três meses (COELHO, 2018) desde que seja lançado apenas efluente do sanitário. Segunda a autora, a profundidade de 1 metro da fossa é factível para o uso consultivo pela planta; uma profundidade maior poderia interferir na disponibilidade de água para absorção pelas raízes das plantas.

O reaproveitamento de resíduos sólidos dispostos no meio ambiente foi bem acolhido pelos moradores; embora desconheçam de forma técnica como o processo pode beneficiar o ambiente, viram nessa iniciativa uma destinação adequada para produtos até então descartados de forma indiscriminada no ambiente. O uso de resíduos de construção civil para filtragem anaeróbia já foi utilizado por Campos (2008) para substituir agregados de rocha (brita), onde demonstrou grande potencialidade para tratar águas residuárias domésticas.

O uso casca do coco como substrato para tratar águas residuárias foi comprovado por De Araújo Almeida (2005) na remoção de coliformes fecais. No caso do caroço de açaí, a presença de lignina em suas fibras (COSTA, 2014) confere a esse material alto grau de durabilidade e resistência deste material, que favorecem seu uso como agregado no processo de tratamento anaeróbio.

As famílias beneficiadas demonstraram interesse e preocupação em relação ao crescimento das bananeiras e funcionalidade da fossa ao longo de dois anos. Para acompanhar o crescimento das plantas realizavam registros fotográficos mensalmente que eram enviados para a equipe executora. Durante o período de observação não houve percepção de odores exalados da fossa pelas famílias e não ocorreu extravasamento de efluentes pelo tubo de descarga. A disseminação do conhecimento e da melhora na qualidade de vida dos beneficiados trouxeram mais famílias interessadas em construir o mesmo modelo em suas residências, o que demonstra interesse pela comunidade em buscar alternativas para substituir o uso de fossa negra pela fossa verde (Figura 5).

Figura 3 - Fluxograma do questionário aplicado na comunidade rural de Tomé-açu (PA).



Fonte: Autores, 2019.

Figura 4 - Construção da fossa verde realizada em conjunto com os moradores.



Fonte: Autores, 2019.

Figura 5 - Exemplo de substituição do uso da fossa negra (1) pela fossa verde (2), em uma residência com quatro moradores, na comunidade rural de Tomé-açu (PA).



Fonte: Autores, 2019.

A vegetação cultivada sobre a fossa evapora rapidamente a água absorvida através do processo de transpiração. O fenômeno é frequentemente usado para completar o processo de tratamento da água e justifica o uso de plantas de folhas largas, como a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e a bananeira (*Musa sp.*). Essa última possui grande demanda hídrica, especialmente na etapa inicial do desenvolvimento; em dias ensolarados estima-se que a planta consuma 26L/dia (BORGES; SOUZA, 2004), enquanto sua taxa de evapotranspiração seria de 5,1 mm.dia⁻¹ (COELHO, 2018).

A contaminação dos vegetais por microrganismos nocivos à saúde do homem é uma preocupação,

principalmente quando o sistema de irrigação reutiliza efluentes do esgoto doméstico. De acordo com Coelho (2018) a técnica de irrigação da fossa verde é subsuperficial, isto é, sem contato direto entre o efluente e as espécies de vegetais cultivadas sobre a fossa. Após as análises microbiológicas foi confirmado que as bananas que cresceram sobre as duas fossas verdes não oferecem riscos para o consumo humano. As concentrações de coliformes termotolerantes a 45°C foram menores que 3 NMP.g-1 e não foram encontradas bactérias do gênero *Salmonella sp.* (Tabela 1). Estes valores estão em conformidade com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), do plano de amostragem e procedimentos para inspeção de atributos (NBR 5426, 1985) e demonstram condições higiênico-sanitárias dentro os padrões da Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001).

Tabela 1 - Resultados das análises da banana (*Musa sp.*) para cada fossa segundo NBR 5426/1985 e padrões Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001).

Lotes	Amostras avaliadas	Coliformes Termotolerantes a 45°C/g (NMP.g ⁻¹)	Referência ANVISA (2001) (NMP.g ⁻¹)	<i>Salmonella sp</i> (25g/amostra)	Referência ANVISA (2001)	Nº de unidades com defeito
Fossa I (1ª colheita)	5	< 3	2×10 ³	Ausência	Ausência	0
Fossa II (1ª colheita)	5	< 3	2×10 ³	Ausência	Ausência	0
Fossa I (2ª colheita)	5	< 3	2×10 ³	Ausência	Ausência	0
Lote II (2ª colheita)	5	< 3	2×10 ³	Ausência	Ausência	0

Legenda: NMP.g-1 - número mais provável por grama.

