

Produção e análise de quitosana advinda de resíduos de casca de camarão regional (*Macrobrachium Amazonicum*) da cidade de Macapá-AP, Brasil

Production and analysis of chitosan from regional shrimp shell residues (*Macrobrachium Amazonicum*) from the city of Macapá-AP, Brazil

DOI:10.34117/bjdv8n4-002

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Igor Colares Pena

Graduando em Licenciatura em Química

Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070

E-mail: igorpena56@gmail.com

Leliane da Costa Ferreira

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática

Instituição: Universidade Federal de Sergipe - UFS

Endereço: Av. Amazonas, 700 - Pacoval, Macapá – AP, CEP: 68908-330

E-mail: leliferreira43.lf@gmail.com

Wendel Favacho Da Costa

Graduado em Licenciatura em Química

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070

E-mail: favachocosta59@gmail.com

Pedro Paulo Conceição dos Santos

Graduando em Bacharelado em Engenharia Química

Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070

E-mail: pedrohawkingsif@gmail.com

Winter Moraes dos Santos

Graduado em Licenciatura em Química

Instituição: Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

Endereço: Rod. Josmar Chaves Pinto, km 02 - Jardim Marco Zero, Macapá – AP

CEP: 68903-419

E-mail: santoswinter58@gmail.com

Safira Hagnes Ferreira Freitas

Graduanda em Bacharelado em Engenharia Química

Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070

E-mail: hagnessafira@gmail.com

Renata Rodrigues Lamarão

Graduanda em Bacharelado em Engenharia Química
Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP
Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070
E-mail: renata_lamarao@hotmail.com

Guilherme Sousa dos Santos

Graduando em Licenciatura em Química
Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP
Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070
E-mail: gs0864744@gmail.com

Rodrigo Galvão Teixeira de Souza

Graduando em Bacharelado em Engenharia Florestal
Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP
Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070
E-mail: rodrigossouza55@hotmail.com

Sérgio Orlando de Souza Batista

Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Física - PPGF-DFTE / UFRN
Instituição: Universidade do Estado do Amapá – UEAP
Endereço: Av. Presidente Vargas, 650 – Centro, Macapá – AP, CEP: 68900-070
E-mail: sergioosb@gmail.com

RESUMO

Apesar das grandes vantagens econômicas que o camarão da Amazônia pode trazer para sua região, ainda há dúvidas em relação ao que fazer sobre os resíduos de cascas descartadas, que de todo modo, podem ser consideradas lixos orgânicos. A quitina e quitosana são biopolímeros naturais e podem ser obtidos de diversas formas, uma delas é através dos exoesqueletos de crustáceos. Ambos possuem amplas aplicabilidades e propriedades vantajosas como, biodegradação, não toxicidade e boa compatibilidade, sendo assim, tendo grande aplicação em indústrias e fármacos. O presente trabalho tem como principal objetivo a obtenção de quitosana advinda do aproveitamento de cascas de camarão regional da cidade da Macapá-AP. Para obtenção de quitosana, algumas etapas metodológicas foram seguidas: Limpeza e trituração, Desmineralização, Desproteínização, Despigmentação (obtenção de Quitina) e Desacetilação (obtenção da Quitosana). Através da Titulação Condutimétrica foram calculados o Grau de Desacetilação (GD) que correspondente a fração dos grupos amino da quitosana e o Grau de Acetilação (GA) que se refere aos grupos acetamida característicos da quitina, o qual respectivamente, obteve-se os valores de 82,11% e 17,82%. Pode-se considerar quitosana amostras com valores de GD acima de 50%, vale ressaltar que os valores também se assemelham com a literatura, comprovando a veracidade do material obtido.

Palavras-chave: quitosana, quitina, camarão.

ABSTRACT

Despite the great economic advantages that shrimp from the Amazon can bring to your region, there are still doubts about what to do about discarded shell waste, which in any case can be considered organic waste. Chitin and chitosan are natural biopolymers and can be obtained in several ways, one of which is through the exoskeletons of crustaceans.

