



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Utilização de ômega 3 e 6 na alimentação de cães

Izadora Emanuelle Oliveira da Silva

Recife-PE
Novembro de 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Utilização de ômega 3 e 6 na alimentação de cães

Izadora Emanuelle Oliveira da Silva
Graduanda

Tayara Soares de Lima
Doutora

Recife-PE
Novembro de 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586u

Silva, Izadora Emanuelle Oliveira

Utilização de ômega 3 e 6 na alimentação de cães / Izadora Emanuelle Oliveira Silva. - 2020. 28
f. : il.

Orientadora: Tayara Soares de Lima.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Zootecnia, Recife, 2020.

1. Animais. 2. Ácidos poli-insaturados. 3. Dieta. 4. Eicosanoides. 5. Lipídios. I. Lima, Tayara Soares de, orient. II.
Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

IZADORA EMANUELLE OLIVEIRA DA SILVA
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 05/11/2020

EXAMINADORES

Prof^o Dr. Tayara Soares de Lima

Helena Emilia Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso/Dsc

Monica Miranda Hunka/Dsc

DEDICATÓRIA

*A minha mãe Ivanilda Maria, ao meu pai Amaro Otávio (in memoriam)
e o meu noivo Ramases Cordeiro.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer que não subimos os degraus da vida sozinhos, por isso agradeço a minha mãe e a meu pai (in memoriam) por me permitirem concluir a universidade da forma mais confortável possível e sempre me apoiaram em todos os meus sonhos, ao meu noivo que sempre esteve disposto a me ajudar com os cálculos e as crises existenciais, e o mais importante acreditou em mim mesmo quando eu não acreditei.

Agradeço a Deus por me abençoar com tantos feitos e pessoas maravilhosas que existem em minha vida.

Agradeço a criança que sonhou em ser médica veterinária, a jovem de 18 anos que teve a coragem de largar o primeiro emprego, enfrentou o sistema e foi em busca dos sonho de estudar na UFRPE, e a mulher que foi escolhida pela Zootecnia.

Ao meu pai seu Amaro (in memoriam) um apaixonado por cavalos, o qual se apaixonou pela zootecnia quando eu a apresentei e que sempre me incentivou e me deu forças para permanecer quando quis desisti. Espero que onde você esteja de alguma forma consiga vê que cheguei ao fim e encontrei o meu lugar. Obrigada por me fazer companhia durante as madrugadas de estudos, por me dar coragem e por amar ouvir as minhas explicações. Você estará sempre em meu coração. Te amo !.

A mainha Dona Nilda, que sempre lutou ao lado do meu pai e continuou lutando quando ele se foi para que todos os meus sonhos sejam realizados, obrigada por tanto amor e carinho, pela força que me passa nas dificuldades. Você é e sempre será meu exemplo de fé e perseverança. Te amo !.

Ao meu noivo Ramases Cordeiro, há sete anos entrou em minha vida apenas para somar e tornar meus dias mais lindos. Obrigada por tanta dedicação meu bem, pela ajuda com os cálculos e por me fazer acreditar que sou capaz de tanta coisa. Amo você.

Agradeço a minha cadela Maya por aquecer meus pés em baixo da mesa enquanto preciso está ao computador e a mais nova resgatada Rita que chegou para animais ainda mais a nossa casa.

A todos os meus professores que contribuíram para todo o meu crescimento profissional e pessoal, em especial Severino Benone, Mônica Hunka, João Paulo Monneratt e a minha orientadora Tayara Soares de Lima, a qual me ensinou o quanto posso acreditar no meu potencial e o quanto devemos nos esforçar para fazer tudo com excelência. Esse reconhecimento também abrange os monitores que me ajudaram ao longo da caminhada em cadeiras que tive mais dificuldades.

Aos funcionários que sempre nos deram o suporte que precisávamos.

Aos meus companheiros de caminhada que riram, choraram e o mais importante me deram forças para perseverar, Claudia Maciel, Diana Guiomar, Thayná Milano , Roberta Andrade, Rhamayanne Raissa, Diana Guiomar, Caio Cesar, Erick Magalhães , Rodrigo Andrade, Maria Gabriela, Edneide Rodrigues (Parafusada) , Luiz Willker, Luiza Nicoloff, Weibert Aurino, Ana Carolina, Rennan Galvão, Ângelo Falcão, Evelline Maria, Carlos Carvalho, José Francisco e a todos que fizeram parte de todos esses anos, a vocês minha eterna gratidão.

As minhas amigas de infância Rafaela Souza e Aldenires Mendes. Saibam que amigos são família que podemos escolher.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao departamento de Zootecnia que foram minha segunda casa em todos esses anos.

A todos minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 09 |
| ABSTRACT | 10 |
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. IMPORTÂNCIA DOS LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES | 11 |
| 3. BIOSÍNTESE, METABOLISMO E ABSORÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS | 12 |
| 4. A FAMÍLIA DOS ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS | 16 |
| 5. A FAMÍLIA DE ÁCIDOS GRAXOS E A PRODUÇÃO DE MEDIADORES INFLAMATÓRIOS | 18 |
| 6. IMPORTÂNCIA DOS ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS NO CEREBRO E NA RETINA | 20 |
| 7. ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS E AS DERMATOPIAS..... | 21 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 24 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Reação de acetil-CoA gerando Melanil-CoA Carboxilase..... | 13 |
| Figura 2. Vias de síntese de ácidos graxos insaturados e seus derivados | 14 |
| Figura 3. Metabolismo dos ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 | 17 |
| Figura 4: Potencial anti-inflamatório do ômega 3..... | 19 |
| Figura 5. Diagrama da associação entre uma haste de célula fotorreceptora e o epitélio pigmentar da retina..... | 21 |

RESUMO

A ausência de nutrientes essenciais traz, no futuro, doenças que podem comprometer não só a saúde, mas a vida dos animais. Os ácidos graxos (AG) são componentes lipídicos e se encontram distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e células de gordura. Dentre esses os classificados como essenciais como os Ácidos Graxos poli-insaturados n-3 e n-6 são classificados essenciais.

O feto e até mesmo os filhotes após os primeiros dias do nascimento não são capazes de sintetizar ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (ômega 3 e 6), tendo sua necessidade suprida pela placenta e pelo leite da cadela caso seja suplementado. Filhotes de cães em crescimento necessitam de uma porcentagem de 0,08 % de Ácido alfa-linolênico. Os cães em manutenção necessitam de uma porcentagem menor. Os ácidos graxos ômega 3 e 6 atuam no suprimento de energia concentrada, reserva de energia no organismo animal, fonte de ácidos graxos essenciais, importante para o sistema nervoso, isolante natural ao meio ambiente. Sua ausência pode causar, redução do crescimento, pior eficiência alimentar, pele seca, dermatite, queda de pelos, retardo na maturidade sexual, menor fertilidade, acúmulo de gordura no fígado, menor recuperação em períodos de convalescência, baixa resistências a várias doenças como coronárias e câncer. Esses ácidos possuem insaturações separadas por um carbono metilênico e enumeradas a partir do grupo final metil, podendo ser também enumerada a partir da carboxila de acordo com a designação delta sendo empregada a designação nutricional n. Os ácidos também podem influenciar nos níveis de triglicerídeos e colesterol. Esses também são responsáveis pela produção de eicosanóides e prostaglandinas.

Objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso de ácidos graxos na nutrição de cães, buscando documentar o desenvolvimento de pesquisas em relação a esse nutriente essencial.

Palavras-chave: Animais, Ácidos poli-insaturados, Dieta, Eicosanóides, Lipídios, Nutrientes Essenciais.

ABSTRACT

The absence of essential nutrients in the future brings diseases that can compromise not only the health, but the life of the animals. Fatty acids (AG) are lipid components and are distributed in all tissues, mainly in cell membranes and fat cells. Among these, those classified as essential as the polyunsaturated fatty acids n-3 and n-6.

The fetus and even the puppies after the first days of birth are not able to synthesize long-chain polyunsaturated fatty acids (ω 3 and 6), and their need is met by the placenta and the dog's milk if supplemented. Growing puppies need a percentage of 0.08% alpha-linolenic acid. Maintenance dogs need a lower percentage. The omega 3 and 6 fatty acids act in the supply of concentrated energy, energy reserve in the animal organism, source of essential fatty acids, important for the nervous system, natural insulator to the environment. Its absence can cause, reduced growth, worse feeding efficiency, dry skin, dermatitis, hair loss, delayed sexual maturity, less fertility, accumulation of fat in the liver, less recovery in periods of convalescence, low resistance to various diseases such as coronary and cancer. These acids have unsaturations separated by a methylene carbon and listed from the final methyl group, and can also be listed from the carboxyl according to the delta designation using the nutritional designation n. Acids can also influence triglyceride and cholesterol levels. These are also responsible for the production of eicosanoids and prostaglandins.

The objective was to carry out a bibliographic review on the use of fatty acids in the nutrition of dogs, seeking to document the development of research in relation to this essential nutrient.

Keywords: Animals, Diet, Eicosanoids, Lipids, Essential Nutrients, Polyunsaturated acids.

1. INTRODUÇÃO

Uma dieta balanceada é extremamente importante para que haja um bom desempenho e funcionamento do organismo de qualquer ser vivo, isso porque a ausência de nutrientes funcionais traz, no futuro, doenças que podem comprometer não só a saúde, mas a vida dos mesmos. Balancear a dieta é suprir todas as necessidades de nutrientes do organismo, isso inclui inserir principalmente os nutrientes essenciais que os mamíferos não conseguem sintetizar, entre esses, estão os ácidos graxos poli-insaturados.

Os ácidos graxos (AG) são componentes lipídicos e se encontram distribuídos em todos os tecidos, principalmente nas membranas celulares e células de gordura. Executam importante função na estrutura da membrana celular, nos processos metabólicos e na produção de eicosanóides (WHANTEN, 2007). Dentre esses estão de caráter essencial como os Ácidos Graxos poli-insaturados n-3 e n-6 que são importantes para o crescimento adequado e para prevenção de doenças em mamíferos.

Os componentes desses lipídeos, como os ácidos graxos essenciais são de extrema importância na nutrição de cães e sua ausência pode causar; redução do crescimento, pior eficiência alimentar; pele seca; dermatite; queda de pelo; retardo na maturidade sexual; menor fertilidade; acúmulo de gordura no fígado; menor recuperação em períodos de convalescência; baixa resistências a várias doenças como coronárias e câncer (COUTO et al., 2019).

Esses ácidos são fontes energéticas de significativa importância para os cães, também possuem função estrutural das células, são constituintes de membranas (TREVIZAN et al., 2009). Objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica sobre o uso de ácidos graxos na nutrição de cães, buscando documentar o desenvolvimento de pesquisas em relação a esse nutriente essencial.

2. IMPORTÂNCIA DOS LIPÍDEOS NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES

Os lipídios são nutrientes que possuem funções importantes na nutrição de cães, fornece a esse animal aproximadamente 2,25 vezes mais energia por grama de produto quando comparado aos carboidratos e as proteínas. Também fornecem ácidos graxos essenciais, compõem a estrutura da membrana que envolve as células e as organelas, atua

como precursor de eicosanóides e hormônios, agem como carreadores permitindo a absorção de vitaminas lipossolúveis, aumentam a palatabilidade dos alimentos (PACHECO, 2008) (YOU DIM et al., 2000). São classificados como lipídeos simples (triglicéridos), compostos (lipoproteínas) e os derivados (colesterol) (CASE et al., 2011).

Lenox et al (2013), afirmam que os ácidos ômega 3 ácido eicosapentanoico (EPA) e ácidos docosahexaenoico (DHA), são necessários para algumas fases da vida especialmente durante a fase de crescimento e desenvolvimento. Por isso que a suplementação do mesmo se torna importante.

Segundo Silva et al (2007), o feto e até mesmo os filhotes após os primeiros dias do nascimento não são capazes de sintetizar ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (ômega 3 e 6), tendo sua necessidade suprida pela placenta e pelo leite da cadela. Assim, se a mãe receber uma alimentação com aporte nesses ácidos graxos poderá fornecer ao feto e ao filhote uma nutrição adequada para seu desenvolvimento.

Segundo o Nutrient Requirements of Dogs and Cats (NRC 2006), filhotes de cães em crescimento necessitam de uma porcentagem de 0,08 % de Ácido alfa-linolênico, considerando uma dieta com 4000 kcal/kg. Os cães em manutenção necessitam de uma porcentagem menor, considerando uma dieta com 4000 kcal/kg, necessitam de 0,044 % de Ácido alfa-linolênico.

3. BIOSÍNTESE, METABOLISMO E ABSORÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS.

Em todos os organismos vivos a produção de longas cadeias de carbono dos ácidos graxos ocorrem a partir de reações repetitivas que são catalisadas por um processo denominado ácido graxo-sintase, existem duas variantes principais, a enzima ácido graxo Sintase I (AGS I) presente em vertebrados, mamíferos e a ácido graxo- sintase II (AGS II) encontradas em vegetais e bactérias, esse processo ocorre na mitocôndria por meio de diferentes vias, são catalisadas por diferentes grupos de enzimas e localizam-se em compartimentos distintos na célula.

