

Produção de biofilmes a base de quitosana contendo óleo essencial de alecrim 1,8-cineol

Douglas Kviatkowsky Junior, Eloisa Gabriela Frare*, Fabricio Natan Fischer, Matheus Ernán Reichert, Maurício Montanha Junior e Nathalia Eger Junckes

Discentes do Curso Técnico em química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul

* E-mail: eloisafrare@gmail.com

Elder Correa Leopoldino

Mestre em Química Orgânica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul

E-mail: elder.leopoldino@ifsc.edu.br

Resumo: Tendo em vista a quantidade de resíduos provenientes de crustáceos no litoral catarinense, o presente trabalho possui como objetivo extrair a quitina e sintetizar a quitosana a partir de cascas de crustáceos, camarão e siri, para produção de biofilmes com a inserção de óleo essencial de alecrim 1,8-cineol. Para a extração da quitina, as cascas passaram pelos processos de desmineralização (HCl), desproteínização (NaOH) e despigmentação (NaClO) sendo posteriormente secas e levadas ao processo de desacetilação, feita com aquecimento e NaOH concentrado, formando assim a quitosana. Ambas as amostras foram analisadas através da técnica de espectroscopia na região do infravermelho. Com os resultados do teste de Infravermelho, conclui-se que a quitina e a quitosana obtidas do camarão apresentaram-se puras, pois apresentam bandas de estiramento OH, C=O, CO e banda de dobramento NH, todas bandas características dessas substâncias. Ao final do processo foi encontrado um rendimento de 7% para as cascas provenientes de camarão. Com as amostras de quitosana puras, foram preparados os biofilmes, em que foi observado um depósito de um material plástico ao fundo dos potes que continham as soluções filmogênicas feitas com a quitosana obtida da casca de camarão. Por fim, conclui-se que o biofilme feito com quitosana de siri não apresentou resultados esperados, porém o biofilme obtido com a quitosana de camarão e óleo essencial de alecrim apresentou rigidez, uma menor transparência no centro do biofilme em relação a borda e uma espessura entre 0,5 e 1 mm.

Palavras-Chave: Quitina, quitosana, 1,8-cineol, extração, biofilme.

Abstract: Regarding the large amount of waste from crustaceans in Santa Catarina seashore, the present paper aims at extracting chitin and synthesizing chitosan from crustacean shells, shrimp and crab, in order to produce biofilms with na insertion of 1,8-cineole. In order to extract chitin, the shells underwent demineralization (HCl), deproteinization (NaOH) and deodorization (NaClO) processes. The shells were then dried and went through the deacetylation process with concentrated sodium hydroxide and heating, thus forming chitosan. Both samples were analyzed by infrared spectroscopy technique. From the results of the Infrared test, it was possible to conclude that the chitin and chitosan obtained from the shrimp were pure, because they presente stretching bands OH, C=O, CO and NH folding band, all bands are typical of these substances. At the end of the process a yield of 7% was found from shrimp shells. The biofilms were prepared with the pure chitosan samples. A deposit of a plastic material was observed in the bottom of the pots containing the filmogenic solutions of the chitosan obtained from the shrimp shells. Finally, it was concluded that the biofilm made from crab chitosan didn't present the expected results, but the biofilm obtained from shrimp chitosan and essential oil of rosemary presented rigidity, lower transparency in the center of the biofilm compared to the extremities and thickness between 0.5 and 1 mm.

Keywords: Chitin, chitosan, 1,8-cineole, extraction, biofilm.

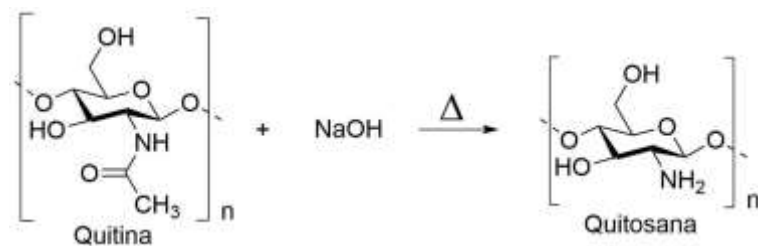
1 Introdução

A pesca de crustáceos, como camarões e siris, ocorre em Santa Catarina desde o início da ocupação e colonização do litoral catarinense, concentrando-se principalmente nos municípios de São Francisco do Sul, Florianópolis e Laguna. Os meses de maior pesca encontram-se no intervalo de dezembro a junho, sendo pescados em média cerca de 100 toneladas desses crustáceos nesse período.

Grande parte destes crustáceos são descartados de volta ao mar, como é o caso das cascas de camarão e siri. Porém, estas cascas são compostas por quitina, um polissacarídeo natural extraído cuja estrutura é comparável à celulose polissacarídica e em termos de função pode ser comparada com a proteína queratina, tendo aplicação em diversas áreas, tais como na saúde, na indústria e na biotecnologia. (PINTO, 2014)

Esse composto pode ser extraído das cascas em três etapas: desmineralização, desproteínização e por fim despigmentação, tendo por objetivo a remoção de minerais (CaCO_3), de proteínas e pigmentos, respectivamente, para a obtenção de um produto puro.

