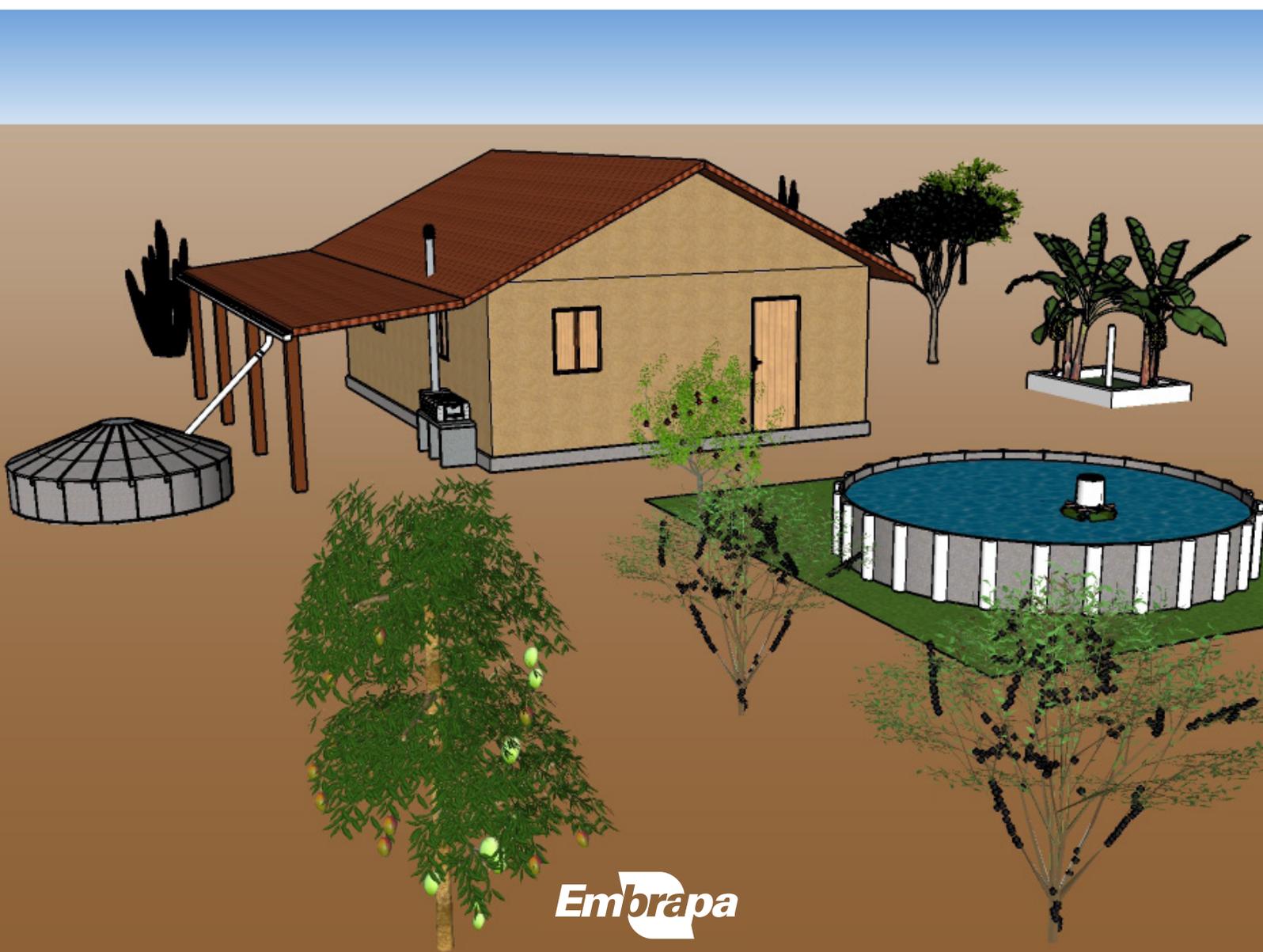


Tecnologias Sociais de Eco-habitação



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 187

Tecnologias Sociais de Eco-habitação

Enio Giuliano Girão
Carlos Renato Marmo
Luiz Carlos Guilherme
Joel Henrique Cardoso
Carlos Piffero Câmara

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
Gustavo Adolfo Saavedra Pinto

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
*Marlos Alves Bezerra, Ana Cristina
Portugal Pinto de Carvalho, Deborah
dos Santos Garruti, Dheyne Silva Melo,
Ana Iraidy Santa Brígida, Eliana Sousa
Ximendes*

Supervisão editorial
Ana Elisa Galvão Sidrim

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Ariilo Nobre de Oliveira

Ilustração da capa
Emílio R. T. Konrath

1ª edição
On-line (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Tecnologias sociais de eco-habitação / Enio Giuliano Girão... [et al.]. -- Fortaleza:
Embrapa Agroindústria Tropical, 2019.

30 p. : il. ; 21 cm x 29,7 cm. -- (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical,
ISSN 2179-8184; 187).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Saneamento básico rural. 2. Inovação social. 3. Permacultura. I. Girão, Enio
Giuliano. II. Marmo, Carlos Renato. III. Guilherme, Luiz Carlos. IV. Cardoso, Joel
Henrique. V. Câmara, Carlos Piffero. VI. Série.

CDD 363.729

Autores

Enio Giuliano Girão

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema/UFC), mestre em Engenharia Agrícola (UFC), especialista em Direito Público com enfoque ambiental (IESF), engenheiro-agrônomo (UFC), Bel. em Direito (Unichristus), pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Carlos Renato Marmo

Mestre em Saneamento e Meio Ambiente (UNICAMP), engenheiro civil (UNESP), analista da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

Luiz Carlos Guilherme

Doutor em Genética e Bioquímica (UFU), mestre em Zootecnia (UFLA), zootecnista, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

Joel Henrique Cardoso

Doutor em Agroecologia, Sociologia e Desenvolvimento Rural (Universidade de Córdoba, Espanha), engenheiro-agrônomo (UFSC)

Carlos Piffero Câmara

Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema/UFC), especialista em Educação e Permacultura para a Sustentabilidade nas Unidades de Conservação (UECE), Biólogo (UECE)

Apresentação

As tecnologias sociais são produtos, métodos, processos ou técnicas, criadas para solucionar algum tipo de problema social e que atende aos quesitos de simplicidade, baixo custo, fácil aplicabilidade e impacto social. Originam-se no meio de uma comunidade ou no ambiente acadêmico, aliando saberes populares e conhecimentos técnico-científicos. É um conceito que remete à proposta inovadora de desenvolvimento, baseada na disseminação de soluções para problemas essenciais, como demandas por água potável, alimentação, educação, energia, habitação, renda, saúde e meio ambiente, entre outras.

As tecnologias sociais promovem educação, cidadania, inclusão, acessibilidade, sustentabilidade, participação e cultura, ou seja, a transformação social, pois é desenvolvida em conjunto com a população, que assume o processo da mudança.

A Embrapa, imbuída no propósito de atender à sociedade, que cada vez mais demanda alternativas tecnológicas simples e viáveis, e alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), entrega esta publicação objetivando contribuir para o acesso de famílias rurais ao saneamento e à higiene adequados e equitativos para todos, além de instrumentos de geração de renda.

A população do meio rural, os técnicos que lhe prestam assessoria, a comunidade acadêmica e outros usuários encontrarão neste documento uma sistematização de experiências que podem ser dispostas ao redor da residência, gerando renda e bem-estar.

Interessa-nos que a sua eficácia possa ser alcançada ou repetida por outras pessoas, permitindo que o desenvolvimento se multiplique entre as populações atendidas, melhorando a sua qualidade de vida.

Lucas Antonio de Sousa Leite
Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução.....	6
Tecnologias sociais.....	6
Saneamento básico rural.....	7
Permacultura	9
<i>Design</i> permacultural	9
Tecnologias sociais de eco-habitação.....	10
a. Casa de tijolo tipo adobe.....	10
b. Casa de tijolo ecológico	12
c. Fossas verdes	14
d. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)	16
e. Jardim filtrante.....	18
f. Bioágua familiar.....	18
g. Sistema Embrapa.....	20
h. Cisterna de concreto com tela de arame (ferrocimento).....	22
i. Cisterna de ferrocimento (tela de alambrado).....	22
j. Quintais agroecológicos	24
k. Fogões ecológicos.....	26
Considerações.....	28
Referências	28

Tecnologias sociais de eco-habitação

Introdução

Com o objetivo de alinhar as necessidades das comunidades rurais às ações estruturantes de habitações sustentáveis, esta publicação apresenta um estudo sistematizado sobre as tecnologias sociais que estão sendo largamente usadas nos espaços rurais, tornando-as disponíveis para agricultores e agricultoras, extensionistas e as várias modalidades de educadores do campo. As tecnologias sociais aqui apresentadas possuem caráter socioambiental, estão vinculadas ao desenvolvimento sustentável, com foco prioritário na população de baixa renda, principalmente nas áreas de habitação de interesse social, desenvolvimento institucional, saneamento ambiental, alimentação, trabalho e geração de renda e saúde.

Dessa forma, as tecnologias sociais seguem linhas temáticas prioritárias de políticas habitacionais, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Alinhamento das tecnologias sociais com linhas prioritárias de habitação

Tecnologia social	Habitação de interesse social	Desenvolvimento institucional	Saneamento ambiental	Alimentação	Trabalho e geração de renda	Saúde
Casa de tijolo adobe	X	X	X			
Casa de tijolo ecológico	X		X			X
Máquinas de tijolo ecológico		X			X	
Fossas verdes	X		X			
Fossas sépticas biodigestoras	X		X			X
Jardins filtrantes	X		X			X
Bioágua familiar	X		X	X		X
Sisteminha Embrapa				X	X	X
Cisternas de consumo	X		X	X		X
Cisternas de produção	X			X	X	X
Quintais agroecológicos				X	X	X
Fogões ecológicos	X		X	X		X

Fonte: elaboração dos autores.

Tecnologias Sociais

O termo compreende produtos, técnicas e metodologias reaplicáveis desenvolvidos na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social. Proposta inovadora de desenvolvimento, de abordagem construtivista na participação coletiva do processo de organização, desenvolvimento e implementação. Baseia-se na disseminação de soluções para problemas voltados a demandas de alimentação, educação, energia, habitação, renda, recursos hídricos, saúde, meio ambiente, dentre outras. As Tecnologias Sociais aliam saber popular,

organização social e conhecimento técnico-científico, sendo efetivas e reaplicáveis, propiciando desenvolvimento social em escala (Fundação Banco do Brasil, 2017).

Propomos, em diálogo e participação ativa com a comunidade, a replicação de sistemas permaculturais com base em tecnologias sociais de habitação (casa de tijolo ecológico), de recursos hídricos (cisternas de ferrocimento), de saneamento ambiental (fossas verdes, fossa séptica biodigestora, jardins filtrantes, bioágua familiar), de saúde (fogões ecológicos) e de produção agroecológica (quintais agroecológicos, Sisteminha Embrapa).

A publicação alinha-se ao Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) e às habitações de interesse social, pois possibilita às famílias o acesso à moradia digna no campo, seja construindo sua nova casa ou reformando uma existente.

Relacionamos a seguir uma lista de tecnologias sociais que podem contribuir para o saneamento básico rural no Semiárido.

Saneamento básico rural

O Brasil possui atualmente 209 milhões de habitantes morando em áreas urbanas (84,72%) e rurais (15,28%) de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Desta população, somente 22% têm acesso a serviços adequados de saneamento básico (CEPAL/BID, 2018). A realidade aponta que ainda existem quase 5 milhões de brasileiros que não possuem banheiro, ou seja, defecam ao ar livre, e os motivos vão desde a ausência de prioridade nas políticas públicas até a própria cultura do morador da área rural, que não vê o saneamento básico como uma necessidade ou não o relaciona às doenças de veiculação hídrica (Embrapa, 2017).

