

Utilização de farinhas de algas na alimentação de cães e gatos

Resumo

Desde a década de 50, pesquisadores estudam possíveis alternativas de fontes proteicas não convencionais para suprir a demanda nutricional humana e animal. Como opção, as algas ganharam espaço como fonte de diversos nutrientes, principalmente de proteínas e de lipídeos. Estudos mostraram que a inclusão de farinha de algas nos alimentos de animais melhoraram seu desempenho e saúde. O interesse na inclusão de farinhas de algas na dieta de cães e gatos surgiu em função da sua composição, sucesso terapêutico em suplementos para pessoas e dos bons resultados obtidos com seu emprego nos alimentos destinados para animais de produção. Este trabalho objetivou fazer um apanhado de informações sobre as espécies, composição nutricional e potenciais aplicações das algas na alimentação de cães e gatos. Com base no encontrado, pode-se afirmar que algumas espécies de algas podem ser utilizadas como fontes de nutrientes naturais para cães e gatos em baixos teores de inclusão.

Palavras-chave: alimentos funcionais, canídeos, felídeos, nutrição, proteína.

Introdução

O aumento da demanda mundial de proteína tem sido o principal entrave nutricional, tanto para as pessoas, quanto para os animais. Por este motivo, a partir da década de 50, a produção em massa de algumas microalgas com altos teores de proteína foi considerada como uma alternativa não convencional de produção deste nutriente para a alimentação animal e humana. Estudos nutricionais demonstraram que essas fontes proteicas

possuem alta qualidade e podem ser comparadas às proteínas de origem animal. Porém, pelo alto custo de produção, seu emprego em larga escala ainda é incipiente (BECKER, 2007).

As algas abrangem um grupo diversificado que inclui desde de microalgas microscópicas unicelulares até macroalgas gigantes, que podem atingir 45 metros de comprimento e, são encontradas em ambientes marinhos e de água doce. Apesar de não existir um registro preciso do número total de espécies de algas, há estimativas de que existam cerca de 800 mil espécies na biosfera. Atualmente, são estudadas cerca de 30 mil espécies para fins comerciais, como produção de biodiesel e emprego na alimentação humana e animal (SATHASIVAM et al., 2018).

Atualmente, 30,0% da produção mundial de algas é destinada ao mercado de alimentos para animais devido a sua composição em beta caroteno, proteínas, lipídeos, ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) como ácido docosahexaenóico (DHA) e ácido eicosapentaenóico (EPA) e, polissacarídeos como beta-glucanos (SPOLAORE et al., 2006; PRIYADARSHANI et al., 2012). Na Europa, o consumo de algas por animais de criação, como cavalos, suínos e galinhas poedeiras, tornou-se uma tradição em épocas de seca. Na Escócia, tanto as ovelhas quanto os bovinos são alimentados com algas marinhas para suprimento das exigências nutricionais em épocas de escassez alimentar (FLEURENCE, 2016).

As microalgas podem resultar em benefícios ao sistema imunológico, metabolismo lipídico, função intestinal e resistência ao estresse (SHIELDS et al., 2012). Um estudo em pintainhos demonstrou que as microalgas favoreceram o ganho de peso diário e aumento de DHA na carcaça (LONG et

al., 2018). Já em galinhas poedeiras, a inclusão de microalgas na dieta promoveu o enriquecimento de DHA na composição final dos ovos (BRUNEEL et al., 2013). A fim de visar o conhecimento das possíveis utilizações da farinha de algas, o presente trabalho objetivou apresentar uma revisão bibliográfica sobre as aplicações deste ingrediente na alimentação de cães e gatos e seu potencial valor nutricional.

Desenvolvimento

Caracterização das algas

As algas são uma das primeiras formas de vida na terra e, estas podem ser multicelulares ou unicelulares. Esses organismos possuem características interessantes para inclusão em alimentos para nutrição animal devido a elevada produtividade por área, alto valor nutritivo e, por não são serem dependentes de terra para cultivo (RYCKEBOSH et al., 2012). A diversidade exata das microalgas ainda não foi catalogada, mas sabe-se que existem mais de 50.000 espécies presentes nos ambientes marinhos e de água doce e, 30.000 espécies já foram estudadas. Na alimentação humana, as algas são consumidas há muitos anos, aspecto que estimulou sua produção. Apenas na região da Ásia existem cerca de 110 produtores comerciais destes vegetais (SATHASIVAM et al., 2017).

