

CONFEÇÃO DE PAPÉIS DE FILTRO SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE RESÍDUOS VEGETAIS PARA REUSO DE ÁGUAS CINZAS COM ESTUDANTES DA ESCOLA TIMBI EM CAMARAGIBE - PE

Gemima Manço de Melo¹
Lindomar Maria de Souza²

RESUMO

A escassez hídrica no mundo ganha a cada dia mais destaque e importância, ao passo que tem sido crescente a necessidade de economizar água. Objetivou-se despertar o senso crítico dos estudantes para o reuso de águas cinzas a partir da confecção de papéis de filtro utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar. Foram testados quatro tratamentos: T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água; T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Após a confecção dos filtros foram realizados testes de filtração, utilizando água barrenta e água contendo anil e sabão (água de lavagem de roupa). Após o início da filtração, os estudantes fizeram as observações e questionamentos em relação à coloração e limpidez da água após a passagem pelos filtros. Os resultados observados indicam que o papel que melhor filtrou a água barrenta e a água de lavagem foi o papel de filtro referente ao tratamento T4 (22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água). O uso de filtros confeccionados a partir do bagaço da cana-de-açúcar pode ser considerado uma alternativa viável em estudos futuros para aumentar o reuso de águas cinzas.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, bagaço, intervenção escolar, água barrenta, conscientização.

INTRODUÇÃO

O aumento no crescimento populacional e as alterações climáticas têm acelerado a diminuição da disponibilidade de água em várias regiões do mundo (SILVA & SANTANA, 2014). No panorama de escassez dos recursos naturais, o tema escassez hídrica a cada dia ganha mais destaque e importância no mundo, ao mesmo tempo em que tem sido crescente a necessidade de economizar água (TORRETTA et al. 2020; CORDEIRO & ROBLES JUNIOR, 2009). Diversas regiões do Brasil enfrentam problemas com a qualidade da água fornecida pelas companhias responsáveis (OLIVEIRA et al. 2017). Justamente este, que é o principal recurso natural existente no planeta. A vida depende da água e dela dependem também todas as

¹ Professora na Escola Timbi. Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, gemimamelo@hotmail.com;

²Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE,

atividades humanas, entre as quais estão a produção agrícola, industrial, energética e o abastecimento urbano (PEREIRA, 2017).

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) cerca de 2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso à água tratada e 4,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não possuem saneamento adequado (UNICEF, 2019). Pesquisas mostram que 48% da população brasileira admite gastar água em suas residências com pouco controle, onde 30% delas demoram mais de dez minutos no banho, enquanto que 29% dos domicílios no Nordeste sofrem com a constante falta de água (Agência Nacional de Águas, 2019). Um banho de ducha de 15 minutos chega a consumir cerca de 135 litros de água. Com o registro fechado é possível reduzir o tempo para 5 minutos e o consumo cai para 45 litros. São cerca de 90 litros de água desperdiçados por uma pessoa a cada banho. Ao se utilizar um copo de água, são necessários pelo menos outros 2 copos de água potável para lavá-lo. Por isso, é necessário combater o desperdício em qualquer circunstância (DEMAE, 2020). Se esse cálculo for estimado para a população do país, os dados revelarão um retrocesso bastante preocupante.

A demanda por tecnologias sustentáveis e a crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos, tem levado os pesquisadores à elaboração de propostas que favoreçam o uso consciente e sustentável desses recursos, através de soluções viáveis e de baixo custo para otimizar o uso e reduzir o impacto no meio ambiente (MAIOLO & PANTUSA, 2017).

Com o avanço das pesquisas científicas, o reuso de águas vem sendo uma alternativa para reduzir o desperdício, utilizando técnicas e equipamentos para que as águas residuárias cheguem num padrão de qualidade para o reaproveitamento de acordo com a finalidade do uso (FERNANDES et al. 2018). Denomina-se reuso de água, todo recurso hídrico que, após passar por um tratamento adequado, é destinada a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade (FIORI et al. 2006).

Nesse contexto, as águas cinzas apresentam um foco maior para o reuso visto que, das águas residuais, esta é a menos poluída devido aos baixos níveis de matéria orgânica e de nutrientes em comparação com as águas residuais comuns, pela ausência de fezes, urina e papel higiênico (POONIA & SHARMA, 2019; ERIKSSON et al. 2002).

Apesar de se tratar de uma água residuária que apresenta teoricamente menor percentual de contaminantes, no reuso de águas cinzas é importante considerar o tipo de imóvel onde essa água é gerada, pois determinará a sua composição e o sistema de “recuperação ou limpeza” dessas águas. Por exemplo, as águas cinzas de uma residência apresentam menor índice de poluentes em comparação com um estabelecimento comercial do ramo de alimentação, onde

este, pode conter maior percentual de gordura ou de outros componentes químicos, o que necessitaria de um sistema diferenciado de tratamento da água impedindo possíveis impactos negativos no solo, caso o uso da água seja para irrigação, por exemplo (SHAIKH & AHAMMED, 2020; POONIA & SHARMA, 2019; JAMES & IFELEBUEGU, 2018).

