

Tratamento de águas residuais utilizando o bambu como filtro

Jaiane dos Santos Pastor ^[1], Antônio da Silva Sobrinho Júnior^[2], Gabrielly da Mota Nunes ^[3],

[1]jaianedossantosp@gmail.com [2]sobrinhojr@hotmail.com [3]gabriellymota@hotmail.com. Centro Universitário de João Pessoa / Coordenação de Engenharia Civil.

RESUMO

A água é crucial para a sobrevivência dos seres vivos, porém a sua escassez tem sido um dos maiores problemas que a humanidade tem enfrentado. No Brasil, muitos domicílios ainda não contam com coleta de esgoto e abastecimento de água, principalmente em áreas rurais, fazendo com que seja necessário o reúso de água ou até mesmo o uso de água não tratada, inadequada para consumo humano. Diante disso, estudiosos têm desenvolvido meios de tratamento de água, porém, alguns métodos são caros, ineficientes e podem causar poluição ao meio ambiente. Faz-se necessário elaborar tratamentos sustentáveis, acessíveis e econômicos. Este estudo expõe um método utilizando o bambu como filtro para o tratamento de águas servidas, provenientes de lavagens para fins não potáveis. As análises envolvem estudos em laboratório com aparelhos e percepção a olho nu. Os resultados obtidos foram comparados à Resolução COEMA N° 2 de 02/02/2017 e à NBR 13969/1997, que determinam critérios e padrões para que águas residuais possam ser reutilizadas para fins não potáveis, ou lançadas em corpos hídricos. Foi mostrado também que o bambu pode ser uma alternativa de filtro para tratamento de águas servidas.

Palavras-chave: Água. Reúso. Sustentabilidade. Métodos.

ABSTRACT

Water is crucial for the survival of living beings, but its scarcity has been one of the biggest problems that humanity has faced. In Brazil, many households still do not have sewage collection and water supply, especially in rural areas, making it necessary to reuse water or even to use untreated water, which is unsuitable for human consumption. Therefore, scholars have developed means of water treatment, however, some methods are expensive, inefficient and can cause pollution to the environment. It is necessary to develop sustainable, accessible and economical treatments. This study exposes a method using bamboo as a filter for the treatment of wastewater from washing for non-potable purposes. The analyzes involve laboratory studies with devices and perception with the naked eye, the results obtained were compared to COEMA Resolution No. 2 of 02/02/2017 and NBR 13969/1997, which determine criteria and standards so that wastewater can be reused for purposes not drinkable or released into water bodies, in this study it was be shown that bamboo can be an alternative filter for wastewater treatment.

Keywords: Water. Reuse. Sustainability. Methods.

1 Introdução

A água é utilizada em larga escala e o seu uso gera resíduos que são destinados aos esgotos ou solos, causando contaminação e degradação ao meio ambiente, além de ser perigoso foco de disseminação de doenças. De modo a minimizar tais problemas ambientais, esses resíduos carecem de técnicas de tratamento, entretanto, apresentam alto custo e em certos casos são ineficientes.

É crucial empregar técnicas simples, eficazes e de baixo custo, utilizando um material retornável para o tratamento de água residuária de forma econômica e sustentável. Segundo Sobrinho Júnior, Torres e Barbosa (2015), entre os materiais ecológicos e de grande potencial para o uso na engenharia está o bambu, pois apresenta baixo custo, ótimas características físicas e mecânicas, bem como facilidade de obtenção. Ademais, é um material abundante, com crescimento acelerado, facilidade de manuseio e montagem.

Afirmam Hillman e Allem (2017) que o bambu possui uma formação física porosa, que em contato com a água age como um elemento filtrante. Por sua vez, a sujeira existente na água ocupa os poros, produzindo a redução de turbidez. Além do mais, a planta abriga no interior de suas paredes bactérias que operam no tratamento de água.

À vista disso, foi desenvolvido um sistema de tratamento de água residuária, composto de um reservatório preenchido com tocos de bambu e posteriormente com água a ser tratada. No estudo em tela, foi averiguada a eficiência do tratamento da água residuária de um apartamento, localizado no bairro Água Fria em João Pessoa/PB. A filtragem e tratamento sucedem do contato da água residual com o bambu. Em virtude da porosidade e a existência de bactérias nas paredes internas dos tocos de bambu, que se manifestam com os contaminantes presentes no líquido, há a promoção da limpeza.

O objetivo deste estudo foi examinar a eficiência do tratamento de água residuária com bambu, constatando a redução da matéria orgânica e agente contaminante presente. O desenvolvimento desta pesquisa é de extrema importância, pois esse método é limpo, natural e econômico, sendo uma opção ecologicamente correta para os dias atuais, comprovando sua viabilidade técnica, econômica e ambiental para lugares em que há falta de água e necessidade de reuso.