A coloração das algas auxilia na sua classificação e composição, uma vez que algas verdes possuem mais clorofila, algas amarelo-laranja possuem mais carotenóides, algas azuis contém ficocianina e algas vermelhas possuem ficoeritrina (SATHASIVAM et al., 2017). As espécies de microalgas que possuem importância comercial devido ao seu valor nutritivo são *Spirulina sp.*, *Chlorella sp.*, *Lithothanum sp.*, *Haematococcus sp.*, *Dunaliella sp.*,

Botryococcus sp., *Phaeodactylum sp.*, *Schizochytrium sp.*, *Cryptocodinium sp.*, *Tetraselmis sp.* e *Nannochloris sp.* No mercado europeu, o custo da biomassa de algas varia de acordo com a espécie, sendo que para o consumo humano, a biomassa varia em torno de 100 euros por quilograma e, para a alimentação animal, cerca de 5 a 20 euros por quilograma (SATHASIVAM et al., 2017).

A dieta balanceada é de extrema importância para a saúde e, em sua composição, deve conter vitaminas, minerais, proteínas, lipídeos, aminoácidos e ácidos graxos. Como alternativa nutricional, as microalgas representam fontes de carboidratos, proteínas, lipídeos e, principalmente, vitaminas e minerais, tais como as vitaminas A, B1, B2, B12, C e E, biotina, ácido fólico, ácido pantotênico, niacina, iodo, potássio, ferro, magnésio e cálcio (PRIYADARSHANI et al., 2012; SATHASIVAM et al., 2017).

Composição nutricional das algas marinhas

A grande variedade de compostos sintetizados a partir de diferentes vias metabólicas de algas fornecem fontes sustentáveis de aminoácidos, alginato, proteínas, ácidos graxos, esteróides, carotenóides, fibras dietéticas, lectinas e polissacarídeos (CHRONAKI et al., 2011; SATHASIVAM et al., 2017).

Alimentos funcionais à base de microalgas são utilizados na prevenção e no tratamento da doença cardiovascular através dos peptídeos que contém propriedades antioxidantes e anti-hipertensivas (EJIKE et al., 2017). Além disso, as microalgas desempenham funções fundamentais em alimentos de alta qualidade na nutrição animal, as quais podem estimular o sistema imunológico, atuam no metabolismo lipídico, função intestinal, resistência ao estresse, aumentam o apetite, peso, desempenho reprodutivo, reduzem as concentrações de colesterol e melhoram a qualidade na pelagem. Alguns

autores recomendam o uso de algas como substituto para fontes proteicas convencionais, como por exemplo, o farelo de soja e farinha de peixe (SATHASIVAM et al., 2017). Na avicultura, pode-se utilizar de 5,0 a 10,0% de algas em substituição às proteínas convencionais (SPOLAORE et al., 2006) e esses teores de inclusão podem alterar a cor da gema para mais escura, devido à quantidade de carotenóides (SATHASIVAM et al., 2017).

A demanda por carotenóides naturais estimulou o interesse de extração do betacaroteno em fontes naturais não convencionais. A espécie *Dunaliella* sp. produz de 10,0 a 14,0% do seu peso seco de carotenóides. Essa substância, provinda das algas, demonstrou efeitos protetores contra aterosclerose em ratos e humanos e inibiu a oxidação da lipoproteína de baixa densidade em pessoas diabéticas (SATHASIVAM et al., 2017). Segundo Lee et al. (1967) dietas com inclusão de um *blend* proteico, composto de farinha de peixe e farinha de algas (*Chlorella pyrenoidosa*), apresentaram aumento do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta em humanos, em comparação com dietas que continham apenas farinha de algas (66,0 vs 75,0%).

Proteína bruta

As algas verdes-azuladas ou cianobactérias (ex: *Spirulina* sp.) são muito conhecidas pelos teores de proteínas presentes em sua composição, o que pode chegar até 70% da matéria seca (MS). Em termos de conteúdo proteico, as algas contêm elevado valor nutricional, as quais fornecem qualidade e quantidade de aminoácidos, comparado às fontes convencionais de proteína como soja, ovo, peixe e carne bovina. Além disso, a produção de algas é flexível e seletiva, isso por que pode-se controlar a produção de alguns

compostos específicos através da manipulação de seu cultivo (CHRONAKI et al., 2011; EJIKE et al., 2017). De acordo com Raposo et al. (2013), as microalgas do gênero *Arthrospira* e *Chlorella* podem ser utilizadas como nutracêuticos ou em alimentos para prevenir danos celulares devido ao seu perfil de proteínas e aminoácidos.