Para que esses ácidos sejam produzidos é necessário a participação de um intermediário de três carbonos, a malonil-CoA, a qual é sintetizada a partir de acetil-CoA em um processo irreversível, catalisado pela enzima acetil-CoA-carboxilase. Primeiro, um grupo carboxila derivado do bicarbonato (HCO_3) é transferido para a biotina em uma reação

dependente de ATP. O grupo biotinila age como transportador temporário de CO₂, transferindo-o para acetil-CoA, gerando melanylCoA, como mostrado na Figura 1, é a partir dela que ocorre a síntese do ácido graxo insaturado palmitato (NELSON e COX, 2017).

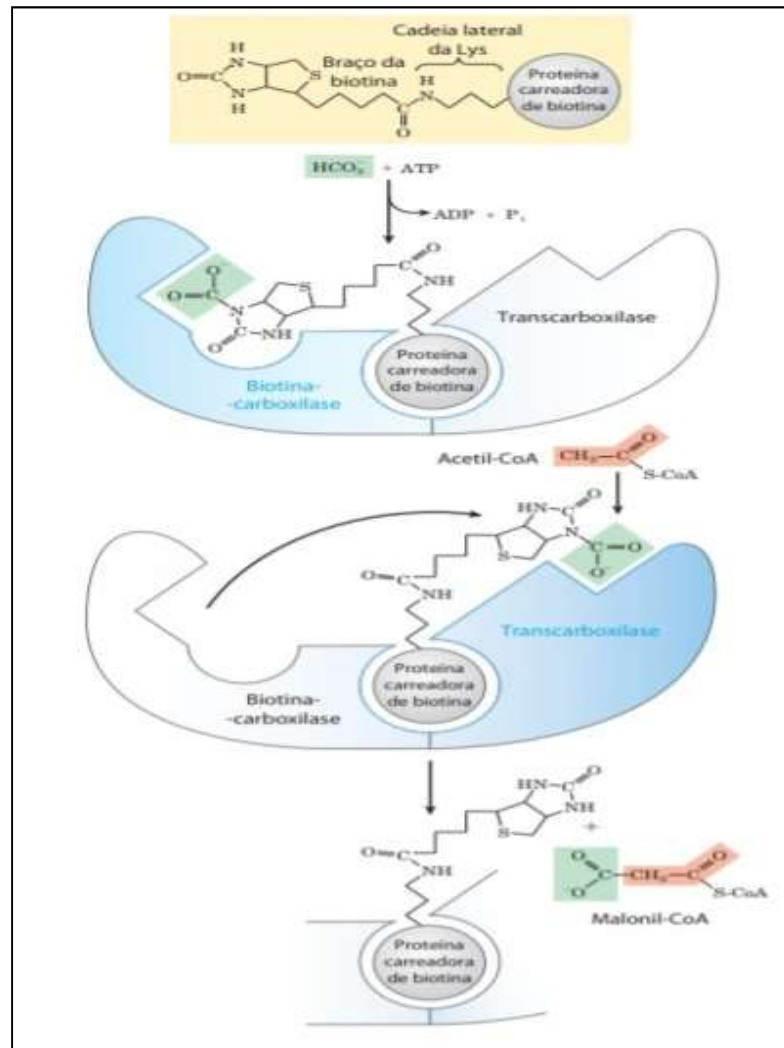


Figura 1. Reação de acetil-CoA gerando Melanyl-CoA carboxilase (Nelson e Cox 2016)

Nos vegetais e em mamíferos, o palmitato (16:0) é alongado pela ação do sistema de alongamento de ácidos graxos presente no retículo endoplasmático liso e na mitocôndria, a partir dele é produzido o estearato, palmitoleato e oleato. Após a produção de oleato o mesmo é alongado a linoleato que é o ácido graxo ômega 6 e a partir dele é produzido o alfa-linoleato o ácido ômega 3, esses são convertidos em todos os outros ácidos que pertencem a essa família (NELSON e COX, 2017). Podendo ser observado na Figura 2. Os mamíferos são incapazes converter oleato em linoleato e alfa-linoleato, por isso, eles devem ser adicionados

a dieta por meio de óleos vegetais, capsulas e os peixes que são ricos em EPA e DHA, uma vez que a esses animais se alimentam de algas que possuem esses ácidos (ADKINS et al., 2010).

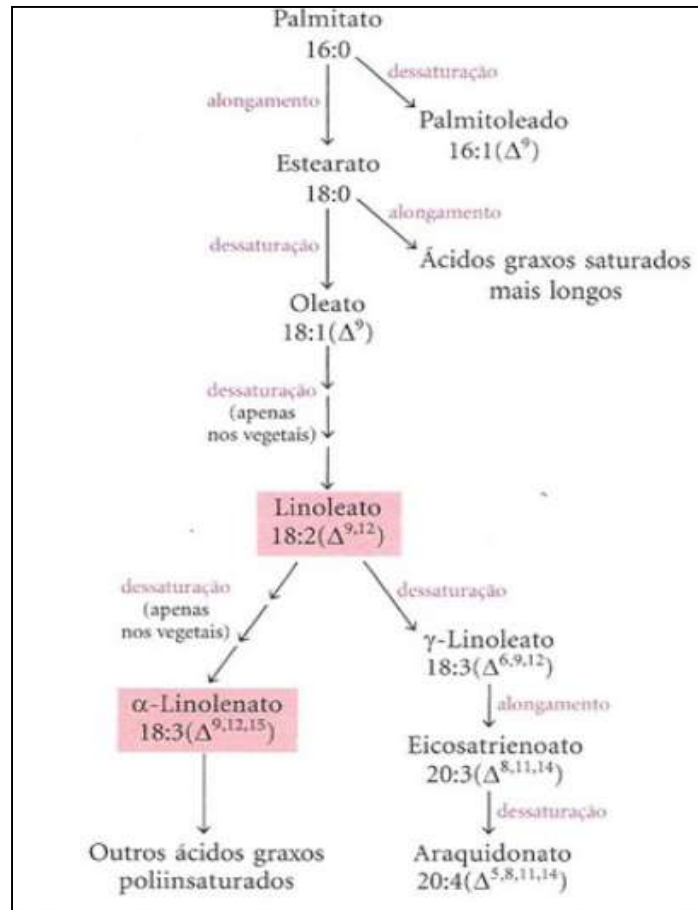


Figura 2. Vias de síntese de ácidos graxos insaturados e seus derivados (NELSON e COX, 2016).

As etapas de absorção, metabolismo intracelular e liberação na circulação são variadas de acordo com o tamanho da cadeia carbônica. Quando são absorvidos, os ácidos graxos de cadeia média e curta são levados para o fígado pela corrente sanguínea (BERK et al., 1996 e TROTTER et al., 1996). No caso dos AG de cadeia longa, sua maior parte é ressintetizada a triacilgliceróis no interior dos enterócitos gerando os quilomicrons (SPECTOR, 1984).

