



**FACULDADE DE QUIXERAMOBIM – UNIQ**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA**

**ALAN CAVALCANTE**

**EANES FELÍCIO**

**O USO DE POLISSACARÍDEOS PARA O FORTALECIMENTO DO SISTEMA  
IMUNOLÓGICO**

**QUIXERAMOBIM – CE**

**2020**

**O USO DE POLISSACARÍDEOS PARA O FORTALECIMENTO DO SISTEMA  
IMUNOLÓGICO**

**ALAN CAVALCANTE**

**EVANES FELÍCIO**

Projeto de monografia submetida à  
coordenação do curso de farmácia da  
faculdade de Quixeramobim, para a  
obtenção do grau de bacharelado

Orientadora. Dra Lílian C. S. Vandesmet

**QUIXERAMOBIM – CE**

**2020**

ALAN CAVALCANTE

EANES FELÍCIO

O USO DE POLISSACARÍDEOS PARA O FORTALECIMENTO DO SISTEMA  
IMUNOLÓGICO

Monografia submetida à

Coordenação do curso de

Farmácia da faculdade

De Quixeramobim, para obtenção do  
grau de bacharelado

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr/Me/Esp.....

Orientador (a)

---

Prof. Dr/Me/Esp.....

Membro I

---

Prof. Dr/Me/Esp.....

Membro II

QUIXERAMOBIM – CE

2020

C377 Cavalcante, Alan

Artigo científico: O uso de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico. / Alan Cavalcante, Eanes Felício- 2020.  
22 f.: s. il.; 30 cm.

Orientadora: Dra. Lilian C. S. Vandesmet.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia)  
- Faculdade de Quixeramobim- UNIQ, Quixeramobim, 2020.

1. Imunidade 2. Imunomoduladores 3. Polissacarídeos

610

## **RESUMO**

O presente trabalho, buscou através de uma revisão bibliográfica, abordar a importância do uso de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico, o trabalho foi pautado no seguinte objetivo geral: Realizar um levantamento da utilização de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico. E nos seguintes objetivos específicos: Apontar os principais polissacarídeos utilizados como imunomoduladores; Elucidar o papel imunomodulador e mecanismo de ação dos polissacarídeos; Caracterizar do ponto de vista químico os polissacarídeos com papel imunomodulador. No entanto, esses componentes bioativos de origem natural, derivados principalmente de plantas, demonstraram um forte potencial imunoestimulante; destacando os polissacarídeos como modificadores da resposta biológica. Esses polímeros são capazes de estimular o sistema imune inato, exercendo atividade antitumoral, antiviral e antimicrobiana. A metodologia utilizada trata-se de um estudo descritivo, sobre o uso de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico, com os objetivos de realizar um levantamento da utilização de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico.

**PALAVRAS- CHAVES:** Imunidade; Imunomoduladores; Polissacarídeos.

## **ABSTRACT**

The present work sought, through a bibliographic review, to address the importance of the use of polysaccharides for the strengthening of the immune system, the work was guided by the following general objective: To carry out a survey of the use of polysaccharides for the strengthening of the immune system. And in the following specific objectives: Point out the main polysaccharides used as immunomodulators; Elucidate the immunomodulatory role and mechanism of action of polysaccharides; To characterize the chemical point of view of polysaccharides with an immunomodulatory role. However, these bioactive components of natural origin, derived from plants, demonstrated a strong immunostimulating potential; highlighting polysaccharides as modifiers of the biological response. These polymers are capable of stimulating the innate immune system, exerting antitumor, antiviral and antimicrobial activity. The methodology used is a descriptive study, on the use of polysaccharides to strengthen the immune system, with the objectives of conducting a survey of the use of polysaccharides to strengthen the immune system.

**KEYWORDS:** Immunity; Immunomodulators; Polysaccharides .

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo	
Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
3.1 Sistema Imunológico.....	11
3.2 Polissacarídeos.....	16
3.3 Imunomoduladores	
naturais.....	17
3.3.1 Polissacarídeos	de
Exsudatos.....	17
3.3.2 Polissacarídeos de macroalgas marinhas.....	18
3.3.3 Polissacarídeos	de
sementes.....	19
3.3.4 Polissacarídeos	de
tubérculos.....	19
3.3.5 Polissacarídeos	de
marinhos.....	20
3.3.6 Polissacarídeos	de
.....	20
3.3.7 Polissacarídeos de constituintes de cogumelos.....	20
3.3.8 Polissacarídeos de Exoesqueletos.....	21
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema imunológico é constituído por uma complexa rede de células e moléculas dispersas por todo o organismo, se caracterizando biologicamente pela habilidade de reconhecer especificamente algumas composições moleculares ou antígenos e desenvolver uma resposta efetiva diante destes estímulos, provocando a sua destruição ou inativação. Assim o sistema imunológico atua afim de garantir a proteção do organismo frente microrganismos e substâncias estranhas como, bactérias, vírus, parasitas, fungos, dentre outros, os quais podem estar presentes no ar, alimentos e objetos inanimados (MACÊDO et al., 2010; BRODIN et al., 2015).

