

## USO DE QUITINA E QUITOSANA COMO ADSORVENTES DE AMÔNIA DE EFLUENTES AQUÍCOLAS: REVISÃO DE LITERATURA

Fernanda Bernardi<sup>1</sup>

BERNARDI, F. Uso de Quitina e Quitosana como adsorventes de Amônia de efluentes aquícolas: revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, Umuarama, v. 25, n. 2cont., e6378, 2022.

**RESUMO:** Os resíduos provenientes da aquicultura são derivados da ração e da excreção dos peixes e podem estar sedimentados, suspensos ou dissolvidos, ocasionando elevados valores de DBO, DQO, nitrogênio e fósforo. A produção de camarões no Brasil tem gerado elevadas quantidades de resíduos sólidos, tendo em vista que os exoesqueletos dos camarões correspondem a cerca de 40% do seu peso total, resultando num forte impacto ambiental. Diversas pesquisas envolvendo a quitina estão sendo desenvolvidas na área de tratamento de água, devido principalmente a sua capacidade de formar filme, sendo utilizada em sistemas filtrantes. Este polissacarídeo também pode ser utilizado como agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos, e principalmente na produção de quitosana. Atualmente a quitosana possui aplicações multidimensionais, desde áreas como a nutrição humana, biotecnologia, ciência dos materiais, indústria farmacêutica, agricultura, terapia genética e proteção ambiental. A quitosana é muito eficiente na remoção de poluentes em diferentes concentrações. Apresenta alta capacidade e grande velocidade de adsorção, boa eficiência e seletividade tanto em soluções que possuem altas ou baixas concentrações. O uso da biotecnologia, através do processo de adsorção utilizando adsorventes naturais e baratos, como a quitina e quitosana, minimiza os impactos ambientais da aquicultura tanto em relação aos provocados pelo lançamento de efluentes no meio ambiente quanto aos causados pelo descarte inadequado dos resíduos do processamento de camarões.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biopolímero; Compostos nitrogenados; Eutrofização; Qualidade de água.

## USE OF CHITIN AND QUITOSAN AS ADSORVENTS OF AMMONIA OF AQUACULTURE EFFLUENTS: A LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** Aquaculture residues are derived from fish feed and excretion and may be sedimented, suspended or dissolved, resulting in high BOD, COD, nitrogen and phosphorus values. Shrimp production in Brazil has generated high amounts of solid waste, since shrimp exoskeletons account for about 40% of their total weight, resulting in a strong environmental impact. Several researches involving chitin are being developed in the area of water treatment, mainly due to its ability to form film, being used in filter systems. This polysaccharide can also be used as a flocculating agent in the treatment of effluents, as an adsorbent in the clarification of oils, and especially in the production of chitosan. Currently, chitosan has multidimensional applications, from areas such as human nutrition, biotechnology, materials science, pharmaceutical industry, agriculture, gene therapy and environmental protection. Chitosan is very efficient in the removal of pollutants at different concentrations. It presents high capacity and high adsorption velocity, good efficiency and selectivity both in solutions that have high or low concentrations. The use of biotechnology, through the adsorption process using natural and cheap adsorbents such as chitin and chitosan, minimizes the environmental impacts of aquaculture both in relation to those caused by the release of effluents into the environment and those caused by the inappropriate disposal of processing residues of shrimps.

**KEYWORDS:** Biopolymer; Nitrogenous compounds; Eutrophication; Water quality.

---

DOI: [10.25110/arqvet.v25i2conv.20226378](https://doi.org/10.25110/arqvet.v25i2conv.20226378)

<sup>1</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

E-mail: [fernandabernardi1991@gmail.com](mailto:fernandabernardi1991@gmail.com)

## USO DE QUITINA Y QUITOSANA COMO ADSORBENTES DE AMONIA DE EFLUENTES ACUÍCOLAS: REVISIÓN DE LITERATURA

**RESUMEN:** Los residuos procedentes de la acuicultura se derivan de la ración y de la excreción de los peces y pueden estar sedimentados, suspendidos o disueltos, ocasionando elevados valores de DBO, DQO, nitrógeno y fósforo. La producción de camarones en Brasil ha generado grandes cantidades de residuos sólidos, teniendo en cuenta que los exoesqueletos de los camarones corresponden a cerca del 40% de su peso total, resultando en un fuerte impacto ambiental. Varias investigaciones involucrando la quitina se están desarrollando en el área de tratamiento de agua, debido principalmente a su capacidad de formar película, siendo utilizada en sistemas filtrantes. Este polisacárido también puede ser utilizado como agente floculante en el tratamiento de efluentes, como adsorbente en la clarificación de aceites, y principalmente en la producción de quitosana. Actualmente la quitosana posee aplicaciones multidimensionales, desde áreas como la nutrición humana, biotecnología, ciencia de los materiales, industria farmacéutica, agricultura, terapia genética y protección ambiental. La quitosana es muy eficiente en la eliminación de contaminantes en diferentes concentraciones. Presenta alta capacidad y gran velocidad de adsorción, buena eficiencia y selectividad tanto en soluciones que poseen altas o bajas concentraciones. El uso de la biotecnología, a través del proceso de adsorción utilizando adsorbentes naturales y baratos, como la quitina y quitosana, minimiza los impactos ambientales de la acuicultura tanto en relación a los provocados por el lanzamiento de efluentes en el medio ambiente en cuanto a los causados por el descarte inadecuado de los residuos del procesamiento de camarones.