2 Referencial teórico

2.1 Bambu

Estudos são realizados constantemente, em busca de materiais sustentáveis, abundantes e econômicos, na construção civil, dentre eles temos o bambu, apresentado na Figura 1. O bambu é uma planta que é muito utilizada como material de construção civil, pois, segundo Marçal (2018), é uma planta duradoura, renovável e que fornece colmos anualmente sem a necessidade de replantio, sendo um grande potencial agrícola. Pode ser utilizado por um longo prazo de tempo, com produtividade constante e significativa.

Figura 1 – Diversas espécies de bambu



Fonte: Marçal (2018).

O bambu é facilmente encontrado em áreas rurais por ser plantado, geralmente, em áreas úmidas. Oliveira (2013) destaca que os bambus têm como característica o crescimento veloz, sendo que algumas espécies crescem de forma inigualável em um curto tempo, chegando a quase um metro por dia.

2.2 Bambu na construção civil

O bambu tem sido muito utilizado na construção civil. Pastor *et al.* (2018) citam que o bambu apresenta o mesmo nível de qualidade comparado a tecnologias convencionais, substituindo a madeira e o aço em diversos setores da construção civil, e pode ser utilizado natural ou seco, conforme visto na Figura 2.

Figura 2 – Bambu em processo de secagem natural

Fonte: Autores (2020).

Entre as diversas vantagens, Oliveira (2013) descreve a alta resistência à tração e compressão, leveza e flexibilidade, porém é necessário cuidado no tratamento, uma vez que as fibras têm baixa resistência a esforços cortantes e é inflamável, e podendo variar em formato e resistência.

Uma das suas particularidades, segundo Hillman e Allem (2017), é a eficiência em absorver água e filtrar sujeiras e bactérias quando presentes em água residual. A planta é um material higroscópico e poroso que capta água do ambiente em forma de vapor ou líquido.

2.3 Distribuição de água e rede de esgoto no Brasil

O crescimento da população ocasionou o aumento do consumo de água, como também aumentou a produção de resíduos e, conseqüentemente, a contaminação, uma vez que não há destinação correta dos efluentes líquidos e ocorre a ausência de tratamento adequado, causando doenças na população. Em diversos municípios o abastecimento de água é precário e muitos domicílios não possuem coleta ou rede de esgoto, sendo necessário o uso de tanque séptico e sumidouro. Em certos casos o resíduo é lançado a céu aberto.

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD), de 2018 (IBGE, 2019), cerca de 85,8% das casas brasileiras têm como principal fonte de água a rede de distribuição. As regiões Norte e Nordeste são mais precárias

em relação ao abastecimento de água e 66,3% das edificações no país têm acesso à rede de coleta de esgoto, sendo que em anos anteriores os dados foram próximos, ou seja, não houve melhoria significativa. Devido à precariedade de água, ocorre o seu reúso de forma indevida. Os resíduos líquidos, se lançados diretamente no solo, podem causar contaminação e degradação ao meio ambiente.

2.4 Reúso de água

O consumo de água de modo desordenado tem conduzido ao desperdício. No entanto, o número de projetos de reutilização e reaproveitamento de água tem crescido gradativamente. Silva e Santana (2014) relatam que a evolução da população e as mudanças climáticas têm reduzido a disponibilidade de água em certas regiões, sendo viável o reúso ao invés do descarte.

O reaproveitamento da água residuária é um fator importante no ambiente sustentável, em um mundo excessivamente consumista e leviano sobre a conservação dos recursos hídricos. Portanto, a prática do reúso, dentre outros processos, é um meio de reduzir e renovar a água inutilizada em nosso planeta.

O reaproveitamento (ou reúso) da água compreende o uso de água residuária, ou água de qualidade inferior tratada ou não. Segundo Silva e Santana (2014, p.3):

As águas chamadas residuárias são aquelas resultantes do descarte em esgoto, efluentes líquidos das edificações e indústrias. E apresentam enorme possibilidade de reciclagem e reutilização em vários processos.

2.5 Tratamento de água residuária

Conforme Marin (2014), a falta de tratamento do efluente de esgoto pode produzir repercussões negativas para o meio ambiente, bem como para a saúde pública, em virtude da enorme quantidade de organismos patogênicos que comumente situam-se no esgoto. Existem várias técnicas de tratamento, entretanto, nem sempre são acessíveis em termos técnicos e econômicos.

O tratamento de águas residuária, segundo Carvalho *et al.* (2014), é composto por técnicas artificiais de purificação, eliminação de poluentes e adequação dos parâmetros das águas residuárias,

de maneira a torná-la própria para lançamento e disposição final, objetivando preservar os requisitos e padrões de qualidade dos corpos d'água receptores.

A água residuária, de acordo com Cabral *et al.* (2015), é inadequada para consumo, no entanto, possibilita que haja maior volume disponível para diversos fins, reduzindo a solicitação de água sobre os mananciais. Silva e Santana (2014) completam que esse tipo de água no uso doméstico pode ser utilizado nas lavagens, sistemas de ar condicionado e controle de incêndio e, ainda, na irrigação de jardins. Nos setores comerciais e industriais pode ser usada para resfriamento de telhados e máquinas, lava jatos de veículos e limpeza em geral.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através NBR 13969/1997, classifica as águas de reúso de acordo com seus usos principais e ainda estabelece alguns parâmetros de qualidade da água para reúso, mostrados no Quadro 1.

