Brazilian Journal of Development

Utilização de quitosana na conservação dos alimentos

Use of chitosan in food conservation

DOI:10.34117/bjdv6n4-081

Recebimento dos originais:19/03/2020
Aceitação para publicação: 06/04/2020

Dayane de Melo Barros
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: dayane.mb@hotmail.com

Ana Paula Ferreira da Silva
Bacharel em Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco Endereço:
Endereço:R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: paulinhaah-16@hotmail.com

Danielle Feijó de Moura
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: danielle.feijo@hotmail.com

Marcela de Albuquerque Melo
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: marcela2803@hotmail.com

José Hélio Luna da Silva
Bacharel em Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco Endereço:
Endereço:R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: helio_biologia@hotmail.com

Tamiris Alves Rocha
Doutora em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: tamialvesinsl@gmail.com

Brazilian Journal of Development

Francyelle Amorim Silva
Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco Endereço: R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: francyelle.amorim@yahoo.com.br

Gerliny Bezerra de Oliveira
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: gerliny_oliveira@hotmail.com

Sandrelli Meridiana de Fátima Ramos dos Santos Medeiros
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Aplicada à Saúde
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: sandrelli_meridiana@hotmail.com

Iago Dillion Lima Cavalcanti
Mestre em Ciências Farmacêuticas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: iagodillion@hotmail.com

Daniel Charles dos Santos Macêdo
Mestre em Ciências Farmacêuticas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: danielfarmaciaufpe@gmail.com

José Cleberson Santos Soares
Estudante de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Ciências Farmacêuticas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: jcleberson@outlook.com

Silvio Assis de Oliveira Ferreira
Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica e Fisiologia
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: assis_silvio@yahoo.com.br

Tâmara Thaiane Almeida Siqueira
Estudante de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Biologia Aplicada à Saúde
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: thaianesiqueira91@gmail.com

Brazilian Journal of Development

Andreza Roberta de França Leite
Bacharel em Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: andrezafrancaleite@gmail.com

Maurilia Palmeira da Costa
Doutora em Bioquímica e Fisiologia
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: maurilia_palmeira@hotmail.com

Marcelino Alberto Diniz
Bacharel em Farmácia
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil
E-mail: marcelino.a.d@hotmail.com

Amanda Suellen Santana Alves
Bacharel em Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: amandassuellen@gmail.com

Jaciane Maria Soares dos Santos
Bacharel em Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: R. Alto do Reservatório - Alto José Leal, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: jaciane.jmss11@hotmail.com

Roberta de Albuquerque Bento da Fonte
Professora Doutora do Departamento de Nutrição
Instituição: Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: R. Alto do Reservatório, S/n - Bela Vista, Vitória de Santo Antão - PE, Brasil
E-mail: robertabentonutricionista@hotmail.com

RESUMO

Nos últimos anos, a quitosana tem sido referenciada como um importante biopolímero a ser utilizado na conservação de alimentos devido a sua propriedade antimicrobiana frente a microrganismos patogênicos e deteriorantes. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo identificar evidências disponíveis na literatura acerca da utilização de quitosana no setor de alimentos com ênfase na sua propriedade conservante. Para isso, foi realizada uma revisão narrativa através de busca em bancos de dados eletrônicos sobre a quitosana e sua propriedade conservante (antimicrobiana) em alimentos. Através dos dados obtidos, pode-se verificar que a atividade antimicrobiana da quitosana avaliada *in vitro* difere quando adicionada na matriz alimentar, o que requer a utilização da mesma em concentrações específicas conforme o tipo de alimento. A quitosana demonstra eficiência na inibição de vários microrganismos de interesse em alimentos tais como: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus*

cereus, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella entérica*, entre outros e tem sido utilizada na conservação de frutas, macarrão, sardinha, molho de soja e laticínios. Logo, a quitosana é uma substância natural com potencial promissor para assegurar a segurança microbiológica e qualidade dos alimentos.

Palavras-Chave: Biopolímero. Conservação de Alimentos. Quitosana. Propriedade antimicrobiana.