A quitina, ao sofrer um processo de desacetilação produz a quitosana, outro polissacarídeo de fácil fabricação, o que permite agregar valor comercial ao mesmo. Esse processo pode ser realizado pelo tratamento da quitina em meio básico, com solução de hidróxido de sódio e temperatura. A reação de síntese da quitosana está apresentada no Esquema 1. (ALMEIDA *et. al.*, 2006)



Esquema 1. Reação de desacetilação da quitina, produzindo quitosana, realizada em meio básico.

A quitosana é um biopolímero que vem sendo aplicado em indústrias de alimentos, pois possui propriedades antimicrobianas, além de ser um polímero de fácil obtenção e de fonte renovável. Ela é insolúvel em água e em meio apolar, apresenta estrutura cristalina e é solúvel em ácidos fracos devido a protonação do grupo amino (LARANJEIRA e FÁVERE, 2009). A quitosana, quitina e seus oligômeros, possuem outras propriedades que vêm sendo estudadas tais como biodegradabilidade, biocompatibilidade e baixa toxicidade, por exemplo. Essas propriedades fazem com que ambas sejam utilizadas não somente na indústria alimentícia, mas também na biomedicina, agricultura, biotecnologia, veterinária entre outras. (RODRIGUES *et. al.*, 2015)

Outra aplicação da quitosana é na fabricação de biofilmes para auxiliar na duração dos alimentos, ou seja, as embalagens são necessárias para proteger o alimento e estas combinadas à quitosana tornam o mesmo mais resistente e menos poluente. (DIAS, 2013)

Biofilmes, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2012) são embalagens que estão em contato direto com o alimento, destinado a contê-los desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agentes externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações.

Atualmente, com o aumento da tecnologia e a busca por maior condicionamento do alimento, muitas empresas estão focadas no descobrimento de novas embalagens que tenham novas funções, que auxiliam no aumento e monitoramento da sua validade, impedindo os mecanismos de deterioração fisiológicos, biológicos (parasitas, mofos e bactérias), físicos (desidratação) e químicos (oxidação). (AZEREDO, FARIA e AZEREDO, 2000)

Essas embalagens, além de conter somente quitosana, podem apresentar aditivos, como por exemplo óleos essenciais, em sua composição. O óleo altera as composições físico-químicas do filme e aumentam a atividade antimicrobiana do mesmo. Estudos já foram realizados incorporando óleo essencial de canela e quitosana para produção de biofilmes, o que resultou na modificação à resistência mecânica do biofilme, à permeabilidade ao vapor de água, ao teor de umidade e à solubilidade (UGALDE, 2014). Estes biofilmes são uma nova tendência da tecnologia de alimentos para assegurar a qualidade dos mesmos, bem como a segurança do consumidor.

Entre a vasta gama de plantas de onde possam extrair óleos essenciais, encontra-se o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), o qual é uma planta da família *Lamiaceae* originária das áreas ao redor do mar Mediterrâneo, sendo atualmente cultivada em quase todo território brasileiro. O óleo essencial de alecrim é obtido através de suas folhas e possui cor e odor característicos. Em sua composição química são encontrados princípios ativos terapêuticos, antioxidantes, aromatizantes e entre outros, sendo que um dos principais componentes do óleo essencial de alecrim é o 1,8-cineol, também conhecido como Eucaliptol (Figura 1). (UGALDE, 2014)

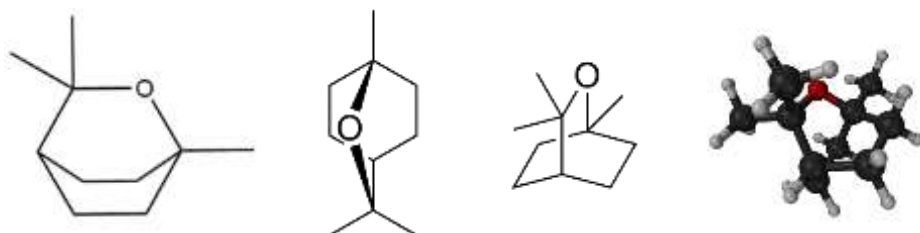


Figura 1. Formas de representação da estrutura molecular do 1,8-cineol (1,3,3-trimetil-2-oxabicyclo[2,2,2]octano), componente do óleo essencial de alecrim.