Segundo Rezende (2016), alguns estados criaram legislações para auxiliar na regulamentação do reúso de água. Entre elas tem-se a Lei Estadual nº 10.033, de 03 de julho de 2013 (PARAÍBA, 2013), que institui a Política Estadual de captação, armazenamento e aproveitamento da água da chuva, porém não define critérios a serem respeitados para a reutilização de água. Assim, os estados de São Paulo e do Ceará foram os primeiros a elaborar uma legislação que determina os padrões de reúso para águas residuárias tratadas. Através da Resolução COEMA nº 02/2017 (CEARÁ, 2017), determina padrões para reúso de água de acordo com algumas modalidades (urbanas, ambientais etc.). Morais e Santos (2019) afirmam que essa resolução adota padrões mais realistas com a situação socioeconômica do estado brasileiro do que a Resolução conjunta SES/SMA/SSRH, que disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, provindo de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. A seguir, no Quadro 3, são apresentados alguns padrões da Resolução COEMA nº 02/2017 (CEARÁ, 2017) com intenção de reúso externo de efluentes sanitários para fins urbanos, ambientais, aquicultura e para lançamento dos efluentes sanitários que poderão ser lançados diretamente ao corpo hídrico.

A norma define os critérios da qualidade de reúso de água conforme o Quadro 2

Quadro 1 – Classificação das águas de reúso e seus usos principais segundo a NBR 13969/1997

CLASSE	USOS PRINCIPAIS
1	Lavagem de carros; Outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes.
2	Lavagem de pisos, calçadas e irrigação dos jardins; Manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.
3	Reúso nas descargas dos vasos sanitários.
4	Reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagem para gado; Outros cultivos através de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.

Fonte: Adaptado da NBR 13969 (ABNT, 1997).

Quadro 2 – Critério de qualidade da água de reúso segundo a NBR 13969/1997

PARÂMETRO	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
Turbidez (UT)	< 5	< 5	< 10	-
CTer (NMP/100 mL)	< 200	< 500	< 500	< 5000
SDT (mg/L)	< 200	-	-	-
pH	Entre 6,0 e 8,0	-	-	-
Cloro residual (mg/L)	Entre 0,5 e 1,5	> 0,5	-	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	-	-	-	>2,0

Fonte: Adaptado da NBR 13969 (ABNT, 1997).

Quadro 3 – Critérios de qualidade de água de reúso segundo a Resolução COEMA (2017)

PARÂMETRO	VALORES
pH	6 a 8,5
DBO (mg/L)	≤120
Temperatura	≤ 40°
Condutividade elétrica (S/m)	<3000

Fonte: Adaptado de Ceará (2017).

2.6 Bambu como elemento filtrante

A planta pode ser utilizada como um material de suporte do sistema de tratamento de águas servidas, conforme Figura 3. Segundo Tonetti *et al.* (2018), esse tratamento está em uso há mais de 10 anos com eficiência. A planta tem a capacidade de remover matéria orgânica contida em água residual, pois é um material poroso que opera como filtro. Ou seja, a água servida, ao percorrer os pedaços de bambu, faz com que os resíduos fiquem retidos e a cor e o cheiro da água presente sejam alterados.

Figura 3 – Contato das bactérias do bambu com a água residual



Fonte: Hillman e Allem (2017).

Gomes e Claudino (2017, p. 6119) afirmam que:

Nesse método de tratamento, ao passar pelos poros do bambu o resíduo é filtrado, acumulando matéria orgânica que é consumida e degradada pelas bactérias que se encontram nos anéis do bambu.

Tonetti *et al.* (2011), ao realizarem seu estudo, notaram que utilizando um material de suporte simplificado e alternativo, como o bambu, os reatores

apresentaram uma remoção de matéria orgânica que alcançou a média de $81,4 \pm 6,4\%$ em termos de carbono orgânico dissolvido (COD), $76 \pm 12\%$ em relação à DQO e $71 \pm 15\%$ em termos de DBO.

3 Método da pesquisa

O presente estudo buscou desenvolver o tratamento de águas residuais tomando o bambu como material de suporte em um filtro anaeróbico, por meio do experimento em laboratório utilizando pedaços de bambu e água residuária proveniente somente de águas cinzas, ou seja, oriundas de processos domésticos como lavagem de roupas, louças e banho. O experimento foi realizado no Laboratório de Saneamento do Centro Universitário de João Pessoa. A coleta de água residual provém de um apartamento de um edifício em João Pessoa, localizado no bairro de Água Fria, e os bambus, da espécie *Dendrocalamus asper*, foram cedidos por estudantes da Universidade Federal da Paraíba na cidade de João Pessoa-PB.