Essa atuação de defesa ocorre através de uma imunidade inata não específica, ou adaptativa específica, que age por coordenar uma resposta que resulta na eliminação do agente estranho. Entretanto estudos mostram que vários são os fatores capazes de alterar o funcionamento e desempenho do sistema imunitário, tais como a idade, fatores genéticos, metabólicos, ambientais, anatômicos, fisiológicos, nutricionais e microbiológicos (PEREIRA, DAS GRAÇAS CARDOSO, 2012; CRUVINEL et al., 2010).

De acordo com o exposto fica claro a problemática gerada por uma deficiência do sistema imunológico, o qual deixará o organismo mais susceptível a infecções e fragilizado. Afim de minimizar os problemas relacionados a baixa defesa imunológica, pesquisas têm enfatizado a análise de medicamentos imunomoduladores de origem natural, devido os mesmos demonstrarem eficácia na prevenção e tratamento de várias doenças associadas às deficiências do sistema imunológico (ALAMGIR & UDDIN, 2010).

Neste viés, destacam-se os polissacarídeos como fonte de novos recursos terapêuticos, pois apresentam comprovada atividade imunomoduladora. Onde são capazes de ativar a produção de citocinas pró-inflamatórias e ligam-se aos receptores de reconhecimento padrão, assim são importantes indutores da resposta imune capazes de ampliar a eficiência da atividade imunológica. (SCHEPETKIN E QUINN, 2006; MINATO et al., 2016).

Para melhor estabelecer a relação entre os polissacarídeos e o seu papel imunomodulador, o presente trabalho objetivou levantar os principais polímeros envolvidos bem como, sua origem e papel desempenhado no organismo. Apontando assim estratégias de utilização, pesquisa e desenvolvimento de produtos a partir destes polímeros.

## **2. METODOLOGIA**

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo, sobre o uso de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico, com os objetivos de realizar um levantamento da utilização de polissacarídeos para o fortalecimento do sistema imunológico.

As buscas foram realizadas em duas bases de dados bibliográficas — Scielo e Science direct, ao finalizar as pesquisas em cada base, as referências duplicadas foram excluídas, sendo selecionados artigos publicados entre 2003 e 2020.

Há problemas e diferenças nos processos de indexação nas bases de dados bibliográficas; portanto, optou-se pela busca por termos livres, sem o uso de vocabulário controlado (descritores). Com essa estratégia, houve uma recuperação de um número maior de referências, garantindo a detecção da maioria dos trabalhos publicados dentro dos critérios pré-estabelecidos. Os termos utilizados foram: polissacarídeos, tipos de polissacarídeos e o sistema imunológico.

## **3 DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 IMUNOMODULADORES NATURAIS**

O conceito de “imunomodulação” foi concebido com a descoberta de Edward Jenner da vacina contra varíola em 1796, de que certos agentes infecciosos atenuados podem estimular o sistema imunológico humano a lutar contra infecções subsequentes com os mesmos agentes infecciosos ou intimamente relacionados. (TZIANABOS 2000).

Certos compostos naturais e sintéticos que podem modular as respostas imunes de maneira positiva ou negativa são conhecidos como "Imunomoduladores". Com base em seu efeito no sistema imunológico, esses agentes são categorizados como um "supressor" ou um "estimulante" ou um "adjuvante". Os imunoestimuladores são usados para repor a deficiência do sistema imunológico, já os imunoadjuvantes, por outro lado, podem aumentar a eficácia das vacinas. Os imunomoduladores podem modular vários eventos celulares, como apoptose, síntese de proteínas e apresentação de antígenos (SONG et al., 2016).

Sem dúvida, a nutrição é um fator determinante para manter uma boa saúde. Principais componentes da dieta, como vitaminas C, D, E, zinco, o selênio, os ácidos graxos e ômega 3 têm efeitos imunomoduladores bem estabelecidos, com benefícios em doenças infecciosas, esses nutrientes são bem conhecidos por suas propriedades antioxidantes. As deficiências desses nutrientes podem resultar em disfunção imunológica e aumentar a suscetibilidade a infecções patológicas (GRANT et al., 2020).

