

# **PESQUISAS**

## **AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores



Pantanal Editora

2020

Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)

# **PESQUISAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**



2020

Copyright© Pantanal Editora  
Copyright do Texto© 2020 Os Autores  
Copyright da Edição© 2020 Pantanal Editora  
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo  
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera  
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora  
Edição de Arte: A editora. Capa e contra-capas: canva.com  
Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto González – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Prof. Dr. Leandris Argente-Martínez – ITSON (México)
- Profa. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI

- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

#### Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Esp. Camila Alves Pereira
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

#### Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	<p>Pesquisas agrárias e ambientais [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2020. 158p.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            ISBN 978-65-88319-20-8            DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319208">https://doi.org/10.46420/9786588319208</a></p> <p>1. Agricultura. 2. Meio ambiente. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos livros e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es). O download da obra é permitido e o compartilhamento desde que sejam citadas as referências dos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

#### **Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
 Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
 Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **APRESENTAÇÃO**

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais” têm trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: a transformação improdutiva de uma montanha em cuba por meio do cultivo agroecológico, viabilidade do cultivo e produção de videira, agricultura e desenvolvimento sustentável, qualidade de polpas de bacuri e cupuaçu, tecnologias sociais para esgotamento sanitário, estudo sensorial e microbiológico de queijos artesanais condimentos, irrigação 4.0, economia solidária, caracterização bromatológica de resíduos do maracujá-amarelo, utilização do resíduo de goiaba e a poluição de águas no Nordeste do Brasil. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este e-book possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	4
<b>Capítulo I</b> .....	7
Transformación de una finca improductiva de montaña en altamente productiva, mediante la aplicación de medidas agroecológicas .....	7
<b>Capítulo II</b> .....	20
Viabilidade do cultivo e da produção de videira Niágara Rosada ( <i>Vitis labrusca</i> L.) na região de Campo Grande/MS.....	20
<b>Capítulo III</b> .....	30
Agricultura e desenvolvimento sustentável: uma abordagem dos principais conceitos .....	30
<b>Capítulo IV</b> .....	42
Investigação da qualidade de polpas de bacuri e cupuaçu produzidas pela agricultura familiar do Estado do Pará .....	42
<b>Capítulo V</b> .....	51
Comparando viabilidades entre tecnologias sociais para esgotamento sanitário ribeirinho na Amazônia .....	51
<b>Capítulo VI</b> .....	65
Desenvolvimento, estudo sensorial e microbiológico de queijos artesanais condimentados .....	65
<b>Capítulo VII</b> .....	75
Irrigação 4.0: Métodos automatizados para a evapotranspiração .....	75
<b>Capítulo VIII</b> .....	91
Economia Solidária em Mato Grosso: Construção do Plano Estadual e perspectivas atuais .....	91
<b>Capítulo IX</b> .....	107
Caracterização bromatológica de resíduos do maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ) para aproveitamento alternativo na elaboração de ração animal .....	107
<b>Capítulo X</b> .....	122
Utilização do resíduo de goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) em processos biotecnológicos para produção de ração animal .....	122
<b>Capítulo XI</b> .....	140
Poluição das águas no Nordeste do Brasil: levantamento bibliométrico avaliativo e relacional no período 2010-2020 .....	140

## Comparando viabilidades entre tecnologias sociais para esgotamento sanitário ribeirinho na Amazônia

Recebido em: 11/09/2020

Aceito em: 14/09/2020

 10.46420/9786588319208cap5

Davi Farias da Silva<sup>1\*</sup> 

Silvio Levy Franco Araújo<sup>2</sup> 

Vanessa de Almeida Batista<sup>3</sup> 

David Franco Lopes<sup>4</sup> 

Maria do Socorro Bezerra Lopes<sup>5</sup> 

### INTRODUÇÃO

O ano de 2007 foi marcado com a promulgação da Lei 11.445 que instituiu o Plano Nacional do Saneamento Básico (PNSB), tendo como um de seus princípios fundamentais a universalização do acesso ao saneamento básico que, para a citada legislação, é composto pelos serviços de: (1) abastecimento de água potável; (2) esgotamento sanitário; (3) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos e, (4) drenagem e manejo de águas pluviais (Brasil, 2007). Todavia, como relatam Costa e Guilhoto (2014), 75% da população rural brasileira não são atendidas com os serviços de coleta e tratamento de esgoto.

Entre os diversos grupos que compõem a população rural brasileira estão as comunidades ribeirinhas. Segundo Pedrosa et al. (2017), os ribeirinhos são povos que vivem em pequenos agrupamentos de casas às margens dos rios, lagos e igarapés, e no geral, suas casas são construídas de madeira em palafitas, ou na parte alta dos barrancos, considerando a adequação aos períodos de cheias dos rios. Na Amazônia, o ribeirinho possui um modo de vida integrado na agricultura e extrativismo vegetal e animal, vivendo em função das florestas e dos rios (Barros et al., 2020).

A adoção de sistemas centralizados de coleta e tratamento de esgoto no meio rural torna-se inviável por conta da existência das grandes distâncias entre as residências no meio rural (Neu et al., 2016). O que tem sido aplicado são métodos inadequados para a destinação dos efluentes ainda são utilizados, a exemplo de fossas negras ou rudimentares onde as mesmas são construídas a partir de valas ou buracos no chão, e as fezes são simplesmente depositadas no solo (Souza et al., 2016), contribuindo

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Pará, UEPA, Belém, Pará, Brasil.