O *Dendrocalamus asper* é uma espécie de bambu gigante, utilizada em grandes construções por causa da sua alta resistência e durabilidade. Sendo comumente plantado no leste da Índia, Tailândia, Indonésia e em regiões tropicais e subtropicais. Esse tipo de bambu é geralmente utilizado para estruturas e móveis de qualidade. Pode ser considerado o bambu de maior porte do Brasil.

A pesquisa realizada foi explicativa, pois conforme Gil (2008), o método explicativo tem como finalidade identificar fatores que contribuem com a ocorrência de fenômenos que é basicamente um estudo experimental. Em busca de resultados, através de análises em laboratório, a abordagem foi qualitativa. Creswell (2007) descreve como a forma de obter duas formas de análise em um único estudo, que relacionará dados numéricos coletados e descrição dos comportamentos do objeto em estudo.

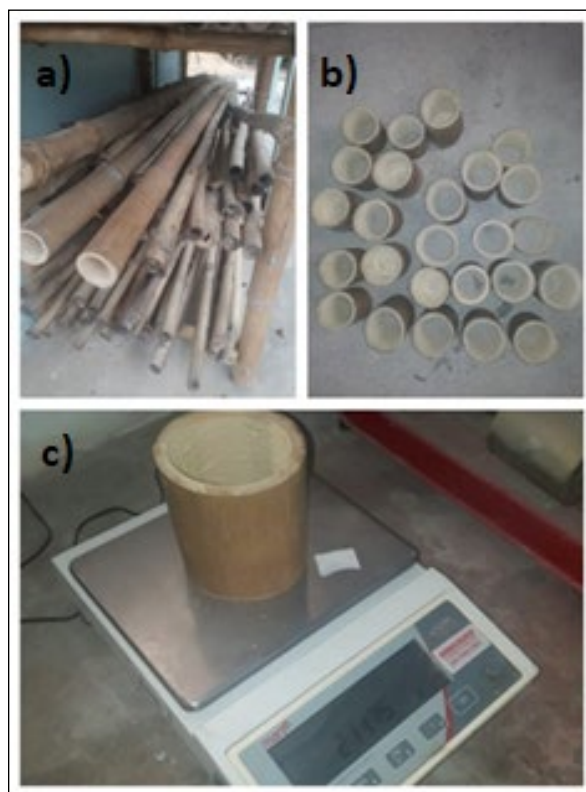
Foram utilizados três tanques de plástico, fechados com telas e com capacidade de 6 litros. Na parte inferior precisou ser instalada uma torneira para a retirada de água a ser analisada, conforme a Figura 4. Dentro dos tanques foram adicionados pedaços de bambu, imersos na água cinza, para ser averiguado o comportamento das águas, no laboratório, em 1 hora, 72 horas, 7 dias e 14 dias, contados após o contato da água com o bambu. Os parâmetros analisados são de temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e pH.

Os resultados foram comparados aos valores máximos permitidos pela NBR 13969 (ABNT, 1997) e a de Resolução COEMA (CEARÁ, 2017). A pesquisa analisou se a água, após passar pelo filtro natural de bambu, pode ser reutilizada para algum fim, além de esclarecer o tempo estimado que a água deva estar em contato com o bambu.

O bambu *Dendrocalamus asper* precisou ser cortado em formato de anéis e depois pesado, de modo a colocar em média 900 gramas em cada tanque, conforme a Figura 5. A água bruta, proveniente de diversos tipos de reuso, foi separada para os tanques e guardada uma pequena parte para análise.

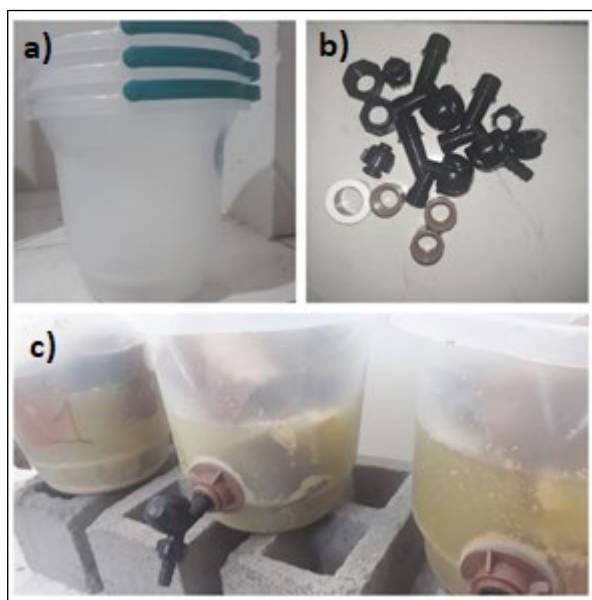
Para cada tanque houve o despejo de 5,5 litros de água servida, em seguida foi acrescentado o bambu. A coleta ocorreu no período de uma hora (1º dia), 72 horas (3º dia), 168 horas (7º dia) e 336 horas (14º dia), respectivamente, após o contato da água residuária com o bambu. A quantidade de água coletada para análise foi de 300 mililitros. Os equipamentos utilizados foram pHmetro (pH e temperatura), Oxímetro Microprocessado (Oxigênio dissolvido), condutímetro Quimis (Condutividade elétrica) e Standard Methods (DBO).