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é um nutriente solúvel em água que não pode ser sintetizado por humanos. A vitamina C atua como um antioxidante que pode eliminar as espécies reativas de oxigênio (ROS), protegendo assim biomoléculas como proteínas, lipídios e nucleotídeos de danos oxidativos e disfunções. Tem como principais representantes, as frutas cítricas como a laranja, limão, mexerica e acerola. (LEE 1998).

A vitamina D desempenha funções em uma ampla gama de sistemas do corpo, incluindo inatos e respostas imunes adaptativas, aumenta a imunidade celular inata por meio da estimulação da expressão de peptídeos antimicrobianos, como catelicidina e defensinas. As defensinas mantêm junções rígidas e de lacunas, aderem e aumentam a expressão de genes antioxidantes. A vitamina D é conhecida por manter a integridade dessas junções. O ser humano adquire tal vitamina através da exposição à radiação ultravioleta B (UVB) do 7-desidrocolesterol (7-DHC) na epiderme da pele. Portanto, essa vitamina é proveniente da exposição da pele ao sol (GORMAN, S. et al 2017).

O zinco é o micronutriente intracelular mais abundante, sendo encontrado em todos os tecidos corpóreos. O conteúdo total de zinco no organismo varia de 1,5 a 2g: cerca de 85% desse mineral estão concentrados nos músculos e nos ossos, e aproximadamente 80% presentes no sangue encontram-se nos eritrócitos. Nos alimentos, o zinco está presente em maiores quantidades nas carnes vermelhas e nas ostras, sendo esses alimentos considerados as fontes mais ricas do mineral. Outros alimentos como ovos, carne de frango, leite e derivados, frutas oleaginosas - como as amêndoas -, e cereais integrais são boas fontes. (MCCALL et al 2000) (SANDSTRÖM 1997).

Os ácidos graxos ômega-3 são ácidos graxos poliinsaturados e incluem os ácidos graxos eicosapentaenóico e docosahexaenóico, e são bem conhecidos por terem efeitos favoráveis sobre a imunidade e a inflamação (BARAZZONI, 2020). Peixes, oleaginosas, castanhas, nozes, amêndoas, pistache, sementes óleos vegetais, azeite, óleo

de canola, camarão, folhas verde-escuras e leguminosas são alguns alimentos que podem ser encontrados essas substâncias.

A vitamina E e o selênio atuam por meio de vias antioxidantes para aumentar o número de células T, aumentar as respostas dos linfócitos mitogênicos, aumentar a secreção de citocinas IL-2, aumentar a atividade das células NK e diminuir o risco de infecção. A suplementação de selênio e vitamina E também demonstrou aumentar a resistência a infecções respiratórias (WU 2019) (KIELISZEK 2020). Portanto, os alimentos ricos em vit E e selênio são: gema de ovo, fígado, óleos vegetais, castanha, trigo e arroz.

### 3.2 POLISSACARÍDEOS

Polissacarídeos são polímeros formados pela condensação de um grande número de glicose (monossacarídeos), diferem-se na identidade de suas unidades monossacarídicas e no tipo de ligação que as une, no comprimento de suas cadeias e no grau de ramificação das mesmas. Tais polímeros são compostos de alta massa molecular, formados pela união de dez ou mais monossacarídeos através de ligações glicosídicas, chamados também de glicanos. As ligações glicosídicas são formadas a partir da porção glicosila do hemiacetal (ou hemicetal) e um grupo hidroxila de outra unidade, agindo como uma molécula acceptora ou aglicona (SCHULTZ et al, 1977; SMIDERLE, F. R. et al 2006).

Os mesmos, diferem-se na identidade de suas unidades monossacarídicas e no tipo de ligação que as une, no comprimento de suas cadeias e no grau de ramificação das mesmas. De acordo com sua estrutura e ligações os polissacarídeos podem ser lineares ou ramificados, com base no número de monômeros diferentes presentes, e ainda podem ser classificados em homopolissacarídeos, os quais compreendem apenas um tipo de monossacarídeos, ou heteropolissacarídeos, os quais apresentam dois ou mais tipos de unidades monossacarídicas (SCHULTZ et al, 1977; REN et al., 2012).

Os polissacarídeos são macromoléculas encontradas em todos os organismos vivos da natureza, podendo ser extraídos de plantas, fungos, fungos liquenizados, algas, bactérias e até seres mais complexos. O pesquisador BradnerI, em 1958 apresentou experimentos descrevendo a atividade antitumoral de estruturas polissacarídicas da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* fungo leveduriforme, desde então, pesquisas e estudos com polissacarídeos foram enfatizados. Afim de demonstrar o potencial

desses polímeros em diversas atividades biológicas e no desenvolvimento biotecnológico (BOHN & BeMILLER, 1995; SCHULTZ et al, 1977).