Portanto, uma das principais soluções para amenizar o consumo das águas dos mananciais é começando a fazer o reuso das águas cinzas residenciais, que são aquelas que não possuem contribuição das águas vindas de vasos sanitários. Elas são provenientes do chuveiro, torneiras e máquinas de lavar, além da coleta de águas das chuvas, e que após o devido tratamento, podem ser utilizadas para fins onde não se exige a potabilidade da água, como por exemplo, bacias sanitárias, lavagem de pisos e calçadas e rega de plantas (MEIRELES et al. 2018).

Rebouças (2003) chama a atenção para a questão de que o Brasil é um dos países mais ricos em água doce do planeta, entretanto, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na Região Norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios no país.

Dessa forma, como práticas sustentáveis para evitar o desperdício dos recursos hídricos, pode ser realizado o reuso da água em vez de descartá-la de forma desenfreada e na maioria das vezes contaminada no meio ambiente (SILVA & SANTANA, 2014). Nesse sentido, vale destacar o papel transformador da educação ambiental, na qual a corresponsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial na promoção do desenvolvimento sustentável e na modificação do crescente quadro de degradação socioambiental (JACOBI, 2003).

Embora as águas provenientes do banho, da lavagem de pratos e roupas possam ser reaproveitadas para outros usos, a reutilização dessas águas sem tratamento tem sido relacionada a vários problemas de saúde pública e ambientais (MANFRIN et al. 2019). Mas, quando realizado de maneira correta, o reuso de águas cinzas permite minimizar os custos com consumo e com o uso de água potável, beneficiando o meio ambiente e gerando menos resíduos (CARRASQUEIRA et al. 2019).

Por isso, algumas pesquisas voltadas para este tema já vêm sendo desenvolvidas, a exemplo do trabalho de Pereira et al. (2019) utilizando filtros de carvão ativado no tratamento de águas cinzas para reuso em atividades agrícolas. Já Manfrin et al. (2019) avaliaram a tecnologia de filtros a base de areia e plantas a fim de avaliar a qualidade de filtração desse sistema bem como a possibilidade de reuso da água na irrigação de jardins. O que possibilitaria o aumento no reuso de águas cinzas em primeira escala na agricultura familiar, já que Segundo

Rebouças (2003) o Brasil, a exemplo de outros países, apresenta uma maior demanda por água na agricultura, especialmente a irrigada, com quase 63% de toda a demanda.

A criação de filtros sustentáveis pode auxiliar as pessoas a terem uma forma de filtrar a água e reutilizá-la para outras finalidades com baixo custo. Filtros sustentáveis podem ser utilizados para filtrar a água da máquina de lavar, água proveniente da lavagem dos pratos, do banho, entre outras, exceto a água do vaso sanitário.

Nessas situações, o tratamento da água pode ser feito através de uma série de filtros, garantindo a limpeza da água, e posterior cloração no reservatório de reuso, para se evitar a proliferação de algas (MEIRELES et al. 2018). A economia nos custos com o consumo de água é uma das maneiras para conscientizarmos as pessoas a desperdiçar menos e assim projetarmos um futuro mais limpo e sustentável com a redução no desperdício dos recursos naturais. Diante disso, muitos pesquisadores buscam alternativas para o reaproveitamento de água, como o uso de filtros.

Geralmente os projetos que buscam essa via alternativa de reuso de água apresentam uma característica em comum, que é a adequação do uso de materiais baratos ou que seriam descartados no lixo sem qualquer exploração de outros usos que esse material poderia vir a ter. Nesse ponto, chama a atenção a quantidade de matéria prima que é desperdiçada todos os dias por vendedores de caldo de cana nos grandes centros urbanos.

É sabido que a cana-de-açúcar é amplamente utilizada pela indústria na produção de produtos que vão desde a produção de açúcar (principal produto), produção de papel, álcool de uso doméstico, bioetanol, produção de energia, dentre outros. Para cada três toneladas de cana, é gerada uma tonelada de bagaço, quantidade mais do que suficiente para que este possa ser utilizado como matéria-prima na obtenção de outros produtos, como furfural, carvão ativado e outros produtos moldados (CRUZ, 2008). Além disso, o bagaço da cana pode ser reaproveitado na fabricação de cimento, fibras, ração animal, adubo e produção de filtro de água (OLIVEIRA et al. 2017).

De acordo com Santos et al. (2012), o bagaço da cana-de-açúcar apresenta composição química de biomassa lignocelulósica superior a outros materiais vegetais, apresentando cerca de 32-48% de celulose, 19-24% de hemicelulose e 23-32% de lignina, mostrando potencial comercial para exploração na fabricação de novos produtos a partir do bagaço.

Entretanto, nos grandes centros urbanos após moagem para obtenção do caldo de cana, o bagaço é descartado no lixo e não é reaproveitado por nenhuma empresa do setor público ou privado, acarretando em desperdício e acúmulo de mais lixo nas grandes metrópoles. Também

não existe uma estimativa da quantidade de bagaço de cana-de-açúcar que é gerado nessas atividades e que tem por destino final, o lixo.