ABSTRACT

In recent years, chitosan has been referred to as an important biopolymer to be used in food preservation due to its antimicrobial property against pathogenic and deteriorating microorganisms. Thus, the present study aimed to identify evidence available in the literature about the use of chitosan in the food sector with an emphasis on its conservation property. For this, a narrative review was carried out by searching electronic databases on chitosan and its conservation (antimicrobial) properties in foods. Through the selected data, it is possible to verify whether the chitosan antimicrobial activity available *in vitro* differs when added to the food matrix, or that it requires the use of it in specific use, depending on the type of food. Chitosan demonstrates efficiency in inhibiting several microorganisms of interest in foods such as: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella entérica*, among others and has been used in the preservation of fruits, pasta, sardines, soy sauce and dairy products. Therefore, chitosan is a natural substance with a promising potential to ensure microbiological safety and food quality.

Keywords: Biopolymer. Food conservation. Chitosan. Antimicrobial property.

1 INTRODUÇÃO

A quitosana é um polissacarídeo derivado da desacetilação parcial da quitina, esta fibra encontra-se em várias fontes de origem animal, principalmente nos crustáceos (ANDRADE et al., 2020). É um polissacarídeo constituído por unidades 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranose e 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranose (ABREU et al., 2013). Este polímero é considerado biocompatível, biodegradável, atóxico, com características emulsificantes, quelantes e antimicrobianas. Suas características físico-químicas resultam em várias propriedades tais como: fácil formação de géis, capacidade filmogênica e resistência mecânica o que promove o interesse dos segmentos de biotecnologia, agroindústria e farmacêutica (BERTOLINO, 2018).

Entre as principais propriedades da quitosana destaca-se seu potencial antimicrobiano o que a distingue de outros polissacarídeos naturais. O espectro de atividade da quitosana engloba leveduras, fungos filamentosos e bactérias, sendo demonstrada maior eficácia contra bactérias Gram-positivas (RHOADES; ROLLER, 2000; JEON; PARK; KIM, 2001; BERTOLINO, 2018).

Segundo Costa Silva, Santos e Ferreira (2006) o mecanismo de ação da quitosana frente aos microrganismos ainda não está completamente elucidado na literatura, entretanto, sabe-se que sua ação ocorre em função de fatores intrínsecos (grau de desacetilação) e extrínsecos (nutrientes, substratos químicos e condições do meio ambiente).

Tendo em vista suas características físico-químicas e potencial atividade antimicrobiana, a quitosana tem sido utilizada como agente natural na conservação de alimentos (FAI, 2008). As possibilidades de aplicações da quitosana são ainda mais ampliadas devido a sua versatilidade de preparação tais como: géis, filmes, membranas, microesferas, flocos e nanopartículas (HARISH PRASHANTH; THARANATHAN, 2007; LARANJEIRA; FÁVERE, 2009; SOUZA, 2017). Revestimento (filme) de quitosana, por exemplo, possui considerável atividade antimicrobiana, o que pode contribuir para aumentar o prazo de validade dos alimentos. Está ação ocorre devido a capacidade do biopolímero ligar-se às moléculas de água, inativar enzimas microbianas e tornar indisponível, os nutrientes utilizados pelos microrganismos (DEVLIEGHERE, VERMEULEN, DEBEVERE, 2004).

Nesta perspectiva, frente ao reconhecido potencial biológico o presente estudo teve como objetivo identificar evidências disponíveis na literatura acerca da utilização da quitosana no setor de alimentos com ênfase na sua atividade antimicrobiana.

2 METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão narrativa realizada através de busca em bancos de dados eletrônicos sobre a quitosana e sua atividade antimicrobiana em alimentos. As bases de dados consultadas foram: *Scielo*, Pubmed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Revistas Eletrônicas de Saúde, com dimensão temporal entre 2000 a 2020. Na estratégia de busca, foram utilizados os descritores: quitosana, alimentos, propriedades e conservação. Como critérios de inclusão utilizou-se artigos científicos completos, teses e dissertações em português e inglês.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUITOSANA

A quitosana é um biopolímero resultante do processo de desacetilação da quitina, esta por sua vez, é considerada o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Tabela 1) depois da celulose. A quitosana foi isolada pela primeira vez ao final da década de 50, através do aquecimento da quitina em solução concentrada de Hidróxido de Potássio (KOH),

resultando na sua desacetilação. Este biopolímero é considerado o principal componente da constituição do exoesqueleto de crustáceos principalmente, caranguejos, lagosta e camarão, além disso, pode está presente também em insetos, na formação de nematoides e parede celular de fungos e leveduras (KUBOTA et al., 2000; KUMAR, 2000; SINGLA; CHAWLA, 2001; MUZZARELLI et al., 2004; DAMIAN, 2005; ANDRADE et al., 2020).