Países como China e Japão, se destacam nessas pesquisas uma vez que a utilização de cogumelos para manter a saúde e aumentar a longevidade é uma prática realizada há séculos. Nas últimas décadas grupos de pesquisa vêm desenvolvendo trabalhos sobre a caracterização química desses compostos oriundos de cogumelos, em seus extratos podem ser encontrados diversas moléculas como: esteróides, polifenóis, hidroquinonas, triterpenos, proteínas, glicoproteínas, e polissacarídeos que estão envolvidos em tais efeitos biológicos descritos empiricamente (SMIDERLE et al., 2013; SMIDERLE, F. R. et al 2006).

As pesquisas consideram que as diferenças estruturais entre esses polímeros resultam em potencial para novas aplicações biotecnológicas, elucidando assim o papel de muitos polissacarídeos, como derivados de cogumelos comestíveis na terapia anticâncer, na estimulação do sistema imunológico, atividade profilática contra quimioterapia e radioterapia, atividade antimicrobiana, regulação e prevenção de hiperglicemia e hipercolesterolemia, antitumoral, antiviral e imunomoduladora, efeitos envolvendo respostas imunológicas dos eventos inflamatórios ativando ou suprimindo a resposta de células do sistema imune, sendo reconhecidos como modificadores exógenos de respostas (LEUNG et al., 2006; SMIDERLE et al., 2013).

Por outro lado, encontra-se o Brasil, nação que possui uma rica biodiversidade, considerada patrimônio químico inexplorado com vários compostos a serem pesquisados e extraídos do meio ambiente. Uma dessas riquezas são os polissacarídeos que podem ser extraídos de plantas nativas, sementes e tubérculos, macroalgas marinhas, invertebrados marinhos, líquens, cogumelos e exoesqueletos e encontram-se pouco explorados do ponto de vista científico e tecnológico (STEPHEN, A. M.; CHURM, S. C. STEPHEN, A. M.; CHURM, S. C, 2006).

### 3.2.1 POLISSACARÍDEOS DE EXSUDATOS

Ao definir esse polissacarídeo podemos dizer que os mesmos são produzidos como mecanismo de defesa das plantas, principalmente pelas injúrias ocasionadas por ataques microbianos. Pode-se dizer que são heteropolissacarídeos complexos, ramificados e polidispersos. Ácidos carboxílicos, como ácido glucurônico e galacturônico, estão sempre presentes.

Em sua estrutura esses polissacarídeos possuem três grupos principais, sendo o primeiro composto por uma cadeia principal de unidades de  $\beta$ -D-galactose ligada com cadeias laterais de  $\beta$ -D-galactose e ácido glucurônico. O segundo grupo possui uma cadeia principal de  $\beta$ -D-ácido glucurônico ligado à D-manose, com ramificações de arabinose e ácido glucurônico. O terceiro grupo consiste de uma cadeia de  $\alpha$ -D-ácido galacturônico ligado à  $\alpha$ -L-ramnose com ramificações de ácido glucurônico e  $\beta$ -D-galactose. Goma arábica (*Acacia sp*), Goma ghati (*Anogeissus latifolia*), tragacante (*Astragalus sp*) e caraia (*Sterculia urens*) são as gomas de exsudato comercialmente mais utilizadas.

Por serem mecanismo de defesa das plantas, eles naturalmente são sintetizados por reações mediadas pela ação de enzimas. Polissacarídeos de árvores brasileiras ou adaptadas são: *Anacardium occidentale* (cajueiro), *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho), *Anadenanthera columbrina* (angico branco), *Prunus persica* (pêssego), *Vochysia lehmannii* (quaruba) e *Vochysia thyrsoidea* (gomeiro-de-minas ou árvore de goma arábica), *Vochysia tucanorum* (pau de tucano), *Albizia lebbek*, *Spondias purpurea* (ciriguela), *Sterculia striata* (chichá), *Scheelea phalerata* (uricuri), *Syagrus romanzoffiana* (coqueiro-gerivá ou palmeira rainha), *Livistona chinensis* e *Enterolobium contortisiliquim* (timbaúba). (STEPHEN, A. M.; CHURM, S. C. STEPHEN, A. M.; CHURM, S. C) 2006;

Os polissacarídeos são, sem dúvida, os componentes mais abundantes nas gomas de exsudatos, entretanto, foi descrita a presença de oligossacarídeos livres redutores como componentes glicídicos minoritários (DELGOBO et al., 1998; MENESTRINA et al., 1998; TISCHER; GORIN; IACOMINI, 2002). Algumas gomas ainda possuem proteínas (JONES, J. K. N. e SMITH, F., 1949) e enzimas como oxidases (peroxidases e polifenoloxidasas) e quitinases, envolvidas na resposta do vegetal à infecção por patógenos (MARQUES e XAVIER-FILHO, 1991). A presença de compostos fenólicos também foi detectada, sendo estes envolvidos em mecanismos de defesa antioxidantes (JONES, J. K. N. e SMITH, F., 1949).