**PALABRAS CLAVE:** Biopolímero; Compuestos nitrogenados; Eutrofización; Calidad del agua.

### 1. INTRODUÇÃO

Os efluentes gerados pela atividade de aquicultura apresentam características semelhantes àqueles dos efluentes domésticos, isto é, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), grande concentração de sólidos em suspensão, compostos nitrogenados e fosfatados. Esta semelhança permite uma analogia dos impactos causados pelos sistemas de produção aquícola, contribuindo para a eutrofização dos rios, riachos e lagos (ZANIBONI FILHO, 2005).

A produção de organismos aquáticos em viveiros escavados, com fertilização orgânica para aumentar a produtividade primária e fornecer alimento para os animais está seriamente comprometida pelo impacto ambiental causado pelos efluentes dessa piscicultura (CREPALDI et al., 2006). Muitos aquicultores com o objetivo de evitar o acúmulo de substâncias com elevada toxicidade, realizam constante renovação da água de cultivo. Trata-se de uma prática pouco ética, pois além de terem acesso privilegiado à água de qualidade, os efluentes são rejeitados sem qualquer tipo de tratamento prévio (BRANCO, 2012).

O nitrogênio encontra-se presente em água nas principais formas: amônia ( $\text{NH}_3$ ), íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrogênio gasoso ( $\text{N}_2$ ), íon nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). A forma molecular, não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), coexiste em equilíbrio com a amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ) e a concentração de cada uma depende do pH e temperatura do meio. Em valores de pH abaixo da neutralidade há apenas uma pequena concentração de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) (THANS, 2008).

A remoção de íons amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) é uma técnica importante no controle de amônia ( $\text{NH}_3$ ) em efluentes aquícolas, pois embora o epitélio branquial dos peixes seja permeável apenas a  $\text{NH}_3$ , sabe-se que o aumento

do pH do efluente provoca a conversão de íons amônio em amônia, resultando em toxicidade aos organismos cultivados (ARANTES et al., 2015). A excreção branquial da amônia presente no sangue dos organismos aquáticos é dificultada em concentrações altas deste composto na água de cultivo. Com o aumento de amônia no sangue, e conseqüentemente, nos tecidos, ocorre uma disfunção generalizada no metabolismo oxidativo celular (SÁ, 2012).

Os principais constituintes dos efluentes dos sistemas de produção intensiva de peixes são os resíduos sólidos (principalmente carbono orgânico e compostos nitrogenados em suspensão ou acumulados no sedimento do fundo) e solúveis (provenientes de metabólitos da espécie produzida, de resíduos sólidos em decomposição ou lixiviação) (MOURA; VIEIRA, 2010). Estes compostos raramente podem ser totalmente removidos por tratamentos convencionais, como: sistemas de policultivo, sistema de recirculação, lagoas de estabilização (lagoas anaeróbias, lagoas facultativas, lagoas de maturação, lagoas de macrófitas) e *wetlands* construídos (sistema de tratamento de efluentes com macrófitas enraizadas) (MORO et al., 2013). O uso de processos biotecnológicos como a adsorção no tratamento destes efluentes terá efeitos positivos na qualidade do ambiente, pela redução da poluição, tanto em volume quanto em carga lançados para o meio (SOARES, 2000), podendo ser empregados como adsorventes materiais naturais, os quais estão disponíveis em grandes quantidades (ARRUDA; MATOS; TARLEY, 2003).

Devem ser levadas em consideração algumas características para a escolha de um bom material adsorvente, tais como superfície específica, densidade, tamanho de partículas, resistência mecânica, disponibilidade, custo, capacidade de adsorção, etc. Sendo assim, para um adsorvente apresentar elevado desempenho na capacidade de adsorção deseja-se que várias destas características estejam presentes (BANDEIRA, 2007).

A adsorção é um método bastante eficaz na remoção de compostos químicos em soluções aquosas, principalmente quando são utilizados materiais adsorventes de fácil obtenção como a quitina e a quitosana, tornando o processo de tratamento de efluentes de baixo custo (CHAVES, 2009).

A quitina é amplamente encontrada na natureza, principalmente no exoesqueleto de crustáceos (camarão, caranguejo, lagosta), na cutícula dos insetos e na parede celular de alguns fungos e leveduras (SANTOS, 2009).