O déficit de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil tem resultado em parcela significativa de esgotos sem tratamento e sem destinação adequada, por vezes dispostos diretamente nos corpos d'água, comprometendo a qualidade das águas para diversos usos, com implicações danosas à saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente (Agência Nacional de Águas, 2017).

De acordo com o CNI (2014), o Norte e Nordeste brasileiro têm os piores indicadores quanto ao atendimento com rede de esgoto. O Norte atende a apenas 9,6%, e o Nordeste 21,3 da população total com esgotos.

A carência de serviços de saneamento básico aponta para a necessidade de tecnologias de saneamento rural inovadoras, menos onerosas e mais eficientes e funcionais para a realidade das populações que demandam estes serviços, com destaque para as famílias agricultoras dos territórios rurais.

Um dos eixos estratégicos do Plano Nacional de Saneamento Rural (PNSR)⁽¹⁾ é a utilização de tecnologias sociais de saneamento apropriadas às peculiaridades locais (Fundação Nacional de Saúde, 2016), ao qual estão alinhadas as cisternas de consumo e de produção, as fossas ecológicas, o bioágua familiar e os quintais agroecológicos apresentados nesta publicação.

⁽¹⁾ O PNSR é composto de diretrizes e estratégias para ações de saneamento básico em áreas rurais, objetivando a universalização do acesso em um horizonte de 20 anos. Para tanto, a Funasa, em conjunto com a equipe da UFMG, vem realizando um processo de construção com a participação de diversos atores e segmentos sociais interessados e envolvidos nas questões do saneamento.

As ações de saúde estão voltadas para o saneamento básico rural, por meio de tecnologias sociais aprovadas no meio científico e no campo (fossas ecológicas, fossas sépticas biodigestoras, jardim filtrante, bioágua familiar). Essas tecnologias já são utilizadas em várias regiões do país, adaptadas às realidades locais e regionais. Além da reutilização dos efluentes (esgoto), essas tecnologias possibilitam o tratamento desses resíduos na produção de alimentos e na inclusão produtiva local e territorial desses cidadãos.

Sabe-se que o uso adequado das tecnologias de saneamento rural contribui para a redução de locais que servem para a transmissão de doenças e multiplicação de vetores como o mosquito *Aedes aegypti*, transmissor de doenças graves como a dengue, chikungunya, zika e febre amarela.

A maior concentração de fossas sépticas biodigestoras e jardins filtrantes instaladas por parceiros da Embrapa está na região Sudeste. O Nordeste, com apenas 711 unidades (6,6% do total), representa uma região estratégica para a implementação de parcerias e ampliação dos benefícios gerados por essas tecnologias sociais.

Por mais que as tecnologias sociais sejam divulgadas e tenham grande visibilidade junto aos meios de comunicação (TV, rádio, jornais, internet), órgãos públicos e privados, produtores rurais e sociedade em geral carecem de informações detalhadas sobre cada uma dessas tecnologias, seus usos, suas restrições e sua aplicabilidade.

Apesar do crescente reconhecimento quanto à importância do envolvimento das pessoas para a sustentabilidade dos processos de manejo agroecológico, muitas iniciativas públicas não levam em conta as necessidades e potencialidades dos habitantes locais (Miccolis et al., 2016).

As propostas desta publicação são também educativas, uma vez que aumentam a autonomia das famílias e comunidades rurais na solução de seus problemas. Também geram melhorias a partir do saneamento ambiental, com o aumento da oferta de água e nutrientes para a produção agroecológica. Ao mesmo tempo, geram sistemas participativos de solução de problemas seculares, como é o caso do esgoto, com o tratamento e destino correto dos dejetos.

Trata-se, portanto, de uma demanda latente, cujo número de interessados vem aumentando, conforme as tecnologias são divulgadas pela mídia e implantadas pela rede de apoiadores (ONGs e prefeituras, principalmente). É uma atividade que tem como objetivo formar agentes multiplicadores, capacitar agentes locais e identificar novas parcerias.

A partir desta percepção de necessidade dos possíveis interessados, elabora-se este documento, que, apesar de orientar para a ação, preocupa-se com as bases e os princípios em que as tecnologias sociais estão apoiadas, com destaque para a valorização de produtos, processos, conhecimentos e pessoas presentes no local, o que reforça o grau inovador das tecnologias sociais aqui apresentadas, que ganharam o status de prática social ou recurso de uso coletivo em função da apropriação social e do reconhecimento da sua utilidade para contextos que, por mais que sejam específicos e localizados, interessam a uma porção muito significativa da população mundial, brasileira e nordestina (Schneider et al., 2014).

As práticas e tecnologias que serão apresentadas estão assentadas nos princípios da Permacultura, Eco-habitação, Agroecologia e Sistemas Agroflorestais e totalizam 12 tecnologias sociais consagradas por instituições apoiadoras destas iniciativas, como o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e a FINEP.

Permacultura

As tecnologias sociais de eco-habitação adotam os princípios de construção da permacultura, que consiste no planejamento e na execução de ocupações humanas sustentáveis, unindo práticas ancestrais (inclusive indígenas) aos modernos conhecimentos das áreas de ciências agrárias, engenharias, arquitetura e ciências sociais, abordadas sob a ótica da ecologia. A permacultura consiste na elaboração, instalação e manutenção de estruturas produtivas que mantenham a diversidade, a resistência e a estabilidade dos ecossistemas naturais, promovendo energia, moradia e alimentação humana de forma harmoniosa com o ambiente (Morrow, 2010). A permacultura é o conjunto de paisagens conscientemente desenhadas que reproduzem padrões e relações encontradas na natureza e que, ao mesmo tempo, produzem alimentos, fibras e energia em abundância e suficientes para prover as necessidades locais (Holmgren, 2007).

Design permacultural

O termo utilizado na permacultura para definir o planejamento e o projeto executivo, propriamente dito, de uma ocupação humana produtiva e sustentável é *design*, que se origina do inglês e equivale aos termos plano e projeto do português. O *design* permacultural apresenta três princípios basilares (Morrow, 2010):

- a) **Adaptação:** o *design* se refere a um planejamento que envolve, além dos aspectos técnicos das ações necessárias, a adequação temporal e econômica de sua implementação e a predisposição para se adequar às condições ambientais do local onde se aplica (fazendas, assentamentos rurais, vilas, áreas urbanas, lotes residenciais, etc.). Este último ponto é a maior diferença entre o *design* permacultural e outras formas de desenho/planejamento de ocupação e uso do solo, pois, de modo geral, os empreendimentos partem da premissa de alterar a realidade físico-ambiental em prol de um determinado objetivo. O planejamento permacultural tratará de se adequar aos objetivos desejados ao meio ambiente, respeitando sua dinâmica ecológica e se valendo positivamente dos recursos locais.
- b) **Inter-relações:** refere-se à interação entre cada elemento do sistema que se está planejando (ou manejando). Mais importante do que a definição dos elementos (tipos de cultura, atividades produtivas, edificações, fontes de água e energia, entre outros) que compõem ou compõem um determinado agroecossistema projetado, é a definição de suas interconexões, de modo que os resíduos ou excedentes de um sejam reaproveitados por outros, fechando, assim, alguns ciclos internos ao agroecossistema.
- c) **Observação cuidadosa:** reside na importância dada à “observação do objeto” (área a ser projetada) por parte do projetista. Refere-se às questões ambientais locais, aos aspectos socioculturais em meio à realidade específica, às possibilidades econômicas e às oportunidades e ameaças externas ao *locus* do projeto em si. Um bom *design* depende de uma relação harmoniosa e livre entre as pessoas e a natureza, criando-se as premissas para que a observação cuidadosa e a interação racional fomentem a inspiração, o repertório e os padrões para o *design*. Enquanto a agricultura tradicional é intensiva em trabalho humano e a industrial em energia fóssil, o *design* permacultural é intensivo em informação e planejamento.

Tecnologias sociais de eco-habitação

a. Casa de tijolo tipo adobe

A casa de taipa, também conhecida por pau a pique, taipa de mão, taipa de sopapo ou taipa de sebe, é uma antiga técnica construtiva que consiste no entrelaçamento de madeiras verticais fixadas no solo, com vigas horizontais, geralmente de carnaúba ou marmeleiro, amarradas entre si por cipós, dando origem a um grande painel perfurado que, após ter os vãos preenchidos com barro, transforma-se em parede. Pode receber acabamento alisado ou não, permanecendo rústica, ou ainda pintura de caiçã (Ecoeficientes, 2014).

A taipa foi utilizada no repertório das construções dos séculos XVIII e XIX, período colonial do Brasil, sobretudo nas paredes internas de tais edificações. Das técnicas em arquitetura de terra, é a mais utilizada, principalmente por dispensar materiais importados. O uso da taipa ocorria em sua maioria na zona rural.

A construção de pau a pique, quando mal executada e mal-acabada, pode se degradar em pouco tempo, apresentar rachaduras e fendas, tornando-se alvo de roedores e insetos, que se instalam nestas aberturas. E por isso o pau a pique é associado ao barbeiro (*Trypanosoma cruzi*), inseto transmissor da Doença de Chagas, que costuma habitar estas frestas. No entanto, quando construída de forma adequada, com base de pedra afastando-a do solo (50 a 60 cm) e devidamente rebocada e coberta, não há o perigo da infestação do barbeiro nas paredes e ou mesmo da degradação do pau a pique.

Para acrescentar maior resistência sem perder as qualidades inerentes ao barro, dispomos da tecnologia social do tijolo de adobe. O adobe é umas das variadas técnicas de construção em terra crua, que consiste em terra (barro) e fibra vegetal (especialmente, esterco curtido de cavalo) misturados com água, moldados e secos ao ar livre (sem queima). O adobe enquadra-se no grupo estrutural alvenaria portante⁽²⁾, cuja característica é ser fabricado e utilizado na obra logo após a fabricação (Ruivo, 2015).

É necessário no processo de produção de adobes misturar a terra com água até que a massa adquira uma consistência plástica (não em demasia, para que mantenha sua forma). Junta-se à mistura o esterco curtido de cavalo, que funcionará como estabilizante. É necessário misturar e amassar bastante para que a mistura fique homogênea. Se possível, deixar repousar por um ou dois dias até ser utilizada para moldar os adobes (o processo de fermentação melhora as características da terra). Este processo pode ser artesanal (mistura feita com os pés) ou mecanizado (misturadoras ou betoneiras). Depois, é necessário dar forma aos adobes com moldes de madeira, enchendo-os completamente e aplicando força de compactação para melhorar a resistência dos adobes.

É recomendável que a secagem dos adobes seja feita naturalmente, de preferência à sombra, pelo menos nos primeiros dois a três dias de duração do processo. O tempo de secagem pode variar de 3 a 20 dias, em média, dependendo do clima e do teor de umidade no ar. Uma pessoa experiente produz de 200 a 300 tijolos de adobe por dia, incluindo a preparação da massa e o armazenamento dos adobes prontos.

⁽²⁾ Na alvenaria estrutural, também chamada de alvenaria portante, vedação e estrutura funcionam como um só. Os blocos são organizados de forma a serem capazes de suportar todas as cargas da construção. Em casa de tijolo adobe, no entanto, por questões culturais e de garantia ainda maior de segurança, as colunas são feitas em concreto+ferro.

O processo de moldagem do adobe geralmente é artesanal, mas pode ser utilizada a prensa mecânica, cuja vantagem é um menor requerimento de água na mistura e a possibilidade imediata de armazenamento, já que dispensa o tempo de secagem. A grande desvantagem é que, por ter que utilizar uma mistura seca, os adobes não vão ser tão resistentes, uma vez que as forças aglutinantes da argila não são ativadas (são necessários água e movimento de pressão, aplicados durante a mistura, para ativar as forças aglomerantes dos minerais da argila).

Os adobes prensados mecanicamente são chamados de blocos de terra comprimida (BTC) e necessitam de algum aditivo para obter a mesma resistência, geralmente 8% de cimento. Os adobes são paralelepípedos sólidos e devem respeitar algumas regras de proporção recomendadas em variadas normas construtivas. Também podem conter furos, para diminuir seu peso e aumentar sua capacidade térmica. No entanto, eles podem assumir diversos formatos, conforme o desenho da construção. Eles podem ter cantos arredondados para construir esquinas menos agressivas e mais resistentes ao embate; podem ter formatos trapezoidais para a construção de arcos, etc. Na Figura 1, apresenta-se a seqüência de procedimentos para produção do adobe.

