




# Obesidade: inflamação e compostos bioativos

## Obesity: Inflammation and Bioactive Compounds

Carla Braga Campelo de Oliveira<sup>1</sup> , Lorena Almeida Brito<sup>1</sup> , Morgana Andrade Freitas<sup>1</sup> , Marcos Porto Arrais de Souza<sup>1</sup>   
Juliana Magalhães da Cunha Rêgo<sup>2</sup> , Richele Janaina de Araújo Machado<sup>2</sup> 

1. Graduação em Nutrição pelo Centro Universitário Christus (Unichristus), Fortaleza, CE, Brasil. 2. Docente do curso de graduação em Nutrição pelo Centro Universitário Christus (Unichristus), Fortaleza, CE, Brasil.

### Resumo

**Objetivo:** realizar um levantamento bibliográfico com enfoque nos compostos bioativos que modulam a inflamação na obesidade. **Métodos:** foram utilizadas as bases de dados *Scientific Electronic Library Online* e PubMed, com artigos de revisão e originais, em língua portuguesa e inglesa, publicados entre 2010 e 2019, adotando os seguintes descritores: *obesity, inflammation e bioactive compounds*. **Resultados:** alimentos com propriedades funcionais e fontes de compostos bioativos podem auxiliar na modulação de citocinas pró-inflamatórias, como a curcumina no açafrão da terra, as catecolaminas no chá-verde, punicalagina na romã, a  $\beta$ -glucana na aveia e os polifenóis no azeite de oliva. Tais compostos geralmente atuam inibindo mediadores, como fator nuclear Kappa  $\beta$ , diminuindo marcadores inflamatórios, como fator de necrose tumoral  $\alpha$  e as interleucinas (1, 2, 6, 8, e 12). **Conclusão:** tendo em vista o potencial dos alimentos em modular a inflamação na obesidade, o conhecimento de suas propriedades funcionais é importante por auxiliar os profissionais de Nutrição no planejamento de estratégias para a prevenção e o tratamento da obesidade.

**Palavras-chave:** Doenças crônicas. Alimento funcional. Compostos Fitoquímicos.

### Abstract

**Objective:** To perform a bibliographical survey with a focus on bio-active compounds with the potential to modulate inflammation in obesity. **Methods:** Scientific Electronic Library Online and PubMed databases were used, with review articles and originals, in Portuguese and English, published between 2010 and 2019, adopting the following descriptors: *obesity, inflammation e bioactive compounds*. **Results:** Foods with functional properties, sources of bio-active compounds may aid in the modulation of pro-inflammatory cytokines such as curcumin in earth turmeric, catecholamines in green tea, punicalagin in pomegranate,  $\beta$ -glucan in oats and polyphenols in olive oil which mostly act to inhibit mediators such as nuclear factor Kappa  $\beta$ , thereby decreasing inflammatory markers such as tumor necrosis factor  $\alpha$  and interleukins 1, 2, 6, 8, and 12. **Conclusion:** Considering the potential of food to modulate inflammation in obesity, knowledge about its functional properties is important as it assists nutrition professionals in planning strategies for obesity prevention and treatment.

**Key words:** Chronic diseases. Functional food. Phytochemicals.

### INTRODUÇÃO

A obesidade é um estado patológico resultante do acúmulo de excesso de gordura corporal, principalmente na região abdominal, que ocorre devido ao desequilíbrio entre a ingestão de energia e seu gasto, levando o indivíduo a desenvolver excesso de tecido adiposo ao ponto de impactar negativamente na sua saúde<sup>1</sup>.

No Brasil, segundo dados da pesquisa Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), realizada em todas as capitais brasileiras, com 53,2 mil pessoas acima de 18 anos, em 2006, a prevalência da obesidade era de 11,8% e aumentou para 18,9% em 2016. Essa doença pode trazer consequências negativas para a saúde dos indivíduos, por meio das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), como diabetes mellitus tipo 2, a hipertensão arterial e as dislipidemias, que têm como uma das causas o excesso de gordura corporal<sup>2</sup>.