A quitosana é o derivado mais importante da quitina, obtida pela desacetilação química da mesma. É um polímero natural, atóxico e, devido à presença dos grupos  $-NH_2$  e  $-OH$  na sua estrutura, possui características que lhe conferem uma ampla aplicação. A quitosana vem sendo utilizada atualmente no tratamento de águas, produção de cosméticos, drogas e medicamentos, aditivos alimentícios, membranas semipermeáveis e no desenvolvimento de biomateriais (SANTOS, 2009).

Atualmente existem poucas informações referentes ao uso da quitina e da quitosana como adsorventes de amônia de efluentes aquícolas. Por esta razão, a presente revisão visa apresentar a possibilidade de utilização de quitina e quitosana como adsorventes de amônia de efluentes aquícolas.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Impactos dos efluentes aquícolas

O efluente aquícola é caracterizado como a água resultante de um sistema de produção de organismos aquáticos que é lançada no ambiente com ou sem tratamento prévio. Os efluentes aquícolas são oriundos da renovação diária de água nos tanques de produção ou da despesca dos peixes na fase final do ciclo de produção (engorda), quando o volume dos tanques é reduzido para facilitar a captura dos animais. Nesse momento, parte da matéria orgânica originária da ração não consumida e da excreção nitrogenada dos peixes é lançada no ambiente (MORO et al., 2013).

Embora os efluentes provenientes da atividade de aquicultura constituam uma fonte localizada de poluição, estes possuem a particularidade de normalmente serem lançados para o ambiente de uma forma difusa, sendo a poluição resultante difícil de prever, quantificar e controlar (SOARES, 2000).

Alguns aspectos qualitativos (físicos, químicos e microbiológicos) e quantitativos (concentração de poluentes e vazão) podem modificar os efluentes provenientes da aquicultura, como: tipo de sistema de produção (*raceways*, viveiros escavados, tanques-rede, etc.), biomassa dos organismos, taxas de produção no tempo (Kg/tempo), grau de intensificação do sistema de produção (densidade de estocagem, Kg/unidade de espaço), qualidade e quantidade da água de abastecimento, tempo de permanência do efluente dentro dos sistemas de produção (tempo de retenção hidráulica), espécie e idade do peixe produzido, tipo de ração e taxa de alimentação (qualidade e quantidade do alimento fornecido) e práticas de manejo adotadas (MORO et al., 2013).

Em geral, os resíduos provenientes da aquicultura são derivados da ração e da excreção dos peixes e podem estar sedimentados, suspensos ou dissolvidos, ocasionando elevados valores de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), nitrogênio e fósforo. O nitrogênio pode ser encontrado como inorgânico (amônia, nitrito e nitrato) e orgânico, enquanto o fósforo pode estar presente na forma de ortofosfato e fosfato orgânico. Devido a estas características, os efluentes contribuem para a eutrofização dos corpos hídricos receptores, como rios, riachos e lagos (MORO et al., 2013).

Os efluentes procedentes do processamento de peixes apresentam elevada carga orgânica, sendo que o excesso de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, podem causar eutrofização e desequilíbrio ecológico no ecossistema (COSMANN et al., 2012), provocando efeitos negativos, tais como proliferação de algas, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, formação de toxinas, problemas de odor, morte de peixes, efeitos prejudiciais à saúde humana, dificultando a autodepuração do corpo d'água receptor (KUMMER et al., 2011).

A resolução 430/2011 do CONAMA (BRASIL, 2011), dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. Nesta resolução, os lançamentos de nitrogênio amoniacal total não podem ultrapassar o limite de 20,0 mg L<sup>-1</sup>.

## 2.2 Amônia

A principal fonte de amônia para a água em sistemas intensivos de produção de peixes e camarões é a excreção nitrogenada, a decomposição orgânica de detritos provenientes das fezes dos animais produzidos e do plâncton morto (SÁ, 2012).

A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é um composto resultante da oxidação dos aminoácidos pelas células vivas, sejam de tecidos orgânicos ou bactérias. Em contato com a água, a amônia ( $\text{NH}_3$ ) forma a amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), as quais juntas constituem a amônia total. A amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) é tóxica aos organismos aquáticos, enquanto o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) é atóxico. Os dois principais fatores que afetam as duas proporções químicas de amônia total são o pH e a temperatura. Há um aumento na proporção de amônia não ionizada quando o pH da água está elevado, assim como com o aumento da temperatura na água (SÁ, 2012).

As membranas branquiais dos peixes são permeáveis ao  $\text{NH}_3$  por possuírem afinidade com compostos lipofílicos, mas não são ao  $\text{NH}_4^+$  que apresenta característica lipofóbica. A amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) incrementa-se cerca de dez vezes para cada unidade de pH que aumenta na água de cultivo. Os valores letais de amônia total ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) para peixes são de 2,0 a 3,0  $\text{mg L}^{-1}$  e de amônia tóxica ( $\text{NH}_3$ ) de 0,20  $\text{mg L}^{-1}$  (MORO et al., 2013). A exposição contínua dos peixes à amônia não ionizada pode causar um aumento do pH sanguíneo, afetar a permeabilidade interna de íons pela água, aumentar o consumo de  $\text{O}_2$ , aumentar a susceptibilidade a doenças e afetar órgãos como os rins e baço (RIBEIRO, 2001).

