






Banheiro seco como alternativa sanitária e ecológica: levantamento das implementações no Brasil

Ingrid Luna Baia Viana ^{1*}, Denize Mendes de Castro ², Jamile Caroline Moreira Batista ³, Juliana Melo de Sousa ⁴, Lais Victoria Ferreira de Sousa ⁵

¹Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Brasil. (*Autor correspondente: ingridluna.eng@gmail.com)

²Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Brasil.

³Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Brasil.

⁴Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Brasil.

⁵Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 17/08/2020 – Revisado em: 02/09/2020 – Aceito em: 03/09/2020

RESUMO

O banheiro seco é considerado uma alternativa de saneamento por unir soluções hidrossanitárias sustentáveis de baixo custo, pois a desigualdade existente no atendimento aos serviços de saneamento básico no Brasil corrobora para a busca de novas tecnologias capazes de suprir a demanda existente; todavia, há uma escassez de pesquisas sobre o tema no país. Esse estudo consiste em um levantamento acerca da implementação do banheiro seco no Brasil, fomentando a difusão de conhecimentos sobre esta tecnologia. Os artigos demonstram viabilidade quanto ao uso, sendo útil, principalmente, em comunidades sem acesso aos serviços básicos de saneamento e que possuem requisitos (espaço e interesse) necessários para implementação. Além disso, existe a possibilidade de geração de renda, já que o sistema resulta em insumos que podem ser utilizados como adubo, minimizando os impactos ambientais e contribuindo para o desenvolvimento social. Todavia, por se tratar de uma tecnologia pouco difundida no Brasil, a literatura analisada indica certa resistência da população a princípio, demonstrando a necessidade de mais estudos e difusão dessa alternativa no país.

Palavras-Chaves: Compostagem, Qualidade de Vida, Saneamento Básico, Tecnologia Sustentável.

Dry Bathroom as a sanitary and ecological alternative: a survey of implementations in Brazil

ABSTRACT

The dry toilet is considered an alternative to sanitation because it brings together low-cost sustainable hydrosanitary solutions since the existing inequality in the provision of basic sanitation services in Brazil corroborates the search for new technologies capable of supplying the existing demand; however, there is a lack of research on the subject in the country. This study consists of a survey on the implementation of dry sanitation in Brazil, fostering the dissemination of knowledge on this technology. The articles demonstrate feasibility regarding use, being useful mainly in communities with no access to basic sanitation services and that have requirements (space and interest) needed for implementation. In addition, there is the possibility of generating income, since the system results in inputs that can be used as fertilizer, minimizing environmental impacts, and contributing to social development. However, since it is a technology little diffused in Brazil, the literature analyzed indicates a certain resistance of the population at first, demonstrating the need for more studies and dissemination of this alternative in the country

Keywords: Composting, Quality of Life, Basic Sanitation, Sustainable Technology.

Viana, I. L. B., Castro, D. M. de., Batista, J. C. M., Sousa, J. M. de., Sousa, L. V. F. de (2020). Banheiro seco como alternativa sanitária e ecológica: levantamento das implementações no Brasil. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.4, p.84-104.



1. Introdução

O saneamento básico, garantido pela Lei nº 11.445/2007, é um conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente, contemplando uma série de ações abrangentes que envolvem diferentes estágios do ciclo hídrico, incluindo: a captação ou derivação da água, tratamento e distribuição, concluindo com o esgotamento sanitário e a efusão industrial, com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorando a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo, o que facilita a atividade econômica (Barroso, 2002; Brasil, 2007; Instituto Trata Brasil, 2012a).

Embora, nos últimos anos, tenha ocorrido melhoramento nos sistemas de saneamento, segundo Sampaio (2016), é nítida a desigualdade na universalização desses serviços, sendo comum o lançamento de esgoto em mananciais, a falta de coleta, tratamento ou disposição de esgotos domésticos, o que gera sérios agravos na saúde pública, degradação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ambiente em geral (Ferrari, 2018). Diante disso, ações de desenvolvimento sustentáveis atuam com o objetivo de implementar medidas viáveis para reverter tal realidade.

Em setembro de 2015 foi lançada a “Agenda 2030” durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável realizada na sede da Organização das Nações Unidas (ONU) em Nova York, onde foram determinados 17 objetivos e 169 metas, estando a universalização do acesso ao saneamento dentre as medidas alcançáveis até 2030, dando continuidade ao legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (Nações Unidas Brasil, 2015).

A fim de contribuir para o alcance do proposto, visando o bem estar da população, torna-se importante o desenvolvimento de novas tecnologias, sendo estas, alternativas de baixo custo e boa eficiência para o alcance do saneamento e proteção do meio ambiente. Nesse sentido, o banheiro seco (ou compostável) apresenta boas perspectivas, sendo um sistema que recicla excrementos humanos e águas residuais, com tratamento simples e infraestrutura barata (Demenighi 2012; Ushijima et al., 2012; Sabei e Bassetti, 2013).

Trata-se de um projeto elaborado inicialmente em 1873 pelo reverendo Henry Moule na Inglaterra, onde terra seca era colocada na parte de trás do assento e um balde removível posto abaixo, quando se puxava a alça, uma pequena quantidade de terra era espalhada sobre o rejeito humano para reduzir odores e ajudar na decomposição, podendo ser utilizado como adubo (Fordington, 2014). Atualmente, o sistema conta com segregação e ventilação da urina, adição de mais fontes de carbono no processo, como a serragem, para absorver o excesso de líquidos e evitar mau cheiro sem a necessidade de separação (Teixeira e Motta, 2008).

Uma vez reduzida a patogenicidade de microrganismos carregados no material fecal para níveis seguros, as tecnologias de saneamento alternativas podem ser eficazes no controle da poluição, da saúde e do meio ambiente, portanto, o banheiro seco se enquadra dentre as tecnologias potencialmente viáveis e promissoras (Magri, Philippi e Vinneras, 2013). Trata-se de um tipo de sanitário que não utiliza água, onde os dejetos passam por um processo de compostagem, resultando em um material que pode ser utilizado como insumo, respeitando o ciclo natural dos elementos e retornando-os na forma de adubo para a terra, contribuindo para a redução do consumo de água e minimiza a contaminação por dejetos humanos (Sá, Santos e Ribeiro, 2009).

Embora esta tecnologia esteja ganhando visibilidade no mundo, a nível de Brasil, a literatura ainda é carente. O presente estudo realiza o levantamento de ações de implementação de banheiro ecológico que estejam registrados em documentos científicos (artigos, resumos, etc.), discorrendo sobre as diferentes formas de implementação, metodologias utilizada, benefícios e desvantagens.

2. Contextualização do Saneamento Básico no cenário brasileiro

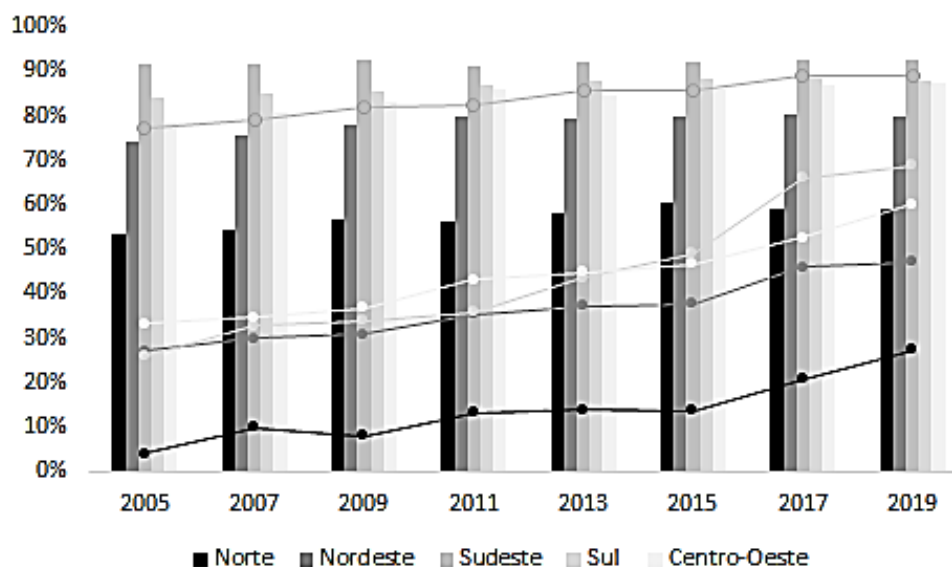
O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública e obrigatório para a contratação ou concessão das diretrizes que tangem o saneamento, sendo garantido pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 a universalização desses serviços (Brasil, 2007).