A absorção dos AG ocorre de forma rápida quando esses estão em altas concentrações, mas algumas pesquisas mostram indícios de um sistema de transporte composto por proteínas de membranas transportadoras que atuam em baixa concentração do

substrato, entre as proteínas que aumentam essa captação de AG de cadeia longa estão FATP (*Proteína transportadora de ácidos graxos*), as FABP (*Proteína de ligação de ácidos graxos*) e a (*ácido graxo t translocase*) (POHL et al., 2004).

Na fase intestinal, dentro dos enterócitos estão as FABP que são responsáveis pelo transporte e distribuição intracelular dos ácidos graxos de cadeia longa, participa na absorção dos ácidos graxos monoinsaturados e também atuam no armazenamento dos ácidos graxos de cadeia longa não-esterificados. Os organismos que possuem alta taxa de metabolismo, captação e armazenamento de AG são fígado, adipócito e músculo, eles apresentam alto nível de FABP. Por isso, um alto conteúdo de lipídeos na dieta pode provocar o aumento dos níveis gastrointestinais de ácidos graxos, ocorrendo uma maior quantidade no duodeno e menor no jejuno (VAZ et al., 2006).

Após serem absorvidos os quilimocrons sofrem a ação da lipase de Lipoproteína (LPL) assim, ocorre a hidrólise dos triacilgliceróis que os compõem e o produto são os ácidos graxos e os gliceróis. Os AG serão utilizados pelos tecidos periféricos ou armazenados nos adipócitos, os ácidos graxos livres são transportados pela albumina até os tecidos periféricos e são oxidados para fornecer energia. Os provenientes do fígado como AG esterificados (TG, ésteres de colesterol, fosfolipídios e outros) são transportados pelas lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), em menor proporção, pelas lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL) (SCHAEFER et al., 2002).

Os cães apresentam predominância de HDL-lipoproteína de alta densidade no sangue, diferindo dos humanos que são classificados como lipoproteína de baixa densidade - LDL, sendo mais sensíveis à elevação da densidade do colesterol e desenvolvimento de aterosclerose, em cães esse problema está associado à ocorrência de hiperlipidemia secundária causada pelo hipotireoidismo, diabetes mellitus e pancreatite (SCHENCK, 2006) citado por (ARAUJO et al., 2012). Segundo Araujo et al (2012), os efeitos da hiperlipidemia (aumento excessivo de lipídeos no sangue) persistente em cães não estão totalmente esclarecidos. Em sua pesquisa, o mesmo comparou os níveis de séricos de colesterol e triglicerídeos em cães adultos, sadios, suplementados com ômega 3 (221,83mg de EPA e 136,17mg de DHA,), esses animais eram sem raças definidas, macho e fêmea. Foi observada a diminuição da concentração de colesterol em machos antes da suplementação $255,1 \pm 64,3$ e depois $220,2 \pm 59,3$ e em fêmeas antes $288,0 \pm 93$ e $252,1 \pm 74,7$ após.

Estudos mostram que o ácidos docosahexaenoico (DHA) diminui as concentrações de partículas aterogênicas, partículas de LDL total e partículas de quilimicrons

remanescentes. Foi observado que o DHA possui efeito benéfico na hiperlipidemia devido a sua atuação direta na Apo CIII que inibe a ação da lipase de lipoproteína (LPL) e controla a liberação de triglicerídeos no sangue, com a Apo CIII inibida a LPL aumenta seu volume e atua nos triglicerídeos plasmáticos. Além de atuar também na diminuição de partículas de LDL aterogênicas pequenas e densas, partículas de LDL total e partículas remanescentes de quilomícrons (ADKINS et al., 2010).

Quanto aos níveis de triglicerídeos, houve diferença apenas em fêmeas apresentando valores de $57,8 \pm 12,1$ aA antes da suplementação com o ômega 3 e $45,2 \pm 7,8$ bA após. A diferença entre esses resultados podem estar relacionada com a ausência de esteroides estrogênicos, pois o estudo utilizou sete fêmeas ovariectomizadas. A concentração de triglicerídeos em fêmeas após a ovariectomia tende a elevar-se (SCHMIDT et al., 2004).

4. A FAMÍLIA DOS ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS

Os ácidos graxos da família n-3 (ácido alfa linolênico) e o n-6 (ácido linoléico), não são sintetizados de forma endógena em seres humanos e em alguns animais por isso são caracterizados como essenciais. O processo de síntese não ocorre devido a falta de enzimas dessaturases, que inserem ligações duplas entre os carbonos 3-4 e 6-7 da mesma forma como as enzimas hidrogenases que removem essas insaturações, podendo ser observado na figura 3. (SCHAEFER et al., 2002).

Por isso, a ingestão de um não exclui a ingestão do outro porque o ômega 3 não pode ser convertido em ômega 6, isto é, o ácido alfa linoléico não pode ser convertido em ácido linoléico. Porém, as dietas de cães são compostas por ômega 6, mas como no metabolismo esses AGPI competem entre si a suplementação por ômega 3 também deve ser utilizada (BRUNETTO, 2019). Os alimentos para animais pets geralmente possuem mais de uma fonte de lipídios, a maioria das vezes essas fontes são de origem animal como (sebo bovino, gordura de frango e óleo de peixe) fontes vegetais como (óleo de soja, milho, girassol, linhaça, cártamo e algas). No caso da suplementação por parte do ômega 3, a maioria das vezes são adicionados às rações principalmente aquelas utilizadas para tratamentos renais, tratamento de dermatites, senior e algumas raças específicas.