Fonte: Adaptado de PRINS, LEMOS e FREITAS (2006)

O óleo essencial de alecrim tem demonstrado excelente ação antimicrobiana, inclusive interferindo positivamente no processo de formação de biofilmes, aumentando a atividade antimicrobiana do mesmo, e por não oferecer riscos à saúde humana, têm seu uso em alimentos autorizado. O seu alto potencial antimicrobiano, devido à liberação de substâncias nocivas a estes seres, possibilita sua adição a filmes, aumentando a vida de prateleira do alimento a ser conservado. (STEFFENS, 2010)

O objetivo geral deste trabalho foi extrair a quitina, a partir de resíduos de camarão e siri provenientes da indústria pesqueira de Florianópolis, e sintetizar a quitosana, visando a produção de biofilmes com e sem a inserção de óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) 1,8-cineol a fim de possíveis comparações de propriedades físico químicas modificadas no mesmo.

2 Materiais e Métodos

2.1 Materiais

Foram utilizadas cascas de camarão e siri, ambos obtidos no mercado público de Florianópolis, almofariz, balança semi-analítica (Knwaagen), agitador magnético SL - 92 (Solab), liquidificador, estufa (Bradonto), bomba de vácuo, centrífuga (NovaTecnica), banho ultrassom (Critófoli), condutivímetro (MS TecnoPON), sistema de refluxo e béqueres.

Foi utilizado também durante as reações, água destilada, fita indicadora de pH (Mache Rey) e papel de tornasol (Qualividros). Como reagentes, foram utilizados ácido clorídrico (Química Moderna, 37%), hidróxido de sódio (Êxodo Científica, micro pérolas) e hipoclorito de sódio (Metaquímica, 10%).

Para a produção dos biofilmes utilizou-se glicerol (Êxodo Científica), óleo essencial de alecrim 1,8-cineol (Terra Flor, 100%) quitosana obtida das extrações e ácido acético glacial (Alphatec, 99,7%).

2.2 Extração da quitina e síntese da quitosana

O processo de obtenção da quitina e da quitosana seguiram as etapas de pré-tratamento, desmineralização, desproteínização, despigmentação e desacetilação, seguindo uma metodologia adaptada do método proposto por ALMEIDA *et.al.* (2006).

Na etapa de pré-tratamento foi feita uma lavagem das cascas de camarão e siri com água da torneira até que as mesmas apresentaram pH neutro, então as cascas foram secas em estufa por 24 h a temperatura de 50 °C. As cascas de camarão foram trituradas com o auxílio de um liquidificador e as cascas de siri foram trituradas com um almofariz.

Foi preparada uma amostra de cascas de camarão que continham 150,00 g no total e uma amostra de cascas de siri que continham 105,85 g. A estas cascas foi adicionado aos poucos uma solução de ácido clorídrico (HCl) 1,6 mol L⁻¹, até que esta

parasse de gerar gases. Esta solução permaneceu em agitação magnética durante 30 min e em seguida foi lavada com água até obter pH neutro. Por fim, a amostra foi filtrada em funil de büchner.

Para a etapa de desproteinização, adicionou-se 150 mL hidróxido de sódio (NaOH) $0,75 \text{ mol L}^{-1}$ nas amostras já desmineralizadas, permanecendo em agitação magnética durante 30 min e aquecimento de $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Após realizado tal procedimento as amostras foram lavadas até obter pH neutro e filtradas em funil de büchner.

Com o objetivo de retirar o odor e a pigmentação da mostra, foi realizada a etapa de despigmentação com 100 mL de hipoclorito de sódio (NaClO) 0,36% (m/m). Esta solução foi adicionada às cascas e deixada sob agitação e aquecimento de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 min. Ao término do processo as amostras foram lavadas até pH neutro, filtradas em funil de büchner e postas no dessecador durante 24 h.

A síntese da quitosana foi realizada a partir da desacetilação de aproximadamente 25,00 g de quitina, em solução de NaOH 42,3% (m/m) em 70 mL de solução, sob aquecimento durante 2 h e com sistema de refluxo. Ao final da reação foi feita a lavagem da amostra até obter pH neutro, as mesmas foram filtradas em funil de büchner e por fim colocadas no dessecador durante 48 h.

Foi feito um tratamento final com as amostras de quitosana providas do siri, pois essas amostras apresentaram uma concentração muito alta de carbonato de cálcio. Esse material contendo quitosana foi colocado mais uma vez em meio de HCl $1,6 \text{ mol L}^{-1}$ até a solução parar de borbulhar. Durante esse tratamento foi utilizada a agitação mecânica e banho ultrassom para otimização do processo.

2.2.1 Caracterização da quitina e da quitosana

Para a caracterização das amostras foi utilizado o aparelho de espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier e reflectância total atenuada (FTIR - ATR), modelo Perkin Elmer Spectrum Two, disponibilizado pelo IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina, campus Geraldo Werninghaus, utilizando uma pequena amostra colocada diretamente sobre o porta amostra.

2.2.2 Produção dos biofilmes

Os biofilmes foram feitos com uma adaptação da metodologia proposta por Ugalde (2014), utilizando a técnica de *casting* que consiste na desidratação da solução filmogênica. Foram preparadas quatro soluções filmogênicas uma contendo quitosana de camarão com óleo essencial, uma com quitosana de camarão sem óleo essencial, outra de quitosana de siri contendo óleo essencial e uma de quitosana de siri ausente de óleo essencial.