Diante do exposto, vê-se que são necessárias alternativas baratas e sustentáveis para tornar a implementação de um projeto de reuso hídrico viável e eficiente, de forma a evitar o desperdício desse bem comum que é a água.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi despertar o senso crítico dos estudantes para o reuso de águas cinzas, auxiliando-os na criação de um papel de filtro de água utilizando como matéria prima principal o bagaço de cana-de-açúcar.

Com base nisso, a presente pesquisa se baseou nas seguintes hipóteses:

- 1) O bagaço da cana-de-açúcar é um componente com características físicas importantes que possibilitam a confecção de papéis de filtro mais resistentes;
- 2) O uso da *Aloe vera* (babosa) na confecção dos papéis de filtro desempenha uma função similar ao da cola nos métodos convencionais de reciclagem;
- 3) A incorporação de papel na confecção de filtros utilizando o bagaço da cana-de-açúcar resultará em um papel de filtro mais maleável.

METODOLOGIA

Local do estudo

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Timbi, no município de Camaragibe em Pernambuco, no período de março a agosto de 2018 a partir do desenvolvimento do plano de voo proposto aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental para constituir o Trabalho de Conclusão do Fundamental (TCF) da equipe. Participaram da pesquisa oito estudantes entre 13 e 14 anos.

Plano de voo

Inicialmente, no mês de março foi realizada a primeira reunião do projeto, onde as propostas de trabalho foram apresentadas e discutidas pela professora Gemima Melo e os estudantes.

Após decidir na primeira reunião a proposta que melhor se adequava a tentativa de resolução de um problema socioambiental, no mês de abril foi realizado o primeiro ensaio com o filtro sustentável.

Após a execução do experimento, foi dada a continuidade na pesquisa bibliográfica no mês de maio, a fim de conhecer e discutir melhor outras pesquisas alternativas que possibilitam o reuso de águas cinzas domésticas.

A partir das observações feitas no primeiro teste, no mês de junho foi realizada a confecção de novos filtros para novos testes.

Após a observação e constatação do filtro que melhor desempenhou a filtragem das águas cinzas testadas, e após a finalização da escrita do plano com o embasamento teórico-referencial e justificativa da proposta, no mês de agosto foi entregue o plano de voo.

Após a finalização da experimentação e da escrita, em agosto foi realizada a apresentação do Trabalho de Conclusão do Fundamental (TCF) na Escola Timbi.

Coleta do material e confecção de filtros sustentáveis

A coleta do bagaço de cana-de-açúcar foi realizada no entorno da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), junto à vendedores de caldo de cana do local. Após a coleta, o bagaço de cana-de-açúcar foi lavado em água corrente e posteriormente foi mantido imerso em uma solução de hipoclorito de sódio a 0,6%, durante quatro dias. Após esse período, o material foi enxaguado em água corrente e deixado secar ao sol por um dia para remoção do excesso de água. Posteriormente, o bagaço foi submetido à secagem em forno doméstico durante 25 minutos. Em seguida, o material foi triturado em um moinho de facas tipo Willey (Tecnal, modelo R-TE-648) no Laboratório de Anatomia e Bioquímica de Planta - LAB Planta do Departamento de Biologia da UFRPE.

Com o bagaço triturado foram estabelecidos quatro tratamentos: T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água e T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Após a pesagem do material correspondente a cada tratamento em balança de precisão, seguiu-se com a trituração em liquidificador e em seguida a pesca do resíduo com o auxílio de uma tela de nylon (20x30cm) (Fig. 1).

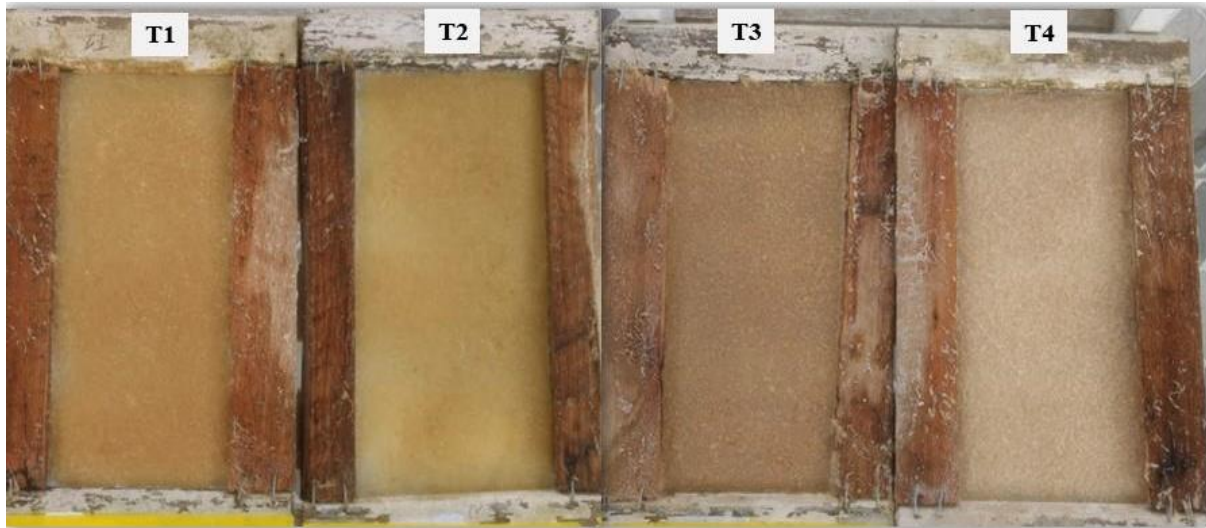


Figura 1. Filtros sustentáveis confeccionados a partir de mistura utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar.