Apesar da existência da Lei, no ano de 2018 o país possuía mais de 100 milhões de habitantes sem acesso ao abastecimento de água e coleta de esgoto, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018). O Brasil encontra-se na 106ª posição no ranking de países com acesso ao saneamento básico, em que a universalização dos serviços está prevista somente para 2055 se considerado o ritmo atual (Instituto Trata Brasil, 2018b, 2019c).

Essa desigualdade no acesso ao saneamento básico é ainda mais evidente nas macrorregiões brasileiras. Conforme o Atlas de Saneamento, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011) constata-se melhoria na rede de coleta de esgoto em áreas mais próximas dos grandes centros urbanos do país, além das cidades médias; no entanto, nas vastas áreas das regiões Norte e Nordeste, a taxa de progresso ou ampliação do sistema é baixa, ainda que o crescimento absoluto da população seja positivo.

A Figura 1 apresenta o percentual de domicílios que possuem abastecimento de água, é possível visualizar como esse serviço se deu ao longo dos anos em cada região. A desigualdade entre a região Norte em comparação com as demais regiões é evidente: em 2019 a região norte possuía 58,8% dos domicílios com abastecimento de água ligado à rede geral, enquanto, a região Sudeste, no mesmo ano, possuía 92,3% dos domicílios abastecidos pela rede geral (IBGE, 2019). A região Norte é uma região precária, com baixos índices de acesso à água encanada e à coleta de esgoto (Porto e Simões, 2016).

Figura 1 – Porcentagem de domicílios que possuem abastecimento de água (colunas) e coleta de esgoto (linhas) ligados à rede geral.



Fonte: IBGE (2019). Adaptado pelos Autores (2020).

Em relação a coleta de esgoto, a região Sudeste possui os maiores índices de coleta e abastecimento no período de 15 anos mostrados na Figura 1, enquanto que a região Norte apresentou os piores índices no mesmo período (IBGE, 2019). Além disso, o índice de esgoto tratado referido à água consumida pela região Norte é o menor dentre as regiões, tratando apenas 21,7%, seguido pela região Nordeste, em que aparece em segundo lugar com os índices mais baixos nos gráficos e com 36,2% de esgoto tratado (Instituto Trata Brasil, 2018b).

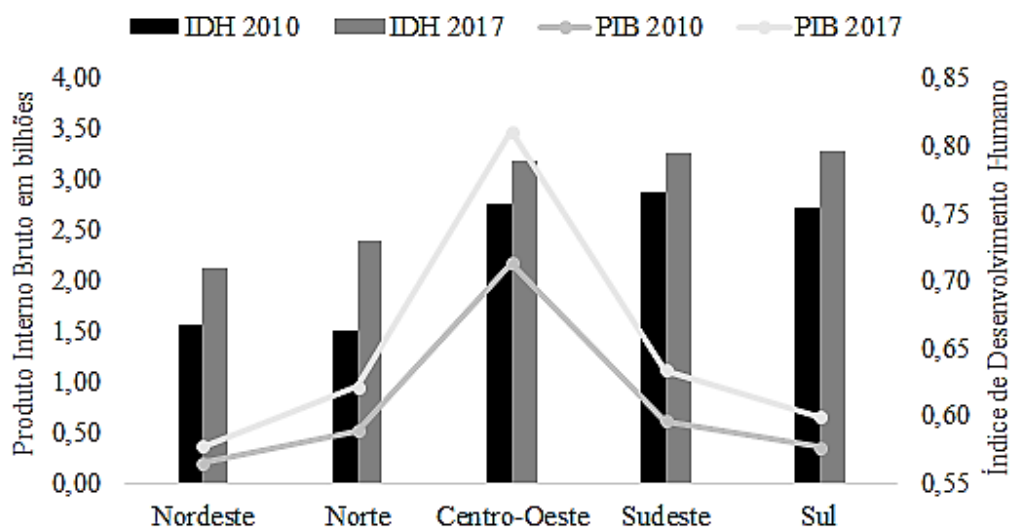
A importância da avaliação do esgotamento sanitário de uma determinada população é fundamental para conhecer as suas condições de saúde, pois o saneamento básico é importante para redução e controle de doenças de veiculação hídrica, nesse sentido, as regiões que apresentaram menor índice de abastecimento de água e coleta de esgoto nas figuras, possuem os estados mais afetados pelas doenças relacionadas ao saneamento

(Moura, Landau e Ferreira, 2010; Demenighi, 2012).

Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário proporcionam benefícios gerais para a saúde da população (Leoneti, Prado e Oliveira, 2011). Um relatório feito pela consultoria EXANTE e pelo Instituto Trata Brasil, em parceria com a Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (ABCON), mostrou que os ganhos com a expansão dos serviços básicos de saneamento superariam os custos investidos; os benefícios seriam tanto econômicos quanto sociais, como a redução dos custos na saúde, a geração de renda e emprego, o aumento da longevidade, o aumento do turismo, dentre outros (Instituto Trata Brasil, 2018b).

O foco do crescimento econômico brasileiro se constitui na concentração de renda e de infraestrutura, conforme argumenta Coelho-Souza (2015), todavia, questões ligadas ao saneamento não recebem a mesma atenção, pois, ao analisar dados de arrecadação com as atividades econômicas do Produto Interno Bruto - PIB nos anos de 2010 e 2017 (Figura 2), percebe-se um aumento econômico, entretanto, tais crescimentos não foram condizentes aos índices de saneamento do país.

Figura 2 – Valores do Produto Interno Bruto - PIB e do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH por região nos anos 2010 e 2017.



Fonte: SIDRA/IBGE (2017); IPEA/IBGE (2017). Adaptado pelos Autores (2020).

O Índice de Desenvolvimento Humano - IDH é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e expectativa média de vida e avalia de forma padronizada o grau de desenvolvimento econômico e a qualidade de vida de uma população, com seu valor variando de 0 a 1 (Santos, 2010). Dessa forma, ao analisar os dados correspondentes aos anos de 2010 e 2017 (Figura 2), observa-se acréscimos do IDH em todas as regiões, entretanto, os menores índices permanecem nas regiões Norte e Nordeste.

Corroborando para a análise, tem-se exemplos como a comunidade no lago do Puruzinho, no Amazonas (Região Norte), situado na área legal da Amazônia, em que a utilização de um grande buraco para depósito de rejeitos, localizado próximo a residências e escolas, ocasionou diversas doenças intestinais, além de ter causado grande odor e incômodo aos moradores (Coelho-Souza et al., 2015).

Já na comunidade de Coquilho, no Maranhão (Região Nordeste), 66% do abastecimento de água é proveniente de cacimbão, o que caracteriza situação de risco por conta da possibilidade de contaminação subterrânea, pois há poços rasos sem impermeabilização, além da presença de material particulado, por haver uma minoria que deixam as cacimbas sem tampas (Silva e Alencar, 2014). Ambas comunidades apresentam

contaminação subterrânea (por meio dos dejetos) e proliferação de vetores que transmitem inúmeras doenças segundo os autores.