A microalga *Dunaliella* sp. pode produzir de 50 a 100 vezes mais proteína por unidade de área do que as tradicionais plantas e animais. Todavia, as microalgas sintetizam 20 aminoácidos proteinogênicos, o que possibilita sua utilização como fonte não convencional de aminoácidos essenciais. A concentração de proteína nas microalgas varia de acordo com a espécie, fase de crescimento, condições de cultivo e qualidade da luz (EJIKE et al., 2017).

A proteína de algas possui perfil de aminoácidos essenciais interessante como valina, leucina, lisina, fenilalanina, alanina, taurina, ornitina, citrulina e hidroxiprolina (BECKER, 2007). Na Tabela 1 está apresentado um comparativo na composição de aminoácidos das proteínas convencionais (ovo e soja) e não convencionais (microalgas).

Tabela 1. Perfil de aminoácidos (g/100g de proteína na MS) de diferentes algas em comparação com fontes convencionais de proteínas.

AA/Fontes	Ovo	Soja	C.	D.	S.	S.
			<i>vulgaris</i> ¹	<i>bardawil</i> ²	<i>máxima</i> ³	<i>platensis</i> ⁴
Ile	6,6	5,3	3,8	4,1	6,0	6,7
Leu	8,8	7,7	8,8	11,0	8,0	9,8
Val	7,2	5,3	5,5	5,8	6,5	7,1
Lys	5,3	6,4	8,4	7,0	4,6	4,8
Phe	5,8	5,0	5,0	5,8	4,9	5,3

Tyr	4,2	3,7	3,4	3,7	3,9	5,3
Met	3,2	1,3	2,2	2,3	1,4	2,5
Cys	2,3	1,9	1,4	1,2	0,4	0,9
Try	1,7	1,4	2,1	0,7	1,4	0,3
Thr	5,0	4,0	4,8	5,4	4,6	6,2
Ala	-	5,0	7,9	7,3	6,8	9,5
Arg	6,2	7,4	6,4	7,3	6,5	7,3
Asp	11,0	1,3	9,0	10,4	8,6	11,8
Glu	12,6	19,0	11,6	12,7	12,6	10,3
Gly	4,2	4,5	5,8	5,5	4,8	5,7
His	2,4	2,6	2,0	1,8	1,8	2,2
Pro	4,2	5,3	4,8	3,3	3,9	4,2
Ser	6,9	5,8	4,1	4,6	4,2	5,1

AA: aminoácidos; *C. vulgaris*¹: *Chrorella vulgaris*; *D. bardawil*; *Dunaliella bardawil*; *S. maxima*³: *Spirulina máxima*; *S. platensis*⁴: *Spirulina platensis*; Ile: isoleucina; Leu: leucina; Val: valina; Lys: lisina; Phe: fenilalanina; Tyr: tirosina; Met: metionina; Cys: cisteína; Try: triptofano; Thr: treonina; Ala: alanina; Arg: arginina; Asp: ácido aspártico; Glu: ácido glutâmico, Gly: glicina; His: histidina; Pro: prolina; Ser: serina.

Fonte: Adaptado de Becker (2007).

Lipídeos

O metabolismo lipídico das algas surpreende tanto pesquisadores, quanto empreendedores, devido à grande diversidade estrutural de gorduras produzidas por estes organismos. As algas podem apresentar: lipídeos de membrana (glicosilglicerídeos, fosfoglicerídeos e éteres de betaina), triglicerídeos, esfingolipídeos, hidrocarbonetos, esteróis e pigmentos (LI-BEISSON et al., 2019).

As microalgas são responsáveis pela produção de ácidos graxos essenciais (AGE) principalmente os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) de cadeia longa como ácido linolênico (18:3 – ômega 6), ácido araquidônico (20:4 – ômega 6), ácido eicosapentaenóico (20:5 – EPA – ômega 3) e ácido docosahexaenóico (22:6 – DHA – ômega 3) (SATHASIVAM et al., 2017). O grupo heterotrófico que produz maiores quantidades de DHA é o Thraustochytrids, representados pelas *Thraustochytrium sp.*, *Schizochytrium sp.* e *Aurantiochytrium sp.* (SUN et al., 2018). A *Schizochytrium sp.* é a microalga mais utilizada na alimentação de cães e gatos devido a sua alta qualidade nutricional de ácidos graxos (Tabela 2). A microalga *Thraustochytrium sp.*, quando cultivada em glicose ou água marinha a 28°C, pode apresentar 57,0% de lipídeos na sua composição (RAGHUKUMAR, 2008).