Em seguida, as telas contendo o resíduo utilizado para a fabricação dos papéis de filtro foram postas para secagem ao ar livre durante 24h. Após a secagem, os filtros foram cortados e acomodados em funil de filtração. Para o teste de filtração foi utilizado a água barrenta e também uma mistura composta por água, anil e sabão (água de lavagem de roupas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica realizada no início e durante a fase de experimentação possibilitou conhecer informações básicas acerca da composição e do tempo de decomposição do bagaço da cana-de-açúcar bem como informações acerca do andamento de trabalhos de outros pesquisadores, permitindo fundamentar teoricamente o objetivo proposto. Além disso, buscou-se de maneira prática e sustentável responder à hipótese inicial, bem como analisar a prospecção feita sobre a produção de filtros sustentáveis obtidos a partir do bagaço da cana, sempre avaliando de forma crítica e positiva os resultados obtidos.

A pesquisa proposta mostrou potencial no bagaço da cana-de-açúcar para a produção de produtos biodegradáveis de boa qualidade tendo em vista a durabilidade e resistência apresentados na composição natural do bagaço.

O conhecimento acerca do tempo de decomposição dos materiais é de grande importância para decidir a melhor forma de destinação final de um resíduo. A decomposição irá variar de acordo com as características físicas e químicas do componente, além das condições ambientais em que o material foi armazenado (ALMEIDA, 2019).

Produtos feitos a partir do bagaço da cana-de-açúcar podem durar em média de 45 a 60 dias após o descarte (QUALIFEST, 2020).

Santos et al. (2012) estudando a composição e a decomposição do bagaço da cana relatam que há uma perda de cerca de 30% no poder calorífico do bagaço de cana, em períodos de estocagem de até 150 dias, período correspondente à entressafra. O bagaço sempre sofre degradação, sendo que esta é acentuada na presença de alta umidade e provavelmente, pela ação de fungos decompositores. Os autores ainda ressaltam a problemática do alto volume de bagaço produzido e das dificuldades na manutenção, enfardamento e transporte, por este ocupar áreas muito grandes para estocagem.

Uma das dificuldades encontradas foi o tamanho dos grânulos obtidos a partir da moagem em moinho de facas (Fig. 2), que pode ter sido afetado pelo teor de umidade ainda presente no material no momento da moagem. Essa característica também pode ter sido responsável pela espessura do filtro confeccionado, que apresentou espessuras entre 2,0 e 3,5 mm.



Figura 2. Bagaço de cana-de-açúcar após moagem em moinho de facas tipo Willey.

Embora o foco principal da presente pesquisa seja a reutilização de águas cinzas através da utilização de filtros sustentáveis, é importante também ressaltar a importância e o impacto socioambiental que o processo de fabricação desses filtros resultaria em grandes centros urbanos, como é o caso de Recife.

A exemplo disso, a pesquisa de Teixeira et al. (2016) possibilitou a produção de celulose a partir do uso de bitucas de cigarro descartadas. Já Assis (2006) fez uma prospecção na confecção de uma membrana para microfiltração a partir da utilização de vidro macerado.

Feitosa et al. (2011) obtiveram resultados promissores com o uso de uma mini-estação formada por um sistema contendo filtro construído a partir de fibra de vidro. Segundo os autores, o sistema proporcionou reduções significativas nas características de turbidez, coliformes termotolerantes, demanda química de oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas. Em outro estudo, um sistema simplificado de filtragem de águas utilizando sementes de *Moringa oleifera* aponta resultados promissores por reduzir drasticamente o número de partículas suspensas e a quantidade de microrganismos (PINTO & HERMES, 2006). Estudos com propósitos semelhantes a estes, podem apresentar tecnologias novas e mais acessíveis no planejamento de ações voltadas à economia e no reuso dos recursos hídricos.

O consumo diário de água é muito variável, pois além da disponibilidade, o consumo médio de água está muito relacionado com o nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda das pessoas (MMA, 2020). E nesse contexto, o reuso de água tem sido um dos grandes desafios encarados pela sociedade, pelos governos e pela ciência. Muitas ações têm sido feitas desde o início do século 21, em regiões que apresentam histórico de escassez hídrica para ajudar no enfrentamento ao déficit no abastecimento hídrico. Apesar disso, ainda são poucos os avanços no que concerne a processos educativos sobre o uso consciente dos recursos hídricos (SANTIAGO & JALFIM, 2018).

Em média, uma pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia para beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos e cozinhar, por exemplo (MMA, 2020).