Todas as soluções supracitadas possuem massa de 50,00 g, sendo elas constituídas de 2,50 g de quitosana (camarão/siri), 2 mL de glicerol considerado o agente

plastificante, 2,5 mL de ácido acético e 1,08 mL de óleo essencial de alecrim, nas soluções em que se aplica. Essas soluções foram deixadas sob agitação por 8 h para uma correta homogeneização e posteriormente acondicionadas em moldes de plástico para ocorrer a desidratação da mesma. Obtendo-se assim ao final os biofilmes a base de quitosana.

3 Resultados e Discussões

3.1 Extração da quitina

Inicialmente foi feito o pré-tratamento das cascas para eliminar excesso de carne e sujeira remanescentes nas cascas, esse tratamento foi feito realizando sucessivas lavagens. Após essa lavagem as amostras foram levadas à estufa para secagem.

Na etapa de desmineralização, ocorre a troca iônica entre o carbonato de cálcio e o ácido clorídrico. O carbonato de cálcio é o composto que garante a dureza das cascas e se não removido corretamente pode interferir no processo de desacetilação. (ALMEIDA *et. al.*, 2006)

Terminada a etapa de desmineralização, foi necessária a retirada das proteínas para evitar interferências durante a desacetilação. Dessa maneira foi feito o processo de desproteíntização das amostras utilizando hidróxido de sódio sob aquecimento. A temperatura permite o ataque da hidroxila as carbonilas presentes na cadeia proteica, decompondo-a em aminoácidos.

Ao final da desproteíntização foi obtida a quitina da casca do siri e camarão, porém a quitina proveniente do camarão continha impurezas que a deixavam escura e expeliam odor desagradável. Então as cascas de camarão passaram pelo processo de desodorização e despigmentação utilizando hipoclorito de sódio, o qual é um forte agente oxidante que elimina impureza. Então, com as amostras de quitina relativamente secas, foram realizados cálculos de rendimento e caracterização das amostras.

Foram utilizados 144,61 g de casca de siri na síntese da quitina, depois dos procedimentos, obteve-se 125,84 g de quitina, ou seja, 80% de rendimento, porém durante a análise esta amostra se apresentou impura. A Figura 2 apresenta o espectro de infravermelho obtido.

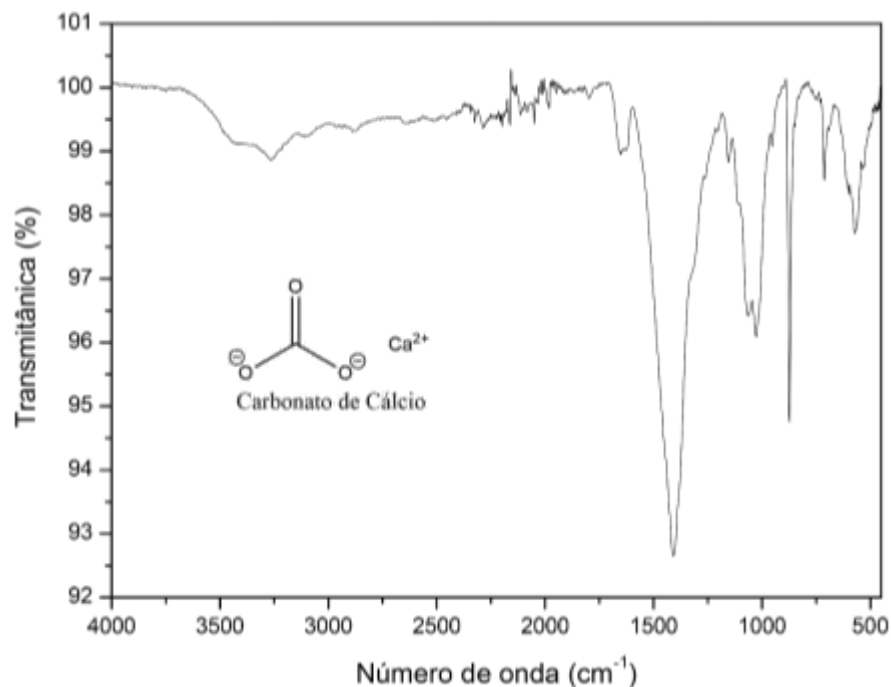


Figura 2. Espectro de infravermelho do carbonato de cálcio obtido com a amostra de quitina proveniente das cascas de siri.

Para realizar a extração da quitina com as cascas de camarão, foram utilizadas 120,00 g das mesmas. Depois de sintetizada e seca, obteve-se 8,82 g de quitina, ou seja, 7% de rendimento em massa. De acordo com ALMEIDA *et.al.* (2006), o rendimento da quitina obtida com as cascas de camarão deve estar entre 5 e 7%, ou seja, com os resultados obtidos, pode-se observar a obtenção de um resultado exato. A Figura 3 apresenta o espectro de infravermelho obtido.