Segundo Arana (2010) quando a concentração de amônia aumenta na água de cultivo, a excreção deste metabólito, na maioria dos organismos aquáticos diminui, ocasionando um aumento no nível de amônia no sangue e nos tecidos. A fisiologia dos organismos aquáticos pode ser seriamente afetada em nível de célula, órgão e sistema devido ao aumento da concentração interna de amônia nestes animais.

A amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) originária do ambiente aquático ou da produção deste composto pelos organismos, quando dentro da célula é transformada em amônia ionizada ( $\text{NH}_4^+$ ), com a liberação de hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ). Este incremento de amônia no sangue (e, conseqüentemente, do pH intracelular) pode ter um acentuado efeito nas reações catalisadas por enzimas, assim como sobre a estabilidade de membranas (ARANA, 2010).

Os organismos aquáticos podem excretar a amônia metabólica através de três rotas principais: difusão branquial, transporte ativo com sódio ( $\text{Na}^+$ ) e por meio de sua transformação para um composto menos tóxico, a ureia. A excreção de amônia é reduzida em trutas (*Salmo gairdneri*), goldfish (*Carassius auratus*), caranguejos (*Callinectes sapidus*) e camarões de água-doce (*Macrobrachium rosenbergii*) com o aumento de amônia no meio externo. Em consequência da dificuldade crescente para excretar amônia, a primeira resposta dos organismos aquáticos pode ser a diminuição ou paralisação do consumo alimentar para reduzir a produção de amônia metabólica. Assim, um dos efeitos subletais mais relevantes deste composto de excreção será a diminuição da taxa de crescimento dos animais (ARANA, 2010).

### 2.3 Adsorção

O processo de adsorção consiste na adesão de espécies químicas na superfície de um sólido. O composto que se une na superfície é chamado de adsorvato, enquanto que a fase sólida é chamada de adsorvente (MILHOME, 2006).

A estrutura, a composição química, as propriedades físico-químicas, a natureza do adsorvente e do adsorvato e as condições operacionais são parâmetros que influenciam no mecanismo de adsorção (COELHO, 2006). A área superficial, o tamanho dos poros, a densidade, os grupos funcionais presentes na superfície e a hidrofobicidade do material são as principais características do adsorvente. Em contrapartida a natureza do adsorvato é dependente da polaridade, do tamanho da molécula, da solubilidade e da acidez ou basicidade. As condições operacionais dependem principalmente da temperatura, do pH e da natureza do solvente. Outro parâmetro importante é a presença de espécies diferentes do adsorvato, que podem provocar competição por sítios de adsorção (MILHOME, 2006).

A adsorção pode ser física ou química dependendo das forças que as unem. Na adsorção física ou fisissorção a interação entre as moléculas do meio e do sólido é fraca, com ligações do tipo intermoleculares, baseadas em forças de Van der Waals e/ou de interações eletrostáticas, como as de dipolo (GUELFY, 2007). Na adsorção química ou quimissorção, as moléculas ou átomos unem-se à superfície do adsorvente por ligações químicas e tendem a se acomodar em sítios que propiciem o número de coordenação máximo com o substrato (MOREIRA, 2010).

A adsorção é um método eficaz na remoção de espécies químicas em soluções líquidas, além de ser um método de baixo custo para o tratamento de efluentes quando utilizado adsorventes naturais (CHAVES, 2009). O uso da adsorção no tratamento de efluentes líquidos envolve interfaces líquido-sólido, sendo que o objetivo é remover solutos contaminantes da fase líquida, transferindo-os para a fase sólida (BORGES, 2002).

O método de adsorção tem se mostrado viável e com ampla aplicação em processos como: secagem ou separação das frações de petróleo (solventes, óleos, lubrificantes, ceras), remoção da cor, odor e sabor de abastecimentos de água municipal, descoloramento de óleos vegetais e animais, descoloramento de xaropes, clarificação de bebidas e produtos farmacêuticos, separação de gases raros (criptônio e xenônio), recuperação de vitaminas e outros produtos de misturas fermentadas, purificação de efluentes no controle de poluição da água (incluindo troca iônica) (COELHO, 2006).

### 2.4 Produção de camarões no Brasil e geração de resíduos

A carcinicultura no Brasil vem se desenvolvendo desde a década de 1970 devido a incentivos governamentais e políticas econômicas, buscando atender a demanda mundial por camarões, considerado uma *commodity*, uma vez que visa principalmente o mercado internacional. A principal espécie produzida é a *Litopenaeus vannamei*, originária do Oceano Pacífico e com grande adaptabilidade e relação custo/produção (PASSOS, 2010).