O reuso de águas cinzas é uma alternativa viável para a conservação dos recursos hídricos e integra parte da gestão na demanda de água, possibilitando a preservação da água doce de alta qualidade e a diminuição da poluição ambiental, bem como a redução dos custos gerais no fornecimento de água. Dentre as diversas aplicações, o reuso de água cinza pode ser utilizado tanto na descarga de banheiros urbanos, como na irrigação de jardins em áreas verdes, escolas, na lavagem de carros, como corta fogo, dentre outras (AL-HAMAIIEDEH & BINO 2010; NOLDE, 1999).

Bilhões de dólares são gastos nos EUA no tratamento para obtenção de água potável, onde apenas 10% dela é usada para beber e cozinhar e o restante é utilizada no vaso sanitário ou no ralo. Por isso, o aumento no uso de águas residuais recicladas para irrigação, paisagismo, indústria e descarga de vasos sanitários é uma excelente alternativa de conservar os recursos de água doce (GHERNAOUT, 2018).

Dependendo do uso ao qual a água recuperada será destinada, é necessário considerar alguns aspectos para que um sistema de recuperação seja considerada viável, por exemplo, pH, nutrientes, elementos tóxicos, condutividade elétrica, sólidos, oxigenação, presença de

gorduras, nitratos e microorganismos (RAKESH et al. 2020; MAIOLO & PANTUSA, 2017; HERMANOWICZ et al. 2001).

De acordo com os resultados obtidos durante a filtração das águas cinzas utilizadas (barrenta e água de lavagem de roupa), o papel de filtro que melhor desempenhou a função de filtragem foi do tratamento 4, confeccionado com 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Além disso, a coloração dos filtros variou em função da concentração do bagaço de cana-de-açúcar utilizado na composição dos papéis de filtro (Fig. 3).

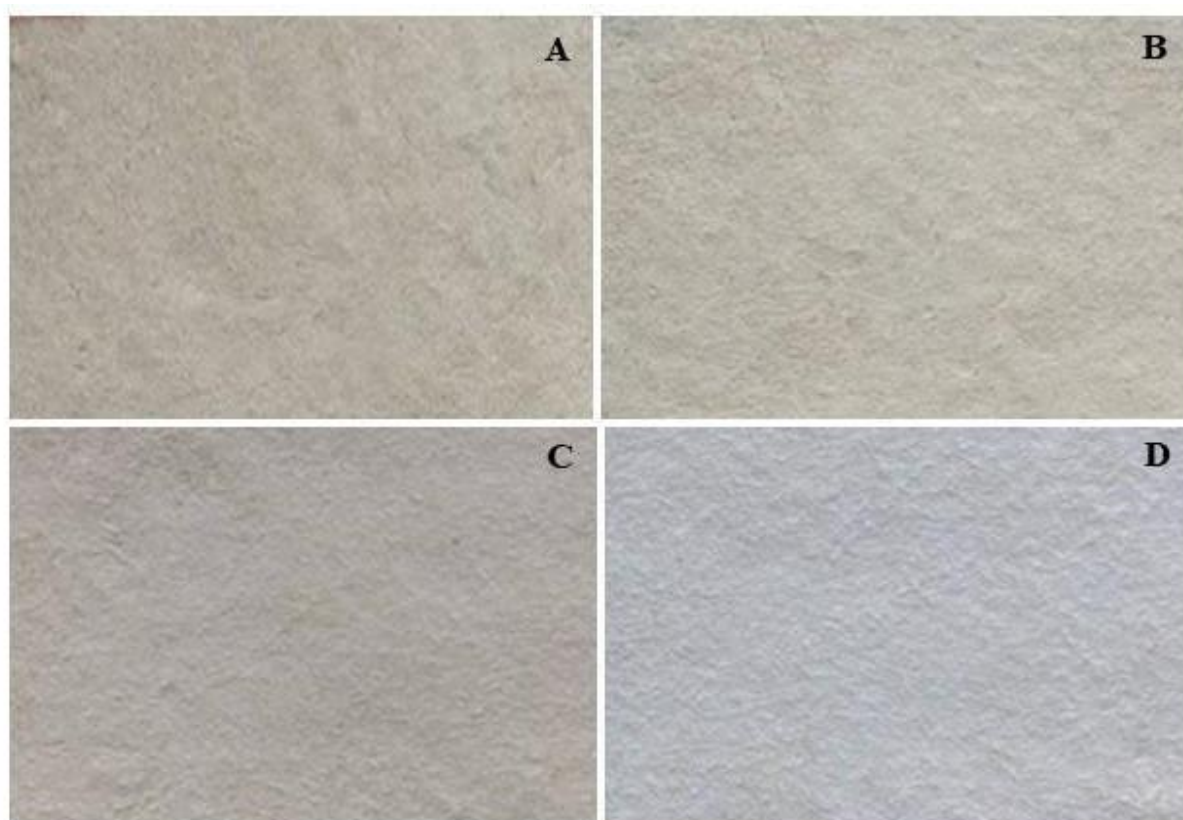


Figura 3. Papéis de filtro após a secagem ao sol: (A) T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; (B) T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; (C) T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água; (D) T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água.

Neste resultado foi observado que tanto a água barrenta quanto a água de lavagem de roupa tiveram uma aparência mais límpida e com menos resíduos após passarem no papel de filtro sustentável do tratamento 4 (Fig. 4).