Tabela 2. Composição em ácidos graxos da microalga *Schizochytrium sp.*

Ácidos graxos	<i>Schizochytrium sp.</i> (%)	
	Alga	Óleo
14:0	9-15	8
16:0	24-28	22
18:0	-	1
18:1	-	1
20:5 (n-3)	20	26
22:6 (n-6)	11-14	17
22:6 (n-3)	35-40	41

Fonte: Adaptado de Li-Beisson et al. (2019).

A farinha de peixe possui elevado teor de ômega-3 devido a alimentação de alguns peixes serem a base de microalgas. Essas são responsáveis pela alta produção, no ecossistema marinho, de EPA e DHA. Esses ácidos graxos são de fundamental importância na alimentação humana e animal devido a sua função anti-inflamatória, cognitiva e antioxidante (RYCKEBOSH et al., 2012).

Principais algas utilizadas na alimentação de cães e gatos

Spirulina sp.

A microalga verde-azulada *Spirulina sp.* representa o gênero *Arthrospira* de cianobactéria filamentosa de flutuação livre. Esta é utilizada a mais de 30 anos na alimentação de cães, gatos, peixes, aves, equinos e bovinos (SPOLAORE et al., 2006). A composição da *Spirulina sp.* é elevada em nutrientes como carboidratos (8,0% a 16,0%), vitamina B12, betacaroteno, ferro, proteína e minerais (CHRONAKI et al., 2011), alfa-tocoferol, glutatona, luteína e ficobiliproteínas (antioxidantes) (LABRES, 2012).

A *Spirulina platensis* é uma fonte natural de DHA, o qual representa cerca de 9,1% do total de ácidos graxos. Além disso, seu conteúdo possui elevado teor de um *blend* de mais de 10 carotenóides com função antioxidante. Sua forma comercial em pó possui provitamina A (2.330×10^3 UI/ kg), betacaroteno (140mg/100g), vitamina E (100mg/100g), Tiamina (3,5mg/100g), Riboflavina (4,0mg/100g), Niacina (14,0mg/100g), Vitamina (0,8mg/100g), Inositol (64mg/100g), Vitamina B12 (0,32mg/100g), Biotina (0,005mg/100g), ácido pantotênico (0,1mg/100g) e vitamina K (2,2mg/100g) (MOBIN et al., 2017).

Geralmente, as algas verde-azuladas possuem 80% de digestibilidade e, por isso, não requerem processamento especial (CHRONAKI et al., 2011). Além disso, são usadas para pacientes com hipertensão arterial e controle glicêmico (WAN et al., 2016). Devido a composição química, sua produção para consumo humano é superior a 1.000 toneladas ao ano e seu maior produtor, localizado na China, produz 200 toneladas em pó. (SATHASIVAM et al., 2018).

Schizochytrium spp.

A microalga *Schizochytrium sp.* contém de 50,0 a 77,0% de óleo (PRIYADARSHANI & RATH, 2012); 17,0% de proteína (FRANKLIN et al., 1999) e 20,0% de DHA. Na composição do seu óleo, o DHA representa cerca de 50,0% do total de ácidos graxos, o que estimula o seu uso na alimentação animal e humana devido a sua presença nas membranas celulares neurais, o que envolve funções como ativação do receptor, transdução do sinal e organização de membrana (HADLEY et al., 2017).

Lithothanium calcareum

A *Lithothanium calcareum* pertence ao grupo das algas vermelhas (família coralináceas) e possui aspecto calcário, uma vez que absorve carbonato de cálcio e magnésio. Dessa forma, a microalga é fonte de macro e microminerais. Seu esqueleto é constituído de 95,0 a 99,0% de minerais, o que representa 32,5% de cálcio e 0,03% de fósforo (MELO, 2006). O calcário extraído por essa microalga é denominado de calcário biogênico e pode ser usado na fertilização do solo, na nutrição humana e animal e, na indústria de cosméticos (COSTA NETO et al., 2010).