Em indivíduos obesos, o tecido adiposo eleva a síntese de adipocinas (citocinas), modifica a microbiota intestinal e aumenta as espécies reativas de oxigênio, que geram um estresse oxidativo e, conseqüentemente, um dano celular ou tecidual, favorecendo o desenvolvimento das DCNTs<sup>3,4</sup>.

As mudanças na alimentação, com a inserção de alimentos contendo componentes que podem favorecer um melhor funcionamento do organismo, como os compostos bioativos (polifenóis, ácidos fenólicos ou flavonoides), contribuem para a prevenção e a modulação das vias metabólicas associadas ao desenvolvimento das DCNTs, entre elas, a obesidade<sup>5</sup>.

Considerando a obesidade um problema de saúde pública, este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico com enfoque nos compostos bioativos que modulam a inflamação na obesidade.

**Correspondência:** Richele Janaina de Araújo Machado. Rua: João Adolfo Gurgel, 133, Fortaleza-CE, CEP: 60190-060 - Brasil. E-mail: richeledbq@gmail.com

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido: 16 Jun 2019; Revisado: 20 Jul 2019; 28 Ago 2019; Aceito: 2 Set 2019

### MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de consulta à base de dados *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e PubMed. Foram utilizados artigos de revisão e originais, em língua portuguesa e inglesa, publicados entre 2010 e 2019, após a análise do título, resumo e textos completos. Utilizaram-se os seguintes descritores: *obesity*, *inflammation* e *bioactive compounds* e todas as combinações de associação entre elas.

### RESULTADOS

#### Obesidade: epidemiologia, definição, fatores de risco e fisiopatologia

De acordo com a pesquisa do Ministério da Saúde, o número de obesos no país aumentou 67,8% nos últimos treze anos, pois, em 2006, 11,8% da população era obesa, aumentando, assim, para 19,8% em 2018. Esses dados também apontam que 84,2% dos adultos que possuem idade entre 25 a 34 anos são obesos, e, na faixa etária de 35 a 44 anos, esse percentual é de 81,1%. Destaca-se, também, que há um aumento do percentual em mulheres (20,7%) em relação aos homens (18,7%). A VIGITEL Proteção para DCNTs registrou um aumento no número de brasileiros com excesso de peso, representando, assim, 55,7% da população<sup>2</sup>.

Evidenciada, atualmente, como um dos maiores problemas de saúde pública do mundo, a obesidade é uma condição crônica multifatorial complexa, que possui relação à manifestação de insegurança alimentar e nutricional por meio de fatores condicionantes, como alimentação rica em gorduras e açúcares e o consumo excessivo de alimentos ultraprocessados, associados ao sedentarismo<sup>6</sup>.

Existem diversos mecanismos fisiopatológicos na obesidade que participam da regulação do apetite e da ingestão alimentar, do aumento do tecido adiposo e da consequente resistência à insulina, alterando as funções metabólicas e endócrinas desse tecido<sup>7</sup>. No obeso, há níveis elevados de adipocinas (citocinas) pró-inflamatórias, como o angiotensinogênio, fator de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), a interleucina<sup>6</sup> (IL-6), a leptina, proteína quimioatraente de monócito-1 (MCP-1) e a resistina<sup>7,8</sup>.

A leptina, um hormônio pelo tecido adiposo, é responsável pela regulação da fome, sinalizando a saciedade ao sistema nervoso central (SNC), regulando o armazenamento e o uso de energia pelo corpo em longo prazo para manter seu equilíbrio. Porém, no obeso, há alteração na sinalização da leptina no controle do apetite, devido à resistência a tal hormônio, mesmo em suas quantidades elevadas<sup>9</sup>.

Outro hormônio regulador de apetite é a grelina, responsável por induzir a fome, seu alvo é o núcleo do hipotálamo e o tronco encefálico, fazendo parte do sistema nervoso simpático (SNS)<sup>10</sup>. Ele é sintetizado em maior quantidade no fundo gástrico por glândulas oxínticas, e, em menor quantidade, no corpo do estômago. Em indivíduos obesos, os níveis séricos de grelina

são menores se comparados a indivíduos magros, devido à alteração em seu gene ou à presença de anticorpos para seus receptores<sup>11</sup>.