Segundo os dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) e do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), o Brasil fechou o ano de 2011 com uma área total de 22.347 hectares de viveiros, dos quais 19.845 hectares estavam em efetiva operação, gerando uma produção de 69.571 toneladas de camarão em cativeiro, correspondente a uma produtividade média de 3,51 ton/ha/ano (ABCC; BRASIL, 2013).

A região Nordeste, é responsável por 99,3% de todo o camarão produzido no Brasil. Entre os maiores produtores estão o Ceará e o Rio Grande do Norte, mas a atividade cresce também nos estados da Bahia, Pernambuco, Piauí e Sergipe (ABCC; BRASIL, 2013).

A produção de camarões no Brasil tem gerado elevadas quantidades de resíduos sólidos, tendo em vista que os exoesqueletos dos camarões correspondem a cerca de 40% do seu peso total, resultando num forte impacto ambiental (ASSIS; STAMFORD; STAMFORD, 2008). Em consequência, teríamos algo em torno de 27.828 toneladas de resíduos sólidos provenientes do processamento de camarões só no Brasil.

Os resíduos da produção de camarões são compostos de aproximadamente 15 a 20% de quitina, 25 a 40% de proteínas e 40 a 55% de minerais (carbonato e fosfato de cálcio) (MATHUR; NARANG, 1990). Diante disto, se todo o resíduo da carcinicultura brasileira fosse destinado à extração de quitina, seriam isoladas 5.565 toneladas de quitina anualmente. De acordo com Assis e Britto (2008) 83% do total de quitina pode ser transformada em quitosana, correspondendo a produção de aproximadamente 4.619 toneladas de quitosana por ano.

## 2.5 Quitina

Os resíduos provenientes do beneficiamento industrial de camarões representam uma fonte potencial de biomoléculas como a quitina, pois são compostos principalmente por cabeças, carapaças e caudas, o que representa aproximadamente 30% a 50% do peso total produzido. Sendo assim a extração de quitina e obtenção de quitosana é uma atividade viável ambientalmente e economicamente (SANTOS, 2014).

Segundo Carvalho (2006) a quitina é o segundo polímero natural mais abundante na natureza, ficando atrás somente da celulose em disponibilidade. É um homopolissacarídeo linear composto por unidades de N-acetil-D-glucosamina (2-acetamida-2-deoxi-D-glicose) em ligações glicosídicas  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4).

A quitina possui uma forma de sólido semicristalino ou amorfo, não é solúvel em água, solventes orgânicos, ácidos diluídos e soluções alcalinas (MOURA et al., 2006), é atóxica, biodegradável e biocompatível. Na presença de altas temperaturas ou por reação em ácidos minerais fortes ocorre sua despolimerização (ASSIS; BRITTO, 2008). A quitina é parcialmente solúvel em solução de dimetilacetamida contendo 5% de cloreto de lítio (SANTOS, 2009).

A quitina está presente na parede celular dos fungos, no exoesqueleto dos crustáceos (camarão, siri, caranguejos, lagostas) e na cutícula dos insetos (JAWORSKA et al., 2003) acompanhada de proteínas, lipídios, carbonato de cálcio e fosfato de cálcio (MOURA et al., 2005).

A origem da quitina determina a sua forma, podendo ser três diferentes, definidas de acordo com a disposição das cadeias que constituem o polímero, onde podem assumir três conformações polimórficas ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ), dependendo de suas estruturas cristalinas. A  $\alpha$ -quitina apresenta cadeias que são orientadas de forma antiparalela, enquanto a  $\beta$ -quitina apresenta as cadeias orientadas de forma paralela, já a  $\gamma$ -quitina tem a sua orientação mista (JAWORSKA et. al., 2003).

A  $\alpha$ -quitina é encontrada em estruturas duras e resistentes, como no exoesqueleto de artrópodes, associada com proteínas ou materiais inorgânicos ou com ambos. As formas  $\beta$ -quitina e  $\gamma$ -quitina são encontradas em estruturas flexíveis embora resistentes. A forma predominante,  $\alpha$ -quitina é mais estável que as formas  $\beta$  e  $\gamma$ , entretanto estas últimas podem ser convertidas à forma  $\alpha$  por tratamentos adequados (ANTONINO, 2007).

Segundo Antonino (2007) o processo de obtenção da quitina segue as seguintes etapas: desproteínação, desmineralização e despigmentação. A eliminação das proteínas pode ser realizada a partir de um grande número de solventes, tais como soluções aquosas de diferentes bases, como NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, NaHSO<sub>4</sub>, CaHSO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> e Na<sub>2</sub>S, sendo o NaOH, o mais utilizado.

Na desmineralização são utilizadas soluções aquosas de diferentes ácidos, como HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH e HCOOH, sendo o HCl o ácido mais utilizado em diferentes concentrações, tendo por objetivo eliminar os sais minerais, principalmente carbonato e fosfato de cálcio (CAMPANA-FILHO et al., 2007).