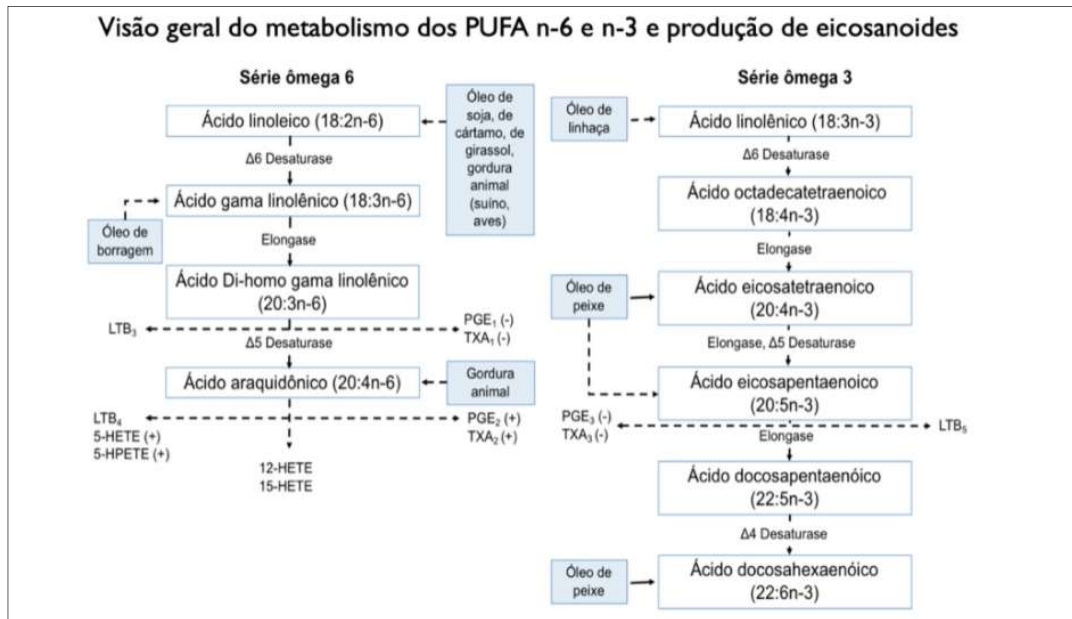


Figura 3. Metabolismo dos ácidos graxos das famílias n-6 e n-3 (PACHECO, 2018)

As reações ocorrem nas células hepáticas, especificamente no retículo endoplasmático, e é visto nos vegetais e microrganismos. Em mamíferos, os pesquisadores possuem grande dificuldade de identificar e isolar essa enzima e explicar a produção desses ácidos, isso induziu a busca por evidências metabólicas de outras etapas para explicar a produção dos mesmos, tem sido aceito que nessas etapas estão envolvidas a ação das enzimas alongasse e delta 6 dessaturase, levando a formação, mas no peroxissomos sofrem a remoção de átomos de carbono, denominada beta oxidação (NAKAMURA, 2004).

O ácido docosahexaenoico atua no desenvolvimento e funcionamento do cérebro e da retina. Encontra-se na retina ligada aos fosfolipídios que se associam a proteína que interage com o processo de absorção de luz, no cérebro ele atua influenciando as propriedades físicas das membranas, as características dos seus receptores, as interações celulares e a atividade, quanto ao ácido araquidônico (AA) o mesmo está relacionado com o desenvolvimento do cérebro e da retina durante o período gestacional e os primeiros anos de vida (MARTIN et al., 2006).

Nos últimos anos houve intensa discussão a respeito das relações entre Ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, n3 e n6. Segundo Trevizan et al (2009), a indicação do NRC (2006) aponta exigências específicas de cães em crescimento para o ácido linoléico (AL), ácido alfa linoléico (ALA), ácido araquidônico (AA) e para o ácido eicosapentaenoico

somado ao ácido docosaheptaenoico (EPA, 20:5 n3 + DHA, 22:6 n3). O AA, por outro lado, não teve exigência definida para cães em manutenção e reprodução.

Pesquisadores também ressaltam que a inclusão de grandes quantidades de ácidos graxos poli-insaturados pode causar efeitos adversos no estado oxidativo de cães (peroxidação lipídica). Na pesquisa desenvolvida por Pacheco et al (2018), avaliaram as alterações dos marcadores de estresse oxidativo em cães adultos, alimentados com óleo de soja enriquecidos com DHA (ácido docosaheptaenóico) e marcadores com antioxidante natural à base de algas. Foram utilizados 12 cães da raça beagle saudáveis distribuídos em dois blocos alimentados com quatro dietas experimentais, com duas fontes de lipídios (13% de sebo bovino) e (13% de óleo de soja enriquecido com DHA) e os marcadores antioxidante natural a base de algas. Não houve diferença significativa na maioria dos marcadores oxidativos avaliados. Diante dos dados coletados foi possível observar que a quantidade de ácidos graxos utilizados nas dietas para cães não foram suficientes para causar grandes alterações no estado oxidativo.

5. A FAMÍLIA DE ÁCIDOS GRAXOS E A PRODUÇÃO DE MEDIADORES INFLAMATÓRIOS

Os eicosanóides são provenientes de ácidos graxos essenciais, funcionam como mediadores inflamatórios que modulam a resposta inflamatória (CALDER et al., 2004). Essa resposta pode acelerar ou desacelerar a inflamação, pesquisadores apontam que mediadores provenientes do ácido ômega 6 aceleram o processo de inflamação quando o mesmo é ofertado de forma desequilibrada na dieta, enquanto que os mediadores produzidos a partir do ômega 3 possuem efeito anti-inflamatório.

As maiorias das células dos mamíferos possuem a fosfolipase A2 que responde a estímulos, ela ataca fosfolipídios de membrana, convertendo araquidonato em prostaglandinas. Nessas células ocorrem a presença de duas isoenzimas, a cicloxigenases (COX 1), que é responsável pela síntese de prostaglandinas que regulam a mucina gástrica e a (COX-2), que produz prostaglandinas que controlam inflamação, dor e febre. Os eicosanóides derivados dos ácidos araquidônicos (AA- n-6) são das séries 2 e 4 (prostaglandina E2, leucotrieno B4) e são responsáveis pela resposta imediata ao estresse ou a lesões, incluindo inflamação, dor, edema e dilatação de vasos. Aqueles que são liberados do metabolismo do ômega 3 tem ação anti-inflamatórios e podem ser observados na Figura 4. Os ácidos

eicosapentanoico (EPA n-3) são da série 3 e 5 (prostaglandina E3, leucotrieno B5). Eles atuam lentamente e podem reduzir as respostas associadas com prostaglandinas da série E2 (NELSON e COX 2017).

Os mediadores de eicosanóides 3 e 5 são responsáveis por promoverem vasodilatação, efeito antitrombótico e menor quimiotaxia podendo ser observado na Figura 4. Além disso, reduzem a produção de mediadores inflamatórios que podem estar elevados na insuficiência cardíaca. Para que haja um benefício por meio do uso do ômega 3 é necessário que a suplementação alcance o pico da concentração no plasma e nos tecidos. Após o início da suplementação ocorre um aumento significativo, mas para que haja o alcance do pico, é necessário que o mesmo seja suplementado por um período de 4 a 6 semanas.