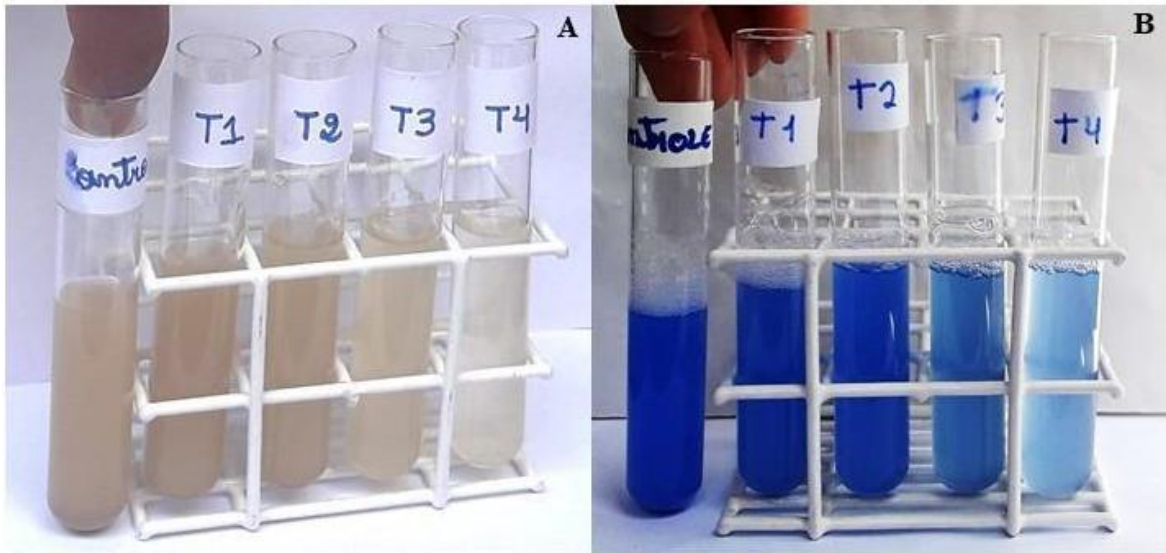


Figura 4. Resultado da filtração nos papéis de filtro confeccionados a partir de mistura utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar: (A) Filtração da água barrenta; (B) Filtração da água de lavagem de roupa.

É possível observar na literatura que a utilização de filtro orgânico a partir do bagaço de cana-de-açúcar mostrou potencial de utilização no tratamento de água residuária da suinocultura (OLIVEIRA et al. 2017). Em outra pesquisa, a confecção de biofiltros a partir de lixo compostado, bagaço de cana-de-açúcar e serragem de madeira, proporcionou a remoção de materiais sólidos suspensos e totais de até 82 e 46%, respectivamente no esgoto doméstico, após 153 dias de utilização do sistema (BATISTA et al. 2013). Segundo esses autores, o biofiltro retém a maior parte dos sólidos, diminuindo a turbidez, favorecendo a penetração de radiação ultravioleta (UVA e UVB), o que pode favorecer o processo de inativação de microrganismos patogênicos presentes na água. O uso de filtros contendo bagaço de cana-de-açúcar em sua composição é uma alternativa eficaz no tratamento do esgoto doméstico, pois além de possuir baixo custo, ser de fácil uso, também possui excelente capacidade de retirar compostos químicos poluentes (BATISTA et al. 2011).

A criação de um filtro a partir do bagaço de cana-de-açúcar apresentou boa eficiência em um sistema de filtração direta da água proveniente do sistema de abastecimento e destacou que o uso do bagaço de cana-de-açúcar como meio filtrante pode apresentar potencial de ser aplicado em filtros residenciais (OLIVEIRA et al. 2017). Sun et al. (2018) verificaram que o aumento do percentual de fibras de *Ceiba pentandra* na fabricação de papel de filtro aumentou a espessura, a permeabilidade ao ar, a resistência à tração e vida útil dos papéis de filtro.

Como foi visto, a filtragem da água barrenta e da água de lavagem de roupa com o papel de filtro produzido a partir de resíduos da cana-de-açúcar mostrou-se eficiente, isto se deve ao fato de que a cana-de-açúcar pode ter agido como um agente de adsorção, retendo a matéria sólida em suspensão.

A responsabilidade com o desenvolvimento sustentável constitui uma importante possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas para não sobrecarregar os sistemas ecológicos e sociais que sustentam as comunidades (JACOBI, 2003). O processo para que a sociedade compreenda e tenha ações voltadas para a preservação dos recursos hídricos nos níveis ideais para o atendimento das necessidades humanas futuras ainda está longe do ideal, com perspectivas de percorrer um longo caminho. O primeiro e essencial passo para o uso de maneira adequada da água é a conscientização de crianças, jovens e adultos, para que assim, as pessoas se deem conta de seu papel nas questões socioambientais (ANA, 2019). E essa conscientização se inicia, em grande parte, com o envolvimento de professores e alunos no desenvolvimento de ações que busquem soluções para os problemas socioambientais e que possibilitem o envolvimento das comunidades com ações coletivas e práticas individuais (CUNHA & AURNHEIMER, 2013).