### 3.3.2 POLISSACARÍDEOS DE MACROALGAS MARINHAS.

As algas marinhas são organismos semelhantes às plantas e habitam diferentes ambientes, desde que disponham de luz e umidade suficientes (VIDOTTI e ROLLEMBERG, 2004). As algas comumente pertencem a quatro grupos diferentes

determinados com base na cor, sendo elas: algas azuis; algas vermelhas; algas verdes e algas pardas (KILINÇ et al., 2013).

Principais polissacarídeos extraídos de algas marinhas são as Carragenanas, que trata de um polissacarídeo sulfatado, de cadeia linear, aniônico, extraído de certas algas vermelhas da Família Rhodophyceae (PEREIRA, 2013). A carragenana tem propriedades gelificante, estabilizante e espessante, além de características como biocompatibilidade, biodegradabilidade, elevada capacidade de retenção de água e a resistência mecânica dos seus géis (PRAJAPATI et al., 2014).

Com isto, as algas são uma excelente fonte de polissacarídeos com estruturas não usuais os quais podem atuar nos sistemas biológicos, e ser utilizados na produção de novos fármacos. Vários grupos de pesquisadores no Brasil vêm estudando os polissacarídeos produzidos por algas marinhas determinando suas estruturas e bioatividade. (USOV, A. I, 2011).

As carragenanas são conhecidas pelas suas propriedades gelificantes, estabilizantes e emulsificantes, representando uma matéria-prima com qualidades variadas adequadas para uso em indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas. Apesar desse polissacarídeo não ter valor nutricional e nem serem digeridos ou absorvidos pelo sistema digestivo humano, tem sido amplamente utilizado na indústria de alimentos (PRAJAPATI et al., 2014; ROSA, 1972). São usados como aditivos em uma série de alimentos processados (McHUGH, 2003).

### 3.3.3 POLISSACARÍDEOS DE SEMENTES

As sementes podem conter diferentes polissacarídeos, estes podem ser divididos em duas classes: os de reserva e os estruturais (presentes na parede celular). Entre os polissacarídeos de reserva o mais conhecido é o amido, que é armazenado em organelas conhecidas como amiloplastos. Os polissacarídeos da parede celular e incluem as galactomananas, glucomananas, mananas e xiloglucanas. (REID, J. S. G; EDWARDS, M. E, 1995) .

Os polissacarídeos de sementes de reservas são os mais utilizados industrialmente. Esses polissacarídeos incluem galactomananas, xiloglucanas, glucanas e mananas, mas as duas primeiras destacam-se em aplicações industrial. A estrutura química genérica das xiloglucanas de reserva consiste de uma cadeia principal celulósica de unidades de D-glucose, as quais podem estar substituídas em O-6 por

unidades  $\alpha$ -D-xilopiranosose; essas últimas, por sua vez podem estar substituídas por unidades de  $\beta$ -D-galactopiranosose.

#### 3.3.4 POLISSACARÍDEOS DE TUBÉRCULOS:

O amido é o polissacarídeo de reserva mais abundante no reino vegetal, o qual pode ser encontrado sob a forma de grânulos ou células. Esses grânulos estão depositados em sementes, tubérculos, rizomas e bulbos. É um material heterogêneo, constituído de dois tipos de polímeros: a amilose e a amilopectina. Ambos são formados de unidades repetitivas de (1,4)- $\alpha$ -D-glucose. (CHEN, Y; FRINGANT, C.; RINAUDO, M, 1997.).

Inulina é um frutano, carboidrato, de reserva de plantas, que compõe 15% das espécies de plantas vasculares (Angiospermas), geralmente das famílias Asteraceae, Compositae e Lamiaceae, presentes em regiões temperadas e tropicais. No Brasil, várias espécies são encontradas no cerrado, onde, além da função de reserva de carboidratos, as frutanas funcionam como elemento protetor contra os períodos de estiagem, bastante recorrentes na região. (POLLOCK, C. J; CHATTERTON, N. J. 1988; PILON-SMITS, E. A. H. et al., 1995.

#### 3.3.5 POLISSACARÍDEOS SULFATOS DE INVERTEBRADOS MARINHOS

A quitina é o polissacarídeo mais abundante do ambiente marinho, que não apresenta sulfatação em sua molécula, ela participa da constituição da carapaça de alguns crustáceos e assegura-lhes proteção, devido à insolubilidade desse polissacarídeo no ambiente marinho. (POMIN, V. H.; MOURÃO, P. A. S, 2006).