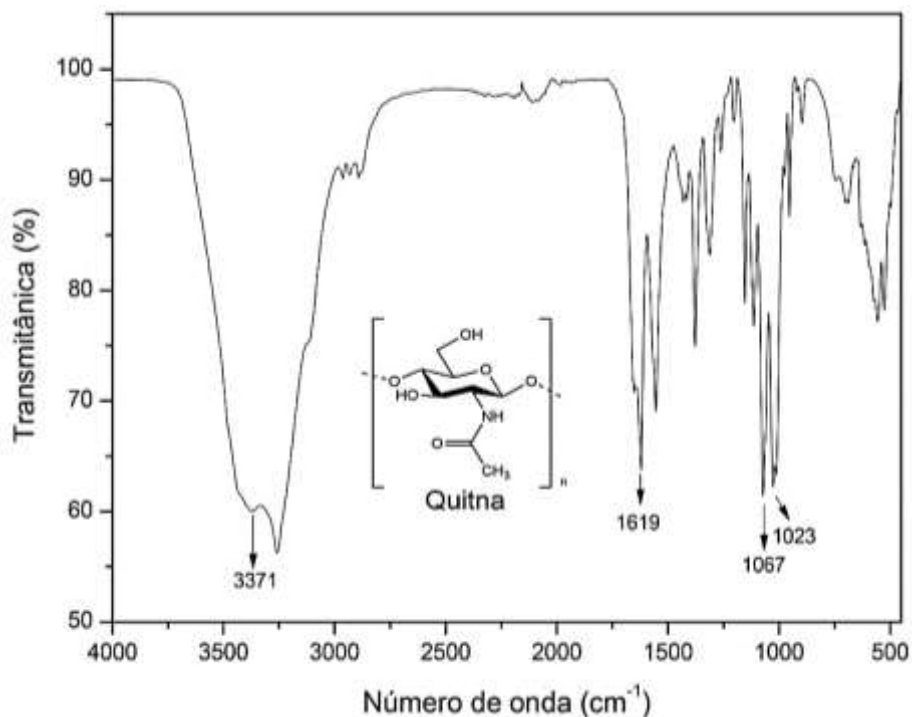


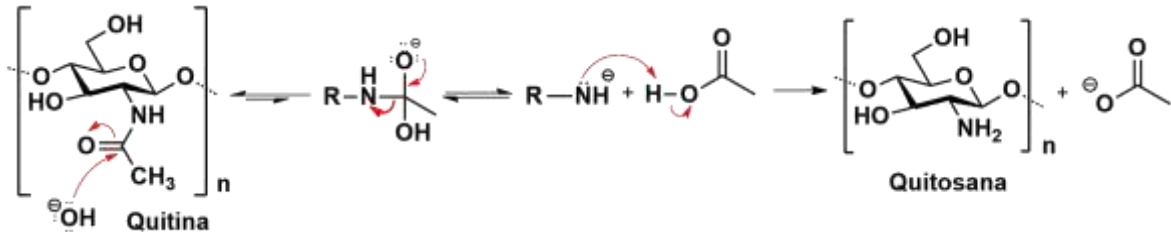
Figura 3. Espectro de infravermelho obtido da quitina proveniente das cascas de camarão.

No espectro da Figura 2 é possível observar que são quase imperceptíveis as bandas referentes ao espectro da quitina pura (SDBS¹). As bandas apresentadas, possuem características que se assemelham aos espectros de carbonato de cálcio (SDBS²), e com a realização de testes feitos com a adição de HCl, foi verificado a formação de gases, o que traz a possibilidade de o processo de desmineralização da casca de siri não ter sido totalmente eficaz. Já para o espectro da amostra de quitina de camarão (Figura 3) pode-se observar que a amostra está pura quando comparado ao espectro da quitina da literatura (SDBS).

O espectro obtido da quitina extraída da casca de camarão apresenta as características esperadas quando comparado ao espectro de quitina pura, apresentando bandas fortes de estiramento OH (3371 cm⁻¹), estiramento de C=O na região de 1619 cm⁻¹ e estiramento de ligação de CO de álcool e éter na região 1067 e 1023 cm⁻¹ respectivamente.

3.2 Síntese da quitosana

Com a quitina obtida, foi realizado o processo de desacetilação utilizando solução aquosa de hidróxido de sódio. Nessa reação ocorre o ataque da hidroxila à carbonila da amida da quitina, fazendo com que ocorra a eliminação do íon acetato, substituindo a função amida pela função amina, formando assim a quitosana. O mecanismo provável da reação de desacetilação está apresentado no Esquema 2.



Esquema 2. Mecanismo de desacetilação da quitina, produzindo quitosana.