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Belém, Pará, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Pará, UEPA, Belém, Pará, Brasil.

<sup>4</sup> Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Belém, Pará, Brasil.

<sup>5</sup> Instituto Federal do Pará, IFPA, Belém, Pará, Brasil.

\* Autor(a) correspondente: davifarias.rug@gmail.com

para a degradação ambiental, manifestada na poluição da água e do solo, que, para Niemeyer (2012), influencia para um ciclo de contaminação fecal/oral causadora de enfermidades como diarreia, febre tifoide, cólera, salmonelose, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase. Esse cenário é agravado na situação dos ribeirinhos, que são identificados pelo uso doméstico da água, o que inclui beber, cozinhar, fazer higiene pessoal, lavar roupas, entre outras utilidades, em geral, com as águas dos rios ou poços (Rodrigues; Palheta, 2019).

Para esta problemática, as tecnologias sociais (TS) surgem, então, como uma solução. Um dos conceitos mais aceitos para definir as TS é o de “produtos, técnicas ou metodologias replicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social” (Lobo et al., 2013). No geral, elas são tecnologias que contemplam infraestrutura de acesso à água e esgotamento sanitário em módulos familiar e comunitário (Bernardes et al., 2018). Dentro desse grupo de TS, temos a fossa séptica biodigestora (FSB) e o banheiro ecológico ribeirinho (BER), duas tecnologias voltadas para suprir a ausência de um sistema de coleta e tratamento de resíduos oriundos do vaso sanitário.

Essas tecnologias são objetos de estudos para viabilidades de implantação nas comunidades ribeirinhas amazônicas. Nos últimos anos, o BER vem se expandindo, por exemplo, nas ilhas rurais do município de Belém, capital do estado do Pará, enquanto a FSB vem sendo apresentada à sociedade pela EMBRAPA Amazônia Oriental, através do Núcleo Responsabilidade Socioambiental, como será abordado neste estudo. Diante deste exposto, o presente estudo objetivou em elaborar uma descrição sobre as duas tecnologias sociais citadas, realizando também uma comparação nos seus usos e viabilidades para as comunidades ribeirinhas e por fim, destacar suas principais limitações, de forma a contribuir com dados não apenas para a comunidade científica, mas para quem demonstrar interesse na utilização destas TS na região amazônica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva sobre as tecnologias sociais de fossa séptica biodigestora e banheiro ecológico ribeirinho, embasada em experiências vividas pelos autores e um levantamento bibliográfico na literatura científica, abrangendo o uso dessas tecnologias na Amazônia Oriental.

Para a descrição da FSB, foi usada como modelo uma unidade demonstrativa implantada no Núcleo de Responsabilidade Socioambiental, da Embrapa Amazônia Oriental (NURES/EMBRAPA), o qual demonstra uma unidade de tratamento de resíduos humanos para áreas de terra firme. Após isso, através do estudo de Oliveira et al. (2018), retratou-se as adaptações que esta tecnologia sofre para poder atender as comunidades ribeirinhas ou áreas de várzea.

Já o BER, para esta pesquisa, foi retratado como uma adaptação do banheiro seco compostável, e a descrição do seu uso foi embasado no livro elaborado por Tonetti et al. (2018) para a Biblioteca Unicamp e complementado com a pesquisa de Neu et al. (2016), que realizaram estudos desse sistema adaptado de esgoto de vaso sanitário em uma ilha no município de Barcarena/PA.

Os resultados foram organizados em diferentes sessões: a primeira faz a descrição da instalação e uso da fossa séptica biodigestora; a segunda retrata o banheiro ecológico ribeirinho; a terceira traz o estudo comparativo realizado pelos autores através da análise na literatura; e a quarta e última, as principais limitações dessas tecnologias.

A descrição do uso e manutenção da fossa séptica biodigestora foi embasada nas experiências de uso dos presentes autores no NURES/EMBRAPA, o que pode divergir das experiências de outros autores da comunidade científica em relação a informações como o tipo de inóculo a ser utilizado e o tempo de residência do efluente oriundo do vaso sanitário em cada caixa d'água.

Na segunda sessão, os presentes autores retratam o banheiro ecológico ribeirinho como uma adaptação do banheiro seco compostável utilizado em zonas rurais no Brasil, apresentado por Tonetti et al. (2018). A descrição da adaptação para áreas de várzea, onde os ribeirinhos costumam construir suas casas, foi realizada com embasamento no trabalho de Neu et al. (2016).