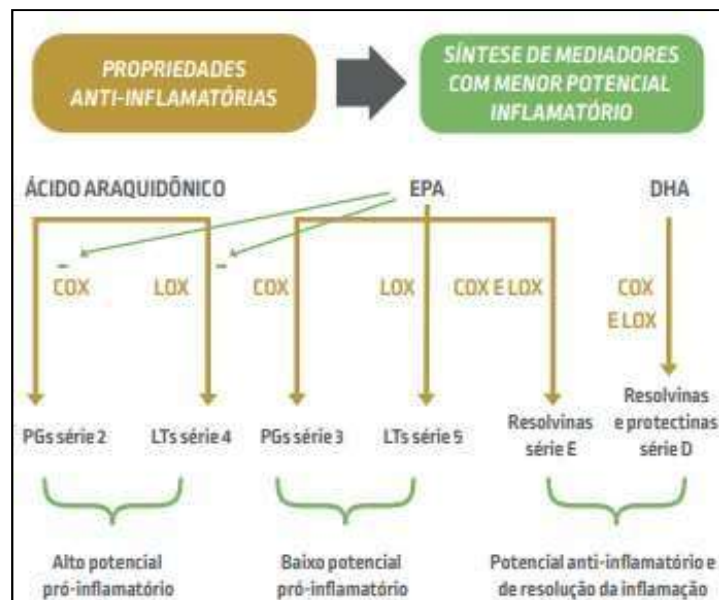


Figura 4: Potencial anti-inflamatório do ômega 3 (BRUNETTO, 2019).

As doenças cardiovasculares são inflamatórias, associadas a produção de mediadores inflamatórios como as interleucinas. Cães que apresentavam insuficiência cardíaca secundária à cardiomiopatia dilatada (CMD), quando suplementados por oito semanas com óleo de peixe (25 mg/kg de EPA e 18mg/kg DHA), apresentaram normalização dos níveis de ômega 3 deficientes no corpo, isso por que cães com CMD possuem níveis inferior da n-3 quando comparados a cães saudáveis. Houve diminuição dos níveis de interleucinas IL -1 e prostaglandina B2, redução da massa muscular em comparação ao grupo placebo (FREEMAN et al., 1998).

Estudo realizado com cães da raça boxer que possuíam cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito (CAVD), grupos suplementados com óleo de peixe, linhaça e óleo de girassol (grupo controle). Os resultados mostraram que apenas os cães que receberam o óleo de peixe apresentaram redução significativa do número de complexos ventriculares prematuros. O estudo permitiu observar que o óleo de peixe na dose diária de 780mg/dia de EPA e 497 mg/dia de DHA diminuiu arritmias ventriculares enquanto que a suplementação com óleo de linhaça ALA não houve mudanças significativas do número de complexos ventriculares prematuros (VPCs) (SMITH et al., 2007).

6. IMPORTÂNCIA DOS ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS NO CERÉBRO E NA RETINA

Alimentar as mães com uma dieta enriquecida com DHA durante a gestação e lactação tem sido associada a melhorias no desenvolvimento neurológico de seus filhotes. Além disso, alimentar com dietas ou suplementos contendo DHA pode melhorar a memória ou o aprendizado de cães jovens. Ele é importante nas funções do cérebro e da retina durante o desenvolvimento do útero e após o nascimento, quando ocorre uma deficiência implicara na diminuição da função retinal e neural. Nesse caso o principal local de depósito de DHA é principalmente na fração fosfolipídica do cérebro e nas células da retina observado na Figura 5 (HIENEMANN et al., 2006).

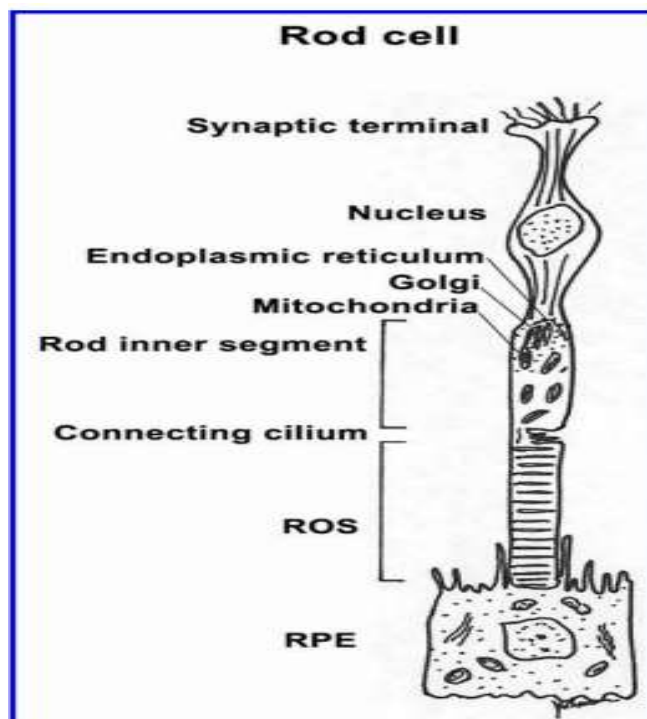


Figura 5. Diagrama da associação entre uma haste de célula fotorreceptora e o epitélio pigmentar da retina (HIENEMANN, et al. 2006).

A imagem acima é possível observar onde o ácido é utilizado, na estrutura das células bastonetes, onde pode ser observado o (RPE) Retinal pigment epithelium fornece suporte metabólico para os fotorreceptores, mantém a conservação retinal e fornece DHA para o (ROS) Rod outer segment que é uma estrutura dinâmica que consiste em várias invaginações na membrana plasmática para formar discos de bicamadas fosfolipídicos que contêm rodopsina e outras enzimas da cascata visual. Ele também pode sintetizar DHA por meio do alongamento e dessaturação do ácido alfa linoleico (ALA) (HIENEMANN et al., 2006).

O que pode ser observado é que os ácidos graxos essenciais são de extrema importância para a parte interior e exterior do corpo humano. Por isso que cada vez mais o mesmo é explorado principalmente o seu uso como nutracêuticos. Uma pesquisa elaborada por Cavallet et al (2009), teve como objetivo estudar a síndrome do olho seco em cães após facectomia intra ou extracapsular por luxação ou subluxação anterior do cristalino, suplementados com ácidos graxos essenciais ômega 3, associados ou não a antioxidantes e oligoproteínas.

Foram utilizados quatorze cães de meia idade, da raça Cocker Spaniel, portadores de subluxação ou luxação anterior bilateral do cristalino, com ou sem catarata, submetidos à facectomia bilateral intracapsular ou extracapsular, antes da cirurgia foram aplicados anti-

inflamatórios, antibióticos e colorios nos animais esses medicamentos foram também utilizados no pós-operatório. Os cães foram divididos ao acaso em dois grupos de sete pacientes, os animais do primeiro grupo receberam três cápsulas de ômega 3 proveniente do óleo de peixe contendo em cada cápsula 87 mg de EPA e 54 mg de DHA em cada cápsula, o segundo grupo recebeu tratamento com um comprimido contendo 14 mg de EPA e 21 mg de DHA de origem animal e vegetal associado a Gerioox trata-se de uma medicação que possui efeitos antioxidantes, condroprotetores e dermatológicos. Observaram que a maior diferenças significativas só foram apresentadas quando a suplementação ocorreu a partir do T30, ou seja, após 25 dias de suplementação após a suplementação dos grupos, a partir desse tempo os valores de quantidades e qualidade lacrimal foram maiores no grupo suplementado com ômega 3 + Gerioox, o grupo suplementado apenas com ômega apresenta uma evolução mais lenta, embora constante, aproximando-se dos resultados do grupo G em T90.