Os pigmentos são removidos por extração com solventes, sendo o etanol e a acetona os mais utilizados, ou por branqueamento com KMnO<sub>4</sub>, NaClO, SO<sub>2</sub>, NaHSO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ou H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ANTONINO, 2007).

Diversas pesquisas envolvendo a quitina estão sendo desenvolvidas na área de tratamento de água, devido principalmente a sua capacidade de formar filme, sendo utilizada em sistemas filtrantes (MILHOME, 2006). Este polissacarídeo também pode ser utilizado como agente floculante no tratamento de efluentes, como adsorvente na clarificação de óleos, e principalmente na produção de quitosana (LEITÃO et al., 2008).

## 2.6 Quitosana

De grande importância econômica e ambiental, tanto a quitina quanto a quitosana são produtos naturais, de baixo custo, renováveis e biodegradáveis. As carapaças de crustáceos são resíduos abundantes rejeitados pela indústria pesqueira, que em muitos casos são considerados poluentes. A utilização destas carapaças reduz o impacto ambiental causado pelo acúmulo nos locais onde são geradas ou estocadas (SÁ et al., 2013).

A quitosana é um polissacarídeo linear constituído pelos copolímeros D-glucosamina (2-amino-2-desoxi-D-glicose) e N-acetil-D-glucosamina (2-acetamida-2-desoxi-D-glicose), unidos entre si por ligações glicosídicas  $\beta$  (1→4) (GEORGE; ABRAHAM, 2006).



A quitosana não é solúvel em água, mas dissolve-se em soluções aquosas diluídas de ácidos orgânicos, como acético, fórmico e cítrico, além de ácidos inorgânicos como ácido clorídrico diluído, resultando em soluções viscosas. A solubilidade da quitosana está relacionada com a quantidade de grupos amino protonados ( $-\text{NH}_3^+$ ) na cadeia polimérica. Será maior a repulsão eletrostática entre as cadeias e também maior a solvatação em água quanto maior for a quantidade destes grupos (SANTOS et al., 2003).

Atualmente a quitosana possui aplicações multidimensionais, desde áreas como a nutrição humana, biotecnologia, ciência dos materiais, indústria farmacêutica, agricultura, terapia genética e proteção ambiental (AZEVEDO et al., 2007). Segundo Santos (2009) houve um crescimento exponencial no número de artigos publicados referentes à quitina e à quitosana, passando de aproximadamente 480 artigos na década de 1970 para 9500 artigos durante os anos 2000 a 2008. Isto ocorre devido ao seu baixo custo de obtenção e as suas propriedades como biocompatibilidade, biodegradabilidade, não toxicidade, propriedades de adsorção, entre outras.

Segundo Chaves (2009) a quitosana é muito eficiente na remoção de poluentes em diferentes concentrações. Apresenta alta capacidade e grande velocidade de adsorção, boa eficiência e seletividade tanto em soluções que possuem altas ou baixas concentrações.

De acordo com Nghah, Ghani e Kamari (2005) a quitosana possui alto potencial para adsorção de íons metálicos, corantes e proteínas. Quando comparado a quitina, a presença de grande número de grupos amino da cadeia da quitosana aumenta a capacidade de adsorção do polímero.

Embora a quitina e a quitosana sejam consideradas biopolímeros distintos, é o parâmetro grau de desacetilação (quantidade de monômeros desacetilados em suas cadeias) que define a forma do biopolímero predominante. Quando o grau de desacetilação for superior a 50% o biopolímero é considerado quitosana (BARROS et al., 2006).

O grau de desacetilação é a principal característica que pode afetar a propriedade de adsorção da quitosana, uma vez que controla a fração de grupos amino livres que podem estar disponíveis para interagir com íons em solução. A capacidade de adsorção da quitosana é de cinco a seis vezes maior que a da quitina. O processo de adsorção pode ser influenciado por outros fatores como cristalinidade, afinidade pela água e massa molar (GUIBAL, 2004).

O grau de desacetilação da quitosana comercial normalmente está entre 60% e 95%, e a massa molar média está entre 10 e 1000 kDa. Propriedades como a biodegradabilidade e o papel biológico da quitosana são dependentes das proporções relativas dos resíduos de N-acetil-D-glucosamina e D-glucosamina (GEORGE; ABRAHAM, 2006).

Segundo Antonino (2007) a quitosana é obtida a partir da quitina por processo químico que consiste num tratamento alcalinizante com NaOH, o qual promove sua desacetilação parcial. O processo de desacetilação envolve a transformação de grupos acetamido ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) da cadeia molecular da quitina, em grupos amino ( $-\text{NH}_2$ ), produzindo quitosana, hidróxido de sódio (NaOH) e ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso da biotecnologia, através do processo de adsorção utilizando adsorventes naturais e baratos, como a quitina e quitosana, minimiza os impactos ambientais da aquicultura tanto em relação aos provocados pelo lançamento de efluentes no meio ambiente quanto aos causados pelo descarte inadequado dos resíduos do processamento de camarões.