#### Obesidade e Inflamação

Existe uma associação entre estilo de vida inadequado e obesidade que modifica a resposta fisiológica pelo aumento dos fatores pró-inflamatórios (adipocitocinas), que são produzidas pelos adipócitos e por meio da destruição das células adiposas, permitindo que a inflamação se torne crônica, alterando seu funcionamento<sup>12</sup>.

O adipócito sofre hipertrofia e expande o tecido adiposo, levando a uma baixa perfusão e à hipóxia celular que, por sua vez, podem iniciar a inflamação, induzindo o programa do gene HIF1 que funciona como um regulador de transcrição da resposta adaptativa<sup>13</sup>.

O tecido adiposo produz adipocinas anti-inflamatórias, como a interleucina 10 (IL-10) e a adiponectina (AdipoQ), que são capazes de inibir a síntese de adipocinas pró-inflamatórias por linfócitos T e macrófagos. Ela inibe a síntese do TNF- $\alpha$ , interleucina 1 (IL-1), IL-6 e interleucina 8 (IL-8) em monócitos<sup>8</sup>. A AdipoQ melhora a sensibilidade à insulina, possui ação anti-inflamatória, reduzindo os níveis séricos das adipocinas pró-inflamatórias IL-6 e o TNF- $\alpha$ , e contribui para a homeostase pós-prandial da glicose e de lipídeos, provocando o aumento da oxidação de gorduras além de propriedade antiaterogênica<sup>14</sup>.

A expressão de citocinas inflamatórias (TNF- $\alpha$  e IL-6) é induzida por quinases do tecido adiposo e hepático. Nos obesos, tem uma expressão aumentada. Essas quinases fazem a regulação de programas de transcrição, como fator nuclear Kappa  $\beta$  (NF- $\kappa$ B) e fator regulador do Interferon  $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), induzindo o gene mediador inflamatório. O aumento dessas citocinas eleva a ativação do receptor, estabelecendo um ciclo de feedback positivo da inflamação e de vias metabólicas sinalizadas, tendo o inflamassoma que inicia a resposta inflamatória e receptores Toll-like do sistema imune inato ativados<sup>15</sup>.

Em obesos, ocorre uma resposta do sistema imune, ativada como resposta à inflamação, cujos macrófagos vão aumentando devido a seu recrutamento e exibindo um cenário pró-inflamatório, expressando, assim, citocinas inflamatórias. Esse aumento de macrófagos é devido à inflamação do tecido adiposo que se desloca junto com a obesidade, desenvolvendo resistência à insulina (RI) e à doença metabólica<sup>13</sup>.

O indivíduo obeso apresenta uma maior secreção de adipocinas pró-inflamatórias (TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-1) e menor das anti-inflamatórias (IL-10 e AdipoQ), caracterizando a obesidade como uma inflamação crônica que causa grande impacto em diversas funções corporais e ocasiona o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), RI, hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia e câncer<sup>7,13</sup>.

#### Alimentos e compostos bioativos moduladores da inflamação

Diversos alimentos funcionais contêm componentes que podem melhorar o funcionamento do organismo, uma vez que a diminuição do consumo desses alimentos tem sido considerado um fator de risco para o desenvolvimento das DCNTs<sup>16</sup>.

Existe uma grande variabilidade de verduras, legumes e frutas que apresentam compostos bioativos, como polifenóis, carotenoides, isoflavonas, resveratrol, catequinas e os flavonoides. A ingestão desses compostos deve ser diária, para atender às necessidades e ter ação multifatorial<sup>17</sup>.

Os alimentos funcionais destacados na prevenção e no tratamento da obesidade, e que podem ser utilizados como estratégia nutricional são açafrão (*Curcuma longa* L.), chá-verde (*Camellia sinensis*), romã (*Punica granatum* L.), aveia (*Avena sativa* L.) e o azeite de oliva (*Olea europaea*).

O açafrão contém um polifenol (curcumina), que possui características antioangiogênicas, anti-inflamatórias e antiobesidade<sup>18</sup>. A curcumina é o principal composto bioativo do açafrão e apresenta-se como um aliado ao tratamento de várias doenças inflamatórias. Ela atua nas enzimas ciclooxigenase-2 (COX-2) e lipoxigenase (LOX), integrantes da cascata do ácido araquidônico envolvido na inflamação; sobre a DNA polimerase, e nos fatores de transcrição, como o NF- $\kappa$ B, bloqueando sua ativação que promove expressão de mediadores inflamatórios (TNF- $\alpha$ , IL-1, IL-2, IL-6, IL-8, IL-12)<sup>19</sup>.