Figura 5 – a) bambus em secagem b) bambus cortados em anéis c) anel de bambu sendo pesado



Fonte: Autores (2020).

Figura 4 – a) baldes b) torneiras e conexões c) tanques



Fonte: Autores (2020).

4 Resultados da pesquisa

4.1 Água residuária bruta

A primeira análise foi realizada com a água bruta recolhida, oriunda de lavagens (banho, louças, roupas e mãos). Devido a isso, a água apresentava diferente tonalidade de cor e aparência, sendo necessário misturá-las. Apresentava odor forte, cor escura e alta turbidez, conforme visto na Figura 6. Os resultados obtidos estão dispostos no Quadro 4, que mostram índices acima do permitido pela Resolução.

Figura 6 – Mistura de água servida bruta



Fonte: Autores (2020).

Quadro 4 – Análise da água bruta

Parâmetro	Unidade	Resultado (média)
pH	--	9,45
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,55
Temperatura	°C	28,10
Condutividade	uS/cm	2840,00
DBO	mg/L	643,33

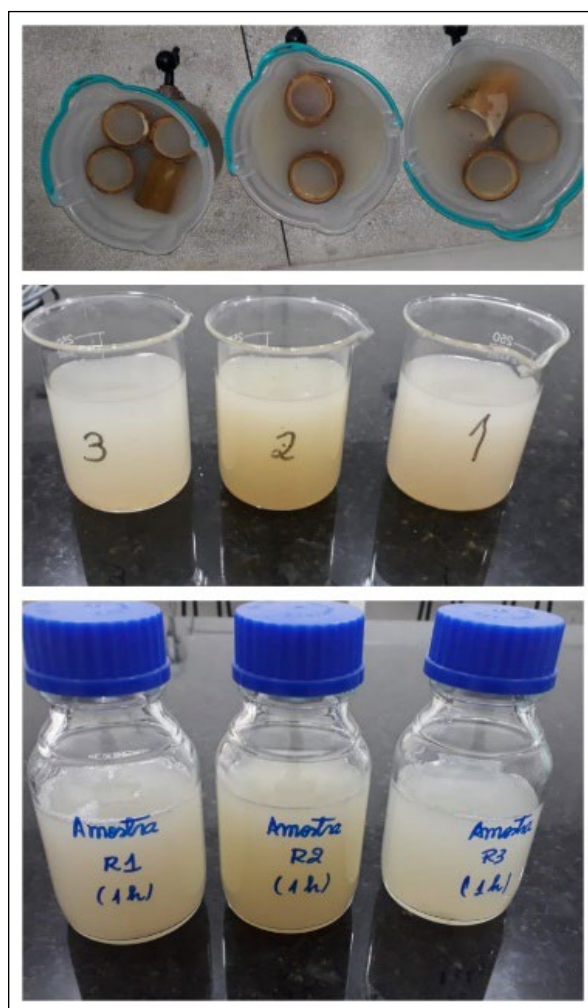
OBS: Resultado médio de três amostras

Fonte: Autores (2020).

4.2 Água residuária em contato com o bambu no primeiro dia (1 hora)

Após uma hora de experimento, as águas foram coletadas e os resultados foram positivos visivelmente. Notou-se que a água apresentava cor mais clara, o odor tinha acabado e a turbidez reduziu, conforme apresentado na Figura 7. No Quadro 5 pode-se ver as análises com resultados menores, com relação à primeira análise.

Figura 7 – Água residuária após uma hora em contato com o bambu



Fonte: Autores (2020).

Quadro 5 – Análise da água após uma hora em contato com o bambu

Parâmetro	Unidade	Resultado (média)
pH	--	7,27
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,20
Temperatura	°C	27,00
Condutividade	uS/cm	1728,00
DBO	mg/L	325,00

OBS: Resultado médio de três amostras

Fonte: Autores (2020).

Quadro 6 – Análise da água após 72 horas em contato com o bambu

Parâmetro	Unidade	Resultado (média)
pH	--	4,16
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,87
Temperatura	°C	26,00
Condutividade	uS/cm	2098,00
DBO	mg/L	211,00

OBS: Resultado médio de três amostras

Fonte: Autores (2020).

4.3 Água residuária em contato com o bambu no terceiro dia (72 horas)

Após 72 horas, a água do experimento foi coletada, notando-se que estava clara, sem odor e que os resíduos sólidos estavam todos bem próximos aos bambus, sendo possível ver com maior nitidez o bambu submerso e na parte superior uma camada de pequenos resíduos, podendo ser verificado na Figura 8. O Quadro 6 contém as análises das amostras.