A maior parte dos polissacarídeos sulfatados encontra-se na camada gelatinosa que envolve os óvulos dos ouriços-do-mar e das estrelas-do mar (Echinoidea e Asteroidea, Echinodermata). Dentre os grupos de polissacarídeos sulfatados pode-se destacar os glicosaminoglicanos (GAGs) que são encontrados nos invertebrados marinhos, porém, os mais encontrados são: as galactanas sulfatadas, polímeros de galactose sulfatada; as fucanas sulfatadas, polímeros de fucose sulfatada; e os GAGs.(POMIN, V. H.; MOURÃO, P. A. S, 2006).

#### 3.3.6 POLISSACARÍDEOS DE LIQUENS

Os líquens constituem uma associação simbiótica entre uma alga e/ou uma cianobactéria (fotobionte) e um fungo (micobionte), com a formação de uma estrutura

específica, denominada talo liquênico, estruturalmente, diferente da morfologia da alga ou do fungo quando em vida livre. Os biontes liquênicos associados formam um talo íntegro, no qual o fotobionte está localizado extracelularmente à hifa fúngica. Devido à predominância do micobionte na associação simbiótica, os líquens são, muitas vezes, denominados fungos liquenizados. (GARGAS, A. et al, 1995; SMITH, D. C, 1992; BARINAGA, M, 1995)

### 3.3.7 POLISSACARÍDEOS CONSTITUINTES DE COGUMELOS

No Brasil a produção de cogumelos funciona com alternativa para aumentar a oferta de alimento nutritivo e funcional, devido a sua rica composição bioquímica constituída de teores significativos de carboidratos, proteínas, lipídeos, enzimas, sais minerais e vitaminas, propriedades estas, relacionadas à longevidade.

Com aparência delicada, agradável sabor e textura, eles também são promissores estimuladores do sistema imunológico, comprovados por pesquisas mais recentes e revelam uma poderosa fonte de novos produtos terapêuticos que podem atuar no combate a muitas enfermidades. Grande parte dos cogumelos medicinais pertence à divisão basidiomycota e apresenta atividades imunomoduladora, antioxidante, cardiovascular, antibacteriana, antitumoral, hepatoprotetora e antiviral, entre tantas outras. (LONGVAH, T.; DEOSTHALE, Y. G, 1998; WASSER, S. P, 2014).

### 3.3.8 POLISSACARÍDEO DE EXOESQUELETOS (QUITINA E QUITOSANA)

No processamento de crustáceos e molusco, são gerados rejeitos ricos em quitina, um polissacarídeo estruturalmente semelhante à celulose. A quitina é um polímero bioativo, biodegradável, biocompatível e atóxico com aplicações potenciais em medicina, farmácia, odontologia, veterinária, agricultura, indústrias alimentícias e de cosméticos, entre outras. A maior parte da produção mundial de quitina se destina à produção de quitosana, derivado geralmente obtido pela desacetilação alcalina de quitina. A quitosana é solúvel em meios aquosos de acidez moderada, é mais susceptível a modificações químicas nos grupos funcionais hidroxila e amino e possui melhores propriedades do que a quitina, o que amplia consideravelmente as perspectivas de aplicações. (ROBERTS, G. A. F, 1992; ABRAM, A. P.; HIGUERA, 2004).

#### **4 PRINCIPAIS POLISSACARÍDEOS UTILIZADOS COMO IMUNODULADORES**

Dentre vários polissacarídeos existentes destaca-se a pectina e arabinogalactana, as pectinas são componentes da parede celular vegetal, presentes em diferentes partes do vegetal, como frutos, folhas, flores, raízes e sementes, a maior concentração de pectinas é encontrada em cascas de frutas cítricas como limão e laranja. A arabinogalactana é constituída por arabinose e ou galactose. Relatos demonstram que polissacarídeos vegetais, incluindo pectinas e polissacarídeos contendo arabinose e galactose, podem apresentar efeitos sobre a resposta imune celular e humoral (Yamassaki et al. 2015).

Portanto, os polímeros de polissacarídeos agem na imunomodulação modificando a resposta biológica estimulando o sistema imune inato promovendo a estimulação dos mecanismos de defesa do hospedeiro. (YI 2012).

Os estudos sobre as substâncias pécicas e publicações do assunto ainda são escassas no Brasil. A pesquisa sobre esse polímero mostra-se promissora, com necessidade de estudos aprofundados. Embora sejam substâncias acessíveis provenientes principalmente de resíduos de frutas, ainda são pouco exploradas. Com grande potencial para fortalecimento do sistema imune, a pectina, apresenta fraca tendência laxativa, estimula o crescimento da microbiota no cólon.