Devido a situação precária de saneamento vivida por uma considerável parcela da população, o banheiro seco é indicado como uma das formas de sistema descentralizado viável (simples e acessível) para ser instalado em comunidades com acesso limitado aos serviços de saneamento, uma vez que essas comunidades sofrem com surtos de doenças relacionadas à baixa qualidade de vida (Alves, 2009; Magri, 2013; Coelho-Souza et al., 2015; Neu, Santos e Meyer, 2016).

Dessa forma, o sistema oferece uma nova proposta para alcançar a universalização do saneamento, principalmente em locais onde os sistemas convencionais não são capazes de atender e naqueles onde a escassez de água se torna constante. Como o tratamento proposto sugere mudanças nos hábitos dos usuários, sua implementação deve ser feita de modo cauteloso, conciliando as dimensões participativas, técnica (espaço disponível), ambiental e social (Pinto et al., 2015).

3. Material e Métodos

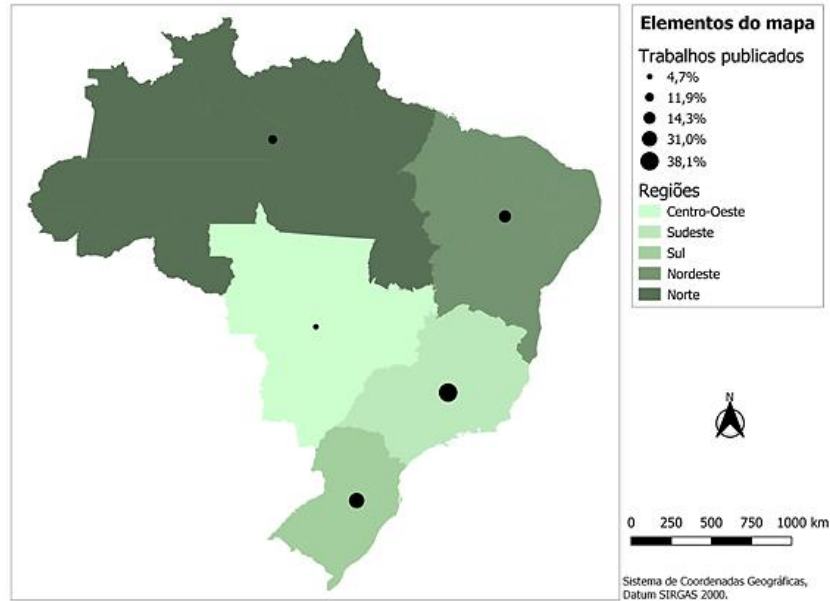
A metodologia utilizada baseou-se em uma revisão bibliográfica integrativa, por meio de buscas sistemáticas. Utilizando-se diferentes bases de dados: Google Acadêmico, Scielo, WorldWideScience, Portal de Periódicos Capes e Repositórios Institucionais.

O critério de inclusão utilizado foi o enfoque na tecnologia do banheiro seco e pesquisas realizadas prioritariamente no Brasil. As palavras-chaves utilizadas foram “banheiro seco”, “banheiro ecológico” e “banheiro compostável”. Além disso, não se delimitou um período de publicação. Somando-se todas as bases de dados, foram encontrados 78 trabalhos científicos, incluindo artigos de revistas, dissertações, monografias e resumos expandidos em anais de eventos.

Contudo, após uma breve leitura dos resumos, observou-se que 36 trabalhos não atendiam aos critérios de inclusão citados. Assim, selecionou-se os 42 artigos que atendiam aos objetivos do trabalho. Por fim, realizou-se buscas nos sites oficiais: IBGE, Trata Brasil e SNIS.

4. Resultados e Discussão

A partir da revisão sistemática e qualitativa da literatura nas bases de dados supracitadas, realizou-se a caracterização dos 42 artigos obtidos; assim, fez-se o levantamento de acordo com as regiões, conforme a Figura 3:

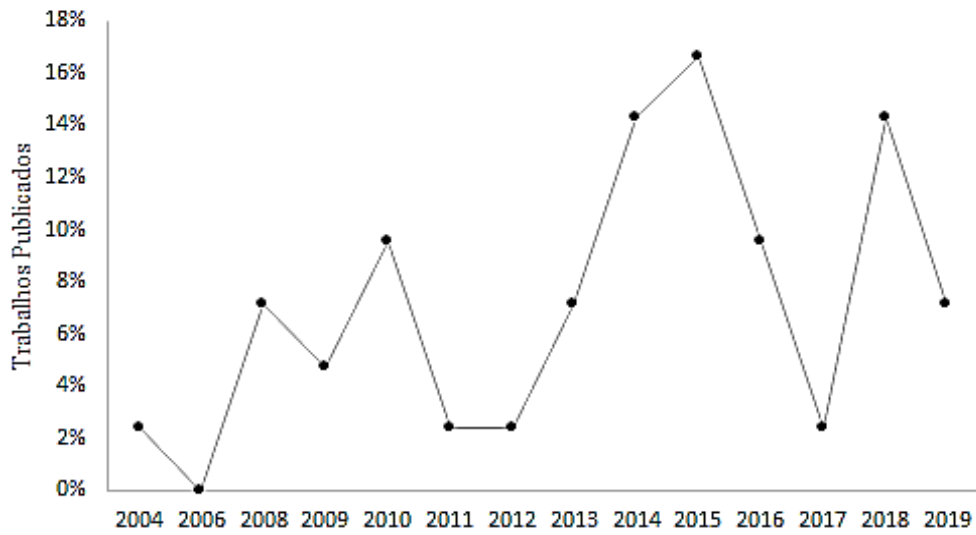
Figura 3 – Quantidade de trabalhos publicados sobre o tema em cada região brasileira.

Fonte: Autores (2020).

A região Centro-Oeste possui a menor quantidade de trabalhos publicados, contabilizando 4,7% de publicações, seguido pela região Norte, correspondendo a 11,9%. A região Nordeste denota a porcentagem 14,3% trabalhos, enquanto as regiões Sul e Sudeste ostentam a maior quantidade de publicações, correspondendo a 31,0% e 38,1%, respectivamente.

Esses dados estão de acordo com o que foi analisado na literatura, pois, a partir de questionários online, Ota (2018) constatou que a região Sudeste é a que mais abriga sistemas em uso do banheiro seco. A região Sul ficou em segundo lugar, seguida pela região Nordeste e Centro-Oeste. A região Norte não foi citada. Cerca de 79% dos usuários declararam que o banheiro seco utilizado fica na área rural de suas respectivas localidades, nesse sentido, Magri (2013) afirma que essa tecnologia, a princípio é mais adaptável às áreas rurais, em função da logística envolvendo a disposição das excretas. Contudo, também pode-se adaptar a tecnologia para as áreas urbanas, a exemplo Smith (2015), a partir de um questionário aplicado, obteve 57% de respostas sobre usuários de banheiros localizados em áreas urbanas.

Ademais, analisou-se a quantidade de trabalhos publicados por ano, com o objetivo de observar o crescimento das pesquisas realizadas no Brasil (Figura 4).

Figura 4 – Percentual de trabalhos publicados em cada ano no Brasil

De acordo com a Figura 4, em 2004 a porcentagem de trabalhos publicados era pouco mais de 2%. Porém, no decorrer dos anos, a frequência de trabalhos aumentou gradativamente, atingindo mais de 16% em 2015. Esses números demonstram que essa tecnologia ainda é pouco estudada no país, embora a porcentagem tenha aumentado, percebe-se oscilações constantes que demonstram a não consolidação do tema no país e a necessidade do fomento a pesquisas na área.

4.1 Definição e aplicabilidade da tecnologia

A tecnologia do banheiro seco é baseada na redução do consumo de água e na produção de adubo orgânico, constituindo-se basicamente por sanitários e mictórios (Figura 5), dos quais utilizam uma mistura seca que auxilia no processo de tratamento do resíduo – substituindo o uso de água (Alves, 2009; Lemos, 2010; Magri, 2013; Dias et al., 2018).