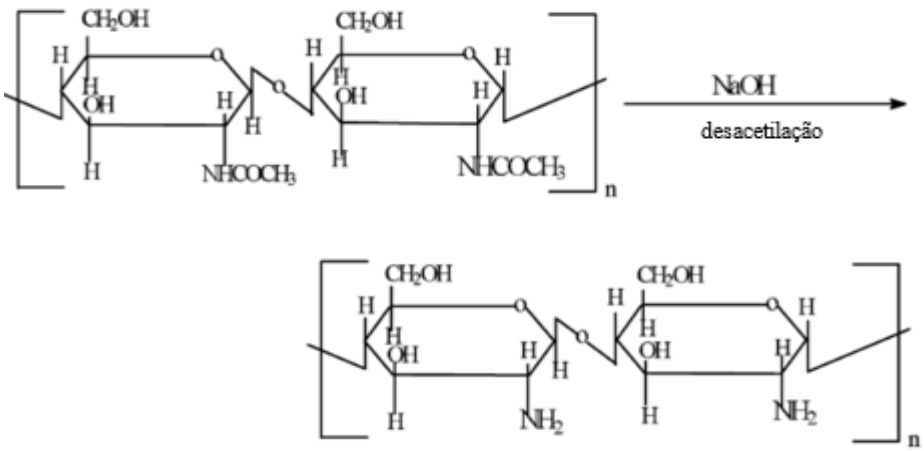
Tabela 1. Fontes de quitosana

Animais marinhos	Anelídeo, molusco, celenterado, caranguejo, lagosta, camarão e "Krill"
Insetos	Besouro, formiga, escorpião e aranha
Microrganismos	Alga verde, levedura (tipo β), esporo, alga Marrom e fungo (parede celular)

Fonte: Adaptado de Rinaudo (2006).

A obtenção da quitosana a nível industrial ocorre através da desacetilação alcalina da quitina. No decorrer do processo de desacetilação alcalina, as ligações N-acetil da quitina são rompidas formando a D-glicosamina, que possui um grupo amino livre. Quando a quantidade de D-glicosamina, quer dizer, o grau de desacetilação é igual ou superior a 50%, a quitina torna-se solúvel em meio aquoso originando a quitosana (Figura 1). A quitosana também pode ser obtida mediante desacetilação microbiológica, utilizando enzimas específicas ou microrganismos, no entanto, processos enzimáticos não são comumente aplicados, devido ao elevado custo (CAMPANA FILHO; DESIBRIÈRES, 2000; CAMPANA-FILHO et al., 2007; RINAUDO, 2006; CARDOSO, 2008; VEIGA, 2011).

Figura 1. Desacetilação da quitina



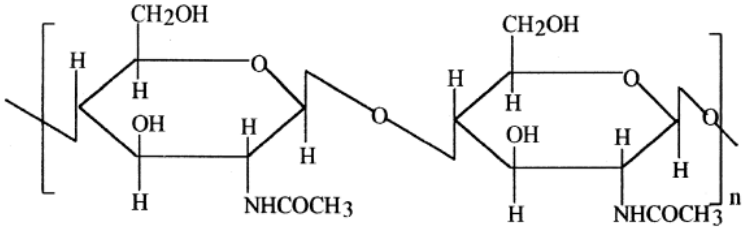
Fonte: Kumar (2000).

Brazilian Journal of Development

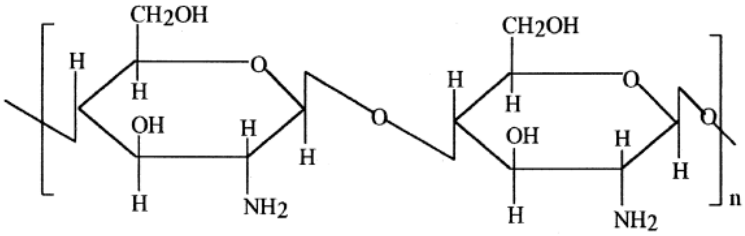
A eficiência de desacetilação da quitina é influenciada por alguns fatores tais como: concentração da solução alcalina e adição de diluente (empregam-se cetona e álcoois de cadeia curta), temperatura e tempo de reação, tamanho das partículas de quitina, razão quitina/solução alcalina, atmosfera da reação e presença de agentes que impedem a despolimerização (CAMPANA-FILHO; SIGNINI, 2001). A quitosana é constituída em sua maior parte por unidades de 2-amino-2-desoxi-D-glicose unidas através de ligações glicosídicas do tipo beta-1,4 (SANTOS, 2004).