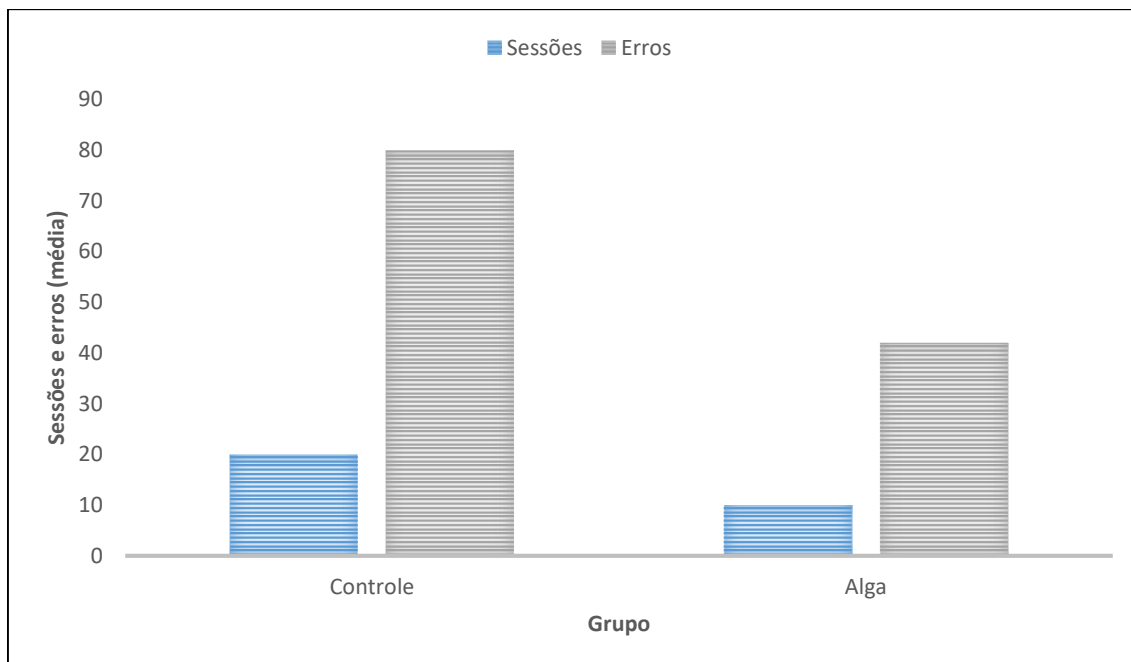
Aplicações em cães e gatos

O mercado de *pet food* brasileiro possui alguns alimentos completos comerciais para cães e gatos que contém, em sua composição a farinha de algas *Schizochytrium sp.* como fonte de DHA. O uso de microalgas na alimentação animal é recente devido a estudos atuais que demonstraram avaliações toxicológicas e nutricionais da adequação na utilização da biomassa de algas como suplemento alimentar e, substitutos de fontes proteicas como o farelo de soja e a farinha de peixe (BECKER, 2007).

De acordo com Costa Neto et al. (2010), a utilização de farinha de algas marinhas *Lithothanidium calcareum*, durante 30 dias, como suplemento mineral para cães melhorou a cicatrização óssea de animais com autoenxerto ósseo cortical, uma vez que o número de osteoclastos foi maior no grupo tratado com a farinha. Labres (2012) avaliou a inclusão de 0,5%; 1,0% e 3,0% de farinha de algas *Spirulina sp.* em alimento para cães adultos e observou que esses teores são considerados seguros aos animais. A suplementação de 1,0% promoveu melhor resposta antioxidante nos cães, uma vez que reduziu a concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), as quais consistem na reatividade dos produtos finais da lipoperoxidação. Além disso, os teores mais elevados da farinha promoveram a redução de interleucina-10 (IL-10), a qual é responsável pela inibição de macrófagos. Em gatos, Qureshi et al. (1996) sugeriram que a *Spirulina platensis* pode ser incluída nos alimentos devido a sua função imunomoduladora, o que pode auxiliar na resistência à doenças.

Hadley et al. (2017) avaliaram os efeitos da inclusão de 0,4% de óleo de *Schizochytrium sp.* em alimento para cães idosos (8 à 11 anos) na função cognitiva, durante 175 dias. Não observaram efeitos adversos no consumo e na palatabilidade do alimento suplementado. Os animais alimentados com o óleo com elevada concentração de DHA apresentaram melhor resposta no teste de aprendizagem de sensibilidade ao contraste, uma vez que esses tiveram menor índice de erros em menor número de sessões (Figura 1).