A escola, como instituição social, tem dentre outras, a função de promover ações educativas voltadas para as questões ambientais, tais como proteção, recuperação e/ou melhoria das condições ambientais, além de promover a formação do pensamento crítico dos estudantes a respeito do mundo que os cercam (CUNHA & AURNHEIMER, 2013).

A sapiência, os princípios morais e as competências construídas ao longo da intervenção pedagógica são referenciais importantes para conhecer e valorizar o conhecimento científico veiculado em sala de aula (FONSECA, 2007). A construção dos saberes acerca do uso e do comportamento do bagaço de cana-de-açúcar na confecção de papéis de filtro sustentáveis possibilitou trabalhar o senso crítico dos estudantes acerca das duas questões: o reuso de águas cinzas e a problemática do bagaço de cana gerado em grandes centros urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na presente pesquisa foram importantes para confrontar as hipóteses inicialmente propostas. Com base nisso, conclui-se que:

- 1) Filtros sustentáveis utilizando como matéria prima o bagaço da cana-de-açúcar são viáveis, embora sejam necessários outros estudos para a digestão das fibras e melhor

adequação da granulometria do material na confecção de um filtro mais fino e resistente.

- 2) O uso de babosa na mistura utilizada na confecção dos filtros sustentáveis atua como “ligante” como ocorre com a cola na reciclagem de papel convencional.
- 3) A adição de papel na confecção do papel de filtro não resultou em aumento de sua maleabilidade.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). 2019. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-dos-brasileiros-napso-controla-uso-de.2019-03-15.7205831674>>. Acesso em 25 de abril de 2020.

Agência Nacional de Águas (ANA). 2019. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/preservaassapso-da-a-gua-um-desafio-para-a.2019-03-15.4955376770>>. Acesso em 04 de maio de 2020.

AL-HAMAIEDEH, H.; BINO, M. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. **Desalination**, 256, 115–119. doi:10.1016/j.desal.2010.02.004. 2010.

ALMEIDA, J. M. Técnicas para reciclagem de bitucas de cigarro: Uma revisão bibliográfica. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade federal do Pampa. 48p. 2019.

ASSIS, O. B. G. O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração. **Cerâmica**, 52, 105-113. 2006.

BATISTA, R. O.; SARTORI, M. A.; SOARES, A. A.; MOURA, F. N.; COSTA PAIVA, M. R. Potencial da remoção de poluentes bioquímicos em biofiltros operando com esgoto doméstico. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 6:152-164. 2011.

BATISTA, R. O.; SOARES, A. A.; SANTOS, D. F.; BEZERRA, J. M.; OLIVEIRA, A. F. M. Remoção de sólidos suspensos e totais em biofiltros operando com esgoto doméstico primário para reuso na agricultura. **Rev. Ceres**, v. 60, n.1, p. 007-015. 2013

CARRASQUEIRA, L. S.; LIMA, A. C. T. O.; ANDRADE, M. L.; FREITAS, P. C.; FERREIRA, L. C. S.; NOBRE, F. J. V.; FERREIRA, B. C. S. Reuso de águas cinzas em empreendimentos comerciais: um estudo de caso em edifício hoteleiro de Belo Horizonte. **Braz. J. of Develop.**, v. 5, n. 7, p. 10028-10035. 2019.

CORDEIRO, R. B.; ROBLES, JUNIOR, A. Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável. 2009. Disponível em <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/1755>>. Acesso em 26 de abril de 2020.

CRUZ, S. H. Bagaço e palha da cana são fontes de celulose para gerar álcool. **Visão Agrícola**, n. 8, 2008.

CUNHA, S. S.; AURNHEIMER, R. C. M. A Gestão de resíduos sólidos a partir de práticas ecopedagógicas no cotidiano escolar. In: Anais do Congresso Nacional de Educação Ambiental e do Encontro Nordeste de Biogeografia: Educação e cooperação pela água para a conservação da biodiversidade [recurso eletrônico] / Giovanni Seabra (Organizador). João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. v. 4 ISBN 978-85-237-0753-8

DEMAE – Centro de Abastecimento de Águas e Esgotos de Caldas Novas. Disponível em <<https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>>. Acesso em 25 de abril de 2020.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p. 85–104, 2002.

FEITOSA, A. P.; LOPES, H. S. S.; BATISTA, R. O.; COSTA, M. S.; MOURA, F. N. Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 196-206, 2011.

FERNANDES, J. W. A.; ARAUJO NETO, R. A.; FARIAS, J. J. A.; AMORIM, R. C. F. Quantitativo de águas cinzas e negras em banheiros de um centro universitário em Maceió-Alagoas. **Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada**. v.2, n.1, doi: 10.33947/2595-6264-V2N1-3437. 2018

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.

FONSECA, M. J. C. F. A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do ensino médio de Belém (PA), Brasil. **Educação e Pesquisa**, v.33, n.1, p. 63-79, 2007.