O estudo concluiu que a terapia de suplementação de ácidos graxos essenciais (ômega 3 de óleo de peixe), assim como de outras drogas em associação com ácidos graxos essenciais (Gerioox), favorece a recuperação do olho seco induzido por facectomia em cães, no olho humano os ácidos graxos atuam como imunossupressivos e anti-inflamatórios, que melhoram a expressão e a adesão dos microvilos dos dos epitélios oculares, promovendo fluidez das secreções provenientes das glândulas tarsais, atuam no funcionamento das células caliciformes da conjuntiva melhorando a qualidade do filme lacrimal evitando uma rápida evaporação da lágrima (ESCAMILA, 2003; PINHEIRO Jr. et al., 2007).

Foi observado na pesquisa de Silva D. A. (2018), comparações dos resultados da suplementação de ômega 3 com diferentes proporções de EPA, DHA e antioxidantes, n tratamento de cães acometidos por ceratoconjuntivite, foram utilizados quarenta e cinco cães, avaliados mensalmente por 6 meses. Os animais foram distribuídos em 3 grupos (n=15): grupo T (tacrolimus 0.03% tópico), grupo TO (tacrolimus + ômegas 1.5EPA/1DHA oral) e grupo TOA (tacrolimus + ômegas 1 EPA/4.5DHA + antioxidantes oral). Houve uma melhora significativa nos sinais clínicos em ambos os grupos. Ao final do experimento, os grupos T, TO e TOA apresentaram na análise citológica, diminuição de linfócitos, neutrófilos, células metaplásicas e escamosas, e na análise histopatológica, diminuição de linfócitos e neutrófilos e aumento das células caliciformes, com o grupo TO com melhor desempenho e concluíram que o maior benefício foi proporcionado pelo ômega 3 que possuía maior proporção de EPA e DHA por que possivelmente o EPA é um precursor de mediadores anti-inflamatórios e imunomoduladores.

Na pesquisa de Escamilla (2003), observou que a eficácia no tratamento do olho seco com o uso de ômega 3 está relacionado à dose ingerida e a pesquisa desenvolvida por Silva D. A. (2018), observaram que a melhora ocorreu devido a eficácia está relacionada à proporção de EPA e DHA. Também afirmam que o EPA tem um efeito pró-inflamatório exercendo ações celulares que estimulam a produção de colagenase e aumentam a expressão de adesão de moléculas necessárias para extravasamento de leucócitos enquanto que O DHA está mais relacionado às suas propriedades antioxidantes e está envolvido em vários processos cognitivos, também está ligado à sinalização correta entre neurônios, no feto desenvolvimento e função retiniana.

7. ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS E AS DERMATOPIAS

Em consultórios veterinários é comum o atendimento de cães com doenças cutâneas sempre relacionado a uma alimentação desbalanceada e conseqüentemente a falta desses nutrientes essenciais. É possível observar o uso da suplementação em diversos problemas de dermatopias desde dermatite alérgica, hpersensibilidade alimentar, atopias e em até processos de cicatrização. Também pode ser encontrado pesquisas com a utilização dos mesmos utilizados em curativos úmidos.

NARDI et al (2004), afirmaram a forma que atualmente, os ácidos graxos essenciais, juntamente com a lecitina de soja e as vitaminas A e E têm sido empregados com êxito no tratamento de lesões abertas, com ou sem infecção, na espécie humana. Por isso sua pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da solução contendo ácidos graxos essenciais, lecitina de soja e vitaminas A e E sobre a cicatrização secundária de feridas dermoepidérmicas, foram utilizados 9 cães machos, sem raça definida, com peso em torno de 15 a 20 kg. Foi realizado dois defeitos retangulares de pele nas regiões torácicas direita, esquerda e nas faces laterais do abdome, todas medindo 6 cm de altura (sentido dorsoventral) x 4cm de largura (sentido craniocaudal). No período pós-operatório as feridas torácicas foram tratadas com iodo polivinilpirrolidona e as lesões abdominais bilaterais tratadas com a solução contendo ácidos graxos contendo ácidos graxos essenciais, lecitina de soja, e vitaminas A e E5.

A partir dos resultados obtidos o mesmo concluiu que a solução contendo ácidos graxos essenciais, lecitina de soja e vitaminas A e E pode ser recomendada como agente

acelerador de cicatrização em feridas limpas abertas de pele em cães, pois conseguiram observar que houve uma cicatrização precoce quando comparado ao uso da solução de iodo polivinilpirrolidona que ocorre devido a quimiotaxia para leucócitos, o estímulo à neoangiogênese e à fibroplasia, culminando com mais rápido processo de granulação e reepitelização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto é possível observar a grande importância dos ácidos graxos essenciais na nutrição de cães e no funcionamento de organismo. É possível também ressaltar a necessidade do aumento de pesquisas com a utilização do ácido não apenas como nutracéutico mais também para combater doenças que são causadas devido a falta desses ácidos graxos essenciais.

Após a construção da revisão foi despertado a curiosidade em experimentar o efeito dos ácidos graxos essenciais no processo de gliconeogênese de cadelas em lactação.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADKINS, Y.; KELLEY, D. S. **Mechanisms underlying the cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids**, The Journal of nutritional biochemistry, 2010. 21(9), 781-792.

ARAUJO, M. M. G.; SANTOS, T. H. Y.; LOURENÇO, M. L. G.; TAKAHIRA, R. K., MACHADO, L. H. D. A.; CARVALHO, L. R. **Avaliação de colesterol e triglicerídeos séricos em cães saudáveis suplementados com ômega n-3**, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2012. 64(6), 1491-1496.

BERK, P. D; BRADBURY, M; ZHOU, S. L.; STUMP, D.; HAN, N. I **Characterization of membrane transport processes: lessons from the study of BSP, bilirubin, and fatty acid uptake**, In Seminars in liver disease (Vol. 16, No. 02, pp. 107-120). by Thieme Medical Publishers, Inc, 1996.

BRUNETTO, A.M. **Informativo técnico especialidades em foco. Faculdade de Medicina veterinária e zootecnia**. Universidade de São Paulo, nº2, 2019.

CASE, LP, DARISTOTLE, L., HAYEK, MG, & RAASCH, MF. **Canine and Feline Nutrition-E-Book: A Resource for Companion Animal Professionals 2011**. Elsevier Health Sciences, 2011,

COUTO P. H; REAL, C.P.C.S. G. **Nutrição e Alimentação de cães e gatos**. Edição 1. Editora: Aprenda Fácil, 2019.