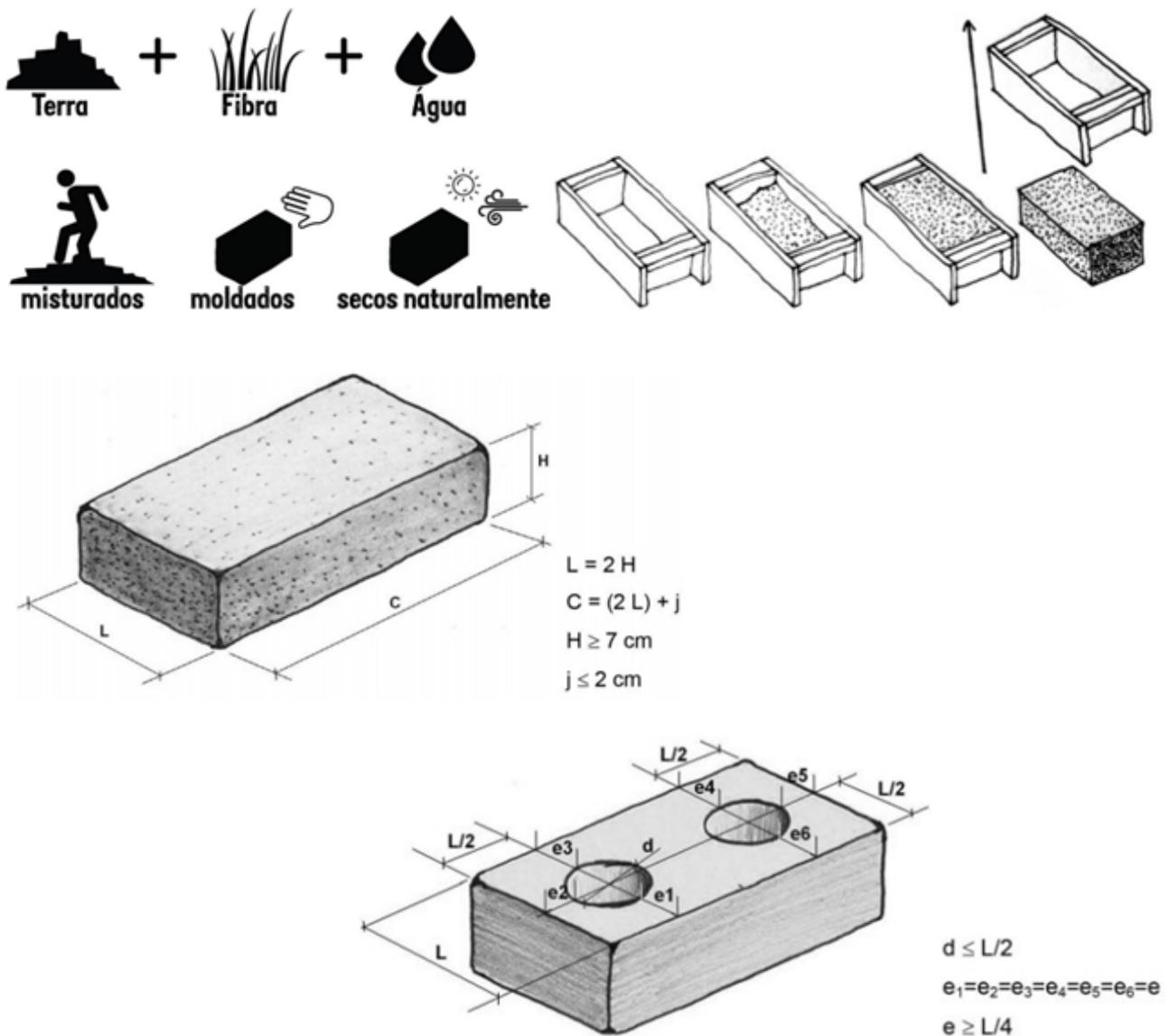


Figura 1. Esquema de produção do tijolo adobe.

b. Casa de tijolo ecológico

O tijolo ecológico, ecotijolo ou tijolo modular de solo-cimento ou BTC (bloco de terra comprimida) é produzido a partir de um material chamado 'solo-cimento', constituído por uma mistura de terra, cimento e água. O solo utilizado é do tipo arenoso, amplamente encontrado em nossa região. É importante observar que o solo não deve conter matéria orgânica. É possível, ainda, utilizar em sua composição o resíduo moído de material de construção (Tijolo Ponto Eco, 2017).

O solo-cimento é conformado em prensa hidráulica, dando forma ao tijolo ecológico. Após a conformação, o ecotijolo permanece umedecido durante vários dias para que ocorra a 'cura', com o consequente endurecimento do tijolo. Após a cura, o ecotijolo está pronto para transporte e uso na obra. Na casa, o assentamento pode ser realizado pelo encaixe entre as peças, sem argamassa. Os pedreiros devem estar atentos para o alinhamento das fiadas de tijolos e para o prumo da alvenaria.

O tijolo possui furos verticais que permitem embutir a estrutura de sustentação. Espaçadamente, os furos recebem concreto e ferragem, permitindo que a estrutura fique embutida na parede e distribuída ao longo de sua extensão, e não apenas nos cantos, como no sistema convencional. Evita-se o uso de formas de madeira, com a finalidade de reduzir a mão de obra com construção de formas e de evitar o resíduo de madeiras no final da obra. Os furos verticais permitem embutir as instalações elétricas e hidráulicas, evitando as quebradeiras e os remendos do sistema tradicional. Evitam-se custos com mão de obra e material neste processo (Tijolo Ponto Eco, 2017).

O ecotijolo é a estrutura básica na construção de paredes internas e externas. Os acabamentos das laterais do ecotijolo são chanfrados, com encaixe macho e fêmea, arredondados (Ceará Ecotijolos, 2017). Os tijolos ecológicos apresentam vantagens como: assentamento prático, facilitando a construção da alvenaria; economia na construção da habitação (em torno de 40%); aumento do conforto térmico da edificação; passagem de instalações elétricas e hidráulicas sem necessidade de ruptura da alvenaria. A alvenaria pode ser deixada à vista ou receber revestimento convencional, rebocos naturais de terra, tintas industrializadas e ainda tintas naturais. Segundo a Aniteco (2017), os tijolos ecológicos contribuem ainda para a redução de emissão de gases poluentes na atmosfera, e se estima que para cada mil tijolos ecológicos fabricados, sete a doze árvores de porte médio são poupadas.

A durabilidade do ecotijolo depende da forma como é feito e da qualidade do trabalho de construção. O tijolo deve atender ao padrão de qualidade ABNT NBR 8492:2012. A construção deve ser feita com a preocupação de evitar a permanência de umidade em contato com o tijolo. A umidade nas alvenarias deve ser evitada pelos seguintes meios: impermeabilização da fundação; rejuntamento das paredes que ficarão com tijolo à vista; Impermeabilização das faces externas das paredes externas da edificação; acabamento bem feito no encontro entre as paredes e as portas e janelas; rodapé externo, com cerca de 15 cm de altura, feito com argamassa impermeável; colocação de rufo ou outra camada de proteção no alto das paredes expostas à chuva, em obras onde o telhado fica escondido. Detalhes do tijolo na Figura 2.

O mercado de tijolo ecológico vem crescendo no Brasil, tendo sido criada uma associação nacional que congrega empresas fabricantes, a ANITECO⁽³⁾. No Ceará, destacam-se a empresa Ceará Eco - Tijolos Ecológicos⁽⁴⁾ e o grupo de pesquisa Autoconstrução⁽⁵⁾.

⁽³⁾ <http://www.aniteco.com/>

⁽⁴⁾ <https://cearaeco.wordpress.com/>

⁽⁵⁾ <https://www.facebook.com/pg/Autoconstrucao>

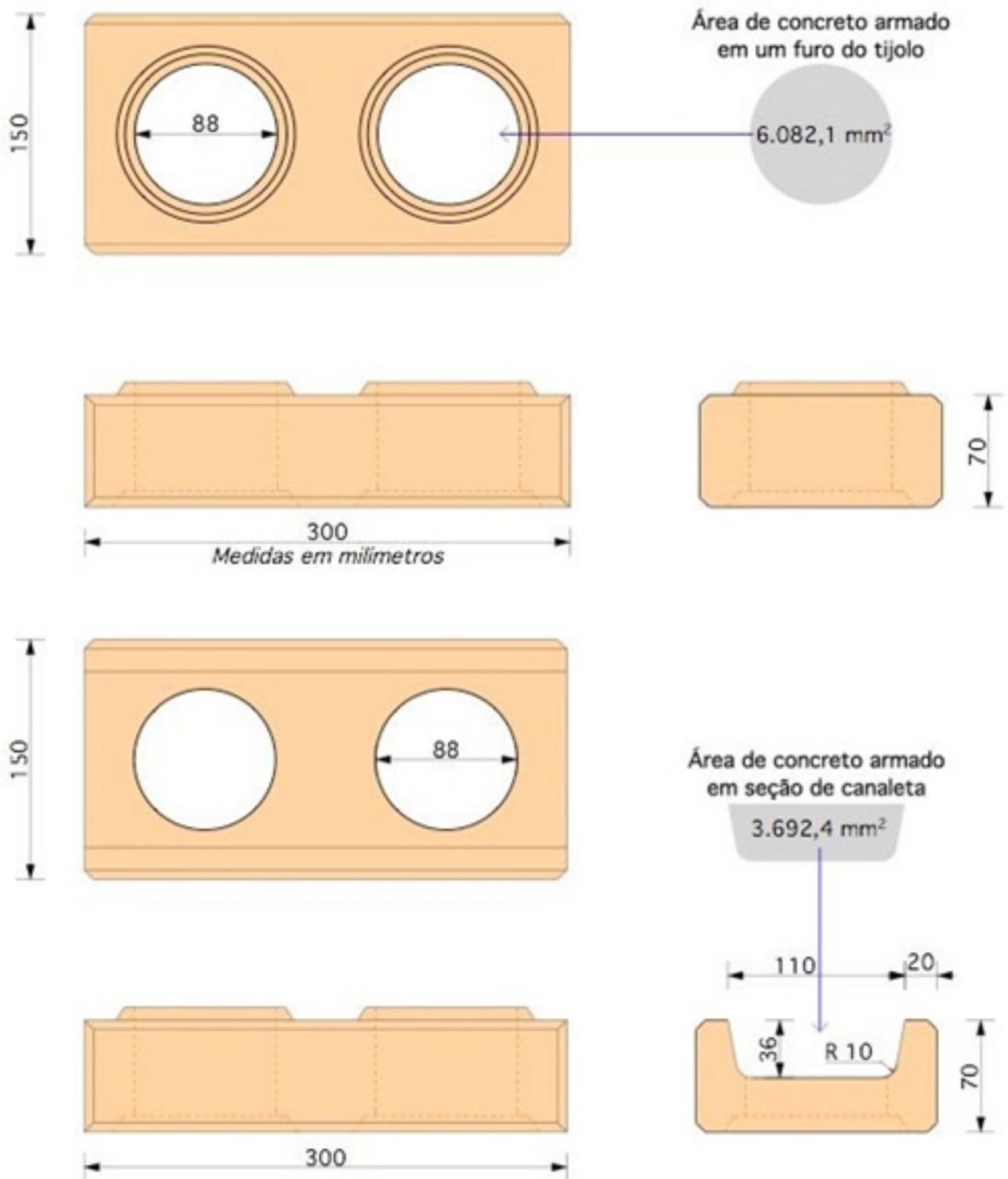


Figura 2. Desenho técnico do tijolo ecológico e canaleta de 30 cm x 15 cm x 7 cm.

Fonte: Tijolo Ponto Eco (2017).