Both have wide applicability and advantageous properties such as biodegradation, non-toxicity and good compatibility, thus having wide application in industries and pharmaceuticals. The main objective of this work is to obtain chitosan from the use of regional shrimp shells from the city of Macapá-AP. To obtain chitosan, some methodological steps were followed: Cleaning and grinding, Demineralization, Deproteinization, Depigmentation (obtaining Chitin) and Deacetylation (obtaining Chitosan). Through Conductimetric Titration, the degree of deacetylation (GD) corresponding to the fraction of chitosan amino groups and the degree of acetylation (GA) referring to the characteristic acetamide groups of chitin were calculated, which respectively, obtained the values of 82.11% and 17.82%. Chitosan samples with GD values above 50% can be considered, it is worth mentioning that the values are also similar to the literature, proving the veracity of the material obtained..

Keywords: chitosan, chitin, shrimp.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a pesca é uma das atividades mais tradicionais realizada em regiões costeiras, podendo ser em muitos casos a principal fonte de proteína das pessoas. Atualmente no estado do Amapá, a pesca é vista com grande importância econômica, um dos fatores que proporcionam isso é o rio Amazonas. Nesse sentido, a pescaria se torna uma grande fonte de renda para famílias ribeirinhas. O camarão *Macrobrachium Amazonicum* também conhecido popularmente como camarão-da-Amazônia é encontrado em abundância na região, entretanto, apesar das grandes vantagens, ainda há problemas em relação ao que fazer com os resíduos produzidos.

Segundo Rocha e Rodrigues (2004), o processamento do camarão gera uma enorme quantidade de rejeitos no meio ambiente, pois durante o seu beneficiamento as cascas e cabeças, as quais correspondem em torno de 50 % do peso total do animal são retiradas e descartadas, tornando-se lixo orgânico. Dessa forma, as carapaças de crustáceos são resíduos abundantes, o qual são rejeitados pela indústria pesqueira, que em muitos casos as consideram poluentes.

A quitosana é um heteropolissacarídeo obtido da desacetilação da quitina. Os biopolímeros, quitosana e quitina, apresentam estrutura química composta por unidades de 2-acetamida-2 desoxi-Dglicose (GlcNAc) e 2-amino-2-desoxi-D-glicose (GLcN) unidas por ligações glicosídicas $\beta(1\rightarrow4)$. Na síntese de quitosana via N-desacetilação da quitina, os grupos acetamido ($-\text{NHCOCH}_3$) das unidades de GlcNAc são convertidos em grupos amino ($-\text{NH}_2$) (GODOI, 2013).

A quitina é o principal componente da parede celular de alguns fungos, o qual também pode ser encontrada em exoesqueletos de crustáceos, e outros materiais biológicos. Seguindo esse raciocínio, a produção de quitosana advinda de cascas de camarão se torna uma forma de utilização desses resíduos, podendo então, reduzir o impacto ambiental causado pelo acúmulo nos locais onde o mesmo é gerado ou estocado (GOOSEN, 1996).

A quitosana é um produto natural, de baixo custo, renovável e biodegradável, de grande importância econômica e ambiental. Diante disso, esse biopolímero possui grandes aplicabilidades como, terapia gênica, liberação controlada de fármacos, recuperação de tecidos, suplementos dietéticos, controle de pragas, cicatrização e etc. (ANTONIO et al., 2016).