Figura 5 – Banheiro seco com sanitário, mictório e material seco.



Fonte: Lemos (2010).

No que diz respeito às características estruturais, os banheiros secos normalmente podem ser de dois tipos: banheiro seco Compostável (BSC) – que utiliza a compostagem para tratar as excretas – e o banheiro seco com Vaso Segregador (BSVS) – que normalmente utiliza o tratamento da secagem (Figura 6). O sistema pode ser ainda classificado conforme o seu funcionamento: se há separação da urina, presença de sanitário móvel, o tipo de armazenamento das fezes ou mesmo o processo de tratamento utilizado (Alves, 2009; Lemos, 2010; Magri et al. 2015 e Smith, 2015).

Figura 6 – Vaso de um BSVS.



Fonte: Magri et al. (2015).

Apesar das classificações encontradas na literatura, o sistema pode funcionar de diferentes formas, adaptando-se à realidade de cada localidade que será implantado. Assim, percebeu-se a preocupação dos

autores Alves (2009); Brito et al. (2013); Neu, Santos e Meyer (2016) em apresentar melhorias e modificações nos projetos de banheiro seco tendo em vista uma melhor aceitação dos usuários. Como exemplo, Neu, Santos e Meyer (2016) estudaram a possibilidade de adaptação do sistema em comunidades ribeirinhas - que vivem próximas às margens de rios e que depende dos recursos disponíveis no local (Guarim, 2000) - essas comunidades sofrem alagamentos periódicos, o que dificulta a implantação do sistema. Dessa forma, o banheiro seco demonstra ser uma tecnologia que pode ser empregada em diferentes regiões do país, com pequenas alterações na estrutura, conforme observa-se nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Estrutura de um banheiro seco localizado em Florianópolis - SC.



Fonte: Magri et al. (2015).

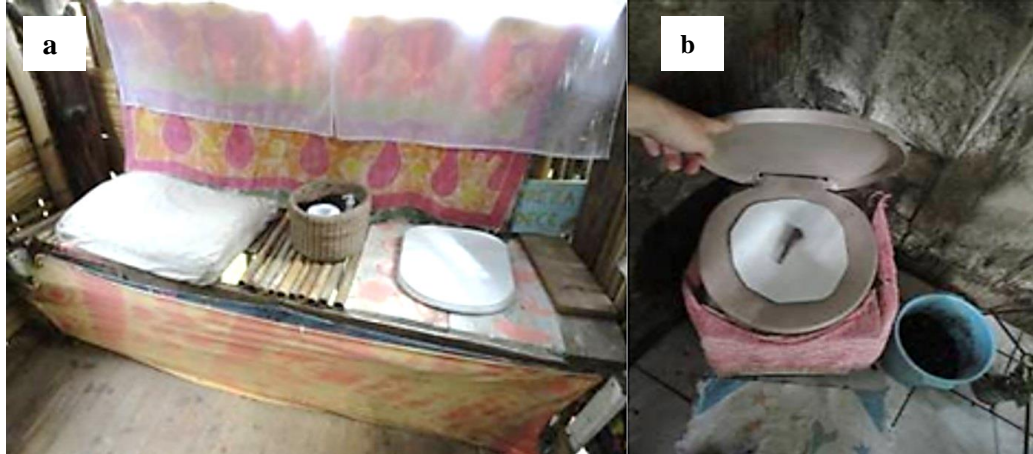
Figura 8 – Banheiro seco localizado no interior da Amazônia.



Fonte: Castro e Castro (2019).

Verificou-se que muitos estudos analisaram modelos distintos de sistema; a exemplo, Demenighi (2012) produziu um estudo no Instituto Çarakura (SC), analisando dois sanitários secos, onde um utilizava o modelo segregador (Figura 9 - a) e o outro usava dois recipientes diferentes para a separação de fezes e urina (Figura 9 - b).

Figura 9 – Sanitário do tipo segregador (a) e sanitário com recipiente para separação das fezes (b).



Fonte: Demenighi (2012).

Fernandes et al. (2018) realizou uma pesquisa similar no Núcleo de Estudos em Agroecologia Yebá da Universidade Federal de Lavras (UFLA), analisando um banheiro com estruturas de bambu e sistema com dois assentos sanitários – um apenas para urina e outro para fezes. Com relação ao tratamento do composto, ambos os autores citados relataram que se utilizava material seco, como palhas, serragem, folhas secas, dentre outros.

4.2 *Processo de compostagem*

A tecnologia do banheiro seco – através do processo de compostagem – possibilita a continuidade do ciclo natural dos nutrientes (Figura 10). Para manter o ciclo intacto, os alimentos consumidos pelos seres humanos devem crescer em solo que seja rico pela adição de materiais orgânicos reciclados pelo homem. Ao respeitar o ciclo da natureza, a humanidade pode manter a fertilidade de seus solos agrícolas indefinidamente, ao invés de esgotar os nutrientes (Figura 11), como acontece nos dias atuais (Teixeira e Mota, 2008 e Alves, 2009).

Figura 10 – Ciclo dos nutrientes intacto.

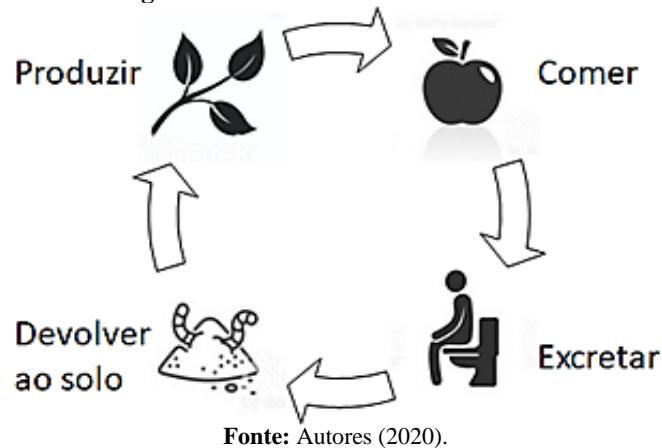


Figura 11 – Ciclo dos nutrientes interrompido.



Com relação ao tratamento das fezes, busca-se, principalmente, a preparação de um material que esteja sanitizado para que seu reuso seja seguro (Magri, 2013). À vista disso, a literatura expõe dois tipos de processos que normalmente são usados para tratamento dos resíduos gerados: a desidratação e a compostagem. Este último é definido como decomposição biológica e estabilização dos substratos orgânicos sob condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, como resultado de uma produção biológica de calor, para produzir um produto final que é estável, livre de patógenos e sementes de plantas, que é benéfico para o solo (Haug, 1993 apud Lemos, 2010).

No processo de desidratação, um aditivo, normalmente alcalino (como pó de calcário ou cinza), é disposto sobre as fezes, que perdem umidade e sofrem elevação do pH (Magri, 2013). Nesse sentido, Demenigh (2012) analisou o processo de desidratação, chegando à conclusão de que as folhas secas (utilizadas como aditivo) não demonstraram bons resultados para esse processo.

Já Magri et al. (2015), durante o experimento de desidratação das fezes, utilizou como aditivo calcário agrícola, cinzas e ureia; essa tecnologia para o tratamento das fezes, segundo os autores, demonstrou ser um

processo viável e eficaz, porém observou-se que os maiores problemas encontrados quanto ao uso do banheiro seco têm relação com a aplicabilidade desenfreada de aditivos.

As fezes humanas possuem grande potencial de reutilização por apresentarem nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P) (Rebouças, 2010). O nitrogênio no solo é fundamental para o desenvolvimento das plantas, o fósforo dá mais resistência a climas secos, acelera a maturidade das plantas, ajuda na formação de frutas e sementes e estimula o crescimento de legumes e a formação de nódulos, já o potássio proporciona resistência às secas e a invernos rigorosos (Jonsson et al, 2004 apud Lemos, 2010).