A quitosana é formada por cadeia linear catiônica com protonação do grupamento amino (NH_3^+). Sua diferenciação em relação à quitina dá-se em termos de solubilidade e proporção dos grupos aminos (Figura 2). Quanto à solubilidade, a quitosana é solúvel em solução aquosa diluída por diversos ácidos, sendo que os mais utilizados são o ácido acético e o ácido clorídrico, enquanto que, a quitina não apresenta solubilidade nesses meios sendo dissolvida em poucos sistemas solventes. Em relação aos grupamentos amino, a quitosana possui esses grupamentos livres potencializando a sua capacidade de reagir com diversas moléculas, o que a torna, o polímero com maior disponibilidade de grupos pendentes, os quais podem realizar outras atividades (VARMA; DESHPANDE; KENNEDY, 2004, AIROLDI, 2008).

Figura 2. Estrutura química da quitina e quitosana



Quitina



Quitosana

Fonte: Kumar (2000).

Brazilian Journal of Development

3.2 PROPRIEDADE ANTIMICROBIANA DA QUITOSANA

Dentre os antimicrobianos naturais, a quitosana tem gerado interesse da comunidade científica, uma vez que, dispõe de propriedades importantes (Tabela 2), as quais permitem o aumento do seu potencial biotecnológico e aplicações no mercado consumidor (TONHI; PEPLIS, 2002; SYNOWIECKI; AL-KHATEEB, 2003; THARANATHAN; KITTUR, 2003; CAMPANA FILHO et al., 2007; SINGH et al., 2008, FAI; STAMFORD; STAMFORD, 2008; ALBUQUERQUE et al., 2009; DASH et al., 2011; BERTOLINO, 2018).

Tabela 2. Propriedades da quitosana

	Quitosana
Propriedades	Bioatividade; Biodegradabilidade; Biocompatibilidade; Permeabilidade seletiva; Hidrofilicidade; Versatilidade de preparação (géis, filmes, membranas, microesferas, flocos, nanopartículas e soluções de viscosidade controlada); Habilidade de quelação de metais; Baixa toxicidade; Conservante Antioxidante Atividade antimicrobiana.

Dentre as principais propriedades biológicas da quitosana destaca-se sua capacidade antimicrobiana o que a diferencia de outros polissacarídeos naturais. O mecanismo de ação da quitosana frente a microrganismos não está completamente elucidado, contudo, sabe-se que sua ação pode é influenciada por fatores intrínsecos como grau de desacetilação e extrínsecos tais como: nutrientes, substratos químicos e condições do meio ambiente (COSTA SILVA; SANTOS; FERREIRA, 2006).

Alguns estudos associam a ação antimicrobiana da quitosana à formação de complexos polieletrolíticos, visto que, seus grupamentos amínicos protonados ligam-se de forma seletiva a superfície celular dos microrganismos, carregada negativamente ocasionando consequentemente a perda de componentes intracelulares e, inibição do crescimento microbiano (AVADI et al., 2004, TSAI; HWANG, 2004, BAUTISTA-BAÑOS, HERNÁNDEZ-LÓPEZ; BOSQUEZ-MOLINA, 2004).

Em contrapartida outros estudos associam o mecanismo da atividade antimicrobiana com as propriedades físico-químicas, concentração utilizada e tempo de exposição da quitosana além das características de membrana do microrganismo (LIFENG et al., 2004, COSTA; SANTOS; FERREIRA, 2006).

Pesquisas têm indicado também que a ação antimicrobiana da quitosana é influenciada pela densidade de sua massa molecular frente a grupos de microrganismos específicos, pois, observou-se que quanto maior a massa molecular da quitosana frente a bactérias Gram-positivas, maior ação antimicrobiana e o oposto ocorre com as bactérias Gram-negativas, posto que, quanto menor a massa molecular da quitosana, maior é a sua capacidade antimicrobiana (HELANDER et al., 2001; DEVLIEGHERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004).

De acordo com Dressler (2008) comercialmente, a massa molar da quitosana varia entre 80.000 e 180.000 g/mol, estando subdividida em quitosana de baixa massa molecular (entre 80.000 e cerca de 110.000 g/mol, média massa molecular (entre 120.000 e 50.000 g/mol e alta massa molecular (valor superior a 150.000 g/mol).