As máquinas de fabricação de tijolos ecológicos disponíveis no mercado possuem os seguintes equipamentos e características técnicas:

- a) Prensa hidráulica: produz até 200 diferentes modelos de tijolos ou pisos ecológicos por hora; compactação de até 6 toneladas; duas versões (12,5 cm x 25 cm ou 15 cm x 30 cm); mínimo consumo de energia e baixo custo de manutenção.
- b) Esteira transportadora (3 m): ideal para transporte de solos e outros; praticidade, eficiência e fácil operação; baixo custo operacional com excelente custo-benefício.
- c) Triturador de solo: tritura solo muito úmido, úmido e seco; alta resistência e grande produtividade; lâmina de corte especial (quanto mais atrito e choque, mais o aço endurece); utilizado para desfazer os grumos formados na mistura do composto (solo-cimento).
- d) Matrizes: 1 (uma) matriz tijolo modular superior, 1 (uma) matriz tijolo modular inferior, 1 (um) kit matriz tijolo modular canaleta.

c. Fossas verdes

As fossas sépticas, largamente utilizadas na maioria das residências, apenas removem os sólidos, sem eliminar a contaminação por patógenos humanos. Elas precisam ser esvaziadas regularmente, e quando isso não ocorre, a qualidade das águas subterrâneas fica comprometida (Soares e Legan, 2009).

Uma alternativa encontrada para solucionar o problema é a construção da fossa verde (Coelho, Reinhardt; Araújo, 2018; Fiocruz, 2013). Também conhecida como fossa ecológica, canteiro biosséptico, tanque ou bacia de evapotranspiração (Galbiati, 2009), a fossa verde é uma técnica desenvolvida e difundida por permacultores, com potencial para aplicação no tratamento domiciliar de águas provenientes de descarga de sanitários (Galbiati, 2009). A fossa verde é um sistema que associa a digestão anaeróbica (ausência de oxigênio) a um canteiro séptico que digere toda a matéria orgânica (fezes e urinas humanas) nas raízes das plantas, em conjunto com microrganismos aeróbicos (presença de oxigênio). A água é evaporada e também há transpiração das plantas, eliminando totalmente qualquer tipo de resíduo, além de produzir alimentos, como a banana.

O tamanho do canteiro (fossa) é estimado pela quantidade de pessoas em uma residência com tamanho de 3 m² para até 6 pessoas no Nordeste (Soares e Legan, 2009). Caso a família seja maior, ajusta-se o comprimento ou o número de canteiros. Quando o lençol freático é profundo (mais de 2 m), o sistema pode ser construído abaixo do solo. Senão, é melhor construir um canteiro acima do nível do solo, modificando-se a altura da instalação hidráulica da casa. A fossa verde é construída como uma caixa impermeável, com uma entrada para o esgoto, um duto de inspeção e esgotamento (caso necessário) e um suspiro acima da pirâmide, a 2 m de altura acima do solo, que serve como saída de ar (Soares; Legan, 2009).

O sistema, como mostra a Figura 3, é composto de uma vala ou caixa (1 m de profundidade x 1,5 m de largura x 2 m de comprimento) impermeabilizada com alvenaria. Dentro da vala, é construída uma pirâmide com tijolos furados, de forma que um espaço seja criado para depositar o efluente. A pirâmide de tijolos deve ser construída de forma que os furos estejam desobstruídos, apontando para as laterais. Assim, o efluente pode alcançar as raízes das plantas. O sistema não entope porque existe um espaço vazio dentro da pirâmide, o que impede o crescimento das raízes das plantas para dentro do espaço de tratamento anaeróbico. Na parte externa da pirâmide,

coloca-se material poroso para o desenvolvimento de microrganismos que farão a digestão do efluente. Os materiais podem ser cacos de cerâmica, pedra porosa ou entulho de construção. O efluente entra na pirâmide de tijolos e imediatamente se inicia o processo de digestão anaeróbica. Ao alcançar os furos dos tijolos, ele entra em contato com o material poroso e as raízes das plantas, sofrendo digestão aeróbica (Soares; Legan, 2009).

Quando há possibilidade de carga em excesso, recomenda-se construir dois sistemas em paralelo. Assim, é possível interromper um para manutenção, enquanto o outro continua operando. Acima do material poroso, completa-se com uma camada de 20 cm de solo e composto vegetal. Nesta camada, plantam-se preferencialmente duas bananeiras (espécie que consome muita água), responsáveis pela evaporação da água. Alguns materiais são colocados antes desta camada para servirem de “âncora” para as raízes (palha, serragem, madeira, palha de coco). O plantio das bananeiras é feito imediatamente. Não existe perigo de contaminação pelo consumo de bananas. Não é indicado o plantio de tubérculos, como mandioca ou batata-doce. Regam-se as bananeiras até que estejam bem estabelecidas, mesmo que o sistema entre em funcionamento imediatamente, pois é necessário um tempo até que o líquido do esgoto alcance o nível das raízes. A fossa verde funciona como um canteiro agricultável, porém recebe água de baixo para cima. Quando esta água (esgoto) é pouca, é necessário regar para não deixar as plantas morrerem (Soares; Legan, 2009).

O resultado é um sistema sem efluentes, pois a água é evapotranspirada pelas plantas, enquanto a matéria sólida (0,1% do volume total) é transformada em minerais inertes, que são alimentos para as plantas. É assim que a natureza trabalha para limpar a água poluída. Se aparecerem minhocas e outros organismos do solo, como cascudos e insetos, é sinal de que o sistema de tratamento está funcionando bem e o solo está ficando mais fértil (Soares; Legan, 2009). Um esquema da fossa verde pode ser observado na Figura 3.

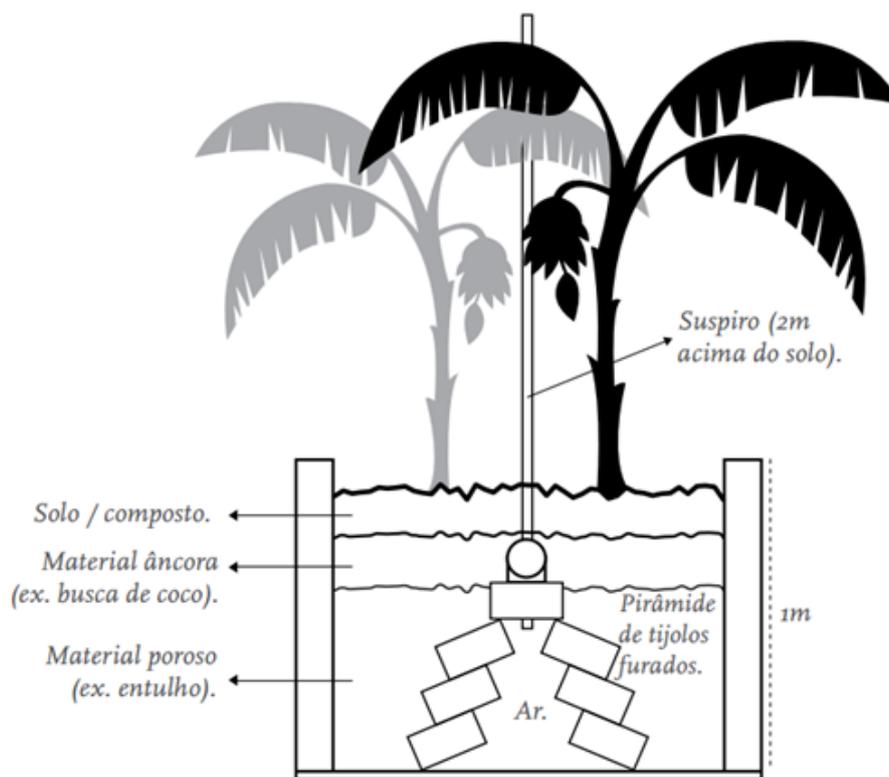


Figura 3. Fossa ecológica.

Fonte: Soares e Legan (2009).

d. Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

A fossa séptica biodigestora foi desenvolvida pelo médico-veterinário e pesquisador Antônio Pereira de Novaes, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Trata-se de uma solução tecnológica que trata exclusivamente o esgoto do vaso sanitário, produzindo um efluente rico em nutrientes que pode ser utilizado no solo como fertilizante, quando aplicado com critério. Com o sistema de fossa séptica biodigestora, os dejetos humanos (fezes e urina), canalizados diretamente do vaso sanitário, são transformados em adubo orgânico pelo processo de biodigestão (Silva, 2016).

A fossa séptica biodigestora é formada por um conjunto de, no mínimo, 3 caixas d'água de fibra de vidro de 1.000 litros, conectadas por tubulações que compõem a tecnologia de tratamento do esgoto doméstico de uma residência de até 5 pessoas. O sistema é ligado à tubulação da saída do vaso sanitário, recebendo o efluente proveniente das descargas (fezes e urina), tecnicamente classificado como "água negra". O esgoto proveniente das pias, lavabos, chuveiros, ralos, áreas de serviço e cozinhas, identificado como "água cinza", não deve ser lançado na fossa séptica biodigestora, pois possui sabões, detergentes e gorduras, que prejudicam o processo de tratamento, além de tratar-se de um resíduo líquido muito diluído (Silva; Marmo; Leonel, 2017).

O princípio do funcionamento da fossa séptica biodigestora é a fermentação anaeróbica (ausência de oxigênio). Sob condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em um efluente (esgoto tratado) adequado para ser utilizado no solo como um fertilizante. Este procedimento, desde que obedeça a critérios, promove a complementação do tratamento do esgoto (tratamento terciário), que abrange a absorção de nutrientes pelas plantas e eliminação de microrganismos. Todo esse processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de 5 litros de esterco bovino fresco e 5 litros de água, uma vez por mês. As fezes dos ruminantes contêm uma seleção de bactérias que aumentam a eficiência, potencializam o tratamento do esgoto, reduzem odores e auxiliam na qualidade do líquido (efluente) da saída do sistema (Silva; Marmo; Leonel, 2017).

As duas primeiras caixas do sistema são denominadas "módulos de fermentação", ou seja, são os locais onde ocorre intensamente a biodigestão anaeróbia realizada pelas bactérias. A última caixa, ou "caixa coletora", é destinada ao armazenamento do efluente já estabilizado, de onde este pode ser retirado para posterior utilização, como ilustrado na Figura 4. Como o sistema é modular, o número de caixas pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1.000 litros para cada caixa. Estudos indicam que é necessário adicionar uma caixa de 1.000 litros (módulo de fermentação) para cada 2,5 pessoas a mais na residência (2 caixas para cada 5 pessoas a mais e assim proporcionalmente) para manter a eficiência do sistema. Residências rurais com menos de 5 habitantes também devem utilizar no mínimo 3 caixas de 1.000 litros cada. Não se deve utilizar volumes inferiores a 1.000 litros ou adaptações no sistema (Silva; Marmo; Leonel, 2017).