Autores como Brito et al. (2013) e Souza (2014) observaram que a incorporação de resíduos de alimentos nas pilhas de compostagem gera resultados positivos em relação ao equilíbrio no balanço de carbono (C) e nitrogênio (N), pois pode ser uma boa forma de alcançar temperaturas termofílicas mais contundentes, o que resulta no auxílio da redução de patogenicidade dos microrganismos presentes.

Infere-se a utilização de serragem como material seco de cobertura na proporção 3 para 1 até cobrir o material fecal, pois a serragem apresenta-se como uma alternativa viável para o tratamento de compostagem desse material (Rebouças, 2010; Demenighi, 2012; Souza, 2014; Mantovanelli e Aguiar, 2017 e Fernandes et al., 2018). Além disso, o revolvimento do material durante o processo de compostagem é importante, pois adiciona-se Oxigênio no composto ao mesmo tempo em que há liberação do ar com concentrações de gás carbônico (Rebouças et al., 2015).

É necessário identificar a condição ótima do composto utilizado, sendo recomendado o monitoramento constante durante processo de compostagem (Alves, 2009). Dessa forma, Marques (2010) verificou a eficiência de higienização do material produzido pelo banheiro através da análise da remoção de ovos de helmintos, constatando assim que o composto gerado não estava suficiente higienizado.

A qualidade do composto se relaciona aos cuidados operacionais durante o uso do banheiro e a compostagem, pois, conforme análises de Sá (2011), o pH foi o que esteve mais discrepante com relação aos limites estabelecidos para os ensaios de patogenicidade, os resultados foram satisfatórios, mas observou-se a necessidade de testar outras metodologias. Outro estudo feito por Sá, Santos e Ribeiro (2009) mostra a importância do controle de alguns fatores que influem na compostagem, sendo o mais importante a temperatura, que na faixa dos 65° C elimina grande parte dos agentes patogênicos.

Magri et al. (2015) constatou que o tratamento da urina por meio da estocagem simples foi eficiente na inativação de microrganismos, em 30 dias não foi mais detectada a presença de coliformes fecais, *Escherichia coli*, e adenovírus humano. Enquanto que, Smith (2015) determina que a urina deve permanecer por 6 meses em recipiente fechado para que seja feito o seu uso. No caso da urina, esta pode ser aproveitada para a irrigação de plantas, como as bananeiras (Neu, Santos e Meyer, 2016).

Diversos autores pesquisaram a respeito do tempo de compostagem. Observou-se que, há uma discrepância entre os tempos estipulados pela literatura brasileira, pois, de acordo com Alves (2009) o período de 6 meses não é uma garantia de sanitização do composto. Porém, Amatuzy, Botega e Celante (2013) sugeriram um tempo para produzir um composto eficaz de no mínimo 120 dias. Mantovanelli e Aguiar (2017) recomendam o uso desse adubo em plantas a partir do terceiro mês do início do processo. Teixeira e Motta (2008) realizaram um estudo no Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado (IPEC), onde o período de compostagem para cada câmara eram de seis meses.

Dentre os motivos para as divergências quanto ao tempo, Alves (2009) e Demenighi (2012) notam que ainda há grande carência de informações na literatura sobre o processo de compostagem em banheiros secos, sendo difícil estipular as condições ideais necessárias para que o processo ocorra; assim, um tratamento eficiente dependerá do uso que seria feito do composto. Tendo em vista a carência de informações a respeito disso, os autores Amatuzy, Botega e Celante (2013) recomendam a utilização apenas em atividades que não proporcionam um contato direto com o ser humano, como em jardins, atividades de reflorestamento, dentre outros.

Diante disso, observa-se um interesse de autores como Lemos (2010) e Sá (2011) em desenvolver análises físico-químicas e bacteriológicas do composto gerado, a fim de produzir instruções que possam servir de base para a realização da compostagem. Smith (2015) até sugere que seja criada uma norma específica que seja aplicada para banheiros secos, de forma que os usuários obtenham maior orientação quanto ao seu uso.

Contudo, via de regra, observou-se que a maioria dos pesquisadores foram unânimes ao afirmar ser seguro a utilização dos resíduos oriundos do banheiro seco como fertilizante, além de diminuir a poluição, promover saúde pública e economizar os recursos hídricos (Magri, 2013; Paulo, Prim e Rubin, 2014; Bastiani e Klen, 2019).

4.3 Vantagens e desvantagens do banheiro seco

Enquanto sistema de saneamento alternativo, diversos autores são coesos em afirmar que o banheiro seco proporciona melhoria da saúde, uma vez que garante acesso a serviços básicos, gerando economia de recursos hídricos (devido a redução na quantidade de água consumida) bem como financeiro (possui menor custo de construção) e os resíduos gerados proporcionam compostos que podem ser usados tanto na agricultura quanto em jardinagem urbana por serem bons fertilizantes, onde já foi possível identificar macronutrientes secundários vitais para o uso agrícola, possuindo simplicidade técnica de fácil replicação (Pilz e Sattler, 2004; Alves, 2009; Lemos, 2010; Magri, 2013; Amatuzei, Botega e Celante, 2013; Paulo, Prim e Rubin, 2014; Smith, 2015; Porto e Simões, 2016; Bastiani e Klen, 2019).

No modelo de banheiro seco criado para atender as peculiaridades das comunidades ribeirinhas, Neu, Santos e Meyer (2016) puderam notar que os usuários consideraram o sistema agradável, de fácil uso, sem exalar odores, onde mesmo a estética do local foi valorizada. Castro e Castro (2019) corroboram com as avaliações positivas de usuários no interior amazônico, onde reafirmam a economia de água, a simplicidade da tecnologia, bem como o menor gasto com construções ligadas às redes de esgoto, diminuindo os riscos de contaminação aquífera.

A economia de recursos hídricos oriunda da implementação do banheiro seco recompensa o investimento feito na compra do protótipo, pois não requer custos adicionais com estações para tratamento de resíduos, e já que o sistema não utiliza água para a descarga das fezes humanas, tem-se economia média de 13 litros de água, valor esse que seria utilizado em uma descarga convencional (Alves, 2009; Sá, Santos e Ribeiro, 2009; Amatuzei, Botega e Celante, 2013; Paulo, Prim e Rubin, 2014).

Em um mês, estima-se que 559 litros de água sejam economizados, segundo Amatuzei, Botega e Celante (2013), podendo chegar a 6.708 litros em um ano. Dessa forma, a água economizada poderia ser usufruída em atividades mais nobres, conservando assim esse importante recurso cada vez mais escasso (Neu, Santos e Meyer, 2016). Além disso, mais de 273.000 litros de água potável foram poupados da contaminação por coliformes fecais, produzindo cerca de 1,5 toneladas de composto orgânico desde o início da implementação do banheiro seco só no campus universitário da UFRRJ, no município de Seropédica, na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro desde o ano de 2015 (Mantovanelli e Aguiar, 2017).

Lemos (2010) afirma que, o adubo de qualidade gerado através do processo de compostagem é um fator que incentiva as comunidades a adotarem essa tecnologia, sendo necessário que ocorra uma capacitação dos colaboradores para que estes possam desenvolver desde a construção do banheiro até o emprego do composto na agricultura. Demenighi (2012) infere ainda a possibilidade de implantação em solos rochosos ou em locais em que o nível do lençol freático seja alto por se tratar de uma tecnologia limpa, segura e conveniente.

Foi possível atestar a eficácia na manutenção dos nutrientes tanto no caso da urina quanto das fezes, o que é essencial para o uso da tecnologia, onde o reuso das excretas pode ser realizado de forma segura, pois as altas temperaturas mantidas no processo de compostagem combatem os riscos associados à saúde do usuário e do meio ambiente, sendo pouco afetado pela escassez e má qualidade da água, adaptável à disponibilidade técnica, econômica e comportamental dos usuários (Souza, 2014; Magri et al., 2015).