A suplementação oral de 1g de curcumina por 30 dias em indivíduos obesos reduziu o estresse oxidativo<sup>20</sup>. A utilização da curcumina (500 mg/dia) associada com a piperina, um composto bioativo presente na pimenta (*Piper nigrum*), (5mg/dia) por 30 dias, reduziu os níveis séricos de citocinas inflamatórias (IL-1 $\beta$  e IL-4) em indivíduos obesos<sup>21</sup>. Em um estudo com suplementação oral de curcumina com 1g por dia, durante 30 dias, houve eficácia na redução de estresse oxidativo em indivíduos obesos<sup>20</sup>.

O chá-verde contém polifenóis, catequinas e cafeína, que desempenham um papel importante na redução e na manutenção de peso adequado<sup>22</sup>. Tal alimento possui propriedade anti-inflamatória e pode ser usado como estratégia para modular a inflamação e o estresse oxidativo<sup>23</sup>.

Nos polifenóis do chá-verde, um dos mecanismos propostos que se dá pelo controle do apetite, regulação negativa de enzimas, envolvendo metabolismo lipídico hepático e a diminuição da absorção de nutrientes sob a influência do sistema nervoso simpático (SNS). A norepinefrina (NE) estimula a lipólise em tecidos periféricos (adiposo, fígado, músculo esquelético), liberando ácidos graxos livres e, com a regulação positiva do metabolismo lipídico hepático, aumenta a estimulação simpática pela inibição da catecol-o-metiltransferase (COMT) e fosfodiesterase<sup>24</sup>.

Entre as catequinas do chá-verde, o galato de epigallocatequina

(EGCG) é considerado o mais importante devido ao aumento da oxidação dos ácidos graxos. Em um ensaio clínico randomizado, o consumo de chá-verde por oito semanas (928 mg catequinas dos quais 440 mg de EGCG e 8,96 mg de cafeína), diminuiu o peso corporal e o perímetro da cintura em indivíduos com obesidade e síndrome metabólica<sup>25</sup>. A recomendação para o consumo do chá-verde é de uma a duas xícaras (240 ml a 480 ml) por dia<sup>26</sup>.

A romã (*Punica granatum* L.) é utilizada para tratar infecções e possui efeitos antiobesidade devido às variedades de compostos bioativos encontrados<sup>27</sup>.

Ela é uma fonte de elagitaninos (ET) punicalagina, o que despertou considerável interesse pela fruta da romã. Estudos mostram efeitos anti-inflamatórios da romã e seus compostos biologicamente ativo na redução do estresse oxidativo pela inibição de NF- $\kappa$ B<sup>28,29</sup>. Os compostos bioativos (punicalagina) do suco de romã suprimiram a ativação do NF- $\kappa$ B<sup>30</sup>.

A aveia é fonte de fibra dietética solúvel ( $\beta$ -glucana) que apresenta efeitos antiobesidade<sup>31</sup>. Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC - acetato, propionato e butirato), produzidos durante a fermentação bacteriana, são substratos para a microbiota intestinal e exercem papel anti-inflamatório no tecido adiposo branco, pela redução na concentração de gordura<sup>32</sup>.

Esses AGCCs são essenciais para as funções imunológicas. No estudo com células intestinais de camundongos, houve uma redução da ativação do NF- $\kappa$ B pelo butirato e uma ativação da interleucina-18 (IL-18) que favorece a regulação da inflamação<sup>33</sup>. O consumo de fibra dietética, acima de 10 g/1000 kcal/dia ou cerca de 20 g/dia, pode estar relacionado com a perda de peso corporal, variando de 1,2 a 3,6 kg em 8-12 anos<sup>34</sup>.