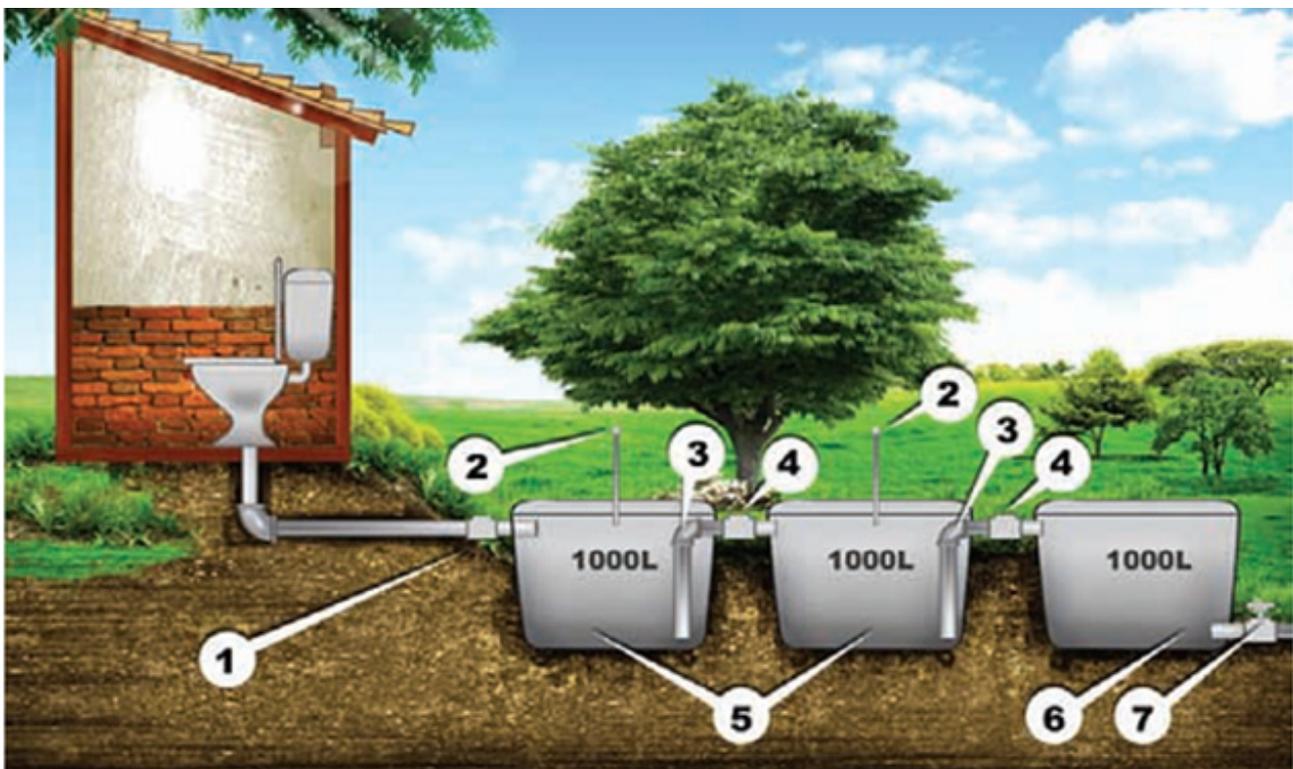
A montagem de um conjunto básico da tecnologia, projetado para uma residência com até cinco moradores, é feita com três caixas d'água de 1.000 litros (fibrocimento, fibra de vidro, alvenaria, ou outro material que não deforme; destacamos que não podem ser utilizadas caixas de polietileno - plástico), tubos, conexões de PVC de 100 mm, válvulas e registros. A tubulação do vaso sanitário é desviada para a fossa séptica biodigestora, onde o esgoto doméstico, com o auxílio de um pouco de esterco bovino fresco, é tratado e transformado em adubo orgânico pelo processo de biodigestão anaeróbia. As caixas devem ficar semienterradas no solo para que o sistema tenha um isolamento térmico e, assim, não ocorram grandes variações de temperatura (Embrapa, 2017).

Esse processo, destinado apenas ao tratamento do esgoto vindo dos vasos sanitários, ocorre pela decomposição da matéria orgânica, feita por bactérias, que transformam as fezes e a urina em gás e em adubo natural líquido (efluente), sem cheiro desagradável, podendo ser utilizado para fins agrícolas, cuja aplicação deve ser feita no solo e nunca em hortaliças e alimentos consumidos crus. Assim, a fossa séptica biodigestora é capaz de transformar os dejetos do esgoto sanitário em adubo orgânico (Silva, 2016).

O biofertilizante gerado pelo processo de biodigestão, rico em macro e micronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, manganês, entre outros), pode ser utilizado para aplicação direta no solo como adubo orgânico líquido (biofertilizante). Essa forma de aplicação é de comprovada eficácia e segurança e traz economia para o produtor rural. Seguindo normas internacionais da Organização Mundial da Saúde (OMS), o efluente não deve ser colocado diretamente em contato com a parte comestível da planta (Silva, 2016).

Atualmente, há cerca de 11.700 fossas sépticas biodigestoras instaladas no Brasil, seja por iniciativas individuais de pessoas e instituições que implementam esta tecnologia social ou por meio de parcerias da Embrapa com entidades de assistência técnica rural, ONGs, prefeituras e governos estaduais. A fossa séptica biodigestora beneficia diretamente um público de mais de 57 mil pessoas; portanto, é uma tecnologia consolidada para o saneamento básico rural e de impacto significativo na qualidade de vida no campo (Silva; Marmo; Leonel, 2017).

É importante saber que o Ministério das Cidades editou, em 22 de março de 2017, a Portaria nº 268/2017, que incluiu a fossa séptica biodigestora como referência no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida (Brasil, 2018).



1: válvula de retenção; 2: chaminé de alívio (suspiro); 3: curva longa de 90°; 4: tê de inspeção; 5 e 6: caixas de 1.000 L; e 7: registro.

Figura 4. Fossa séptica biodigestora.

Fonte: Embrapa (2017).

e. Jardim filtrante

Trata-se de um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas, no qual se faz o tratamento do esgoto por meio da interação das espécies vegetais e microrganismos neste ecossistema. Adaptada pela Embrapa, a tecnologia é complementar ao uso da fossa séptica biodigestora no tratamento de efluentes domésticos rurais (Silva, Marmo; Leonel, 2017).

O jardim filtrante é uma alternativa para o destino adequado do esgoto proveniente de pias, tanques e chuveiros, detergentes, restos de alimentos e gorduras (“água cinza”). A água cinza é qualquer água residual resultante de ações domésticas, como lavar louça, roupa e tomar banho, e corresponde de 50% a 80% de todo o esgoto produzido nas casas. A água cinza é diferente da “água negra” (esgoto do vaso sanitário) pela quantidade e composição dos produtos químicos e contaminantes biológicos, recebendo esse nome pela sua aparência turva. Entretanto, apesar do seu poder contaminante ser bem menor que o das “águas negras”, as “águas cinzas” também merecem atenção, já que vêm impregnadas de sabões e detergentes, bem como restos de alimentos e gorduras. Caso não haja interesse na reutilização da “água cinza” após o tratamento pelo jardim filtrante, ela estará livre de contaminantes e poderá ser descartada no ambiente (Silva, 2016).

O jardim filtrante é composto de um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas, onde o esgoto cinza é tratado (Figura 5). Ele contribui com a sustentabilidade do meio ambiente e traz harmonia paisagística; além disso, sua manutenção é muito simples. A aplicação do efluente no solo é também uma forma de reuso de água, tão escassa em regiões semiáridas, como o Nordeste e Norte de Minas Gerais. A água tratada no jardim filtrante pode ser usada para irrigação em viveiros de mudas. O efluente do jardim filtrante também é apto para aplicação em gramados, pastos ou como água de lavagem de pisos externos, entre outros usos não nobres.

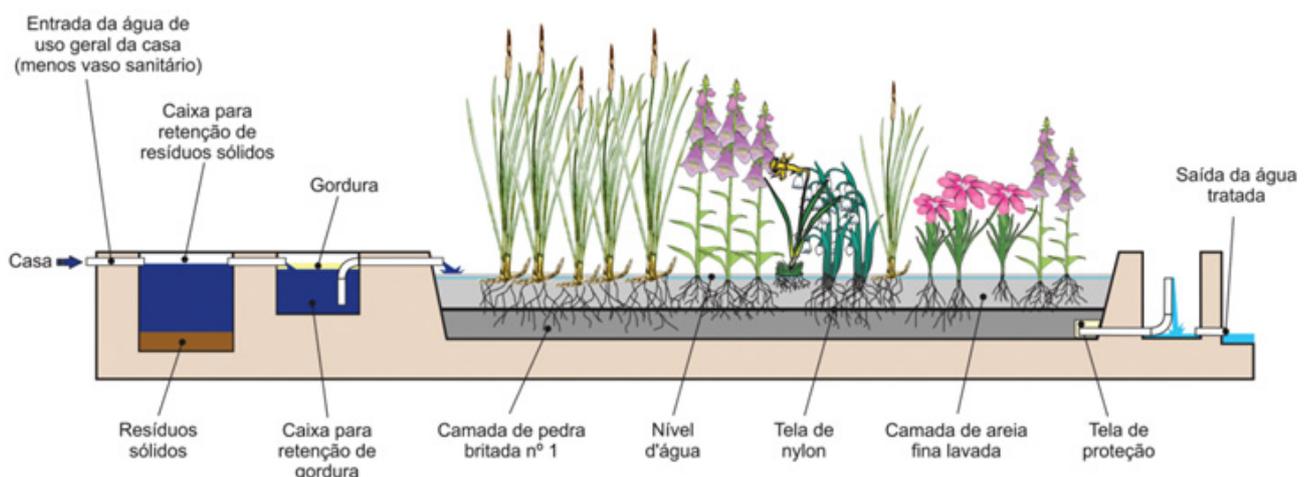


Figura 5. Esquema de operação do jardim filtrante.

Fonte: Embrapa Instrumentação (2015).

f. Bioágua familiar

Distintos motivos têm levado ao aumento do uso de águas residuais na agricultura. Cita-se como principais causas a escassez de água e a degradação de recursos hídricos resultantes da disposição inadequada de esgotos; o aumento da população e da demanda por alimentos e fibras; e o reconhecimento do valor do esgoto e dos nutrientes contidos nele (Santiago et al., 2015).

O uso de esgoto doméstico na irrigação pode diminuir consideravelmente ou mesmo eliminar a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais. Além dos nutrientes (e dos micronutrientes, não disponíveis em fertilizantes sintéticos), a aplicação de esgotos proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo, aumentando sua capacidade de reter água (Hespanhol, 2008).

O sistema de reuso de água cinza a partir do bioágua familiar consiste num processo de filtragem por mecanismos de impedimento físico e biológico dos resíduos presentes na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microrganismos e minhocas (*Eisenia* spp.). Com a digestão e absorção da matéria orgânica retida na água pelas minhocas, ocorre a retirada de seus principais poluentes (Poblete, 2010).

A água de reuso é aproveitada num sistema de irrigação destinado à produção de hortaliças, raízes, frutas, alimentos verdes para as galinhas do quintal, plantas medicinais e outros tipos de alimentos. A produção de água cinza nos domicílios varia de acordo com o tamanho da família, a oferta de água e outros fatores. A água tratada pelo bioágua familiar pode ser reutilizada na produção agrícola.

O bioágua familiar é composto pelos seguintes artefatos: filtro biológico, tanque de reuso e área de cultivo (Santiago et al., 2015). Um desenho esquemático do bioágua familiar pode ser observado na Figura 6.