Em virtude da sua capacidade de reter líquidos, promovem a sensação de saciedade, auxiliando no emagrecimento, possuem também efeitos hipocolesterolêmicos e hipoglicemiantes significativos, inibição do desenvolvimento de tumores e metástase. Reduz a irritação física ou química, exercendo, ação contra as inflamações das mucosas, especialmente as das vias respiratórias e digestivas. (Sriamornsak, 2003; Mohnen, 2008).

O uso de plantas como fonte de substâncias imunomoduladoras ainda é insignificante na medicina moderna (DAVIS & KUTTAN, 2000). Uma variedade de substâncias, como polissacarídeos, lectinas, peptídeos, saponinas, óleos e outras, oriundas de plantas são capazes de estimular o sistema imune, apresentando atividade imunomoduladora. Destacam-se as mais diversas plantas usadas na medicina popular e indígena nas diferentes partes do mundo.

Propriedades imunomoduladoras de pectinas e polissacarídeos contendo arabinose e galactose de plantas medicinais.

Como vários efeitos imunomoduladores são atribuídos às plantas medicinais (Gurib-Fakim, 2006), há grande potencial para seu uso no tratamento de disfunções do sistema imunológico (Clement-Kruzel et al. 2008). Relatos demonstram que polissacarídeos vegetais, incluindo pectinas e polissacarídeos contendo arabinose e galactose, podem apresentar efeitos sobre a resposta imune celular e humoral (Schepetkin & Quinn, 2006; Alban et al. 2002; Yamasaki et al. 2015) e, por isso, podem ser considerados compostos modificadores da resposta biológica (MRB) (Diallo et al. 2001). As moléculas consideradas como MRB pertencem à classe de imunomoduladores e são agentes que modificam a resposta biológica do organismo por meio da estimulação ou inibição do sistema imunológico, podendo resultar em efeitos terapêuticos (Bohn & Bemiller, 1995).

Existem vários relatos de pectinas, polissacarídeos contendo Ara e Gal e AGPs, isolados de plantas medicinais, que apresentam atividade sobre o sistema complemento (SC), tanto pela via clássica quanto pela alternativa (MajewskaSawka & Nothnagel, 2000; Paulsen & Barsset, 2005; Schepetkin & Quinn, 2006).

## **5. CONCLUSÃO RESULTADOS ESPERADOS**

Compreendendo que embora não sejam digeríveis pelo organismo humano, alguns tipos de polissacarídeos encontrados em alimentos tem a capacidade de modular o funcionamento de células do sistema imunológico.

Alimentação saudável é aquela que atende todas as exigências do corpo. Além de ser fonte de nutrientes, a alimentação envolve diferentes aspectos, como valores culturais, sociais, afetivos e sensoriais. Deve ser variada, equilibrada, suficiente, acessível, colorida e segura, sendo uma fonte de prazer e identidade cultural e familiar, podendo prevenir o aparecimento de doenças, sendo essencial para promover e manter a saúde (DUTRA; CARVALHO, 2013; OPAS, 2019).

O sistema imunológico é um importante mecanismo de defesa do nosso corpo capaz de reconhecer e eliminar uma série de micro-organismos invasores. A primeira linha de defesa é composta por leucócitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos), células natural killer, proteínas de fase aguda e enzimas. A segunda linha de defesa é composta por linfócitos T e B e por imunoglobulinas (KRINSKI ET AL., 2010).