O azeite de oliva é o óleo extraído da fruta da oliveira (*Olea europaea* L.). A composição do polifenol do azeite está relacionada com os glicosídeos da fruta. A ingestão do azeite de oliva reduz os marcadores inflamatórios pela inibição do NF- $\kappa$ B<sup>35</sup>. Logo, essas propriedades do azeite têm grandes influências nas características dos mediadores anti-inflamatórios, reduzindo os níveis de INF- $\gamma$ , IL-6, TNF- $\alpha$ , COX-2 no plasma, que terá funções antioxidantes, anti-inflamatórias, melhora a sensibilidade à insulina, a proteção cardiovascular, pelo efeito antiaterogênico (com a ingestão de 50 mL/dia do azeite extravirgem), neuroprotetor, e anticancerígeno<sup>36,37</sup>.

## CONCLUSÃO

A inflamação crônica, característica da obesidade, resulta da liberação de adipocinas pró-inflamatórias pelos adipócitos, que atraem macrófagos para área afetada, desencadeando o processo inflamatório e o estresse oxidativo. Dessa forma, destacam-se os alimentos com propriedades funcionais que atuam na modulação da inflamação e do estresse oxidativo. A inserção desses alimentos que apresentam, em sua composição, compostos bioativos, como polifenóis, catequinas

## 4 Obesidade: inflamação e compostos bioativos

e flavonoides, contribui para a homeostase e o funcionamento normal do organismo.

Entre os alimentos, destacam-se açafrão, chá-verde, romã, aveia e azeite de oliva como alimentos importantes na prevenção

e no tratamento da obesidade, tendo em vista o potencial dos alimentos em modular a inflamação na obesidade, o conhecimento de suas propriedades funcionais é importante por auxiliar os profissionais de Nutrição no planejamento de estratégias para a prevenção e o tratamento da obesidade.