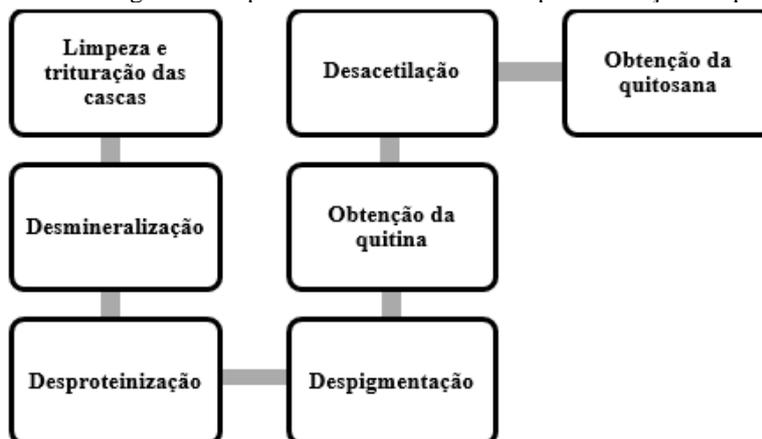
Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo a obtenção da quitosana advinda de resíduos de casca de camarão, calculando o Grau médio de Desacetilação (GD) e Acetilação (GA) por titulação condutimétrica como forma de validação dos resultados obtidos, sendo assim, propondo uma possível solução para esse material orgânico acumulado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas (cefalotórax e carapaça) foram obtidas na feira central da cidade de Macapá-AP, o qual é um dos principais pontos de comercialização de camarão. Os resíduos coletados são da espécie *Macrobrachium Amazonicum*, que se destaca pela sua importância econômica e social na região Norte e Nordeste do Brasil, e é apreciado por todas as classes sociais (LIMA et al., 2014).

De acordo com as orientações de Antonino (2007) são necessárias algumas etapas para a realização dessa síntese (desmineralização, desproteinização, despigmentação e desacetilação), como mostra o fluxograma completo a seguir de todos os procedimentos executados.

Figura 1 - Fluxograma dos procedimentos executados para obtenção da quitosana



Fonte: Adaptado de Antonino (2007).

A princípio as cascas foram separadas de resíduos indesejáveis, não relevantes para a pesquisa, em seguida ocorreu a limpeza através de banho em água destilada, assim, tirando o máximo de partículas irrelevantes, logo após, as amostras foram fervidas até o ponto de ebulição. Seguiu-se o procedimento com a secagem a 50°C em estufa de circulação de ar, por aproximadamente 24 horas. Estando totalmente secas, procedeu-se com trituração em um multiprocessador, o qual posteriormente houve o peneiramento a fim de separar as partículas menores, aumentando a superfície de contato, favorecendo as futuras reações químicas.

Vale ressaltar que todos os procedimentos foram realizados em duplicata, para melhor comparação e análise dos resultados. Sendo então, amostra 1 (QA₁) e amostra 2 (QA₂).

O processo de desmineralização se refere ao tratamento da amostra com ácido para retirada de minerais. Para essa etapa, utilizou-se aproximadamente 50g iniciais para as duas amostras que foram trabalhadas, advindas do procedimento anterior. Tendo como orientação a metodologia proposta por Souza et al., (2015), adicionou-se 200 mL de solução de HCl com concentração de 1 mol/L para cada 10g de material, o qual as misturas foram colocadas sob agitação mecânica por 1 hora em temperatura ambiente. Em seguida o material foi submetido a filtragem à vácuo, lavado várias vezes com água destilada até o sobrenadante atingir pH neutro (pH ≈ 7). Após isso, levou-se o material para secagem em estufa à 60 °C por aproximadamente 20 horas.

Para eliminação das proteínas, pode ser utilizado um grande número de solventes, tais como soluções aquosas de NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, KOH, K₂CO₃, Ca(OH)₂, Na₂SO₃, NaHSO₄, CaHSO₃, Na₃PO₄ e Na₂S, sendo o NaOH, o mais utilizado

(ANTONINO, 2007). Sendo assim, seguindo essas orientações e adaptando a metodologia de Cavalcanti et al. (2016), utilizou-se no processo de desproteíntização 200 mL de NaOH 1,0 mol/L para cada 4g de amostra, o qual foi estipulado 16g iniciais para cada modelo desmineralizado (QA₁ e QA₂). As misturas foram submetidas à agitação mecânica por 2 horas, à 80 °C. Posteriormente, fez-se a lavagem dos materiais com água destilada até a neutralidade do sobrenadante. As massas obtidas foram filtradas à vácuo e levadas para estufa à 60 °C por 18 horas.