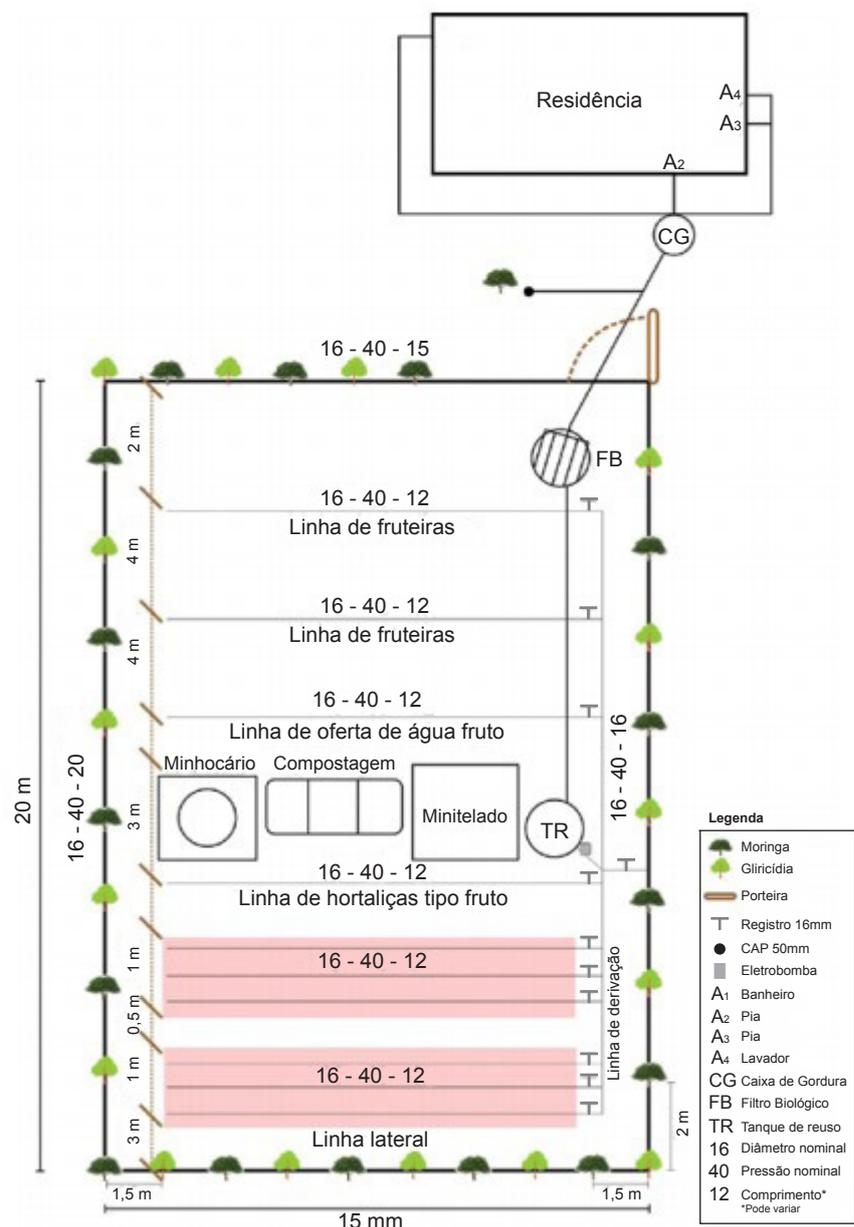


Figura 6. Croqui do bioágua familiar.

Fonte: Santiago et al. (2015).

g. Sisteminha Embrapa

Sisteminha Embrapa é o nome carinhoso que os visitantes da Embrapa Meio-Norte (Parnaíba, PI) deram à Unidade Demonstrativa do Sistema Integrado para Produção de Alimentos (SISTEMINHA EMBRAPA-UFU-FAPEMIG). Essa tecnologia social baseia-se na atividade de piscicultura (criação de tilápias), a começar por pequenos tanques, a partir de 8.000 litros, construídos com papelão, plástico, taipa, alvenaria, placas de cimento, etc., com diversos formatos e que agem como “motor” de um sistema integrado para a produção de alimentos, com baixo consumo de água e energia. A piscicultura, integrada à criação de galinhas de postura, frangos de corte, codornas, porquinhos da índia (cuy) minhocultura e outros animais, proporciona segurança alimentar (Sistema..., 2013).

Os sistemas de recirculação convencionais utilizam mão de obra especializada e são geralmente caros e de difícil manutenção. A água recirculada no Sisteminha Embrapa mantém-se enriquecida com os resíduos metabólicos dos peixes, ricos em N, P, K, Ca, Mg e outros minerais. A água é utilizada no cultivo de vegetais na forma hidropônica (aquaponia) ou em canteiros. Para facilitar o escalonamento da produção, os vegetais produzidos no Sisteminha são divididos em 4 grupos distintos: no primeiro encontram-se o milho, o inhame, a batata doce, as abóboras e a macaxeira; o segundo grupo é formado pelas olerícolas e frutíferas de ciclo curto; no terceiro inserem-se os chás e temperos; no quarto e último grupo estão as frutíferas de ciclo médio e longo. Essa atividade é realizada em pequenas áreas (100 a 1.500 m²).

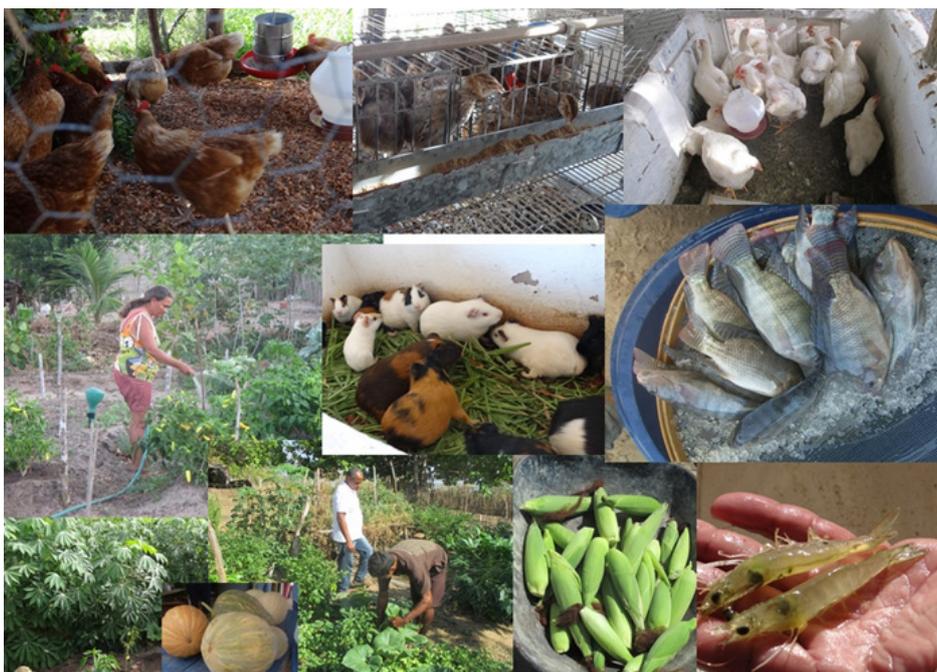
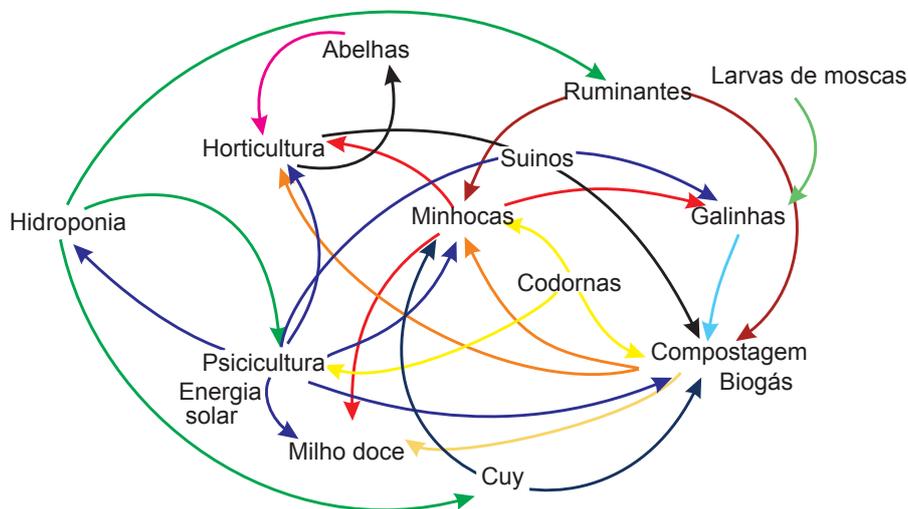
O escalonamento da produção semanal de milho-verde, feijão-verde, forragem, macaxeira, batata-doce, hortaliças e frutíferas que são irrigadas com a água do tanque dos peixes garante a sustentabilidade do sistema. A integração, quando associada apenas à família beneficiária, inclui atividades que atendem aos seguintes princípios: a) miniaturização: processo de produção de alimentos em áreas cada vez menores, essencial para a produção urbana de alimentos, por reduzir os custos de investimentos e limitar a necessidade de mão de obra; b) retorno em apenas um ciclo de produção na maioria das atividades: torna-se viável devido ao pequeno tamanho do empreendimento e baixo custo de instalação. Permite o aproveitamento dos recursos existentes no entorno e na adequação modular das atividades, que são somadas; e c) versatilidade e replicabilidade: a versatilidade na construção das instalações exercita a criatividade dos usuários e facilita a multiplicação do sistema. A reciclagem é estimulada, podendo ser aproveitado papelão para revestimento dos pequenos tanques de criação de tilápia e uso do fio retirado de garrafas PET para amarrações. A compostagem e a minhocultura dos resíduos orgânicos produzidos pelos animais evitam o desperdício e agregam valor à criação dos animais. Os resíduos são transformados em insumos das atividades subsequentes. O uso do biodigestor, por exemplo, estimula a produção de gás metano. As atividades de criação de galinhas, minhocas, hortaliças, hidroponia, etc., são integradas à criação dos peixes, em módulos independentes. A construção de pequenos tanques e galinheiros, utilizando-se a força de trabalho familiar e os materiais disponíveis no local, diminui em muito o custo do sistema.

Inicialmente, a família se estabelece a partir do aumento da disponibilidade de uma diversidade de alimentos. Em seguida, o escambo e a comercialização dos excedentes concorrem para a autonomia financeira da unidade de produção, como consequência e não como meta inicial do projeto. As atividades de criação de galinhas, minhocas, hortaliças, hidroponia, etc., são integradas à criação de peixes, em módulos independentes. No entanto, quando se trata de atividades oriundas de políticas públicas ou de governo que atendem a inúmeras famílias, o foco da gestão deverá ser o mercado, e os 3 pontos geradores de oportunidades de negócios devem ter como base: 1 - fazer chegar insumos de primeira linha a cada um dos beneficiários e com preço justo; 2 - fazer chegar

informação de como utilizar adequadamente estes insumos; e 3 - estimular o desenvolvimento de linhas de crédito específicas para a montagem de cada um dos 13 módulos de produção do Sisteminha. Na aplicação tradicional e individual do Sisteminha, o foco é a segurança alimentar da família, no segundo, logística e gestão de mercado, visando à autonomia. Em ambas as situações, além da garantia da segurança alimentar, a família se direciona com mais ênfase para se tornar um microempreendedor individual, utilizando as atividades agrárias do Sisteminha como trampolim, em vez de se estabilizar como produtor rural familiar (Sistema..., 2013).

O investimento se torna acessível mesmo às famílias de baixa renda. A dependência do comércio local é limitada à compra de insumos (ração, plástico e pequena eletrobomba). Em áreas de risco de doenças, como a dengue, os peixes podem se alimentar das larvas, e o Sisteminha vai se transformando em ferramenta auxiliar para a redução da população do *Aedes aegypti*.

Na Figura 7 é apresentado o ciclo de interações existentes entre as diversas atividades desenvolvidas pelas famílias.



Fotos: Luiz Carlos Guilherme

Figura 7. Sisteminha Embrapa/UFU/FAPEMIG.

Fonte: Sisteminha montado no Sítio Sisteminha, São José, Parnaíba, PI.

h. Cisterna de concreto com tela de arame (ferrocimento)

A convivência com o Semiárido pressupõe a adoção da cultura do estoque: estoque de água para diversos usos (consumo humano, produção de alimentos e para servir aos animais), e estoque de sementes para os próximos plantios, entre outros. O Programa 1 milhão de Cisternas (ASA BRASIL/MDS) já construiu mais de 600 mil cisternas de consumo (primeira água) e mais de 92 mil cisternas de produção (Articulação Semiárido Brasileiro, 2017). A instalação de cisternas de consumo e produção do projeto contribui para o avanço das políticas públicas de garantia de água para a população residente no Semiárido.

A cisterna de concreto com tela de arame (cisterna de ferrocimento), a mais utilizada mundialmente em áreas rurais, é um tipo de tecnologia de ferrocimento que se destaca por sua grande resistência e pelo emprego reduzido de materiais. Por causa de sua estabilidade, esse tipo de cisterna vem sendo adotado em virtude de sua segurança contra rachaduras e vazamentos, podendo ser usada em pequenos e grandes programas de construção de cisternas. A cisterna de ferrocimento não precisa ser enterrada e é construída na superfície do solo, com 2 m de altura. Após a escolha do local da cisterna, é necessário retirar a terra fofa, nivelar sua superfície à profundidade de 20 cm e colocar uma camada de cascalho e areia grossa. Posteriormente, a base é confeccionada com aplicação de uma camada de concreto. Para a construção da parte lateral, utiliza-se uma forma de chapas de aço planas (1 m x 2 m), com espessura de 0,9 mm, conectadas por cantoneiras e parafusadas umas nas outras, formando um cilindro (Santos et al., 2015).