Vale ressaltar, que além de sua atividade antimicrobiana comprovada, a utilização de quitosana de origem animal especificadamente promove o gerenciamento de problemas resultantes da poluição ambiental decorrente de resíduos da indústria pesqueira, basicamente o seu uso levará ao aproveitamento eficiente de subprodutos (carapaça de crustáceo), destinando adequadamente estes resíduos alimentares e consequentemente reduzindo os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2015).

3.3 QUITOSANA COMO CONSERVANTE NATURAL EM ALIMENTOS

O setor alimentício busca opções para substituir técnicas tradicionais de controle de microrganismos nos alimentos (acidificação, congelamento, desidratação, tratamentos térmicos, adição de sal e utilização de agentes químicos). Recentemente as tecnologias que têm sido mais desenvolvidas são as relacionadas om a inativação de microrganismos através de ténicas não térmicas e a utilização de antimicrobianos de origem natural (DEVLIEGHERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004; OLIVEIRA, 2015).

Dentre os antimicrobianos naturais, a quitosana na indústria de alimentos apresenta um extenso espectro de aplicações tais como: clarificação de sucos de frutas, formação de filmes biodegradáveis, recuperação de subprodutos, encapsulação de aromas, emulsificante, estabilizante, antioxidante e conservante (antibacteriano e antifúngico) sendo esta uma propriedade de destaque devido a sua eficiência na manutenção da qualidade do alimento

(KUMAR, 2000; THARANATHAN; KITTUR, 2003; DAMIAN, 2005; FAI; STAMFORD; STAMFORD, 2008).

Estudos sugerem que uma concentração de quitosana entre 0,01 a 1,0 %, tem efeito antimicrobiano, considerando sua eficiência *in vitro*, entretanto, a atividade da quitosana frente a microrganismos patogênicos ou deteriorantes não apresenta o mesmo resultado quando aplicada na matriz alimentar, devido a natural e elevada reação dos seus radicais catiônicos, os quais interagem fortemente com gorduras, proteínas e outras substâncias aniônicas presentes no alimento (KNOWLES; ROLLER, 2001). Devido a isso se sugere a utilização da quitosana em concentrações específicas de acordo com o tipo do alimento.

Quanto ao seu espectro de ação, a quitosana tem apresentado eficiência na inibição de vários agentes etiológicos tais como: *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* (LI et al., 2007), *Salmonella entérica, Salmonella paratyphi*, *Pseudomonas aeruginosa* (YADAV; BHISE, 2004), *Salmonella typhimurium, Streptococcus faecalis* (CHUNG et al., 2004), *Listeria monocytogenes* (OLIVEIRA, 2015), *Sacharomyces cerevisiae, Sacharomyces ludwigii, Zygosaccharomyces baillii, Cryptococcus albidus, Rhodotorula* sp. (RHOADES; ROLLER, 2000; SAGOO; BOARD; ROLLER, 2002), *Bacillus cereus, Aeromonas hydrophila, Fusarium, Alternaria* e *Helminthosporium* (COSTA SILVA; SANTOS; FERREIRA, 2006).
A quitosana também apresenta eficiência antifúngica, pois durante a estocagem e distribuição de frutas e vegetais este biopolímero inibiu o crescimento de fungos (OUATTARA et al., 2000). SINGH et al. (2008) indicaram que o mecanismo de ação antifúngica é devido a quitosana apresentar uma capacidade de produzir Espécies Reativas de Oxigênio (EROS) nas células dos fungos causando uma elevada produção de radicais livres em comparação com o sistema protetor intrínseco de cada célula, e isto consequentemente resulta em danos aos principais componentes celulares (DNA, proteínas, lipídeos, entre outros).

Estudos avaliaram a aplicação de quitosana com a finalidade de aumentar a conservação pós-colheita de frutos e legumes, tendo em vista sua potencial capacidade de formar revestimentos semipermeáveis. A associação das características antimicrobianas e gelificantes da quitosana, a torna ideal para a produção de coberturas comestíveis. A quitosana age na modificação da atmosfera interna do fruto, minimizando a senescência (deterioração do alimento). Os revestimentos constituídos de quitosana são considerados resistentes, de longa duração e flexíveis, além disso, tem a vantagem de serem comestíveis (HAN et al., 2005; FAKHOURI et al., 2007).

Os revestimentos a base de quitosana atuam como uma barreira, que impede a saída de nutrientes e minerais e também pode atuar como uma barreira a elementos externos tais como, gases, umidade e óleos (TANADA-PALMU et al., 2005, BAUTISTA-BAÑOS, 2006).