Os exoesqueletos de crustáceos contêm pigmentos que não são eliminados durante as etapas anteriores, assim, o procedimento de despigmentação ou desodorização, tem por objetivo a redução de odor proveniente do material e a eliminação de pigmentos. Desse modo, colocou-se em agitação 11g de cada amostra do material desproteíntizado juntamente com solução de Hipoclorito de Sódio (NaClO) 1%, sob temperatura de 80 C°, visando e moldando as orientações de Moura et al. (2006) e Antonino (2007), o qual se utiliza como proporção, 2g de material para 100 mL de solução. Passada a agitação, filtrou-se à vácuo as amostras, lavou-se o sólido com água destilada até que o pH estivesse próximo ao neutro, e posteriormente, o material foi submetido a secagem em estufa à 50°C por 20 horas.

Para obtenção da quitosana, efetuou-se a desacetilação de 5g de cada amostra de quitina obtida através das etapas anteriores, acompanhando e adequando os passos metodológicos de Antonino (2007) e Almeida et al. (2015), o qual se acrescentou a cada amostra 200 mL de solução de NaOH 50% (m/v). O sistema foi mantido sob refluxo e agitação mecânica por 4h à 100 °C. Em seguida, filtrou-se a amostra a vácuo e, lavou-se o sólido obtido com água destilada até atingir a neutralidade (pH \approx 7). Por fim, seguiu-se com a secagem do material em estufa por 6 horas à 40 °C.

Dessa forma, continuou-se os procedimentos com a titulação condutimétrica, o que de acordo com Santos (2004), tem como princípio básico a substituição de íons com certa condutividade, por outros de condutividade diferente. Através dessa técnica é possível determinar o Grau de Desacetilação (GD), que representa a fração de unidades desacetiladas, ou seja, o número de aminos livres na composição do polímero, e o Grau de Acetilação (GA), que retrata a fração dos grupos acetamidos que é calculado a partir da determinação do GD, o qual o efeito dessa caracterização nas propriedades físico-químicas da quitosana é de suma importância para posteriores obtenções a partir da amostra (ALVES, 2008; OLIVEIRA, 2011 e SANTOS et al., 2003).

Adotando a metodologia de Alves (2008) e Santos et. al. (2003), iniciou-se o procedimento onde 200 mg da massa obtida de quitosana foram agitadas com 40 mL de solução de HCl à 0,05 mol/L por 18 horas. Após isso, titulou-se a amostra com solução de NaOH a 0,17 mol/L em temperatura ambiente. As variações de condutância foram medidas por um condutivímetro e célula condutimétrica de marca QUIMIS. Os dados foram tabulados graficamente e a partir dos resultados, calculou-se o grau de desacetilação e acetilação a partir das retas obtidas do volume de NaOH na curva de titulação. Para determinação do GD e GA, utilizou-se respectivamente as equações 1 e 2:

$$GD\% = \frac{161 \times [base] \times (V_2 - V_1)}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde, %GD é a porcentagem de grau médio de desacetilação, 161 é a massa molecular da unidade 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranosose (quitosana) em gramas, [base] é a concentração molar de NaOH, (V_1 e V_2) é o volume de NaOH obtido na extrapolação das retas nas curvas condutimétricas em litros e m é a massa, da quitosana utilizada na titulação em gramas (ALVES, 2008).

$$GA\% = 100 - \%GD \quad (2)$$

Onde, GA% corresponde ao grau médio de acetilação, e GD% ao grau médio de desacetilação (SANTOS et al., 2003; INOUE et al., 2021).

Para melhor análise, calculou-se os rendimentos de cada etapa de obtenção da quitina e quitosana, o qual foram determinados através da relação da massa final com a massa inicial de cada etapa. Dessa forma, para cada procedimento, aplicou-se a seguinte equação:

$$R\% = \frac{m_F}{m_i} \times 100 \quad (3)$$

Onde, R% representa o rendimento em porcentagem, m_F significa a massa final em gramas da amostra e m_i a massa inicial em gramas (Alves, 2008; Santos et al., 2003).

Por fim, calculou-se o desvio padrão de cada procedimento, a fim de medir o grau de dispersão dos conjuntos de massas obtidas em relação a média das mesmas, o qual se aplicou a seguinte equação:

$$DP = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (4)$$

Onde, x_i representa o valor individual, \bar{x} a média desses valores, e n o número total de massas finais obtidas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de desmineralização tem por finalidade retirar conteúdos minerais presentes em grande parte dos exoesqueletos de crustáceos (RIBEIRO, 2017). Esse material inorgânico, principalmente Carbonato de Cálcio, pode ser removido com tratamento adequado de ácido, no caso, o Ácido Clorídrico.