Diversos autores atentaram-se para a educação ambiental dos moradores nos locais onde essa tecnologia foi implantada. Pois, de acordo com Sampaio (2016) e Sousa, Mota e Silva (2014) a aceitação da população é fundamental para a viabilidade social da tecnologia. Tendo isso em vista, Alencar (2014) identificou redução significativa (42%) no número de moradores que não sabiam ou não acreditavam que a adoção do banheiro seco poderia tornar a região onde habitam menos poluída após implantação, contudo, constatou-se posteriormente a satisfação da população com a perspectiva da melhoria do ambiente como forma de proporcionar um local mais saudável para as crianças da comunidade.

As dúvidas dos usuários quanto à viabilidade da tecnologia envolvem, principalmente, odor e higiene, por conta da não utilização de água. Entretanto, problemas como o odor não são encontrados quando feita a correta manutenção do sanitário, que ao invés de gastar água para somente transportar os dejetos para longe e contaminar um corpo hídrico, transforma-os em composto orgânico, que volta para a terra e fecha o ciclo dos nutrientes (Teixeira e Motta, 2008; Sá, Santos e Ribeiro, 2009).

Santos, Adrião e Dias (2016) afirmam que a ideia do sistema foi recebida com certo receio no primeiro momento pela liderança das comunidades quilombolas na região do Vão Grande, Barra do Bugres/MT, todavia, uma vez que no período seco do ano a comunidade sofre com escassez de água, justificou-se o uso do banheiro seco como alternativa, já que não utiliza recursos hídricos no processo, o que interessou à comunidade que é carente de sistemas de saneamento convencionais, se tornando favoráveis a implantação da tecnologia.

Dias et al. (2008) destaca que é cada vez mais evidente a demanda por novas alternativas de tratamento de resíduos que ajudem a sanar o déficit neste setor e o problema de contaminação produzido por muitos dos sistemas mais comumente utilizados. Dessa forma, Paulo, Prim e Rubin (2014) afirmam que é importante haver uma política de educação ambiental para todos. Além de ser importante o interesse de técnicos envolvidos em saneamento no seu estudo e divulgação (Lemos, 2010).

É possível notar certa relutância em aceitar a tecnologia à primeira vista, por dificuldades de adaptação dos moradores ou falta de confiança na efetividade da tecnologia (Smith, 2015; Sampaio, 2016). Podendo ainda estar relacionada à cultura, pois as pessoas estão acostumadas a utilizar o banheiro convencional, ou ainda, por conta da ideia de que utilizar uma tecnologia do tipo possa indicar condição financeira desfavorável ou até mesmo um retrocesso (Lemos, 2010; Demenighi, 2012; Sousa, Mota e Silva, 2014 e Sampaio, 2016).

A condição de “não aceitação” dos brasileiros pode estar interligada com a pouca disseminação de informações sobre a tecnologia. A difusão de conhecimentos sobre o banheiro seco e a compostagem de resíduos humanos ainda é muito recente, reforçando a pouca existência na literatura acadêmica brasileira de trabalhos com abordagem em comparação com outras temáticas do saneamento (Marques, 2010; Ota, 2018). Desta maneira, é necessário que mais estudos sejam feitos, já que a visão sobre o que as pessoas entendem por banheiro seco está intimamente ligado ao medo do material fecal principalmente sobre a garantia de uma higiene efetiva e o aproveitamento agrícola do material gerado, (Lemos, 2010; Ota, 2018).

Outra dificuldade que também pode ser evidenciada é a falta de conhecimento para a efetiva utilização do sistema, pois os usuários aplicam uma quantidade exacerbada de aditivos ou se confundem sobre o local em que eles devem ser postos quando o banheiro possui um vaso separador, colocando-os no compartimento destinado à urina ao invés de inserir no compartimento das fezes (Magri et al. 2015). Sobre a necessidade de separação entre fezes e urina, é fundamental que seja feita, uma vez que a união delas pode dificultar o tratamento do composto gerado (Paulo, Prim e Rubin, 2014).

A operação das etapas do banheiro seco também podem ser dificultosas. Uma das etapas é a necessidade de retenção e acréscimo de material orgânico seco (como serragem) e posterior transporte de recipientes com excrementos para locais de compostagem em sistemas de banheiros secos operacionais, requerendo tempo e conhecimento; sendo assim, se torna um fator limitante, pois as pessoas costumam ter aversão ao próprio resíduo (Porto e Simões, 2016; Ota, 2018; Ferrari, 2018; Castro e Castro, 2019).

Na etapa de compostagem, tem-se que esta pode ser considerada um processo complexo, influenciado por uma série de variantes, o que não permite determinar um tempo fixo para que o processo se complete.

Sendo assim, é necessário que a tecnologia seja usada com muita cautela, em que diversas condições devem ser observadas, pois vários riscos biológicos de contaminação e dispersão de doenças podem ser praticados inconscientemente (Alves, 2009). Dessa forma, é fundamental considerar o conhecimento que as comunidades têm sobre banheiro seco, bem como o interesse em participar das etapas de implantação da tecnologia (Sousa e Silva, 2014).

O Quadro 1 apresenta um resumo das principais vantagens e desvantagens do banheiro seco encontradas na literatura:

Quadro 1 – Síntese com as principais variáveis resultantes da implementação do sistema.

Vantagens	Desvantagens
Melhoria da qualidade de vida	Barreira cultural para a aceitação
Economia de recursos hídricos	Dificuldades para adaptação
Redução da contaminação de aquíferos	Baixa confiabilidade na eficácia do banheiro
Baixo custo de construção e manutenção	Necessidade de capacitação para o uso
Tecnologia sustentável	Poucos trabalhos na literatura brasileira
Geração de adubo	Divergência quanto ao tempo de compostagem

Fonte: Autores (2020).

Para que a comunidade tenha uma melhor compreensão da tecnologia introduzida, é necessário esclarecer as vantagens e as desvantagens e despertar o interesse das pessoas em participar das atividades propostas, pois a participação social poderá causar mudanças nos hábitos dos moradores (Castro e Castro, 2019 e Botto et al., 2010).

Apesar dos obstáculos existentes, é notável o sucesso da tecnologia ainda que demande algum tempo, pois uma vez que bem planejado e estruturado, não raramente encontra-se projetos bem sucedidos, principalmente em comunidades carentes de saneamento. Impagliazzo, Agrello e Escola (2019), por exemplo, apresentam a implantação do sistema em Gramacho, o maior lixão da América Latina, promovendo programas de capacitação, construção de banheiros secos e conscientização da comunidade, corroborando para a comprovação do potencial dessa tecnologia em promover o desenvolvimento sustentável, uma vez que, segundo a pesquisa, houve a elevação do nível de saúde das famílias, bons resultados na compostagem orgânica utilizada nas plantações familiares, redução da quantidade de lixo contaminante e interesse pela população com os bons resultados.

Logo, o banheiro seco apresenta viabilidade social, econômica e ambiental em sua implantação, apresentando eficiência e segurança sanitária com um bom custo e benefício final, sendo ainda mais favorável ao meio ambiente se comparado ao sistema tradicional (Pilz e Sattler, 2004; Demenighi, 2012; Smith, 2015; Marques et al., 2018).

5. Conclusão

O déficit de saneamento básico no Brasil torna crescente a demanda por novas tecnologias ecológicas alternativas que visem o barateamento do sistema convencional de tratamento dos resíduos, garantindo a universalização desses serviços, a fim de levar qualidade de vida à população carente de esgotamento sanitário

convencional, seja rural ou urbana. Apesar dessa necessidade, observou-se que a tecnologia do banheiro seco ainda é pouco difundida no Brasil, pois são poucos os trabalhos publicados a respeito do tema.