4.4 Água residuária em contato com o bambu no sétimo dia (168 horas)

No sétimo dia, ao ser coletada a água, observou-se que ela estava com o odor do bambu e começava a ter tonalidade esverdeada, além de ficar mais turva do que as águas coletadas anteriormente, conforme a Figura 9. No Quadro 7, pode-se ver que os valores começaram a aumentar em alguns parâmetros.

Figura 8 – Água residuária após 72 horas (3º dia) em contato com o bambu



Fonte: Autores (2020).

Figura 9 – Água residuária após 168 horas (7º dia) em contato com o bambu



Fonte: Autores (2020).

Quadro 7 – Análise da água após 168 horas em contato com o bambu

Parâmetro	Unidade	Resultado (média)
pH	--	3,88
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,49
Temperatura	°C	22,13
Condutividade	uS/cm	2165,33
DBO	mg/L	542

OBS: Resultado médio de três amostras
 Fonte: Autores (2020).

Quadro 8 – Análise da água após 336 horas em contato com o bambu

Parâmetro	Unidade	Resultado (média)
pH	--	4,40
Oxigênio Dissolvido	mg/L	1,70
Temperatura	°C	22,63
Condutividade	uS/cm	2436,67
DBO	mg/L	260,33

OBS: Resultado médio de três amostras
 Fonte: Autores (2020).

4.5 Água residuária em contato com o bambu no décimo quarto dia (336 horas)

No décimo quarto dia, a água coletada apresentava coloração esverdeada, além do odor do bambu que estava muito forte. Porém, a água possuía poucos sólidos em suspensão, menos que as águas coletadas anteriormente, visto na Figura 10. O Quadro 8 mostra a alteração de valores em cada parâmetro.

Figura 10 –Água residuária após 336 horas (14° dia) em contato com o bambu



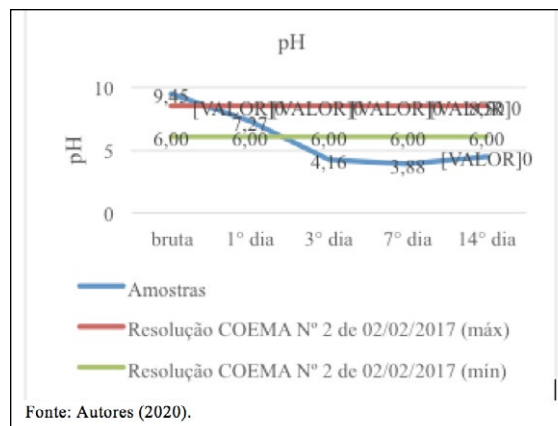
Fonte: Autores (2020).

4.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

O Potencial hidrogeniônico (pH) é a relação entre íons hidrogênio (H+) e hidroxilas (OH-) presentes na água, que indicam se a água é ácida ou básica. A escala de pH é medida do 1 ao 14, sendo do 1 ao 6 a água ácida (alta quantidade de H+) e do 8 ao 14 a água básica (alta quantidade de OH-), sendo o 7 um indicador neutro.

A Resolução COEMA N° 2 (CEARÁ, 2017) indica que o pH deve ser de 6 a 8,5, quando utilizado para fins urbanos (lavagem de logradouros públicos e veículos, reúso para fins de irrigação paisagística, construção civil, desobstrução de tubulações, edificações e combate de incêndio dentro da área urbana). Ao observar o Gráfico 1 do pH da água, nota-se que só é atendido na primeira hora que atinge o pH de 7,27. As substâncias abaixo de 7 são consideradas ácidas e acima são consideradas alcalinas.

Gráfico 1 – pH

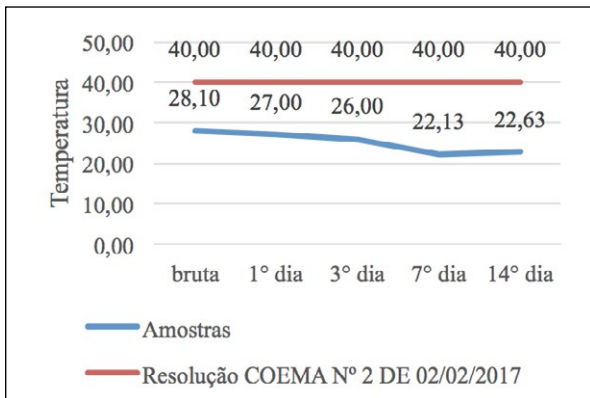


Fonte: Autores (2020).

4.7 Temperatura

A mudança de temperatura pode afetar o processo anaeróbio. A Resolução COEMA Nº 2 (CEARÁ, 2017) indica que a temperatura máxima da água para qualquer parâmetro da norma deve ser de até 40° C. Em vista disso, é notório no Gráfico 2 que todas as amostras atenderam ao requisito.