Fonte: Adaptado de CLAY *et al.*, 2009

Para que ocorra a hidrólise de amidas utilizando base são necessárias condições específicas para a mesma. Durante o ataque há a formação do carbono tetraédrico e ocorre a liberação do grupo de saída, formando o ânion NH⁻ (pK_{aH} = 35) que possui uma baixa probabilidade de saída quando em competição com o íon OH⁻ (pK_{aH} = 15), sendo necessário o uso de temperatura e base concentrada para a propagação da reação.

Após realizado o processo de desacetilação, as amostras de quitosana foram secas e em seguida caracterizadas através de espectroscopia de infravermelho. A Figura 4 apresenta o espectro de infravermelho realizado com a amostra de quitosana proveniente das cascas do camarão.

¹ SDBS: <http://sdb.sdb.db.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_disp.cgi?sdbno=1965>

² SDBS: <http://sdb.sdb.db.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_disp.cgi?sdbno=16152>

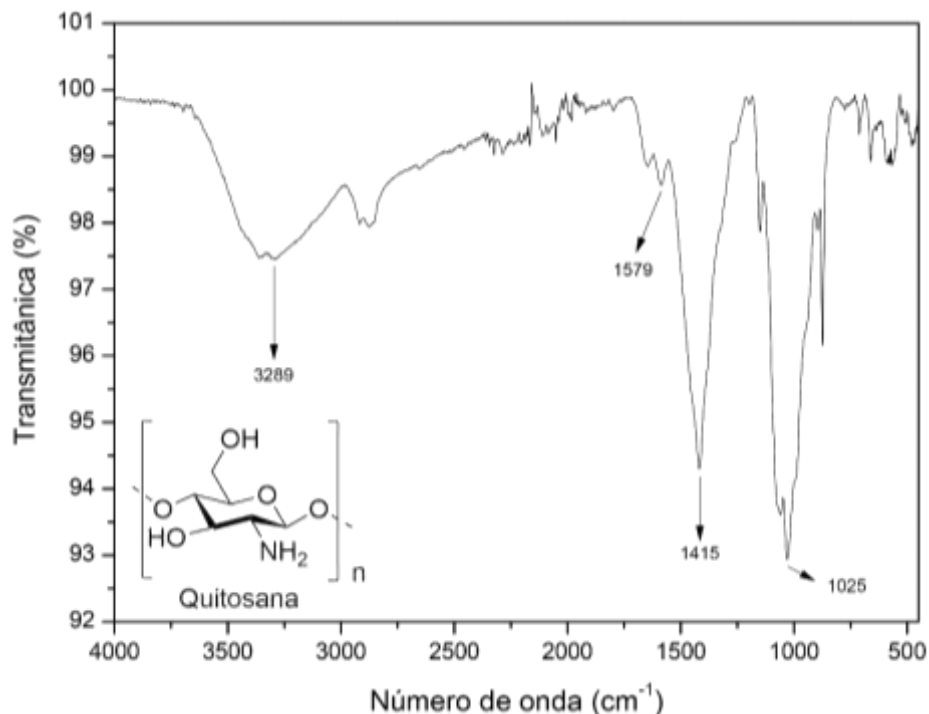


Figura 4. Espectro de infravermelho obtido para a quitosana proveniente do camarão.

Quando se compara o espectro da quitosana obtida das cascas de camarão referente a literatura (CAVALHEIRO *et. al.*, 2003) com o espectro obtido na Figura 4, é possível observar uma banda forte de dobramento NH na região de 1415 cm⁻¹ considerada um indício de desacetilação, referente à formação de amina. Na região de 1579 cm⁻¹ existe uma banda de estiramento C=O fraca, referente à carbonila de amida, o que pode indicar um alto grau de desacetilação, devido a banda ser fraca. É possível perceber que a banda média de estiramento OH na região de 3289 cm⁻¹, é intrínseca da molécula, pois a mesma possui álcoois em sua estrutura. Já na região de 1025 cm⁻¹ é possível verificar a presença de uma banda forte de estiramento CO proveniente de álcool e éter, ambos presentes na molécula.

Após a desacetilação da quitina obtida com as cascas de siri, foi necessário realizar um tratamento da quitosana para retirar restos de impurezas presentes na amostra. Tal procedimento foi realizado com ácido clorídrico, tendo em vista a retirada de restos de carbonato de cálcio, apontado na análise do espectro da quitina obtida do siri, em que houve uma reação de troca iônica removendo assim o carbonato. Após realizado tal procedimento, a amostra foi submetida a caracterização e a Figura 5 apresenta o espectro de infravermelho da quitosana de siri depois de tratada.