Um fator limitante deste trabalho é a falta de informações e/ou dificuldade em encontrar estudos sobre uso da quitina e da quitosana como adsorventes de amônia de efluentes aquícolas.

Para trabalhos futuros recomenda-se mais estudos sobre a capacidade de adsorção da quitina e da quitosana em poluentes da aquicultura, bem como, incentivar o desenvolvimento de novos produtos à base de quitosana, visando expandir seu uso em prol de uma produção aquícola sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão; BRASIL - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha do Brasil em 2011.** Convênio ABCC/MPA: Nº 756578/2011. Natal, 2013. 77 p.
- ANTONINO, N. A. **Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundos da indústria pesqueira paraibana.** João Pessoa, 2007, 88 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba.
- ARANA, L.V. **Qualidade da água em aquicultura: princípios e práticas.** 3. ed. rev. e modif. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010. 238 p.
- ARANTES, K.; KUGELMEIER, C. L.; COLPINI, L. M. S.; ZADINELLO I. V.; dos SANTOS L. D.; ALVES, H. J. Remoção de amônia em efluente aquícola utilizando quitosana obtida por diferentes métodos de secagem. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química – COBEQ 2014. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 2015, v. 1, n. 2, p. 9022-9029.
- ARRUDA, M. A. Z.; MATOS, G. D.; TARLEY, C. R. T. **Materiais naturais empregados como sorventes no tratamento de efluentes: perspectivas e aplicações.** VIII Encontro Nacional sobre Métodos dos Laboratórios da Embrapa, Jaguariúna, SP, 2003.
- ASSIS, A. S.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Bioconversão de resíduos de camarão *Litopenaeus vannamei* (Booner, 1931) para produção de biofilme de quitosana. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 9, n. 5, p. 480-499, 2008.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Processo básico de extração de quitinas e produção de quitosana a partir de resíduos da carcinicultura. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 91-100, 2008.
- AZEVEDO, V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, 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.
- BANDEIRA, L. F. M. **Remoção de metal pesado de efluentes aquosos através da combinação dos processos de osmose inversa e adsorção.** Rio de Janeiro, 2007, 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BARROS, F. C.; CAVALCANTE, R. M.; CARVALHO, T. V.; DIAS, F. S.; QUEIROZ, D. C.; VASCONCELLOS, L. C. G.; NASCIMENTO, R. F. Produção e caracterização de esfera de quitosana modificada quimicamente. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v. 7, n. 4, p. 232-246, 2006.
- BORGES, A. M. **Utilização do resíduo do processamento do camarão na adsorção de ânions.** Porto Alegre, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BRANCO, F. R. L. **Avaliação do potencial de duas espécies de lentilha-de-água *Lemna minor* e *Lemna gibba* na remoção de nutrientes em efluente aquícola.** Porto, Portugal, 2012. Dissertação (Mestrado em Biologia e Gestão da Qualidade da Água) – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, n. 92, p. 89, 2011.

CAMPANA-FILHO, S. P.; de BRITTO, D.; CURTI, E.; ABREU, F. R.; CARDOSO, M. B.; BATTISTI, M. V.; SIM, P. C.; GOY, R. C.; SIGNINI, R.; LAVALL, R. L. Extração, estruturas e propriedades de  $\alpha$ - e  $\beta$ -quitina. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2007.

CARVALHO, T. V. **Biomateriais à base de quitosana de camarão e bactérias para remoção de metais traços e petróleo**. Fortaleza, 2006, 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará.

CHAVES, J. A. P. **Adsorção de corantes têxteis sobre quitosana**: condições, modelagem e otimização. João Pessoa, 2009, 96 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Paraíba.

COELHO, T. C. **Estudos de adsorção de cobre (II) em microesferas de quitosana reticuladas com epícloridrina e impregnadas com heparina**. Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina.

COSMANN, N. J.; GOMES, S. D.; LOPES, C. L.; GOMES, B. M. Avaliação do desempenho de lagoa anaeróbia aplicada ao tratamento de efluente da industrialização de pescado. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 298-302, 2012.

CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA, E. A.; FARIA, P. M. C.; RIBEIRO, L. P.; MELO, D. C.; CARVALHO, D.; SOUSA, A. B.; SATURNINO, H. M. Sistemas de produção na piscicultura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3/4, p. 86-99, 2006.

GEORGE, M.; ABRAHAM, T. E. Polyionic hydrocolloids for the intestinal delivery of protein drugs: alginate e chitosan – a review. **Journal of Controlled Release**, v. 114, n. 1, p. 1-14, 2006.

GUELFY, L. R. **Estudo de Adsorção Para Purificação e Separação de Misturas na Indústria Petrolífera**. Curitiba, 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Paraná.

GUIBAL, E. Interactions of metal ions with chitosan-based sorbents: a review. **Separation and Purification Technology**, v. 38, n. 1, p. 43-74, 2004.