CALDER, P. C. **n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases**. The American journal of clinical nutrition, (2006). 83(6), 1505S-1519S.

CAVALLET, I. C. R., & DE FIGUEIREDO WOUK, A. F. P. **Ácidos graxos essenciais e gerioox no tratamento do olho seco induzido por cirurgia da catarata em cães**. Revista Acadêmica Ciência Animal, 2009. 7(3), 311-318.

DE MORAIS OLIVEIRA, A. C.; LUNA, G. I. **Ácido graxo n-3: os benefícios do consumo de um alimento com alegação de propriedades funcionais**. Acta de Ciências e Saúde, 2014. 2(2), 59-74.

DA SILVA, D. R. B.; JÚNIOR, P. F. M.; SOARES, E. **A importância dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa na gestação e lactação**. Rev Bras Saúde Mater Infant, 2007. v. 7, p. 123-133.

DE NARDI, A. B., RODASKI, S., SOUSA, R. S., BAUDI, D. L. K., & CASTRO, J. H. T. **Cicatrização secundária em feridas dermoepidérmicas tratadas com ácidos graxos essenciais, vitaminas A e E, lecitina de soja e iodo polivinilpirrolidona em cães.** Archives of Veterinary Science, 2004. 9(1).

FREEMAN, L. M., RUSH, J. E., KEHAYIAS, J. J., ROSS JR, J. N., MEYDANI, S. N., BROWN, D. J., ... & ROUBENOFF, R. **Nutritional alterations and the effect of fish oil supplementation in dogs with heart failure.** Journal of Veterinary Internal Medicine, 1998. 12(6), 440-448.

HEINEMANN, K. M., & BAUER, J. E. **Docosahexaenoic acid and neurologic development in animals,** Journal of the American Veterinary Medical Association, 2006. 228(5), 700-705.

HENSEL, P **Nutrition and skin diseases in veterinary medicine,** Clinics in dermatology, 2010. 28(6), 686-693.

LENOX, C. E., & BAUER, J. E. **Potential adverse effects of omega-3 fatty acids in dogs and cats.** Journal of veterinary internal medicine, 2013. 27(2), 217-226.

MARTIN, C. A., ALMEIDA, V. V. D., RUIZ, M. R., VISENTAINER, J. E. L., MATSHUSHITA, M., SOUZA, N. E. D., & VISENTAINER, J. V. **Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods,** Revista de Nutrição, 2006. 19(6), 761-770.

NELSON, L. D: COX. M, M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger.** Edição: 7º edição. Editora: Simone Fraga, 2017.

NAKAMURA, MT, & NARA, TY **Estrutura, função e regulação dietética das dessaturases A6, A5 e A9.** Annu. Rev. Nutr. , 2004. 24 , 345-376.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dogs and Cats.** National Academy Press, 2006. Washington, 424p.

POHL, J., RING, A., HERMANN, T., & STREMMEL, W. **Role of FATP in parenchymal cell fatty acid uptake.** Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids, 2004. 1686(1-2), 1-6.

PORSANI, MY, BONDER, BS, TEIXEIRA, FA, GOMES, CO, GONÇALES, LA, NAGASHIMA, JK.; BRUNETTO, MA **Efeitos de uma dieta enriquecida com eicosapentaenóico, docosahexaenóico e glutamina nas citocinas como marcadores imunológicos de inflamação sistêmica em cadelas antes e após ovariectomia.** Jornal de Fisiologia Animal e Nutrição Animal, 2019.

.POHL, J., RING, A., HERMANN, T., &STREMMEL, W. **Role of FATP in parenchymal cell fatty acid uptake.** *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*. Molecular and Cell Biology of Lipids, 2004. 1686(1-2), 1-6.

PACHECO, G. F. E. **Suplementação de antioxidante a base de algas em dietas para cães contendo níveis elevados de ácidos graxos saturados ou insaturados,** 2018.

PINHEIRO JR, M. N., SANTOS, P. M. D., SANTOS, R. C. R. D., BARROS, J. D. N., PASSOS, L. F., & CARDOSO NETO, J. **Uso oral do óleo de linhaça (*Linum usitatissimum*) no tratamento do olho seco de pacientes portadores da síndrome de Sjögren.** *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 2007. 70(4), 649-655.

RONDEROS ESCAMILLA, N. E. **Omega 3 y su acción terapéutica en el síndrome de ojo seco.** *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 2003.1(1), 91-98.

SMITH, C. E., FREEMAN, L. M., RUSH, J. E., CUNNINGHAM, S. M., & BIOURGE, V. **Omega-3 fatty acids in Boxer dogs with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy.** *Journal of veterinary internal medicine*, 2007. 21(2), 265-273.

SCHAEFER, E. J. **Lipoproteins, nutrition, and heart disease.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2002. 75(2), 191-212

SPECTOR A A. **Plasma lipid transport.** *Clin Physiol Biochem*, 1984. 2 (2-3), 123-34.

SCHENCK, P. A. **Canine hyperlipidemia: causes and nutritional management** *Encyclopedia of canine clinical nutrition*, 2006. 222-245.

SILVA, D. A. **Uso do ômega 3 oral em diferentes proporções de EPA e DHA associado com antioxidantes como adjuvante no tratamento de ceratoconjuntivite seca em cães,** 2018.

TROTTER, P. J., HO, S. Y., & STORCH, J. **Fatty acid uptake by Caco-2 human intestinal cells.** *Journal of lipid research*, 1996 37(2), 336-346.

TREVIZAN, L., & KESSLER, A. D. M. **Lipídeos na nutrição de cães e gatos: metabolismo, fontes e uso em dietas práticas e terapêuticas.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2009. 38(SPE), 15-25.

VAZ, J. D. S., DEBONI, F., AZEVEDO, M. J. D., GROSS, J. L., & ZELMANOVITZ, T. **Ácidos graxos como marcadores biológicos da ingestão de gorduras.** *Revista de Nutrição*, 2006.19(4), 489-500.

VAZ, J. D. S., DEBONI, F., AZEVEDO, M. J. D., GROSS, J. L., & ZELMANOVITZ, T. **Ácidos graxos como marcadores biológicos da ingestão de gorduras.** Revista de Nutrição, 2006. 19(4), 489-500.

WANTEN, G. J., & CALDER, P. C. **Immune modulation by parenteral lipid emulsions.** *The American journal of clinical nutrition*, 2007. 85(5), 1171-1184.

YOU DIM, KA, MARTIN, A., & JOSEPH, J A **Ácidos graxos essenciais e o cérebro: possíveis implicações para a saúde.** *Jornal internacional de neurociência do desenvolvimento*, 2000. 18 (4-5).