Figura 1: Efeitos da sensibilidade ao contraste da dieta, tanto nos ensaios quanto nos erros, para o critério inicial de aprendizado do teste de sensibilidade ao contraste.



Fonte: Adaptado de Hadley et al. (2017)

Souza (2018) observou que a adição de 0,4% dessa farinha na alimentação de cães aumentou os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (exceto do extrato etéreo) e aumentou a energia metabolizável do alimento. Em relação ao consumo, o alimento enriquecido com a farinha de microalgas promoveu aumento na ingestão, efeito que remete a alta palatabilidade do ingrediente. Além disso, a microalga apresentou maior estabilidade oxidativa em comparação ao tratamento controle. Dahms et al. (2016) encontraram que doses de 150, 1000 e 2000mg/kg de peso corporal/dia administradas via sonda oral, em cães adultos, resultaram em boa tolerância dos animais, em todas as doses, durante dois meses. Essas doses não provocaram toxicidade e também, não reduziram o consumo de alimento e peso corporal. Apenas nos

parâmetros clínicos, todas as doses resultaram em menores concentrações de colesterol e triglicérides. Por fim, em gatos, alimentos com 0,12% e 0,14% de farinha de *Shizochytrium sp.* resultaram em efeitos positivos na recuperação pós-cirúrgica da castração (SHEIBEL, 2016).

Considerações finais

Algumas microalgas podem ser utilizadas como ingrediente na alimentação de cães e gatos como fonte de nutrientes devido à grande concentração de metabólitos com potencial promotor de saúde e imunidade. Todavia, as microalgas representam fontes consistentes de diversos compostos naturais com alto valor nutritivo, como as proteínas, lipídeos, vitaminas, carboidratos e minerais com potencial emprego na alimentação de cães e gatos. Mais estudos são necessários para a avaliação das diferentes microalgas e sua inclusão nos alimentos para as duas espécies em foco.

Referências Bibliográficas

- BECKER, E. W. Micro-algae as a source of protein. **Biotechnology Advances**, vol. 25, n. 2, p. 207-210, 2007.
- BRUNETTO, M. A.; GOMES, S. M. O.; TESHIMA, E.; OLIVEIRA, L. D.; CARCIOFI, A. C. Nutrição parenteral: princípios básicos da administração. **Actia Scientiae Veterinariae**, vol. 35, n. 2, p. 236-238, 2007.
- BRUNEEL, C.; LEMAHIEU, C.; FRAEY, I.; KEBOSCH, E. R.; MUYLAERT, K. A.; BUYSE, J.; FOUBERT, I. Impacto f microalgal feed supplementation on ômega-3 fatty acid enrichment of hen eggs. **Journal of Functional Foods**, vol. 5, n. 2, p. 897-904, 2013.
- CHRONAKIS, I. S.; MADSEN, M. Algal proteins. **Handbook of Food Proteins**, p. 353-394, 2011.
- COSTA NETO, J. M.; TEIXEIRA, R. G.; SÁ, M. J. C.; LIMA, A. E.; JACINTO-ARAGÃO, G. S.; TEIXEIRA, M. W.; MARTINS FILHO, E. F.; TORÍBIO, J. M. M. L.; AZEVEDO, A. S. Farinha de algas marinhas ("Lithothamnium calcareum") como suplemento mineral na cicatrização óssea de autoenxerto cortical em cães. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol. 11, n. 1, p. 217-230, 2010.

DAHMS, I.; BEILSTEIN, P.; BONNETTE, K.; JR SALEM, N. Safety of docosahexaenoic acid (DHA) administered as DHA ethyl ester in a 9-month toxicity study in dogs. **Food and Chemical Toxicology**, vol. 92, p. 50-57, 2016.

EJIKE, C. E. C. C.; COLLINS, S. A.; BALASURIYA, N.; SWANSON, A. K. MASON, B.; UDENIGWE, C. C. Prospects of microalgae proteins in producing peptide-based functional foods for promoting cardiovascular health. **Trends in Food Science & Technology**, vol. 59, p. 30-36, 2017.

FLEURENCE, J. Seaweeds as Food. **Seaweed in Health and Disease Prevention**, p.149–167, 2016.

FRANKLIN, Sharon T. et al. Dietary Marine Algae (*Schizochytrium* sp.) Increases Concentrations of Conjugated Linoleic, Docosahexaenoic and Transvaccenic Acid in Milk of Dairy Cows. **American Society for Nutritional Sciences**, V.129, p.2048- 2054, 1999.