HENNIG, E. L. **Utilização de quitosana obtida de resíduos de camarão para avaliar a capacidade de adsorção de íons  $Fe^{+3}$** . Rio Grande, 2009. Dissertação (Mestrado em Química Tecnológica e Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

JAWORSKA, M.; SAKURAI, K.; GAUDON, P.; GUIBAL, E. Influence of chitosan characteristics on polymer properties. I: Crystallographic properties. **Polymer International**, v. 52, n. 2, p. 198-205, 2003.

KUMMER, A. C. B.; ANDRADE, L.; GOMES, S. D.; FAZOLO, A.; HASAN, S. D. M.; MACHADO, F. Tratamento de efluente de abatedouro de tilápia com adição de manipueira na fase anóxica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 150-157, 2011.

LEITÃO, L.; MOURA, J. M.; RIZZI, J.; PINTO, L. A. A. **Estudo da etapa de desmineralização para obtenção de quitina obtida a partir de cascas de caranguejo**. XVII Congresso de Iniciação Científica. X Encontro de Pós-Graduação, 2008.

Marine Animals. **Journal of Chemical Education**, v. 67, n. 11, p. 938-942, 1990.

MATHUR, N. K.; NARANG, C. K. Chitin and Chitosan, Versatile Polysaccharides from

MILHOME, M. A. L. **Emprego de quitina e quitosana para adsorção de fenol de efluente de refinaria de petróleo.** Fortaleza, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil- Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Ceará – UFC.

MOREIRA, D. R. **Desenvolvimento de adsorventes naturais para tratamento de efluentes de galvanoplastia.** Porto Alegre, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

MORO, G. V.; TORATI, L. S.; LUIZ, D. B.; MATOS, F. T. Monitoramento e manejo da qualidade da água em pisciculturas. In: LIMA, A. F. (Org). **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos.** Brasília, DF: Embrapa, 2013. 440p.

MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1/2, p. 37-45, 2006.

MOURA, J. M.; FERREIRA, A. F. C.; SILVA, F. M. M.; RIZZI, J.; PINTO L. A. A. Obtenção de quitina a partir de carapaças de siri (*Maia squinado*): uso de um planejamento experimental na etapa de desmineralização. **Vetor**, Rio Grande, v. 15, n. 1, p. 7-17, 2005.

MOURA, M. A. M.; VIEIRA, M. S. Palestra: Poluição de ecossistemas aquáticos – I: Aquicultura. **Revista O Biológico**, São Paulo, v. 72, n.1, p. 71-74, 2010.

NGAH, W.S.W.; GHANI, S.A.; KAMARI, A. Adsorption behaviour of Fe (II) and Fe (III) ions in aqueous solution on chitosan and cross-linked chitosan beads. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 4, p. 443-450, 2005.

PASSOS, A. L. O. **Carcinicultura marinha: caracterização e conflitos entre as esferas ambiental e produtiva no município de Jaguaripe, Bahia.** Salvador, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Bahia.

RIBEIRO, R. P. Ambiente e água para a piscicultura. In: ZIMMERMANN, S. (Org). **Fundamentos da Moderna Aquicultura.** Canoas: Ed. ULBRA, 2001. 200p.

SÁ, C. S. A.; SILVA, R. C.; SILVA, Í. O.; FELIPE, B. H. S.; NASCIMENTO, J. H. O.; LADCHUMANANANDASIVAM, R. **Obtenção de quitosana a partir de exoesqueleto de camarão (*Litopenaeus vannamei*) para aplicações biomédicas.** I Conferência Regional de Saúde Ambiental e do Trabalhador. Santa Cruz, RN, 2013.

SÁ, M. V. C. **Limnocultura: limnologia para aquicultura.** Fortaleza: Edições UFC, 2012. 218p.

SANTOS, É. M. S. **Modificação e caracterização da quitosana para uso como suporte em processos biotecnológicos.** Campos dos Goytacazes, 2009, 171 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

SANTOS, F. M. S. **Utilização de quitosana no revestimento de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e na preparação de filmes incorporados com óleos essenciais.** Recife, 2014, 147 f. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) - Universidade Federal de Pernambuco.

SANTOS, J. E.; SOARES, J. P.; DOCKAL, E. R.; CAMPANA FILHO, S. P.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de quitosanas comerciais de diferentes origens. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 4, p. 242-249, 2003.

SOARES, R. J. B. **Avaliação das possibilidades de tratamento de um efluente piscícola marinho por microalgas.** Porto, Portugal, 2000. Dissertação (Mestrado em Hidrobiologia) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

THANS, F. C. **Controle Operacional de Reator em Bateladas Seqüenciais (RBS):** Ajustes na Concentração de Oxigênio Dissolvido Visando a Remoção de Nutrientes. Florianópolis, 2008, 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina.

ZANIBONI FILHO, E. Tratamento de efluentes da piscicultura. **Anais do ZOOTEC**, Campo Grande, MS, 2005.

Recebido em: 06/07/2022

Aceito em: 10/10/2022