Ao realizar a mistura do material com HCl, notou-se liberação de gás (CO_2), o que indica a saída de CaCO_3 . Na tabela 1, observa-se os rendimentos obtidos nas duas amostras referente ao processo de desmineralização.

Tabela 1 - Rendimento da etapa de desmineralização

Amostra	Massa	Massa	Rendimento	Média das massas
	inicial (g)	final (g)	Percentual (%)	finais \pm DP
QA ₁	50	26,76	53,52	23,81 \pm 2,94
QA ₂	50	20,87	41,74	

É possível notar grande disparidade no rendimento percentual obtido nesta etapa pela duplicata. Na amostra QA₂, obteve-se um rendimento inferior, que pode ser justificado pelo processo de síntese e filtração, perdendo pequenas quantidades de material.

Segundo Meneses (2014), existem cerca de 30 a 50% de sais de cálcio presentes na casca de crustáceos como o camarão. Além dos carbonatos retirados nesse procedimento, ainda há perda de massa durante o momento de lavagem. Dessa forma, afirma-se que a etapa foi eficiente na remoção dos minerais presentes nas amostras.

O processo de desproteinização visa a desnaturação e retirada das proteínas presentes no exoesqueleto, o qual pode ocorrer em meio básico, reagindo com as macromoléculas orgânicas em aquecimento fragmentando as cadeias proteicas. Pensando nisso, as condições reacionais para esse procedimento devem ser moderadas pois podem interferir no resultado, podendo haver a ocorrência de hidrólise dos grupos acetamida,

também como sua despolimerização (RIBEIRO, 2017; CAMPANA-FILHO et al., 2007). Abaixo na tabela 2, dados obtidos referentes ao procedimento metodológico utilizado.

Tabela 2 - Rendimento da etapa de desproteínização

Amostra	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Rendimento Percentual (%)	Média das massas finais \pm DP
QA ₁	16	11,75	73,43	
QA ₂	16	11,23	70,18	11,49 \pm 0,26

Holanda (2004) destaca em sua pesquisa que a eficiência para a remoção das proteínas tem como principais fatores a concentração da solução e a temperatura durante o processo. A metodologia utilizada para esse procedimento se mostrou eficaz, usufruindo de 2 horas de reação sob temperatura de 80°C com solução de NaOH a 1 mol/L, buscando cautelosamente evitar a hidrólise e despolimerização dos grupos acetamida, como supracitado. Assim, conforme a tabela 2, nota-se também baixa disparidade por meio do desvio padrão, obtendo resultados significativos no processo.

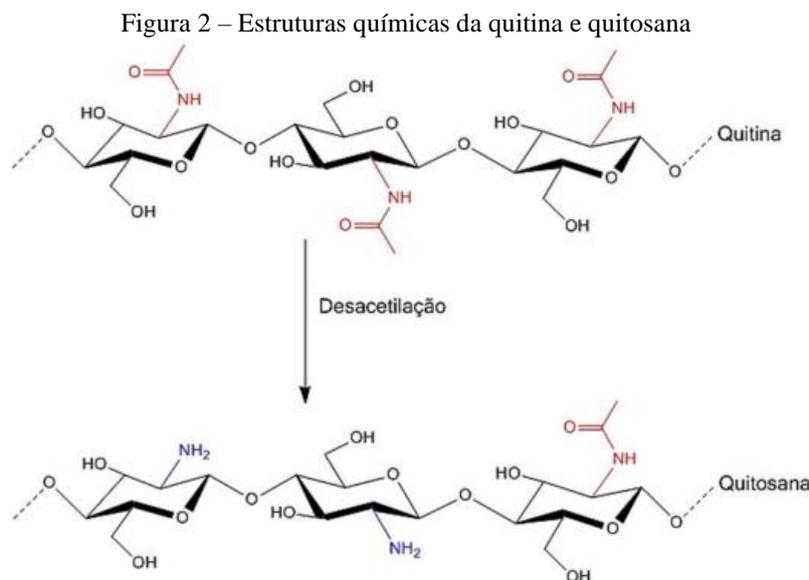
De acordo com Ogawa et al. (2007), os resíduos de crustáceos são constituídos também por pigmentos, sendo eles carotenoides, e astaxantina o mais abundante. Esses pigmentos, não parecem estar complexados com materiais inorgânicos ou proteínas, o qual a remoção desse conteúdo, pode ser realizada por extração com solventes, ou por branqueamento, com KMnO₄, NaOCl ou H₂O₂ (ANTONINO 2007; CAMPANA-FILHO et al., 2007). Na tabela 3, observa-se os rendimentos obtidos nas duas amostras no processo de despigmentação.