GHERNAOUT, D. Increasing Trends Towards Drinking Water Reclamation from Treated Wastewater. **World Journal of Applied Chemistry**, 3 (1): 1-9. doi: 10.11648/j.wjac.20180301.11. 2018.

HERMANOWICZ, S. W.; SANCHEZ DIAZ, E.; COE, J. Prospects, problems and pitfalls of urban water reuse: a case study. **Water Science and Technology**, 43(10), 9–16. doi:10.2166/wst.2001.0567. 2001.

JACOBI, P. Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205. 2003.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez Hídrica e Direitos Humanos. **Ambient. Soc.** v.19, n.1, São Paulo. <<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoceditorialv19i2016>>. 2016>.

JAMES, D. T. K.; IFELEBUEGU, A. O. Low Cost Sustainable Materials for Grey Water Reclamation. **Water Science and Technology**, wst2018225. doi:10.2166/wst.2018.225. 2018.

MAIOLO, M.; PANTUSA, D. A proposal for multiple reuse of urban wastewater. **Journal of Water Reuse and Desalination**, jwr2017144. doi:10.2166/wrd.2017.144. 2017.

MANFRIN, J.; FERREIRA, I. J. M.; QUARESMA, L. S.; MCCREANOR, P. T.; GONÇALVES JR, A. C. Remediação de água cinza por meio de fitorremediação e tecnologias intermitentes de filtro de areia visando o reuso na irrigação de jardins. **Acta Iguazu**, v.8, n.2, p. 59-68. 2019.

MEIRELES, J.; MEDEIROS, C.; SOUZA, L.; MANOEL, F.; MELO, M. A. R. Reutilização residencial de águas cinzas. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3. 2018.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Água, um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2020.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. **Urban Water**, 1(4), 275–284. doi:10.1016/s1462-0758(00)00023-6. 1999.

OLIVEIRA, B. F.; SOARES, M. S.; SHIMANO, M. M.; ALVES, E. R.; SILVA, P. P. Avaliação do uso de bagaço de cana-de-açúcar em filtro residencial externo. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, 12, São Paulo. Anais. São Paulo: UFSCar, 2017.

PEREIRA, C. L. Avaliação da escassez de água e sua utilização para a modelação da taxa de recursos hídricos. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. 119f. 2017.

PEREIRA, W. S.; SILVA, C. M. S.; GOMES, A. C. C.; SOUSA, J. N.; MELO, R. F.; BIANCHINI, P. C.; SILVA, A. F.; SILVA, P. T. S. Tratamento de águas cinzas empregando filtro de carvão e esterco: escala de laboratório. **Publicações EMBRAPA**. 2019. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116462/tratamento-de-aguas-cinzas-empregando-filtro-de-carvao-e-esterco-escala-de-laboratorio>>. Acesso em 16 de março de 2020.

PINTO, N.O.; HERMES, L.C. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semiárido do Brasil. Embrapa. **Documentos**, Jaguariúna, São Paulo. p.53. 2006.

POONIA, N.; SHARMA, B. Grey Water Reuse and Recycling: Need of Hour. **Journal of the Gujarat Research Society**. v. 21 (15), 488-494. 2019.

QUALIFEST. Disponível em <<https://www.qualifest.com.br/bagaco-de-cana/>>. Acesso em 25 de março de 2020.

RAKESH, S. S.; RAMESH, P. T.; MURUGARAGAVAN, R.; AVUDAINAYAGAM, S.; KARTHIKEYAN, S. Characterization and treatment of grey water: A review. **International Journal of Chemical Studies**. v.8(1): 34-40. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i1a.8316. 2020.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, v. 13, n. Especial, p. 341-345, 2003.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F. O sistema bioágua familiar: Reuso de água cinza doméstica para produção de alimentos no semiárido brasileiro. In: **CAPITALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS** Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil – FIDA, v. 2, 2018.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Quim. Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004-1010. 2012

SHAIKH, I. N.; AHAMMED, M. M. Quantity and quality characteristics of greywater: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 261, 1-15. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110266. 2020.

SILVA, M. A; SANTANA, C. G. Reuso de água: Possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. **Revista do CEDS**. Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB n. 1, Disponível em: <<http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>>. 2014.

SUN, Z.; TANG, M.; SONG, Q.; YU, J.; LIANG, Y.; HU, J.; WANG, J. Filtration performance of air filter paper containing kapok fibers against oil aerosols. **Cellulose**. doi:10.1007/s10570-018-1989-7. 2018.

TEIXEIRA, D. H.; DUARTE, M. B.; GARCEZ, L. R.; RUBIM, J. C.; GATTI, T. H.; SUZAREZ, P. A. Z. Process development for cigarette butts recycling into cellulose pulp. **Waste Management**, 60, 140–150. doi:10.1016/j.wasman.2016.10.013. 2016.

TORRETTA, V.; KATSOYIANNIS, I.; COLLIVIGNARELLI, M. C.; BERTANZA, G.; XANTHOPOULOU, M. Water reuse as a secure pathway to deal with water scarcity. **MATEC Web of Conferences**, 305, 00090. doi:10.1051/mateconf/202030500090. 2020.

UNICEF. 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável. 18 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 17 abr. 2020.