HADLEY, K. B.; BAUER, J.; MILGRAM, N. W. The oil-rich alga *Schizochytrium* sp. as a dietary source of docosahexaenoic acid improves shape discrimination learning associated with visual processing in a canine model of senescence. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, vol. 118, p. 10-18, 2017.

LABRES, R. V. **Aplicabilidade de alga cianofíceia *Spirulina maxima* como ingrediente em petfood: avaliação de ação antioxidante e imunológica em cães**. 2012. 78f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campos Jaboticabal, Jabotacabal/SP.

LONG, S. F.; KANG, S.; WANG, Q. Q.; XU, Y. T.; PAN, L.; HU, J. X.; LI, M.; PIAO, X. S. Dietary supplementation with DHA-rich microalgae improves performance, serum composition, carcass trait, antioxidant status, and fatty acid profile of broilers. **Poultry Science**, vol. 97, n. 6, p. 1881-1890, 2018.

LEWIS, T. E.; NICHOLS, P. D.; MCMEEKIN, T. A. The biotechnological potential of thraustochytrids. **Marine Biotechnology**, v. 1, n. 6, p. 580-587, 1999.

LEE, S. K.; FOX, H. M.; KIES, C.; DAM, R. The supplementary value of algae protein in human diets. **The Journal of Nutrition**, vol. 92, n. 2, p. 281-285, 1967.

LI-BEISSON, Y.; THELEN, J. J.; FEDOSEJEVS, E.; HARWOOD, J. L. The lipid biochemistry of eukaryotic algae. **Progress in Lipid Research**, 2019.

MELO, T. V. **Utilização de farinha de algas marinhas (*Lithothanum calcareum*) e de fosfato monoamônio em rações para codornas japonesas em postura criadas sob condições de calor**. 2002. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2006.

MOBIN, S.; ALAM, F. Some promising microalgal species for comercial applications: A review. **Energy Procedia**, vol. 110, p. 510-517, 2017.

PRIYADARSHANI, I.; RATH, B. Commercial and industrial applications of micro algae – A review. **Journal of Algal Biomass Utilization.**, vol. 3, n. 4, p. 89-100, 2012.

QURESHI, M. A.; ALI, R. A. Spirulina Platensis Exposure Enhances Macrophage Phagocytic Function in Cats. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, 18(3), 457–463, 1996.

RAGHUKUMAR, S.; Thraustochytrid marine protists: production of PUFAs and other emerging Technologies. **Marine Biotechnology**, vol. 10, n. 6, p. 631-640, 2008.

RAPOSO, M. F. D. J.; DE MORAIS, R. M. S. C.; DE MORAIS, A. M. M. B. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae. **Life Sciences**, vol. 93, n. 15, p. 479-486, 2013.

RYCKEBOSCH, E.; BRUNEEL, C.; MUYLEAERT, K.; FOUBERT, I. Microalgae as an alternative source of ômega-3 long chain polyunsaturated fatty acids. **Lipid Technology**, vol. 24, n. 6, p. 128-130, 2012.

SATHASIVAM, R.; RADHAKRISHNAN, R.; HASHEM, A.; ALLAH, E. F. A. Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 2018.

SHEIBEL, S. **Propriedades funcionais do ácido docosahexaenóico (DHA) para gatos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá.

SHIELDS, R. J.; LUPATSCH, I. Algae for aquaculture and animal feeds. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 23-37, 2012.

SOUZA, C. M. M. **Microalga Schizochytrium sp. como fonte de ácido docosahexaenóico (DHA): efeitos sobre a digestibilidade, oxidação e palatabilidade da dieta e índices de imunidade e inflamação em cães**. 2018. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

SPOLAORE, P.; JOANNIS-CASSAN, C.; DURAN, E.; ISAMBERT, A. Commercial applications of microalgae. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 101, n. 2, p. 87-96, 2006.

SUN, X. M.; GENG, L. J.; REN, L. J.; JI, X. J.; HAO, N.; CHEN, K. Q.; HUANG, H. Influence of oxygen on the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids in microalgae. **Bioresource Technology**, vol. 250, p. 868-876, 2018.

WAN, D.; Wu, Q.; KUCA, K. Spirulina. In: **Nutraceuticals**, pp. 569–583, 2016.