Tabela 3 - Rendimento da etapa de despigmentação

Amostra	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Rendimento Percentual (%)	Média das massas finais \pm DP
QA ₁	11	9,43	85,72	
QA ₂	11	9,02	82,00	9,22 \pm 0,20

Nota-se que os rendimentos percentuais foram próximos, assim como desvio padrão baixo, o que mostra similaridade na execução do processo. Vale ressaltar também que a quitina obtida após a etapa, apresentou coloração mais clara (branca), dessa forma, confirmando a remoção dos pigmentos e odores indesejáveis, confirmando a eficácia do procedimento.

No processo de desacetilação, obteve-se a quitosana a partir da quitina despigmentada na etapa anterior. Antonino (2007) afirma que a reação de desacetilação da quitina ocorre em solução alcalina, o qual os grupamentos acetamido (-NHCOCH₃) da quitina são transformados em grupos amino (-NH₂), assim dando origem a quitosana, como apresentado na figura 2.



Fonte: Rodrigues (2017).

Na tabela 4, de acordo com o desvio padrão, obteve-se certa homogeneidade nas amostras, em relação a média das massas finais. Nota-se também o rendimento percentual obtido na etapa de desacetilação, o qual pode ser considerado baixo em relação aos outros procedimentos.

Tabela 4 - Rendimento da etapa de desacetilação

Amostra	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Rendimento Percentual (%)	Média das massas finais ± DP
QA ₁	5	3,31	66,20	3,12 ± 0,18
QA ₂	5	2,94	58,80	

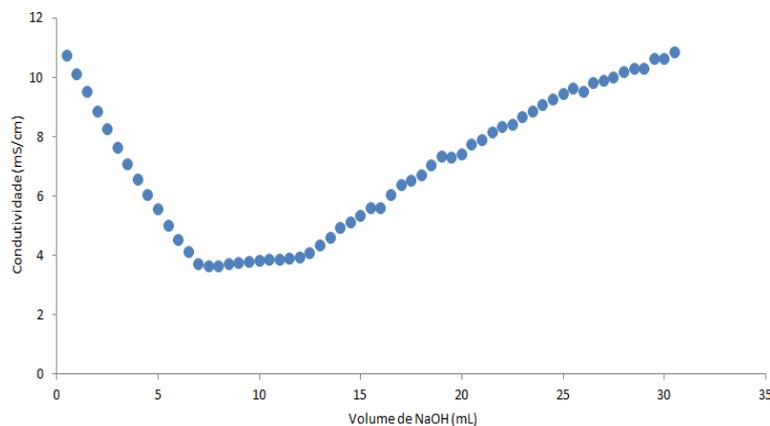
Alguns fatores que podem justificar esses resultados seriam, a temperatura durante o processo de agitação, lavagem (onde há perda de massa) e o tempo em estufa causando maior desidratação da amostra. A prática mais adotada para a obtenção de quitosana é através de solução aquosa de hidróxido de sódio, o qual a concentração, tempo e

temperatura são variáveis de acordo com a metodologia utilizada (AZEVEDO et al., 2007).

Ribeiro (2017) submeteu suas amostras as mesmas condições de temperatura e concentração de NaOH, variando apenas o tempo das reações, e obteve rendimentos de quitosana em torno de 61-63%, concluindo então que essas variações não influenciaram nos resultados.

