

DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA COM A UTILIZAÇÃO DO BAMBU

Rodrigo Teruaki Tamura (IC) e Liliane Frosini Armelin (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

O bambu tem sido fonte de interesse de muitas pesquisas pois é matéria prima abundante no Brasil. Alguns estudos mostraram o seu potencial na remoção de poluentes de águas contaminadas e, diante disso, o presente estudo investigou o potencial na remoção de sais. Foram analisadas três espécies diferentes da planta, além de uma espécie de dracena muito similar ao bambu que foram submetidas às condições de salinidade utilizando diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl). Ao longo do tempo, foram monitoradas variáveis de qualidade da água e dentre essas a condutividade elétrica. Os resultados não se mostraram muito promissores, exceto para a dracena, única espécie viva. Os resultados obtidos mostraram que o bambu possui características que podem possibilitar a retirada de sais da água, no entanto seu potencial total pode não ter sido atingido devido as circunstâncias que os ensaios foram realizados, mostrando que as investigações devem prosseguir sob diferentes condições.

Palavras-chave: Condutividade. Bambu. Cloreto de sódio.

ABSTRACT

Bamboo has been a source of interest for many studies as it is an abundant raw material in Brazil. Some studies have shown its potential in removing pollutants from contaminated water and, in light of this, the present study investigated the potential in removing salts. Three different species of the plant were analyzed, in addition to a species of dracena very similar to bamboo that were subjected to salinity conditions using different concentrations of sodium chloride (NaCl). Over time, water quality variables and electrical conductivity were monitored. The results were not very promising, except for dracena, the only living species. The results obtained showed that the bamboo has characteristics that allow the removal of salts from the water, however its full potential may not have been reached due to the circumstances that the tests were carried out, showing that the investigations must proceed under different conditions

Keywords: Conductivity. Bamboo. Sodium chloride.

1. INTRODUÇÃO

A escassez da água potável para consumo e a sua utilização vem sendo um dos assuntos mais abordados nos tempos atuais. Pesquisas realizadas por Brito et al. (2007) mostram que 2,5% de toda água do mundo é doce, portanto pode ser consumida. Contudo somente 1,1% dessa quantia está ao alcance do ser humano, pois os outros 98,9% se encontram em locais de difícil acesso como as geleiras e calotas polares que representam 68,9% que somadas aos 28,9% de águas subterrâneas totalizam a água que está fora de alcance do ser humano. O restante da água presente no planeta Terra vem dos oceanos, porém ela contém níveis salinos muito altos que as tornam impróprias para o consumo.

Em alguns locais do planeta existe disponibilidade hídrica, no entanto a água não é potável. No semiárido brasileiro além da escassez, a região é constituída em grande parte por terrenos cristalinos e a água que se acumula no subsolo é retirada através da perfuração de poços, possui altos teores salinos inviabilizando o seu consumo.

Como forma de contornar essa situação diversos locais no mundo estão em uma constante busca por métodos de dessalinização para que seja possível utilizar a água de mares e poços artesianos com características salinas e/ou salobras.

Um dos meios que estão sendo estudados é voltado para utilização de halófitas que em tese possuem a capacidade de retirar uma certa quantidade de sais da água devido a algumas bactérias presentes na sua estrutura. Esse pode ser considerado um dos se não a melhor forma de retirar os sais por ser um meio renovável e que não tende a agredir o meio ambiente. Ao contrário da osmose reversa esse método não possui a característica de ter que retornar o sal retirado ao mar que acaba por prejudicar a vida marítima da região onde se é utilizado o processo.

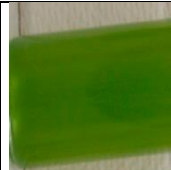
2. REFERENCIAL TEÓRICO

A dessalinização das águas é um tema que cresce exponencialmente ao longo dos anos devido à queda das porcentagens de água doce presente no mundo e aos altos teores de águas salinas e salobras vindas dos mares e poços artesianos respectivamente.

Por conta disso diversos estudos são realizados todos os anos, para que se possa dessalinizar essas águas impróprias para consumo humano. Atualmente o método mais utilizado é o da osmose reversa, que apesar de ser eficaz acaba utilizando uma considerável quantidade de energia e produz um resíduo com alta concentração de sais que é na maioria das vezes, descartado de volta ao mar ou no próprio local onde ocorre o processo. Ao longo dos anos foram surgindo técnicas alternativas com o objetivo de redução do uso da energia e também do resíduo minimizando os impactos negativos da osmose reversa. Na sequência são comentadas duas dessas alternativas:

Uma pesquisa chamada de Bio-dessalinização utilizou algas halófitas na redução de cloreto de sódio. Realizada por Sahle-Demessie et.al em 2019, mostrou que alguns tipos de algas halófitas conseguem reter moléculas de sais (NaCl) maiores que as da água devido a bactérias fotossintéticas presentes na sua composição. Após um período de aproximadamente 60 dias a solução passou por alguns processos onde no final dos testes, após a centrifugação e filtração, constatou-se uma redução considerável na quantidade dos íons Na^+ e Cl^- confirmando a tese de que as algas possuem uma função de reter células de sais, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Redução na concentração de íons na utilização de algas halófitas

	Amostra	Concentração das células de algas (células/mL)	Concentração de Cloreto mV	Diminuição de Cloreto (%)
	Solução completa	10^4	12,4	21
	Solução centrifugada	10^2	7,2	58
	Solução centrifugada e filtrada	Muito baixa	3,2	74

Fonte: Sahle-Demessie & Hassan. (2019)

Estudos mostram que cerca de um terço da superfície terrestre encontra-se em regiões áridas e semiáridas. Essas áreas são conhecidas por possuírem um baixo índice pluviométrico variando de 50 a 500 mm ao ano, baixa produtividade agrícola e subdesenvolvimento (VASCONCELLOS, 2011 apud TEWARI; ARYA, 2005; MORTIMORE, 2003). No Brasil existe uma área representada por esse tipo de região denominada “Semiárido Brasileiro” que apresenta uma alta densidade demográfica e baixa disponibilidade hídrica.

Para contornar essa situação o poder público introduziu ao longo do tempo cerca de 2.000 dessalinizadores no semiárido brasileiro que funcionam através do processo de Osmose reversa (OR), contudo aproximadamente 70% encontram-se desativados (VASCONCELLOS, 2011 apud SOARES, 2006).

Por mais eficaz que seja, a Osmose Reversa além de possuir um alto gasto energético, ela acaba produzindo elevadas quantidades de sais que são jogados em lagos, rios e oceanos. Diversas linhas de contorno foram estudadas para que essas águas, agora com um maior teor salino, pudessem ser tratadas de forma natural.

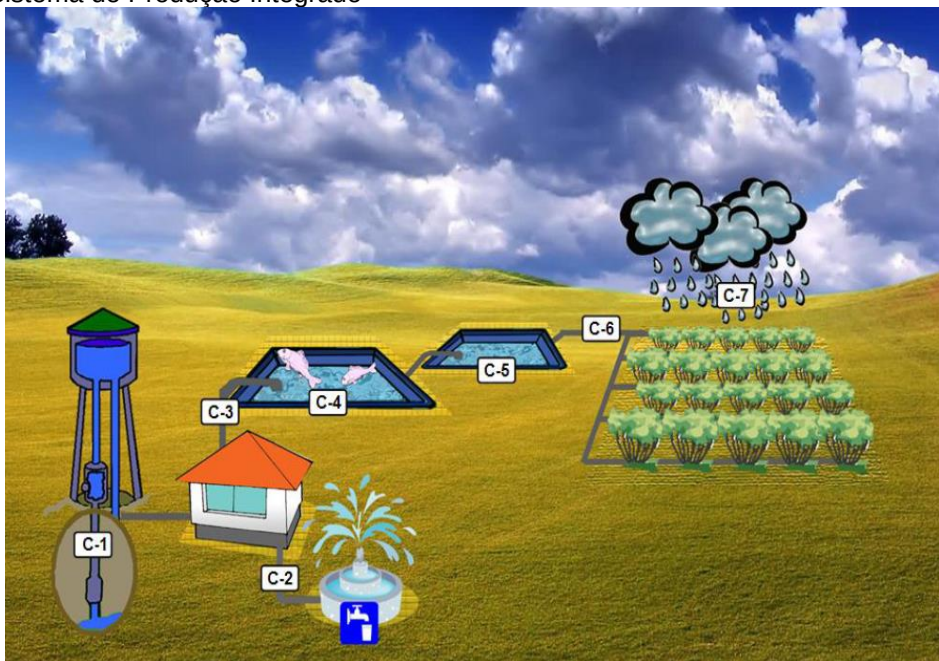
A Embrapa Semiárido criou como alternativa o “Sistema de Produção Integrado Utilizando Efluentes de Dessalinização” (PORTO et., al 2004) fragmentado em 4,0 partes (Figura 1):

- Dessalinização da água do poço através de osmose reversa;
- Uso do efluente da dessalinização na piscicultura (*tilápia Oreochromis sp.*);
- Uso do efluente advindo da piscicultura na fertirrigação de halófitas (*Atriplex nummularia*) para produção feno;
- Engorda de caprinos e ovinos com dietas contendo o feno;

Foram coletadas amostras de diversos pontos para que análises físicas e químicas de pH, condutividade elétrica, sulfato, cloreto, bicarbonato, sódio, potássio, cálcio e magnésio fossem realizadas. Os testes foram realizados no Laboratório de Ecologia Isotópica (CENA/USP). As amostras foram coletadas de diversos locais ao longo do percurso, sendo representados pelos pontos C1 a C6 (Figura 1).

C1: Água do poço; C2: Água doce; C3: Rejeito Salino do dessalinizador; C4: Água no tanque de piscicultura; C5: Água no tanque pulmão; C6: Água utilizada na fertirrigação.

Figura 1: Sistema de Produção Integrado



Fonte: Vasconcellos. (2011)

Este sistema reduz totalmente o impacto do resíduo, uma vez que este é aproveitado para a criação de peixes que se adaptam a água salobra e posteriormente é lançado no solo onde plantas resistentes vão utilizar os íons restantes em suas funções. Ao final, são aproveitadas para a alimentação de animais.

Por outro lado, tem se observado o aproveitamento de diferentes materiais no tratamento das águas, através da remoção dos poluentes. Um dos materiais que tem sido muito estudado é o bambu que existe abundantemente no Brasil, além de ser barato e estar disponível em qualquer região.

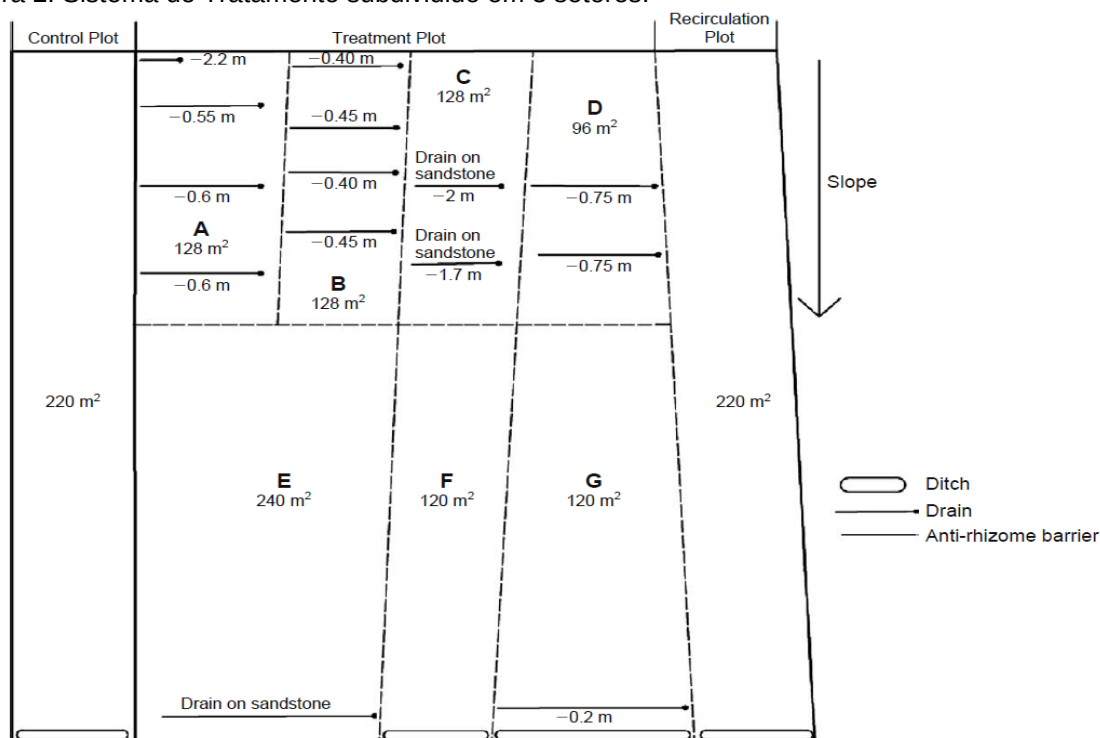
O Bambu possui como principal vantagem seu alto teor de crescimento onde a cada dia a planta cresce aproximadamente 0,17 metros, com uma variação entre suas espécies de acordo com estudos realizados por Silva et al. (2011). Contudo essa característica pode ser vista como sendo maléfica à região, pois devido a esse rápido crescimento as plantas vizinhas com alturas menores a do Bambu ficam incapazes de receber a luz solar que por consequência impede a fotossíntese assim restringindo a área somente ao plantio de Bambu. O interessante é conciliar seu uso por ser um meio renovável e de rápida produção.

Atualmente, este material é utilizado em diversas aplicações que variam desde construção de instrumentos musicais até construção de projetos civis devido à grande rigidez em suas fibras. Além dessas características o Bambu é hospedeiro de uma bactéria do tipo *Pseudomonas*, as quais aderem as paredes internas do colmo devido a presença da parênquima, esta é responsável pelo armazenamento de substâncias fabricadas pela célula (óleos, cristais de oxalato, amido, proteína, entre outros) que servem para a reprodução de micro-organismos que são responsáveis pela degradação dos sais e poluentes (bactérias) presentes na água.

Uma empresa Francesa especializada em fitorremediação patenteou um método tecnológico utilizando bambus tratados para o tratamento de águas residuais.

O sistema foi testado em uma área agrícola próxima de Miramas com um clima mediterrâneo. A área destinada para o sistema possui em torno de 1520,0 m² onde foi dividido em três setores distintos: tratamento (1080,0 m²), reciclagem (220,0 m²) e controle (220,0 m²) como representados na figura 2. Além disso o setor de tratamento possui subdivisões (A, B, C, D, E, F e G) destinados a diferentes profundidades de drenagem que variam de 20,0 cm a 2,0 m. O terreno utilizado é constituído de solo arenoso (80% até 1,0 m de profundidade) somado a 60,0 cm de solo *Sand Loam Soil*. Dentro do setor de tratamento foram plantados três tipos de espécies de bambu: *Semiarundinaria fastuosa*, *Phyllostachys viridis* e uma variação da segunda *Phyllostachys viridis "sulfurea"*. (ARFI, V; Bagoudou, D. 2009).

Figura 2: Sistema de Tratamento subdividido em 3 setores.



Fonte: Arfi & Bagoudou. (2009)

Diversas amostras foram coletadas durante um período de 9 meses, onde ao final do percurso foram obtidos resultados que comprovaram a eficiência do sistema com uma remoção aproximadamente de 99% de poluentes, como pode ser visto verificado na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados dos testes realizados antes e depois do tratamento

Tabela referente ao período de setembro a maio							
	TSS	COD	BOD5	N	P	K	Cu
Entrada (Kg)	1376,3	2525,79	1263,65	56,08	7,15	51,83	0,93
Saída (Kg)	2,95	6,56	4,08	0,06	0,04	0,32	0,00
Eficiência do sistema de remoção	99,80%	99,70%	99,70%	99,90%	99,40%	99,40%	99,90%

Fonte: Arfi & Bagoudou (2009)

Estudos realizados por Hillman et al (2007) consistiram na utilização do Bambu, planta da divisão *Magnoliophyta* com classe *Liliopsida* de ordem *Poales* pertencente à família *Poaceae*. O objetivo foi verificar a redução da poluição de um afluente do Rio das Antas em Criciúma, Santa Catarina (Figura 3). As bactérias do tipo *Pseudomonas* presente no bambu foram capazes de promover uma limpeza de águas poluídas retirando cerca de 95% dos poluentes presentes na água. Essa pesquisa foi realizada utilizando reservatórios produzidos pela própria equipe com capacidade gerada em torno dos 0,023m³ (23L), representado na figura 4.

Figura 3: Rio das Antas onde foram coletadas as amostras de água poluída



Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Figura 4: Recipientes com a água a ser tratada e o bambu

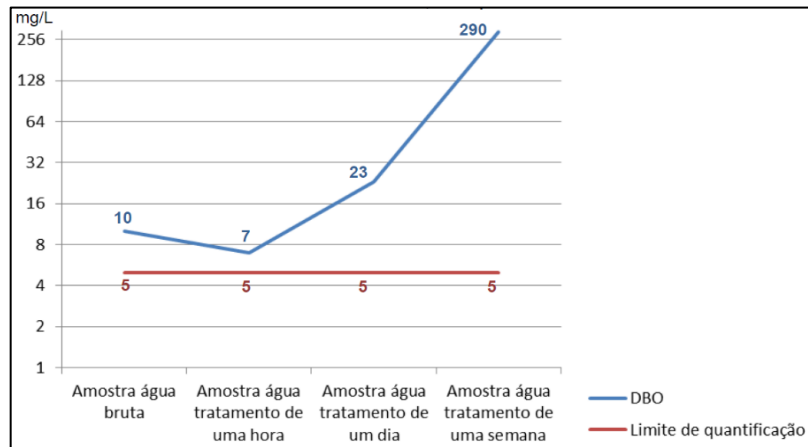


Fonte: Hillman & Allem. (2017)

O experimento foi realizado ao reservar o material coletado junto dos bambus nas idades de: uma hora, um dia, uma semana e um mês. Foram monitoradas variáveis de qualidade da água: DBO, DQO, coliformes (totais e termotolerantes) e por último análise do pH. Os resultados do monitoramento mostraram que após uma hora de contato da água com o bambu, houve redução da concentração das variáveis, porém não foi suficiente para DBO e DQO se adequarem às concentrações mínimas da resolução CONAMA 357/05.

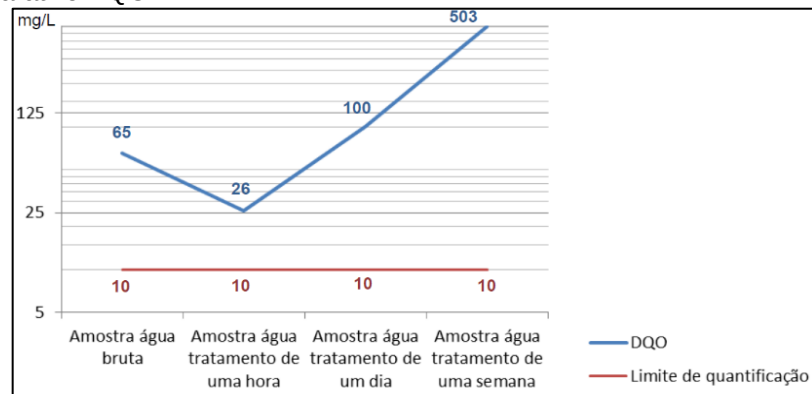
As amostras foram mantidas durante 1 semana em contato com o bambu e verificou-se que após uma hora de contato, a concentração de todas as variáveis monitoradas passaram a elevar, mostrando que o tempo é fundamental no trabalho com este material e exceto para o pH, não é recomendável, tratando-se de poluição orgânica, tempos de contato superiores a uma hora. Os gráficos abaixo (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9) apresentam a variação de concentração das variáveis de qualidade da água em relação ao tempo.

Figura 5: Comparativo DBO.



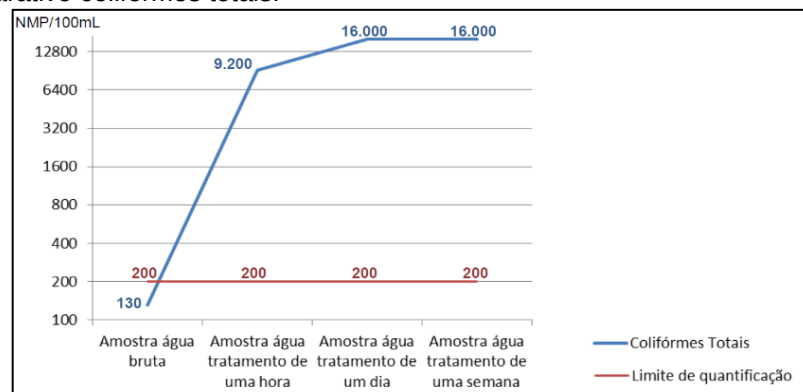
Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Figura 6: Comparativo DQO.



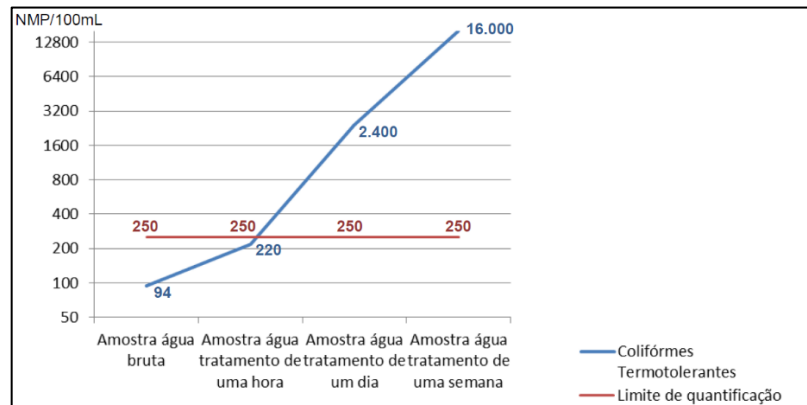
Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Figura 7: Comparativo coliformes totais.



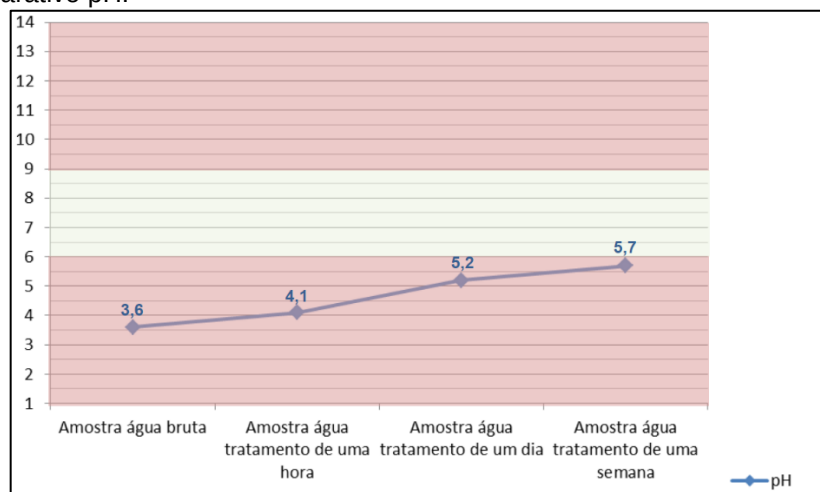
Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Figura 8: Comparativo coliformes termotolerantes.



Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Figura 9: Comparativo pH.



Fonte: Hillman & Allem. (2017)

Ao final da pesquisa as autoras constataram que o contato de uma hora com o bambu representou visualmente uma melhora significativa as propriedades da água quanto a turbidez e odor. Essa água pode ser reutilizada, contudo, esse reuso não deve ser voltado para o consumo humano, mas sim para outros usos menos nobres, por exemplo, irrigação, lavagem de calçadas, controle de incêndios, entre outros. As autoras acrescentam, para adequar a água residuária em padrões permitidos pela legislação, será necessário utilizar geocálcio para equilibrar o pH em suspensão aquosa que permitirá a alcalinização da água e logo em seguida alterar os níveis de coliformes totais e coliformes termotolerantes. (HILLMAN; ALLEM, 2017)

Uma pesquisa realizada por Zampieri et al. (2019) objetivou estudar o consumo de água salobra através de plantas e analisar o impacto do stress salino em suas estruturas morfológicas. Baseando-se em estudos anteriores a respeito da resistência de determinadas plantas, foram escolhidas três opções: *Beta vulgaris esculenta* (Beterraba), *Solanum melongena* (Berinjela) e *Dracena Sanderiana* (Bambu da sorte). As plantas foram submetidas à hidroponia onde as raízes das plantas ficaram imersas em soluções que simularam águas salobras com adições de alguns nutrientes (adubo, NPK). Com uma análise de

aproximadamente 10 semanas o estudo chegou a uma conclusão de que é possível o cultivo tanto da *B. vulgaris esculenta*, como da *D. sanderiana* em meios salinos, sendo que ambas conseguiram apresentar evoluções ao longo do período, se destacando a *D. sanderiana* que não apresentou em sua estrutura, efeitos provenientes do stress salino.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do estudo foram utilizadas três espécies de bambu: *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* e *Phyllostachys aurea*. Foi também utilizado uma planta com características parecidas com as do bambu conhecida como “Bambu da sorte” denominada *Dracena sanderiana*.

As análises realizadas consistiram nas seguintes variáveis de qualidade da água: condutividade, objetivando verificar uma possível redução dos sais contidos nas amostras, temperatura e pH, objetivando compreender a influência de ambos no processo de dessalinização, se isto ocorrer.

3.1 Testes com *Bambusa vulgaris*

O primeiro ensaio foi realizado utilizando esta espécie cortada em pedaços de aproximadamente 20,0 cm dispostos na posição vertical imersos em água, em baldes de plástico. Foram utilizadas, para esse ensaio, três concentrações distintas de cloreto de sódio, NaCl: 0%, 4% e 9,6%, totalizando, portanto, 3 baldes. As soluções foram introduzidas dentro de seus colmos evitando contato com a parte externa do bambu, conforme apresentado pela Figura 10.

Figura 10: *B. vulgaris* cortado em pedaços, dispostos em baldes com as soluções de NaCl.



Fonte: Armelin, 2019 (acervo próprio)

Na realização dos ensaios, um padrão de coleta foi utilizado: Preparação de uma única amostra por concentração, que foi composta pela água de todos os 5 colmos dispostos no balde, contribuindo desta forma para sua melhor representatividade. Após o primeiro dia as amostras apresentaram uma tonalidade mais turva conforme pode ser observado na Figura 11.

Figura 11: Soluções com idade de 1h e 1 dia respectivamente.



Fonte: Armelin, 2019 (acervo próprio)

A Tabela 3 apresenta as datas, hora e os valores das três variáveis de qualidade monitorados para os três recipientes, durante uma semana.

Tabela 3: Resultados do monitoramento das variáveis de qualidade para o *B. vulgaris*.

Experimento 1 - <i>B. vulgaris</i>									
	DIA	02/out		03/out	04/out	07/out	08/out	09/out	10/out
	HORA	14:35	15:35	09:07	16:40	14:30	15:30	17:50	17:00
CONC. 0 g/L (mS)	pH	7,6	7,22	5,58	5,67	7,5	7,5	7,2	7,4
	Temp. água (°C)	22	22	21	21,5	22	21	21	21
	Cond. (mS/cm)	0,021	0,024	0,722	0,891	2,8	3,2	3,6	3,8
CONC. 4 g/L (mS)	pH	7,8	7,11	6,24	6,41	7,6	7,2	6,8	7,3
	Temp. água (°C)	22	22	21	21,5	22	21	21	21
	Cond. (mS/cm)	8,3	8,07	8,75	5,97	11,44	12,97	11,8	12,1
CONC. 9,6 g/L (mS)	pH	7,95	6,85	5,6	6,22	7,3	6,8	7,2	7
	Temp. água (°C)	22	22	21	21,5	22	21	21	21
	Cond. (mS/cm)	15,1	15,1	15,6	10,39	19,2	20	19	19,2

Fonte: O autor (2019)

3.2 Teste com *B. vulgaris*, *D. asper* e *P. aurea*.

Para a realização do segundo ensaio, foram utilizadas 3 diferentes espécies: *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper* e *Phyllostachys aurea*. Diferentemente do primeiro ensaio, somente a concentração de 9,6% de cloreto de sódio foi analisada visto que nos testes anteriores, para todas as situações, não se observou redução na concentração de sais. Neste

teste, alterou-se a disposição dos bambus para a forma horizontal em pedaços de aproximadamente 20 cm que ficaram submersos nas soluções de NaCl.

As coletas foram realizadas levando em consideração que as amostras devem ser representativas e para isso, o recipiente era agitado durante um tempo para que ocorresse a homogeneização. Os valores obtidos para as variáveis analisadas, estão apresentados na Tabela 4. Espécie: (1) *P. aurea*, (2) *D. asper* e (3) *B. vulgaris*.

Tabela 4: Resultados do monitoramento das variáveis de qualidade para o *B. vulgaris*, *D. asper* e *P. aurea*.

Experimento 2 - <i>P. aurea</i> / <i>D. asper</i> / <i>B. vulgaris</i>					
Data	Hora	Espécie	Condutividade (mS/cm)	pH	Temperatura da água (°C)
04/11/2019	09:00	1	15,2	6,8	22
		2	14,8	6,5	22
		3	15,1	4,9	22
	14:30	1	14,9	7,1	22
		2	14,3	7,5	22
		3	15,2	6,3	22
	16:00	1	15	7,1	22
		2	14,4	7,1	22
		3	14,8	6	22
	17:00	1	14,9	7	22
		2	14,6	7,1	22
		3	15	6	22
05/11/2019	15:00	1	15,3	6,74	22
		2	15,2	6,5	22
		3	15	5	22
06/11/2019	11:00	1	15,7	6,9	22
		2	15,4	6,6	22
		3	15,5	4,9	22
07/11/2019	07:40	1	16	7,2	21,5
		2	15,7	6,7	21,5
		3	15,9	5	21,5

Fonte: O autor (2019)

3.3 Teste com *Dracena sanderiana*

Esta planta foi escolhida para a realização de testes por ter apresentado bons resultados na dessalinização da água em outro estudo (ZAMPIERI et al, 2019).

Neste caso, foram preparadas 2 unidades sendo a primeira em solução de água filtrada somente e a segunda em uma solução de água com cloreto de sódio a 15% (Figura 12). As plantas foram adquiridas com raízes, vivas em água. As soluções foram preparadas em provetas graduadas de 500 ml, facilitando a identificação da redução do volume de água. Plástico filme foi incorporado à boca da proveta com o objetivo de evitar a evaporação e a entrada de água de chuva.

Figura 12: Provetas contendo as duas amostras de *D. Sanderiana*.

Fonte: Armelin, 2019 (acervo próprio)

A princípio, o monitoramento seria realizado para as três variáveis de qualidade adotadas nos dois testes anteriores, no entanto, houve um problema com a sonda de pH, impossibilitando coletar esses dados. Os resultados do monitoramento estão apresentados na tabela 5 com as amostras estando divididas entre 1 e 2 tendo elas concentrações de 0% e 15% de cloreto de sódio (aproximadamente 23,6 mS/cm) respectivamente.

Tabela 5: Resultados do monitoramento das variáveis de qualidade para a *D. sanderiana*.

Experimento 3 - <i>D. sanderiana</i> .			
Data	Amostra	Condutividade	Temperatura (°C)
18/05/2020	1	66,2 μ S/cm	17
	2	24 mS/cm	17,3
25/05/2020	1	60,0 μ S/cm	16,8
	2	26,3 mS/cm	16,6
06/06/2020	1	50,6 μ S/cm	22,9
	2	25,8 mS/cm	22,8
15/06/2020	1	54 μ S/cm	18,6
	2	27,3 mS/cm	17,8
30/06/2020	1	68 μ S/cm	20,4
	2	28 mS/cm	21
07/07/2020	1	59,5 μ S/cm	22,8

	2	28,9 mS/cm	23,2
15/07/2020	1	42 μ S/cm	15,2
	2	29,7 mS/cm	15,3
22/07/2020	1	35,2 μ S/cm	17,6
	2	30,1 mS/cm	17,3
28/07/2020	1	30 μ S/cm	23,2
	2	30,1 mS/cm	23,4

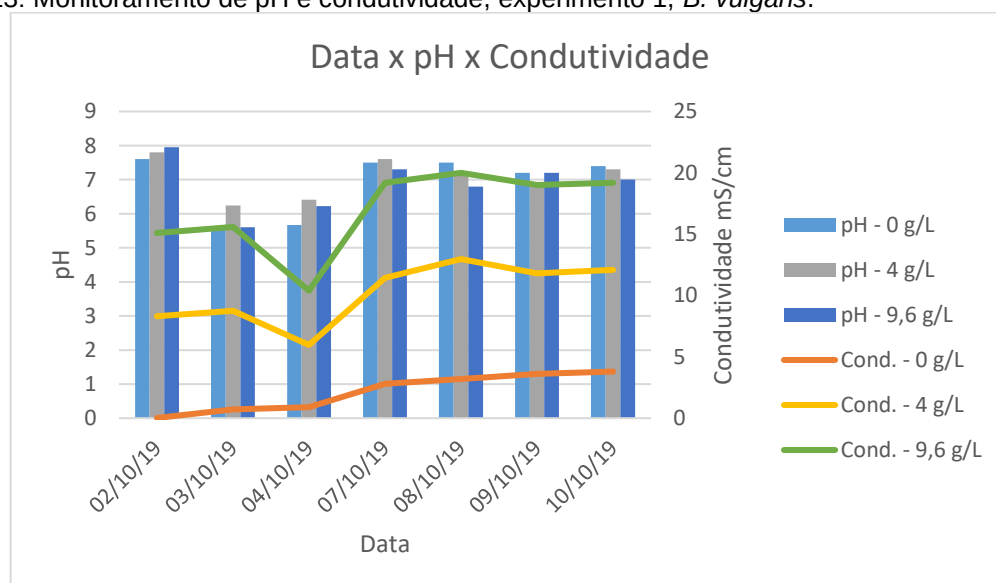
Fonte: O autor (2019)

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

O primeiro teste realizado que consistiu no ensaio apenas com a espécie *B. vulgaris* em três diferentes concentrações dentro dos colmos apresentou uma pequena redução da variável condutividade elétrica nos dois primeiros dias, passando nos dias subsequentes a elevar. Sabe-se que matéria orgânica em água entra em decomposição, que a princípio é realizada pelas bactérias aeróbias que utilizam o oxigênio dissolvido na água. Uma vez não existindo mais oxigênio, o pH decresce e as bactérias aeróbias morrem e a decomposição fica por conta das bactérias anaeróbias que utilizam para a realização de suas funções metabólicas vitais, compostos diferentes do oxigênio e liberam gases de odor desagradável, justificando os odores ruins que ao longo dos dias, o sistema passou a apresentar.

O que aconteceu foi que o bambu na água, depois de algum tempo entrou em decomposição, a princípio por bactérias aeróbias e quando houve a redução do oxigênio dissolvido na água, foi acompanhado da redução do pH indicando que as bactérias anaeróbias entraram em ação. Na sequência, em condição anaeróbica, observou-se discreta redução na concentração do cloreto de sódio. Após esta fase o pH volta a elevar-se junto a concentração do cloreto de sódio (Figura 13).

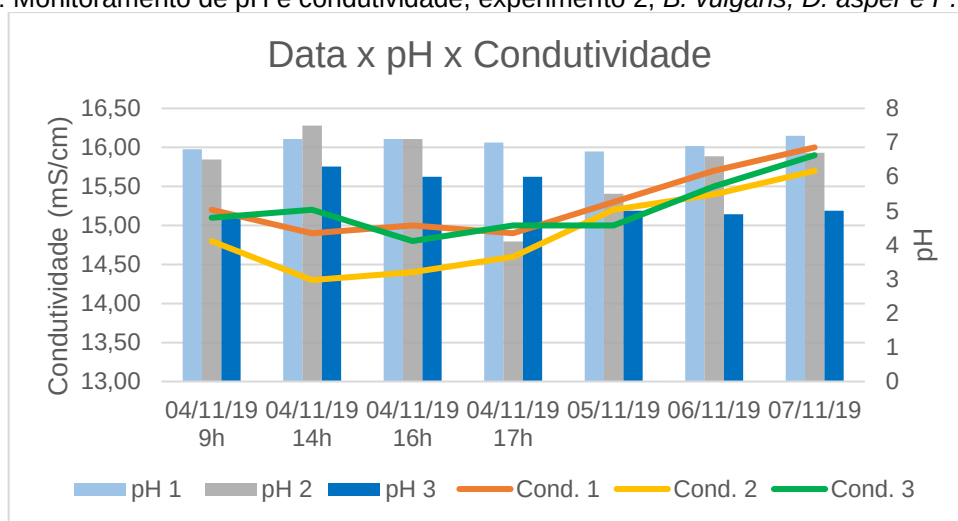
Figura 13: Monitoramento de pH e condutividade, experimento 1, *B. vulgaris*.



Fonte: O autor (2019)

O segundo teste que envolveu 3 espécies diferentes, bambus submersos e concentração de cloreto de sódio a 9,5% (apresentou resultados diferentes. Em relação ao pH, com exceção da espécie *D. Asper*, não houve grande variação para cada espécie ao longo do tempo, apesar de terem sido verificados diferentes valores entre as espécies, no entanto ao analisar condutividade, de uma maneira geral, observou-se aumento depois de um curto espaço de tempo em que se observou discreta redução (Figura 14), o que pode ser explicado pela degradação da matéria orgânica de forma anaeróbia. Neste caso, também ocorreu alteração na cor da água e odores desagradáveis, características estas, indicadoras de digestão anaeróbia.

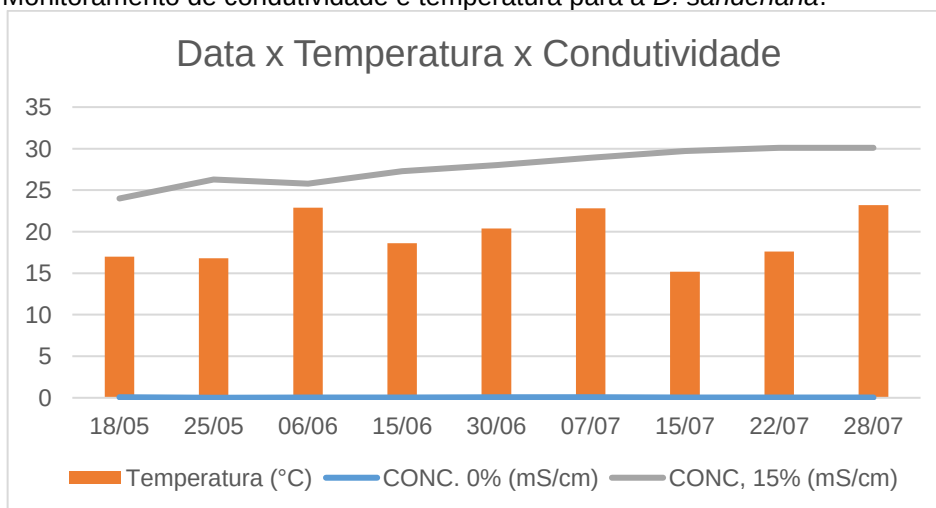
Figura 14: Monitoramento de pH e condutividade, experimento 2, *B. vulgaris*, *D. asper* e *P. aurea*.



Fonte: O autor (2019)

No terceiro teste, com a planta *D. sanderiana*, a análise de uma possível dessalinização foi realizada através do gráfico abaixo (Figura 15). A planta foi submetida a soluções de água filtrada com concentrações de 0% e 15% de NaCl (aproximadamente 23,6 mS/cm).

Figura 15: Monitoramento de condutividade e temperatura para a *D. sanderiana*.

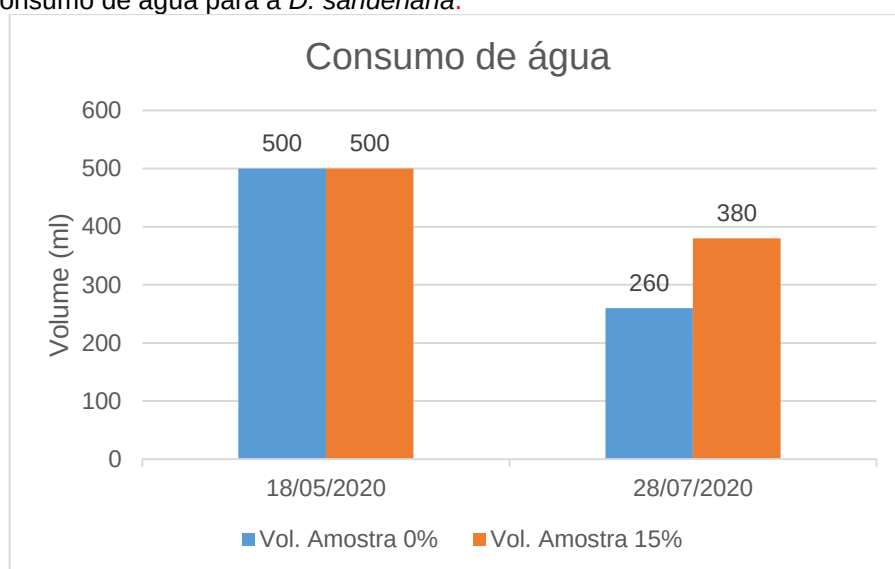


Fonte: O autor (2020)

A água utilizada pelas plantas não foi reposta, como aconteceu no estudo de Zampieri et al (2019) e ao longo do tempo, observou-se que o consumo da unidade sem o cloreto de sódio foi muito maior que a unidade preparada apenas com água filtrada, demonstrando que a planta reagiu ao stress salino diminuindo o consumo de água.

Esperava-se que com a redução do consumo de água, houvesse também uma redução no crescimento da planta ou que esta apresentasse os sintomas do stress como folhas secas e murchas, porém, isto não ocorreu. As plantas se apresentaram depois de 2 meses, com aparência muito similar, sendo difícil identificar qual delas foi submetida ao stress salino. O gráfico abaixo (Figura 16) mostra o consumo de água de ambas as unidades.

Figura 16: Consumo de água para a *D. sanderiana*.



Fonte: O autor (2020)

O aumento da concentração de sais ao longo do tempo demonstrado pelo monitoramento da condutividade elétrica pode ser explicado pela redução do volume de água, pois não houve a reposição. A planta arrumou um mecanismo para a sua sobrevivência que consistiu na utilização de uma menor parcela de água e ao que tudo indica, também não fez uso de toda a disponibilidade de íons.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram observadas remoções de íons das soluções salobras por todas as três concentrações ensaiadas da espécie bambu *B. vulgaris* do experimento 1, considerando o tempo total dedicado ao experimento, de 144 horas, pelo contrário, o que ocorreu foi a elevação dos íons, fato constatado pela medida da condutividade elétrica da solução. Isto ocorreu por causa do processo de decomposição da matéria orgânica que implicou em reações químicas que resultou na produção de sais. No entanto, após 48 horas do início do monitoramento, observou-se redução na medida de condutividade, acompanhada de redução

no pH, que na sequência passa a elevar novamente configurando talvez, o início da oxidação anaeróbia. Não se considerou que a temperatura da água tenha influenciado o processo, uma vez que não variou mais do que 0,5°C, entre as medidas.

No experimento 2, observou-se aumento da condutividade ao longo do tempo para as três espécies ensaiadas depois de logo no início do ensaio ter sido observada uma discreta redução. Diferentemente do ensaio anterior, pouca alteração ocorreu no pH. Neste caso, também não houve variação significativa da temperatura da água. Como no ensaio anterior, iniciou-se o processo de biodegradação. Supõe-se que o bambu apresenta funções que podem retirar os sais presentes em águas salobras, porém isso só acontece se o mesmo estiver imerso na água durante determinado período de tempo, como observado nos dois primeiros ensaios.

O terceiro experimento mostra um potencial significativo de remoção pela *D. sanderiana*, desde que a água utilizada pela planta seja reposta ao longo do tempo, como no estudo de Zampieri et al (2019), caso contrário, ela reduz ao máximo seu consumo. Para minimizar a produção da salmoura pelos sistemas de dessalinização através da osmose reversa, a *D. Sanderiana* poderia ser aplicada com grande potencial de sucesso.

Com este resultado propõe-se a continuação das investigações a respeito dessa planta e o gasto de salmoura em suas funções vitais a longo prazo.

6. REFERÊNCIAS

- ARFI, V; BAGOUDOU, D; KORBOULEWSKY, N. **Initial efficiency of a bamboo grove-based treatment system for winery wastewater**. Desalination, v. 246, p. 69-77, 2009.
- HILLMAN B. O.; ALLEM, P. M. **Estudo de tratamento de água residuária com meio suporte de bambu**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Serra.
- SAHLE-DEMESSIE, E; HASSAN, A.; BADAWY, A.E. **Bio-desalination of brackish and seawater using halophytic algae**. Desalination, v. 465, p. 104-113, 2019.
- SALGADO, A. L. B. (org). **Bambu com sal: aqui e agora, lá e então**. 1. Ed. Campinas: Editora Amaro Comunicações, 2014. 352 p.
- VASCONCELLOS, Eduardo Ballespi de Castro. **Dinâmica da água e dos nutrientes no sistema de produção integrado gerado pela dessalinização da água de poço do semiárido brasileiro**. 2011. 101 f. Monografia (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- ZAMPIERI, Carolina Carvalho et al. **ESTUDO DO POTENCIAL DO CULTIVO HIDROPÔNICO DA BETERRABA, BERINJELA E BAMBU-DA-SORTE UTILIZANDO-SE DOS REJEITOS PROVENIENTES DA DESSALINIZAÇÃO**. 2019. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019.

Contatos: rodrigo.tamura@hotmail.com e liliane.armelin@mackenzie.com