Estudos tem demonstrado a eficiência da quitosana como agente conservante em vários alimentos como: banana (MALMIRI et al., 2011), morango (BAUTISTA-BAÑOS, 2006, MAZARO et al., 2008; ASSIS, 2009) goiaba (SOARES et al., 2011), alho (BOTREL et al., 2007), pêssego douradão (SANTOS et al., 2008), uvas (CAMILI et al., 2007), mamão papaia (DOTTO et al., 2008), maçã (ASSIS; LEONI, 2003; JORGE et al., 2011), manga (BAUTISTA-BAÑOS, 2006), macarrão, molho de soja, sardinha (RODRÍGUEZ; CENTURIÓN; AGULLÓ, 2002), bacalhau (SHAHIDI et al., 2002) e patê de carne (BENTO et al., 2011);

A quitosana também tem sido aplicada em derivados lácteos como queijos. De acordo com Altieri et al. (2005) a adição de quitosana na produção de queijo muçarela mantido sob refrigeração, inibiu a formação de microrganismos patogênicos do grupo Coliforme e de *Pseudomonas spp.* Além disso, verificaram que o biopolímero não influenciou a viabilidade e o crescimento de Bactérias Ácido Láticas (BAL), pelo contrário, causou uma sutil estimulação quanto a sua multiplicação, dessa forma, não comprometeu a função biotecnológica que esta classe de microrganismos possui frente a derivados lácteos.

Oliveira (2015) verificou que a utilização de quitosana como cobertura em queijo de coalho em concentrações variando de 0,5% a 1,5% apresentou atividade antimicrobiana frente à *L. monocytogenes*, não comprometendo as características físico-químicas e de qualidade do laticínio.

Logo, observa-se que as vantagens quanto à utilização da quitosana como conservante nos alimentos são ampliadas devido a sua origem natural, biodegradabilidade, preparação sob diferentes formas, baixa toxicidade, amplo espectro de inibição de microrganismos patogênicos e deteriorantes e melhora das características microbiológicas do produto.

4 CONCLUSÕES

Pode-se inferir que a quitosana é considerada uma importante opção natural a ser utilizado para a conservação de alimentos, permitindo a inibição do crescimento microbiano, aumento do tempo de vida útil e melhora da segurança alimentar.

Brazilian Journal of Development

REFERÊNCIAS

ABREU, F. O. M. S. et al. Propriedades e características da quitosana obtida a partir do exoesqueleto de caranguejo-uçá utilizando radiação de micro-ondas. Polímeros, v. 23, n.5, 2013.

AIROLDI, C. A. relevante potencialidade dos centros básicos nitrogenados disponíveis em polímeros inorgânicos e biopolímeros na remoção catiônica. Química Nova, v. 31, n. 1, p.144-153, 2008.

ALBUQUERQUE, R. B. et al. Perspectiva e potencial aplicação de quitosana como inibidor de *Listeria monocytogenes* em produtos cárneos. Revista Iberoamericana de Polímeros, v.10, p.260-274, 2009.

ALTIERI, C. et al. Use of Chitosan to Prolong Mozzarella Cheese Shelf Life. Journal of Dairy Science, v. 88, n. 8, p. 2683-2688. 2005.

ANDRADE, G. S. et al. Technological forecasting of Chitosan, Silk Fibroin and Xanthan Gum as biomaterials for Scaffolds-3D. Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias, v. 10, n. 1, p. 5279-5288, 2020.

ASSIS, A. S. Produção e caracterização do biofilme de quitosana como envoltório protetor em morangos. 2009. 86 f. Tese (Doutorado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

ASSIS, O. B. G.; LEONI, A. M. Filmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sobre frutas fatiadas. Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, n. 30, p.33-38, 2003.

AVADI, M. R. et al. Diethylmethyl chitosan as na antimicrobial agent: Syntesis, characterization an antibacterial effects. **European Polymer Journal**, n. 40, p. 1355-1361, 2004.

BAUTISTA-BAÑOS, S. et al. Chitosan as a potencial natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v.25, p.108-118, 2006.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ- LÓPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E. Growth inhibition of selected fungi by chitosan and plants extracts. **Journal of Phytopathology**, v.22, p. 178-186, 2004.