Os graus médios de desacetilação e acetilação foram determinados pelo método de Titulação Condutimétrica. Lacerda (2019) destaca em seu trabalho que as propriedades do biopolímero quitosana estão intrinsecamente ligadas ao GD, sendo esse um dos parâmetros mais importantes no estudo da quitina e quitosana, uma vez que se conhece a porcentagem de grupos amino ($-NH_2$) livres na estrutura do biopolímero é possível determinar suas características. Dessa forma, calculou-se o GD, o qual os dados obtidos foram dispostos no gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1 - Curva de titulação da amostra de quitosana



Fonte: Dos autores (2021).

A curva condutimétrica apresenta três ramos lineares, o primeiro ramo representa a neutralização do ácido presente, o segundo corresponde à neutralização de prótons dos grupos amino da quitosana e o terceiro conjunto de pontos, refere-se ao excesso de base após o ponto de equivalência (SANTOS et al. 2003). Desse modo, usando os volumes dos pontos de equivalência $V_1= 6,5$ mL, $V_2= 12,5$ mL, e a massa de quitosana utilizada no processo, 200 mg (QA₁ maior rendimento obtido), calculou-se o grau médio de desacetilação de acordo com a equação 1.

Obteve-se como resultado de GD da amostra de quitosana, 82,11%. De acordo com a literatura, considera-se quitosana o composto que apresente um grau de

desacetilação maior que 50% (ALVES 2008; OLIVEIRA, 2011 e ROLIM, 2018). Lacerda (2019) aponta em sua pesquisa que amostras com GD a partir de 60% já podem ser consideradas quitosana e não mais quitina.

É importância ressaltar que o valor encontrado ainda se assemelha com resultados apresentados em vários estudos como, 84,3% (JANEGITZ et al. 2007), 73,4% (ALVES, 2008), 82,8% (ANTONINO 2007), 89,6% (SANTOS et al. 2003). Assim, pode-se afirmar a eficiência dos procedimentos, tendo em vista um resultado satisfatório.

Segundo Campana-Filho et al. (2007), o grau médio de acetilação define a porcentagem de unidades 2-acetamido-2-desoxi-D-glicopiranosose presentes, em média, nas cadeias do polímero. Calculou-se então o GA de acordo com a equação 2. Obteve-se como resultado 17.82%, ou seja, esse resultado está relacionado aos grupos acetamidos, a fração de quitina caracterizada pelos grupos acetamida ($-NHCOCH_3$) em sua estrutura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rendimentos obtidos durante cada etapa comprovam a eficiência das metodologias utilizadas, dessa forma, pode-se afirmar que o aproveitamento de resíduos de casca de camarão se torna uma alternativa viável e de baixo custo para a produção de quitina e quitosana.

Os graus de desacetilação (82,11%) e acetilação (17,82%) evidenciam que o material obtido se refere a quitosana, comprovando a veracidade da amostra. Em relação a quitina, Antonino (2007) resalta que o maior problema encontrado na sua extração é seu modo de preparação, dificilmente se obtém uma amostra com as mesmas características da sintetizada anteriormente. Desse modo, todos os procedimentos devem ser executados mais vezes, já que a produção possui metodologias variadas e prováveis aspectos diferentes em cada síntese.

De acordo com os dados apresentados, pode-se afirmar que este trabalho se torna promissor no estudo de aproveitamento de cascas de camarão para obtenção de quitina e quitosana. Desse modo, mais estudos serão realizados para dar continuidade a pesquisa como, Espectroscopia de Infravermelho (IV) e Difração de Raio-X (DR-X), visando caracterização da amostra obtida.

Sendo assim, busca-se prosseguir com mais investigações científicas a fim de melhor compreender as propriedades desses polímeros, aperfeiçoando os métodos e propondo aplicações que contribuam para o desenvolvimento científico, industrial e tecnológico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P.; AGUIAR, N. V.; RODRIGUIS, W. L.; SILVA, R.S.; MOREIRA, C. K.P.; **Produção e caracterização de quitosana obtida a partir do exoesqueleto do camarão**. 13º Congresso Brasileiro de Polímeros – Natal, RN – outubro de 2015.