Nesse sentido, o banheiro seco se mostra uma boa alternativa, apesar da necessidade de capacitação para o uso. Quando analisado o custo e o benefício final, as vantagens sobressaem, pois observou-se o potencial da tecnologia em contribuir para o desenvolvimento sustentável, respeitando o ciclo natural dos nutrientes, reduzindo o desperdício de água e a contaminação dos recursos hídricos (contribuindo para a diminuição de doenças de caráter intestinal). Além disso, o banheiro apresenta construção e manutenção acessível e de baixo custo; sistema adaptável às particularidades das comunidades; bem como geração de insumos através do processo de compostagem, que pode ser utilizado como adubo na jardinagem, no reflorestamento, dentre outros.

O composto orgânico gerado possui grande potencial de reutilização, assim, entende-se que a sua aplicação tenha uma maior aceitação por parte das comunidades rurais, pois estas podem se beneficiar economicamente com a utilização do adubo. Todavia, percebe-se a necessidade de mais pesquisas que garantam o correto manejo do sistema, principalmente com relação ao processo de compostagem, visto que os autores apontam divergências quanto ao tempo adequado para o processo. Assim a aplicação do composto gerado em algumas agriculturas não permite uma segurança suficiente para o tempo que deve ser feita a compostagem, sendo necessários mais estudos sobre a eficiência do tratamento.

Apesar do banheiro seco mostrar-se como uma solução viável, é fundamental haver maior difusão dos conhecimentos sobre essa tecnologia, apresentando suas vantagens e desvantagens, pois qualquer tecnologia alternativa necessita da aprovação da população; no entanto, muitos autores relatam que os usuários se mostram indiferentes ao primeiro contato, por conta da barreira cultural existente. Dessa forma, uma vez que a usabilidade do banheiro seco se torna mais acessível ao saber das populações, o grau de aceitação também tende a ser proporcional.

6. Referências

Alencar, M. H. B. C. (2014). **Tratamento alternativo de dejetos humanos na comunidade de Coquilho, Zona Rural de São Luís-Ma**. Dissertação de mestrado, Saúde e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, MA, 106, Brasil.

Alves, B. S. Q. (2009). **Banheiro seco: análise da eficiência de protótipos em funcionamento**. Monografia, Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 158, Brasil.

Amatuzi, B.; Botega, J. L.; & Celante, L. S. (2013). **Implementação de banheiro seco como proposta de saneamento ecológico**. Monografia, Tecnologia em Gestão Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 62, Brasil.

Barroso, L. B. (2002). Saneamento básico: competências constitucionais da União, Estados e Municípios. **Revista de Informação Legislativa**, 38(153), 255-270.

Bastiani, M. C.; & Klen, E. R. (2019). Banheiro Seco como uma ferramenta educativa no Colégio Agropecuário de Natividade em Tocantins. **Revista Participação - UnB**, 1(32), 10-21.

Botto, M. P.; Mota, F. S. B.; Stefanutti, R.; & Santos, A. B. (2010). Estudo e aplicação de sanitários de compostagem (Bason) em comunidades desprovidas de saneamento básico no estado do Ceará. **Anais do X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Maceió, 2010.

BRASIL. Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento

básico. Diário Oficial da União, 05 de jan. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acessado em 23 de junho de 2020.

Brito, B. N.; Santiago, M. A. A.; Rezende, A. A. P.; & Pires, F. J. (2013, setembro). Avaliação do desempenho de dispositivos em um sanitário compostável de bancada. **Anais do 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Viçosa, MG, Brasil, 6.

Castro, A. B. C.; & Castro, S. R. S. (2019). Banheiro ecológico uma alternativa sustentável para comunidades no interior da Amazônia. **Nature and Conservation**, 12(2), 1-10.

Coelho-Souza, S.; Marba, P.; Miranda, M.; Agum, R.; Pitarello, B.; Vannier, M.; Panetti, C.; Fuentes, E.; Azevedo-Silva, C. E.; Malm, O.; & Bastos, W. (2015, setembro). Alternativas sustentáveis na falta de saneamento básico para populações ribeirinhas amazônicas: uma abordagem desde a indagação comunitária até a bioconstrução coletiva. **Anais do VII Simpósio Nacional de Geografia da Saúde**, Brasília, DF, Brasil, 1050-1064.

Demenighi, A. L. (2013). **Parâmetros projetuais para a implantação de sanitários secos desidratadores com desvio de urina (SSD)**. Monografia, Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 175, Brasil.

Dias, L. S.; Alves, B. S. Q.; Pinto, C. J. C.; Moura, C. M. M.; Weber, P. A. P.; & Silveira, W. J. C. (2008). Modelo sustentável de saneamento: edificação de banheiro seco com capacitação de mão-de-obra e educação ambiental. **Anais do VII Seminário Internacional Espaço sustentável: inovações em edifícios e cidades**, São Paulo, Brasil, 1-18.

Dias, O. C.; Costa, V. B.; Oliveira, N. C.; Guimarães, N. S.; Xavier, B. M. H.; Balieiro, M. P.; & Costa, K. G. (2018). Proposta de tecnologias ecológicas de saneamento básico na comunidade de Mapiraí de Baixo - Cameté - PA. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, 2(1), 6971.

Fernandes, M. M.; Neto P. M.; Oshiro, G. T.; Paiva, H. I.; Luiz, P. H. D.; & Lima, V. F. P. (2018, setembro). Construção do banheiro seco no Núcleo de Estudos em Agroecologia Yebá. **Anais do VI Congresso Latino-Americano, X Congresso Brasileiro de Agroecologia e V Seminário do Distrito Federal e Entorno**, Brasília, DF, Brasil, 7.

Ferrari, R. A. (2018). **Análise da aplicabilidade de sistemas alternativos de saneamento rural e seus parâmetros de projeto considerando variáveis ambientais e socioculturais**. Monografia, Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 98, Brasil.

Fordington (2014). **Life of Reverend Henry Moule M.A. (1801 – 1880)**, disponível em: <<https://sites.rootsweb.com/~fordingtondorset/Files/FordingtonHenryMoule1801-1880.html>>. Acesso em 03 de junho de 2020.

Guarim, L. V. (2000, novembro). Sustentabilidade ambiental em comunidades ribeirinhas tradicionais. **III Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal**, Corumbá, MS, 33.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a). **Atlas saneamento: saneamento básico melhora em todas as regiões do país, mas diferenças ainda existem**, disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14108->

asi-atlas-saneamento-2011-saneamento-basico-melhora-em-todas-as-regioes-do-pais-mas-diferencas-ainda-existem> Acesso em 03 de junho de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019b). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>> Acesso em 04 de junho de 2020.

Impagliazzo, M.; Agrello, M. P.; & Escola, J. J. (2019, setembro). Húmus Sapien: o banheiro seco como solução sanitária. **Anais do 16º Congresso Nacional de Meio Ambiente**, Poços de Caldas. Rio de Janeiro, Brasil, 5.

IPEA – Instituto de Pesquisa e Estatística Aplicada. (2016). **Desenvolvimento Humano nas Macrorregiões Brasileiras**. Brasília, disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6217/1/Desenvolvimento%20humano%20nas%20macrorregi%C3%B5es%20brasileiras.pdf>>. Repositório do Conhecimento do Ipea. Acesso em 04 de junho de 2020.

ITB – Instituto Trata Brasil (2012a). **Manual do Saneamento Básico**, disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>. Acesso em 03 de junho de 2020.

ITB – Instituto Trata Brasil (2018b). **Novo estudo mostra que Brasil deixa de gerar benefícios de até 1,2 trilhão com ausência do saneamento básico**, disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/Press_Release_-_Benef%C3%ADcios_do_saneamento_no_Brasil.pdf>. Acesso em 23 de junho de 2020.