Fonte: Autores, 2019.

Coelho (2018) encontrou resultados semelhantes em análises microbiológicas das amostras de bananas (*Musa sp.*) cultivados nos módulos de fossa verde, com valor inferior a 10 UFC.g-1 (unidades formadoras de colônia por grama) para coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella sp.* Desta forma, concluindo que os frutos não oferecem riscos de contaminação ao homem pelo seu consumo.

CONCLUSÃO

O presente estudo realizou uma análise de saneamento da comunidade rural do município de Tomé-açu

(PA), com dados coletados e analisados pertinentes a área socioambiental. A identificação da forma para abastecimento de água, de lançamento de esgotos doméstico e de resíduos sólidos gerou dados estatísticos de suma importância para a descrição das condições de saneamento da área estudada.

É inegável a carência dos serviços de saneamento básico na comunidade rural. A incorporação de aspectos ambientais nas ações de saneamento representa um avanço significativo, mas é preciso criar condições para que os serviços de saneamento sejam implantados e acessíveis a todos – a denominada universalização dos serviços, princípio maior do marco regulatório do saneamento básico no Brasil, a Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007).

É importante que a educação ambiental esteja aliada aos serviços de saneamento. Neste caso a EA deve ser vista como política pública, sendo de responsabilidade do poder público promover a capacitação, a valorização e o financiamento no processo de sensibilização da sociedade quanto ao meio ambiente. Desta forma a sociedade torna-se capaz de atuar não como meros figurantes do meio em que vivem, mas como protagonistas, para que possam assumir seu papel de transformadores do meio, bem como multiplicadores de boas práticas e realizar mudanças de hábitos inadequados que estão enraizados na cultura.

O sistema fossa verde considerou o contexto sociocultural das famílias desprovidas dos serviços de saneamento público, proporcionou a valorização dos recursos naturais, protegendo os mananciais e o solo da contaminação por efluentes sanitários domésticos, pois substitui o uso da fossa negra e a disposição a céu aberto e conseqüentemente a melhora da qualidade de vida das famílias. No entanto, seria importante verificar a eficiência microbiológica de outras culturas cultivadas sobre a fossa, que sejam de interesse da família.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Pará pela bolsa Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIC/ UFPA) e ao Dr. Prof. Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo pela contribuição na produção do texto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5426. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos ABNT**. Rio de Janeiro, 1985, 63p. Acesso em 08 de abril de 2019.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S. (1ª ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa e Fruticultura, 2004. 279p. Acesso em 20 de maio de 2019.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. **Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa**. Brasília: Funasa, 2014. 36p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files/mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf> . Acesso em 06 de junho de 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. **Orientações metodológicas para Programa de Educação Ambiental em Saneamento para pequenos municípios**: Caderno de orientações: Caderno 1. Universidade Estadual de Feira de Santana. – Feira de Santana: UEFS – Brasília: FUNASA, 2014. 61p. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files/mf/orient_ed_sa_caderno1.pdf. Acesso em 06 de junho de 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no**

solo para melhorar e incrementar a agricultura do semiárido nordestino, 2007. 120p. Brasília: Funasa. Acesso em 09 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2010. Acesso em 2 agosto de 2018.

BRASIL. Lei no 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2007. Acesso em 02 de fevereiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília: ANVISA. Acesso em 05 de maio de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2014. 812 p. Brasília: Ministério da Saúde. Acesso em 21 de março de 2019.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p. Acesso em 21 de março de 2019.

CAMPOS, L. E. DE F.; PETTER, C. O. KAUTZMANN, R. M. Filtro Anaeróbio: Uso de resíduos de construção como material suporte. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 5-13, 2008. Disponível em: <https://biblioteca.unilasalle.edu.br/>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

CARVALHO, A. R. de; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios Básicos do Saneamento do Meio** - 10ª ed. 400p. SENAC. São Paulo, 2010.

COELHO, C. F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J. C. De. Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 23, n. 4, 11 p. 801-810, 2018. Acesso em 15 de maio de 2019.

COSTA, L. dos S. **Utilização do caroço de açaí como leito filtrante no tratamento de água de abastecimento e residuária**. 2014. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Belém, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/7924>. Acesso em 05 de junho de 2019.

DE ARAÚJO ALMEIDA, R.; ALMEIDA, N. A. M. Remoção de coliformes do esgoto por meio de espécies vegetais. **Revista eletrônica de enfermagem**, v. 7, n. 3, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/902/1098>. Acesso em 10 de maio de 2019.