ALVES, K. S. **Alquilação redutiva da quitosana a partir do glutaraldeído e 3-amino-1-propanol**. **Dissertação** (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

ANTONINO, N. A. **Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundo da indústria pesqueira paraibana**. UFPB - João Pessoa, 2007.

AZEVEDO, V. V. C. et al. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**. v.2, n 3, p. 27-34, 2007.

CAMPANA-FILHO, S. P., et al. Extração, Estruturas e Propriedades de α -quitina e β -quitina. **Química Nova**, v. 30, p. 644-650, 2007.

CAVALCANTI, C. F. et al. Produção de Quitosana a partir da Fermentação da Casca de Camarão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 18, n. Especial, p. 503-515, 2016.

GODOI, F. C. **Membrana Densa de Quitosana Contendo Nanopartículas de Cobre: Caracterização e Possíveis Aplicações**. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GOOSEN, M. E. A – “Applications of chitin and chitosan”, **Technomic Publishing Company**, Lancaster (1996).

HOLANDA, H. D. **Hidrólise Enzimática do Resíduo do Camarão Sete-Barbas (*Xiphopenaeus Kroyeri*) e Caracterização dos Subprodutos**. Tese (Doutorado em alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

INOUE, M. D. et al. Caracterizações físico-químicas das etapas de obtenção da quitosana a partir de cascas de camarão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.10, p.98634-98652, 2021.

JANEGITZ, B. C. Desenvolvimento de um Método Empregando Quitosana para Remoção de Íons Metálicos de Águas Residuárias. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 879-884, 2007.

LACERDA, B. A. C. F. **Otimização e padronização de processos para obtenção de quitosana purificada para uso farmacêutico e alimentício**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. USP – São Paulo, 2019.

LIMA, D. F.J. et al. Aspectos econômicos e higiênico-sanitários da comercialização de camarões de água doce em feiras livres de Macapá e Santana, Estado do Amapá. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2014.

MENESES, R. L. **Desenvolvimento de Fibras de Quitina para Aplicação como Fios de Sutura**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

MOURA C. et al. Quitina e Quitosana produzida a partir de resíduos de camarão e siri: Avaliação do processo a escala piloto. **Vetor – Revista de Ciências Exatas e Engenharias**. Rio Grande, v. 16, n. 1, p. 37-45, 2006. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/294>. Acesso: 15 de dezembro de 2021.

OGAWA, M.; MAIA, E. L.; FERNANDES, A. C.; NUNES, M. L.; OLIVEIRA, M. E. B.; FREITAS, S. T. Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção de pigmentos carotenoides. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 27(2): 333-337, abr.-jun. 2007.

OLIVEIRA, M. **O biopolímero quitosana, modificado quimicamente ou reticulado com metais, em forma de pó ou esfera, aplicado no estudo termoquímico da interação com cobre e amins alifáticas**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

RIBEIRO, A. G. O. **Produção de Quitosana a partir dos Caranguejos *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861, capturados no Município de Itacoatiara (AM)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2017.

ROCHA, I. D. P.; RODRIGUES, J. A. A carcinicultura brasileira em 2003. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, n. 6, p. 1, 2004.

RODRIGUES, M. A. V. **Biomateriais de quitosana/gelatina com resina de jatobá: influência do grau de acetilação da quitosana e da inclusão de resina**. Instituto de Química de São Carlos, Mestrado Dissertação - São Carlos, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75135/tde-23052017-095341/en.php> Acesso: 16 de dezembro de 2021.

SANTOS, J. E. et al. Caracterização de Quitosanas Comerciais de Diferentes Origens. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. v. 13, n. 4, p. 242-249, 2003.

SANTOS, J. E. **Preparação, caracterização, e estudos termoanalíticos de bases de Schiff biopoliméricas e seus complexos de cobre**. 124 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SOUZA, F. M.; FERREIRA, R. M. S.; BARBOSA, R. C. Utilização da Casca de Camarão para produção de Quitina. **Scire - Revista Acadêmico-Científica**. v. 7. n. 1, p. 1-11, 2015.