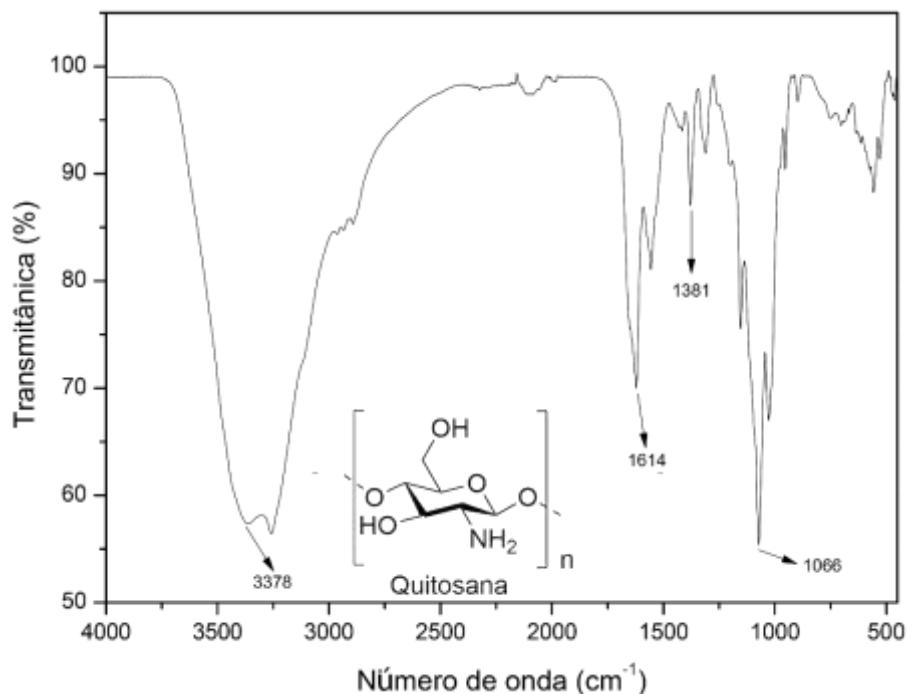


Figura 5. Espectro de infravermelho obtido para a quitosana proveniente do siri, tratada com HCl.

Quando analisado e comparado com o espectro de quitosana encontrado na literatura (CAVALHEIRO *et. al.*, 2003) o espectro da quitosana obtida a partir da casca de siri não apresenta as bandas necessárias para caracterizar o composto obtido como quitosana, sendo que é possível observar um forte estiramento C=O presente apenas na quitina (1614 cm^{-1}) e a banda média/fraca de dobramento NH na região de 1381 cm^{-1} que comumente é bastante visível em um espectro de quitosana. Esse fenômeno pode indicar um baixo grau de desacetilação, que pode ter sido causada pelo excesso de carbonato de cálcio durante a desacetilação. Pode-se observar também uma banda forte em 3378 cm^{-1} referente a um estiramento OH. Existe uma banda forte em 1066 cm^{-1} característica de estiramento CO de álcool e éter encontrada nas moléculas de quitina e quitosana.

Terminado as reações de desacetilação e o tratamento da amostra de siri, ambas foram secas para determinação dos rendimentos, entretanto a amostra de quitosana provinda do siri possuía água na amostra, a qual não foi removida durante a secagem no dessecador, ou seja, não foi possível calcular seu rendimento. Já a amostra de camarão, que partiu de 8,80 g de quitina resultou em 7,50 g de quitosana, apresentando rendimento de 85,03%.

3.3 Biofilmes a base de quitosana e óleo essencial de alecrim

Os biofilmes a base de quitosana foram feitos por meio do preparo de uma solução filmogênica, a qual deve ser totalmente homogênea, em que foram preparadas 4 amostras. A primeira era composta somente de quitosana de camarão, a segunda continha quitosana de camarão e óleo essencial de alecrim 1,8-cineol, na terceira havia

somente quitosana de siri e na quarta continha quitosana de siri e óleo essencial de alecrim 1,8-cineol.

Durante a homogeneização das soluções referentes as amostras de quitosana obtida do camarão observou-se misturas uniformes tanto para a amostra com 1,8-cineol quanto para a isenta deste. Porém durante a realização de um processo semelhante com a quitosana extraída do siri não foi possível verificar uma homogeneização da mistura.

Posteriormente as misturas foram deixadas sobre a bancada em potes plásticos de fundo chato abertos para secagem. Foi observado um depósito de material plástico no fundo dos potes que continham as soluções filmogênicas feitas com a quitosana obtida da casca de camarão enquanto o mesmo depósito não foi observado nos potes com as soluções feitas com a quitosana obtida do siri.

A Figura 6 apresenta o biofilme obtido com a quitosana do camarão e o óleo essencial de alecrim 1,8-cineol. Pode-se observar que o mesmo apresenta certa rigidez e uma textura áspera e emborrachada (na parte superior) e lisa (na parte inferior), essa textura mais áspera ocorreu, pois, nem toda a quitosana solubilizou no ácido acético.



Figura 6. Biofilme feito com a quitosana obtida das cascas de camarão.

Percebe-se também que nas bordas há uma maior transparência em relação ao centro do biofilme, isso ocorreu pelo fato do centro do biofilme ter adquirido uma maior espessura em relação às suas bordas, entre 0,5 e 1 mm.