## REFERENCES

1. Dahiya DK, Renuka, Puniya M, Shandilya UK, Dhewa T, Kumar N. Gut Microbiota Modulation and Its Relationship with Obesity Using Prebiotic Fibers and Probiotics: A Review. *Front Microbiol.* 2017 Apr; 8(563):1-17. doi: 10.3389/fmicb.2017.00563doi:10.3389/fmicb.2017.00563.
2. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância Brasil: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal.* Brasília: Ministério da Saúde; 2018.
3. Crawford M, Whisner C, Al-Nakkash L, Sweazea KL. Six-Week High-Fat Diet Alters the Gut Microbiome and Promotes Cecal Inflammation, Endotoxin Production, and Simple Steatosis without Obesity in Male Rats. *Lipids.* 2019 Feb; 54(2-3):119-131. doi:10.1002/lipd.12131.
4. Yang B-G, Hur KY, Lee M-S. Alterations in Gut Microbiota and Immunity by Dietary Fat. *Yonsei Med J.* 2017 Nov; 58(6):1083. doi:10.3349/ymj.2017.58.6.1083.
5. Milenkovic D, Morand C, Cassidy A, Konic-Ristic A, Tomás-Barberán F, Ordovas JM, et al. Interindividual Variability in Biomarkers of Cardiometabolic Health after Consumption of Major Plant-Food Bioactive Compounds and the Determinants Involved. *Adv Nutr.* 2017 Jul; 8(4):558-570. doi:10.3945/an.116.013623.
6. Dias PC, Henriques P, Anjos LA dos, Burlandy L. Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro. *Cad Saude Publica.* 2017; 33(7):1-12. doi:10.1590/0102-311x00006016.
7. Ellulu MS, Patimah I, Khaza'ai H, Rahmat A, Abed Y. Obesity and inflammation: the linking mechanism and the complications. *Arch Med Sci.* 2017 Jun; 4(13): 851-863. doi:10.5114/aoms.2016.58928.
8. Fernández-Sánchez A, Madrigal-Santillán E, Bautista M, Esquivel-Soto J, Morales-Gonzalez A, Esquivel-Chirino C, et al. Inflammation, Oxidative Stress, and Obesity. *Int J Mol Sci.* 2011 May;12(5):3117-3132. doi:10.3390/ijms12053117.
9. Crujeiras AB, Carreira MC, Cabia B, Andrade S, Amil M, Casanueva FF. Leptin resistance in obesity: An epigenetic landscape. *Life Sci.* 2015 Nov; 140(1): 57-63. doi:10.1016/j.lfs.2015.05.003.
10. Abizaid A. Stress and obesity: The ghrelin connection. *J Neuroendocrinol.* 2019 Jul; 31(7):1-8. doi:10.1111/jne.12693.
11. Makris MC, Alexandrou A, Papatoutsos EG, Malietzis G, Tsilimigras DI, Guerron AD, et al. Ghrelin and Obesity: Identifying Gaps and Dispelling Myths. A Reappraisal. *In Vivo (Brooklyn).* 2017 Nov-Dec; 31(6):1047-1050. doi:10.21873/invivo.11168.
12. Monteiro R, Azevedo I. Chronic Inflammation in Obesity and the Metabolic Syndrome. *Mediators Inflamm.* 2010; 2010:1-10. doi:10.1155/2010/289645.
13. Saltiel AR, Olefsky JM. Inflammatory mechanisms linking obesity and metabolic disease. *J Clin Invest.* 2017 Jan; 127(1):1-4. doi:10.1172/JCI92035.
14. Balsan GA, Vieira JL da C, Oliveira AM de, Portal VL. Relationship between adiponectin, obesity and insulin resistance. *Rev Assoc Med Bras.* 2015 Jan-Feb; 61(1):72-80. doi:10.1590/1806-9282.61.01.072.
15. Rodríguez-Hernández H, Simental-Mendía LE, Rodríguez-Ramírez G, Reyes-Romero MA. Obesity and Inflammation: Epidemiology, Risk Factors, and Markers of Inflammation. *Int J Endocrinol.* 2013 Apr; 2013(1):1-11. doi:10.1155/2013/678159.
16. Teodoro AJ. Bioactive Compounds of Food: Their Role in the Prevention and Treatment of Diseases. *Oxid Med Cell Longev.* 2019; 2019(1):1-4. doi:10.1155/2019/3765986.
17. Serrano J, Cassanye A, Martín-Gari M, Granado-Serrano A, Portero-Otín M. Effect of Dietary Bioactive Compounds on Mitochondrial and Metabolic Flexibility. *Diseases.* 2016 Mar; 4(1):14. doi:10.3390/diseases4010014.
18. Miyazawa T, Nakagawa K, Kim SH, Thomas MJ, Paul L, Zingg J-M, et al. Curcumin and piperine supplementation of obese mice under caloric restriction modulates body fat and interleukin-1 $\beta$ . *Nutr Metab (Lond).* 2018;15(1):12. doi:10.1186/s12986-018-0250-6.
19. Shehzad A, Ha T, Subhan F, Lee YS. New mechanisms and the anti-inflammatory role of curcumin in obesity and obesity-related metabolic diseases. *Eur J Nutr.* 2011 Apr; 50(3):151-161. doi:10.1007/s00394-011-0188-1.
20. Sahebkar A, Mohammadi A, Atabati A, Rahiman S, Tavallaie S, Iranshahi M, et al. Curcuminoids Modulate Pro-Oxidant-Antioxidant Balance but not the Immune Response to Heat Shock Protein 27 and Oxidized LDL in Obese Individuals. *Phyther Res.* 2013;27(12):1883-1888. doi:10.1002/ptr.4952.
21. Ganjali S, Sahebkar A, Mahdipour E, Jamialahmadi K, Torabi S, Akhlaghi S, et al. Investigation of the Effects of Curcumin on Serum Cytokines in Obese Individuals: A Randomized Controlled Trial. *Sci World J.* 2014; 2014(1):1-6. doi:10.1155/2014/898361.
22. Nabi BN, Sedighinejad A, Haghighi M, Fazi F, Rimaz S, Atrkarroushan, et al. The Anti-Obesity Effects of Green Tea: A Controlled, Randomized, Clinical Trial. *Iran Red Crescent Med J.* 2018;20(1):1-7. doi:10.5812/ircmj.55950.
23. Tran J. Green Tea: A Potential Alternative Anti-Infectious Agent Catechins and Viral Infections. *Adv Anthropol.* 2013; 03(04):198-202. doi:10.4236/aa.2013.34028.
24. Rains TM, Agarwal S, Maki KC. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *J Nutr Biochem.* 2011 Jan; 22(1):1-7. doi:10.1016/j.jnutbio.2010.06.006.
25. Huang J, Wang Y, Xie Z, Zhou Y, Zhang Y, Wan X. The anti-obesity effects of green tea in human intervention and basic molecular studies. *Eur J Clin Nutr.* 2014 Oct; 68(10):1075-1087. doi:10.1038/ejcn.2014.143.
26. Reygaert W. An Update on the Health Benefits of Green Tea. *Beverages.* 2017; 3(4):6. doi:10.3390/beverages3010006.
27. Al-Muammar MN, Khan F. Obesity: The preventive role of the pomegranate (*Punica granatum*). *Nutrition.* 2012 Jun; 28(6):595-604. doi:10.1016/j.nut.2011.11.013.
28. Ammar AE, Esmat A, Hassona MDH, Tadros MG, Abdel-Naim AB, Guns EST. The effect of pomegranate fruit extract on testosterone-induced BPH in rats. *Prostate.* 2015 May; 75(7):679-692. doi:10.1002/pros.22951.
29. Kim YE, Hwang CJ, Lee HP, Kim CS2, Son DJ1, Ham YW3, et al. Inhibitory effect of punicalagin on lipopolysaccharide-induced neuroinflammation, oxidative stress and memory impairment via inhibition of nuclear factor-