BENTO, R.A.; STAMFORD T.L.M.; STAMFORD, T.C.M.; ANDRADE, S.A.C.; SOUZA, E.L. Sensory evaluation and inhibition of *Listeria monocytogenes* in bovine pâté added of chitosan from Mucorrouxii. **Food Science and Technology**, v. 44, n.2, p. 588-591, 2011.

BERTOLINO, J.F. **Biomaterial de quitosana, gelatina e óleo de pequi: obtenção, caracterização, avaliação da biocompatibilidade e da atividade antimicrobiana**. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

BOTREL, D. A. et al. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com Revestimento comestível antimicrobiano. **Ciências e Tecnologia dos Alimentos**, v. 27, n. 1, 2007.

CAMPANA FILHO, S. P.; DESBRIÈRES, J. Chitin, Chitosan and Derivatives. **Natural polymers and agrofibers based composites**, p.41-71, 2000.

CAMPANA FILHO, S.P.; SIGNINI, R. Efeito de aditivos na desacetilação de quitina. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 11, n.4, p. 169-173, 2001.

CAMPANA-FILHO, S.P. et al. Extração, estruturas e propriedades de α- e β-quitina. **Química Nova**, v.30, n.3, p.644-650, 2007.

CARDOSO, M. B. **Contribuição ao estudo da reação de desacetilação de quitina: estudos de desacetilação assistida por ultra-som de alta potência**. 2008. 102f.Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

CHUNG, Y-C. et al. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. **Acta Pharmacologica Sinica**, v. 25, n. 7, p.932-936, 2004.

COSTA SILVA, H. S. R.; SANTOS, K. S. C. R.; FERREIRA, E.I. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 776-785, 2006.

DAMIAN, C. **Efeito da quitosana na digestibilidade aparente da gordura e na qualidade de salsichas Frankfurt**. 2005. 154f.Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DASH, M. et al. Chitosan - A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. **Progress in Polymer Science**, v. 36, n. 8, p. 981-1014, 2011.

DEVLIEGHERE, F.; VERMEIREN, A.; DEBEVERE, J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruits and vegetable. **Food Microbiology**, v.21, p.703-714, 2004.

DRESSLER, A.C. Propriedades reológicas de compósitos sol-gel de quitosana/glicerol/nanoelementos. 2008.70f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FAI, A. E. C. **Potencial do efeito antibacteriano in vitro de quitosana extraída de *Mucor circinelloides* UCP 050: uma abordagem para uso em teste de conservação de alimentos.** 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v.9, n.5, p.435-451, 2008.

FAKHOURI, F. M; FONTES, L. C. B; GONÇALVES, P. V. M; MILANEZ, C.R; STEEL, C. J; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatinas na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p 369-375, 2007.

HAN, C; LEDERER, C; McDANIEL, M; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal Of Food Science**, v. 70, n. 3, p. S172-S178, 2005.

HARISH PRASHANTH, K. V.; THARANATHAN, R. N. Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential-an overview. **Trends in Food Science e Technology**, v.18, n.3, p.117-131, 2007.

HELANDER, I. M. et al. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.71, p.235-244, 2001.

JEON, Y.J.; PARK, P.J.; KIM, S.K. Antimicrobial effect of chitooligosaccharides produced by bioreactor. **Carbohydrate Polymers**, v.44, n.1, p.71-76, 2001.

JORGE, P.C.S. et al. Maçã "Royal Gala" revestida com quitosana estocada à temperatura ambiente. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 253-264, 2011.

KNOWLES, J. R.; ROLLER, S. Efficacy of chitosan, carvacrol and a hydrogen peroxide-based biocide against foodborne microorganisms in suspension and adhered to stainless steel. **Journal of Food Protection**, n. 64, p. 1.542 - 1.548, 2001.

KUBOTA, N. et al. A simple preparation of half Nacetylated chitosan highly soluble in water and aqueous organic solvents. **Carbohydrate Reserach**, v.324, n.4, p.268-274, 2000.