A boa nutrição é um fator significativo na determinação do estado de saúde e longevidade, e isso envolve a compreensão da importância de uma alimentação adequada e equilibrada, que evolui com o tempo, sendo influenciada por diversos fatores econômicos, que interagem de maneira complexa para moldar os padrões alimentares individuais.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS AK, LICHTMAN AH: **Cellular and Molecular Immunology**. 6<sup>th</sup> ed. Saunders 2003.
- ALAMGIR, M.; UDDIN, S.J. **Recent advances on the ethnomedicinal plants as immunomodulatory agents. Ethnomedicine: A Source of Complementary Therapeutics**, p. 227-244, 2010.
- BANCHEREAU J, BRIERE F, CAUX C, DAVOUST J, LEBECQUE S, LIU Y *et al.* **Immunobiology of dendritic cells. Annu Rev Immunol** 2000; 18:767-811.
- BARAZZONI, R *et al.* Singer, ESPEN Expert **Statements and Practical Guidance for Nutritional Management of Individual With SARS-CoV-2 Infection**, Elsevier, 2020, pp. 1631 - 1638 .
- BARRINGTON R, ZHANG M, FISCHER M, CARROLL MC. **The role of complement in inflammation and adaptive immunity**. *Immunol Rev* 2001; 180:5-15.
- BRODIN, P.; JOJIC, V.; GAO, T. *et al.* **Variation in the Human Immune System Is Largely Driven by Non-Heritable Influences. The Cell**, v.160, n.1-2, p.37-47, 2015.
- CERWENKA A, LANIER LL. **Natural killer cells, viruses and cancer**. *Nat Rev Immunol* 2001; 1:41-9.
- CRUVINEL, W.M.; MESQUITA JÚNIOR, D.; ARAÚJO, J. A. P.; CATELAN, T. T. T.; SOUZA, A. A. S.; SILVA, N.P.; ANDRADE, L. E. C. **Sistema Imunitário – Parte I: Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória**. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 50, n. 04, p. 434-447. 2010.
- CURFS JH, MEIS JF, HOOBKAMP-KORSTANJE JA – A primer on cytokines: sources, receptors, effects, and inducers. **Clin Microbiol Rev**, 1997;10:742-780.
- DELVES PJ, ROITT D. **The Immune System** - First of two parts. *N Engl J Med* 2000; 343:37-50.
- DORNAS, P.B.; ROBAZZI, T.C.M.V.; SILVA, L.R. **Imunodeficiência primária: quando investigar, como diagnosticar. Pediatría**, v.32, n.1, p.51-62, 2010.

GORMAN, S. et al. Kicic, PH Hart, **Suplementação de Vitamina D de ratos inicialmente deficientes em vitamina D diminui a inflamação pulmonar com efeitos limitados na integridade epitelial pulmonar**, *Physiol. Rep.* 5 (15) (2017), e13371 .

GRANT, H. et. **Evidência de que a suplementação de vitamina D pode reduzir o risco de influenza e infecções e mortes por COVID-19**, *Nutrients* 12 (4) (2020) 988

HOLT PG, JONES CA. **The development of the immune system during pregnancy and early life**. *Allergy*. 2000;55:588-697.

JANEWAY CA, TRAVERS P, WALPORT MARK, SHLOMCHIK M. **Imunobiologia - O sistema imune na saúde e na doença**, 5ª ed, Editora Artmed, 2002.

KIELISZEK, B. Lipinski, **Selenium Supplementation in the Prevention of Coronavirus Infections (COVID-19)**, *Med. Hipóteses* 143 (2020), 109878 .

KUNKEL EJ, BUTCHER EC. **Chemokines and the tissue-specific migration of lymphocytes**. *Immunity* 2002; 16:1-4.

LEE, JI.; BURCKART GJ, **fator nuclear kappa B: fator de transcrição importante e alvo terapêutico**, *J. Clin. Pharmacol.* 38 (11) (1998) 981 - 993 .

MACÊDO, É.M.C. et al. **Efeitos da deficiência de cobre, zinco e magnésio sobre o sistema imune de crianças com desnutrição grave**. *Revista Paulista de Pediatria*, v.28, n.3, p.329-333, 2010.

MCCALL KA, HUANG C, FIERKE CA. **Function and mechanism of zinc metalloenzymes**. *J Nutr.* 2000;130:S1437-46.

MEDZHITOV R, JANEWAY C JR. **Innate immunity**. *N Engl J Med* 2000; 343:338-44.

PEREIRA, R. J; DAS GRAÇAS CARDOSO, M. **Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes**. *Journal of biotechnology and biodiversity*, v. 3, n. 4, 2012.

REN, L.; PERERA, C.; HEMAR, Y. **Antitumor activity of mushroom polysaccharides: a review**. *Food & Function*, v.3, n.11, p.1118-1130, 2012.

SANDSTRÖM B. **Bioavailability of zinc**. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51(1):179.

SHEPETKIN, MT QUINN, **Polissacarídeos botânicos: imunomodulação de macrófagos e potencial terapêutico**, *Int. Immunopharmacol.* **6** (2006) 317 - 333,

SHORTMAN K, WU L, SÜSS G, KRONIN V, WINKEL K, SAUNDERS D *et al.* **Dendritic cells and T lymphocytes: developmental and functional interactions**. *Ciba Found Symp* 1997; 204:130-8.

TZIANABOS, AO, 2000. **Polysaccharide immunomodulators as a therapeutic agents: structural aspects and biological function**. *Clin. Microbiol. Rev.* **13** (4), 523-533.

WU, D. SN MEYDANI, E. **Vitamin, Immune Function, and Protection Against Infection, Vitamin E in Human Health**, Springer, 2019, pp. 371 - 384 .

YAMASSAKI, F.T. *et al.* Effect of the native polysaccharide of cashew-nut tree gum exudate on murine peritoneal macrophage modulatory activities. **Carbohydrate Polymers**, v.125, p.241-