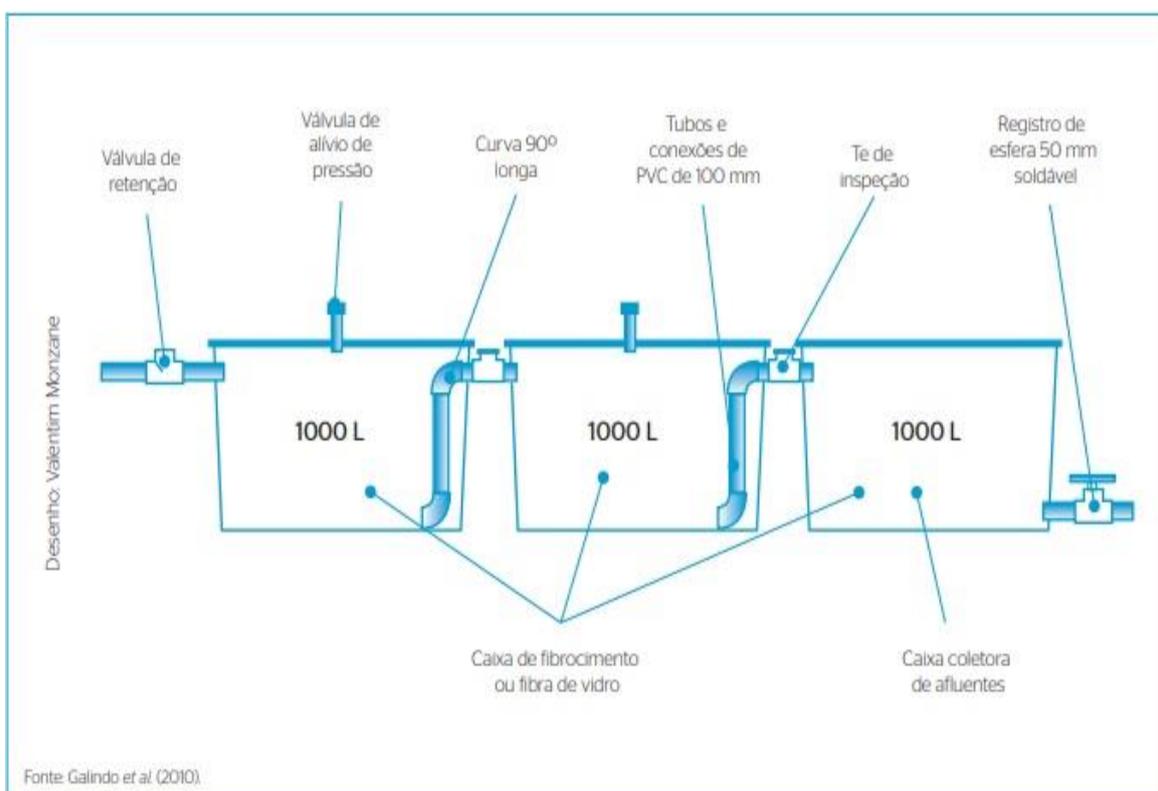
O estudo comparativo realizado na terceira sessão foi embasada em uma análise no trabalho de Tonetti et al. (2018) somado a considerações realizada pelos autores, principalmente em relação à fossa séptica biodigestora devido às experiências levantadas no NURES/EMBRAPA.

Por fim, as principais limitações na quarta sessão contou com dados disponibilizados por Galindo et al. (2010) e Neu et al. (2016), somada à considerações das experiências dos autores em relação às tecnologias sociais estudadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***A fossa séptica biodigestora***

O sistema de FSB é composto por três caixas d'água de 1.000 litros, uma válvula de retenção de 100 mm, duas válvulas de observação de 100 mm, três válvulas de alívio de 25 mm e 15 metros de borracha de vedação. Ela foi projetada para atender residências contendo 5 pessoas necessitando, então, que seus procedimentos de instalação e uso serem readequados, de acordo com o aumento de usuários, podendo superestimar o volume de inóculo ou aumentar o número ou volumes das caixas. A Figura 1 mostra o esquema de montagem da FSB, enquanto a Figura 2 demonstra a unidade representativa encontrada no NURES/EMBRAPA, em Belém.



**Figura 1.** Esquema de fossa séptica biodigestora. Fonte: Costa e Guilhoto (2014).



**Figura 2.** Ilustração da FSB utilizada no NURES/EMBRAPA, em Belém/PA. Fonte: Os autores.

Nota-se na Figura 2 que a FSB está enterrada. Isto é uma adaptação do sistema, pois a cota do banheiro que alimenta o sistema encontra-se quase ao nível do solo, portanto, houve a necessidade de

enterrar as caixas d'água para permitir o deslocamento da água da descarga por declividade, sem correr o risco de haver um retorno dos dejetos humanos pela tubulação. Isto é um ponto a ser pensado na hora da instalação da FSB, pois a cota do vaso sanitário deve ser superior à cota do sistema de tratamento para que não ocorra um refluxo. Partindo do exemplar montado no NURES/EMBRAPA, segue descrito o funcionamento de uma FSB.

Após o uso do vaso sanitário e posterior descarga, os dejetos seguem para primeira caixa d'água onde é iniciado um processo de biodigestão dos dejetos orgânicos. Este processo, no entanto, necessita da adição de inóculo de microrganismos, agentes responsáveis pelo processo de biodegradação da matéria orgânica. Este inóculo geralmente é adicionado ao inserir uma mistura de esterco de ruminantes e água, em uma proporção de 50% para cada. Na primeira dosagem, a quantidade de mistura é de 10 litros de esterco para 10 litros de água. Após isso, mensalmente deve-se abastecer o sistema com 5 litros de cada. Essa mistura é colocada através de um acessório na tubulação entre o banheiro e a primeira caixa d'água chamada de válvula de retenção. As tubulações usadas no sistema foram PVC de 100 mm de diâmetro.