KUMAR, M. N. V. R. A review and chitosan applications. **Reactive and Functional Polymers**, v.46, p.1-27, 2000.
LARANJEIRA, M. C. M.; FÁVERE, V. T. Quitosana: biopolímero funcional com potencial industrial biomédico. **Química Nova**, v.32, n.3, p.672-678, 2009.
LI, Y.; CHEN, X. G.; LIU, N.; LIU, C. S.; LIU, C. G.; MENG, X. H.; YU, L. J.; KENEDY, J. F. Physicochemical characterization and antibacterial property of chitosan acetates. **Carbohydrate Polymers**, v.67, n. 2, p.227-232, 2007.
LIFENG, Q. et al. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles. **Carbohydrate Research**, v. 339, p. 2693-2700, 2004.
MALMIRI, H. J. et al. Development of an edible coating based on chitosan-glycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. **International Food Research Journal**, v. 18, n. 3, p. 989-997, 2011.
MAZARO, S. M. et al. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após aplicação pré-colheita de quitosana e acilbenzolar-s-metil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2008.
MUZZARELLI, R. A. A. et al. Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, p. 995-1012, 2012.
OLIVEIRA, P.G. **Bioatividade de quitosana como cobertura comestível na inibição de *Listeria monocytogenes***. 2015. 121f. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, 2015.
OUATTARA, B. et al. Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan. **International Journal of Food Microbiology**, v. 62, n.1, p.12, 2000.
RHOADES, J.; ROLLER, S. Antimicrobial Actions of Degraded and Native Chitosan against Spoilage Organisms in Laboratory Media and Foods. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n.1, p. 80-86, 2000.
RHOADES, J.; ROLLER, S. Antimicrobial Actions of Degraded and Native Chitosan against Spoilage Organisms in Laboratory Media and Foods. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n.1, p. 80-86, 2000.
RINAUDO, M. Chitin and chitosan: Properties and applications. **Progress in Polymer Science**, v.31, n.7, p.603-632, 2006.
RODRÍGUEZ, M. S., CENTURIÓN, M. E., AGULLÓ, E. Chitosan-yeast interaction in cooked food: influence of the Maillard reaction. **Journal of FoodScience**, v. 67, p. 2576-2578. 2002.
SAGOO, S. K.; BOARD, R.; ROLLER, S. Chitosan potentiates the antimicrobial action of sodium benzoate on spoilage yeasts. **Letters in Applied Microbiology**, v.34, p.168-172, 2002.
SANTOS, C. A. A. et al. Uso de quitosana e embalagem plástica na conservação pós-colheita de pêssegos 'Douradão'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.88-93, 2008.
SANTOS, J. E. **Preparação, caracterização e estudos termoanalíticos de bases de shiff biopoliméricas e seus complexos de cobre**. 2004. 124f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
SHAHIDI, F.; KAMIL, J.; JEON, Y. J.; KIM, S.K. Antioxidant role of chitosan in a cooked cod (*Gadus Morhua*) model system. **Journal of Food Lipids**, v.9, p.57-65. 2002.
SINGH, T. et al. Effect of chitosan on physiological, morphological, and ultra structural characteristics of wood-degrading fungi. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 62, n. 2, p. 116-124, 2008.

SINGH, T. et al. Effect of chitosan on physiological, morphological, and ultrastructural characteristics of wood-degrading fungi. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 62, n. 2, p. 116-124, 2008.
SINGLA, A.K.; CHAWLA, M. Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects-an update. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.53, p. 1047-1067, 2001.
SOARES, N. F. F. et al. Antimicrobial edible coating in post-harvest conservation of guava. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 281-289, 2011.
SOUZA, J. R. **Estudo da desacetilação da quitosana e obtenção de suas nanopartículas para aplicação em Engenharia de tecidos**. 2017. 144f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
SYNOWIECKI, J.; AL-KHATTEB, N.A. A. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 43, p.144-171, 2003.
TANADA-PALMU, P.S. et al. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 291-297, 2005.
THARANATHAN, R.N.; KITTUR, F.S. Chitin - the undisputed biomolecule of great potential. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, n.1, p.61-87. 2003.
TONHI E.; PEPLIS A. M. G. Obtenção e caracterização de blendas colágenoquitosana. **Química Nova**, v.25, n.6, p.943-948, 2002.
TSAI, G. J.; HWANG, S. P. *In vitro* and *in vivo* antibacterial activity of shrimp chitosan against some intestinal bacteria. **Fisheries Science**, v. 70, p. 675-681, 2004.
VARMA, A. J.; DESHPANDE, S. V.; KENNEDY, J. F. Metal complexation by chitosan and its derivatives: a review. **Carboydrate Polymers**, v. 55, n. 1, p. 77-93, 2004.
VEIGA, P. C. S. **Estudos físico-químicos de N-acetilação de quitosanas em meio homogêneo**. 2011. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
YADAV, A. V.; BHISE, S. B. Chitosan: a potencial biomaterial effective against from shiitake stipes. **Current Science**, v.87, n.9, p 1176-1178, 2004.