A Portaria nº 268, de 24/03/2017, do Ministério das Cidades (Brasil, 2018), que regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) no Programa Minha Casa Minha Vida, incluiu no custo de edificação ou reforma da habitação os valores de até R\$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais), relativos à construção de cisternas para a captação e o armazenamento de água de chuva no Semiárido (Programa Cisternas/MDSA), ou soluções de tratamento de efluentes (FUNASA/MS), como as fossas ecológicas e fossas sépticas biodigestoras (EMBRAPA).

i. Cisterna de ferrocimento (tela de alambrado)

É um aperfeiçoamento da cisterna de concreto com tela de arame. O desafio para a nova tecnologia era a eliminação da forma, sem abdicar da simplicidade e da segurança que o ferrocimento oferece, e da parede inteiriçada, sem emendas ou composição por elementos singulares. A tela de alambrado, ou tela de aço estrutural, é um produto da indústria siderúrgica muito utilizado para cercas e separar espaços em ar livre, como residências, estacionamentos, etc. O alambrado é uma tela galvanizada de 2 m de altura, de malha 15 cm x 5 cm, de arame galvanizado de 3 mm de diâmetro. A tela é encontrada em rolos de 25 m de comprimento. Como estrutura básica, uma tela de alambrado é armada em pé, sem uso de forma, conforme o tamanho da cisterna (Figura 8). Para permitir a aplicação de argamassa, a tela é envolta com uma tela de plástico, chamada sombrite. A aplicação da argamassa se dá em quatro camadas, imitando o princípio de materiais compostos, como chapas de madeira compensada ou vidro blindado, o que confere grande resistência à parede. O teto consiste de segmentos fabricados de forma semelhante à das paredes, armados de tela de alambrado (Schistek; Gnadlinger, 2011).

A estabilidade desse tipo de cisterna foi comprovada na região de terremoto do Haiti, em 2010, em que nenhuma destas cisternas construídas sofreu danos, enquanto as edificações e as cisternas subterrâneas tradicionais ruíram. As cisternas foram construídas pela cooperação Brasil-Haiti, por meio da Embrapa e do Instituto Regional da Pequena Agricultura Agropecuária Apropriada – IRPAA (Schistek; Gnadlinger, 2011).



Figura 8. Cisterna de ferrocimento com tela de alambrado.

Fonte: Santos et al. (2017).

j. Quintais agroecológicos

Apesar da rica biodiversidade da Caatinga, com 932 espécies vegetais (318 endêmicas), a atividade agrícola contribui para o desmatamento indiscriminado, as queimadas e o pouso inadequado. Postes, estacas e lenha são os principais produtos madeireiros utilizados no meio rural do Ceará (Brasil, 2016). Intensa extração de lenha e madeira atende às indústrias e à demanda familiar, reduzindo a vegetação. A intensa exploração dos recursos naturais e o uso inadequado das terras, sem considerar suas potencialidades e limitações, são fatores que conduzem à degradação.

Conviver com os fenômenos climáticos pressupõe utilizar estratégias de conservação ambiental capazes de reverter a situação de degradação. Os quintais agroecológicos aparecem como alternativa para o manejo dos agroecossistemas. Os quintais produtivos – uma das formas mais antigas de manejo da terra – consistem na combinação de espécies florestais, agrícolas, medicinais e ornamentais, associados, muitas vezes, à pequena criação de animais domésticos.

O Inventário Florestal do Ceará (Brasil, 2016) identificou que grande parte dos agricultores cearenses faz algum uso de produtos florestais madeireiros, principalmente uso doméstico da madeira, considerado extremamente importante no meio rural. A madeira caída constitui importante fonte de energia para moradores da zona rural. O aproveitamento consciente deste recurso pode diminuir a pressão sobre a Caatinga. Mesmo assim, ainda são insuficientes os investimentos nesta área para o atendimento de todas as necessidades da população local, em especial a do campo.

O espaço ao redor das casas, na zona rural do Semiárido brasileiro, é um lugar cheio de possibilidades. Nele, crescem flores, árvores, fruteiras, plantas medicinais e forrageiras, além das folhas verdes e dos temperos da horta. É um lugar habitado por animais, pelas brincadeiras das crianças, que se alimentam dos frutos frescos e saudáveis, e que conta com forte presença das mulheres, suas grandes guardiãs. Nesse espaço, a família toda convive, trabalha junto, descansa, aprende, produz alimentos e recebe as visitas (Articulação Semiárido Brasileiro, 2014).

Os quintais produtivos são pequenas áreas cercadas, localizadas próximo à residência da família agricultora, disponibilizando no espaço uma série de tecnologias e subsistemas que garantam segurança alimentar e nutricional, segurança hídrica e renda da família (Figura 9). É uma área própria para experimentação de técnicas de produção agroecológica que poderão ser utilizadas em outros locais. As famílias com quintais aumentam sua capacidade de convivência com o Semiárido e manejo dos recursos naturais, principalmente nos anos de escassez de chuvas.

No tocante à segurança alimentar, valorizam-se os elementos culturais, os aspectos ambientais e os alimentos tradicionais.

Com relação às questões específicas da agroecologia e da segurança alimentar, os quintais produtivos representam sistemas de manejo tradicional sustentável, pois oferecem uma série de produtos, diminuindo os gastos da família para obtê-los fora da propriedade, além da possibilidade de geração de excedentes comercializáveis.



Foto: Vilmar Lermen

Figura 9. Quintal agroecológico.

Fonte: Sistemas Agroflorestais em área de Vilmar Lermen, Paus Doias, Exu, PE (2018).

k. Fogões ecológicos

O fogão ecológico ou ecoeficiente é um tipo de fogão à lenha que consome menos madeira e cozinha os alimentos mais rapidamente. A sua principal vantagem, quando comparado ao fogão à lenha convencional, é que ele não permite a emissão de fumaça na parte interna da residência, eliminando a exposição das pessoas à fumaça e causando, assim, menos problemas de saúde (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis, 2013).

Sua principal funcionalidade é o melhor aproveitamento da energia em forma de calor gerada pela queima da lenha. O fogão se divide em uma base metálica, uma chaminé e tijolos refratários que concentram o calor nas três bocas e na chapa superior. O ar quente, após circular na parte interna, é direcionado para a chaminé, que lança a fumaça para a parte externa, evitando o contato do usuário com a fumaça.

A limpeza e a manutenção são fundamentais para o correto funcionamento do fogão, a fim de evitar entupimento que irá ocasionar retorno da fumaça para a parte interna do ambiente, surtindo o efeito contrário ao objetivo da tecnologia. Além da limpeza, é importante manter a estrutura do fogão, realizando a reforma sempre que necessária, retirar a fuligem excedente e a sujeira proveniente dos restos de lenha.

Por uma entrada do fogão, coloca-se a lenha (superior, aberta por uma tampa) e por outra se retiram as cinzas (inferior, aberta por uma gaveta). O ar quente (em vermelho) segue em um fluxo único em direção às bocas e à chaminé. Para evitar que o fluxo siga o caminho contrário, a tampa do compartimento onde a lenha é colocada precisa estar fechada durante o período de usos do fogão, devendo ser aberto somente se for necessário colocar mais lenha. A gaveta inferior (saída das cinzas) deve ser aberta alguns centímetros para permitir a entrada de ar (Figura 10).

Para construir o fogão ecoeficiente, é necessário utilizar equipamentos básicos de construção civil, água para molhar a massa e os seguintes materiais: 1 estrutura de ferro com chapas encaixadas; 1 tubo de ferro 3 pol com 3 m de altura (chaminé); 1 chapéu para chaminé; 2 sacos de massa refratária de 25 kg; e 70 tijolos refratários com 10 cm x 20 cm x 15 cm.

Os fogões ecológicos possuem baixo custo e sua instalação e manutenção são fáceis de realizar. Eles podem ser facilmente replicados para os estabelecimentos da agricultura familiar.

Com o objetivo de alinhar as necessidades das comunidades rurais às ações estruturantes de habitações sustentáveis, esta publicação apresenta tecnologias sociais de caráter socioambiental, vinculadas ao desenvolvimento sustentável e com foco prioritário na população de baixa renda, principalmente nas áreas de habitação de interesse social, desenvolvimento institucional, saneamento ambiental, alimentação, trabalho e geração de renda e saúde.