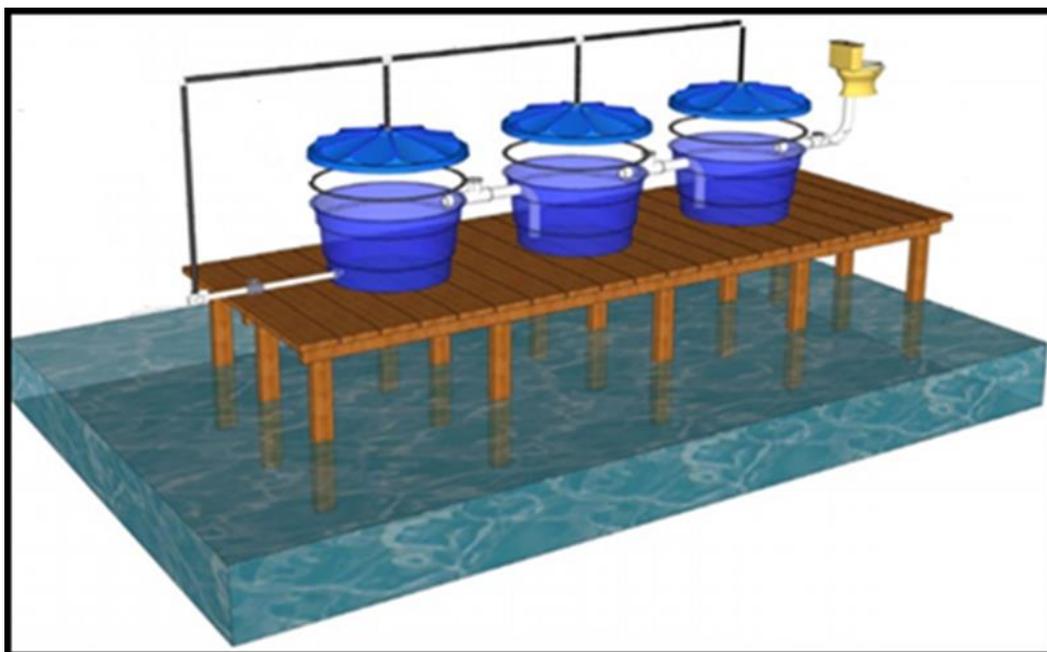
Por receber diretamente o efluente do vaso sanitário, é na primeira caixa d'água que a biodigestão ocorrerá de forma mais intensa, onde os microrganismos provenientes do esterco começarão a fermentar os dejetos orgânicos. Em média, uma caixa d'água do sistema de FSB demora em torno de 20 dias para encher (fator de cálculo). Logo, durante os 20 dias iniciais de uso, somente a primeira caixa d'água será alimentada pelas descargas. É durante este período que a maior parte dos vermes e microorganismos patogênicos existentes nos dejetos são destruídos. Com a lotação da primeira caixa d'água, a segunda caixa d'água passa a receber o efluente parcialmente tratado da primeira através de outra tubulação que realiza a conexão entre elas. Desta forma, o processo de biodigestão continua na segunda caixa d'água, porém de forma menos intensa por mais 20 dias, até ela também encontrar-se cheia e começar a alimentar de efluente para a terceira caixa d'água com outra tubulação que conecta as duas caixas.

Após 40 dias, a terceira caixa d'água começará a receber o efluente que se encontra tratado, ou seja, a matéria orgânica já foi suficientemente degradada e a quantidade de coliformes fecais reduzida a níveis que permitem o efluente ser descartado no meio ambiente. Para o NURES/EMBRAPA, caso a FSB esteja funcionando plenamente, a solução resultante poderá ser utilizada como biofertilizante para árvores frutíferas e madeiráveis. Tonetti et al. (2018) retrata a importância de realizar antecipadamente uma análise do efluente tratado, pois se este não puder ser utilizado como biofertilizante outra destinação final deve ser dada, respeitando as legislações ambientais. O NURES/EMBRAPA recomenda não utilizar esse efluente para irrigação de hortaliças, verduras ou frutas que crescem rente

ao solo, pois entraria em contato diretamente com suas folhas e frutos e, além disso, ainda não existem publicações na comunidade científica que atestam os efeitos dessa solução em hortaliças.

Entre as caixas d'água existe um acessório chamado válvula de inspeção. Ele serve para realizar observação no sistema e averiguar se este está operando corretamente, evitando casos de entupimento ou outras avarias, permitindo a correção quando necessária. Nas duas primeiras caixas d'água existe outro acessório chamado de respirador ou válvula de alívio de pressão, que tem o objetivo de permitir o escape do gás gerado no processo de biodigestão para que este não se acumule e desloque a tampa das caixas da FSB, o que permitiria a entrada de ar e abrindo oportunidade para insetos ou outros animais. Na terceira caixa não é necessário, pois esta caixa serve apenas para coletar o efluente já tratado das partes anteriores do sistema.