4 Considerações Finais

Tendo em vista a grande quantidade de cascas de camarão e siri que são descartadas de volta ao mar, o presente trabalho teve como objetivo a extração da quitina, síntese da quitosana e fabricação de biofilmes a partir das cascas desses crustáceos.

O processo de obtenção da quitina através das cascas se mostrou eficiente, de fácil manuseio e viável, além de apresentarem bons rendimentos, em que se obteve um rendimento esperado para a quitina provinda das cascas de camarão, quando comparado à valores da literatura, sendo este igual a 7%.

A reação de desacetilação também se mostrou eficiente, e com as análises de infravermelho foi possível verificar a formação da quitosana na amostra de camarão. Já na amostra de siri, com o espectro de infravermelho obtido da quitina foi possível identificar a existência de bandas referentes ao carbonato de cálcio, impossibilitando assim a comprovação da formação da quitina. Portanto, um tratamento foi realizado com a amostra e uma nova análise foi feita, o que comprovou a existência de quitosana na amostra.

Com as amostras secas, foram feitos os filmes com a quitosana de camarão e de siri, porém não houve correta solubilização da quitosana de siri, impedindo a formação do biofilme. O biofilme obtido apresentou rigidez, menor transparência no centro do biofilme quando em comparação com as extremidades e espessura entre 0,5 e 1 mm. Dessa maneira pode-se concluir que é possível sintetizar um biofilme de quitosana a partir das cascas de camarão. Análises futuras serão feitas para a comprovação da existência de óleo essencial de alecrim na amostra.

Uma possível perspectiva futura do trabalho são as análises das propriedades físicas e mecânicas dos biofilmes obtidos com a quitosana de camarão, com e sem a inserção de óleo essencial de alecrim 1,8-cineol, tais como absorção de água, índice de transparência e espessura, para obter uma comparação dessas propriedades entre os biofilmes.

5 Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a instituição pelo fomento (Edital - Nº 30/PROPI/2016), pelo incentivo e infraestrutura. Ao professor Jean Pimenta e aos seus alunos pela disponibilidade e auxílio quanto às análises de espectroscopia na região do infravermelho. Agradecemos também à todos os professores da área de química do Campus Jaraguá do Sul por oferecerem total disponibilidade de auxílio para com o andamento do projeto em geral.

6 Referências

ALMEIDA, Janaína. MOURA, Catarina. MUSZINSKI, Patrício. PINTO, Luiz. **Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto.** Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Vetor, Rio Grande, 16(1/2): 37-45, 2006.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Legislação específica de alimentos: Embalagens.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/embalagens.htm>>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

AZEREDO, Henriette Monteiro Cordeiro de; FARIA, José de Assis Fonseca; AZEREDO, Alberto Monteiro Cordeiro de. **Embalagens ativas para alimentos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. vol 20. Campinas, 2000

CAVALHEIRO, Éder T. G.; CAMPANA FILHO, Sérgio P.; DOCKAL, Edward R.; SANTOS, José E. dos; SOARES, João da P. **Caracterização de quitosanas comerciais de diferentes origens**. Polímeros, vol.13, nº 4, p. 242-249, 2003.

CLAY; GRAVEES, WARREN, WOTHERS. **Orgânic chemistry**. Vol único. 8ª edição, 2009.

DIAS, Marali Vilela. **Filmes a base de quitosana incorporados com α -tocoferol e montmorilonita para aplicação em embalagens funcional e antioxidante**. Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras - Minas Gerais, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/RghWi6>>. Acesso em 21/11/2016

LARANJEIRA, Mauro C. M.; FÁVERE, Valfredo T. de. **Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico**. Química Nova, Florianópolis, Vol. 32, No. 3, 672-678, 2009.

PINTO, Andréa da Silva. **Otimização de processos de obtenção de quitina e quitosana do exoesqueleto do camarão amazônico**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, UFPA. Belém, 2014.

PRINS, C.L. LEMOS, C.S.L. FREITAS, S.P. **Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (Rosmarinus officinalis)**. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, vol 8, n.4, p.92-95, 2006.

RODRIGUES, W. da L.; ALMEIDA, L. P.; AGUIAR, N. V.; SILVA, R. S. da; MOREIRA, C. K. P. **Extração de quitina, síntese e caracterização de quitosana obtida através de resíduos de camarão (Macrobrachium amazonicum)**. 2015. XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, UNICAMP, São Paulo, 2015.

UGALDE, Mariane Lobo. **Biofilmes ativos com incorporação de óleos essenciais**. 2014. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Ciências Agrárias, URI, Erechim, 2014.

STEFFENS, Andréa Hoeltz. **Estudo da Composição Química dos Óleos Essenciais Obtidos por Destilação por Arraste a Vapor em Escala Laboratorial e Industrial**. Dissertação (Mestrado Engenharia e Tecnologia de Materiais) PUCRS - Porto Alegre, 2010.