- kappaB. *Neuropharmacology*. 2017 May; 117(1):21-32. doi:10.1016/j.neuropharm.2017.01.025.
30. Danesi F, Ferguson L. Could Pomegranate Juice Help in the Control of Inflammatory Diseases? *Nutrients*. 2017 Aug; 9(9):958. doi:10.3390/nu9090958.
31. Chang HC, Huang CN, Yeh DM, Wang SJ, Peng CH, Wang CJ. Oat Prevents Obesity and Abdominal Fat Distribution, and Improves Liver Function in Humans. *Plant Foods Hum Nutr*. 2013 Mar; 68(1): 18-23. doi:10.1007/s11130-013-0336-2.
32. Gill PA, van Zelm MC, Muir JG, Gibson PR. Review article: short chain fatty acids as potential therapeutic agents in human gastrointestinal and inflammatory disorders. *Aliment Pharmacol Ther*. 2018 Jul; 48(1):15-34. doi:10.1111/apt.14689.
33. Parada Venegas D, De la Fuente MK, Landskron G, González MJ, Quera R, Dijkstra G, et al. Short Chain Fatty Acids (SCFAs)-Mediated Gut Epithelial and Immune Regulation and Its Relevance for Inflammatory Bowel Diseases. *Front Immunol*. 2019 Mar;10:277. doi:10.3389/fimmu.2019.00277.
34. Bozzetto L, Costabile G, Della Pepa G, Ciciola P, Vetrani C, Vitale M, et al. Dietary Fibre as a Unifying Remedy for the Whole Spectrum of Obesity-Associated Cardiovascular Risk. *Nutrients*. 2018 Jul;10(7): E943. doi:10.3390/nu10070943.
35. Souza P, Marcadenti A, Portal V. Effects of Olive Oil Phenolic Compounds on Inflammation in the Prevention and Treatment of Coronary Artery Disease. *Nutrients*. 2017 Sep; 9(10):1087. doi:10.3390/nu9101087.
36. Santangelo C, Vari R, Scazzocchio B, De Sanctis P, Giovannini C, D'Archivio M, et al. Anti-inflammatory Activity of Extra Virgin Olive Oil Polyphenols: Which Role in the Prevention and Treatment of Immune-Mediated Inflammatory Diseases? *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2018 ;18(1):36-50. doi:10.2174/1871530317666171114114321.
37. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Cova MI, Corella D, Arós F, et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *N Engl J Med*. 2013 Apr; 368(14):1279-1290. doi:10.1056/NEJMoa1200303.

**How to cite this article/Como citar este artigo:**

Oliveira CBC, Brito LA, Freitas MA, Souza MPA, Rêgo JMC, Machado RJA. Obesidade: inflamação e compostos bioativos. *J Health Biol Sci*. 2020; 8(1):1-5.