Gráfico 2 – Temperatura

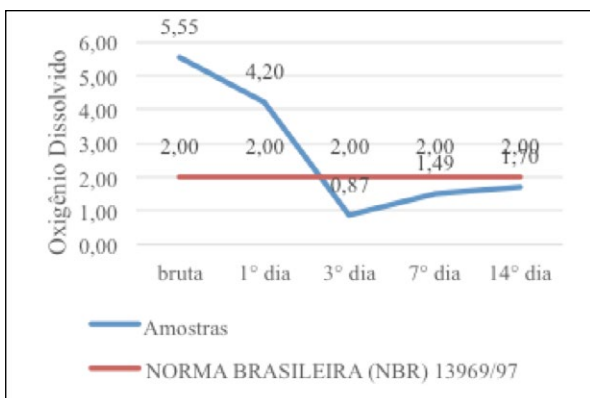


Fonte: Autores (2020).

4.8 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido é a concentração de oxigênio contido na água, sendo de extrema importância determiná-lo. Conforme a NBR 13969 (ABNT,1997), o OD deve ser superior a 2 mg/L. Esse critério só foi atendido no primeiro dia, como visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Oxigênio dissolvido

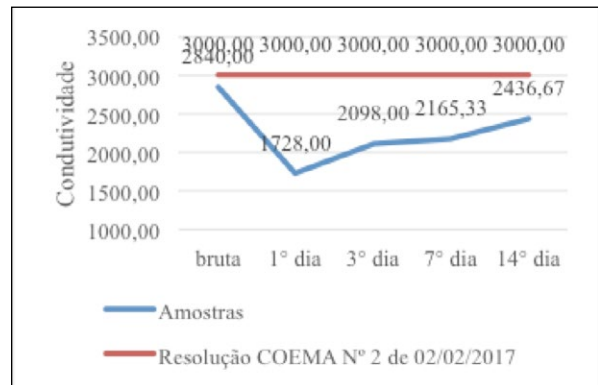


Fonte: Autores (2020).

4.9 Condutividade elétrica

Analisar o parâmetro de condutividade elétrica em águas é crucial, pois apresenta a medida da concentração total de sais dissolvidos presentes na água. A Resolução COEMA Nº 2 (CEARÁ, 2017) indica que deve ter até 3000 µs/cm em caso de utilização para fins urbanos. O Gráfico 4 mostra que todas as amostras atenderam ao requisito.

Gráfico 4 – Condutividade elétrica

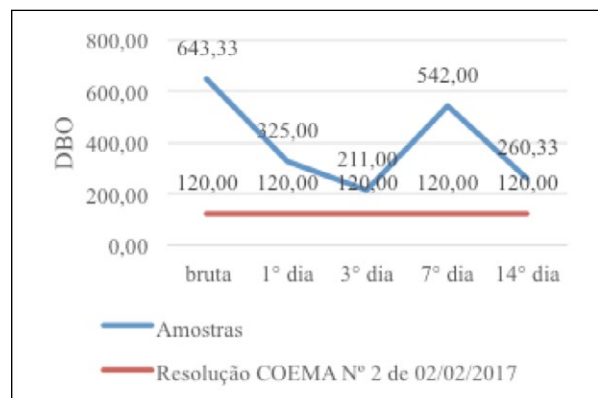


Fonte: Autores (2020).

4.10 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para o equilíbrio da matéria orgânica. A partir dela, identifica-se quão poluída está a água. Geralmente, águas provenientes de louças apresentam elevado valor. A Resolução COEMA Nº 2 (CEARÁ, 2017) indica que deve ser inferior a 120 mg/L. Segundo os resultados obtidos, observa-se que não foi atendido nenhum requisito conforme exposto no Gráfico 5.

Gráfico 5 – DBO



Fonte: Autores (2020).

5 Conclusão/Considerações

Diante dos elevados impactos causados pelo lançamento de efluentes sem tratamento no meio ambiente, as pesquisas em buscar tratamento de efluentes têm crescido, principalmente em lugares onde há falta de abastecimento de água, a exemplo, principalmente, do meio rural. O presente estudo buscou averiguar a possibilidade de o bambu ser utilizado como filtro.

O sistema de tratamento de águas residuárias, utilizando a planta, apresentou resultados positivos, principalmente no primeiro dia. A água, enquanto bruta, apresentava forte odor e coloração marrom, além de pequenos resíduos. Após a imersão do bambu na água residuária, foi notado que a água não possuía odor, melhorou na coloração deixando-a quase incolor, ausência de resíduos e partículas. Ao passar dos dias, foi possível verificar que ia apresentando melhor aparência e estava menos turva visualmente. Entretanto, a partir do sétimo dia a água foi ganhando cor esverdeada e o odor do bambu.

O sistema de tratamento de água atendeu a algumas das exigências da Resolução COEMA N° 2 (CEARÁ, 2017) e da NBR 13969 (ABNT, 1997). No primeiro dia, os requisitos de pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram atendidos, somente o DBO não foi. É importante que o tratamento de água com bambu como filtro seja somado a outros métodos de tratamento para melhor eficiência, uma vez que não foram atendidos todos os requisitos. Em estudos posteriores é importante verificar os parâmetros nas primeiras horas, já que a primeira hora do estudo foi a que apresentou melhor eficiência da água residual em contato com o bambu.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969 – Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Resolução conjunta SES/SMS/SSRH n° 01, de 28 de junho de 2017. Governo do Estado de São Paulo., DOE, p. 41-42, 26 jun. 2017.

CABRAL, Fernando da Silva *et al.* Sustentabilidade aplicada a partir do reaproveitamento de água de condicionadores de ar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015,

Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2015. p. 1-15. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_216_277_27473.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2019.

CARVALHO, Nathália Leal *et al.* Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, Santa Maria-RS, ano 2, v. 14, p. 3164-3171, mar. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2236130812585>>. Acesso em: 7 dez. 2019.

CEARÁ. Resolução COEMA n° 2 de 2 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE n° 154, de 22 de julho de 2002 e n° 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE n° 151, de 21 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 2002. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=337973>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Henrique José Polato; CLAUDINO, Tuane. Modelos didáticos de propostas alternativas para tratamento de resíduos de fossas sépticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 13., 2017, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2017. p. 6110-6124. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/26948_14040.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2019.

HILLMAN, Beatriz de Oliveira; ALLEM, Patrícia Montagna. **Estudo de Tratamento de Água Residuária com Meio Suporte de Bambu.** 2017. Artigo (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Santa Catarina, [S. l.], 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/5548/1/BeatrizHillman.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua** : Características gerais dos domicílios e dos moradores 2018. Rio de Janeiro, 2019.

MARÇAL, Vitor Hugo Silva. **Análise Comparativa de Normas Técnicas Internacionais para o Emprego do Bambu** – colmo em estruturas prediais. 2018. 193 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov>>.

br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6752777>. Acesso em: 18 nov. 2019.

MARIN, Camila Burigo. **Alternativa de Tratamento de Esgoto Sanitário para o Município de Itapema, SC**. 2014. 28 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/handle/1884/40164>>. Acesso em: 18 nov. 2019.

MORAIS, Naassom Wagner Sales; SANTOS, André Bezerra dos. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reúso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE**, [S. l.], ano 215, v. 67, n. 215, p. 40-55, 24 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2019.004>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Andrade. **Conhecendo Bambus e suas Potencialidades Para Uso na Construção Civil**. 2013. 90 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9GBPWL/1/monografia_conhecendo_bambus_e_suas_potencialidades_luiz_fernando_andrade_de_oliveira.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2019.

PARAÍBA. **Lei nº 10.033, de 3 de julho de 2013**. Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Estado da Paraíba, e dá outras providências. Paraíba: DOE, [2013]. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/lei-10033-2013-pb_310531.html. Acesso em: 9 dez. 2020.

PASTOR, Jaiane dos Santos; BARROS, Adrielle Medeiros; NUNES, Gabrielly da Mota; SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva. Aplicação do Bambu na Construção Civil: Projeto Sustentável de Interesse Social. In: CONGRESSO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., João Pessoa, 2018. **Anais...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2018. p. 357-365.

REZENDE, Amanda Teixeira. **Reuso Urbano de Água para Fins Não Potáveis no Brasil**. 2016. 106 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Ambiental e Sanitarista) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-AMANDA-REZENDE-FINAL.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2020.

SILVA, M. A.; SANTANA, C. G. Reuso da Água: Possibilidades de Redução do Desperdício nas Atividades Domésticas. **Revista do CEDS**: Periódico

do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB, São Luís, v.1, n.1, ago./dez. 2014. Disponível em: <http://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/REUSO-DE-C3%81GUA-possibilidades-de-redu%C3%A7%C3%A3o-do-desperd%C3%ADcio-nas-atividades-dom%C3%A9sticas.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2019.

SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva; TORRES, Sandro Marden; BARBOSA, Normando Perazzo. Resistência Mecânica de Painéis de Bambu e Argamassa com Resíduos Industriais para Construções de Interesse Social. **InterScientia**, João Pessoa, v. 3, n.1, p. 194-206, jan./jun. 2015.

TONETTI, Adriano Luiz; BRASIL, Ana Lúcia; MADRID, Francisco José Peña y Lillo; FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles; SCHNEIDER, Jerusa; CRUZ, Luana Mattos de Oliveira; DUARTE, Natália Cangussu; FERNANDES, Patrícia Moreno; COASACA, Raúl Lima; GARCIA, Rodrigo Sanches; MAGALHÃES, Taína Martins. **Tratamento de Esgotos Domésticos em Comunidades Isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Campinas - SP: Biblioteca Unicamp, 2018. 153 p. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=2639660.PDF. Acesso em: 7 dez. 2019.

TONETTI, Adriano Luiz; FILHO, Bruno Coraucci; GUIMARÃES, José Roberto; CRUZ, Luana Mattos de Oliveira; NAKAMURA, Marcela Soliz. Avaliação da partida e operação de filtros anaeróbios tendo bambu como material de recheio. **Eng Sanit Ambient**, [S. l.], p. 11-16, 1 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a04v16n1>>. Acesso em: 18 nov. 2019.