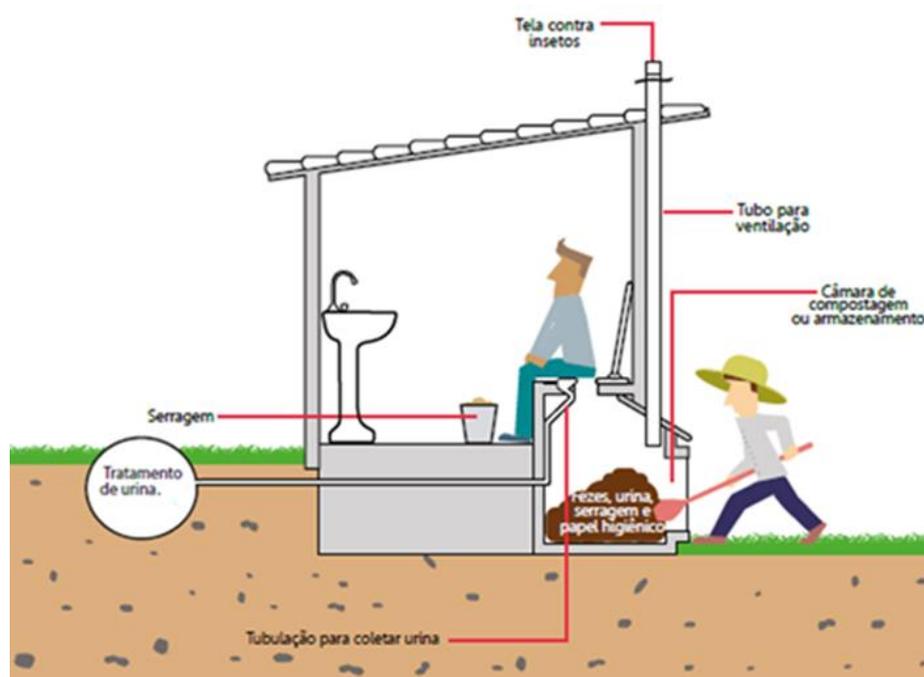
Em relação às comunidades ribeirinhas amazônicas, por se encontrarem em áreas de várzea, os terrenos nos quais suas habitações se encontram costumam sofrer inundações com o efeito da maré alta dos rios. Logo, a FSB precisa estar adaptada a essas condições para que a invasão das águas não cause prejuízos ao sistema, bem como o carreamento do material contaminante para o rio e solo e contribuir para a ocorrência de doenças fecal/oral. A principal adaptação utilizada para estes casos é elevar a base da FSB, de forma que não entre em contato com a água na sua cota máxima, por conta da maré alta. No caso da FSB, Oliveira et al. (2018) explica que basta instalar a FSB sobre estruturas de madeira com a altura adequada para que o contato da água não ocorra, porém, a altitude precisa ser inferior a cota do banheiro da residência, para permitir o deslocamento da descarga para as caixas d'água por gravidade. A Figura 3 ilustra esta adaptação para área várzeas.



**Figura 3.** Esquema de FSB adaptada para área de várzea. Fonte: Oliveira et al. (2018).

### *O banheiro ecológico ribeirinho*

Para descrever o BER é necessário de antemão falar sobre o banheiro seco compostável (BSC), pois o BER nada mais é do que uma das diversas adaptações do BSC. O BSC é um sistema de esgotamento sanitário que não utiliza água para a remoção dos dejetos como as descargas de banheiro residenciais comuns. Os dejetos orgânicos, depois de evacuados do corpo humano, ficam armazenados dentro de uma câmara acoplada ao BSC para sofrerem o processo de compostagem. A compostagem vai tornando os resíduos menos nocivos ao meio ambiente, ao ponto de, posteriormente, o transformar em um produto orgânico estável que poderá ser utilizado como adubo. A Figura 4 retrata um esquema de BSC.



**Figura 4.** Esquema de BSC. Fonte: Tonetti et al. (2018).

Segundo Tonetti et al. (2018), o banheiro ecológico compostável, pode localizar-se em uma casinha externa ou no interior da própria casa. A câmara de compostagem pode ser feita de alvenaria impermeabilizada ou um recipiente plástico, bombona ou balde. Uma vantagem do banheiro ecológico compostável é que este não gera esgoto como produto, uma vez que não utiliza água para descarga. Ao invés disso, aproveitam-se os ciclos biológicos naturais para o tratamento dos resíduos, evitando a contaminação do solo e das águas dos rios, além de doenças (Cáritas Brasileira, 2015).

O odor pode ser inibido ao adicionar serragem de madeira a cada uso do banheiro. A utilização de folhas secas e papel picado também auxiliam no controle do odor. Na ausência destes materiais, utiliza-se cal (Tonetti et al., 2018).

Uma das alternativas utilizadas é a adição de outro orifício no vaso sanitário para a urina, destinando-a para armazenamento. Desta forma, a urina também pode ser utilizada como fertilizante por ser rica em nitrogênio. Quanto ao resíduo sólido, é necessário que o material compostado seja levado para uma pilha de compostagem. Para este caso, ainda Tonetti et al. (2018), o processo de compostagem ocorre naturalmente podendo levar até 6 meses para que os dejetos se transformem em adubo, mas este processo pode ser acelerado ao inserir um inóculo de microrganismos, proveniente de esterco de ruminante.

A adaptação mais comum de um BSC para BER é a utilização de uma bombona plástica com capacidade de 200 L na substituição da câmara compostável. Neu et al. (2016) demonstram um protótipo de BER seguindo esta descrição na Ilha das Onças, que pertence ao município de Barcarena/PA. A bombona deste BER está instalada acima do solo, sobre uma estrutura de madeira, fixada por hastes, evitando que as águas da maré provoquem seu tombamento e extravasamento dos dejetos, como mostrado na Figura 5.



**Figura 5.** Adaptação do BER utilizando uma bombona na Ilha das Onças, Barcarena, Pará. Fonte: Neu et al. (2016), aproveitado de Érika da Silva Alves (2014).

Ainda Neu et al. (2016) explicam que a fixação e a elevação da bombona servirão para facilitar a sua remoção e evitar que a força das águas a desloquem do local. Ao atingir 80% de sua capacidade de armazenamento (algo dura em média cerca de 3 meses), a bombona deverá ser substituída e deslocada para o local onde ocorrerá a compostagem, onde os patógenos dos resíduos serão destruídos. Assim, a bombona removida permanece com os dejetos no local de monitoramento de compostagem enquanto

o processo estiver ocorrendo. Concomitante a isto, outra bombona deverá ser instalada no BER para continuar o armazenamento dos dejetos.

### ***Comparações entre a FSB e a BSC/BER***

As principais informações entre a FSB e o BSC/BER podem ser vistos na Tabela 1. Essas comparações entre as TS baseiam-se em sistemas dimensionados para residências com até 5 pessoas.

**Tabela 1.** Quadro comparativo entre a FSB e o BSC/BER. Fonte: Tonetti et al. (2018), com tabela elaborada pelos autores.

<b>Parâmetro</b>	<b>FSB</b>	<b>BSC/BER</b>
Tipo de esgoto tratado	Águas do vaso sanitário	Apenas fezes (sem água) e algumas vezes urina
Tipo de Sistema	Unifamiliar	Unifamiliar ou semicoletivo
Necessita de unidade de pré-tratamento?	Não	Não
Área necessária para até 5 pessoas	10 a 12 m <sup>2</sup>	3 a 5 m <sup>2</sup>
Remoção da matéria orgânica	Média	Não se aplica
Frequência de manutenção	Alta	Alta
O lodo terá que ser removido?	Não	Não

Ao receber a água proveniente do vaso sanitário, a FSB trata as fezes e a urina de maneira conjunta, enquanto o BSC/BER é especializado para tratar das fezes, pois uma mistura com a urina prejudicaria o processo de compostagem, além de favorecer a ocorrência de odor e vetores. Entretanto, atualmente banheiros secos que tratam de ambos os resíduos já estão sendo desenvolvidos.

As duas tecnologias não necessitam de um pré-tratamento, já recebendo diretamente o material a ser tratado em seus sistemas. A FSB utiliza mais área que o banheiro seco para instalação, desse modo, precisa-se verificar se o interessado em adotar esta técnica possui área mínima para comportar o sistema. Somente a FSB faz a remoção da matéria orgânica que é fermentada pelos microrganismos inseridos através do esterco. Segundo Tonetti et al. 2018, a retirada da matéria orgânica é média, fato questionável, por observações, que demonstram a eliminação do bolo fecal e saída da matéria orgânica decomposta, na forma de solução.

Partindo da utilização da FSB instalada no NURES/EMBRAPA, discordou-se da informação de que a FSB necessita de uma frequência alta de manutenção, pois uma FSB instalada em estado satisfatório não precisará passar por manutenção frequente devido ao tempo de vida útil do material, bem como não precisará ser aberta para a remoção dos dejetos humanos, pois eles serão biodegradados em um efluente tratado. Porém, a inserção do inóculo uma vez a cada 30 dias para o funcionamento adequado é necessário.

Quanto ao banheiro seco, pode-se afirmar que a manutenção é alta, por conta da inserção de material a cada uso do banheiro para controle de odor e a substituição da bombona quando esta estiver cheia.

### ***Principais limitações identificadas pelos autores***

Uma das principais limitações dos sistemas é a questão financeira, pois nem todas as famílias ribeirinhas possuem renda para a implantação da FSB ou BER. De acordo com Oliveira et al. (2018), o custo de implantação de uma FSB está em torno de R\$ 1.600,00, incluindo a mão de obra, acrescidos de mais R\$ 700,00 para o tablado de madeira onde ficam as caixas d'água na adaptação para áreas de várzea (preços para o ano de 2017). Para o BER, Neu et al. (2016) estimaram um orçamento de R\$ 1.771,50, incluindo mão de obra (preço para o ano de 2014).

Tomando como base as comunidades ribeirinhas das ilhas rurais de Belém do Pará, localizadas no lado oeste da Baía do Guajará, através de um levantamento de dados socioeconômicos realizado por Lobo et al. (2013), percebe-se a renda familiar das famílias ribeirinhas varia de menos de 1 salário mínimo a até 3 salários mínimos. Isto pode representar um entrave financeiro por parte dos ribeirinhos para investir na implantação desses sistemas em suas residências por conta própria. Nessas ilhas, as TS ali encontradas foram implantadas pela Cáritas Metropolitana de Belém (CAMEBE), uma associação religiosa de direito privado e sem fins lucrativos, com a parceria de instituições de ensino como o IFPA, UFPA e UNAMA no desenvolvimento e acompanhamento dos projetos, através de estudos financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ (Velo; Mendes, 2014).

Além da renda como possível fator limitante, temos algumas outras peculiaridades, conforme Tabela 2. No caso da FSB, um banheiro já existente na residência pode ser aproveitado bastando apenas fazer as adequações e ligação do vaso sanitário às caixas d'água. Outro ponto a ser observado é a necessidade de uma fonte de inóculo para que o processo de biodigestão ocorra, caso contrário, haverá acúmulo de dejetos humanos no sistema, prejudicando o seu funcionamento. Nesse caso, é necessária a verificação da disponibilidade de alguma fonte de inóculo para alimentar o sistema. O inóculo indicado para as atividades com FSB é o esterco de ruminantes (bovinos, bubalinos, ovinos ou caprinos). Caso não encontre, pode-se utilizar esterco de galinha, o qual possui um poder reativo alto. Todavia, o valor biológico desse esterco é inferior ao de ruminantes, acarretando na necessidade de maior volume para que o processo de biodigestão ocorra no tempo adequado. Vale salientar que ainda não há publicações sobre a utilização desse tipo de esterco em fossa séptica biodigestora. Atualmente, estão sendo estudadas enzimas decompositoras, vendidas no mercado, que substituem o esterco para acelerar o

processo de degradação do bolo fecal. Entretanto, ainda não há publicação disponível apresentando os resultados dessa substituição de inóculo.

**Tabela 2.** Quadro comparativo das peculiaridades da FSB e BSC/BER. Fonte: Tabela elaborada pelos autores com informações obtidas em Galindo et al. (2010), e Neu et al. (2016).

<b>Peculiaridade</b>	<b>FSB</b>	<b>BER</b>
Custo	R\$ 2300,00	R\$ 1771,50
Sistema de tratamento	Água	Seco
Alimentação do sistema (inóculo)	Mensal	Trimestral
Fonte de carbono (absorvente)	-	Diário
Cal virgem	-	Diário
Limpeza do vaso (desinfetante)	Diário	Diário
Fonte de água para a descarga	Diário	-
Manutenção/substituição	-	Trimestral
Tratamento do Resíduo	Diário	Trimestral
Saída do resíduo	Solução/água	Sólida
Destinação do resíduo	Ambiente/adubação	Compostagem
Carga biológica (coliformes termotolerantes)	Ausente	Presente
Tempo mínimo para a primeira descarga de resíduo	Bimensal	Trimestral
Possível geração de renda	Sim	Não
Distância máxima do sistema a residência	Até 30m	Indeterminado
Nº de banheiros ou casas ligadas ao Sistema	Múltiplos	Único
Sistema de tratamento	Anaeróbico	Aeróbico
Possibilidade de geração de odor?	Não	Sim
Tipo de sistema (móvel ou fixo)	Fixo	Móvel
Sistema de filtragem para retirada da Matéria Orgânica	Sim	Não
Utilização em área de terra firme e várzea	Sim	Sim
Limpeza dos recipientes (caixa, tambor)	Não	Sim
Proliferação de insetos e pequenos animais	Não	Possível
Utilização em compostagem	Sim	Sim

Já o BSC/BER encontra suas dificuldades na manutenção do sistema, como no controle do odor, por serragem, folhas secas ou cal. Durante uma visita à ilha Urubuoca em 2015 por um dos autores do presente trabalho, foi observado que alguns banheiros implantados não estavam sendo utilizados corretamente por parte de alguns moradores, os quais não inseriram em sua rotina a necessidade de introduzir os materiais secantes após o uso do banheiro e negligenciando o funcionamento do sistema. Partindo dessa observação têm-se, então, o fator cultural e os indicadores sociais como outro fator limitante, relacionada diretamente à questão da conscientização ambiental dos usuários no uso das tecnologias, o qual será discutido posteriormente.

Nota-se, no uso do BER, a necessidade de troca das bombonas para continuar a utilização do sistema. As substituições das bombonas e o deslocamento das mesmas após 80% de sua lotação para o local onde ocorrerá a compostagem, além do monitoramento deste processo, podem ser vistas como

atividades não prazerosas por parte dos ribeirinhos uma vez que exige esforço físico, tempo e dedicação, retirando-lhe de uma zona de conforto.

Independente da TS empregada, a educação ambiental precisa ser trabalhada para que a tecnologia alcance sua maior eficiência, caso contrário, o objetivo proposto pelo uso da TS ficará comprometido. O fator cultural é o principal alvo no qual a educação ambiental deve agir e isto deve ser realizado levando a comunidade à participar de todas as etapas de concepção, instalação e uso da TS escolhida na área de várzea para que, desse modo, a população sinta a importância de sua participação na manutenção da saúde física da comunidade e do meio ambiente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A FSB e o BER se demonstram boas alternativas de esgotamento sanitário para as comunidades ribeirinhas amazônicas, uma vez que conseguem suprir a carência do sistema de esgotamento sanitário nestas comunidades rurais. Cada uma possui suas particularidades que vão desde os materiais para a sua construção, a disponibilidade de área, custos, usos e manutenções. Ambas as tecnologias trabalham com processos que necessitam da presença de inóculo para a aceleração dos mesmos. Esses inóculo geralmente de expressa por esterco de ruminantes. Dessa forma, caso os membros da comunidade ribeirinha não possuam este item, precisa-se optar por uma alternativa para a aceleração da fermentação do efluente da FSB e da compostagem dos rejeitos do BER.

Existe, porém, a necessidade de adaptações nas TS para que estas não sofram ações indesejadas da influência da maré dos rios amazônicos, sendo, então, importante que a cota inferior da TS esteja acima do nível da água do rio em épocas de maré alta. No quesito financeiro, o BER se mostra mais atrativo pelo custo monetário menor. Todavia, a utilização correta da FSB gerará menores esforços da população ribeirinha na realização de manutenções, diminuindo a ocorrência de isto encontrar um entrave no que tange ao fator cultural da comunidade ribeirinha.

Embora o objetivo da pesquisa tenha sido alcançado, sua elaboração encontrou dificuldades na coleta de informações sobre a utilização dessas tecnologias na Amazônia para comunidades ribeirinhas ficando limitada à dados obtidos nos poucos estudos encontrados, o que demonstra a necessidade de desenvolvimento de mais estudos sobre as tecnologias sociais aplicadas à estas situações nos diversos periódicos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao IFPA Campus Belém e à EMBRAPA Amazônia Oriental, em especial o Núcleo de Responsabilidade Socioambiental (NURES) pelo apoio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil (2007). *Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico*. Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 12/01/2020.
- Barros JB, Cruz ACP, Lima KSV, Sales LS, Rodrigues RN, Lima BJM (2020). Determinantes psicossociais para o abuso infantil em uma comunidade ribeirinha do estado do Pará: relato de experiência. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, sup. (44).
- Bernardes RS, Costa AAD, Bernardes C (2018). Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 48(edição especial): 263-280.
- Cáritas Brasileira (2015). Cáritas tem apoio de banco no projeto Sanitário Ecológico Seco, em Belém (PA). Disponível em: <<http://caritas.org.br/caritas-tem-apoio-de-banco-no-projeto-sanitario-ecologico-seco-em-belem-pa/28671>>. Acesso em: 16/01/2020.
- Costa CC, Guilhoto JJM (2014). Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Edição Especial: 51-60.
- Galindo N, da Silva WTL, Novaes AP, Godoy LA, Soares MTS, Galvani F (2010). *Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora*. Embrapa Instrumentação, São Carlos. 32p.
- Lobo MAA, Lima DMBD, Souza CMN, Nascimento WA, Araújo LCC, Santos NBD (2013). Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema SODIS em comunidades ribeirinhas da Amazônia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18(7): 2119-2127.
- Neu V, Santos MAS, Meyer LFF (2016). Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. *Em Extensão*, 15(1): 28-44.
- Niemeyer M (2012). *Água*. Publifolha, São Paulo. 191p.
- Oliveira BR, Guedes MC, Lira-Guedes AC, Marmo CR, Sarges RC, Costa JBP (2018). *Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas*. Editora: Embrapa Amapá. 32p.
- Pedrosa OP, Barbirato DS, Fogacci MF, Bastos WR, Ott AMT (2017). Ribeirinhos da Amazônia: influências do desenvolvimento na saúde. *Revista Amazônica*, 19(1): 24-40.
- Rodrigues FCC, Palheta RTM (2019). Educação ambiental e interdisciplinaridade: a importância da água na vida dos ribeirinhos da Ilha das Onças (Furo Conceição), Barcarena, Pará, Brasil. *Revista Ambiente & Educação*, 24(2): 310-330.
- Souza NGM, Silva JA, Maia JM, Silva JB, Júnior ESN, Meneses CHSG (2016). Tecnologias Sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. *Revista Biofarm*, 12(3).

- Tonetti AL, Brasil AL, Madrid FJPL, Figueiredo ICS, Cruz LMO, Duarte NC, Fernandes PM, Coasaca RL, Garcia RS, Magalhães TM (2018). *Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções*. Biblioteca Unicamp, Campinas. 153p.
- Veloso NSL, Mendes RLR (2014). Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 9(1): 229-242.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

aceitabilidade, 66, 71  
agricultores, 7, 8  
agricultura de precisão, 75, 84, 87, 88, 89, 90  
agroecologia, 7, 8  
amazônicas, 52, 56, 62  
análises, 21, 23, 26, 44, 45, 47, 67, 68, 69, 71,  
113, 115, 133, 143, 151  
área de várzea, 56, 62

### B

banheiro ecológico ribeirinho, 52, 53, 57  
barreras, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 18

### C

caracterização, 4, 43, 45, 73, 74  
comercialização, 22, 28, 29, 46, 92, 93, 94, 100,  
101, 103, 104, 124, 128  
contaminação, 30, 34, 52, 57, 126, 130, 140,  
141, 142, 148, 150, 151  
cooperativismo, 93

### D

desenvolvimento  
ambiental, 34  
econômico, 30, 32, 33, 91, 93  
social, 33

### E

economia solidária, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97,  
98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106  
efluentes, 51, 141, 149  
elaboração, 62, 66, 69, 70, 77, 96, 99, 101, 107,  
109, 125, 129  
espécies, 35, 42, 43, 109, 112

### F

fermentação semissólida, 108, 111, 114, 125,  
129, 134, 136  
finca, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17  
fossa séptica biodigestora, 52, 53, 54, 61, 63  
frutas, 21, 28, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 56,  
107, 109, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 137,  
138

### I

IoT, 78  
irrigação, 4, 26, 29, 56, 76, 77, 78, 83, 85, 86,  
87, 88, 89

### L

legislação, 45, 46, 47, 51, 66, 91  
levedura, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118,  
124, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 134, 135,  
136, 138

### M

metais pesados, 140, 141, 142, 146, 149, 150  
micro-organismo, 108, 116, 126, 128, 130, 133,  
134  
Minas frescal, 66, 70  
montaña, 5, 7, 8, 14, 18

### N

nativas, 43, 48, 50, 109

### P

participação popular, 93  
pequenos, 23, 38, 51, 61, 93, 110  
políticas públicas, 41, 91, 93, 94, 95, 97, 98, 99,  
100, 102, 103, 104  
polpas, 4, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 133,  
134  
producción, 7, 8, 9, 14, 17, 19

proteína unicelular, 136

**R**

recursos hídricos, 38, 77, 78, 139, 145, 151,  
152

resíduos agroindustriais, 107, 125, 130, 138

**S**

Santiago de Cuba, 7, 8, 18, 19, 155

segurança alimentar, 33, 43, 76

sensores, 75, 84, 86, 87

sustentabilidade, 4, 20, 31, 32, 33, 36, 38, 39,

86, 96, 98, 101, 125, 129, 145

## SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 150 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 52 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan\_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 52 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 33 organizações de e-books, 20 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



ISBN 978-658831920-8



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)