ITB – Instituto Trata Brasil (2019c). **Saneamento Básico: Agora ou Nunca**, disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/uploads/Saneamento---Agora-ou-Nunca.pdf>>. Acesso em 23 de junho de 2020.

Lemos, S. S. (2010). **Estudo de banheiro seco e desenvolvimento de materiais de capacitação para sua implantação e aproveitamento dos subprodutos gerados**. Monografia, Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 66, Brasil.

Leoneti, A. B.; Prado, E. L.; & Oliveira, S. V. W. B. (2011). Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública – RAP**, 45(2), 331-348.

Magri, M. E (2013). **Aplicação de processos de estabilização e higienização de fezes e urina humanas em banheiros secos segregadores**. Tese de Doutorado, Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 193, Brasil.

Magri, M. E.; Francisco, J. G. Z.; Souza, R. C.; & Philippi, L. S. (2015, outubro). Avaliação de um modelo de banheiro seco separador e processos de tratamento de fezes e urina humanas. **Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 10.

Magri, M. E.; Philippi, L. S.; & Vinnerås, B. (2013). Inactivation of Pathogens in Feces by Desiccation and Urea Treatment for Application in Urine-Diverting Dry Toilets. **Applied And Environmental Microbiology**, (79)7, 2156-2163.

Mantovanelli, D. F.; & Aguiar, B. G. de (2018, setembro). Banheiros secos da UFRRJ: Poupando água, produzindo adubo e ensinando sustentabilidade à baixo custo. **Anais do VI Congresso Latino-Americano, X Congresso Brasileiro de Agroecologia, V Seminário do Distrito Federal e Entorno**, Brasília, DF, Brasil, 13.

Marques, A. L. do V.; Negro, G. S.; Neto, J. F. L.; Takara, J. Y.; & Goia, K. Y. (2018). **Avaliação da viabilidade de banheiros secos e a efetividade do uso de seu composto no cultivo de hortaliças**. São Carlos, SP. Disponível em: <<https://veracidade.eco.br/wp-content/uploads/2019/06/Relat%C3%B3rio-t%C3%A9cnico-Polui%C3%A7%C3%A3o-Ambiental-2.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2020

Marques, J. L. (2010). **Estudo de caso: Diagnóstico do uso e manejo de sanitário compostável localizado em Ratonés, Florianópolis**. Monografia, Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 79, Brasil.

Miranda, A.; Antunes, D.; Rodrigues, G.; & Salla, L. (2017). Práticas agroecológicas como ferramenta educativa libertadora: experiências do coletivo MECA no sertão de Mossoró-RN. **Cadernos De Agroecologia**, 12(1), 1-11.

Moura, L.; Landau, E. C.; & Ferreira, A. de M. (2016). **Variação Geográfica do Saneamento Básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 8, 189-211.

Nações Unidas Brasil (2015). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**, disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em: 14 de julho de 2020.

Neu, V.; Santos, M. A. S.; & Meyer, L. F. F. (2016). Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, 1(15), 28-44.

Ota, L. A. M. (2018). **Prospecções e aplicações para o saneamento seco no Brasil**. Monografia, Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 76, Brasil.

Painel Saneamento Brasil (2018). **Explore os Indicadores por Ano**, disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/explore/ano?SE%5Ba%5D=2018&SE%5Bo%5D=a>>. Acesso em 09 de junho de 2020.

Paulo, J. M. G.; Prim, M. B. S.; & Rubin, J. G. K. R. (2014). Banheiro seco: um exemplo de ecotécnica (estudo de caso). **Maiêutica - Tecnologia e Meio Ambiente**, 1(1), 29-34.

Pilz, S. E.; & Sattler, M. A. (2004, outubro). Banheiros compostáveis: uma solução mais sustentável evitando a geração de águas negras. **Anais do Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável**, Florianópolis, SC, Brasil, 11.

Pinto, L. G. A. G. G.; Maradini, P. da S.; Alves, M. S.; & Rezende, A. A. P. (2015, outubro). Sanitário seco compostável: percepção na comunidade acadêmica. **Anais do 28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 9.

Porto, L. O. da S.; & Simões, L. G. S. R. (2016). **Banheiro seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza: Um estudo de caso de Jardim Gramacho**. Monografia, Bacharelado em Engenharia

Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 154, Brasil.

Rebouças, T. C. (2010). **Estabilização e higienização de fezes humanas através de compostagem em regime de batelada**. Dissertação de mestrado, Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 103, Brasil.

Rebouças, T. C.; Moura, L. Z.; Souza, C. P.; Rebouças, C. C.; & Gonçalves, R. F. (2015, setembro) Desenvolvimento de um sanitário seco/segregador para as práticas do saneamento ecológico. **Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental**, Recife, PE, Brasil, 10.

Sá, M. C. de (2011). **Avaliação da qualidade do composto e dos aspectos construtivos e operacionais de banheiros compostáveis**. Dissertação de mestrado, Tecnologia e Inovação, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, SP, 136, Brasil.

Sá, M. C. de.; Santos, C.; & Ribeiro, L. C. L. J. (2009, setembro). Banheiro Compostável: Vantagens e Aplicações. **Anais do 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Recife, PE, Brasil, 10.

Sabei, T. R.; & Bassetti, F. de J. (2013). Alternativas ecoeficientes para tratamento de efluentes em comunidades rurais. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 9(11), 487-503.

Sampaio, J. P. (2016). Avaliação das tecnologias de tratamento de esgoto sanitário tanque séptico, filtro biológico, biodigestor e banheiro seco em comunidades desprovidas de serviço de saneamento básico. Monografia, Bacharelado em Engenharia Ambiental. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 117, Brasil.

Santos, H. R.; Adrião, J. M. A.; & Dias, W. A. S. (2016, novembro). Saneamento básico para comunidades quilombolas na região do Vão Grande, Barra do Bugres/MT. **4º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental**, Cuiabá, MT, Brasil, 10.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (2015a). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnad/geral/pesquisa-basica>>. Acesso em: 05 de junho de 2020.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (2015b). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnadca/tabelas>>. Acesso em: 05 de junho de 2020.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática (2017c). **Produto Interno Bruto a preços correntes**, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938#resultado>>. Acesso em: 04 de junho de 2020.

Silva, A. C. da.; & Alencar, M. H. B. C. (2014). Tecnologia social visando à promoção de saúde em uma comunidade rural de São Luís, MA. **Saúde & Transformação Social**. 5(1), 66-72.

Silva, S. C. D. S.; Mota, J. J. P.; & Silva, A. C. (2014). A participação social na implantação do banheiro seco como alternativa para promoção de saúde em dez comunidades rurais maranhenses. **Revista De Geografia Agrária**. 9(19), 363-378.

Smith, R. E. (2015). **Avaliação de um banheiro seco com vaso segregador em Florianópolis, SC.** Dissertação de mestrado, Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 140, Brasil.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018). **Esgotamento sanitário em 2018**, disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>>. Acesso em: 03 de junho de 2020.

Sousa, C. S. S.; & Silva, A. (2014, outubro). Avaliação da implantação de banheiros secos em comunidades situadas na zona rural do baixo Munim, Maranhão. **Anais do I Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 12.

Souza, S. A. D. e. (2014). **Saneamento com base na compostagem: uma abordagem para confrontar a crise sanitária na Universidade de Mekelle, Tigray, Etiópia.** Dissertação de mestrado, Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 75, Brasil.

Teixeira, M. B.; & Motta, A. L. T. S. da. (2008, agosto). Sanitário seco compostável, uma alternativa viável de saneamento ambiental. **Anais do IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Niterói, RJ, Brasil, 22.

Ushijima, K.; Hijikata, N., Ito, R.; & Funamizu, N. (2012). Effect Estimation of Dry-Toilet Application for Rural Farmer Family in Burkina Faso. **Journal of Arid Land Studies**, 22(1), 99-102.