DE MELO, M. F.T.; SILVA, H. P. Doenças crônicas e os determinantes sociais da saúde em comunidades quilombolas do Pará, Amazônia, Brasil. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, v. 7, n. 16, p. 168-189, 2015. Disponível em: <http://abpnrevista.org.br/revista/index.php/revistaabpn1/article/view/103>. Acesso em 10 de maio de 2019.

DOWNES, F. P., & K. **Compedium of methods for the microbiological**. Examinations of Foods (4th. ed.). Washington, DC: APHA. 2001.

FRAZÃO, D. A. C., Homma, A. K. O. ISHISUKA, Y., de MENEZES, A. J. E. A., de MATOS, G. B., & de ROCHA, A. C. P. N. Indicadores tecnológicos, econômicos e sociais em comunidades de pequenos agricultores de Tomé-Açu, PA. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005. Acesso em 23 de abril de 2019.

FURLAN, A. C., DOS SANTOS, A. V., RICARDA, C. M., ESPOLADOR, R. D. C. R. T., & DUBUC, M. A. Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Ciências Jurídicas**, v. 11, n. 2, 2015. Acesso em 15 de março de 2019.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 2009. 38f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010 / IBGE**. 151p. 2011. Rio de Janeiro (RJ). Acesso em 05 de agosto de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Pesquisa nacional de Saneamento Básico 2008**. 219p. 2010. Acesso em 05 de agosto de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. **Síntese de Indicadores**, 2015. Rio de Janeiro (RJ). Acesso em 18 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/19897-sintese-de-indicadorespnad2.html?edicao=9129&t=resultados>. Acesso em 10 de maio de 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento brasileiro 2017**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/nobrasil/saude>. Acesso em 20 de janeiro 2019.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 341-348, 2013. Acesso em 10 de abril de 2018.

MARTINS, A. S. **Influência de Produtos de Higiene Pessoal e Limpeza na Concentração de Sólidos Totais, DBO, DQO, Nitrogênio Total e Fósforo Total do Esgoto Doméstico**. 2018. Acesso em 02 de março de 2018.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. de O. GUIMARÃES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 695-708, 2016.

METCALF & EDDY; AECOM. **Wastewater engineering: Treatment and Resource Recovery**. 5 ed. 2018 p. New York: McGraw-Hill Education, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS), Saneamento Senso, 2013. Acesso em 07 de janeiro de 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS), **Morbidade Hospitalar do SUS**, 2014. Acesso em 07 de janeiro de 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS). **Sistema de informação de atenção básica- Situação de Saúde – Pará**. 2010. Acesso em 14 de dezembro de 2018.

MORAES, V. R., CARNEIRO JR, J. J. VALENTINI, C. M. A., & DE FARIA, R. A. P. G. Caracterização dos modelos de esgotamento sanitário na comunidade São Gonçalo Beira Rio, Cuiabá, MT. **Biodiversidade**, v. 12, n. 1, 2013. Acesso em 10 de janeiro de 2019.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.

OLIVEIRA NETTO A. P.; GUERRA L.R.M.; SILVA M.R.P.S e SILVA R.F.S. Biorremediação Vegetal Do Esgoto Domiciliar: O Caso Da Fossa Verde Em Comunidades Rurais Do Alto Sertão Alagoano. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.1, n.3, p.103-113, 2015. Acesso em 05 de junho de 2018.

PAMPLONA, S.; VENTURI, M. **Esgoto à flor da terra**. Permacultura Brasil. Soluções Ecológicas, ano VI, v 16, 48 p., 2004. Acesso em 05 de junho de 2018.

PINTO, F. de R. **Qualidade da água em propriedades rurais da microbacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal - SP**. 2011. xiii, 123 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011. Acesso em 12 fevereiro de 2019.

REIS, B. O.; SILVA, I. T. D.; SILVA, I. M. O. D. Produção de briquetes energéticos a partir de caroços de açaí. **Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural**, 2002.

RODRIGUES, T. E. DOS SANTOS, P. L. ROLLIM, P. A. M., SANTOS, E., REGO, R. S., DA SILVA, J. M. L., GAMA, J. R. N. 53p. 2001. Caracterização e classificação dos solos do Município de Tomé-Açu, PA. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**. Acesso em 23 de abril de 2019.

SILVA, W. T. L. **Memorial descritivo: montagem e operação da fossa séptica biodigestora**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. Acesso em 08 de abril de 2019.

SOUSA, R. S. D. MENEZES, L. G. C. D., FELIZZOLA, J. F., FIGUEIREDO, R. D. O. SÁ, T. D. D. A., & GUERRA, G. A. D. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde e Sociedade**, v. 25, p. 1095-1107, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/sausoc/2016.v25n4/1095-1107/pt/>. Acesso em 10 de maio de 2019.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. 452p. Belo Horizonte: UFMG, 2005.