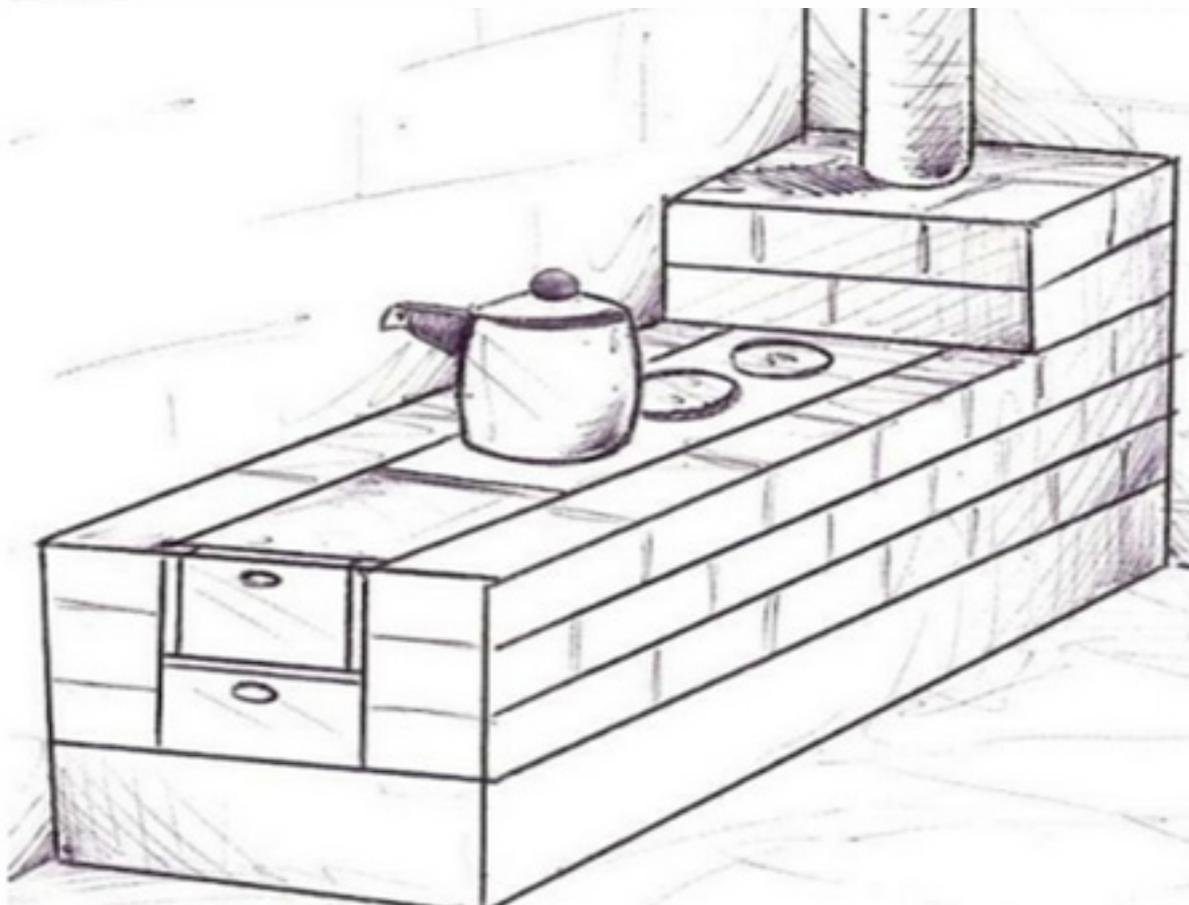
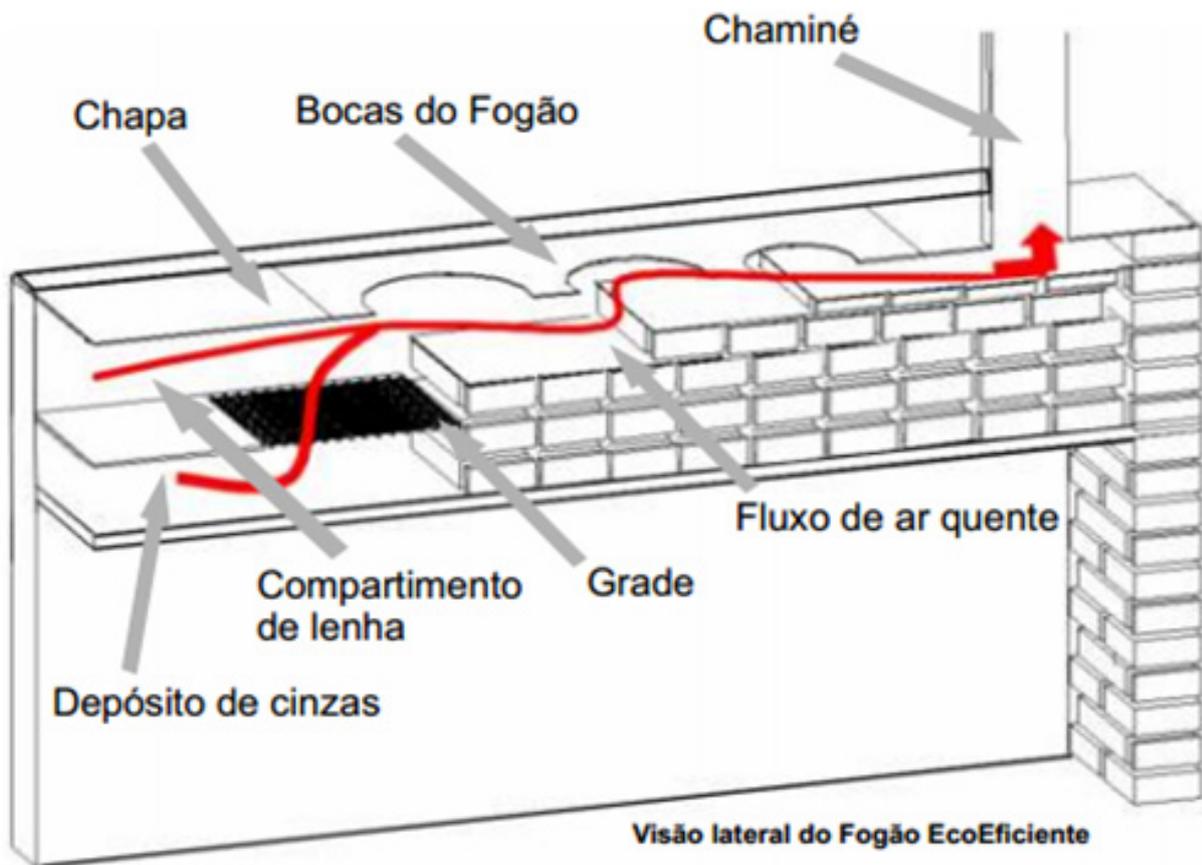


Figura 10. Estrutura e funcionamento do fogão ecoeficiente.

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis (2013).

Considerações

A sistematização de informações sobre tecnologias sociais exige um esforço complementar de socialização desta informação junto aos públicos interessados, o que muitas vezes é feito de maneira dispersa, fragmentada e sem apresentar os conceitos e princípios que embasam tais práticas e processos sociais.

Este documento dispõe ao conjunto da sociedade, com especial atenção para os membros de famílias agricultoras, seus parceiros e outros públicos interessados em saneamento rural, eficiência energética e segurança hídrica e alimentar, um conjunto de 12 tecnologias: três tratam de técnicas e equipamentos para a construção de eco-habitações; quatro estão relacionadas ao saneamento básico das residências; duas dedicam atenção à coleta e ao armazenamento de águas das chuvas; uma trata de um equipamento que melhora a eficiência de processos de cocção de alimentos com lenha; e outras duas tecnologias têm um caráter mais explícito de segurança alimentar e nutricional, quando espécies vegetais e animais são cultivados em sistemas integrados de produção de alimentos, que ocupam pequenas áreas e intensificam o uso da mão de obra.

Apesar da aplicabilidade das tecnologias sociais para uma parcela significativa da população brasileira, sabe-se que muitos indivíduos e comunidades não têm acesso e muitas vezes desconhecem tais técnicas, equipamentos e processos.

Assim, esperamos que esta publicação contribua para a redução da falta de informações e adensamento de ações voltadas ao saneamento básico rural e habitações de interesse social e ecossustentáveis.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, DF, 2017. 88 p.

ANITECO. **O tijolo ecológico**. 2017. Disponível em: <http://www.aniteco.com/o-tijolo-ecologico/>. Acesso em: 15 ago. 2017.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA. **História de quintais**: a importância do arredor de casa na transformação do Semiárido. Recife: 2014. 48 p.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO – ASA. **Ações**. 2017. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em: 14 ago. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 366, de 7 de junho de 2018. Regulamenta o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida. **Diário Oficial da União**, 8 junho 2018, Ed. 109, Seção 1, p. 161. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21057745/do1-2018-06-08-portaria-n-366-de-7-de-junho-de-2018-21057536. Acesso em: 23 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Ceará**: inventário florestal nacional: principais resultados. Brasília, DF, 2016, 104 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN).

CEARÁ ECOTIJOLOS. **Produtos**. 2017. Disponível em: <https://cearaeco.wordpress.com/produtos/>. Acesso em: 5 ago. 2017.

CEPAL/BID (2018). Processo Regional de Las Américas: Foro Mundial Del Agua 2018. América Latina Y El Caribe/ Resumen Ejecutivo. **Informe regional 2018**. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43513/1/LEO2018_es.pdf. Acesso em 26 de abr. 2019.

COELHO, C. F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J. C. Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 23 n. 4, jul./ago. 2018, 801-810 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n4/1809-4457-esa-23-04-801.pdf>. Acesso em 26 de abr. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Saneamento: oportunidades e ações para universalização**. v. 17. Brasília, 2014. 107 p. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjb2Lr-oO7hAhWrDrkGHeluAZoQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fportal.tcu.gov.br%2FFlu%2Fportal%2Ffile%2FfileDownload.jsp%3FfileId%3D8A8182A14939ECF401497AF998006D23&usg=AOvVaw2xk02KA5OIWyntU-ftMML9>. Acesso em 26 de abr. 2019.

ECOEICIENTES. **Taipa de mão ou pau a pique**. 2014. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/taipa-de-mao-ou-pau-a-pique/>. Acesso em: 10 ago. 2017.

EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO. **Saneamento básico rural: a saúde da água, do solo e da família em suas mãos**. São Carlos, SP, 2015. 1 Folder.

EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO. **Saneamento básico rural: a saúde da água, do solo e da família em suas mãos**. São Carlos, SP, 2015. 7 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138299/1/Saneamento-Basico-Rural-PDF.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2017.

EMBRAPA. **Saneamento básico rural**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>. Acesso em: 15 ago. 2017.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Tratamento de Esgoto Doméstico com Uso de Fossa Verde. Passo a passo. Tecnologia Social em Saúde Ambiental**. Ministério da Saúde. Set. 2013. Disponível em: https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/ts_em_saude_ambiental_-_folder_montado_fossa_verde.pdf. Acesso em 26 de abr. 2019.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia social. 2017**. Disponível em: <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/o-que-e/tecnologia-social/o-que-e-tecnologia-social.htm>. Acesso em: 29 abr. 2019.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **PNSR em construção**. 2016. Disponível em: <http://pnsr.desa.ufmg.br/pnsr/>. Acesso em: 3 ago. 2017.

GALBIATI, A. F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. Campo Grande, 2009. 38 p.

HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados**, v. 63, n. 22, p. 131-158, 2008.

HOLMGREN, D. **Os fundamentos da permacultura**. Victoria, Austrália: Holmgren Design Services, 14 p. 2007. 14 p. Disponível em: https://files.holmgren.com.au/downloads/Essence_of_Pc_PT.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.

IBGE. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em 26 de abr. 2019.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ENERGIAS RENOVÁVEIS - IDER. **Fogões ecoeficientes: manual de construção**. 2013. Disponível em: http://www.institutoidesa.org.br/download/idesa_20091031_085453.pdf. Acesso em: 3 ago 2017.

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção - opções para Cerrado e Caatinga: guia técnico**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN; Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016. 266 p. Disponível em: <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFs/MN17387.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2017.

MORROW, R. **Permacultura passo a passo**. Pirenópolis: Mais Calango, 2010.

POBLETE, C. P. C. **Estudio del comportamiento de una mezcla de aserrín y grasa láctea de desecho**. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2010.

RUIVO, A. **Apostila de introdução à construção com terra crua**. Florianópolis: Adoberia, 2015. 22 p.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F.; BLACKBURN, R.; DOMBROSKI, S.; MONTEIRO, L.; NANES, M.; DIAS, I.; GURGEL, R.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, G.; SANTOS, W.; PINHEIRO, M. R.; SALES, F.; SILVA, J. **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reuso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Caraúbas: ATOS, 2015. 194 p.

SANTOS, D. B. dos; MEDEIROS, S. de S.; BRITO, L. T. de L.; GNADLINGER, J.; COHIM, E.; PAZ, V. P. da S.; GHEYI, H. R. (Org.). **Captação, manejo e uso de água de chuva**. Campina Grande: INSA: ABCMAC, 2015. 440 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148518/1/Livro-Luiza.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

SCHISTEK, H. Uma nova tecnologia de construção de cisternas usando como estrutura básica tela galvanizada de alamedado. In: SIMPÓSIO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 5., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina, 2005. 1 CD ROM. Disponível em: http://www.abcmac.org.br/files/simposio/5simp_harold_cisternadealamedado.pdf. Acesso em: 12 fev. 2019.

SCHISTEK, H.; GNADLINGER, J. Technical presentation of self-standing wire mesh cisterns built in Semiarid Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS, 15., 2011, Taipei, Taiwan. **Anais...** Taipei, Taiwan, 2011. Disponível em: http://www.solutionsforwater.org/wp-content/uploads/2012/02/15IRCSC_wire_mesh_cistern.pdf. Acesso em: 15 abr. 2019.

SCHNEIDER, S.; MENEZES, M.; SILVA, A. G. da; BEZERRA, I. (Org.). **Sementes e brotos da transição: inovação, poder e desenvolvimento em áreas rurais do Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

SILVA, J. **Estudos socioeconômicos e ambientais**. Fossa séptica biodigestora beneficia 57 mil pessoas no campo. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14221866/fossa-septica-biodigestora-beneficia-57-mil-pessoas-no-campo>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SILVA, W. T. L.; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Memorial descritivo: montagem e operação da fossa séptica biodigestora**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2017. 27 p. (Embrapa Instrumentação. Documentos, 27).

SISTEMA integrado alternativo para produção de alimentos: agricultura familiar. Parnaíba: Embrapa Meio-Norte, 2013. 1 Folder. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127573/1/Fol-Agricultura-Familiar.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2017.

SOARES, A.; LEGAN, L. **De olho na água: guia de referência - construindo o canteiro biossético e captando água da chuva**. Fortaleza: Ecocentro IPEC; Mais Calango; Fundação Brasil Cidadão, 2009. 30 p.

TIJOLO PONTO ECO. **Conheça o tijolo ecológico**. 2017. Disponível em: <http://www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/conheca-o-tijolo-ecologico/>. Acesso em: 5 ago. 2017.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL