

ESTUDO DO POTENCIAL DO EMPREGO DE QUITOSANA EM DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA

Felipe Moreno de Oliveira (IC) e Miriam Lucia Chiquetto Machado (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Com o objetivo de conhecer melhor as propriedades da quitosana e a possibilidade do emprego da mesma na dessalinização da água, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre o emprego da quitosana na remoção de várias substâncias químicas em águas residuárias, e foram realizados ensaios em laboratório, seguindo as limitações do isolamento social e outras medidas sanitárias indicadas por autoridades competentes, provocadas pela pandemia do coronavírus Covid-19. Essa situação afetou o período de realização da pesquisa. Em pesquisas realizadas, observou-se que a quitosana tem-se mostrado um composto químico capaz de adsorver íons metálicos em determinadas condições de pH. Partiu-se, portanto, da hipótese da utilização da quitosana na adsorção do íon Na^+ em solução aquosa e, em caso positivo, sugerir um método de dessalinização utilizando a quitosana, substância obtida de cascas de crustáceos, como o camarão. A proposta seria uma forma ecológica de obter água potável através da água salobra, um novo método mais sustentável quando comparado à dessalinização por osmose reversa, que gera um rejeito altamente tóxico, com alta concentração de sais. Ensaios preliminares realizados, apesar de limitados, apresentaram resultados significativos. O contato de quitosana em solução aquosa de Cloreto de Sódio, (NaCl) durante vinte horas, em agitação em mesa orbital, a temperatura ambiente, não apresentou redução na condutividade elétrica nem na salinidade da água em todos os ensaios realizados, em diferentes condições de pH, empregando-se para ajuste de pH diferentes ácidos e bases. Propõe-se a continuidade da pesquisa com emprego de quitosana modificada, de acordo com informações obtidas na literatura.

Palavras-chave: Quitosana. Dessalinização. Água Potável

ABSTRACT

With the intention of understand better the properties of chitosan and the possibility of itself being used as in water desalination, has been accomplished bibliographic research about the use of chitosan in removal of many chemical substances in residual water, and has been accomplished laboratory tests, following the social isolation limitations among others sanitary measures indicated by competent authorities, caused by pandemic of coronavirus Covid-19. This situation affected the research period. In research accomplished, was observed that chitosan has been a chemical compost able to adsorb metal ions in proper conditions of pH. Therefore, was started from the hypothesis of the use of chitosan in adsorption of Na^+ ion in

aqueous solution and, in positive case, suggest a method of desalination using chitosan, element obtained from shells of crustaceans, as shrimp. The proposal would be an ecological way of obtaining potable water through brackish water, a new method more sustainable when compared to desalinators through reverse osmosis that eliminate a highly toxic waste, with high concentration of salts. Preliminary tests, although limited, showed significant results. The contact of chitosan in aqueous solution with Sodium Chloride (NaCl) for twenty hours, under agitation on the orbital table, at room temperature showed no reduction in electrical conductivity as well as in the salinity of the water in all tests accomplished, in different condition of pH, using different acids and bases for pH adjustment. It is proposed to continue the research with the use of modified chitosan, according to information obtained in the literature.

Keywords: Chitosan. Desalination. Potable Water

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos essenciais à vida humana na Terra, entretanto segundo dados da UNICEF e OMS ^[7], 33,3% da população não tem acesso à água potável. A água doce terrestre, encontrada em rios e lagos, representa apenas menos de 1% ^[4] da água total do planeta, já em sua maioria, 97% ^[4] representa água salgada. Além disso, existem mais de 2% de água encontrada nas calotas polares, aquíferos, regiões como pântanos, entre outros. A água salgada não oferece potabilidade devido à grande concentração de cloreto de sódio.

Além disso, a ONU^[16] fez uma projeção que é um indicador para voltarmos a atenção para esse assunto. Segundo o relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Água 2015: “Água para um mundo sustentável”, até 2030 a falta de água pode atingir 40% da demanda para consumo e uso em outras atividades como o agronegócio, caso não tenha nenhuma alteração na forma como o assunto está sendo conduzido. Já existem países que atendem sua demanda de água totalmente através da água salgada dessalinizada, que são as ilhas Maldivas, Malta e Bahamas.

A fim de aproveitar a água salgada para consumo humano, a dessalinização da água é um processo muito utilizado. Existem dois métodos convencionais para dessalinização da água: a destilação térmica e a osmose reversa. A destilação térmica consiste em provocar a evaporação da água com a elevação da temperatura, deixando o cloreto de sódio retido, e resfriando a água posteriormente. A osmose reversa consiste em provocar o processo inverso da osmose, ou seja, deslocamento de fluido do meio mais concentrado para o menos concentrado através de uma membrana semipermeável. A osmose reversa é obtida aplicando uma pressão no fluido separado por uma membrana semipermeável para que a água salobra (meio mais concentrado) se desloque através da membrana para uma água potável (meio menos concentrado), porém o cloreto de sódio não consegue atravessar a membrana ^[5].

Um processo de dessalinização da água barato e eficiente, portanto, seria um começo para que tenha uma queda no número de pessoas sem acesso à água potável, utilizando-se da maior fonte de água, a marítima, ou de lençóis subterrâneos de água salgada.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, a região do Semiárido compreende áreas onde a quantidade de chuva que cai é menor do que a quantidade de água que evapora, ressaltando-se que o termo Semiárido remete tanto ao clima quanto à região. Na figura 1 é apresentado o mapa do Brasil destacando-se a região do Semiárido (SANTOS *et al.*, 2013)^[18].

Figura 1. Semiárido Brasileiro no Mapa do Brasil



Fonte: SANTOS *et al.*, 2013 ^[18].

De acordo com o documento *Semiárido Brasileiro: Riquezas, Diversidades e Saberes*, do Ministério da Ciência, da Tecnologia e Inovação (SANTOS *et al.*, 2013, pág. 15)^[18]:

A região do Semiárido brasileiro (SAB) é uma delimitação geográfica do território nacional, oficialmente definida em 2005 pelo Ministério da Integração Nacional (MIN), através da Portaria nº 89, para fins administrativos, correspondendo a um conjunto de municípios que atende a, pelo menos, um dos seguintes critérios: precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; risco de seca ou prolongamento da estação seca, de um ano para outro, maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990. Com base nesses critérios, o SAB apresenta uma área territorial de 980.133,07 km², abrange 1.135 municípios, destes, 1.050 estão situados em 8 estados do Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e os demais 85 municípios pertencem a Minas Gerais, região Sudeste do Brasil.

Devido à escassez de chuvas, a seca constitui um sério problema para as pessoas que vivem na região. Historicamente, muito foi investido para minimizar a questão, porém, ainda persistem graves problemas sociais por causa da escassa disponibilidade hídrica. Além disso, nessa região, a água armazenada em lençóis freáticos, devido às características geológicas da região e do clima, apresenta em muitos locais altos teores de sais, tornando-se imprópria para o consumo humano e irrigação (ZANELLA, 2014)^[20].

Um dos programas implementados para essa região do país, pelo Governo Federal, foi o Programa Água Doce (PAD)^[15], com a implantação de sistemas compactos de dessalinização da água em comunidades rurais, tratando água captada do subsolo através de osmose reversa e disponibilizando para a população da localidade. No entanto, com o passar do tempo, muitos desses sistemas tiveram suas atividades paralisadas devido à falta de manutenção (AMORIM *et al.*, 2004)^[1].

Por outro lado, a preocupação com o desenvolvimento sustentável é um assunto que se faz presente ao longo do cenário mundial. Como consequência, os processos produtivos precisam se adequar de tal forma a garantir a preservação ambiental, minimizando os impactos ambientais negativos gerados por suas atividades. A indústria pesqueira, assim como qualquer outro processo produtivo, gera uma grande quantidade de resíduos em sua cadeia de produção, e seu destino adequado é uma preocupação atual (MOURA *et al.*, 2006)^[11].

A carcinicultura, criação de camarão em viveiro, vem contribuindo para elevação da receita orçamentária em muitos municípios do nordeste brasileiro, contribuindo de forma muito positiva para a elevação e a estabilidade do emprego e da renda, para a elevação da receita municipal e para a melhoria das condições de vida nos municípios (SAMPAIO *et al.*, 2008)^[17].

As indústrias de processamento de camarão geram grande volume de resíduos sólidos, cuja disposição final tem se tornado um grande desafio. Esses resíduos contêm quitina, polissacarídeo nitrogenado, cuja principal fonte são os exoesqueletos de muitos crustáceos e moluscos, asas de insetos artrópodes, paredes celulares de fungos, entre outras. Depois da celulose, a quitina é o segundo polissacarídeo em abundância na natureza (NÚNEZ-GOMEZ *et al.*, 2016)^[12].

A quitina e seu derivado, quitosana, possuem características que tornam esses biomateriais capazes de atuarem como materiais adsorventes tanto de cátions metálicos quanto de ânions. O Brasil possui grande potencial pesqueiro e imenso potencial para produção de camarão em cativeiro (carcinicultura), devido às condições naturais favoráveis para esta atividade, apresentando, portanto, grande potencial para a produção industrial de quitina e de quitosana (BORGES, 2002)^[3].

A dessalinização da água no Brasil apresenta alguns obstáculos, entre eles está o custo. Segundo levantamento da Folha de São Paulo em 2019, o custo do metro cúbico de água no sertão nordestino é de R\$1,50, enquanto que para dessalinizar a água do mar, o custo é cerca de U\$1,50, uma diferença relevante visto a grande desvalorização da moeda brasileira em relação ao Dólar (PITOMBO; VALADARES, 2019)^[14].

A região do Semiárido Brasileiro é bem afetada com a falta de água, devido aos baixos índices pluviométricos, altas temperaturas, entre outros fatores geofísicos, além de possuir solos predominantemente cristalinos, aumentando as chances de salinização dos lençóis freáticos.

O Programa Água Doce^[7] trouxe uma solução interessante do ponto de vista econômico, com a instalação dos dessalinizadores, resolvendo parcialmente a questão da escassez de água potável para o consumo humano de localidades carentes no Semiárido

Brasileiro. O Programa, no entanto, trouxe também impactos negativos com as dificuldades de manutenção dos sistemas e o lançamento do rejeito salino em locais inadequados, uma vez que um obstáculo no emprego da dessalinização por osmose reversa é o descarte do rejeito do processo. A água salobra que fica retida na membrana é altamente tóxica e, ao ser descartada, degrada ambientes marinhos, ou o próprio solo, aumentando a salinidade deste. O processo gera um litro e meio de líquido contaminado com cobre e cloro para cada litro dessalinizado ^[13].

Diante do grande problema do acesso e abastecimento de água potável no mundo e, particularmente na região do Semiárido Brasileiro, que possui lençóis freáticos de água salgada, além da falta de chuva recorrente, este trabalho se propõe a verificar um método de dessalinização da água, que envolva um material barato, de fácil acesso, e disponível em grande quantidade, principalmente para a população do norte e nordeste brasileiro, visando a melhoria das condições de vida dessa população.

A quitosana é um biopolímero resultante de uma reação de desacetilação da quitina em meio alcalino, segundo Laranjeira e Favere (2009)^[10]. A quitina por sua vez é um polímero natural que existe em abundância na natureza, encontrada no exoesqueleto de crustáceos e artrópodes, podendo ser obtida a partir dos resíduos do processamento de camarão, atividade econômica existente no norte e nordeste do Brasil.

A escolha da quitosana deu-se devido a pesquisas que revelam sua alta versatilidade e seu alto poder de adsorção. Já existem pesquisas para utilização da quitosana no tratamento de água potável, na adsorção de diversos íons metálicos, de corantes orgânicos, todos esses presentes em águas residuárias de processos industriais. Não foi encontrado, no entanto, na revisão bibliográfica preliminar realizada para este projeto, nenhum estudo do emprego da quitosana ou da quitina para remoção de sal de água salina, com o objetivo de obtenção de água potável.

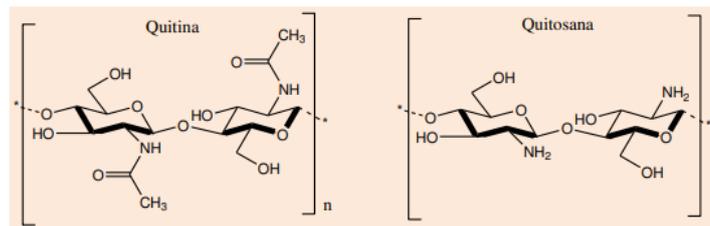
Pretende-se, desta forma, colaborar na solução do problema da água, cujo abastecimento pode entrar em colapso para 40% da demanda, em 2030, da forma como o problema está sendo conduzido. Este trabalho visa, portanto, verificar um possível novo método para auxiliar no processo de extração do sal presente em águas salinas, mais especificamente com a utilização da quitosana.

A quitosana é obtida pela reação de desacetilação da quitina em meio alcalino, cujo grau de desacetilação, distribuição de massa molar e conteúdo de impurezas dependem das fontes naturais de matéria-prima e dos métodos de preparação. A quitina é um polímero natural extraído de exoesqueleto de crustáceos, insetos, parede celular de fungos, sendo o

biopolímero mais abundante na natureza depois da celulose. O fator limitante para a utilização da quitina, no entanto, é a insolubilidade da mesma (LARANJEIRA; FAVERE, 2009)^[10].

A quitosana pode facilmente se dissolver em soluções de ácidos fracos diluídos, devido à protonação de seus grupos amino, sendo o ácido acético o solvente mais empregado. Esse biopolímero apresenta alta hidrofiliabilidade devido ao grande número de grupos hidroxila e grupos amino presentes na cadeia polimérica. Na figura (2) pode-se observar as estruturas químicas da quitina e da quitosana (LARANJEIRA; FAVERE, 2009)^[10].

Figura 2. Estrutura química da quitina e quitosana



Fonte: (LARANJEIRA; FAVERE, 2009)^[10].

Por se tratar de um polímero natural biodegradável extremamente abundante e atóxico, a quitosana está sendo estudada como um material potencialmente atraente para usos diversos. Algumas das principais áreas de aplicação da quitosana são: agricultura (mecanismos defensivos e adubo para plantas), tratamento de água (floculante para clarificação, remoção de íons metálicos, polímero ecológico e redução de odores), indústria alimentícia (fibras dietéticas, redutor de colesterol, conservante para molhos, fungicida e bactericida, recobrimento de frutas), indústria de cosméticos (esfoliante para a pele, tratamento de acne, hidratante capilar, creme dental) e biofarmacêutica (imunológico, antitumoral, hemostático e anticoagulante) (AZEVEDO *et al.*, 2007)^[2].

Como citado, estudos mostram o potencial do emprego da quitina e da quitosana em tratamento de água, e adsorção de metais, e de outras substâncias presentes em efluentes industriais.

No tratamento de água potável, a quitosana funciona como um policátion, um polímero com carga positiva em um determinado pH combinando-se com as impurezas coloidais que geralmente são compostos com cargas negativas. Devido às suas características bioquímicas ela tem alto poder de coagular o material coloidal. Em seu trabalho, Huang e Chen (1997)^[8], através de experimentos, obtiveram resultado positivo da quitosana na coagulação de bentonita, que é uma composição coloidal de argila, porém não apresentou um bom comportamento coagulante com a caulinita, um argilo mineral, e com partículas naturais,

quando o pH da solução está no intervalo de 4 a 7 (SPINELLI, 2001; HUANG; CHEN, 1997)^[8,18].

Spinelli (2001)^[19] também estudou o uso da quitosana como coagulante para o tratamento de água potável. No processo de tratamento de água potável, o sulfato de alumínio é muito usado como coagulante, contudo, ele não é biodegradável e pode trazer sérios riscos à saúde humana. Neste trabalho, conclui-se que a quitosana mostrou ser um eficiente coagulante para o tratamento das águas estudadas sendo a dose empregada bem menor que a dose de sulfato de alumínio.

A adsorção é um fenômeno em que as moléculas ou íons de uma substância ficam retidos (fixados) na superfície de sólidos por interações químicas e físicas. Foi estudada a adsorção dos íons Cu(II), Cd(II), Ni(II), Pb(II) e Zn(II) por quitosana. Segundo o experimento realizado por Favere (1994)^[6], o pH tem grande influência na adsorção desses íons pela quitosana, a faixa de maior adsorção é com pH entre 6 a 7, abaixo de 2 praticamente não houve adsorção e acima de 7 não foi medido devido a possibilidade de precipitação dos íons. Neste trabalho também foi estudada a adsorção dos íons pela quitina (FAVERE, 1994)^[6].

A drenagem ácida mineral é uma consequência da mineração que causa impactos expressivos em cursos d'água e seus ecossistemas. Foi realizado estudo visando verificar o potencial da quitina, proveniente de casca de camarão, para remediação de águas contaminadas. Com o experimento conseguiu-se a remoção de 92% de ferro (Fe) e 99% de alumínio (Al), já o manganês teve uma remoção menor, na faixa de 40% a 60%, além da neutralização da elevada acidez das águas. Os resultados mostraram o potencial do emprego da casca de camarão para a obtenção de efluentes com características adequadas para seu reuso em usos não potáveis, destacando-se o caráter sustentável do processo devido ao uso de um resíduo sem valor comercial cujo descarte significa um problema para a indústria de processamento de camarão (NÚÑEZ-GOMEZ *et al.*, 2016)^[12].

Janegitz *et al.* (2007)^[9] desenvolveram método para remoção de íons metálicos de águas residuárias empregando quitosana. Foram realizados estudos para remoção dos íons metálicos (Cu²⁺, Cr³⁺, Pb²⁺, Cd²⁺ e Hg²⁺) de diferentes soluções, utilizando-se soluções de quitosana dissolvida em meios ácidos. Para monitoramento da eficiência de remoção dos íons metálicos das soluções foi empregado espectrômetro de absorção atômica, concluindo-se que o método proposto foi eficaz para remoção dos íons citados.

A partir da revisão bibliográfica realizada neste projeto, observou-se que vários trabalhos têm sido realizados com o objetivo de se remover íons metálicos e outros contaminantes de água com emprego de quitosana, em diferentes condições. Não foi

encontrado, no entanto, nenhum trabalho sobre o emprego da quitosana para remoção de sais de água salina.

3. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em laboratórios da Universidade Presbiteriana Mackenzie, no campus Higienópolis. Foram realizados ensaios preliminares para a verificação de uma possível redução na salinidade da água quando em contato com quitosana em determinadas condições de pH. Dada a pandemia do Covid-19, o acesso aos laboratórios e a possibilidade de continuação da parte prática foi comprometida.

As soluções salinas utilizadas nos ensaios foram soluções do sal Cloreto de Sódio (NaCl) em água deionizada, preparando-se soluções de 15 g/L de NaCl. Foi escolhido o Cloreto de Sódio por ser o sal mais abundante em águas salinas, tanto na água do mar como em água salobra do Semiárido Nordeste. Foi escolhida essa concentração por ser uma média entre a concentração salina da água do mar (30g/L) e a água salobra (próximo de 8g/L). A solução foi preparada pesando-se massa de 15 g de NaCl em balança semi-analítica, introduzindo-se essa massa em balão volumétrico de 1 Litro, e completando-se o volume com água deionizada. A mistura da solução com a quitosana foi realizada em erlenmeyers, deixando-os em agitação na mesa orbital a 150 rpm por 20 horas, em temperatura ambiente. Nos erlenmeyers foram adicionados 150 ml de solução de NaCl e 1,5 g quitosana, em diferentes condições, apresentadas na tabela 1.

A quantidade de quitosana foi escolhida tendo-se a metodologia de Núñez-Gómez^[12] como referência, na qual foram utilizadas massas de 1,5 g e 3,0 g de quitosana em 200 ml de solução salina para realização dos ensaios. As medições do pH e condutividade foram executadas nos instantes iniciais e finais, com ajuste do pH da mistura após o acréscimo da quitosana à solução.

Os frascos foram tampados com filme plástico, deixando-se uma pequena abertura para possível saída de gases. Esse conjunto de erlenmeyers foi denominado Conjunto I.

Na figura 3 observa-se a mesa orbital com as soluções nos frascos erlenmeyers. Na figura 4 observa-se uma amostra de quitosana, e na figura 5 estão apresentados uma balança semi-analítica e um balão volumétrico de 1L, semelhantes aos utilizados no laboratório.

Figura 3. Erlenmeyers em mesa orbital



Fonte: Autores (2021)

Figura 4. Amostra de quitosana



Fonte: Autores (2020/2021)

Figura 5. Balança analítica e balão volumétrico de 1L



Fonte: Retirada da internet. Disponível em:
<https://www.extra-imagens.com.br/Control/ArquivoExibir.aspx?IdArquivo=1472898380>



Fonte: Retirada da internet. Disponível em:
<https://encrypted-bn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRuh1JSRBjqHnxobR4OtK3F41HnvcaKniq0kJ06AHgz7j5SGtcotBJyi74jl1hy3ocWnFSg0gLdbg&usqp=CAC>

O acompanhamento dos ensaios foi realizado pelo monitoramento dos seguintes parâmetros: pH, condutividade e salinidade, com o uso do equipamento mostrado na figura 6.

Figura 6. Medidor de pH, condutividade e salinidade



Fonte: Autores (2021)

A seguir, foram realizados os ensaios do Conjunto II com 0,1 g ou 0,2 g de quitosana em 50 ml de solução salina, em 3 condições de pH: sem ajuste inicial, com ajuste inicial próximo de 4,0, utilizando-se solução de H_2SO_4 0,2M, e com ajuste inicial em torno de 3,0, utilizando-se solução de HCl 1M. A redução na quantidade de quitosana em relação aos primeiros ensaios foi devido aos resultados obtidos, apresentados no item Resultados e Discussões. Esse conjunto de ensaios seguiu as mesmas condições de tempo de contato, agitação em mesa orbital e temperatura empregadas no Conjunto I de ensaios. Desejava-se estudar também o comportamento da quitosana em meios com diferentes ácidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios assim como suas discussões serão apresentados a seguir.

O Conjunto I de ensaios, que buscava verificar uma possível redução na salinidade da água em contato com a quitosana, medindo-se a condutividade, pH inicial e pH final, tem as condições dos ensaios e os resultados dos mesmos apresentados nas tabelas 1 e 2. Nesse conjunto de ensaio foi empregado volume de 150 ml de solução salina e 1,5 g de quitosana.

Tabela 1 – Condições de pH dos ensaios do Conjunto I

Frasco 1 – Branco (apenas solução NaCl)
Frasco 2 – Solução de NaCl + quitosana (sem correção de pH)
Frasco 3 – pH 8,0 (uso de solução de NaOH)
Frasco 4 – pH 11,0 (uso de solução de NaOH)
Frasco 5 – pH 4,0 (uso de solução de HCl, 3M)
Frasco 6 – pH 5,0 (uso de solução de ácido acético, 3M)
Frasco 7 – pH 5,0 (uso de solução de HCl, 3M)

Tabela 2 – Valores de pH e de Condutividade obtidos nos ensaios do Conjunto I

Frasco	pH início	pH final	Condutividade final (mS/cm)
1	6,0	7,28	24,9
2	6,0	7,73	24,7
3	8,5	9,32	25,0
4	11,0	10,73	24,6
5	4,0	7,11	24,9
6	5,0	6,19	25,0
7	5,0	6,55	25,0

Nesse conjunto de ensaios observou-se a necessidade de um grande acréscimo de ácido para abaixar o pH da mistura do ácido com a solução salina e quitosana. Isto ocorreu, provavelmente, devido à adição da quitosana no meio antes do ajuste de pH. A quitosana, de alguma forma, consome o ácido presente no meio.

Outra observação, no frasco 6, ocorreu a solubilização completa da quitosana, resultando em um meio viscoso e transparente. Tal solubilização em meio com ácido acético foi citada por Kimura e colaboradores (1999). Sendo assim, decidiu-se não utilizar ácido acético no próximo conjunto de ensaios, uma vez que a solubilização da quitosana não é desejada neste trabalho.

Em relação ao pH, os resultados obtidos após 20h de agitação em mesa orbital de quitosana em solução salina, com exceção dos frascos com pH inicialmente básico, o pH final se aproximou do pH neutro. Em relação à condutividade, não se observou alterações significativas entre os frascos 1 (branco) com os demais frascos, permanecendo no valor aproximado de 25 mS/cm.

Como já citado, a quantidade de quitosana foi reduzida no segundo conjunto de ensaios, devido à dificuldade do acerto de pH com a necessidade de adição de grande quantidade de ácido para realizar o acerto do pH. Além disso, decidiu-se acertar o pH do meio antes da adição da quitosana à solução.

Os ensaios do Conjunto II estão descritos nas tabelas 3 e 4. Nesses ensaios foram realizadas medições de condutividade inicial e final, e salinidade inicial e final.

Tabela 3 – Condições de pH dos ensaios do Conjunto II

Frasco 1 – 50 ml solução NaCl 15 g/L (Branco)
Frasco 2 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,1 g quitosana
Frasco 3 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,1 g quitosana (H ₂ SO ₄)
Frasco 4 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,2 g quitosana
Frasco 5 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,2 g quitosana (H ₂ SO ₄)
Frasco 6 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,1 g quitosana (HCl)
Frasco 7 – 50 ml solução NaCl 15 g/L + 0,2 g quitosana (HCl)

Tabela 4 – Valores de pH, condutividade, salinidade e concentração de sódio obtidos nos ensaios do Conjunto II

Frasco	pH inicial	pH final	Condutividade Inicial (mS/cm)	Condutividade Final (mS/cm)	Salinidade Inicial	Salinidade Final
1	6,0	7,2	24,4	24,5	14,2	14,4
2	6,4	8,7	24,3	24,6	14,2	14,4
3	3,1	6,7	24,5	24,5	14,2	14,0
4	6,4	8,6	24,3	24,7	14,1	14,4
5	3,3	7,3	24,2	24,3	13,9	14,0
6	4,5	7,3	24,7	24,7	14,1	14,3
7	3,8	7,2	24,5	24,3	14,0	13,9

Em relação à condutividade e salinidade, não se observou alteração significativa após 20h de contato da quitosana com solução salina, agitadas em mesa orbital. Os valores de condutividade permaneceram em torno de 24,5 mS/cm, valor próximo dos ensaios do Conjunto I. A salinidade permaneceu em torno de 14. Em relação aos valores de pH, observou-se a tendência do pH final se aproximar do pH neutro, da mesma forma que nos ensaios do Conjunto I de ensaios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à pandemia do Covid-19, o trabalho em laboratório teve de se adequar às medidas de segurança conforme indicado por autoridades competentes, o que comprometeu e restringiu o desenvolvimento do objetivo inicial da iniciação científica, não sendo possível

dar continuidade e explorar mais o assunto. Devido às restrições impostas ao uso dos laboratórios na pandemia, a parte experimental deste trabalho foi realizada juntamente com a professora orientadora.

A partir dos resultados dos ensaios observou-se que, nas condições testadas, a quitosana em pó não demonstrou ser um método eficiente para dessalinização da água, uma vez que não ocorreu redução na salinidade da água em contato com a mesma, em diferentes condições. Uma sugestão para a continuidade do trabalho é o emprego de quitosana imobilizada em microesferas e a verificação da redução na salinidade de água salgada em contato com essas microesferas. Essa imobilização foi citada na literatura sendo, porém, um método bem mais elaborado do que o realizado neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

[1] AMORIM, M.C.C.; PORTO, E. R.; MATOS, A. N. B. e SILVA, D.F. **Diagnóstico de sistemas de dessalinização de água salobra subterrânea em municípios do estado da Paraíba – Brasil**. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Cuiabá, 2004.

[2] AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRAL, D. C; LIA FOOK, M. V.; COSTA, A. C. F. M. **Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais**. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.2, n. 3, p. 27-34, 2007.

[3] BORGES, A. M. **Utilização do resíduo do processamento do camarão na adsorção de ânions**. Dissertação mestrado Engenharia, Universidade Federal do R. Grande Sul, Porto Alegre, 2002.

[4] DIA Mundial da Água: lembrete anual para a vida. [20--] Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua. Acesso em: 06 abr. 2020.

[5] DO mar para o copo: entenda como ocorre o processo de dessalinização da água. 2016. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/do-mar-para-o-copo-entenda-como-ocorre-o-processo-de-dessalinizacao-da-agua/>. Acesso em: 06 abr. 2020.

[6] FAVERE, V. T. **Adsorção dos ions Cu (II), Cd (II), Ni (II), Pb (II) e Zn (II) pelo biopolimero quitina quitosana e pelas quitosanas modificadas**. 1994. 153f. Tese Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

[7] HADA, Brenda; REIS, Elisa Meirelles (org.). **1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável, dizem o UNICEF e a OMS**: novo relatório sobre as desigualdades no acesso a água, saneamento e higiene também revela que mais da metade do mundo não tem acesso a serviços de saneamento seguro. Novo relatório sobre as desigualdades no acesso a água, saneamento e higiene também revela que mais da metade do mundo não tem acesso a serviços de saneamento seguro. 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: 07 abr. 2020. Acesso em 07/04/2020 às 18:32.

[8] HUANG, C., CHEN, Y. Coagulation of Colloidal Particles in Water by Chitosan. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, 66(3):227 - 232 · July 1996. Disponível em < > Acesso em 27/04/2020.

[9] JANEGITZ, B. C.; LOURENÇÃO, B. C.; LUPETTI, K. O.; FATIBELLO-FILHO, O. **Desenvolvimento de um método empregando quitosana para remoção de íons metálicos de águas residuárias**. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 879-884, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000400022&lng=en&nrm=iso. Acesso em 27/04/2020.

[10] LARANJEIRA, M. C. M.; FAVERE, V. T. Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p.672-678, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 07/04/2020 às 18:47.

[11] MOURA, C.; MUSZINSKI, P; SHIMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. **Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto**. **Vetor- Revista de ciências exatas e engenharias**, Rio Grande, RS, Brasil, v.16, n.1, p. 37-45, 2006.

[12] NÚÑEZ-GÓMEZ, D.; NAGEL-HASSEMER, M. E.; LAPOLLI, F. R.; LOBO-RECIO, M. A. **Potencial dos resíduos do processamento de camarão para remediação de águas contaminadas com drenagem ácida mineral**. **Polímeros**, São Carlos, v. 26, n. spe, p. 1-7, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282016000700002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 13/04/2020 às 16:42.

[13] PEREIRA, Flora. ONU alerta contra impactos ambientais da dessalinização para fornecimento de água doce. **Eco 21**, [S. L.], abr. 2019. Disponível em: <https://eco21.eco.br/onu-alerta-contra-impactos-ambientais-da-dessalinizacao-para-fornecimento-de-agua-doce/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

[14] PITOMBO, J. P.; VALADARES, J. **Dessalinização no semiárido empaca no custo para ter uso em larga escala**: Gasto para tornar água do mar potável pode chegar a US\$ 1,50 (cerca de R\$ 5,70) o metro cúbico. **Folha de São Paulo**, 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/dessalinizacao-no-semiarido-empaca-no-custo-para-ter-uso-em-larga-escala.shtml>. Acesso em 11/04/2020 às 21:50.

[15] PROGRAMA Água Doce. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/programa-agua-doce>. Acesso em 15 abr. 2020.

[16] RELATÓRIO da ONU alerta para possível crise mundial de água: Caso não haja uma mudança dramática no uso, gerenciamento e compartilhamento do recurso, o mundo enfrentará um déficit de 40% no abastecimento de água em 2030. 2016. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/relatorio-da-onu-alerta-para-possivel-crise-mundial-de-agua/>. Acesso em: 11 abr. 2020.

[17] SAMPAIO, Y.; COSTA, E. F.; SAMPAIO, E. A. B. R. **Impactos socioeconômicos do cultivo de camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste brasileiro**. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 46, n. 4, p. 1015-1042, dez. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032008000400005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 27/04/2020 às 19:21.

[18] SANTOS, A. P. S. et al. **O Semiárido brasileiro: riquezas diversidades e saberes**. Campina Grande: INSA/MCTI, 2013. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/images/acervo-cartilhas/O%20Semi%C3%A1rido%20brasileiro%20riquezas%20diversidades%20e%20saberes.pdf>. Acesso em 27/04/2020 às 19:18.

[19] SPINELLI, V. A. **Quitosana, polieletrólito natural para o tratamento de água potável**. 2001. 134f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

[20] ZANELA, M. E. **Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do Semiárido nordestino**. Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, n. 36, p. 126-142, 2014.

Contatos: felipemorenooliveir@gmail.com e miriamlucia.machado@mackenzie.br